



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Orientační schéma:

Razítko oprávněné osoby:




29.05.2022


Podpis:

Datum:

| Revize: | Datum: | Popis: | Kontroloval: |
|---------|------------|-----------------------------------|---------------------|
| 000 | 29.05.2022 | Definitivní odevzdání dokumentace | Ing. Radek Navrátil |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | |
|---------------------|---|--|
| Stavebník/Investor: | Správa železnic, státní organizace |  |
| Adresa: | Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 | |
| Zástupce investora: | | |
| Adresa: | | |

| | | |
|--------------------|--|---|
| Zhotovitel stavby: | Společnost „VALBEK-PRODEX“ | |
| Adresa: | Vedoucí společnosti: Valbek, spol. s r.o. | Společník: VALBEK&PRODEX, spol. s r.o., o.z. |
| Kontakt: | V Olšínách 2300/75, 100 00 Praha 10 | V Olšínách 2300/75, 100 00 Praha 10 |
| | T: +420 221 592 050 | T: +420 221 592 050 |
| | E: info@valbek.cz | E: info@valbek.cz |

| | | |
|---------------------|--|--|
| Zhotovitel objektu: | Valbek, spol. s r.o. |  |
| Adresa: | V Olšínách 2300/75, 100 00 Praha 10 | |
| Kontakt: | T: +420 221 592 050 E: info@valbek.cz | |

| | | | |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Hlavní projektant (HIP): | Specialista: | Odpovědný projektant: | Zpracovatel: |
| Ing. Aleš Sršeň | Ing. František Hanuš | Ing. Radek Navrátil | Ing. Radek Navrátil |

| | | | |
|----------------------------|--|------------------|--|
| Název stavby/akce: | Rekonstrukce mostu v km 3,040 trati Ústí nad Labem-Střekov - Ústí nad Labem západ | | Označení (S-kód): S632000261 |
| Název části: | Mosty, propustky a zdi | | Označení zhotovitele: 20PH69005 |
| Název objektu: | Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040 | | Označení části: D.2.1.4 |
| Název přílohy: | Statický výpočet | | Označení objektu/komplexu: SO 01-20-01 |
| Název dílčí části přílohy: | - | | Číslo přílohy: 3.001 |
| Kraj: | Katastrální území: | TUDU: | Paré: |
| Ústecký | Ústí nad Labem [774871] | 1003 2A, 0591 BC | |
| Stupeň dokumentace: | Datum zpracování: | Formáty: | Měřítko: |
| DUSP+PDPS | 29.05.2022 | 307 x A4 | - |

| | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------|---------|------------|----------|-----------------|
| S-kód: | Stupeň dokumentace: | Část: | Objekt: | Podoblast: | Příloha: | Revize: |
| S 6 3 2 0 0 0 2 6 1 | P | D | P | S | D 2 1 4 | S O 0 1 2 0 0 1 |

DOKUMENT LZE UŽÍVAT POUZE DLE USTANOVENÍ PŘÍSLUŠNÉ SMLOUVY O DÍLO. ŽÁDNÁ JEHO ČÁST NEMŮŽE BÝT DLE ZÁKONA č.121/2000 Sb. (autorský zákon) KOPÍROVÁNA NEBO JINÝM ZPŮSOBEM ROZŠÍŘOVÁNA BEZ SOUHLASU Valbek spol. s r.o.

**VALBEK spol. s r.o.,
Středisko Praha
V Olšínách 2300/75
100 00 Praha 10**

**Rekonstrukce mostu v km 3,040
trati Ústí nad Labem-Střekov – Ústí nad Labem západ
DUSP+PDPS**

**SO 01-20-01 REKONSTRUKCE MOSTU V EV. KM 3,040
STATICKÝ VÝPOČET**

V Praze, leden 2022

Vypracoval: Ing. Radek Navrátil

OBSAH

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1. | Identifikační údaje stavby | 5 |
| 1.1. | Údaje o stavbě | 5 |
| 1.2. | Údaje o stavebníkovi | 5 |
| 1.3. | Údaje o zpracovateli dokumentace | 6 |
| 1.4. | Údaje o mostě | 6 |
| 2. | Podklady | 7 |
| 3. | Základní technický popis objektu | 7 |
| 3.1. | Stavební stav | 7 |
| 3.2. | Beton spodní stavby (dle archivní dokumentace) | 9 |
| 3.3. | Inženýrskogeologické poměry v místě mostu – rešerše archivních podkladů | 10 |
| 3.4. | Popis technického řešení rekonstrukce | 12 |
| 3.4.1. | Statické zajištění stávající opěry O2 | 12 |
| 3.4.2. | Stažení křídel opěr | 12 |
| 3.4.3. | Spřažení dobetonávek s betonem stávající spodní stavby | 12 |
| 3.4.4. | Dobetonávka opěry O1 | 12 |
| 3.4.5. | Dobetonávka pilíře P1 | 13 |
| 3.4.6. | Dobetonávka opěry O2 | 13 |
| 3.4.7. | Nosná konstrukce | 13 |
| 4. | Přehled použité literatury | 13 |
| 5. | Grafické přílohy mostu | 14 |
| 6. | Návrh mostu | 15 |
| 6.1. | Úvod | 15 |
| 6.2. | Posouzení vhodnosti typu konstrukce | 15 |
| 7. | Výpočetní model | 16 |
| 7.1. | Okrajové podmínky | 16 |
| 7.2. | Výpočetní model nosné konstrukce | 21 |
| 8. | Popis zatěžovacích stavů | 25 |
| 8.1. | Stálá a nahodilá dlouhodobá zatížení | 25 |
| 8.2. | Nahodilá krátkodobá zatížení – klimatická | 28 |
| 8.3. | Nahodilá krátkodobá zatížení - užitná (montážní) | 31 |
| 8.4. | Nahodilá krátkodobá zatížení – dopravou | 32 |
| 8.5. | Mimořádná zatížení | 36 |
| 8.6. | Zatížení pro posouzení únavy | 37 |
| 9. | Kombinace | 38 |
| 9.1. | Sestavy zatížení | 38 |
| 9.2. | Součinitelé zatížení a kombinace | 38 |
| 9.3. | Kombinace dle návrhových situací | 39 |
| 10. | Posouzení průřezů | 40 |
| 10.1. | Spřažený průřez NK – DELŠÍ pole | 41 |
| 10.2. | Spřažený průřez NK – KRATŠÍ pole | 73 |
| 10.3. | Podporový PŘÍČNÍK – DELŠÍ pole | 105 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 10.4. | PODPOROVÝ PŘÍČNÍK – kratší POLE | 117 |
| 10.5. | Příčník v poli – delší pole | 129 |
| 10.6. | Příčník v poli – kratší pole | 140 |
| 10.7. | Diagonály v PODPOŘE – DELŠÍ pole (2x U 240) | 151 |
| 10.8. | Diagonály v PODPOŘE – KRATŠÍ pole (2x U 180) | 163 |
| 10.9. | Diagonály v POLI – DELŠÍ pole (UPE 160) | 175 |
| 10.10. | Diagonály v POLI – KRATŠÍ pole (UPE 160) | 187 |
| 10.11. | Montážní ZTUŽENÍ – DELŠÍ pole (UPE 160) | 199 |
| 10.12. | Montážní ZTUŽENÍ – KRATŠÍ pole (UPE 100) | 210 |
| 10.13. | Montážní zavětrování ($\phi 22$) | 221 |
| 10.14. | Nosníky revizní lávky nosné konstrukce | 228 |
| 10.15. | Konzolky revizní lávky opěr | 239 |
| 10.16. | Nosníky revizní lávky opěr | 250 |
| 11. | Ložiska | 260 |
| 11.1. | Delší pole mostu | 260 |
| 11.2. | Kratší pole mostu | 264 |
| 11.3. | Návrh rozměrů ložisek | 268 |
| 11.4. | Zachycení tahových reakcí od vykolejení vlaku | 269 |
| 12. | Mostní závěry | 271 |
| 12.1. | Delší pole mostu | 271 |
| 12.2. | Kratší pole mostu | 273 |
| 12.3. | Návrh mostních záběrů | 275 |
| 13. | Ověření s ohledem na přetvoření a kmitání železničních mostů | 278 |
| 13.1. | Bezpečnost provozu a pohoda cestujících | 278 |
| 13.2. | Nadvýšení ocelových nosníků | 281 |
| 14. | Bezстыková kolej | 283 |
| 14.1. | Dynamický a klasifikační součinitel | 283 |
| 14.2. | Ověření nejvýše přípustné délky nosné konstrukce | 283 |
| 14.3. | Napětí v kolejnici | 283 |
| 14.4. | Pevnost kolejnice a posouzení | 283 |
| 15. | Návrh betonářské výztuže nových částí spodní stavby | 284 |
| 15.1. | Pilíř P1 | 284 |
| 15.2. | Opěra O1 | 289 |
| 15.3. | Opěra O2 | 298 |
| 16. | Posouzení založení spodní stavby | 307 |
| 16.1. | Statické zajištění opěry O2 | 307 |
| 16.2. | Posouzení založení pilíře P1 | 309 |
| 16.3. | Posouzení založení opěry O1 | 313 |
| 16.4. | Posouzení založení opěry O2 | 317 |
| 17. | Zatížitelnost | 321 |

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

1.1. Údaje o stavbě

| | |
|--------------------------------|---|
| Název stavby: | Rekonstrukce mostu v km 3,040 trati Ústí nad Labem-Střekov – Ústí nad Labem západ |
| Číslo SoD objednatele: | E618-S-5035/2020/Svj |
| Číslo SoD zhotovitele: | 20PH69005 |
| ISPROFIN: | 3273214901 |
| Začátek stavby: | km 2,714 |
| Konec stavby: | km 3,244 |
| Traťový úsek (TÚ): | TÚ 1003 (kolej č.1) Ústí nad Labem – Střekov (mimo) – Ústí nad Labem západ (mimo) TÚ 0591 (koleje č.1, č. 137a a 134) Ústí nad Labem západ (mimo) – Chabařovice (mimo) |
| Definiční úsek (DÚ): | DÚ 2A (TÚ 1003) a DÚ NC (TÚ 0591) |
| Katastrální území: | Ústí nad Labem [774871] |
| Město: | Ústí nad Labem |
| Kraj: | Ústecký kraj |
| Kategorie dráhy: | celostátní, TEN-T |
| Kategorie dráhy podle TSI INF: | P5/F2 |
| Kategorie žel. trati: | 1. třída (z hlediska mostů) |
| Traťová třída zatížení: | D2/160 a D4/120 |
| Prostorová průchodnost: | Z-GC |
| Prostorová úprava na mostě: | VMP 3,0 |

1.2. Údaje o stavebníkovi

| | |
|-------------|---|
| Objednatel: | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 - Nové Město IČ: 70994234, DIČ: CZ 70994234 |
| Zastoupený: | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Stavební správa západ Sokolovská 278/1955 190 00 Praha 9 |

Nadřízený orgán: Ministerstvo dopravy
Nábřeží L. Svobody 12
110 00 Praha 1

1.3. Údaje o zpracovateli dokumentace

Zhotovitel dokumentace: „Společnost PRODEX-VALBEK“
Valbek, spol. s r.o.
Vaňurova 505/17
460 07 Liberec 3
středisko Praha
V Olšinách 2300/75
100 00 Praha 10
IČO: 48266230, DIČ: CZ48266230
VALBEK&PRODEX spol. s r.o.
Rusovská cesta 16
851 01 Bratislava
IČ: 17314569, DIČ: 2020382166, IČ DPH: SK2020382166
odštěpný závod
VALBEK&PRODEX, spol. s r.o., odštěpný závod
V Olšinách 2300/75
100 00 Praha 10
IČO: 01761200, DIČ: CZ683286704

Hlavní inženýr projektu: Ing. Aleš Sršeň
Autorizovaný inženýr v oboru dopravní stavby ID00
číslo autorizace 0012526

Zpracovatel SO: Ing. Radek Navrátil (Valbek, spol. s r.o.)

1.4. Údaje o mostě

Stavební objekt (SO): **SO 01-20-01, Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040**

Stávající vlastník objektu: Správa železniční dopravní cesty, s.o.

Nový vlastník objektu: Správa železniční dopravní cesty, s.o.

Správce objektu: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Oblastní ředitelství Ústí nad Labem

Staničení: evidenční/stavební km 3,040/3,040 (stávající/nový stav)

Traťový úsek: 1302 Ústí nad Labem – Střekov (mimo) – Ústí nad Labem západ (mimo)

Definiční úsek: DÚ 2A Ústí nad L. západ ZV 101 (kol. 1) - hr. TO Děčín východ/TO Ústí

| | |
|--|---|
| Situování mostu v terénu: | Most se nachází v intravilánu města Ústí nad Labem, mezi ŽST Ústí nad Labem západ a ŽST Ústí nad Labem – Střekov. Trať je před i za mostem vedena v násypu. |
| Účel objektu, překonávané překážky: | Železniční most přes silniční komunikaci II/613 (E442) a řeku Bílinu. |
| Počet kolejí na mostě: | 1 |
| Šírá trať / staniční obvod: | staniční obvod |
| Bezstyková kolej na mostě: | Ano |
| Směrové poměry v novém stavu: | v přímé |
| Převýšení: | D = 0 mm |
| Sklonové poměry v novém stavu: | stoupá 14,10 ‰ |
| Traťová rychlost v novém stavu: | V = 50 km/hod |
| Prostorové uspořádání: | průjezdny průřez na mostě v novém stavu, dle ČSN 73 6201, je VMP = 3,0 m |
| Kategorie žel. trati z hlediska mostů: | 1. třída |
| Třída zatížení: | most je navržen pro zatížení dle ČSN EN 1991-2 ($\alpha = 1,21$), SW/2 se uvažuje a je přechodný pro traťové třídy zatížení D2/160 a D4/120 |

2. PODKLADY

Pro zpracování statického výpočtu byly použity následující vstupní podklady:

1. DUSP+PDPS akce „Rekonstrukce mostu v km 3,040 trati Ústí nad Labem-Střekov – Ústí nad Labem západ“, zpracovatel Sdružení „Společnost PRODEX-VALBEK“
2. Archivní dokumentace mostu (rok 1954)

POZN: Z hlediska inženýrskogeologických poměrů byla provedena rešerše archivních podkladů, která je součástí technické zprávy v kapitole „6. Stávající stav mostu“.

3. ZÁKLADNÍ TECHNICKÝ POPIS OBJEKTU

3.1. Stavební stav

Ve stávajícím stavu je přemostění řešeno jednokolejným mostem o dvou prostých polích, s rozpětím 15,10 m a 33,00 m. Most je z roku 1955 a od té doby nedoznal větších oprav, PKO bylo obnoveno naposledy v letech 1972 pro první pole a 1989 pro druhé pole.

Nosnou konstrukci v kratším poli tvoří plnostěnná trémová ocelová konstrukce ze svařovaných nosníků, příhradového příčného ztužení a podélného ztužení. Nosnou konstrukci v delším poli tvoří příhradová trémová ocelová konstrukce, nýtovaná, s horní svařovanou

mostovkou z plnostěnných nosníků, příčníků a podélníků. Příčné ztužení je příhradové, nýtované, umístěné pod příčníky, podélné ztužení je horní i dolní. Brzdové ztužení je připojené k dolním pasům příčníků a horním pasům hl. nosníků. Uložení nosné konstrukce v obou polích je šikmé (cca 41° v delším poli a cca 57° v kratším poli) na ocelových vahadlových stolicových (pevné) a válcových (pohyblivé) ložiskách. Stav nosné konstrukce je hodnocen stupněm K3. Lokálně trhliny ve svarech a v ocelových prvcích nosných konstrukcí, poškozené spoje, popraskané svary, oslabení profilů korozí, PKO na hraně životnosti. Ložiska jsou prosedlá, vyosená, oslabená korozí, s omezeným pohybem a při průjezdu vozidel je patrný pohyb ve svislém směru.

Spodní stavba je masivní tížná železobetonová. Opěry tvoří základ, dřík, úložné prahy s podložiskovými bločky, závěrné zídky a rovnoběžná křídla, římsy jsou železobetonové. Pilíř tvoří základ, dřík a úložný práh s podložiskovými bločky. Na opěru O1 navazuje svahové křídlo vpravo a gabionová zídka vlevo. Na opěru O2 navazují regulační zdi řeky Bílina. Oboustranně na čela pilíře P 01 navazuje železobetonová zeď proti povodňové bariéry. Podél pilíře a opěry O1 jsou betonové svodidla. Stav spodní stavby je hodnocen stupněm S3. Pracovní spáry s výluhy, degradace betonu, povrchové trhlinky, poškozená výplň dilatačních spar, podložiskové bločky lokálně prasklé odtržené od ložiska. Dle sledování správce vyklánění opěry O2 řádově v centimetrech (cca 7 cm).

Kolej na mostě je z kolejnic UIC 60 na žebrových podkladnicích s pružnými svěrkami, uložení koleje je na dřevěných mostnicích. Na mostě jsou pojistné úhelníky. Podlahy tvoří pochozí žebrovaný plech, uložený na chodníkových konzolách. Zábradlí je ocelové úhelníkové trojmadlové. Podél zábradlí vlevo jsou na konzolách chráničky s kabely, na zábradlí vpravo je pozůstatek kabelového žlabu. Za rubem opěry O2 vpravo je trpasličí návěstidlo a skřínky zabezpečovacího zařízení. Podkladnice lokálně prasklé a deformované, lokálně nedotažené vrtule podkladnic, na mostnicích výskyt dřevokazné houby, lokálně jsou mostnice popraskané nebo zahnilé. Pozednice jsou popraskané, prasklé, nevypodložené. Pojistné úhelníky rezavé, s lokálně nedotaženými šrouby, dřevěné klíny na konci své životnosti. Plechy podlah jsou lokálně mírně deformované, upevnění lokálně porušené, s poškozenou PKO. Šroubové spoje zábradlí jsou nedotažené nebo chybí, PKO za koncem životnosti.

Na mostě nejsou žádné odvodňovače nebo svody potrubí. Nad chodníkem pro chodce (v otvoru č. 2) je na podhledu nosné konstrukce uchycena ocelová konstrukce s vlnitým plechem, jako zábrana proti propadu šterku a nečistot. Uprostřed ocelové konstrukce K 02 je v dolní části revizní lávka se zábradlím. Při průjezdu vlaku konstrukce zábrany kmitá, jinak je v dobrém stavu. Podlaha revizní lávky je uprostřed deformovaná, plechy prohnuté, znečištěné, drží se na nich srážková voda a ocel je zasažena korozí.

Prostorové uspořádání na mostě nevyhovuje VMP 3,0 (min. vzdálenost líce zábradlí od osy koleje je 2,541 m na opěře O2). Volná výška nad komunikací pod objektem v otvoru č. 1 je 8,70 m a v otvoru č. 2 je 6,16 m, volná výška nad chodníkem je 4,72 m a nad vodním tokem 9,78 m. Bezpečnostní nátěry a tabulky na mostě chybí.

3.2. Beton spodní stavby (dle archivní dokumentace)

O1: Střekovská opěra

- projektem uvažované/spočtené napětí v základové spáře: průměrné 350 kPa (3,5 kg/cm²) a hranové 450 kPa (4,5 kg/cm²)
- beton základu je prostý C 8/10 (B 135 resp. d) odolný agresivní vodě
- beton dříku je prostý C -/7,5 (B 105 resp. c)
- konzolové křídlo a jeho kotevní části jsou ze železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e)
- úložný práh je z železobetonu C 16/20 (B 250 resp. f)
- římsy jsou z prostého betonu C 8/10 (B 135 resp. d)

O1: Spojovací opěrná zeď mezi střekovskou opěrou a pražskou opěrou tunelové spojky

- Dovolené napětí v základové spáře: průměrné 350 kPa (3,5 kg/cm²) a hranové 450 kPa (4,5 kg/cm²)
- beton základu je prostý C 8/10 (B 135 resp. d) odolný agresivní vodě
- beton dříku je prostý C -/7,5 (B 105 resp. c)
- římsy jsou z prostého betonu C 8/10 (B 135 resp. d)

O1: Opěrná zídka na konci spojovací opěrné zdi mezi střekovskou opěrou a pražskou opěrou tunelové spojky

- Dovolené napětí v základové spáře: průměrné 350 kPa (3,5 kg/cm²) a hranové 450 kPa (4,5 kg/cm²)
- Podkladní škvárový beton pod základem tl. cca 2,9 m (do úrovně 137,05 m n.m.)
- beton zídky je prostý C -/7,5 (B 105 resp. c)
- římsy jsou z prostého betonu C 8/10 (B 135 resp. d)

P1:

- založení cca 4,0 m pode dnem řeky Bíliny, na písku s čedičovými valouny. Dovolené napětí v základové spáře 780 kPa (7,8 kg/cm²)
- beton základu (vč. náběhu dříku) je prostý C 8/10 (B 135 resp. d) odolný agresivní vodě
- beton dříku je prostý C -/7,5 (B 105 resp. c), v dosahu hladiny řeky odolný agresivní vodě
- beton základu a dříku je v dosahu hladiny řeky chráněn ochrannou vrstvou železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e), s přísadou Tricosal S III a s izolací z asfaltových svařovaných desek. Na protivodní straně je základ pod ochranou štětové stěny.
- Úložný práh je ze železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e)

O2: Ústecká opěra

- založení cca 4,0 m pode dnem řeky Bíliny, na písku s čedičovými valouny. Dovolené napětí v základové spáře 780 kPa (7,8 kg/cm²)
- beton spodní části základu je prostý C -/13,5 (B 170 resp. e), s vyztuženým základovým výstupkem
- beton horní části základu a základu nábrežní zdi jsou z železobetonu C 8/10 (B 135 resp. d)
- beton dříku je prostý C -/7,5 (B 105 resp. c)

- závěrná zídka je ze železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e)
- úložný práh je z železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e)
- beton dříku nábrežní zdi a dříku rovnoběžných křídel je prostý C -/7,5 (B 105 resp. c)
- konzolové křídlo a jeho kotevní části (část dříku rovnoběžného křídla cca 3,0 m dlouhá) jsou ze železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e)
- římsy jsou z prostého betonu C 8/10 (B 135 resp. d)
- beton základu a dříku opěry je v dosahu hladiny řeky chráněn ochrannou vrstvou železobetonu C -/13,5 (B 170 resp. e), s přísadou Tricosal S III a s izolací z asfaltových svařovaných desek. Na protivodní straně je základ opěry pod ochranou štetové stěny.

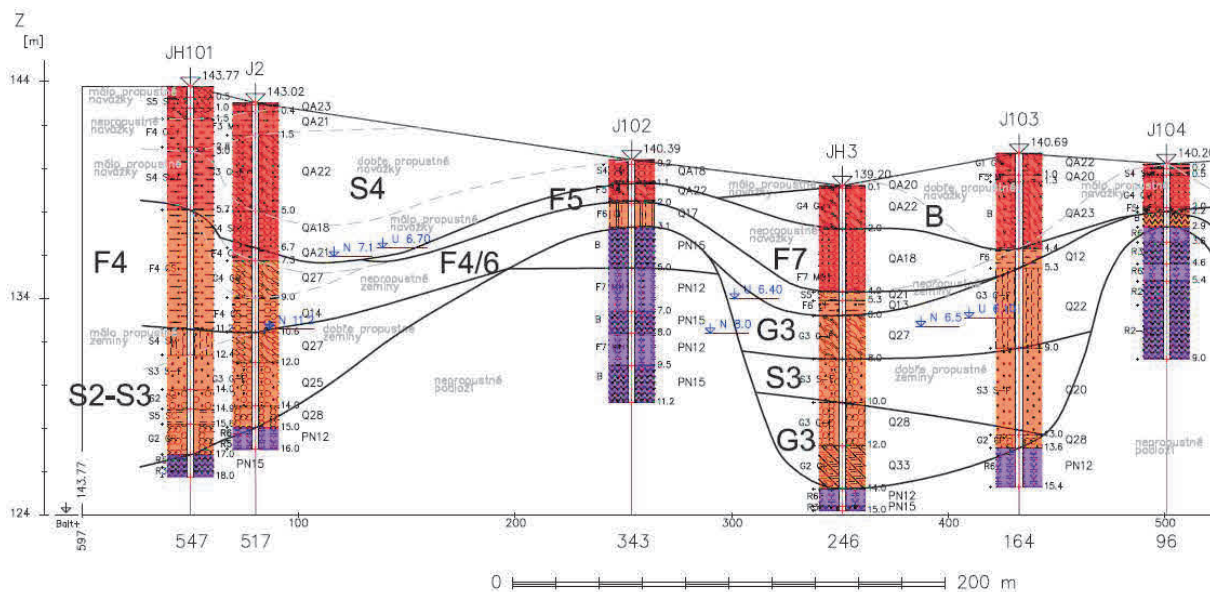
Výztuž železobetonu je s mezí kluzu $f_{yk} = 380 \text{ MPa}$ (10 512 R)

Spáry mezi opěrami a zdmi jsou vyplněny 2 vrstvami lepenky a 3 asfaltových nátěrů.

3.3. Inženýrskogeologické poměry v místě mostu – rešerše archivních podkladů

Jako podklad, pro potřeby projektových prací, byly použity závěry inženýrskogeologického průzkumu (AZ CONSULT spol. s r.o.; červenec 2008), zpracovaného pro akci „Ústí nad Labem, levý břeh – protipovodňová ochrana na Q100 na Labi“, části „I. Ústí nad Labem, levý břeh – Ochrana silničního dopravního uzlu pod Větruší – protipovodňová ochrana na Q20 na Labi“. Dalším podkladem je archivní dokumentace mostu z roku 1954. Pro doplnění byla dále provedena rešerše archivních vrtů J-1 a J-4 z roku 1986, pro akci „Ústí nad Labem - Malý obchvat III“

V rámci průzkumu pro PPO byl sestaven geologický profil pro zájmovou lokalitu úpatí vrchu Větruše. Z profilu je patrné, že navážky zde dosahují mocnosti 2,0-7,3m. Obvykle se jedná o sypké materiály charakteru hlinitých štěrků G4 GM a hlinitých písků S4 SM. Nepropustné jílovité navážky byly zastiženy pouze jako slabé proplásky. Spodní horizont kvartéru je tvořen ve všech vrtech terasovými štěrky G3 G-F a písky S3 S-F, na bázi pak balvanitými štěrky G2 GP a čistými písky S2 SP. Nepropustné terciérní podloží, tvořené tufy a zcela zvětralými čediči, bylo zastiženo v hl. 10-17m. Vzhledem k tomu, že celý horizont terasových štěrků je souvisle zvodnělý, lze dle geologického průzkumu usuzovat na jeho dobrou propustnost i přes občasný výskyt hlinitějších nebo jílovitějších poloh. Hladina podzemní vody jeví zcela pravidelný průběh, přičemž hladina koresponduje s průběhem rozhraní kvartérních štěrků a navážek.



Z vrtů J102 a J104 je patrná vyšší úroveň skalního podloží na Střekovské straně, kde Střekovská opěra je dle archivní dokumentace založena na skalním podloží (čedič > 150 MPa) na kótě 133,240 m n.m. Bp. Z vrtů JH101, J2, JH3 a J103 je patrné, že skalní podloží směrem k řece Bílině klesá až na kótu cca 125 až 128 m n.m. Bp. založení pilíře a Ústecké opěry je na štěrkovém podloží (dle archivní dokumentace na písku s čedičovými valouny - zeminy třídy G3 až G2 > 800 kPa), skalní podloží lze tedy očekávat na kótě max. 125,0 m n.m. Na skalním podloží se nachází štěrkopísková terasa, v hlubších polohách ze zemin G2, výše pak ze zemin G3 a S3 (což potvrzují i starší vrty J-1 a J-4. **Archivní vrty J-1, J-2, J-4 a JH-3 jsou přílohou technické zprávy.**

Přechodový klín za opěrami, od rostlého terénu, ve sklonu 30° od rubů opěr, je ze škváry (byl požadavek na dodržení použití škváry s ohledem na nižší hodnoty zemního tlaku). Ostatní zásypy za rubem konstrukcí tvoří navážky, odpovídající zeminám třídy S3 a G3, případně F4.

Smykové parametry zemin:

| Veličina | Jednotky | Hlíny, jíly | | | Písky / šterky | | | | | Navážky | |
|----------------|-------------------|-------------|-----|-----|----------------|-------|------|------|------|-------------|---------------|
| | | F4 | F5 | F7 | S2S3 | S3/G3 | S4 | G3 | G4 | Navážky F/B | Navážky F/S/G |
| v / β | - | 0,35 | 0,4 | 0,4 | 0,29 | 0,27 | 0,3 | 0,27 | 0,3 | 0,3 | 0,35 |
| γ | kN/m ³ | 18,5 | 20 | 21 | 18,5 | 19 | 18 | 19,5 | 18,5 | 19 | 19 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 19,5 | 21 | 22 | 19 | 19,5 | 18,5 | 20 | 19 | 19,5 | 19,5 |
| E_{def} | MPa | 4 | 2 | 4 | 15 | 20 | 7 | 70 | 30 | 30 | 7 |
| c_u | kPa | | | 50 | | | | | | | |
| ϕ_u | ° | | | 0 | | | | | | | |
| c_{ef} | kPa | 15 | 10 | 8 | 6 | 4 | 5 | 0 | 4 | 2 | 10 |
| ϕ_{ef} | ° | 23 | 15 | 15 | 20 | 28 | 21 | 34 | 32 | 30 | 21 |

Agresivita podzemní vody se uvažuje XA2 (řeka Bílina).

V rámci statických výpočtů PPO (AQUATEST, a.s.; 01/2009) byl posouzen stupeň stability opěrné (konzolové) zdi pozemní komunikace podél řeky Bíliny, který je $F_s > 1,5$ pro zatěžovací stavy ZS1 (bez HPV – výhradní zatížení na pozemní komunikaci), ZS2 (Q20 jako nahodilé zatížení + provoz přilehlém pásu pozemní komunikace) a ZS3 (Q20 jako nahodilé zatížení bez provozu na přilehlém pásu) a $F_s > 1,3$ pro mimořádné (krátkodobé) zatěžovací stavy ZS4 (Q20 + 0,3m jako mimořádné zatížení bez provozu na pozemní komunikaci) a ZS5 (HPV v tělese komunikace po povodni zaklesla pouze 1,0 m pod nejnižší místo terénu + běžný provoz na pozemní komunikaci).

3.4. Popis technického řešení rekonstrukce

Na spodní stavbě budou zhotoveny nové úložné prahy a v nutném rozsahu upraveny/zhotoveny závěrné zdi, rovnoběžná křídla, přechodová oblast a dále bude provedena její celoplošná sanace. Vykloněná opěra O2 bude staticky zajištěna (zemní kotvy, trysková injektáž). Budou zhotoveny nové nosné konstrukce, jako dvě prosté pole, s nosnou ocelobetonovou konstrukcí, tvořenou dvěma plnostěnnými ocelovými nosníky a spřaženou železobetonovou deskou (vhodné pro rozpětí pole 25 až 45 m). Úhel uložení nosné konstrukce je 75° , most je s ložisky a mostními závěry. Na mostě budou zhotoveny nové římsy, zábradlí, revizní lávky, odvodnění, revizní přístupy.

3.4.1. Statické zajištění stávající opěry O2

Opěra O2 se dle sledování správce vyklánění opěry řádově v centimetrech (cca 7 cm). Na základě statického posouzení bylo navrženo statické zajištění opěry zemními kotvami a podchycení opěry sloupy tryskové injektáže. Princip podchycení opěry spočívá ve zlepšení jejích základových poměrů, tj. zvýšení tuhosti podloží. Trysková injektáž a zemní kotvy budou realizovány v předstihu, před zhotovením nových betonových částí spodní stavby.

3.4.2. Stažení křídel opěr

Pro omezení deformací dlouhých rovnoběžných v části zavěšených křídel, jsou navržena zemní táhla resp. kotvy. Na každé opěře jsou navrženy dvě tyčové SN kotvy (svorníky) $\Phi 28$ mm, z žebříkové oceli B500B (dle DIN BSt500).

3.4.3. Spřažení dobetonávek s betonem stávající spodní stavby

Dobetonávky opěr a pilíře budou se stávající spodní stavbou spřaženy trny z betonářské výztuže.

3.4.4. Dobetonávka opěry O1

Z důvodu průběžného kolejového lože na mostě bude ubourána horní část dříku opěry vč. úložného prahu, závěrné zídky, zavěšeného křídla a horní části rovnoběžného křídla. Bude zhotovena nová železobetonová dobetonávka opěry z betonu C 30/37, spřažená se stávající spodní stavbou. Dobetonávka bude zhotovena v rozsahu úložného prahu, závěrné zdi, plentovací zídky, rovnoběžného křídla (základ křídla tvoří odlehčující-Chaudyho desku opěry) a základu římsové zídky na stávajícím rovnoběžném křídle.

3.4.5. Dobetonávka pilíře P1

Z důvodu průběžného kolejového lože na mostě bude ubourána horní pilířek pro uložení menšího pole nosné konstrukce. Bude zhotovena nová železobetonová dobetonávka pilíře z betonu C 30/37, spřažená se stávající spodní stavbou. Dobetonávka bude zhotovena v rozsahu úložného prahu, s pilířkem pro uložení menšího pole nosné konstrukce.

3.4.6. Dobetonávka opěry O2

Z důvodu průběžného kolejového lože na mostě bude ubourána horní část závěrné zídky opěry, zavěšené křídlo a horní část rovnoběžného křídla. Bude zhotovena nová železobetonová dobetonávka opěry ze betonu C 30/37, spřažená se stávající spodní stavbou. Dobetonávka bude zhotovena v rozsahu úložného prahu, horní části závěrné zdi, plentovací zídky, rovnoběžného křídla (základ křídla tvoří odlehčující-Chaudyho desku opěry) a základu římsové zídky na stávajícím rovnoběžném křídle. **Před zhotovením dobetonávek (po statickém zajištění opěry zemními kotvami a tryskovou injektáží) bude provedeno zaměření stávající závěrné zídky a porovnání skutečnosti s předpoklady projektu.**

3.4.7. Nosná konstrukce

Jsou navrženy dvě samostatné nové ocelobetonové nosné konstrukce pro delší a kratší pole mostu, tvořené dvěma plnostěnnými ocelovými nosníky a spřaženou železobetonovou deskou. Staticky působí obě pole jako prostý nosník. Úhel uložení je 75°. Ocelové nosníky nosné konstrukce v delším i kratším poli jsou v příčném řezu v osové vzdálenosti 2,8 m, vzájemně ztužené příčnými ztužidly. Ocelová konstrukce je celosvařovaná, některé výplňové pruty jsou z otevřených válcovaných profilů. Konstrukce jsou uloženy na kalotových ložiskách, přes klínové desky. Hlavní nosníky, příčníky, výztuhy a diagonály jsou navrženy z oceli S355, montážní a podružné konstrukce z oceli S235.

4. PŘEHLED POŽITÉ LITERATURY

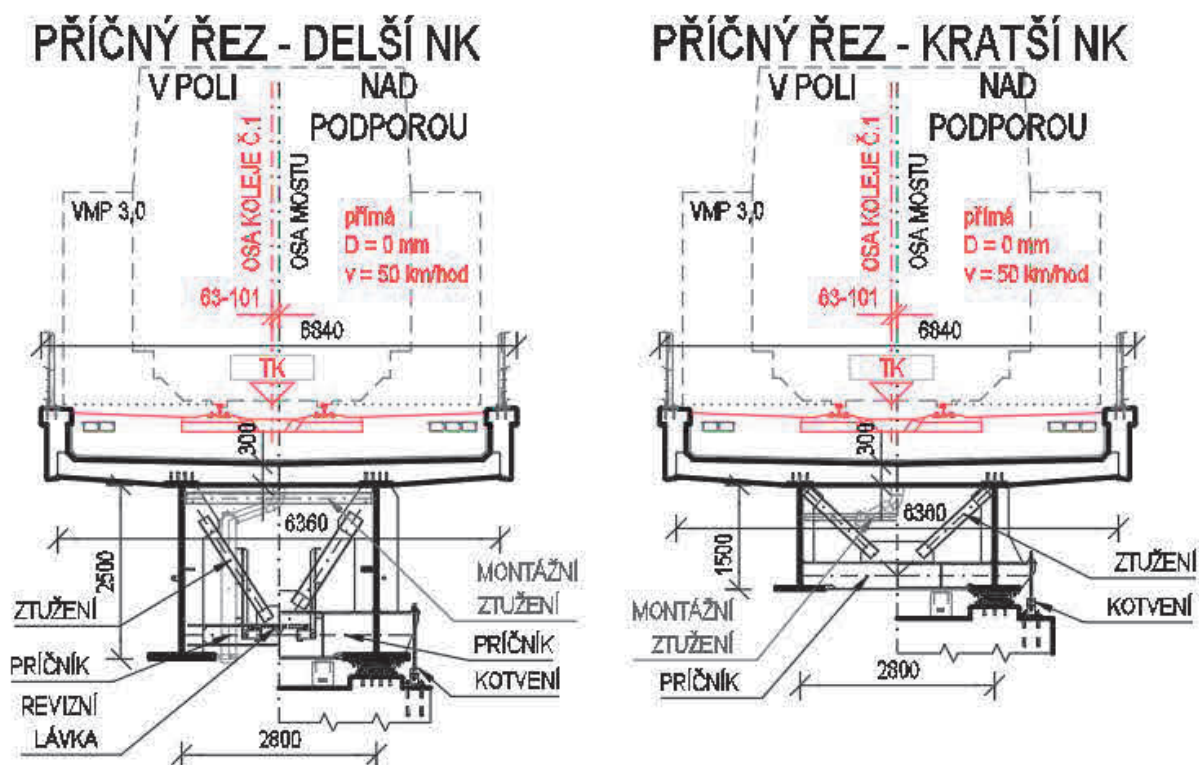
- 1) nařízení komise (EU) č. 1299/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technických specifikacích pro interoperabilitu subsystému infrastruktura železničního systému v Evropské unii
- 2) Směrnice generálního ředitele SŽDC č. 11/2006 „Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních“, příloha č.2 „Projekt (P)“
- 3) technické normy, v platném znění

Vybrané normy a předpisy pro navrhování konstrukcí:

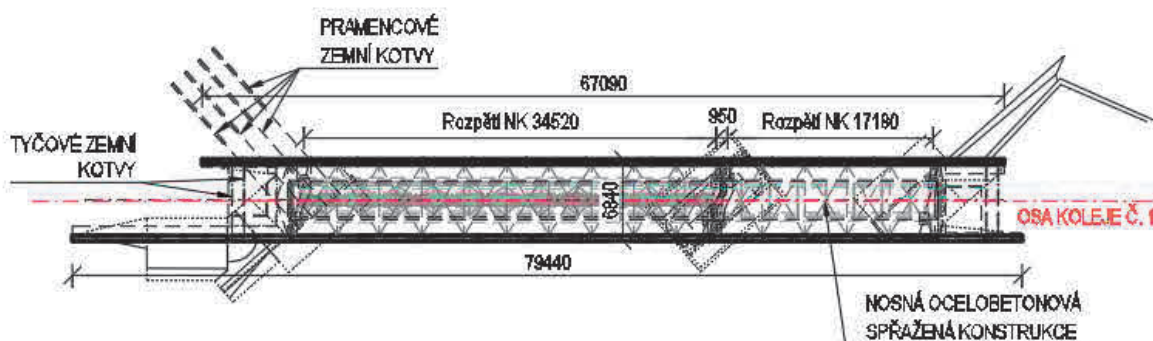
- 4) ČSN 73 0037 - Zemní tlak na stavební konstrukce
- 5) ČSN 73 3050 - Zemní práce
- 6) ČSN EN 15528 - Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidla
- 7) ČSN EN 1990 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- 8) ČSN EN 1991 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- 9) ČSN EN 1992 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

- 10) ČSN EN 1993 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- 11) ČSN EN 1994 - Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí
- 12) ČSN EN 1997 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- 13) ČSN P CEN/TS 1992 - Navrhování kotvení do betonu
- 14) Předpis SŽDC – Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů

5. GRAFICKÉ PŘÍLOHY MOSTU



PŮDORYSNÉ SCHÉMA MOSTU



SCHEMATICKÉ USPOŘÁDÁNÍ LOŽISEK

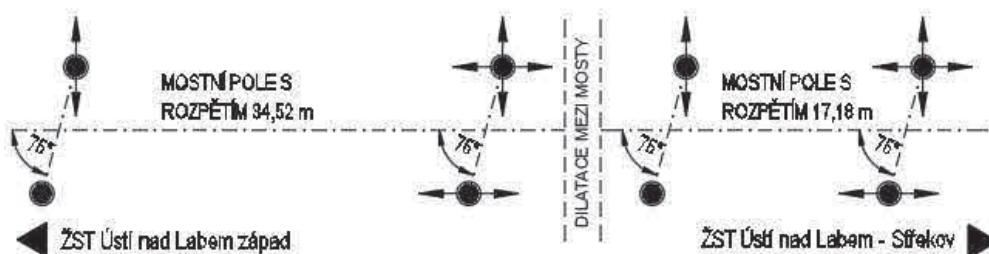
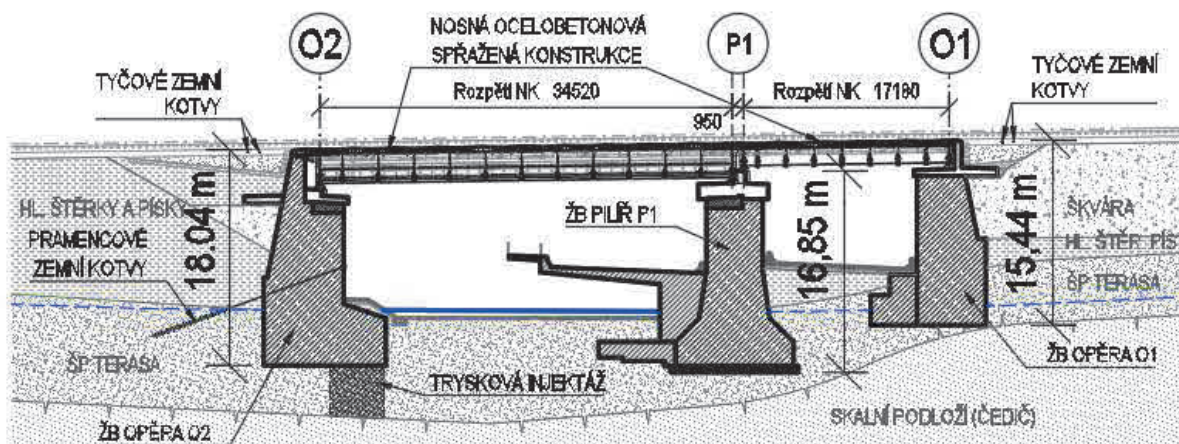


SCHÉMA PODÉLNÉHO ŘEZU MOSTU



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

6. Návrh mostu

6.1. Úvod

Předmětem statického výpočtu je posouzení mostu. Nosná konstrukce sestává z dvou samostatných, na sebe navazujících nosných konstrukcí (pro každé mostní pole jedna). Nosná konstrukce v obou polích působí staticky jako prostý nosník a je tvořena ocelovými nosníky se spráženou železobetonovou deskou. Uložení nosné konstrukce je na ložiskách, opěry jsou stávající tížné železobetonové, s rovnoběžnými křídly, založené plošně. Na křídla mostu navazují stávající šikmé a kolmé úhlové zdi, založené plošně.

Nosná konstrukce mostu je modelována v programu Midas Civil, posouzení ocelových nosníků a spráženého průřezu je provedeno v programu Microsoft Office - Excel. Opěry a křídla jsou posouzeny v programu GEO5 a železobetonová sprážená deska v programu IDEA Statica.

Návrh a posouzení mostu je provedeno podle platného souboru norem ČSN EN.

6.2. Posouzení vhodnosti typu konstrukce

Uvažuje se sprážený jednoplošný most, s ocelovými plnostěnnými nosníky.

Konstrukční řešení s plnostěnnými nosníky je vhodné pro menší rozpory cca 25-45 m (možné i bez příčného ztužení).

Doporučená tloušťka sprážené betonové desky je 250 mm, v místě případných náběhů 350 mm.

Běžná tloušťka sprážené desky se obvykle pohybuje 300 až 400 mm.

Vhodná vzdálenost ocelových nosníků je pro desku bez náběhů 2.5 až 3.5 m, pro desku s náběhy 3.0 až 4.5 m.

6.2.1. Konstrukce v hlavním poli

| | | | |
|--------------------------|---|--------------|---------|
| Navržené parametry mostu | navržené rozpětí | L = | 33.00 m |
| | min. navržená tloušťka desky (v ose mostu) | t_{\min} = | 0.30 m |
| | navržená tloušťka desky v místě nosníku cca | t_{\min} = | 0.33 m |
| | min. navržená tloušťka desky (na kraji) | t_{\max} = | 0.25 m |
| | navržená vzdálenost nosníků | S = | 2.80 m |

Navržené rozměry ocelového nosníku mostu:

| | | | |
|--------------------------------------|-------------|---------|--|
| navržené rozpětí | L = | 33.00 m | |
| výška spráženého nosníku (vč. desky) | H = | 2.800 m | což je L/ 11.8 (opt. L/15 (L/12) až L/10) |
| rozměry ocelového nosníku | $b_{p,h}$ = | 0.440 m | |
| | $t_{p,h}$ = | 0.030 m | |
| | h_w = | 2.440 m | |
| | t_w = | 0.020 m | $\approx t_w = 0.007 + 0.003 \cdot h_w$ nebo $A/(2 \cdot h_w) =$ 0.007 0.024 m |
| | $b_{p,d}$ = | 0.920 m | což je 15.333 $\cdot t_{p,d}$ (optimálně $10 \cdot t_{p,d}$ až $20 \cdot t_{p,d}$) |
| | $t_{p,d}$ = | 0.060 m | |

6.2.2. Konstrukce ve vedlejším poli

| | | | |
|--------------------------|---|--------------|---------|
| Navržené parametry mostu | navržené rozpětí | L = | 15.10 m |
| | min. navržená tloušťka desky (v ose mostu) | t_{\min} = | 0.30 m |
| | navržená tloušťka desky v místě nosníku cca | t_{\min} = | 0.33 m |
| | min. navržená tloušťka desky (na kraji) | t_{\max} = | 0.25 m |
| | navržená vzdálenost nosníků | S = | 2.80 m |

Navržené rozměry ocelového nosníku mostu:

| | | | |
|--------------------------------------|-------------|---------|--|
| navržené rozpětí | L = | 15.10 m | |
| výška spráženého nosníku (vč. desky) | H = | 1.800 m | což je L/ 8.4 (opt. L/15 (L/12) až L/10) |
| rozměry ocelového nosníku | $b_{p,h}$ = | 0.440 m | |
| | $t_{p,h}$ = | 0.025 m | |
| | h_w = | 1.470 m | |
| | t_w = | 0.016 m | $\approx t_w = 0.007 + 0.003 \cdot h_w$ nebo $A/(2 \cdot h_w) =$ 0.007 0.018 m |
| | $b_{p,d}$ = | 0.620 m | což je 20.667 $\cdot t_{p,d}$ (optimálně $10 \cdot t_{p,d}$ až $20 \cdot t_{p,d}$) |
| | $t_{p,d}$ = | 0.030 m | |

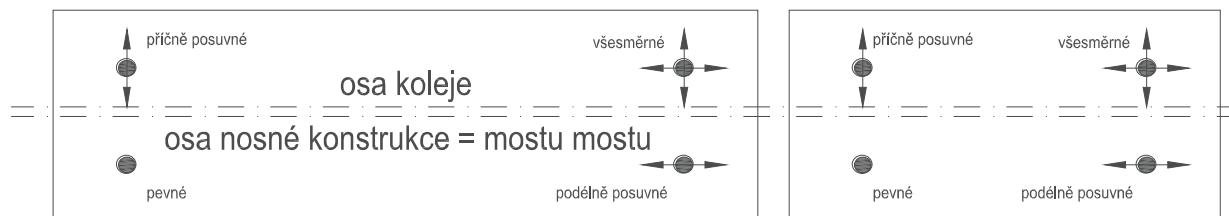
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

7. Výpočetní model

7.1. Okrajové podmínky

7.1.1. Uložení mostu - na ložiskách

Uložení nosné konstrukce na spodní stavbu je uvažováno pomocí hrncových ložisek pod každým nosníkem. Nosná konstrukce působí jako prostý nosník.



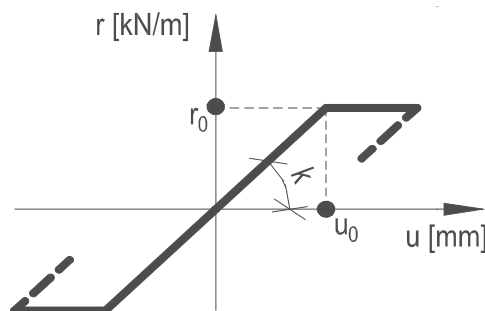
7.1.2. Tuhost kolejového svršku a spodku

7.1.2.1. Vodorovná tuhost v podélném směru koleje

Podélná tuhost upevnění koleje (Fastening) - uvažuje se bezpodkladnicové upevnění svěrkami Skl 24:

Bilineární model podélného odporu svěrek:

Podélný odpor ... r , Relativní posun kolej-pražec ... u



| Type upevňovadel | | Podélný odpor koleje R_0 na upevňovadla [kN/praž] | | Relativní posun " u_0 " v uložení kolejnice [mm] | | Podélná tuhost koleje " k " na upevňovadla [kN/mm/praž] | |
|---------------------------------|--|--|----------|--|----------|--|----------|
| Zatížená/nezatížená kolej | | nezatížená | zatížená | nezatížená | zatížená | nezatížená | zatížená |
| pro 1 kolejnici | Sk1 12, Sk1 24 - bez podkladnice | 10.47 | 20.94 | 747.9 | 747.9 | 14 | 28 |
| | Sk1 12, Sk1 24 - s plochou EVA podkladnicí | 12.56 | 25.12 | 897.1 | 897.1 | 14 | 28 |
| | Sk1 12, Sk1 24 - s plochou EVA podkladnicí a uchcením utaženým na moment 250Nm | 16.58 | 33.16 | 460.6 | 460.6 | 36 | 72 |
| Rozdělení koleje " u ": 0.6 m | | Podélný odpor koleje R_0 na běžný metr koleje [kN/m] | | Relativní posun " u_0 " v uložení kolejnice [mm] | | Podélná tuhost koleje " k " na běžný metr koleje [kN/mm/m] | |
| Zatížená/nezatížená kolej | | nezatížená | zatížená | nezatížená | zatížená | nezatížená | zatížená |
| pro 1 kolej (2 kolejnice) | Sk1 12, Sk1 24 - bez podkladnice | 34.90 | 69.80 | 747.9 | 747.9 | 47 | 93 |
| | Sk1 12, Sk1 24 - s plochou EVA podkladnicí | 41.87 | 83.73 | 897.1 | 897.1 | 47 | 93 |
| | Sk1 12, Sk1 24 - s plochou EVA podkladnicí a uchcením utaženým na moment 250Nm | 55.27 | 110.53 | 460.6 | 460.6 | 120 | 240 |

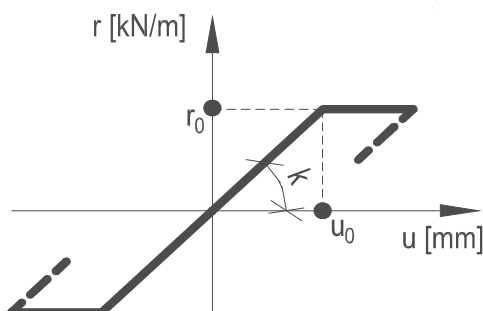
POZN: Odpor při zatížení je uvažován dvojnásobný, než při nezatížené koleji.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Podélná tuhost kolejového lože (Ballast) - uvažují se betonové pražce (sleepers) BP-3, rozdělení "u":

Bilineární model podélného odporu kolejového lože:

Podélný odpor ... r , Relativní posun pražec-podloží ... u



| pro 1 kolej (2 kolejničky) | Kolejové lože dle ČSN EN 1991-2 a podle UIC Code 744-3 R | Podélný odpor koleje R_0 na běžný metr [kN/m] | Relativní posun " u_0 " kolej podloží [mm] | Podélná tuhost koleje " k " na běžný metr koleje [kN/mm/m] |
|----------------------------|--|---|--|--|
| | - kolejové lože středně udržované, nezatížené | 12 | 2 | 6 |
| | - kolejové lože dobře udržované, nezatížené | 20 | | 10 |
| | - kolejové lože dobře udržované, nezat/zat | 40 | | 20 |
| | - kolejové lože zatížené nebo zmrzlé | 60 | | 30 |

Celková podélná tuhost kolejového svršku:

celková tuhost kolejového svršku

- nezatíženého

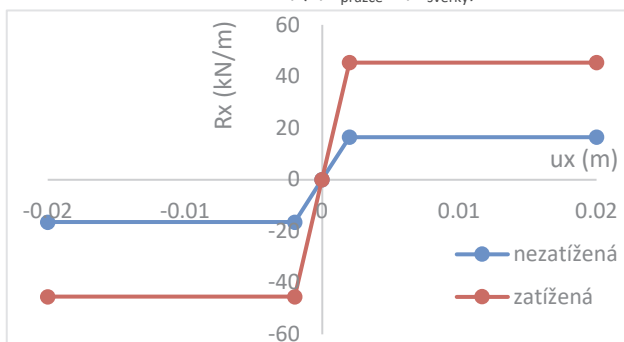
$$K = 1/(1/k_{\text{pražce}} + 1/k_{\text{svršky}}) = 8.2 \text{ kN/mm/m}$$

- zatíženého

$$K = 1/(1/k_{\text{pražce}} + 1/k_{\text{svršky}}) = 22.7 \text{ kN/mm/m}$$

Graf tuhostí pro metr běžný koleje:

| u_x (m) | R_x (kN/m) | |
|-----------|--------------|----------|
| | nezatížená | zatížená |
| 0.0200 | 16.5 | 45.4 |
| 0.0020 | 16.5 | 45.4 |
| 0.0000 | 0 | 0 |
| -0.0020 | -16.5 | -45.4 |
| -0.0200 | -16.5 | -45.4 |



7.1.2.2. Vodorovná tuhost v příčném směru koleje

Příčná tuhost kolejového roštu se šterkovým ložem:

Plastický odpor koleje na jeden pražec při relativním posunu koleje

- neudržované kolejové lože s dřevěnými pražci
- neudržované kolejové lože s betonovými pražci
- udržované kolejové lože s dřevěnými pražci
- udržované kolejové lože s betonovými pražci
- dle SŽDC S 3/2, dřevěný pražec s rozdělením "u"
- dle SŽDC S 3/2, betonový pražec řady SB s rozdělením "u"
- dle SŽDC S 3/2, ocelový pražec Y

$$u_{0,př} = 2 \text{ mm}$$

$$R_{0,př,min} = 6 \text{ kN}$$

$$R_{0,př,min} = 10 \text{ kN}$$

$$R_{0,př,max} = 15 \text{ kN}$$

$$R_{0,př,max} = 20 \text{ kN}$$

$$R_{0,př} = 3 \text{ kN}$$

$$R_{0,př} = 4.2 \text{ kN}$$

$$R_{0,př} = 11.1 \text{ kN}$$

Rozdělení pražců v koleji "u":

0.6 m

Tuhost pro betonový pražec

$$k_y = R_{0,př}/u_{0,př} = 3.5 \text{ kN/mm/m}$$

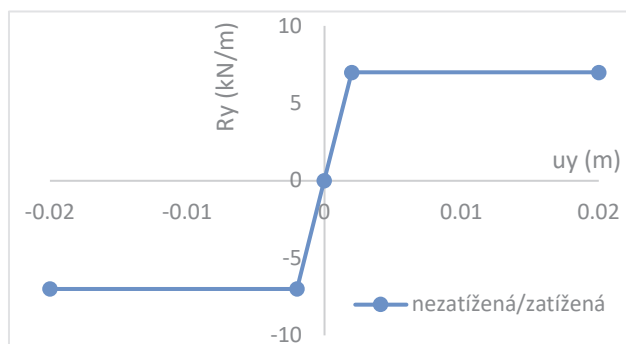
Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Graf tuhostí pro metr běžný koleje:

| u_y (m) | R_y (kN/m) |
|-----------|---------------------|
| | nezatížená/zatížená |
| 0.0200 | 7.0 |
| 0.0020 | 7.0 |
| 0.0000 | 0 |
| -0.0020 | -7.0 |
| -0.0200 | -7.0 |



7.1.2.3. Svislá tuhost

Svislá tuhost koleje na mostě a na opěře:

uvažuje se svislá tuhost kolejového lože na mostě

délka pražce BP-3

šířka pražce BP-3

svislá tuhost kolejového lože pod pražcem na mostě

rozdělení pražců "u"

svislá tuhost kolejového lože na mostě na běžný metr

$$\begin{aligned}
 K &= 100 \text{ MN/m}^2/\text{m} \\
 L &= 2.6 \text{ m} \\
 B &= 0.3 \text{ m} \\
 k &= K \cdot L \cdot B = 78 \text{ MN/m} \\
 u &= 0.6 \text{ m} \\
 k &= k/u = 130 \text{ MN/m}
 \end{aligned}$$

Svislá tuhost koleje v místě ZKPP:

uvažuje se svislá tuhost kolejového lože na tuhém podloží

délka pražce BP-3

šířka pražce BP-3

svislá tuhost kolejového lože pod pražcem v místě ZKPP

rozdělení pražců "u"

svislá tuhost kolejového lože v místě ZKPP na běžný metr

$$\begin{aligned}
 K &= 40 \text{ MN/m}^2/\text{m} \\
 L &= 2.6 \text{ m} \\
 B &= 0.3 \text{ m} \\
 k &= K \cdot L \cdot B = 31.2 \text{ MN/m} \\
 u &= 0.6 \text{ m} \\
 k &= k/u = 52 \text{ MN/m}
 \end{aligned}$$

Svislá tuhost koleje v trati:

uvažuje se svislá tuhost kolej. lože na standardním podloží

délka pražce BP-3

šířka pražce BP-3

svislá tuhost kolejového lože pod pražcem v trati

rozdělení pražců "u"

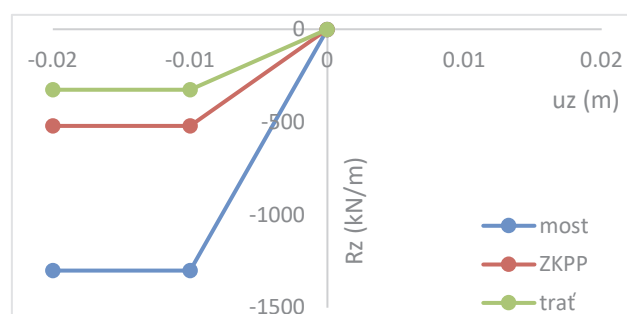
svislá tuhost kolejového lože v trati na běžný metr

$$\begin{aligned}
 K &= 25 \text{ MN/m}^2/\text{m} \\
 L &= 2.6 \text{ m} \\
 B &= 0.3 \text{ m} \\
 k &= K \cdot L \cdot B = 19.5 \text{ MN/m} \\
 u &= 0.6 \text{ m} \\
 k &= k/u = 32.5 \text{ MN/m}
 \end{aligned}$$

Graf tuhostí pro metr běžný koleje:

| u_z (m) | R_z (kN/m) | | |
|-----------|---------------------|------|------|
| | nezatížená/zatížená | | |
| | most | ZKPP | trať |
| 0.0000 | 0 | 0 | 0 |
| -0.0100 | -1300 | -520 | -325 |
| -0.0200 | -1300 | -520 | -325 |

POZN: Při běžném provozu se uvažuje sednutí pražců do 10 mm.



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Vliv nadzvednutí pražců v kolejovém loži:

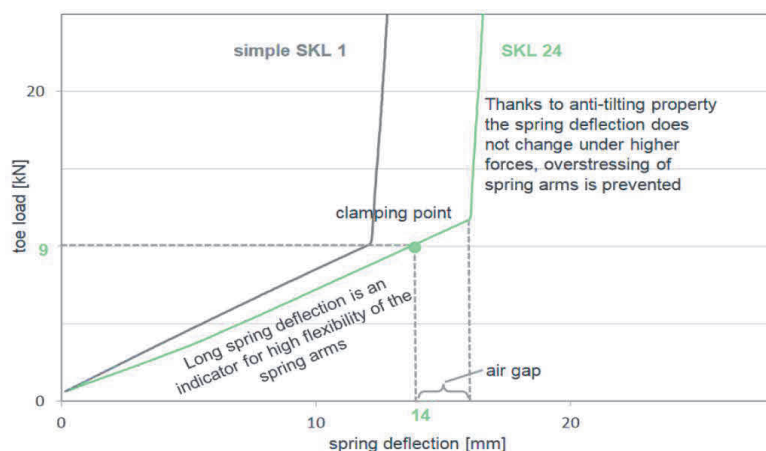
uvažují se dvě svěrky na každou kolejnici

uvažuje se maximální zdvih v místě svěrky

POZN: Při běžném provozu se uvažuje zvedání pražců o max 2 mm, tj. je zanedbáno.

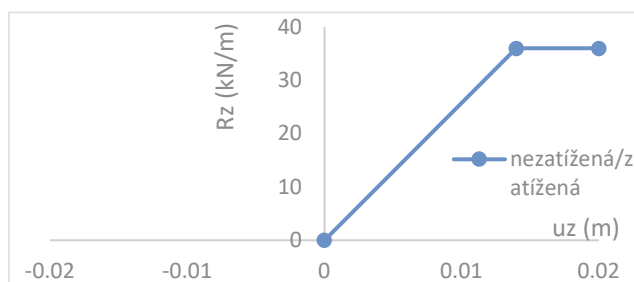
F = 36 kN

u = 14 mm



Graf tuhostí pro metr běžný koleje:

| u_z (m) | R_z (kN/m) | |
|-----------|---------------------|--|
| | nezatížená/zatížená | |
| 0.0200 | 36.0 | |
| 0.0140 | 36.0 | |
| 0.0000 | 0 | |



7.1.2. Tuhost kolejového svršku a spodku - do výpočetního modelu

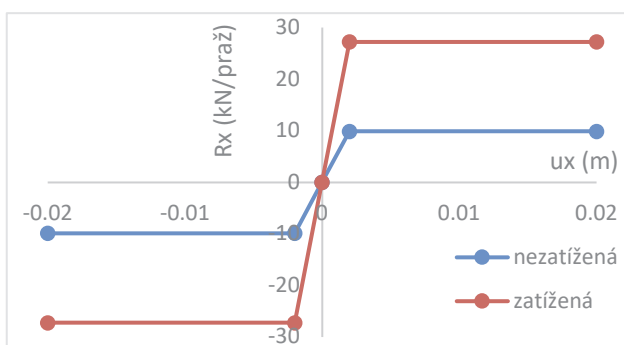
Uvažuje se rozdělení pražců v koleji "u" a podpory v místě pražců, tj.:

x = 0.6 m

7.1.2.1. Vodorovná tuhost v podélném směru koleje

Graf tuhostí pro 1 pražec:

| u_x (m) | R_x (kN/pražec) | |
|-----------|-------------------|----------|
| | nezatížená | zatížená |
| 0.0200 | 9.9 | 27.2 |
| 0.0020 | 9.9 | 27.2 |
| 0.0000 | 0 | 0 |
| -0.0020 | -9.9 | -27.2 |
| -0.0200 | -9.9 | -27.2 |



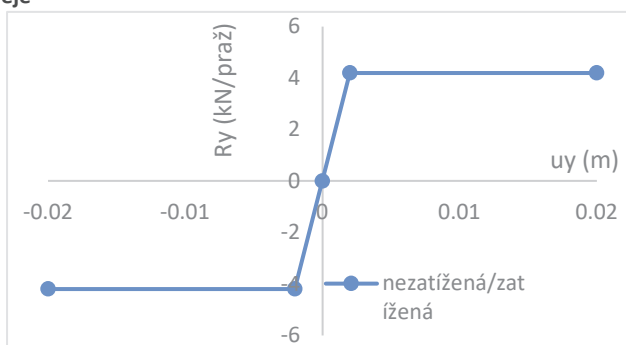
POZN: Kolej za mostem je modelována v dostatečné délce 100 m na každou stranu mostu, tj. cca 40 m ZKPP a 60 m standartní trať. S ohledem na stabilitu výpočtu je na obou koncích kolej podepřena tuhou podporou, což vzhledem k délce koleje však neovlivní výsledky v místě a v okolí mostu.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

7.1.2.2. Vodorovná tuhost v příčném směru koleje

Graf tuhostí pro 1 pražec:

| u_y (m) | R_y (kN/pražec) |
|-----------|---------------------|
| | nezatížená/zatížená |
| 0.0200 | 4.2 |
| 0.0020 | 4.2 |
| 0.0000 | 0 |
| -0.0020 | -4.2 |
| -0.0200 | -4.2 |



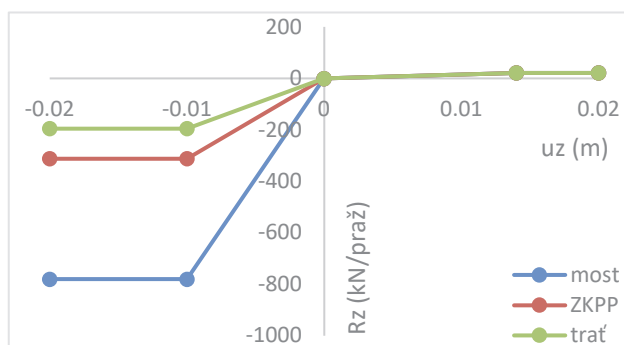
POZN: Přenos vodorovných příčných sil přes pražec do nosné konstrukce mostu je modelován osmi sériově za sebou uvažovanými pružinami. Pražec tedy podepřen jednou pružinou ze strany a tuhost sestav y pražec-pružiny-nosná konstrukce je větší (tj. menší deformace), avšak způsob přenosu sil do nosné konstrukce zůstává zachován.

POZN: Příčná zatížení na konstrukci koleje budou přepočítána a zadána přímo na nosnou konstrukci mostu.

7.1.2.3. Svislá tuhost

Graf tuhostí pro 1 pražec:

| u_z (m) | R_z (kN/pražec) | | |
|-----------|---------------------|--------|--------|
| | nezatížená/zatížená | | |
| | most | ZKPP | trať |
| 0.0200 | 21.6 | 21.6 | 21.6 |
| 0.0140 | 21.6 | 21.6 | 21.6 |
| 0.0000 | 0 | 0 | 0 |
| -0.0100 | -780.0 | -312.0 | -195.0 |
| -0.0200 | -780.0 | -312.0 | -195.0 |



POZN: S ohledem na stabilitu výpočtu a neočekávané nadzvednutí koleje vlivem uvažovaných zatížení, se tuhost při zvedání uvažuje stejná jako ve III. kvadrantu. Při výpočtu je kontrolován možný vznik a vliv tahových reakcí v podloží koleje (zda jsou v rozsahu tahové větve modelu tuhosti)..

7.1.3. Uložení mostu - montážní podepření v průběhu výstavby

Ve výpočtu je montážní uložení ocelové konstrukce na spodní stavbu uvažováno přes koncové příčníky, a to až do fáze působení ostatních stálých zatížení. Tento stav současně reprezentuje i stav i při výměně ložisek.

Nosná konstrukce působí v montážním stavu jako prostý nosník.

7.1.4. Tuhost spodní stavby

Protože most je dlouhý a úzký, předpokládá se vznik vodorovných sil v uložení od kroutícího momentu, vlivem šikmosti mostu. Pro dimenzovatelnost těchto sil je nutné uvážit tuhost spodní stavby a její přípustné deformace.

Idealizovaná charakteristika podpěr:

| | | O1 | P1 | O2 |
|---------------|---------|-------|-------|-----------|
| šířka | $b =$ | 9.00 | 9.00 | 7.70 m |
| tloušťka | $t =$ | 4.40 | 3.10 | 3.80 m |
| výška (délka) | $h =$ | 12.50 | 15.20 | 13.60 m |
| materiál | $E_c =$ | 27000 | 27000 | 27000 MPa |

Ohybová tuhost konzoly pro zatížení osamělou silou na jejím konci:

Osová tuhost zemních kotev a tuhost zeminy na rubu zdi jsou výrazně menší, než ohybová tuhost masivního průřezu a jsou tedy zanedbány. Natočení v základové spáře se s ohledem na skalní podloží resp. sanaci podloží tryskovou injektáží a zanedbání tuhosti záspy a zemních kotev neuvažuje (na stranu bezpečnou).

Vliv šikmosti pro osu "x" a "y" $\beta =$ 1.4 1.4 1.4 (součinitel odvozený z pravoúhlého trojúhelníku)

$$k_1 = \beta^3 \cdot E_c \cdot (1/12 \cdot b \cdot t^3) / h^3 = 3.7E+06 \quad 7.2E+05 \quad 1.6E+06 \text{ kN/m}$$

Osová tuhost sloupů pro zatížení osamělou silou:

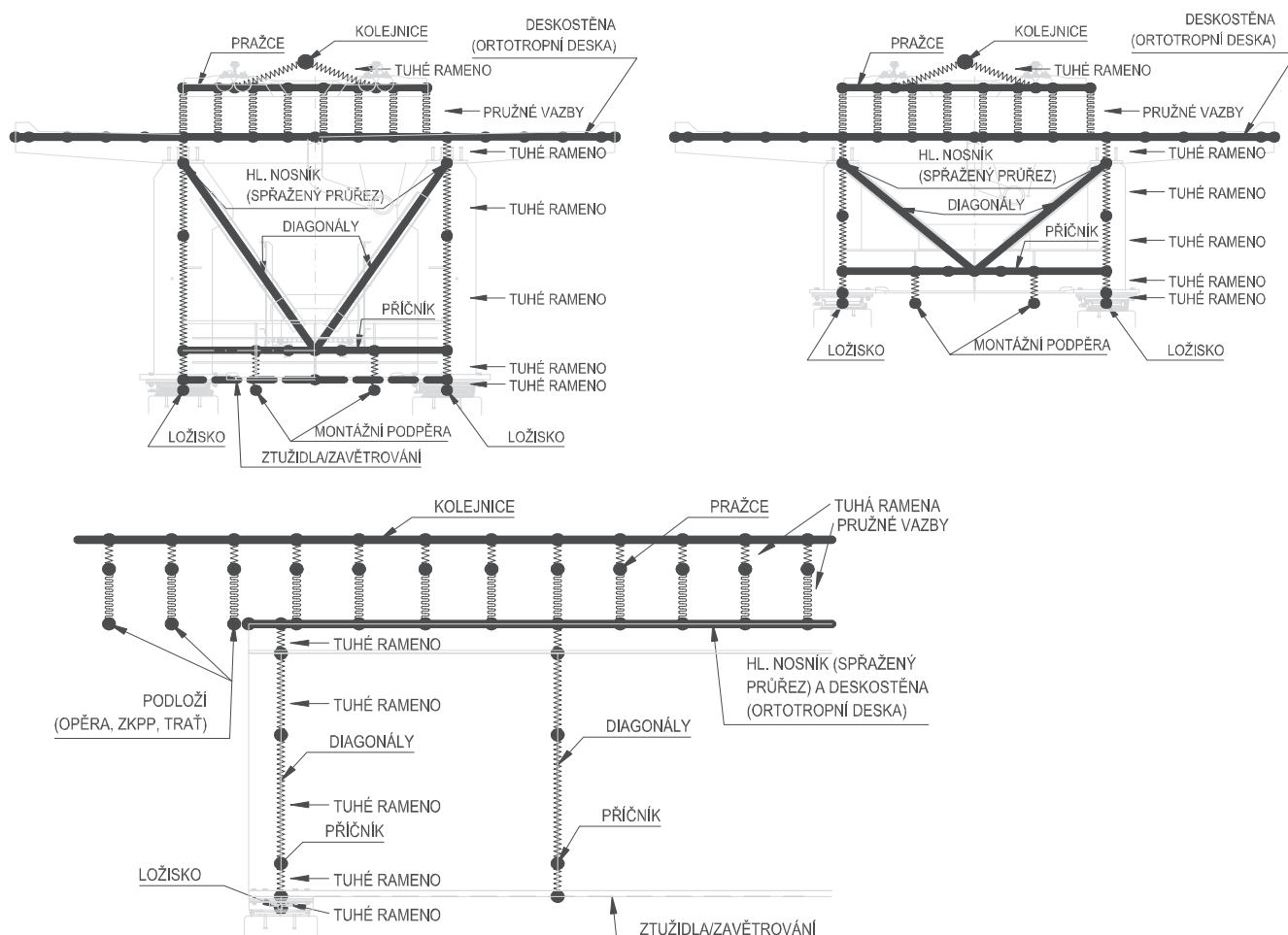
$$k_2 = E_c \cdot (b \cdot t) / L = 8.6E+07 \quad 5E+07 \quad 5.8E+07 \text{ kN/m} \quad (\text{prostý nosník - zanedbáno})$$

POZN: Tuhost spodní stavby je zanedbána při výpočtu vlastních tvarů a frekvencí. Vypočtené maximální deformace spodní stavby jsou cca ± 1.5 mm, což při půdorysném kroucení odpovídá vůli pevných ložisek a jejich kotevních šroubů.

7.2.1. Model 1

- Hlavní nosníky ocelové konstrukce jsou modelovány jako podélné pruty na excentricitě k uložení mostu, průřezu spřaženého nosníku ocel-beton a jsou k ložiskům připojeny tuhými rameny.
- Příčníky, diagonály a ztužení jsou modelovány jako pruty, k hlavnímu nosníku připojené tuhými rameny.
- Betonová deska je modelována jako ortotropní deska v příčném směru (v podélném směru s přibližně nulovou tuhostí), připojená k hlavním spřaženým nosníkům.
- Kolejnice jsou modelovány jako jeden podélný prut, připojený k pražcům tuhými rameny. Pražce jsou modelovány jako pruty v příčném směru, připojené k betonové desce soustavou pružných vazeb, zohledňující tuhost upevnění koleje a kolejového lože (v podélném, zjednodušeně příčném a ve svislém směru).
- Výztuhy hlavních nosníků a příčníků, styčnickové plechy, madla, připevněné části ložisek a rozšíření dolní pásnice jsou zadány jako zatížení. Nemodelované části betonové desky, s ohledem na její zjednodušení pro výpočet, jsou rovněž zadány pouze jako zatížení.

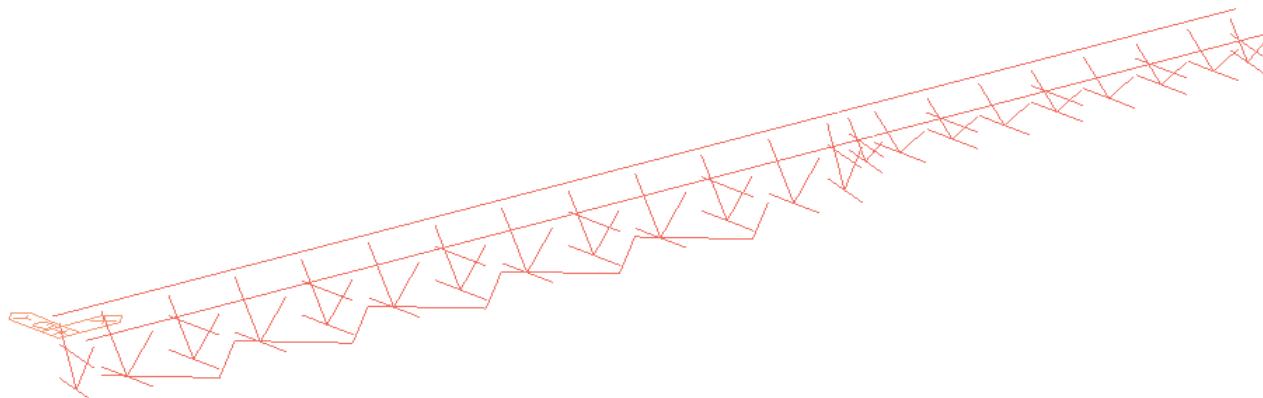
- Tento model je určen ke stanovení vnitřních sil a deformací hlavních nosníků.
- Model bude sloužit jako kontrolní k modelu 2, pro posouzení kombinované odezvy konstrukce a koleje.



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Axonometrický pohled na výpočetní model

Pohled na ocelovou konstrukci - deskostěnná + prutové prvky

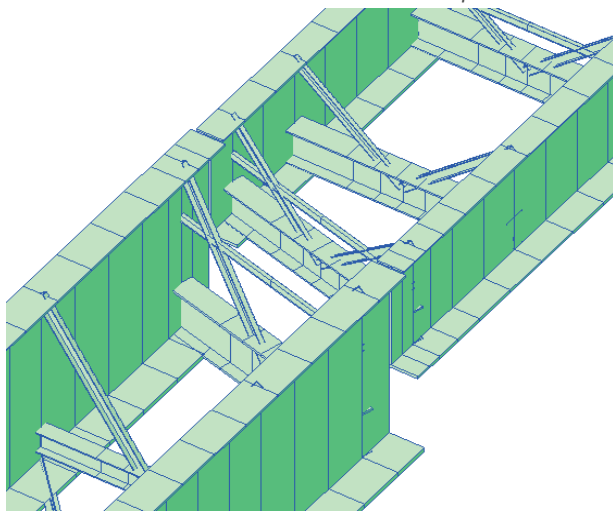


Pohled na celou konstrukci vč. koleje (zobrazení hmot)

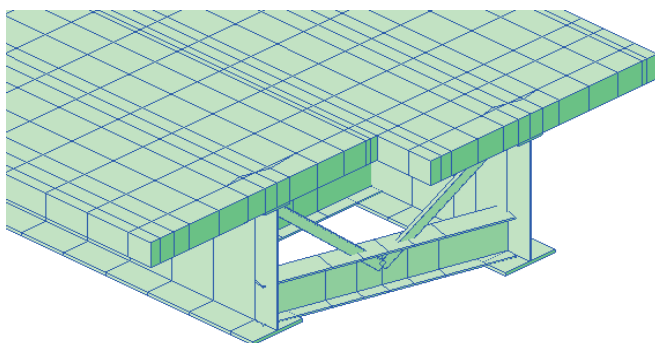


Vybrané detailní pohledy na výpočetní model (zobrazení hmot)

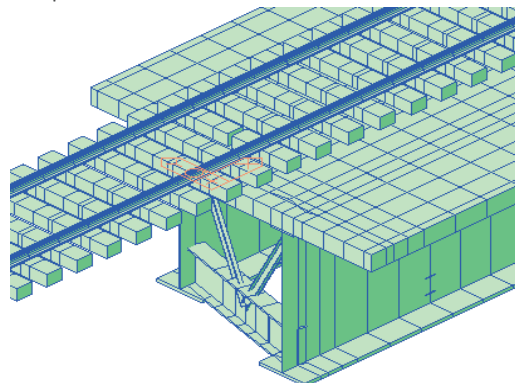
Ocelová konstrukce: V místě uložení mostu na pilíři



Spřažená konstrukce: V místě uložení mostu na opěře O1



Spřažená konstrukce v kombinaci s kolejí: V místě uložení mostu na opěře O2



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

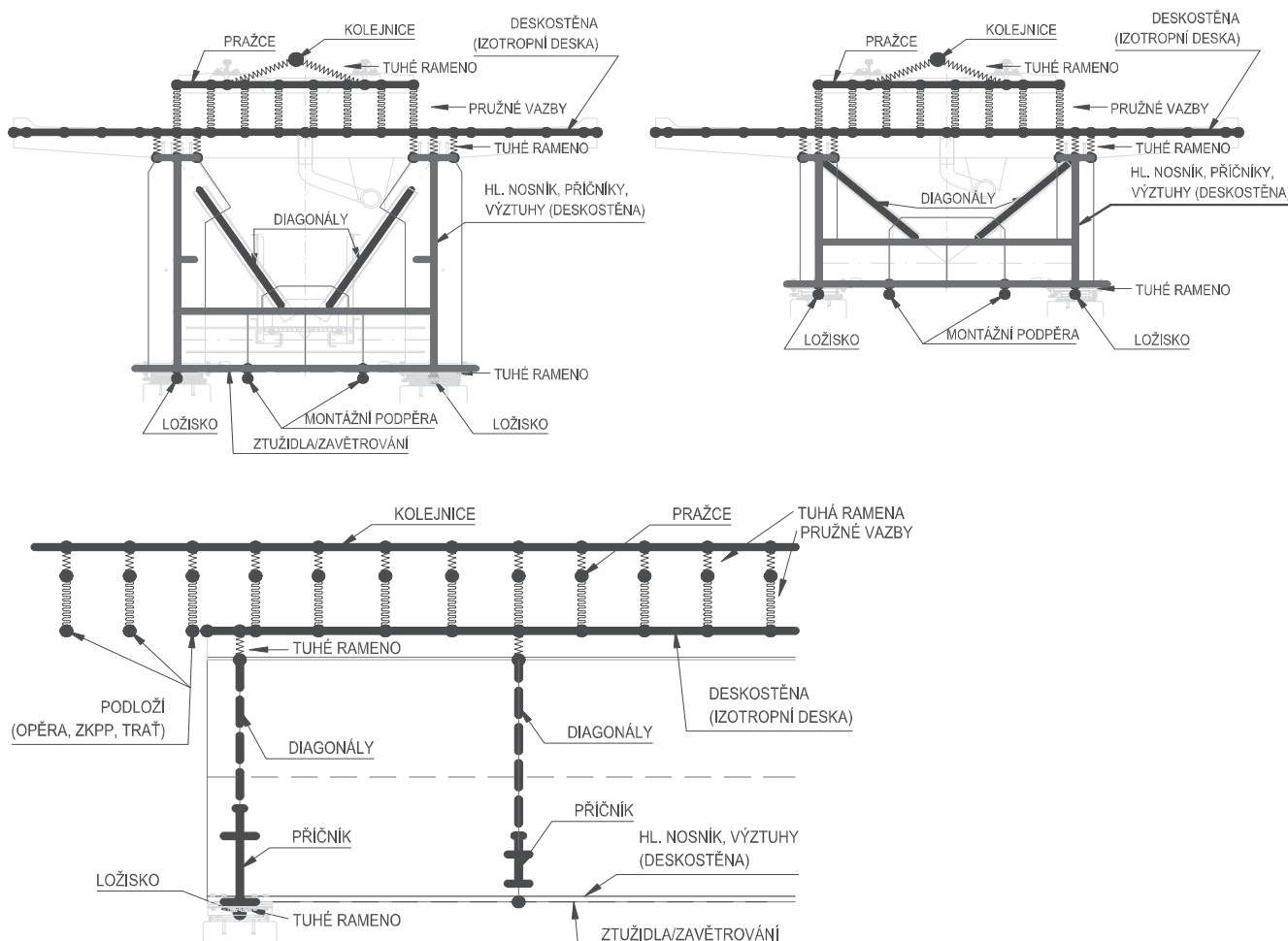
7.2.2. Model 2

Kombinovaný prutový a deskostěnnový prostorový výpočetní model:

- Hlavní nosníky ocelové konstrukce jsou modelovány jako deskostěnnové prvky, včetně výztuh hlavních nosníků a příčníků (polovina příčníků je modelována prutovými prvky), které jsou k ložiskům a připojeny tuhými rameny.
- Diagonály a ztužení jsou modelovány jako pruty.
- Betonová deska je modelována jako izotropní deska, se skutečnou tuhostí v obou směrech, připojená tuhými rameny k horní pásnici hlavních ocelových nosníků.
- Kolejnice jsou modelovány jako jeden podélný prut, připojený k pražcům tuhými rameny. Pražce jsou modelovány jako pruty v příčném směru, připojené k betonové desce soustavou pružných vazeb, zohledňující tuhost upevnění koleje a kolejového lože (v podélném, zjednodušeně příčném a ve svislém směru).
- Madla a připevněné části ložisek jsou zadány jako zatížení. Nemodelované části betonové desky, s ohledem na její zjednodušení pro výpočet, jsou rovněž zadány pouze jako zatížení.
- Velikost plošných prvků je volena tak, aby maximální poměr stran (aspect ratio) nepřesáhl 4:1 a bylo dosaženo rozumného výpočetního času.

Použití výpočetního modelu:

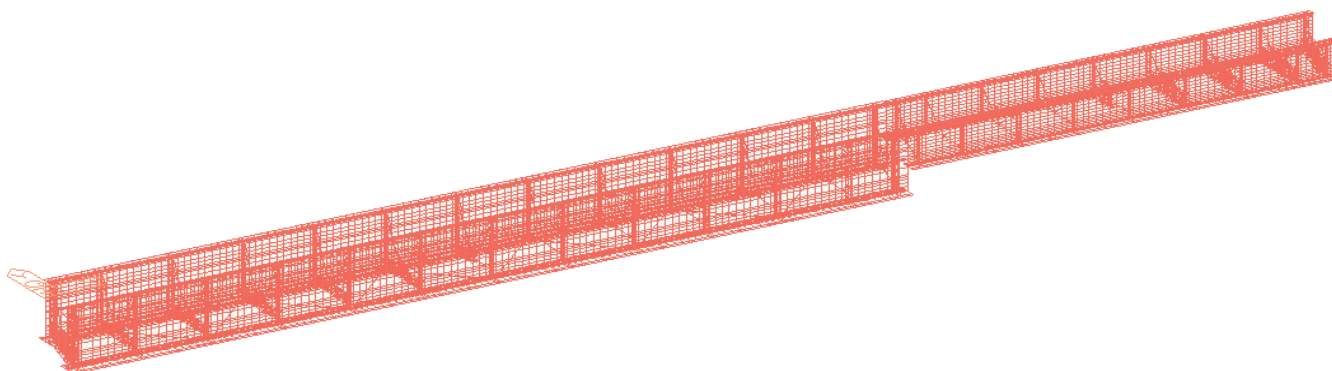
- Tento model slouží jako porovnávací k modelu 1 a dále ke stanovení vnitřních sil ve spřažené desce a ztužidlech, a ke stanovení reakcí na spodní stavbu.
- Na tomto modelu bude provedena modální analýza, pro stanovení vlivu dynamických účinků na most.
- Na tomto modelu bude provedeno posouzení kombinované odezvy konstrukce a koleje.



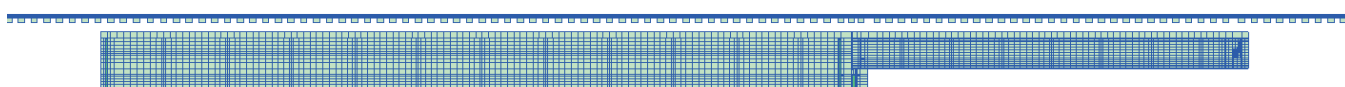
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Axonometrický pohled na výpočetní model

Pohled na ocelovou konstrukci - deskostěna + prutové prvky

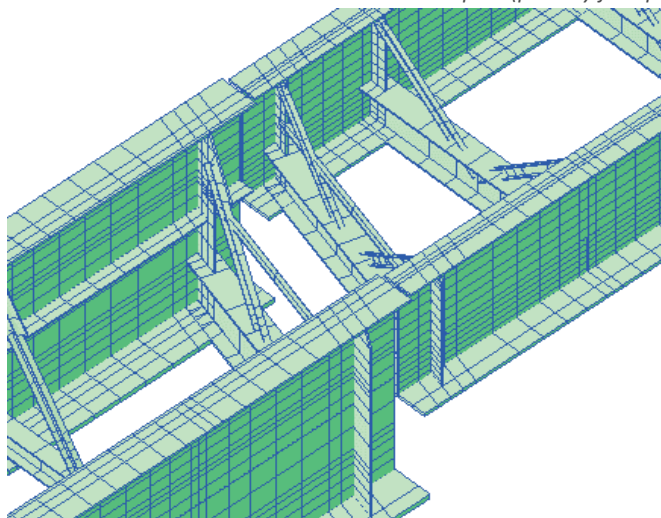


Pohled na celou konstrukci vč. koleje (zobrazení hmot)



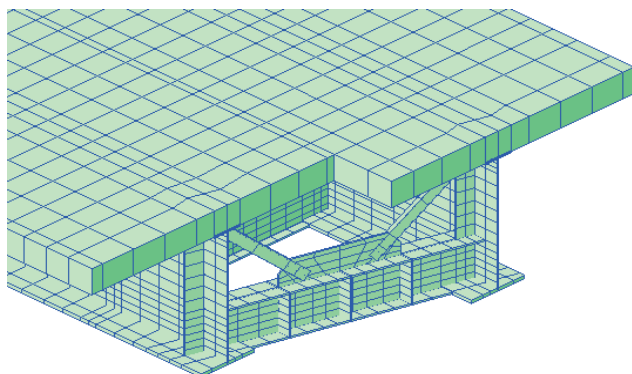
Vybrané detailní pohledy na výpočetní model (zobrazení hmot)

Ocelová konstrukce: V místě uložení mostu na pilíři (příčníky jako prutové prvky)

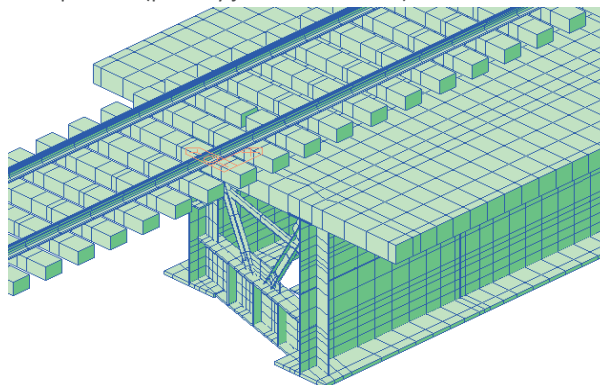


POZN: Příčné ztužení bylo modelováno přesněji deskostěnovými prvky a poté upraveno na prutové prvky, z důvodu vyhodnocení vnitřních sil.

Spřažená konstrukce: V místě uložení mostu na opěře O1 (příčníky jako deskostěna)



Spřažená konstrukce v kombinaci s kolejí: V místě uložení mostu na opěře O2 (příčníky jako deskostěna)



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8. Popis zatěžovacích stavů

8.1. Stálá a nahodilá dlouhodobá zatížení

8.1.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha je generovaná programem Midas Civil.

Vzhledem k dobrému vystižení geometrie konstrukce výpočetním modelem, jsou drobné rozdíly/nepřesnosti zanedbány.

| | | | | |
|--------|------------------------------|-------------|------------|------------------------|
| 1.1.1a | Objemová hmotnost materiálů: | železobeton | $\rho_0 =$ | 25.0 kN/m ³ |
| 1.1.1a | | ocel | $\rho_0 =$ | 78.5 kN/m ³ |

Odhad hmotnosti vlastní tíhy ocelových částí konstrukce pro zjednodušené výpočetní modely (nemodelované prvky):

| | | |
|--------|--|----------|
| 1.1.1b | a) I. hlavní nosník - podélná výztuha | 0.3 kN/m |
| 1.1.1b | b) I. oboustranná výztuha nosníku v místě podporového příčnicku | 2.2 kN |
| 1.1.1b | c) I. oboustranná výztuha nosníku v místě podporového příčnicku | 0.8 kN |
| 1.1.1b | d) I. jednostranná výztuha nosníku v místě mezipodporového příčnicku | 0.8 kN |
| 1.1.1b | e) II. jednostranná výztuha nosníku v místě mezipodporového příčnicku | 0.2 kN |
| 1.1.1b | f) I. oboustranná výztuha podporového příčnicku | 0.3 kN |
| 1.1.1b | g) II. oboustranná výztuha podporového příčnicku | 0.2 kN |
| 1.1.1b | h) I. styčnickový plech příčnick-diagonály v místě podporového příčnicku | 0.5 kN |
| 1.1.1b | i) II. styčnickový plech příčnick-diagonály v místě podporového příčnicku | 0.6 kN |
| 1.1.1b | j) I. styčnickový plech příčnick-diagonály v místě mezipodporového příčnicku | 0.3 kN |
| 1.1.1b | k) II. styčnickový plech příčnick-diagonály v místě podporového příčnicku | 0.4 kN |
| 1.1.1b | l) I. a II. madla hlavních nosníků, úchyty pro madla | 0.1 kN/m |
| 1.1.1b | m) I. a II. madla hlavních nosníků, úchyty pro madla, úchyty pro bednění | 0.1 kN/m |
| 1.1.1b | n) I. části ložisek uchycené k pásnici ocelového nosníku | 1.5 kN |
| 1.1.1b | o) II. části ložisek uchycené k pásnici ocelového nosníku | 1.0 kN |

Odhad hmotnosti vlastní tíhy betonových částí konstrukce pro zjednodušené výpočetní modely (nemodelované prvky):

| | | |
|--------|--|-----------------------|
| 1.1.1c | i) modelem nezohledněná část složitější tvaru betonové desky | 0.3 kN/m ² |
|--------|--|-----------------------|

8.1.1.1. Vlastní pnutí v kolejnici

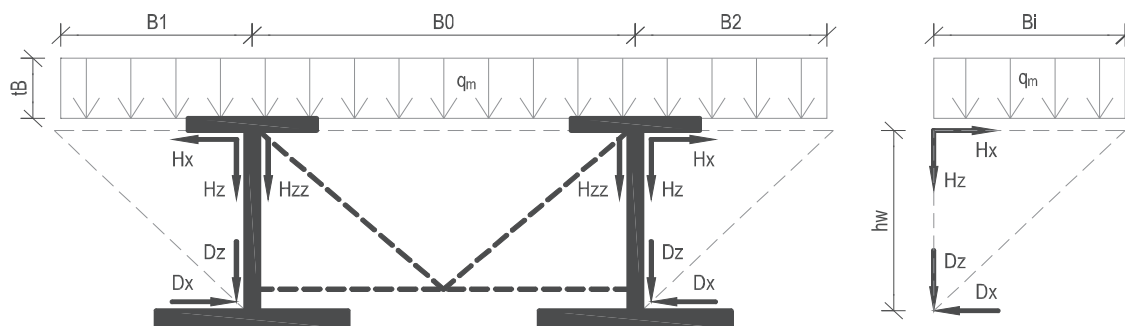
nezadáno Při posouzení interakce mostu a koleje se uvažuje vlastní pnutí v kolejnici od výroby

$$\sigma_{pnuti}(\pm) = 100 \text{ MPa}$$

8.1.2. Vlastní tíha mokrého betonu a bednění (montážní stav)

Uvažuje se roznos zatížení od mokrého betonu prostřednictvím podpůrného systému bednění.

Průřez je symetrický podél svislé osy.



skutečná vzdálenost mezi nosíky
skutečná délka levé/pravé konzoly
výška stojiny ocelového průřezu (rameno uchycení bednění)
objemová hmotnost mokrého betonu
skutečná průměrná tloušťka betonové desky

| | delší pole | kratší pole |
|---------------|------------|------------------------|
| $B_0 =$ | 2.800 | 2.800 m |
| $B_1 = B_2 =$ | 1.780 | 1.780 m |
| $h_w =$ | 2.440 | 1.460 m |
| $\rho_m =$ | 26.0 | 26.0 kN/m ³ |
| $t_B =$ | 0.312 | 0.312 m |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

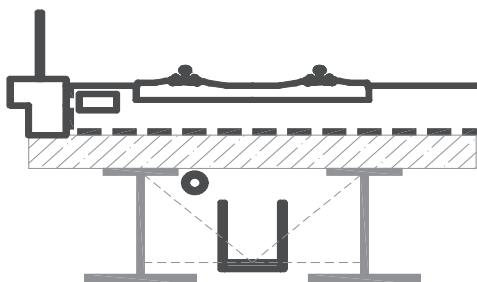
odhadovaná hmotnost bednění

 $g_m = 1.0 \quad 1.0 \text{ kN/m}^2$

Síly od bednění a čerstvého betonu:

| | | | | |
|-------|-----------|---|-------|------------|
| 1.1.2 | svislé | $H_z = D_z = (\rho_m \cdot t_B + g_m) \cdot B_{1(2)}/2 =$ | 8.12 | 8.12 kN/m |
| 1.1.2 | | $H_{zz} = (\rho_m \cdot t_B + g_m) \cdot B_0/2 =$ | 12.77 | 12.77 kN/m |
| 1.1.2 | vodorovné | $H_x = D_x = (\rho_m \cdot t_B + g_m) \cdot B_{1(2)}^2 / (2 \cdot h_w) =$ | 5.92 | 9.90 kN/m |

8.1.3. Nahodilá dlouhodobá zatížení



| | b [m] | h [m] | γ [kN/m ³] | A [m ²] | g_1 [kN/m] | g_1 [kN/m ²] |
|-------|---|------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------|
| 1.1.3 | 2 kolejnice typu UIC 60 | 2.600 | | | 1.2 | 0.5 |
| 1.1.3 | betonové pražce s kolejovým upevněním | 2.600 | | | 4.8 | 1.8 |
| 1.1.3 | zvětšená tloušťka (+30%) | 5.960 | 0.780 | 20.0 | 93.0 | 15.6 |
| | kolejové lože | běžná tloušťka | 5.350 | 0.600 | 20.0 | 64.2 |
| | zmenšená tloušťka (-30%) | 5.350 | 0.420 | 20.0 | 44.9 | 8.4 |
| 1.1.3 | tvrdá ochrana izolace | 5.960 | 0.050 | 25.0 | 7.5 | 1.3 |
| 1.1.3 | izolace | 6.890 | 0.010 | 22.0 | 1.5 | 0.2 |
| 1.1.3 | římsová zídka s římsou | 0.300 | | 25.0 | 0.400 | 10.0 |
| 1.1.3 | zábradlí na římsu | 0.300 | | | 0.5 | 1.7 |
| | kabelový žlab s kabely, podkladní beton žlabu | uvažováno jako kolejové lože | | | zjednodušeně | |
| 1.1.3 | odvodnění vč. napojení a závěsů | 0.500 | | | 0.3 | 0.7 |
| 1.1.3 | revizní lávka s roštem a zábradlím | | | | 1.7 | |
| | mostní závěry apod. | | | | zanedbáno | |

8.1.4. Dovarování a smršťování

Výpočet viz ostatní části statického výpočtu.

| | | | | |
|----------|-------------------------------|---------------|---|-------------------|
| | stáří betonu v čase posouzení | | provoz | T100 |
| | | | t = | 111 36500 dní |
| nezadáno | poměrné zkrácení od | - smršťování | $\epsilon_{cs} = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} =$ | -7.2E-05 -2.4E-04 |
| nezadáno | | - dotvarování | $\epsilon_{cc}(t, t_0) =$ | -7.1E-05 -6.2E-04 |

8.1.5. Poklesy podpor, nerovnoměrné sedání

Pro posouzení nosné konstrukce se neuvažuje, prostý nosník.

8.1.6. Zemní tlak

Zatížení zemním tlakem se uvažuje pouze na spodní stavbu, nosná konstrukce působí jako prostý nosník na ložiskách.

Vzhledem k samostatnému působení spodní stavby a nosné konstrukce se uvažuje zatížení spodní stavby:

- zemním tlakem aktivním, pro posouzení stability a deformace spodní stavby
- zemním tlakem v klidu (s vlivem hutnění), pro návrh výztuže a založení

POZN: Přetížení zemního tlaku od nahodilých dlouhodobých zatížení je zjednodušeně řešeno zvětšením o náhradní výšku.

POZN: Při interakci mostu s bezстыkovou kolejí je, s ohledem na statické působení mostu, tuhost spodní stavby zanedbána.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Parametry zeminy:

objemová tíha zeminy

 $\gamma = 16.2$ $S3, G3(F4)$ 19 KN/m³

úhel vnitřního tření zeminy

 $\varphi_{ef} = 38$ 30 °

soudržnost zeminy

 $c_{ef} = 0$ 0 kPa

souč. zemního tlaku aktivního

 $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi_{ef}/2) = 0.24$ 0.33

souč. zemního tlaku v klidu

 $K_0 = 1 - \sin \varphi_{ef} = 0.38$ 0.50

souč. zemního tlaku pasivního

 $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi_{ef}/2) = 4.20$ 3.00
Zemní tlak aktivní:

Dochází k oddálení konstrukce od zeminy, pokud vzniká dostatečná deformace pro jeho mobilizaci.

Zemní tlak v klidu:

Nedochází k vodorovným posunům.

maximální napětí v zemině od hutnění

 $\sigma_{z,max} = 150$ kPa (řádne zhutněná přechodová oblast)

součinitel překonsolidace

 $OCR = \sigma_{z,max}/\sigma_z =$ viz tab.

souč. zemního tlaku v klidu

 $K_{0,OC} = (1 - \sin \varphi_{ef}) * OCR^{\sin \varphi_{ef}} =$ viz tab. $\leq K_p$
Zemní tlak pasivní:

Dochází k zatlačení konstrukce od zeminy, uvažuje se očekávaná hodnota zatlačení ve vrcholu a nulová v patě.

výška konstrukce

 $H_a = 18.9$ m

očekávaná hodnota zatlačení konstrukce

 $u_T = 0$ m $\leq 0.01 * H_a = 0.189$ m

změna deformace po výšce opěry

 $v = u_T * (1 - z/H_a) =$ viz tab.

součinitel zohledňující charakter zásypu

 $a = 0.02$

mobilizovaný pasivní zemní tlak

 $K_{p,mob} = K_0 + (K_p - K_0) * (v/z) / (a + v/z) =$ viz tab.
Zemní tlaky vyhodnocení:

| | Svislé napětí v zemině | Aktivní zemní tlak | Klidový zemní tlak | Pasivní zemní tlak | Klidový zemní tlak (překons.) | | Pasivní zemní tlak (snížený) | |
|----------------|------------------------------------|--|--|--|----------------------------------|---|---------------------------------|--|
| hloubka [m] | σ_v [kN/m ²] | $\sigma_{h,a}$ [kN/m ²] | $\sigma_{h,k}$ [kN/m ²] | $\sigma_{h,p}$ [kN/m ²] | $K_{0,OC}$ | $\sigma_{h,k,OC}$ [kN/m ²] | $K_{p,mob}$ | $\sigma_{h,p}$ [kN/m ²] |
| nezadáno | 0.001 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.62 | 0.0 | 1.62 | 0.0 |
| nezadáno | 0.5 | 8.1 | 1.9 | 34.1 | 1.62 | 13.1 | 1.62 | 13.1 |
| nezadáno | 1 | 16.2 | 3.9 | 68.1 | 1.51 | 24.5 | 1.51 | 24.5 |
| nezadáno | 2 | 32.4 | 7.7 | 136.2 | 0.99 | 32.0 | 0.99 | 32.0 |
| nezadáno | 3 | 48.6 | 11.6 | 204.3 | 0.77 | 37.4 | 0.77 | 37.4 |
| nezadáno | 4 | 64.8 | 15.4 | 272.4 | 0.64 | 41.8 | 0.64 | 41.8 |
| nezadáno | 5 | 81.0 | 19.3 | 340.5 | 0.56 | 45.5 | 0.56 | 45.5 |
| nezadáno | 6 | 97.2 | 23.1 | 408.6 | 0.50 | 48.8 | 0.50 | 48.8 |
| nezadáno | 7 | 113.4 | 27.0 | 476.7 | 0.46 | 51.8 | 0.46 | 51.8 |
| nezadáno | 8 | 129.6 | 30.8 | 544.8 | 0.42 | 54.5 | 0.42 | 54.5 |
| nezadáno | 9 | 145.8 | 34.7 | 612.9 | 0.39 | 57.0 | 0.39 | 57.0 |
| nezadáno | 10 | 164.8 | 54.9 | 82.4 | 0.50 | 82.4 | 0.50 | 82.4 |
| nezadáno | 12 | 202.8 | 67.6 | 101.4 | 0.50 | 101.4 | 0.50 | 101.4 |
| nezadáno | 14 | 240.8 | 80.3 | 120.4 | 0.50 | 120.4 | 0.50 | 120.4 |
| nezadáno | 16 | 278.8 | 92.9 | 139.4 | 0.50 | 139.4 | 0.50 | 139.4 |
| nezadáno | 18 | 316.8 | 105.6 | 158.4 | 0.50 | 158.4 | 0.50 | 158.4 |
| nezadáno | 18.9 | 333.9 | 111.3 | 167.0 | 0.50 | 167.0 | 0.50 | 167.0 |

škvára
S3, G3(F4)

POZN: Uvažuje se správné provedení/hutnění přechodové oblasti.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8.2. Nahodilá krátkodobá zatížení - klimatická

8.2.1. Účinky teplotních změn

Současné působení rovnoměrné a nerovnoměrné změny teploty

$$\Delta T_{M, \text{heat}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N, \text{exp}} \quad \omega_N = 0.35$$

$$\Delta T_{M, \text{cool}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N, \text{cool}} \quad \omega_N = 0.75$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M, \text{heat}} + \Delta T_{N, \text{exp}}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M, \text{cool}} + \Delta T_{N, \text{cool}}$$

8.2.1.1. Pro posouzení mostní konstrukce

a) Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce

$$\text{výchozí teplota konstrukce:} \quad T_0 = 10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{maximální teplota vzduchu ve stínu:} \quad T_{\text{max}} = 40.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{minimální teplota vzduchu ve stínu:} \quad T_{\text{min}} = -34.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TYP 2 - ocelobetonové nosné konstrukce

$$\text{maximální rovnoměrná složka teploty:} \quad T_{e, \text{max}} = T_{\text{max}} + 4 = 44.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{minimální rovnoměrná složka teploty:} \quad T_{e, \text{min}} = T_{\text{min}} + 4 = -30.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1a+ \quad \text{charakteristická hodnota oteplení:} \quad \Delta T_{N, \text{exp}} = T_{e, \text{max}} - T_0 = 34.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1a- \quad \text{charakteristická hodnota ochlazení:} \quad \Delta T_{N, \text{con}} = T_{e, \text{min}} - T_0 = -40.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1b+ \quad \text{charakteristická hodnota oteplení - ložiska a dilatace:} \quad \Delta T_{N, \text{exp}, \text{ld}} = \Delta T_{N, \text{exp}} + 20^\circ = 54.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1b- \quad \text{charakteristická hodnota ochlazení - ložiska a dilatace:} \quad \Delta T_{N, \text{con}, \text{ld}} = \Delta T_{N, \text{con}} - 20^\circ = -60.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Nerovnoměrná změna teploty nosné konstrukce - lineární

TYP 2 - ocelobetonové nosné konstrukce

$$t_{\text{vozovky}} = \text{š} \quad \text{m} \quad (0 \dots \text{bez svršku}; i \dots \text{izolace}; \text{š} \dots \text{štěrk. lože } 750 \text{ mm})$$

$$k_{\text{sur, HEAT}} = 0.8$$

$$k_{\text{sur, COOL}} = 1.2$$

- konstantní v betonové desce

$$\Delta T_{M, \text{HEAT}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M, \text{COOL}} = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1c+ \quad \Delta T_{M, \text{HEAT}} \cdot k_{\text{sur, HEAT}} = 8.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1c- \quad \Delta T_{M, \text{COOL}} \cdot k_{\text{sur, COOL}} = -12.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

8.2.1.2. Pro posouzení bezстыkové koleje

Výchozí teplota konstrukce při montáži bezстыkové koleje a rozsah teplot mostu viz předchozí kapitola.

Rozsah teplot bezстыkové koleje:

max. upínací teplota bezстыkové koleje se uvažuje dle SŽDC S3/2 čl. 110:

$$T_{\text{up, max}} = 23.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

min. upínací teplota bezстыkové koleje se uvažuje dle SŽDC S3/2 čl. 110:

$$T_{\text{up, min}} = 17.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

maximální rovnoměrná složka teploty koleje:

$$T_{\text{BK, max}} = 60.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

minimální rovnoměrná složka teploty koleje:

$$T_{\text{BK, min}} = -30.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1d+ \quad \text{max. teplotní změna koleje}$$

$$\Delta T_{k, \text{exp}} = T_{\text{BK, max}} - T_{\text{up, min}} = 43.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2.1.1d- \quad \text{min. teplotní změna koleje}$$

$$\Delta T_{k, \text{con}} = T_{\text{BK, min}} - T_{\text{up, max}} = -53.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

délková teplotní roztažnost koleje

$$\alpha_T = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$$

modul pružnosti koleje

$$E = 210.0 \text{ GPa}$$

Hodnota napětí v kolejnici pro $T_{\text{BK, max}}$:

$$\sigma_T = \alpha_T \cdot E \cdot \Delta T = -108.4 \text{ MPa (tlak)}$$

Hodnota napětí v kolejnici pro $T_{\text{BK, min}}$:

$$\sigma_T = \alpha_T \cdot E \cdot \Delta T = 133.6 \text{ MPa (tah)}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8.2.2. Zatížení větrem

délka nosné konstrukce

šířka nosné konstrukce

výška vzdorující větru

- v čase výstavby

- v čase provozu

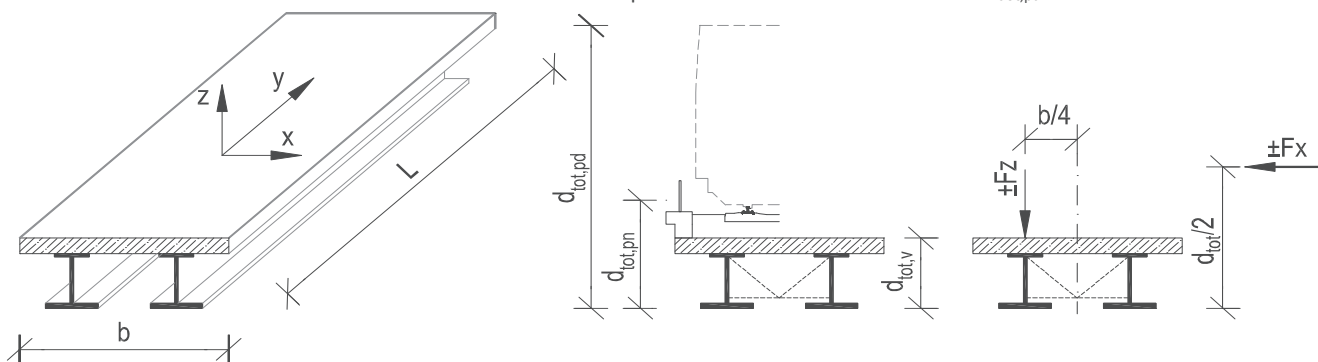
- bez dopravy na mostě

- s dopravou na mostě

delší pole kratší pole

L = 35.370 17.800 m

b = 6.360 6.360 m

 $d_{\text{dot},v} = 2.530$ 1.525 m $d_{\text{dot},pn} = 3.910$ 2.910 m $d_{\text{dot},pd} = 7.610$ 6.610 m

výchozí základní rychlost větru:

mapa větr. oblasti II

 $v_{b,0} = 25.0$ 25.0 m/s

součinitel směru větru:

 $c_{\text{dir}} = 1.0$ 1.0 v SR

součinitel ročního období:

 $c_{\text{season}} = 1.0$ 1.0 v SR

základní rychlost větru:

 $v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot v_{b,0} = 25.0$ 25.0 m/s

výška konstrukce nad terénem:

z = 14.30 m 11.20 m

 $> z_{\text{min}} = 5.0$ 5.0 m $< z_{\text{max}} = 200.0$ 200.0 m

parametr drsnosti terénu (terén kategorie II):

 $z_0 = 0.05$ 0.05 m

parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu II:

 $z_{0,II} = 0.05$ 0.05 m

součinitel terénu, závisející na z0:

 $k_r = 0.19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0.07} = 0.190$ 0.190

součinitel drsnosti terénu:

 $c_{r(z)} = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 1.07$ 1.03

součinitel orografie:

 $c_{0(z)} = 1.0$ 1.0

střední rychlost větru:

 $v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 26.9$ 25.7 m/s

součinitel turbulence:

 $k_1 = 1.0$ 1.0 v SR

intenzita turbulence:

 $I_{v(z)} = k_1 / [c_{0(z)} \cdot \ln(z/z_0)] = 0.177$ 0.185

měrná hmotnost vzduchu:

 $\rho = 1.25$ 1.25 kg/m³

základní dynamický tlak větru:

 $q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.39$ 0.39 kPa

maximální dynamický tlak:

 $q_{p(z)} = [1 + 7 I_{v(z)}] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = 1.01$ 0.95 kPa

součinitel expozice:

 $c_e = q_{p(z)} / q_b = 2.58$ 2.42

A) Síly ve směru x - příčný směr mostu (vítr zleva = vítr zprava)

a) Most ve fázi výstavby

POZN: Pro výpočet se zjednodušeně bere intenzita z provozního stavu, účinek ve svislém a podélném směru je pak zanedbán.

poměr šířky mostu k vzdorující výšce:

 $b/d_{\text{tot},v} = 2.51$ 4.17

souč. síly bez vlivu proudění kolem volných konců:

 $c_{f,x,0} = 1.80$ 1.30

souč. síly pro zatížení větrem ve směru x:

 $c_{f,x} = c_{f,x,0} = 1.80$ 1.30

součinitel zatížení větrem:

 $C = c_e \cdot c_{f,x} = 4.65$ 3.15síla od větru ve směru x (pro $v_b = 25$ m/s): $w_{w,x} = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C = 1.82$ 1.23 kN/m²

nezadáno Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení:

plošné

 $q_{w,x,v} = 1.82$ 1.23 kN/m²

nezadáno

liniové pro výšku d_{tot} $q_{w,x,v} = 4.60$ 1.88 kN/m

nezadáno

síla pro plochu $A_{\text{ref}} = L \cdot d_{\text{tot}}$ $Q_{w,x,v} = 162.59$ 33.42 kN

b) Nezatížený most (dopravou) v provozním stavu

POZN: Pro výpočet se zjednodušeně bere větší z hodnot intenzity větru nezatíženého nebo zatíženého mostu dopravou.

poměr šířky mostu k vzdorující výšce:

 $b/d_{\text{tot},pn} = 1.63$ 2.19

souč. síly bez vlivu proudění kolem volných konců:

 $c_{f,x,0} = 2.20$ 1.95

souč. síly pro zatížení větrem ve směru x:

 $c_{f,x} = c_{f,x,0} = 2.20$ 1.95

součinitel zatížení větrem:

 $C = c_e \cdot c_{f,x} = 5.69$ 4.73

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | |
|----------|--|--|--------|------------------------|
| | síla od větru ve směru x (pro $v_b=25$ m/s): | $w_{w,x} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C =$ | 2.22 | 1.85 kN/m ² |
| nezadáno | Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení: plošné | $q_{w,x,pn} =$ | 2.22 | 1.85 kN/m ² |
| nezadáno | liniové pro výšku d_{tot} | $q_{w,x,pn} =$ | 8.68 | 5.37 kN/m |
| nezadáno | síla pro plochu $A_{ref}=L \cdot d_{tot}$ | $Q_{w,x,pn} =$ | 307.12 | 95.67 kN |

c) Zatížený most (dopravou) v provozním stavu

POZN: Pro výpočet se zjednodušeně bere větší z hodnot intenzity větru nezátíženého nebo zatíženého mostu dopravou.

poměr šířky mostu k vzdorující výšce:

$$b/d_{tot,pd} = 0.84 \quad 0.96$$

souč. síly bez vlivu proudění kolem volných konců:

$$c_{fx,0} = 2.30 \quad 2.30$$

souč. síly pro zatížení větrem ve směru x:

$$c_{f,x} = c_{fx,0} = 2.30 \quad 2.30$$

součinitel zatížení větrem:

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 5.94 \quad 5.58$$

síla od větru ve směru x (pro $v_b=25$ m/s):

$$w_{w,x} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C = 2.32 \quad 2.18 \text{ kN/m}^2$$

síla od větru ve směru x (pro $v_{b,0}^*=23$ m/s):

$$w_w^* = 0,5 \cdot \rho \cdot v_{b,0}^{*2} \cdot C = 1.97 \quad 1.84 \text{ kN/m}^2$$

$$\psi_0 \cdot w_{w,x} = 1.39 \text{ kN} < w_w^* = 1.97 \text{ kN} \rightarrow \text{uvažuje se hodnota } W_{w,x}$$

| | | | | |
|---------|--|---------------|--------|------------------------|
| 1.2.2a± | Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení: plošné | $q_{w,x,v} =$ | 2.32 | 2.18 kN/m ² |
| 1.2.2a± | liniové pro výšku d_{tot} | $q_{w,x,v} =$ | 17.67 | 14.40 kN/m |
| 1.2.2a± | síla pro plochu $A_{ref}=L \cdot d_{tot}$ | $Q_{w,x,v} =$ | 624.91 | 256.32 kN |

B) Síly ve směru y - podélný směr mostu (vítr ve směru brzdných a rozjezdových sil)**a) Most ve fázi výstavby**

POZN: Před betonáží desky se jako rozhodující zatížení neuvažuje, příp. je zohledněno vyšší intenzitou v příčném směru.

| | | | | |
|----------|---|------------------------------------|-------|------------------------|
| nezadáno | Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení: síla pro plochu $A_{ref}=L \cdot b$ | $Q_{w,y,v} = 0,25 \cdot Q_{w,x} =$ | 40.65 | 8.36 kN |
| nezadáno | liniové pro šířku b | $q_{w,y,v} =$ | 1.15 | 0.47 kN/m |
| nezadáno | plošné | $q_{w,y,v} =$ | 0.18 | 0.07 kN/m ² |

b) Nezátížený most (dopravou) v provozním stavu

POZN: Pro výpočet se zjednodušeně bere větší z hodnot intenzity větru nezátíženého nebo zatíženého mostu dopravou.

| | | | | |
|----------|---|-------------------------------------|-------|------------------------|
| nezadáno | Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení: síla pro plochu $A_{ref}=L \cdot b$ | $Q_{w,y,pn} = 0,25 \cdot Q_{w,x} =$ | 76.78 | 23.92 kN |
| nezadáno | liniové pro šířku b | $q_{w,y,pn} =$ | 2.17 | 1.34 kN/m |
| nezadáno | plošné | $q_{w,y,pn} =$ | 0.34 | 0.21 kN/m ² |

c) Zatížený most (dopravou) v provozním stavu

POZN: Pro výpočet se zjednodušeně bere větší z hodnot intenzity větru nezátíženého nebo zatíženého mostu dopravou.

| | | | | |
|---------|---|-------------------------------------|--------|------------------------|
| 1.2.2b± | Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení: síla pro plochu $A_{ref}=L \cdot b$ | $Q_{w,y,pd} = 0,25 \cdot Q_{w,x} =$ | 156.23 | 64.08 kN |
| 1.2.2b± | liniové pro šířku b | $q_{w,y,pd} =$ | 4.42 | 3.60 kN/m |
| 1.2.2b± | plošné | $q_{w,y,pd} =$ | 0.69 | 0.57 kN/m ² |

C) Síly ve směru z - svislý směr mostu (vítr nahoru/sání a dolů/tlak)

Most ve fázi výstavby a v provozním stavu s dopravou i bez ní (pro směr "z" se nerozlišuje).

součinitel sil (dle ČSN EN 1991-1-4, kap. 8.3.3, odst (1), poznámka 1)

$$c_{f,z} = 0.90 \quad 0.90$$

výška vzdorující větru (výška nosné konstrukce)

$$d_{dot} = 3.910 \quad 2.910 \text{ m}$$

součinitel zatížení větrem:

$$C = c_e \cdot c_{f,z} = 2.33 \quad 2.18$$

síla od větru ve směru z (pro $v_b=25$ m/s):

$$w_{w,z} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C = 0.91 \quad 0.85 \text{ kN/m}^2$$

excentricita síly vůči ose nosené konstrukce

$$e_x = b/4 = 1.590 \quad 1.590 \text{ m}$$

| | | | | |
|---------|--|-------------|--------|------------------------|
| 1.2.2c± | Uvažované síly na konstrukci dle typu zatížení: plošné | $q_{w,z} =$ | 0.91 | 0.85 kN/m ² |
| 1.2.2c± | liniové pro šířku b | $q_{w,z} =$ | 5.78 | 5.42 kN/m |
| 1.2.2c± | síla pro plochu $A_{ref}=L \cdot b$ | $Q_{w,z} =$ | 204.37 | 96.50 kN |

D) Zatížení spodní stavby větrem

Opěry jsou masivní, z rubu a stran zasypané a pilíř je masivní, z větší části zasypaný - zatížení větrem je zanedbáno.

8.2.3. Zatížení sněhem

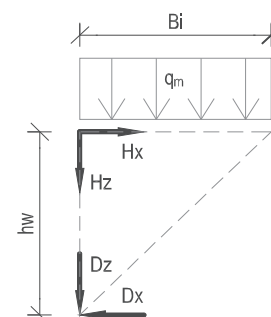
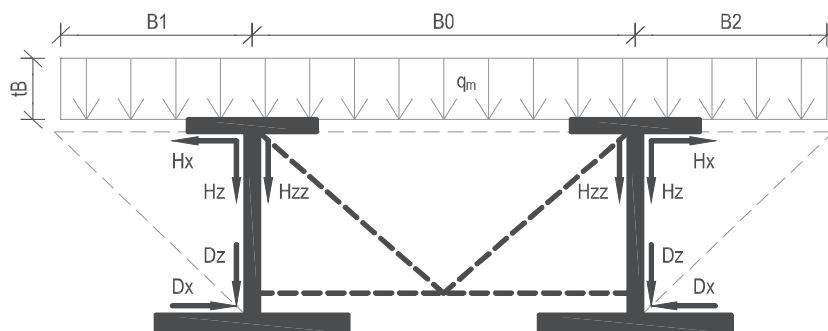
Neuvažuje se, není rozhodující zatížení.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8.3. Nahodilá krátkodobá zatížení - užitná (montážní)

8.3.1. Zatížení v průběhu provádění

Uvažuje se roznos užitného zatížení v průběhu provádění prostřednictvím podpůrného systému bednění. Průřez je symetrický podél svislé osy.



skutečná vzdálenost mezi nosníky
skutečná délka levé/pravé konzoly
výška stojiny ocelového průřezu (rameno uchycení bednění)
zatížení v průběhu provádění

| | delší pole | kratší pole |
|---------------|------------|-----------------------|
| $B_0 =$ | 2.800 | 2.800 m |
| $B_1 = B_2 =$ | 1.780 | 1.780 m |
| $h_w =$ | 2.440 | 1.460 m |
| $q_m =$ | 1.5 | 1.5 kN/m ² |

Síly od užitného zatížení v průběhu provádění:

1.3.1 svislé

$$H_z = D_z = q_m \cdot B_{1(2)} / 2 = 1.34 \quad 1.34 \text{ kN/m}$$

1.3.1

$$H_{zz} = q_m \cdot B_0 / 2 = 2.10 \quad 2.10 \text{ kN/m}$$

1.3.1 vodorovné

$$H_x = D_x = q_m \cdot B_{1(2)}^2 / (2 \cdot h_w) = 0.97 \quad 1.63 \text{ kN/m}$$

8.3.2. Zatížení v průběhu zvedání při osazení ocelové konstrukce

Neuvažuje se. Poloha úchytů se uvažuje v místě podepření, tvar a počet úchytů je předmětem výrobní dokumentace.

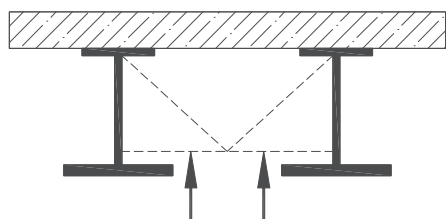


8.3.3. Zatížení v průběhu zvedání při osazení spřažené konstrukce na ložiska

Změna umístění podpěr, tj. změna statického působení.

Zatížení vlastní tíhou spřažené konstrukce, lisy v místě podporových příčniců.

Před uvedením do provozu, osazení na ložiska.



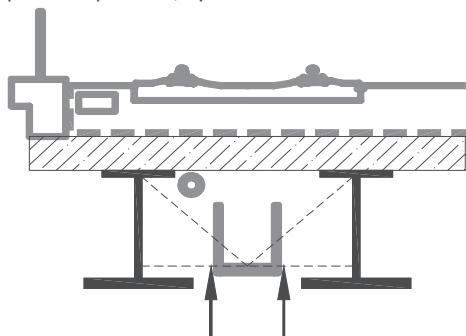
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8.3.4. Zatížení v průběhu zvedání při osazení spřažené konstrukce na ložiska

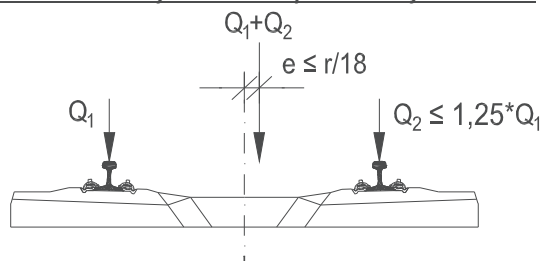
Změna umístění podpěr, tj. změna statického působení.

Zatížení vlastní tíhou spřažené konstrukce a ostatního dlouhodobého zatížení, lisy v místě podporových příčníků.

V průběhu provozu, výměna ložisek.



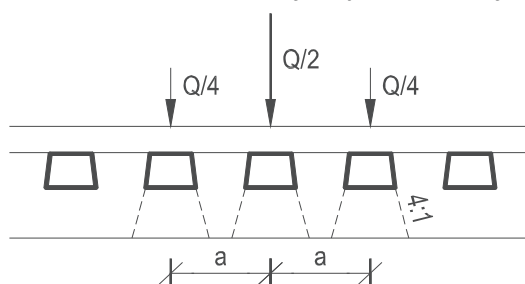
8.4. Nahodilá krátkodobá zatížení - dopravou

Excentricita svislých zatížení a poloha koleje na mostě:

poloměr oblouku koleje na mostě
maximální uvažovaná výstřednost

$R = 0 \text{ m}$
 $e = R/18 = 0 \text{ mm}$

POZN: Byla uvážena nejhorší možná poloha koleje na mostě, s ohledem na uspořádání nosné konstrukce.

Roznos kolového zatížení kolejnicí, pražcem a kolejovým ložem:

POZN: Byl uvážěn roznos svislého zatížení dopravou na sousední pražce, roznos pražcem a kolejovým ložem byl zanedbán.

Použití klasifikačního a dynamického součinitele:

klasifikační součinitel zohledňující železniční dopravu

$\alpha = 1.21$ (pro posouzení pohody cestujících se $\alpha = 1$)

Násobení zatížení klasifikačním nebo dynamickým součinitelem:

| | | α | ϕ |
|---|-------------------------|----------|----------------------------|
| model zatížení 71 | - posouzení v MSP a MSÚ | α | ϕ_3 |
| | - posouzení na únavu | - | ϕ_2 |
| model zatížení SW/0 | - posouzení v MSP a MSÚ | α | ϕ_3 |
| | - posouzení na únavu | - | ϕ_2 |
| model zatížení SW/2 | | - | ϕ_3 |
| model zatížení "nezatížený vlak" | | - | - |
| svislé zatížení na zemní těleso nad NK mostu s přesypávkou | - LM71 a SW/0 | α | $\phi_{3,red}$ |
| | - ostatní | - | $\phi_{3,red}$ |
| ekvivalentní svislé zatížení na zemní těleso a účinky zemního tlaku | - LM71 a SW/0 | α | - |
| | - ostatní | - | - |
| model zatížení HSLM (pro $v > 200 \text{ km/hod}$) | - statický výpočet | - | $1+0.5*(\phi'+0.5*\phi'')$ |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|---|--------------------|----------------------|---------------|
| | - dynam. výpočet | - | - |
| odstředivé síly | - LM71 a SW/0 | α | - |
| | - ostatní | - | - |
| boční ráz | - LM71 a SW/0 | α | - |
| | - ostatní | - | - |
| rozjezdové a brzdné síly | - LM71 a SW/0 | α | - |
| | - ostatní | - | - |
| kombinovaná odezva konstrukce koleje na proměnná zatížení | | viz související | |
| aerodynamická zatížení od projíždějících vlaků | | - | - |
| zatížení od vykolejení na mostě (mimořádné) | | α | - |
| zatížení od vykolejení pod mostem (mimořádné) | | ČSN EN 1991-1-7 | |
| skutečné vlaky | - statický výpočet | dle ČSN EN 1991-2; D | - Typ 1 až 12 |
| | | dle ČSN EN 1991-2; F | - Typ A až F |
| | - dynam. výpočet | dle ČSN EN 1991-2; D | - Typ 1 až 12 |
| | | dle ČSN EN 1991-2; F | - Typ A až F |

POZN: Účinky zatížení železniční dopravou na podpěry se štiřlostí $\lambda < 30$ ($\lambda = L_{\text{vzpěr}} / i_{y(z)}$), opěry, základy, opěrné zdi a zemní tlaky lze počítat bez uvažování dynamických účinků.

8.4.1. Dynamické účinky na konstrukci

8.4.1.1. Posouzení potřeby dynamické analýzy

Uvažuje se maximální výhledová rychlost ≤ 200 km/hod.

Nosná konstrukce mostu působí staticky jako prosté pole.

| | | |
|---|---------------------------|--------------------|
| | <i>delší pole</i> | <i>kratší pole</i> |
| maximální (povolená nebo výhledová) rychlost na mostě | $V = 50$ | 50 km/hod |
| | $v = 13.8889$ | 13.8889 m/s |
| rozpětí pole nosné konstrukce | $L_{\text{rozp}} = 34.56$ | 17.18 m |

předběžný odhad první vlastní ohybové frekvence

| | | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------|
| - z výpočetního modelu | - průhyb od stálých zatížení | $\delta_0 =$ | mm |
| | - přibližná vlastní frekvence | $n_0 = 17.75/\sqrt{\delta_0} =$ | Hz |
| - z výpočetního modelu | | $n_0 =$ | 3.05 5.22 Hz |
| - uvažovaný ve výpočtu | | $n_0 =$ | 3.05 5.22 Hz |

Meze vlastní frekvence:

| | | | |
|---------|---|------|----------|
| - horní | $n_0 = 94.76 \cdot L_{\text{rozp}}^{-0.748} =$ | 6.70 | 11.29 Hz |
| - dolní | $n_0 = 80/L_{\text{rozp}}$ resp. $23.58 \cdot L_{\text{rozp}}^{-0.592} =$ | 2.90 | 4.66 Hz |

Rozhodnutí o provedení dynamického výpočtu:

Není nutné provádět dynamický výpočet v delším poli.
Není nutné provádět dynamický výpočet v kratším poli.

předběžný odhad první vlastní kroutící frekvence

| | | | |
|------------------------|---------|------|---------|
| - z výpočetního modelu | $n_T =$ | 4.00 | 5.41 Hz |
|------------------------|---------|------|---------|

Rozhodnutí o provedení dynamického výpočtu:

Není nutné provádět dynamický výpočet v delším poli.
Není nutné provádět dynamický výpočet v kratším poli.

maximální dovolené zrychlení nosné konstrukce

| | | |
|--------------------|------|-----------------------|
| $a_{\text{max}} =$ | 3.50 | 3.50 m/s ² |
|--------------------|------|-----------------------|

poměr rychlosti a vlastní frekvence

| | | |
|-----------|------|-----------------------|
| $v/n_0 =$ | 4.55 | 2.66 m/s ² |
|-----------|------|-----------------------|

přibližná hmotnost mostu (2 spřažené nosníky)

| | | | |
|------------------------|-------|-------|-------------------------|
| - z výpočetního modelu | $m =$ | 21.46 | 20.78 $\cdot 10^3$ kg/m |
|------------------------|-------|-------|-------------------------|

limitní poměr rychlosti a vlastní frekvence

| | | |
|--------------------------|-------|-----------------------|
| $(v/n_0)_{\text{lim}} =$ | 18.61 | 7.17 m/s ² |
|--------------------------|-------|-----------------------|

Rozhodnutí o provedení dynamického výpočtu:

Není nutné provádět dynamický výpočet v delším poli.
Není nutné provádět dynamický výpočet v kratším poli.

8.4.1.2. Dynamický součinitel při statické analýze

| | | |
|--|---------------------|--------------------|
| | <i>delší pole</i> | <i>kratší pole</i> |
| rozpětí hlavního nosníku | $L_{\text{rozp}} =$ | 34.56 17.18 m |
| rozpětí desky (osová vzdálenost) mezi hlavními nosníky | $L_{\text{nos}} =$ | 2.8 2.8 m |
| maximální vzdálenost příčniců | $L_{\text{pr}} =$ | 3 2.35 m |

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Náhradní délky:

| | | | | | |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|-------|---------|------------------------------|
| hlavní nosník | | $L_\phi = L_{rozp} =$ | 34.56 | 17.18 m | (prosté pole) |
| vnitřní příčník | | $L_\phi = 2 * L_{pr} + 3 =$ | 9 | 7.7 m | |
| koncový příčník | | $L_\phi = 3.6m =$ | 3.6 | 3.6 m | |
| ztužidla | | $L_\phi =$ | 3.6 | 3.6 m | |
| spřažená deska | - mezi nosíky | $L_\phi = L_{nos} * 3 =$ | 8.4 | 8.4 m | (působí v podélném a příčném |
| | - konzolové (krajní) části | $L_\phi = L_{nos} * 3 =$ | 8.4 | 8.4 m | (pro $e \leq 0.5 m$) |

Dynamické součinitele - pro standardně udržovanou kolej:

$$\phi_3 = 2.16 / (\sqrt{L_\phi} - 0.2) + 0.73$$

kde platí: $1.0 \leq \phi_3 \leq 2.0$

| | | | | |
|-----------------|----------------------------|------------|-------------|-------------|
| hlavní nosník | | $\phi_3 =$ | 1.11 | 1.28 |
| vnitřní příčník | | $\phi_3 =$ | 1.50 | 1.57 |
| koncový příčník | | $\phi_3 =$ | 2.00 | 2.00 |
| ztužidla | | $\phi_3 =$ | 2.00 | 2.00 |
| spřažená deska | - mezi nosíky | $\phi_3 =$ | 1.53 | 1.53 |
| | - konzolové (krajní) části | $\phi_3 =$ | 1.53 | 1.53 |

Dynamické součinitele - pro posouzení únavy (LM71 příp. SW/0):

$$\phi_2 = 1.44 / (\sqrt{L_\phi} - 0.2) + 0.82$$

kde platí: $1.0 \leq \phi_2 \leq 2.0$

| | | | | |
|-----------------|----------------------------|------------|-------------|-------------|
| hlavní nosník | | $\phi_2 =$ | 1.07 | 1.19 |
| vnitřní příčník | | $\phi_2 =$ | 1.33 | 1.38 |
| koncový příčník | | $\phi_2 =$ | 1.67 | 1.67 |
| ztužidla | | $\phi_2 =$ | 1.67 | 1.67 |
| spřažená deska | - mezi nosíky | $\phi_2 =$ | 1.35 | 1.35 |
| | - konzolové (krajní) části | $\phi_2 =$ | 1.35 | 1.35 |

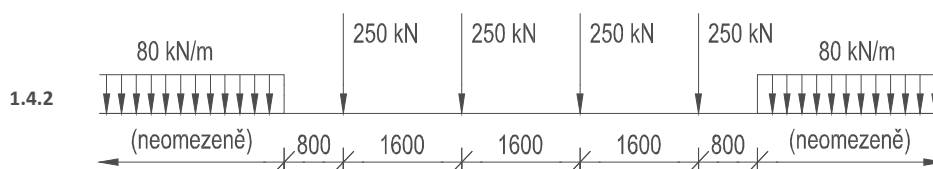
Dynamické součinitele - pro posouzení dopravy v místě ZKPP mostu:

Při interakci mostu a koleje, se uvažuje pro zatížení dopravou v místě ZKPP

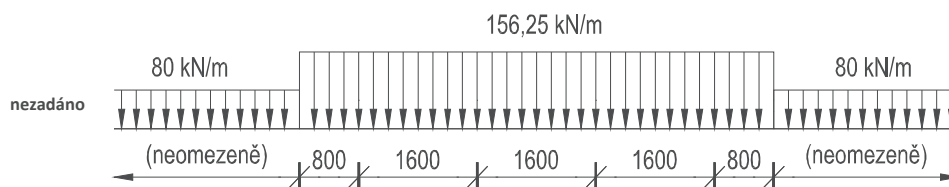
$$\phi_p = 1.00$$

8.4.2. Model zatížení LM71Svislé zatížení modelem LM71:

Uvažuje se jako pohyblivé zatížení.

Svislé zatížení modelem LM71 - zjednodušený model:

Neuvažuje se.

Přítížení zemního tlaku zatížením LM71:

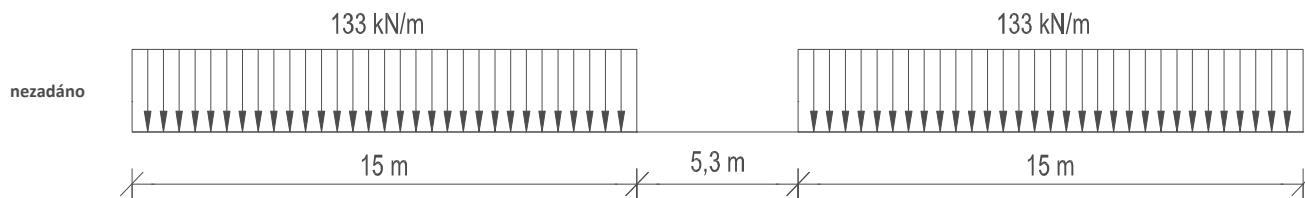
Pro výpočet nosné konstrukce mostu se neuvažuje. Uvažuje se pouze pro posouzení spodní stavby.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8.4.3. Model zatížení SW/0 a SW/2

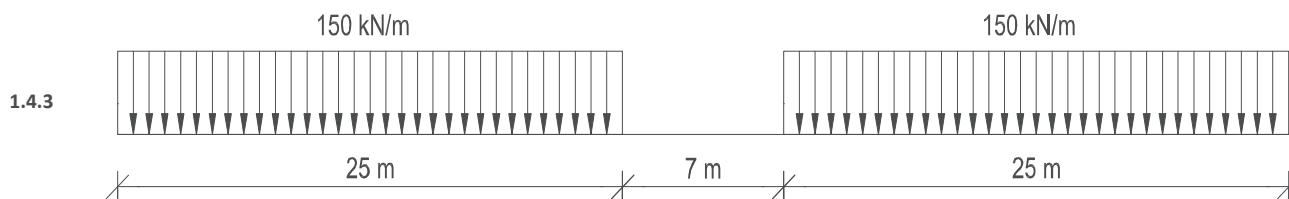
Svislé zatížení modelem SW/0:

Neuvažuje se - jedná se o prostý nosník.



Svislé zatížení modelem SW/2:

Uvažuje se jako pohyblivé zatížení.



Přítížení zemního tlaku zatížením SW/0:

Pro výpočet nosné konstrukce mostu se neuvažuje. Neuvažuje se ani pro spodní stavbu, není rozhodující zatížení.

Přítížení zemního tlaku zatížením SW/2:

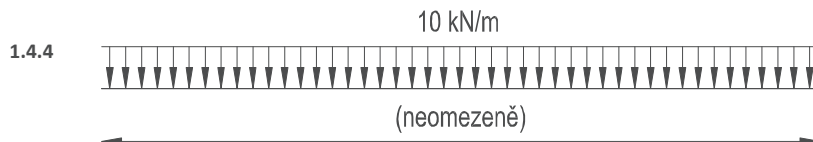
Pro výpočet nosné konstrukce mostu se neuvažuje. Uvažuje se pouze pro posouzení spodní stavby.

8.4.4. Nezatížený vlak

Svislé zatížení modelem "nezatížený vlak":

Pro výpočet nosné konstrukce mostu se neuvažuje, není rozhodující zatížení.

POZN: Je nutné použít model "nezatížený vlak" při zatížení větrem, protože může způsobit nestabilitu konstrukce.



Přítížení zemního tlaku zatížením "nezatížený vlak":

Pro výpočet nosné konstrukce mostu se neuvažuje. Neuvažuje se ani pro spodní stavbu, není rozhodující zatížení.

8.4.5. Vodorovné zatížení dopravou

8.4.5.1. Odstředivé síly

Odstředivé síly působí vodorovně ven z oblouku, ve výšce 1.8 m nad pojezdným povrchem (zvýšená hodnota se neuvažuje).

maximální návrhová rychlost v trati $V = 50$ km/hod
 ploměr směrového oblouku koleje $r = 9.E+99$ m

Neuplatní se.

8.4.5.2. Brzdné a rozjezdové síly

Rozjezdové a brzdné síly působí v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje.

Rozjezdová síla pro LM71, SW/0, SW/2 a HSLM:

přičiňující délka (uvažuje se rozpětí nosné konstrukce)

charakteristická hodnota rozjezdové síly

$L_{a,b} = 37.22$ m

$q_{lak} = \min(33 \text{ kN/m}; 1000 \text{ kN}/L_{a,b}) = 26.87$ kN/m

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Brzdná síla pro LM71, SW/0 a HSLM:

přičiňující délka (uvažuje se rozpětí nosné konstrukce)

$$L_{a,b} = 37.22 \text{ m}$$

charakteristická hodnota rozjezdové síly

$$q_{lak} = \min(20 \text{ kN/m}; 6000 \text{ kN}/L_{a,b}) = 20.00 \text{ kN/m}$$

Brzdná síla pro SW/2:

přičiňující délka (uvažuje se rozpětí nosné konstrukce)

$$L_{a,b} = 37.22 \text{ m}$$

charakteristická hodnota rozjezdové síly

$$q_{lak} = 35.00 \text{ kN/m}$$

Shrnutí (obousměrný provoz) - charakteristická hodnota rozjezdové a brzdné síly:

1.4.8.2b± Pro SW/2:

$$q_{lak} = 35.00 \text{ kN/m} = 1.303 \cdot q_{lak,LM71}$$

1.4.8.2a± Pro LM71 a "nezatížený vlak":

$$q_{lak,LM71} = 26.87 \text{ kN/m}$$

8.4.5.3. Boční ráz

Osamělá síla, působící vodorovně v úrovni temene kolejnice, kolmo na osu koleje.

1.4.8.3± charakteristická hodnota bočního rázu

$$Q_{sk} = 100.00 \text{ kN}$$

8.4.6. Aerodynamická zatížení od projíždějících vlaků

Neuvažuje se, není rozhodující zatížení.

8.4.7. Zatížení revizní lávky1.4.9 Zatížení údržbou se uvažuje 5.00 kN/m^2 **8.4.8. Užité zatížení drážní stezky**

Neuvažuje se, není rozhodující zatížení.

8.4.9. Zatížení na zábradlí

Neuvažuje se, není rozhodující zatížení.

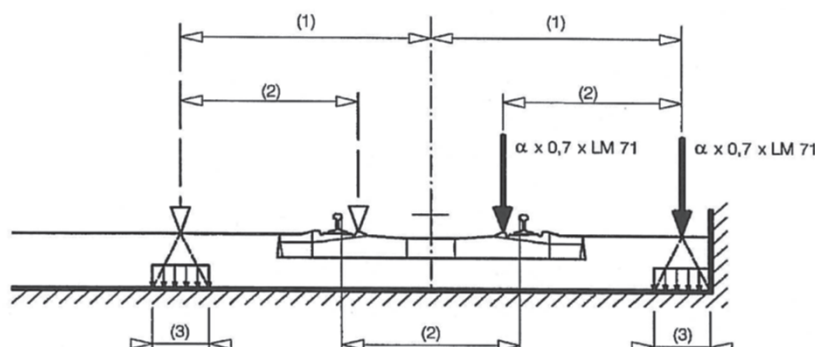
8.5. Mimořádná zatížení**8.5.1. Vykolejení vlaku na mostě**

Uvažuje se pouze pro stanovení mezní pevnosti nebo stability konstrukce jako celku, menší nosné prvky se nemusí na toto zatížení navrhovat. Pro návrhové situace I a II se mají jiná zatížení železniční dopravou zanedbat.

8.5.1.1. Návrhová situace I

Vykolejené vozidlo zůstává na mostě, zachycené v prostoru koleje.

Nesmí dojít k zřícení hlavní nosné konstrukce, místní poškození je povoleno.

1.5.1.1± Uvažují se osamělé síly Q_{A1d} a rovnoměrné zatížení q_{A1d} .

(1) maximálně 1.5-krát rozchod koleje (2) nebo méně, pokud je tam stěna

(3) pro mosty s kolejovým ložem působí osamělé síly na čtvercové ploše o straně (3) délky 450 mm, na horním povrchu NK

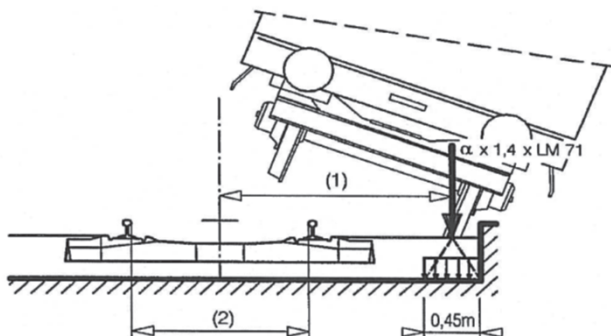
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

8.5.1.2. Návrhová situace II

Vykolejené vozidlo zůstává na mostě a zatěžuje pouze okraj nosné konstrukce.

Nesmí dojít k zřícení nebo převrácení hlavní nosné konstrukce.

1.5.1.2± Uvažuje se rovnoměrné zatížení $q_{A2d} = \alpha \cdot 1,4 \cdot LM71$ v maximální celkové délce 20 m.



(1) zatížení působí na okraji konstrukce

8.5.2. Náraz do konstrukce spodní stavby

Pro opěry se neuvažuje, není rozhodující zatížení.

Pro pilíř se neuvažuje. Jedná se o most v intravilánu, na směrově rozdělené komunikaci, pilíř je masivní hluboce zapuštěný v zemi a chráněný betonovými svodidly.

8.6. Zatížení pro posouzení únavy

viz 8.4.2. Pro statickou analýzu se uvažuje model LM71, s redukcí dynamického součinitele.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

9. Kombinace

9.1. Sestavy zatížení

- jednokolejný most
- dvě prostá pole - zatížení modelem SW0 neuvažují
- uvažuje se model zatížení SW/2
- zatížení větrem se nemusí kombinovat se setavami gr13, gr23, gr16, gr17, gr26, gr27 a SW/2 - uvažuje se na stranu bezpečnou
- zatížení větrem se nemusí kombinovat s mimořádným zatížením

| Sestavy zatížení | | | Svislé síly | | | Vodorovné síly | | |
|----------------------|---------|-------------------|------------------|------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Zatížený h kolejí | Sestava | Zatížená kolej | LM71 (SW/0) | SW/2 | nezatížen ý vlak | Rozjezd a brždění | Odstřediv é síly | Boční ráz |
| 1 | gr11 | T1 | 1 | | | 1 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| 1 | gr12 | T1 | 1 | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ |
| 1 | gr13 | T1 | 1 ⁽⁴⁾ | | | 1 | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| 1 | gr14 | T1 | 1 ⁽⁴⁾ | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 | 1 |
| 1 | gr15 | T1 | | | 1 | | 1 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ |
| 1 | gr16 | T1 | | 1 | | 1 | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| 1 | gr17 | T1 | | 1 | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 | 1 |
| 2 | gr21 | T1 | 1 | | | 1 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| | | T2 | 1 | | | 1 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| 2 | gr22 | T1 | 1 | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ |
| | | T2 | 1 | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ | 1 ⁽⁵⁾ |
| 2 | gr23 | T1 | 1 ⁽⁴⁾ | | | 1 | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| | | T2 | 1 ⁽⁴⁾ | | | 1 | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| 2 | gr24 | T1 | 1 ⁽⁴⁾ | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 | 1 |
| | | T2 | 1 ⁽⁴⁾ | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 | 1 |
| 2 | gr26 | T1 | | 1 | | 1 | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| | | T2 | 1 | | | 1 | 0.5 ⁽⁵⁾ | 0.5 ⁽⁵⁾ |
| 2 | gr27 | T1 | | 1 | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 | 1 |
| | | T2 | 1 | | | 0.5 ⁽⁵⁾ | 1 | 1 |
| 3 | gr31 | Ti | 0.75 | | | 0.75 ⁽⁵⁾ | 0.75 ⁽⁵⁾ | 0.75 ⁽⁵⁾ |

(4) při příznivém účinku se může redukovat na 0.5 nebo 0

(5) při příznivém účinku se musí uvažovat 0

Dominantní zatížení

9.2. Součinitelé zatížení a kombinace

Stálé zatížení:

$$Y_{Q,sup} = 1.35 \text{ (pro EQU 1.05)}$$

$$Y_{Q,inf} = 1.00 \text{ (pro EQU 0.95)}$$

Staveništní zatížení:

$$Y_Q = 1.50$$

$$\psi_0 = 1.00$$

LM71:

$$Y_Q = 1.45$$

$$\psi_0 = 0.80$$

$$\alpha = 1.21$$

$$\alpha_t = 1.00 \text{ (únava a zatížitelnost)}$$

$$\varphi_3 = \text{dle části}$$

$$\varphi_2 = \text{dle části (únava)}$$

Odstředivé síly:

$$Y_Q = \text{dle zat}$$

$$\psi_0 = \text{dle zat}$$

$$\alpha = \text{pro LM71 a SW/0}$$

Brzdové a rozjezdové síly:

$$Y_Q = \text{dle zat}$$

$$\psi_0 = \text{dle zat}$$

$$\alpha = \text{pro LM71 a SW/0}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | |
|--------------|------------------------------------|------------------|-----------|--------------|-----------------|
| Teplota: | | SW/2: | | Boční ráz: | |
| $\gamma_Q =$ | 1.50 | $\gamma_Q =$ | 1.20 | $\gamma_Q =$ | dle zat |
| $\gamma_Q =$ | 1.00 (komb. odezva mostu a koleje) | $\psi_0 =$ | 0.80 | $\psi_0 =$ | dle zat |
| $\psi_0 =$ | 0.60 | $\varphi_3 =$ | dle části | $\alpha =$ | pro LM71 a SW/0 |
| $\psi_2 =$ | 0.50 | Nezatížený vlak: | | | |
| Vitr: | | $\gamma_Q =$ | 1.45 | | |
| $\gamma_Q =$ | 1.50 | $\psi_0 =$ | 0.80 | | |
| $\psi_0 =$ | 0.75 | | | | |

POZN k bezstykové koleji: Pro výpočet účinků zatížení v nosné konstrukci se uvažuje $\psi_0 = \text{prom.}$, pro výpočet namáhání kolejnic se $\psi_0 = 1$.

9.3. Kombinace dle návrhových situací
Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti (MSÚ):

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace (STR a GEO):

$$\sum(\gamma_{G,j} * G_{k,j}) + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum(\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * G_{k,i})$$

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace (MSÚ):

$$\sum(G_{k,j}) + A_d + (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) * Q_{k,1} + \sum(\psi_{2,i} * G_{k,i}) \quad \text{kde} \quad A_d = \text{mimořádné zatížení}$$

POZN: Kombinace zatížení pro seizmické návrhové situace se neuvažuje.

Kombinace zatížení pro mezní stav použitelnosti (MSP):

Charakteristická kombinace:

$$\sum(G_{k,j}) + Q_{k,1} + \sum(\psi_{0,i} * G_{k,i})$$

Kvazistálá kombinace:

$$\sum(G_{k,j}) + \sum(\psi_{2,i} * G_{k,i})$$

| Kombinace pro návrhové situace | | Stálá zatížení G_d | | Mimořádné zatížení A_d | Proměnná zatížení Q_d | |
|--------------------------------|------------------|---|---|--------------------------|---|---|
| | | nepříznivá | příznivá | | hlavní | vedlejší |
| MSÚ | trvalá a dočasná | $\sum(\gamma_{G,j,\text{sup}} * G_{k,j})$ | $\sum(\gamma_{G,j,\text{inf}} * G_{k,j})$ | | $\gamma_{Q,1} * Q_{k,1}$ | $\sum(\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * G_{k,i})$ |
| | mimořádná | $\sum(G_{k,j})$ | | A_d | $(\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) * Q_{k,1}$ | $\sum(\psi_{2,i} * G_{k,i})$ |
| MSP | charakteristická | $\sum(G_{k,j})$ | | | $Q_{k,1}$ | $\sum(\psi_{0,i} * G_{k,i})$ |
| | kvazistálá | $\sum(G_{k,j})$ | | | $\sum(\psi_{2,i} * G_{k,i})$ | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10. Posouzení průřezů

Shrnutí rozhodujících posudků spřažených průřezů:

| | | | |
|-------|----------------------------------|---------------|--------|
| 10.1. | Spřažený průřez NK - delší pole | $0.86 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.2. | Spřažený průřez NK - kratší pole | $0.81 \leq 1$ | vyhoví |

Shrnutí rozhodujících posudků ocelových průřezů:

| | | | |
|--------|--|---------------|--------|
| 10.1. | Ocelový nosník - montážní stav | $0.87 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.2. | Ocelový nosník - montážní stav | $0.45 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.3. | Podporový příčník - delší pole | $0.98 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.4. | Podporový příčník - kratší pole | $0.95 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.5. | Příčník v poli - delší pole | $0.21 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.6. | Příčník v poli - kratší pole | $0.43 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.7. | Diagonály v podpoře - delší pole (2x U 240) | $0.97 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.8. | Diagonály v podpoře - kratší pole (2x U 180) | $0.86 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.9. | Diagonály v poli - delší pole (UPE 160) | $0.70 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.10. | Diagonály v poli - kratší pole (UPE 160) | $0.93 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.11. | Montážní ztužení - delší pole (UPE 160) | $0.91 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.12. | Montážní ztužení - kratší pole (UPE 160) | $0.31 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.13. | Montážní zavětrování ($\phi 22$) | $0.86 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.14. | Nosníky revizní lávky nosné konstrukce | $0.69 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.15. | Konzolky revizní lávky opěr | $0.47 \leq 1$ | vyhoví |
| 10.16. | Nosníky revizní lávky opěr | $0.15 \leq 1$ | vyhoví |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1. Spřažený průřez NK - delší pole

Svařovaný "I" nosník se spřaženou betonovou deskou.

10.1.1 Materiály průřezu

10.1.1.1. Konstrukční ocel - hlavní nosné části

objemová hmotnost $\rho = 78.5 \text{ kN/m}^3$

Mechanické vlastnosti - uvažují se plechy tloušťky $\leq 40 \text{ mm}$:

| | | |
|--|--------------|-------------------------|
| pevnostní třída | | S355 N/NL |
| tl. plechu $\leq 40 \text{ mm}$ | mez kluzu | $f_y = 355 \text{ MPa}$ |
| | mez pevnosti | $f_u = 490 \text{ MPa}$ |
| tl. plechu $> 40 \text{ mm}$ | mez kluzu | $f_y = 335 \text{ MPa}$ |
| | mez pevnosti | $f_u = 470 \text{ MPa}$ |
| souč. zohledňující pevnostní třídu oceli | | $\eta = 1$ |

Deformační charakteristiky:

| | |
|---|--|
| modul pružnosti | $E_s = 210000 \text{ MPa}$ |
| poissonův součinitel | $\nu = 0.3$ |
| modul pružnosti ve smyku | $G = E/[2*(1+\nu)] = 80769 \text{ MPa}$ |
| | $\varepsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$ |
| součinitel teplotní délkové roztažnosti | $\alpha = 1.0E-05 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |

10.1.1.2. Beton spřažené desky

objemová hmotnost betonu v zatvrdlém stavu $\rho = 25.0 \text{ kN/m}^3$

objemová hmotnost betonu v montážním (tekutém) stavu $\rho = 26.0 \text{ kN/m}^3$

Mechanické vlastnosti:

| | |
|---|--|
| pevnostní třída | C 30/37 |
| charakteristická pevnost v tlaku | $f_{c,k} = 30 \text{ MPa}$ |
| průměrná pevnost v tlaku | $f_{cm} = 38 \text{ MPa}$ |
| průměrná pevnost v dostředném tahu | $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ |
| charakteristická pevnost v dostředném tahu | $f_{ctk0.05} = 2 \text{ MPa}$ |
| | $f_{ctk0.95} = 3.8 \text{ MPa}$ |
| součinitel pro dlouhodobé účinky z vlivu způsobu zatěžování | $\alpha_{cc} = 0.82$ |
| součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti | $\lambda = 0.8 \text{ pro } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ |
| | $\eta = 1 \text{ pro } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ |

Deformační charakteristiky:

| | |
|--|--|
| střední hodnota sečnového modulu pružnosti | $E_{cm} = 32836 \text{ MPa}$ |
| poissonův součinitel | $\nu = 0.2$ |
| modul pružnosti ve smyku | $G = E_{cm}/(2*(1+\nu)) = 13682$ |
| součinitel teplotní délkové roztažnosti | $\alpha = 1.0E-05 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| mezní poměrné stlačení betonu | $e_{cu2} = e_{cu3} = 3.5E-03 \text{ pro } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ |

10.1.1.3. Výztuž spřažené desky

objemová hmotnost $\rho = 78.5 \text{ kN/m}^3$

Mechanické vlastnosti:

| | |
|---|-----------------------------|
| pevnostní třída | B 500B |
| charakteristická pevnost v tlaku a v tahu | $f_{y,k} = 500 \text{ MPa}$ |

Deformační charakteristiky:

| | |
|-----------------|----------------------------|
| modul pružnosti | $E_s = 200000 \text{ MPa}$ |
|-----------------|----------------------------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.1. Spřahovací prvky

Uvažuje se spřažení trny ϕ 22 mm (16 mm $\leq D \leq 25$ mm)

| | | | |
|-----------------|-----------------------|---------|----------------------------|
| pevnostní třída | S235J2+C450 (St37-3K) | | |
| mez kluzu | $f_y =$ | 350 MPa | |
| mez pevnosti | $f_u =$ | 450 MPa | $\leq f_{u,max} = 500$ MPa |

10.1.1. Šrouby

Pro třecí spoje se uvažují šrouby tvaru A podle ČSN 02 1101.

| | |
|-----------------|---------------------|
| pevnostní třída | 10.9 |
| mez kluzu | $f_{yb} = 900$ MPa |
| mez pevnosti | $f_{ub} = 1000$ MPa |

10.1.1. Součinitele bezpečnosti materiálu:

| | |
|--|--------------------------------------|
| Dílčí součinitel betonářské oceli | |
| - pro základní kombinace (trvalé a dočasné) | $\gamma_s = 1.15$ |
| - pro mimořádné kombinace | $\gamma_s = 1.00$ |
| Dílčí součinitel betonu | |
| - pro základní kombinace (trvalé a dočasné) | $\gamma_c = 1.50$ |
| - pro mimořádné kombinace | $\gamma_c = 1.20$ |
| Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů | |
| - únosnost prutu při nadměrném zplstizování včetně lokálního boulení | $\gamma_{M0} = 1.00$ |
| - únosnost prutu při posuzování stability | $\gamma_{M1} = 1.10$ |
| - únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu | $\gamma_{M2} = 1.25$ |
| Dílčí součinitele únosnost spojů | |
| - únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek | $\gamma_{M2} = 1.25$ |
| - odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C) | $\gamma_{M3} = 1.25$ |
| - odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M3,ser} = 1.10$ |
| - únosnost v otláčení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} = 1.10$ |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} = 1.10$ |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} = 1.00$ |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} = 1.10$ |
| Dílčí součinitele spřahovacích prostředků | |
| - pro trny s hlavou v plné desce a v obetonování | $\gamma_v = \gamma_{vs} = 1.25$ |
| - pro únavové posouzení trnů | $\gamma_{Mf} = \gamma_{Mf,s} = 1.00$ |

10.1.2 Reologické účinky a modul pružnosti v čase

Předpokládaný časový postup výstavby, uvažuje se od betonáže spřažené desky:

| | | | |
|------------|--|-----------|----------|
| I. Etapa | betonáž desky | 0 dní | |
| II. Etapa | vnesení zatížení do betonu (odbednění) | 21 dní | |
| III. Etapa | uvedení do provozu | 111 dní | (provoz) |
| IV. Etapa | konec životnosti | 36500 dní | (T100) |

Doba ošetřování betonu minimálně 3 dny.

10.1.2. Smršťování a dotvarování betonu

| | provoz | T100 | |
|----------------------------------|-------------|------|-----------|
| charakteristická pevnost v tlaku | $f_{ck} =$ | 30.0 | MPa |
| průměrná pevnost v tlaku | $f_{cm} =$ | 38 | MPa |
| | $f_{cm0} =$ | 10 | MPa |
| typ cementu | | N | (S, N, R) |
| koefficient dle typu cementu | $s =$ | 0.25 | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|--|---|-------|----------------|
| stáří betonu na konci ošetřování betonu | $t_s =$ | 3 | dny |
| stáří betonu v čase vnesení zatížení | $t_0 =$ | 21 | dny |
| stáří betonu v čase posouzení | $t =$ | 111 | 36500 dny |
| relativní vlhkost v okolního prostředí | $RH =$ | 80 | % |
| referenční relativní vlhkost v okolí | $RH_0 =$ | 100 | % |
| průřezová plocha betonu | $A_c =$ | 1.830 | m ² |
| obvod části průřezu vystavené vysycháním | $u =$ | 5.950 | m |
| střední hodnota sečnového modulu pružnosti | $E_{cm} =$ | 32836 | MPa |
| | $\beta_{cc}(t) = \exp(s * (1 - \sqrt{28/t})) =$ | 1.133 | 1.275 |
| | $f_{cm}(t) = f_{cm} * \beta_{cc}(t) =$ | 43.0 | 48.5 MPa |

součinitel dotvarování:

| | | | |
|---|--|---------|--------------------------------|
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0.7}$ "nebo" 1 pro $f_{cm} \leq 35$ je 1.0 = | 0.944 | 0.944 |
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0.2}$ "nebo" 1 pro $f_{cm} \leq 35$ je 1.0 = | 0.984 | 0.984 |
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0.5}$ "nebo" 1 pro $f_{cm} \leq 35$ je 1.0 = | 0.960 | 0.960 |
| součinitel dle na RH a h_0 | $\beta_H = 1.5 * (1 + (0.012 * RH)^{18}) h_0 + 250 * \alpha_3 =$ | 1439.57 | $1439.57 \leq 1500 * \alpha_3$ |
| mocnitel vystihující vliv druhu cementu | $\alpha =$ | 0 | 0 |
| součinitel časového průběhu dotvarování po zatížení | $\beta_c(t, t_0) = ((t - t_0) / (\beta_H + t - t_0))^3 =$ | 0.427 | 0.988 |
| součinitel vlivu stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení | $\beta(t_0) = 1 / (0.1 + t_0^{0.2}) =$ | 0.516 | 0.516 |
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\beta(f_{cm}) = 16.8 / \sqrt{f_{cm}} =$ | 2.725 | 2.725 |
| součinitel vlivu RH | $\phi_{RH} = (1 + (1 - RH/100) * \alpha_1) / (0.1 * \sqrt[3]{h_0}) * \alpha_2 =$ | 1.267 | 1.267 |
| základní součinitel dotvarování | $\phi_0 = \phi_{RH} * \beta(f_{cm}) * \beta(t_0) =$ | 1.781 | 1.781 |
| součinitel lin. dotvarování | $\varphi_t = \phi(t, t_0) = \phi_0 * \beta_c(t, t_0) =$ | 0.761 | 1.760 |

autogenní smršťování:

| | | | |
|----------------------------|--|----------|----------|
| | $\epsilon_{ca\infty} = 2.5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} =$ | -5.0E-05 | -5.0E-05 |
| | $\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2 * \sqrt{t}) =$ | 0.878 | 1.000 |
| poměrné autogenní smrštění | $\epsilon_{ca}(t) = \epsilon_{ca\infty} * \beta_{as}(t) =$ | -4.4E-05 | -5.0E-05 |

smršťování od vysychání:

| | | | |
|-------------------------------|---|----------|----------|
| náhradní rozměr průřezu | $h_0 = 2 * A_c / u =$ | 0.615 | 0.615 m |
| | $\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / ((t - t_s) + 0.04 * \sqrt[3]{h_0}) =$ | 0.150 | 0.984 |
| součinitel dle náhradní výšky | $k_h =$ | 0.700 | 0.700 |
| součinitel dle typu cementu | $\alpha_{ds1} =$ | 4.000 | 4.000 |
| součinitel dle typu cementu | $\alpha_{ds2} =$ | 0.120 | 0.120 |
| | $\beta_{RH} = 1.55 * (1 - (RH/RH_0)^3) =$ | 0.756 | 0.756 |
| | $\epsilon_{cd,0} = 0.85 * ((220 + 110 * \alpha_{ds1}) * \exp(-\alpha_{ds2} * \sqrt[3]{f_{cm}/f_{cm0}})) * 10^{-6} * \beta_{RH} =$ | -2.7E-04 | -2.7E-04 |
| | $\epsilon_{cd}(t) = \epsilon_{cd,0} * \beta_{ds}(t) * k_h =$ | -2.8E-05 | -1.9E-04 |

smršťování celkem:

| | | | |
|---|---|----------|-----------|
| celkové smrštění | $\epsilon_{cs} = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} =$ | -7.2E-05 | -2.4E-04 |
| | $\psi_{L,smršt} =$ | 0.550 | |
| modul pružnosti spřažené desky pro účinky dotvarování | $E_{c,smršt} = E_{cm} / (1 + \psi_{L,smršt} * \varphi_t) =$ | 23145 | 16683 MPa |

dotvarování celkem:

| | | | |
|--|---|----------|-----------|
| napětí v desce od smršťování | $\sigma_{c,smršt} = E_{c,smršt} * \epsilon_{cs} =$ | -1.67 | -3.92 MPa |
| přibližné napětí v desce od ostatních stálých zatížení (ručním výpočtem) | $\sigma_{c,ost} =$ | -4.11 | -3.57 MPa |
| | $\psi_{L,dotv} =$ | 1.100 | |
| modul pružnosti spřažené desky pro účinky dotvarování | $E_{c,dotv} = E_{cm} / (1 + \psi_{L,dotv} * \varphi_t) =$ | 17870 | 11182 MPa |
| | $\epsilon_{cc}(t, t_0) = \phi(t, t_0) * ((\sigma_{c,smršt} + \sigma_{c,ost}) / E_{c,dotv}) =$ | -2.5E-04 | -1.2E-03 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.2. Modul pružnosti

modul pružnosti ocelového průřezu

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

modul pružnosti betonového průřezu

- krátkodobé účinky zatížení a teplota

$$E_{c,kr} = E_{cm} = 32836 \text{ MPa}$$

- dotvarování

- provoz

$$E_{c,\dot{t}(t_p)} = 17870 \text{ MPa}$$

- konec životnosti

$$E_{c,\dot{t}(t_{100})} = 11182 \text{ MPa}$$

- smršťování

- provoz

$$E_{c,smr}(t_p) = 23145 \text{ MPa}$$

- konec životnosti

$$E_{c,smr}(t_{100}) = 16683 \text{ MPa}$$

Montážní stadium:

Působí jen ocelový průřez, bez sprážené desky, tj. pro montážní zatížení.

pracovní součinitel

$$\eta_{mont} = 0$$

Stadium dlouhodobého zatížení:

Vliv dotvarování, tj. pro stálá a dlouhodobá nahodilá zatížení.

pracovní součinitel - v čase uvedení do provozu

$$\eta_{\dot{t}(t_p)} = E_s/E_{c,\dot{t}(t_p)} = 11.75$$

- v čase konce životnosti

$$\eta_{\dot{t}(t_{100})} = E_s/E_{c,\dot{t}(t_{100})} = 18.78$$

Smršťování betonu:

Vliv smršťování.

pracovní součinitel - v čase uvedení do provozu

$$\eta_{smr}(t_p) = E_s/E_{c,smr}(t_p) = 9.07$$

- v čase konce životnosti

$$\eta_{smr}(t_{100}) = E_s/E_{c,smr}(t_{100}) = 12.59$$

Stadium krátkodobého zatížení:

Krátkodobá nahodilá zatížení, včetně zatížení teplotou.

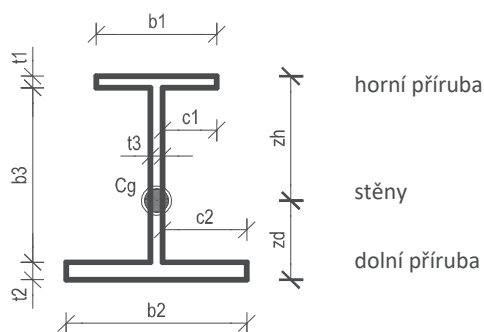
pracovní součinitel

$$\eta_{kr} = E_s/E_{c,kr} = 6.40$$

10.1.3 Rozměry průřezu

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

2.0 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený |
|---------|-------|----------|
| $t_1 =$ | 0.030 | 0.028 |
| $b_1 =$ | 0.440 | 0.438 |
| $c_1 =$ | 0.210 | 0.210 |
| $t_3 =$ | 0.020 | 0.018 |
| $b_3 =$ | 2.440 | 2.440 |
| $t_2 =$ | 0.060 | 0.058 |
| $b_2 =$ | 0.920 | 0.918 |
| $c_2 =$ | 0.450 | 0.450 |

Poloha těžiště - ocel:

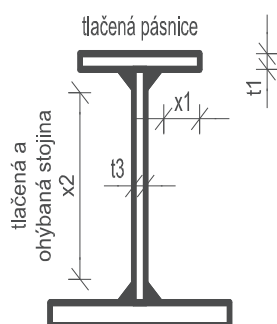
$$I_{y_p} I = 0.459 \text{ m}$$

$$I_{y_l} I = 0.459 \text{ m}$$

$$I_{z_H} I = 1.717 \text{ m}$$

$$I_{z_D} I = 0.809 \text{ m}$$

10.1.3. Klasifikace ocelového průřezu

Odhad tloušťky krčních svarů:

(do tl. plechu 10 mm - 3 mm; 11 až 20 - 4; 21 až 30 - 5; nad 31 - 6)

horní pásnice

$$a_{w,h} = 5 \text{ mm}$$

dolní pásnice

$$a_{w,d} = 6 \text{ mm}$$

Stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka stěny

$$t = t_3 = 0.018 \text{ m}$$

světla výška mezi pásnicemi

$$b_3 = 2.440 \text{ m}$$

$$c = x_2 = b_3 - a_{w,h} - a_{w,d} = 2.429 \text{ m}$$

$$c/t = 134.9$$

odhad délky tlačené části

$$\alpha = (I_{z_H} I - t_1)/b_3 = 0.692 \text{ pouze pro tlak+ohyb}$$

odhad namáhání tažené části

$$\Psi = \sigma_2/\sigma_1 \approx -(I_{z_D} I - t_2)/(I_{z_H} I - t_1) = -0.444 < 0$$

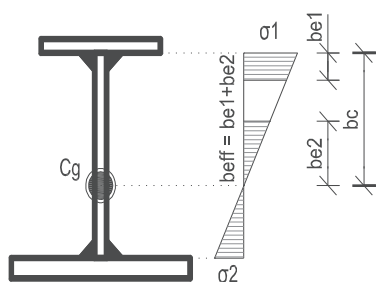
součinitel kritického napětí

$$k_\sigma = 12.535 \text{ pouze pro tlak+ohyb}$$

$$\lambda_p = \sqrt{f_y/\sigma_{cr}} = (x_2/t)/(28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) = 1.650$$

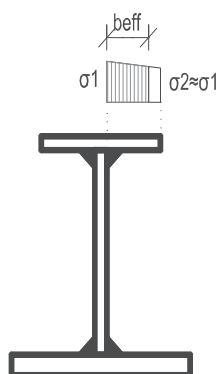
$$\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \Psi))/\lambda_p^2 = 0.555 \leq 1.0$$

Statický výpočet



Třída průřezu 4
Třída průřezu 4
Třída průřezu 4

$$\begin{aligned} b_{\text{eff}} &= \rho^* b_c = \rho^* (l_{zH} - t_1) = 0.937 \text{ m} \\ b_{e1} &= 0.4 * b_{\text{eff}} = 0.375 \text{ m} \\ b_{e2} &= 0.6 * b_{\text{eff}} = 0.562 \text{ m} \end{aligned}$$



| | | |
|-----------------------------------|--|---------|
| tloušťka horní pásnice | $t = t_1 =$ | 0.028 m |
| přečnickující část pásnice vpravo | $c_1 =$ | 0.210 m |
| přečnickující část pásnice vlevo | $b_1 - t_3 - c_1 =$ | 0.210 m |
| | $c = x_1 = \max(c_1, b_1 - t_3 - c_1) - a_{w,h} =$ | 0.205 m |
| | $c/t =$ | 7.3 |

| | | |
|--|--------------|---------------------------|
| odhad délky tlačené části | $\alpha =$ | 1 pouze pro tlak+ohyb |
| odhad namáhání tlačené části ($\sigma_1=\sigma_2$) | $\Psi =$ | 1 pouze pro tlak+ohyb |
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 0.431 pouze pro tlak+ohyb |

$$\lambda_p = v(f_y/\sigma_{cr}) = (x_1/t)/(28.4*\epsilon*vk_g) = 0.482$$

$$\rho = (\lambda_p - 0.188)/\lambda_p^2 = 1.000 \leq 1.0$$

| | | |
|----------------------------------|--|---------|
| přechýlující část pásnice vpravo | $b_{\text{eff}} = \rho^* c = \rho^* c_1 =$ | 0.210 m |
| přechýlující část pásnice vlevo | $b_{\text{eff}} = \rho^* c = \rho^* (b_1 - t_3 - c_1) =$ | 0.210 m |

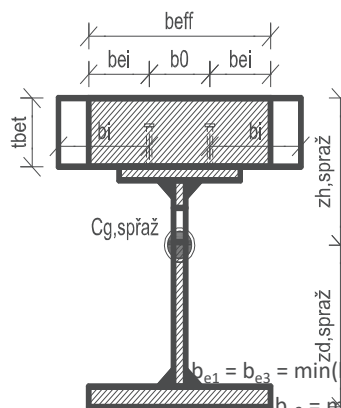
bez oslabení pásnic

Třída průřezu 1
Třída průřezu 1

idealizovaná tloušťka desky
rozpětí mostu

- vzdálenost ocelových nosníků od okraje průřezu
- vzdálenost ocelových nosníků
- polovina vzdálenosti nosníků
- vzdálenost mezi body nulového momentu
- vzdálenost mezi osami vnějších spřáhovacích prvků
- účinná šířka betonové pásnice krajních částí desky
- účinná šířka betonové pásnice mezi nosníky
- efektivní šířka v poli

efektivní šířka v podpoře



$t_{bet} = 0.310 \text{ m}$

$L = 34.560 \text{ m}$

$b_1 = b_3 = 1.630 \text{ m}$

$2b_2 = 2.500 \text{ m}$

$b_2 = 1.250 \text{ m}$

$L_e = L = 34.560 \text{ m}$

$b_0 = 0.300 \text{ m}$

$b_{e1} = b_{e3} = \min(b_1 - b_3; L_e/8) = 1.630 \text{ m}$

$b_{e2} = \min(b_2; L_e/8) = 1.250 \text{ m}$

$b_{eff} = b_0 + b_{e1(3)} + b_{e2} = 3.180 \text{ m}$

$\beta_{1(3)} = (0.55 + 0.025 * L_e / b_{e1(3)}) = 1.000 \leq 1.0$

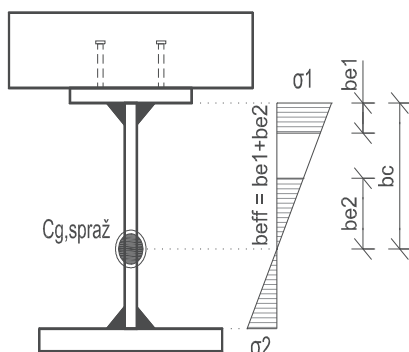
$\beta_2 = (0.55 + 0.025 * L_e / b_{e2}) = 1.000 \leq 1.0$

$b_{eff} = b_0 + \beta_{1(3)} * b_{e1(3)} + \beta_2 * b_{e2} = 3.180 \text{ m}$

nedojde ke smykovému ochabnutí desky

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.3. Klasifikace spráženého průřezu



Poloha těžiště - spráž:

| | $n_{\text{dot}}(t_p)$ | $n_{\text{dot}}(t_{100})$ | $n_{\text{smr}}(t_p)$ | $n_{\text{smr}}(t_{100})$ | n_{kr} |
|------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| $l_{zH} =$ | 1.2149 | 1.42042 | 1.09456 | 1.24637 | 0.93239 |
| $l_{zD} =$ | 1.621 | 1.416 | 1.741 | 1.590 | 1.904 |

Odhad tloušťky krčních svarů:

(do tl. plechu 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

horní pásnice

 $a_{w,h} = 3$ mm

dolní pásnice

 $a_{w,d} = 3$ mm

Stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka stěny

 $t = t_3 = 0.018$ m

světlá výška mezi pásnicemi

 $b_3 = 2.440$ m $c = x_2 = b_3 - a_{w,h} - a_{w,d} = 2.434$ m $c/t = 135.2$

odhad délky tlačené části

 $\alpha = (l_{zH} l - t_{bet} - t_1) / b_3 = 0.359$ 0.44361 0.31007 0.37228 0.2436 tlak+ohyb

odhad namáhání tažené části

 $\Psi = \sigma_2 / \sigma_1 \approx -(l_{zD} l - t_2) / (l_{zH} l - t_{bet} - t_1) = -1.783$ -1.2542 -2.2251 -1.6861 -3.1051 < 0

součinitel kritického napětí

 $k_\sigma = 46.300$ 30.387 62.200 43.148 100.773 tlak+ohyb $\lambda_p = \sqrt{f_y / \sigma_{cr}} = (x_2 / t) / (28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) = 0.860$ 1.06161 0.74202 0.89091 0.58296 $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \Psi)) / \lambda_p^2 = 1.000$ 0.857 1.000 1.000 1.000 ≤ 1.0 $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (l_{zH} l - t_{bet} - t_1) = 0.877$ 0.92738 0.75656 0.90837 0.59439 m $b_{e1} = 0.4 \cdot b_{eff} = 0.351$ 0.371 0.303 0.363 0.238 m $b_{e2} = 0.6 \cdot b_{eff} = 0.526$ 0.556 0.454 0.545 0.357 m

stojna bez oslabení oslabená bez oslabení bez oslabení bez oslabení

tlak+ohyb

Třída průřezu

3

4

3

3

2

Změň za

Obetonovaná přečnávající část horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

Budou dodrženy vzdálenosti sřahovacích trnů, aby vyhovělo zatřídění průřezu

do třídy průřezu 1 nebo 2 nebo třídy 3 pro široké pásnice.

10.1.3. Podélná výztuha

Zadání výztuhy:

tloušťka plechu výztuhy

uvažuje se podélná výztuha ANO(L;P;LP)/NE

vzdálenost od horní pásnice

délka plechu výztuhy

| | plný | oslabený |
|---------|-------|----------|
| $t_v =$ | 0.020 | 0.018 |
| | P | |
| $h_v =$ | 1.200 | m |
| $b_v =$ | 0.180 | m |

Vzdálenosti příčných výztuh:

osová vzdálenost krajní a vnitřní výztuhy

 $a = 1.905$ m

osová vzdálenost vnitřních výztuh

 $a = 3.000$ m

Ověření proti zkoucení podélné výztuhy:

polární moment setrvačnosti výztuhy k okraji připojenému ke stěně

 $I_p = I_y + I_z = 3.5E-05$ m⁴

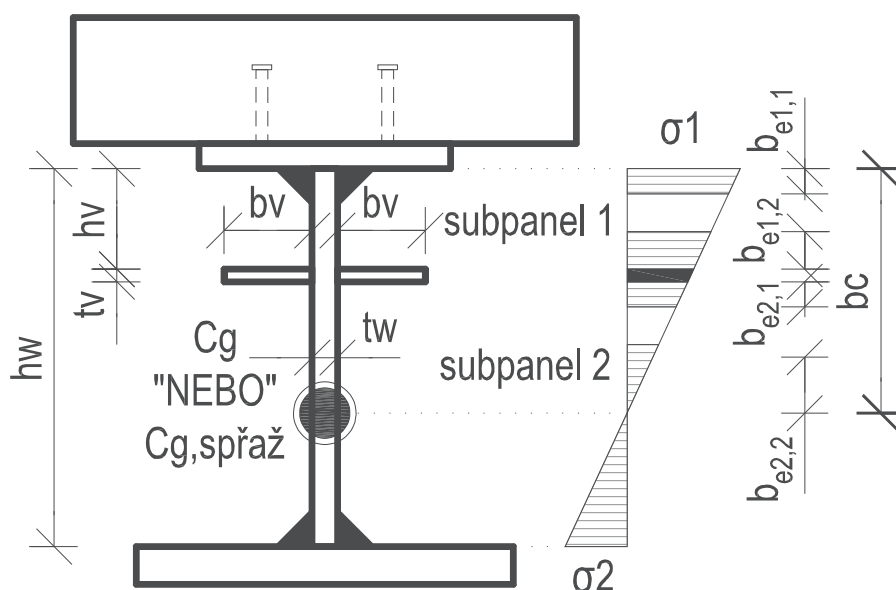
St. Veantův moment v prostém kroucení pro samotnou výztuhy

 $I_t = 3.5E-07$ m⁴

podmínka spolehlivosti

 $I_t / I_p = 0.010 \geq 5.3 \cdot f_y / E = 0.009$ je splněno

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040



Poloha výztuhy s ohledem na těžiště průřezu (uvažuje se průřez bez oslabení):

| | ocel | spřaž | | | | |
|---------------------------|-------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------|
| | | $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | $n_{smr}(t_p)$ | $n_{smr}(t_{100})$ | n_{kr} |
| | | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| $l_{zH} =$ | 1.717 | 1.215 | 1.420 | 1.095 | 1.246 | 0.932 |
| $l_{zD} =$ | 0.809 | 1.621 | 1.416 | 1.741 | 1.590 | 1.904 |
| výztuha v tlačené oblasti | ANO | NE | NE | NE | NE | NE |

Zatřídění průřezu stěny (tloušťka svarů zanedbána):

Výztuha - stěna při namáhání tlakem

odhad délky tlačené části

odhad namáhání tlačené části ($\sigma_1 = \sigma_2$)

| | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| $c/t =$ | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| $\alpha =$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $\Psi =$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| třída průřezu | 3 | tah | 3 | tah | 3 | tah |

Subpanel 1 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| tloušťka stěny | $t_w = t_3 =$ | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | m |
| světla výška mezi horní pásnicí a výztuhou | $h_v =$ | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | m |
| | $c = h_v =$ | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | m |
| | $c/t =$ | 66.7 | 66.7 | 66.7 | 66.7 | 66.7 | |
| odhad délky tlačené části | $\alpha = (l_{zH} l_{t_{bet}} - t_1) / b_3 =$ | 1.000 | 0.731 | 0.902 | 0.630 | 0.757 | 0.495 tlak+ohyb |
| | $\Psi = \sigma_2 / \sigma_1 \approx \pm (l_{zH} l_{t_{bet}} - t_1 - h_v) / (l_{zH} l_{t_{bet}} - t_1) =$ | 0.3 | -0.4 | -0.1 | -0.6 | -0.3 | -1.0 |
| třída průřezu | | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 |

Subpanel 2 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| tloušťka stěny | $t_w = t_3 =$ | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | m |
| světla výška mezi dolní pásnicí a výztuhou | $h_w - t_v - h_v =$ | 1.222 | 1.222 | 1.222 | 1.222 | 1.222 | m |
| | $c = h_w - t_v - h_v =$ | 1.222 | 1.222 | 1.222 | 1.222 | 1.222 | m |
| | $c/t =$ | 67.9 | 67.9 | 67.9 | 67.9 | 67.9 | |
| odhad délky tlačené části | $\alpha = (l_{zH} l_{t_{bet}} - t_1 - h_v - t_v) / b_3 =$ | 0.386 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 tlak+ohyb |
| | $\Psi = \sigma_2 / \sigma_1 \approx \pm (l_{zH} l_{t_{bet}} - t_1 - h_w) / (l_{zH} l_{t_{bet}} - t_1 - h_v - t_v) =$ | -1.6 | 4.6 | 10.0 | 3.6 | 4.9 | 3.0 |
| třída průřezu | | 3 | tah | tah | tah | tah | tah |

Účinná výška stojiny a šířka výztuhy:

Subpanel 1 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 6.1 | 11.5 | 8.6 | 14.9 | 10.8 | 24.4 tlak+ohyb |
| | $\lambda_p = \sqrt{f_y / \sigma_{cr}} = (c/t) / (28.4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}) =$ | 1.166 | 0.852 | 0.983 | 0.749 | 0.876 | 0.584 |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 =$ | 0.724 | 0.974 | 0.852 | 1.000 | 0.949 | 1.000 ≤ 1.0 |
| $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (I_{zH} - t_{bet} - t_1) =$ | 0.869 | 0.854 | 0.923 | 0.757 | 0.862 | 0.594 m |
| $b_{e1.1} = 2 \cdot b_{eff} / (5 - \psi)$ "nebo" $0.4 \cdot b_{eff} =$ | 0.369 | 0.342 | 0.369 | 0.303 | 0.345 | 0.238 m |
| $b_{e1.2} = b_{eff} - b_{e1.1} =$ | 0.500 | 0.512 | 0.554 | 0.454 | 0.517 | 0.357 m |
| oslabená stojina subpanelu | ANO | ANO | ANO | NE | ANO | NE m |

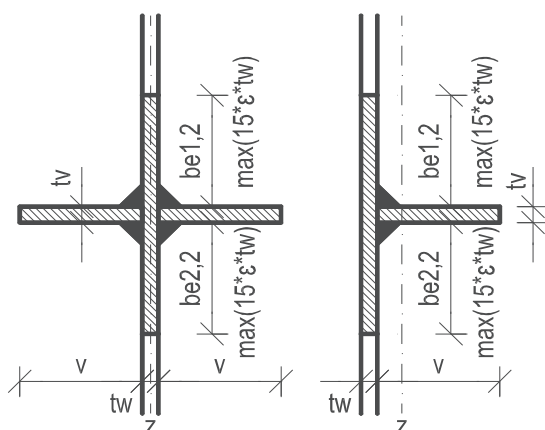
Subpanel 2 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|---|--------------|-----------|-----|-----|-----|-----|------------|
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 40.2 tah | tah | tah | tah | tah | tlak+ohyb |
| $\lambda_p = v(f_y / \sigma_{cr}) = (c/t) / (28.4 \cdot \epsilon \cdot v k_\sigma) =$ | | 0.463 tah | tah | tah | tah | tah | |
| $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 =$ | | 1.000 tah | tah | tah | tah | tah | ≤ 1.0 |
| $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (I_{zH} - t_{bet} - t_1 - t_v - h_v) =$ | | 0.471 tah | tah | tah | tah | tah | m |
| $b_{e2.1} = 2 \cdot b_{eff} / (5 - \psi)$ "nebo" $0.4 \cdot b_{eff} =$ | | 0.189 tah | tah | tah | tah | tah | m |
| $b_{e2.2} = b_{eff} - b_{e2.1} =$ | | 0.283 tah | tah | tah | tah | tah | m |
| oslabená stojina subpanelu | | NE | tah | tah | tah | tah | tah m |

Výztuha - stěna při namáhání tlakem

| | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 0.431 tah | tah | tah | tah | tah | |
| $\lambda_p = v(f_y / \sigma_{cr}) = (x_1/t) / (28.4 \cdot \epsilon \cdot v k_\sigma) =$ | | 0.659 tah | tah | tah | tah | tah | |
| $\rho = (\lambda_p - 0.188) / \lambda_p^2 =$ | | 1.000 tah | tah | tah | tah | tah | |
| výztuha | $b_{eff} = \rho \cdot c = \rho \cdot c_1 =$ | 0.180 tah | tah | tah | tah | tah | |
| oslabená výztuha | | NE | tah | tah | tah | tah | tah |

Součinitel celkového boulení:



| ocel | spřaž | | | | |
|------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------|
| | $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | $n_{smr}(t_p)$ | $n_{smr}(t_{100})$ | n_{kr} |
| | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| $t_w =$ | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 m |
| $t_v =$ | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 m |
| $b_{v,eff} =$ | 0.180 tah | tah | tah | tah | tah m |
| $b_{e1.2,eff} =$ | 0.21968 | 0.21968 | 0.21968 | 0.21968 | 0.21968 m |
| $b_{e2.2,eff} =$ | 0.21968 | 0.21968 | 0.21968 | 0.21968 | 0.21968 m |

Fiktivní prut - plný průřez:

těžiště výztuhy od osy stěny nosníku

| | | | | | | |
|--|------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|
| $z_{sl} =$ | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.028 m |
| $b_1 =$ | 1.209 | 1.209 | 1.209 | 1.209 | 1.209 | 1.209 m |
| $b_2 =$ | 1.231 | 1.231 | 1.231 | 1.231 | 1.231 | 1.231 m |
| $b =$ | 2.440 | 2.440 | 2.440 | 2.440 | 2.440 | 2.440 m |
| plocha | $A_{sl,1} =$ | 0.027 | 0.022 | 0.023 | 0.021 | 0.022 m ² |
| plocha efektivní | $A_{sl,1,eff} =$ | 0.011 | 0.022 | 0.023 | 0.021 | 0.022 m ² |
| moment setrvačnosti ke svislé ose | $I_{sl,1} =$ | 4.4E-05 | 4.2E-05 | 4.3E-05 | 4.1E-05 | 4.2E-05 |
| moment setrvačnosti ke svislé ose eff. | $I_{sl,1,eff} =$ | 3.2E-05 | 4.2E-05 | 4.3E-05 | 4.1E-05 | 4.2E-05 m ⁴ |

Stěnové chování:

| | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|
| vzpěrná délka výztuhy | $a_c = 4.33 \cdot \sqrt{(I_{sl} \cdot b_1^2 \cdot b_2^2) / (t^3 \cdot b)} =$ | 7.001 tah | tah | tah | tah | tah | m |
| pružné kritické napětí výztuhy | - u podpory | $\sigma_{cr,sl} =$ | 689.6 tah | tah | tah | tah | MPa |
| | - v poli | $\sigma_{cr,sl} =$ | 394.3 tah | tah | tah | tah | MPa |
| | - do výpočtu | $\sigma_{cr,sl,min} =$ | 394.3 tah | tah | tah | tah | MPa |
| pružné kritické napětí stěny | $\sigma_{cr,p} = b_c / b_{sl} \cdot \sigma_{cr,sl,min} =$ | 1413.2 tah | tah | tah | tah | tah | MPa |

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| celá plocha tlačené zóny vyztužené stěny | $A_c =$ | 0.025 | tah | tah | tah | tah | tah | m ² |
| efektivní plocha tlačené zóny vyztužené stěny | $A_{c,loc,eff} =$ | 0.016 | tah | tah | tah | tah | tah | m ² |
| | $\beta_{A,c} =$ | 0.612 | tah | tah | tah | tah | tah | |
| poměrová štíhlost ekvivalentní stěny | $\lambda_p =$ | 0.392 | tah | tah | tah | tah | tah | |
| | $\rho_p = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 =$ | 1.000 | tah | tah | tah | tah | tah | ≤ 1.0 |

Prutové chování:

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------|-------|-----|------|-----|-----|-----|
| pružné krytické napětí výztuhy | - u podpory | $\sigma_{cr,c,sl} =$ | 946.3 | tah | tah | tah | tah | MPa |
| | - v poli | $\sigma_{cr,c,sl} =$ | 381.6 | tah | tah | tah | tah | MPa |
| | - do výpočtu | $\sigma_{cr,c,sl,min} =$ | 381.6 | tah | tah | tah | tah | MPa |
| | | $\beta_{A,c} =$ | 0.433 | tah | tah | tah | tah | |
| poměrová štíhlost ekvivalentní stěny | | $\lambda_c =$ | 0.635 | tah | tah | tah | tah | |
| poloměr setrvačnosti | | $i =$ | 0.041 | tah | tah | tah | tah | m |
| vzdálenost těžiště výztuhy | | $e =$ | 0.099 | tah | tah | tah | tah | m |
| pro výztuhy otevřeného průřezu platí | | $\alpha =$ | | | 0.49 | | | |
| | | $\alpha_e =$ | 0.709 | tah | tah | tah | tah | |
| | | $\phi =$ | 0.855 | tah | tah | tah | tah | |
| | | $\chi_c =$ | 0.700 | tah | tah | tah | tah | |

Interakce mezi stěnovým a prutovým chováním:

| | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| $\zeta =$ | 1.000 | tah | tah | tah | tah | tah | |
| $\rho_c = (\rho_p - \chi_c) \cdot \zeta \cdot (2 - \zeta) + \chi_c =$ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |

Přířezové charakteristiky výztuhy a oslabení stojiny, s vlivem boulení, pro výpočet charakteristik průřezu:

| | | | průřezové charakteristiky výtuhy a oslabení stojiny, s vlivem oslabení, pro výpočet charakteristik průřezu: | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|----------------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | ocel,eff | spřaž,eff | | | | |
| | | | n _{mont} | n _{dot} (t _p) | n _{dot} (t ₁₀₀) | n _{smr} (t _p) | n _{smr} (t ₁₀₀) | n _{kr} |
| | | | 0 | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| Plocha | - výtuhy | A _{sl} = | 0.0160 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0032 m ² |
| | - oslabení stojiny | A _{osl} = | -0.0187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 m ² |
| Stat. moment k horním hraně průřezu | - výtuhy | S _{y,sl} = | 0.0178 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 m ³ |
| | - oslabení stojiny | S _{y,osl} = | -0.0171 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 m ³ |
| Monet setrvačnosti k ose "y" | - výtuhy | I _{y,sl} = | 0.0074 | 0.0003 | 0.0000 | 0.0006 | 0.0003 | 0.0012 m ⁴ |
| | - oslabení stojiny | I _{y,osl} = | -0.0152 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 m ⁴ |

POZN: Tuhost v příčném směru průřezu, k ose "z", se uvažuje jako nevyztužené stěny.

10.1.3. Průřezové charakteristiky

| Průřezové charakteristiky | | ocel | | ocel,eff | | spřaž,eff | | | |
|----------------------------------|---|---|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| | | n _{mont} | n _{mont} | n _{dot} (t _p) | n _{dot} (t ₁₀₀) | n _{smr} (t _p) | n _{smr} (t ₁₀₀) | n _{kr} | |
| Průřezové charakteristiky: | | n _i = E _s /E _i = | 0 | 0 | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| Plocha průřezu | A = | 1.1E-01 | 1.1E-01 | 2.0E-01 | 1.7E-01 | 2.2E-01 | 1.9E-01 | 2.7E-01 | m ² |
| Hrana průřezu od těžiště průřezu | I _{yP} = | 0.459 | 0.459 | - | - | - | - | - | m |
| | I _{yL} = | 0.459 | 0.459 | - | - | - | - | - | m |
| | I _{zH} = | 1.717 | 1.767 | 1.220 | 1.423 | 1.101 | 1.251 | 0.940 | m |
| | I _{zD} = | 0.809 | 0.759 | 1.616 | 1.413 | 1.735 | 1.585 | 1.896 | m |
| Moment tuhosti v kroucení | I _t = | 6.2E-05 | - | - | - | - | - | - | m ⁴ |
| Moment setrvačnosti | I _y = | 9.9E-02 | 9.2E-02 | 2.7E-01 | 2.2E-01 | 2.9E-01 | 2.6E-01 | 3.3E-01 | m ⁴ |
| | I _z = | 3.9E-03 | 3.9E-03 | 7.5E-02 | 4.8E-02 | - | - | 1.3E-01 | m ⁴ |
| Střed smyku od těžiště průřezu | y _{Cs} = | 0.000 | - | - | - | - | - | - | m |
| | z _{Cs} = | -0.651 | - | - | - | - | - | - | m |
| Výsečový moment setrvačnosti | I _w = | 1.2E-03 | - | - | - | - | - | - | m ⁶ |
| Elastický modul průřezu | W _{y,el(H)} = I _y /z ₊ = | 5.8E-02 | 5.2E-02 | 2.2E-01 | 1.6E-01 | 2.7E-01 | 2.1E-01 | 3.5E-01 | m ³ |
| (ke krajním vláknům) | W _{y,el(D)} = I _y /z ₋ = | 1.2E-01 | 1.2E-01 | 1.7E-01 | 1.6E-01 | 1.7E-01 | 1.6E-01 | 1.7E-01 | m ³ |

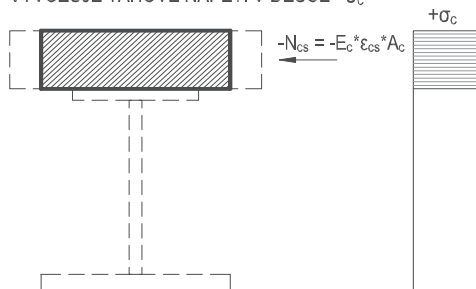
Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

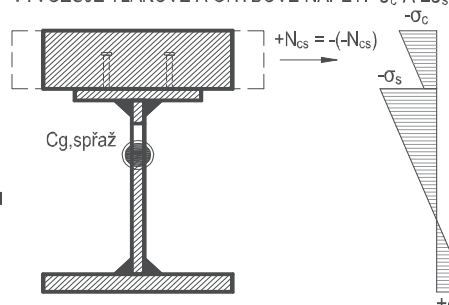
| | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Poloměr setrvačnosti | $W_{z,el(P)} = I_z/y+ =$ | 8.6E-03 | 8.6E-03 | - | - | - | - | - | m ³ |
| | $W_{z,el(L)} = I_z/y- =$ | 8.6E-03 | 8.6E-03 | - | - | - | - | - | m ³ |
| | $i_y = \sqrt{I_y/A} =$ | 0.953 | 0.928 | 1.165 | 1.165 | 1.149 | 1.168 | 1.106 | m |
| | $i_z = \sqrt{I_z/A} =$ | 0.190 | 0.192 | - | - | - | - | - | m |
| | $W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- =$ | 9.3E-02 | - | - | - | - | - | - | m ³ |
| | $W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- =$ | 1.4E-02 | - | - | - | - | - | - | m ³ |

10.1.4 Vnitřní síly a napětí - závislé v čase

KROK I.: ZKRÁCENÍ BETONOVÉ DESKY SILOU $-N_{cs}$
VYVOZUJE TAHOVÉ NAPĚTÍ V DESCE $+\sigma_c$



KROK II.: REAKCE NA SPŘAŽENÝ NOSNÍK $+N_{cs}$
VYVOZUJE TLAKOVÉ A OHYBOVÉ NAPĚTÍ $-\sigma_c \pm \sigma_s$

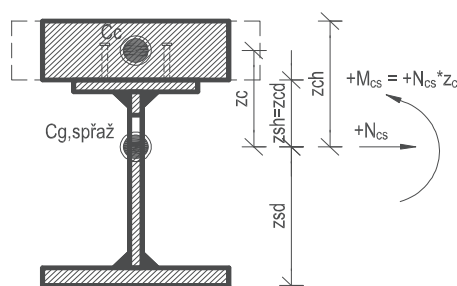


KROK III.: SOUČET NAPĚTÍ
Z KROKŮ I. A II.



účinná plocha betonového průřezu

$$A_{c,eff} = b_{eff} \cdot t_{bet} = 0.986 \text{ m}^2$$



10.1.4. Smršťování

stáří betonu v čase posouzení
celkové smrštění
modul pružnosti betonového průřezu
pracovní součinitel
plocha účinného spřaženého průřezu
moment setrvačnosti účinného spřaženého průřezu
horní vlákna betonu
dolní vlákna betonu
horní vlákna oceli
dolní vlákna oceli
vzdálenost těžišť betonu a spřaženého průřezu

| | provoz | T100 |
|--|----------|------------------------|
| t = | 111 | 36500 dní |
| $\epsilon_{cs} =$ | -7.2E-05 | -2.4E-04 |
| $E_{c,smr}(t) =$ | 23145 | 16683 MPa |
| $n_{smr}(t) =$ | 9.07 | 12.59 |
| $A_{eff} =$ | 2.2E-01 | 1.9E-01 m ² |
| $I_{y,spř,eff}(t) =$ | 2.9E-01 | 2.6E-01 m ⁴ |
| $z_{c,h} = - z_{H,spř,eff} =$ | -1.101 | -1.251 m |
| $z_{c,d} = -(I_{H,spř,eff} - t_{bet}) =$ | -0.791 | -0.941 m |
| $z_{s,h} = z_{c,d} =$ | -0.791 | -0.941 m |
| $z_{s,d} = z_{d,spř,eff} =$ | 1.735 | 1.585 m |
| $z_c = -(I_{H,spř,eff} - t_{bet})/2 =$ | -0.946 | -1.096 m |

Krok I.:

síla bránící zkrácení betonu (uvažuje se $M_{c,I}(t)=0$)
tahové napětí v betonové desce

$$N_{c,I}(t) = N_{cs}^- = -A_c \cdot E_c \cdot \epsilon_{cs} = 1.65 \quad 3.87 \text{ MN}$$

$$\sigma_{c,h} = \sigma_{c,d} = N_{cs}^- / A_c = 1.67 \quad 3.92 \text{ MPa}$$

Krok II.:

reakce na spřažený průřez (uvažuje se $M_{c,II}(t) = -M_{c,I}(t) = 0$)

$$N_{c,II}(t) = N_{cs}^+ = -N_{cs}^- = -1.65 \quad -3.87 \text{ MN}$$

$$M_{cs}^+ = N_{cs}^+ \cdot z_c = 1.56 \quad 4.24 \text{ MNm}$$

napětí v betonové desce

$$\sigma_{c,h} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{c,h}) / I_{y,spř,eff}) / n_{dot}(t) = -1.47 \quad -3.23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,d} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{c,d}) / I_{y,spř,eff}) / n_{dot}(t) = -1.29 \quad -2.83 \text{ MPa}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

napětí v ocelovém průřezu

$$\sigma_{s,h} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{s,h}) / I_{y,spř,eff}) = -11.67 \quad -35.58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,d} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{s,d}) / I_{y,spř,eff}) = 1.81 \quad 5.56 \text{ MPa}$$

Krok III. - výsledné napětí v průřezu:

suma napětí v betonu z kroku I. a II.

$$\Sigma \sigma_{c,h} = \sigma_{c,h,I} + \sigma_{c,h,II} = 0.20 \quad 0.70 \text{ MPa}$$

$$\Sigma \sigma_{c,d} = \sigma_{c,d,I} + \sigma_{c,d,II} = 0.39 \quad 1.10 \text{ MPa}$$

suma napětí v oceli z kroku I. a II., tj. pouze z kroku II.

$$\Sigma \sigma_{s,h} = 0 + \sigma_{s,h,II} = -11.67 \quad -35.58 \text{ MPa}$$

$$\Sigma \sigma_{s,d} = 0 + \sigma_{s,d,II} = 1.81 \quad 5.56 \text{ MPa}$$

10.1.4. Dotvarování

stáří betonu v čase posouzení

provoz T100

$$t = 111 \quad 36500 \text{ dní}$$

celkové smrštění

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = -2.5E-04 \quad -1.2E-03$$

modul pružnosti betonového průřezu

$$E_{c,dot}(t) = 17870 \quad 11182 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel

$$n_{dot}(t) = 11.75 \quad 18.78$$

POZN: Zohlední se při výpočtu napětí pro stálá a dlouhodobá nahodilá zatížení.

10.1.5 Vnitřní síly - nezávislé v čase

Vliv imperfekcí:

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

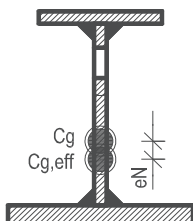
imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr (pouze pro tlak)

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

Rameno pro přídatný účinek momentu od posunu neutrální osy oslabeného průřezu:

ocelový průřez:

- ve svislém směru

$$e_{N,y} = |z_H - z_{H,eff}| = 0.050 \text{ m}$$

- ve vodorovném

$$e_{N,z} = |y_P - y_{P,eff}| = 0.000 \text{ m}$$

spřažený průřez:

- ve svislém směru

$$e_{N,y} = |z_H - z_{H,eff}| = 0.007 \text{ m}$$

- ve vodorovném

$$e_{N,z} = |y_P - y_{P,eff}| = 0.000 \text{ m}$$

10.1.5. Rozhodující vnitřní síly - ocelový průřez (montážní stav)

Z výpočetního modelu:**Vnitřní síly od vlastní tíhy ocelové konstrukce a spřažené betonové desky**

Ocelový nosník uvažovaný ve výpočetním modelu - plný ocelový průřez.

| ULS-V | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_d =$ | 8.9 | -8.9 | -1.9 | -5.7 | 5.7 | 8.7 | -8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.7 | 8.9 | -8.3 |
| $V_{y,d} =$ | -4.2 | 3.5 | -3.8 | -0.7 | 0.0 | -2.1 | 3.5 | -4.2 | -4.2 | -2.1 | -4.2 | -1.1 |
| $V_{z,d} =$ | -1091.7 | -781.0 | 1089.5 | -198.7 | 4.3 | -725.2 | -781.0 | -1091.7 | -1091.7 | -884.1 | -1091.7 | -638.4 |
| $T_d =$ | -19.2 | 25.7 | -19.2 | 29.1 | 17.4 | 28.1 | 25.7 | -19.2 | -19.2 | -30.2 | -19.2 | 28.9 |
| $M_{y,d} =$ | -29.4 | 25.6 | -12.6 | 7678.7 | 8048.0 | 4368.7 | 25.6 | -29.4 | -29.4 | 1954.8 | -29.4 | 3891.9 |
| $M_{z,d} =$ | -1.0 | 3.1 | 3.3 | -1.4 | 2.2 | 12.5 | 3.1 | -1.0 | -1.0 | 6.4 | -1.0 | -10.3 |

Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí a posunu neutrální osy oslabeného průřezu:

| ULS-V | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_d =$ | 8.9 | -8.9 | -1.9 | -5.7 | 5.7 | 8.7 | -8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.7 | 8.9 | -8.3 |
| $V_{y,d} =$ | -4.2 | 3.5 | -3.8 | -0.7 | 0.0 | -2.1 | 3.5 | -4.2 | -4.2 | -2.1 | -4.2 | -1.1 |
| $V_{z,d} =$ | -1091.7 | -781.0 | 1089.5 | -198.7 | 4.3 | -725.2 | -781.0 | -1091.7 | -1091.7 | -884.1 | -1091.7 | -638.4 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|------|-------|-------------|---------------|-------------|------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|-----|
| $T_d =$ | -19.2 | 25.7 | -19.2 | 29.1 | 17.4 | 28.1 | 25.7 | -19.2 | -19.2 | -30.2 | -19.2 | 28.9 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | -29.8 | 26.1 | -12.8 | 7679.1 | 8048.3 | 4369.2 | 26.1 | -29.8 | -29.8 | 1955.2 | -29.8 | 3892.4 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | -1.1 | 3.2 | 3.3 | -1.4 | 2.2 | 12.6 | 3.2 | -1.1 | -1.1 | 6.4 | -1.1 | -10.3 | kNm |

10.1.5. Rozhodující vnitřní síly - spřažený průřez (provozní stav)

Z výpočetního modelu: **Vnitřní síly od odlohdobých (G) a krátkodobých (Q) nahodilých zatížení**

Spřažený nosník uvažovaný ve výpočetním modelu - plný ocelový průřez, oslabená betonová deska.

| ULS-G | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-----|
| $N_d =$ | 20.7 | -5.7 | -5.7 | -9.0 | -1.3 | -19.4 | -20.7 | -9.0 | -4.3 | 2.8 | -5.7 | -15.2 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 4.1 | 31.2 | 31.2 | -31.5 | 7.0 | -2.8 | -5.0 | -31.5 | 24.2 | -6.2 | 31.2 | -2.8 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -628.8 | 1659.4 | 1659.4 | 1397.7 | 48.4 | 1409.5 | -617.3 | 1397.7 | -1658.9 | -1026.7 | 1659.4 | -1410.2 | kN |
| $T_d =$ | -7.3 | -12.2 | -12.2 | 37.5 | -14.9 | -16.8 | -7.2 | 37.5 | -9.4 | -18.1 | -12.2 | -17.3 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 11148.4 | 1005.2 | 1005.2 | 396.2 | 13408.2 | 3011.8 | 10984.7 | 396.2 | -45.3 | 6300.5 | -48.5 | 3012.4 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 26.3 | 24.7 | 24.7 | -8.7 | -1.7 | 47.0 | 37.7 | -8.7 | -4.7 | 13.7 | 4.8 | -40.8 | kNm |
| ULS-Q | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 1709.8 | 102.4 | 74.7 | -667.7 | 245.8 | 607.8 | -1697.4 | 468.1 | -352.0 | -530.7 | 1018.4 | 524.8 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 108.6 | 467.1 | 431.7 | -462.6 | 183.5 | 94.9 | -74.0 | -619.7 | 204.9 | 307.5 | -124.0 | 14.4 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 121.1 | 2318.2 | 2369.2 | -578.5 | 431.9 | -306.4 | -530.1 | -1708.7 | -2432.6 | -1224.0 | -2111.1 | 209.9 | kN |
| $T_d =$ | 35.7 | -28.3 | -26.5 | 183.8 | -9.5 | 8.5 | -48.7 | 109.2 | -59.5 | -271.8 | 48.8 | -16.8 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 14770.6 | 1435.7 | 1489.2 | 1299.2 | 18679.3 | 14016.2 | 5885.6 | -560.2 | 298.2 | 522.3 | -1072.6 | 8013.6 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | -211.1 | 223.8 | 211.6 | 318.7 | 107.0 | 1107.6 | -552.8 | -64.6 | -6.1 | 56.1 | 69.6 | -1102.0 | kNm |

Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí a posunu neutrálné osy oslabeného průřezu:

| ULS-G | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-----|
| $N_d =$ | 20.7 | -5.7 | -5.7 | -9.0 | -1.3 | -19.4 | -20.7 | -9.0 | -4.3 | 2.8 | -5.7 | -15.2 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 4.1 | 31.2 | 31.2 | -31.5 | 7.0 | -2.8 | -5.0 | -31.5 | 24.2 | -6.2 | 31.2 | -2.8 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -628.8 | 1659.4 | 1659.4 | 1397.7 | 48.4 | 1409.5 | -617.3 | 1397.7 | -1658.9 | -1026.7 | 1659.4 | -1410.2 | kN |
| $T_d =$ | -7.3 | -12.2 | -12.2 | 37.5 | -14.9 | -16.8 | -7.2 | 37.5 | -9.4 | -18.1 | -12.2 | -17.3 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 11148.6 | 1005.3 | 1005.3 | 396.4 | 13408.3 | 3012.1 | 10985.0 | 396.4 | -45.3 | 6300.5 | -48.6 | 3012.6 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 26.4 | 24.7 | 24.7 | -8.7 | -1.7 | 47.2 | 37.9 | -8.7 | -4.8 | 13.7 | 4.9 | -40.9 | kNm |
| ULS-Q | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 1709.8 | 102.4 | 74.7 | -667.7 | 245.8 | 607.8 | -1697.4 | 468.1 | -352.0 | -530.7 | 1018.4 | 524.8 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 108.6 | 467.1 | 431.7 | -462.6 | 183.5 | 94.9 | -74.0 | -619.7 | 204.9 | 307.5 | -124.0 | 14.4 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 121.1 | 2318.2 | 2369.2 | -578.5 | 431.9 | -306.4 | -530.1 | -1708.7 | -2432.6 | -1224.0 | -2111.1 | 209.9 | kN |
| $T_d =$ | 35.7 | -28.3 | -26.5 | 183.8 | -9.5 | 8.5 | -48.7 | 109.2 | -59.5 | -271.8 | 48.8 | -16.8 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 14791.9 | 1437.0 | 1490.1 | 1310.9 | 18682.4 | 14023.8 | 5915.3 | -566.1 | 304.3 | 531.6 | -1085.2 | 8020.1 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | -219.6 | 224.3 | 212.0 | 325.4 | 108.2 | 1110.6 | -569.8 | -66.9 | -9.6 | 61.4 | 74.7 | -1104.6 | kNm |

10.1.6 Napětí ve spřaženém průřezu

Ocelový průřez před spřažením:

| | | | |
|--------------------|-------------|--|----------|
| horní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,h,mont} = - z_{H,eff,mont} =$ | -1.767 m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,L,mont} = - y_{s,h,L,mont} =$ | -0.219 m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,P,mont} = + y_{s,h,P,mont} =$ | 0.219 m |
| dolní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,d,mont} = z_{d,eff,mont} =$ | 0.759 m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,L,mont} = - y_{s,d,L,mont} =$ | -0.459 m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,P,mont} = + y_{s,d,P,mont} =$ | 0.459 m |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$\sigma_{s,h,L} = (N_{E,d}/A_{eff,mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,h,mont})/I_{y,eff,mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h,L,mont})/I_{z,eff,mont}) = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,h,P} = (N_{E,d}/A_{eff,mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,h,mont})/I_{y,eff,mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h,P,mont})/I_{z,eff,mont}) = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,L} = (N_{E,d}/A_{eff,mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,d,mont})/I_{y,eff,mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d,L,mont})/I_{z,eff,mont}) = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,P} = (N_{E,d}/A_{eff,mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,d,mont})/I_{y,eff,mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d,P,mont})/I_{z,eff,mont}) = \text{viz níže}$$

Sprážený průřez:

| | | | $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | n_{kr} |
|---------------------|-------------|--|----------------|--------------------|----------|
| horní vlákna betonu | - svíse | $z_{c,h,kr} = -I_{z,spř,eff,kr} =$ | -1.220 | -1.423 | -0.940 m |
| dolní vlákna betonu | - svíse | $z_{c,d,kr} = -(I_{z,spř,eff,kr} - t_{bet}) =$ | -0.910 | -1.113 | -0.630 m |
| horní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,h,kr} = z_{c,d,kr} =$ | -0.910 | -1.113 | -0.630 m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,L,kr} = -I_{y,s,h,L,mont} =$ | | -0.219 | m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,P,kr} = +I_{y,s,h,P,mont} =$ | | 0.219 | m |
| dolní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,d,kr} = I_{z,spř,eff,kr} =$ | 1.616 | 1.413 | 1.896 m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,L,kr} = -I_{y,s,d,L,mont} =$ | | -0.459 | m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,P,kr} = +I_{y,s,d,P,mont} =$ | | 0.459 | m |

POZN: Pro vodorovné pořadnice ke krajním vláknům ocelového průřezu se uvažuje symetrie betonové části k těžišti průřezu.

$$\sigma_{c,h} = (N_{E,d}/A_{eff,spraž} + (M_{E,y,d} - M_{E,y,d,d}) * z_{c,h}/I_{y,spř})/n(t) + \sigma_{c,h(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{c,d} = (N_{E,d}/A_{eff,spraž} + (M_{E,y,d} - M_{E,y,d,d}) * z_{c,d}/I_{y,spř,eff})/n(t) + \sigma_{c,d(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,h,L} = (N_{E,d}/A_{eff,spraž} + (M_{E,y,d} * z_{s,h})/I_{y,spř,eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h,L})/I_{z,spř,eff}) + \sigma_{s,h(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,h,P} = (N_{E,d}/A_{eff,spraž} + (M_{E,y,d} * z_{s,h})/I_{y,spř,eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h,P})/I_{z,spř,eff}) + \sigma_{s,h(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,L} = (N_{E,d}/A_{eff,spraž} + (M_{E,y,d} * z_{s,d})/I_{y,spř,eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d,L})/I_{z,spř,eff}) + \sigma_{s,d(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,P} = (N_{E,d}/A_{eff,spraž} + (M_{E,y,d} * z_{s,d})/I_{y,spř,eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d,P})/I_{z,spř,eff}) + \sigma_{s,d(sm)} = \text{viz níže}$$

POZN: Pro průřezové charakteristiky spráženého průřezu jsou použity veličiny pro $n_{dot}(t_p)$, $n_{dot}(t_{100})$ a n_{kr} .

10.1.6. Rozhodující napětí - sprážený průřez (montážní + provozní stav - uvedení do provozu)

ULS ($\gamma_{G,sm,sup} = 1.35$; $\gamma_{G,sm,inf} = 1.00$)

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------------|
| $\sigma_{c,h} =$ | -9.8 | -0.8 | -0.8 | -0.9 | -13.3 | -6.9 | -7.7 | 0.6 | -0.1 | -2.8 | 1.4 | -4.3 MPa |
| $\sigma_{c,d} =$ | -6.3 | -0.3 | -0.3 | -0.5 | -9.0 | -4.4 | -5.6 | 0.7 | 0.2 | -1.9 | 1.5 | -2.6 MPa |
| $\sigma_{s,h,L} =$ | -74.8 | -22.8 | -22.2 | -170.3 | -251.6 | -137.5 | -71.0 | -13.5 | -12.7 | -78.3 | -5.0 | -112.0 MPa |
| $\sigma_{s,h,P} =$ | -75.5 | -21.6 | -21.0 | -169.5 | -251.0 | -132.2 | -72.3 | -13.8 | -12.9 | -77.3 | -4.9 | -117.0 MPa |
| $\sigma_{s,d,L} =$ | 163.0 | 16.1 | 16.1 | 72.4 | 259.0 | 135.0 | 98.3 | 3.5 | 2.0 | 56.9 | -1.3 | 106.5 MPa |
| $\sigma_{s,d,P} =$ | 161.5 | 18.7 | 18.6 | 74.2 | 260.2 | 146.1 | 95.6 | 2.7 | 1.6 | 59.0 | -1.0 | 96.0 MPa |

10.1.6. Rozhodující napětí - sprážený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti)

ULS ($\gamma_{G,sm,sup} = 1.35$; $\gamma_{G,sm,inf} = 1.00$)

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------------|
| $\sigma_{c,h} =$ | -8.7 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -12.1 | -6.3 | -6.7 | 1.1 | 0.6 | -2.0 | 2.0 | -3.6 MPa |
| $\sigma_{c,d} =$ | -5.3 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | -7.9 | -3.6 | -4.6 | 1.4 | 1.2 | -1.0 | 2.4 | -1.8 MPa |
| $\sigma_{s,h,L} =$ | -124.4 | -56.7 | -56.1 | -203.2 | -304.7 | -174.6 | -120.5 | -46.3 | -36.5 | -120.3 | -28.9 | -148.9 MPa |
| $\sigma_{s,h,P} =$ | -125.0 | -55.4 | -54.8 | -202.4 | -304.1 | -169.1 | -121.6 | -46.8 | -36.7 | -119.3 | -28.7 | -154.1 MPa |
| $\sigma_{s,d,L} =$ | 170.7 | 21.3 | 21.3 | 77.5 | 267.4 | 140.6 | 106.0 | 8.7 | 5.7 | 63.5 | 2.4 | 112.4 MPa |
| $\sigma_{s,d,P} =$ | 169.5 | 24.0 | 24.0 | 79.3 | 268.6 | 152.0 | 103.5 | 7.8 | 5.3 | 65.6 | 2.7 | 101.6 MPa |

10.1.6. Posouzení napětí v oceli a v betonu

Betonová deska:

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------|-----------|---|------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| max. tlakové napětí | $\sigma_{c,min} =$ | -13.3 MPa | < | $\alpha_{cc} * f_{c,k}/\gamma_c =$ | -16.4 MPa | <u>vyhoví</u> |
| max. tahové napětí | $\sigma_{c,max} =$ | 2.4 MPa | < | $f_{ct,eff} = f_{ctm} =$ | 2.9 MPa | <u>tah napětí přeneseno beton</u> |

Ocelový nosník:

| | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------|---|-------------------------|---------|---------------|
| max. napětí horní pásnice | $\sigma_{s,abs} =$ | 304.7 MPa | < | $f_{y,k}/\gamma_{M0} =$ | 355 MPa | <u>vyhoví</u> |
| max. napětí dolní pásnice | $\sigma_{s,abs} =$ | 268.6 MPa | < | $f_{y,k}/\gamma_{M0} =$ | 335 MPa | <u>vyhoví</u> |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.7 Posouzení únosnosti průřezu ve smyku

Uvažuje se vyztužení tuhými vnitřními příčnými výztuhami, výztuha nad podporou se uvažuje jako netuhá.
S jednou nebo bez podélných výztuh.

10.1.7. Krajiné příčné výztuhy - oboustranné:

| | | |
|-------------------------|--|---------------------------|
| uvažované vnitřní síly: | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} = 5183.3$ kN |
| | odpovídající moment | $M_{ed,odp} = 2482.7$ kNm |
| | odpovídající normálová síla | $IN_{ed,odp} = 1739.4$ kN |

osová vzdálenost krajní a vnitřní výztuhy $a = 1.905$ m

A) Celá stojina:

| | |
|---------------------------------------|---|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a/h_w = 0.78$ |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} = 18.4151$ |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a) + k_{t,sl} = 31.18$ |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w/t_w = 135.6 > 31 \cdot \epsilon/\eta = 25.2$ <u>posuzuje se únosnost na boulení</u> |
| | $\sigma_E = \pi^2 \cdot E \cdot t^2 / (12 \cdot (1-\nu) \cdot b^2) = 190000 \cdot (t_w/h_w)^2 = 10.34$ MPa |
| | $\tau_{cr} = k_t \cdot \sigma_E = 322.42$ MPa |
| | $\lambda_w = 0.76 \cdot \sqrt{f_{yw}/\tau_{cr}}$ "nebo" $h_w / (37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_t}) = 0.80$ |

B) Subpanel 1:

| | |
|---------------------------------------|--|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a/h_w = 1.59$ |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} = 9.93505$ |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a) + k_{t,sl} = 16.862$ |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w/t_w = 66.7 > 31 \cdot \epsilon/\eta = 25.2$ <u>posuzuje se stojina na boulení</u> |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) = 0.83 \geq \lambda_{wi}$ |

C) Subpanel 2:

| | |
|---------------------------------------|--|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a/h_w = 1.56$ |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} = 10.0352$ |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a) + k_{t,sl} = 17.021$ |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w/t_w = 67.9 > 31 \cdot \epsilon/\eta = 25.2$ <u>posuzuje se stojina na boulení</u> |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) = 0.84 \geq \lambda_{wi}$ |

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

| | |
|------------------------------|--|
| štíhlost | $\lambda_w = 0.84$ |
| součinitel příspěvku stojiny | $\chi_w = 0.98$ |
| příspěvek únosnosti stojiny | $V_{bw,Rd} = \chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 8046.7$ kN |

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

| | |
|--|---|
| efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností) | $15 \cdot \epsilon \cdot t_w = 0.220$ m |
| | $b_{f,h} = 0.448$ m |
| | <i>neoslabená pásnice</i> |
| šířka dolní pásnice (uvažuje se plná, horní pásnice je sprážená s betonem) | $b_{f,d} = b_d = 0.918$ m |

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (pro sprážený průřez, obě pásnice)

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk}/\gamma_{M0} = W_f \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 37707.6 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk}/\gamma_c = 0.85 \cdot A_c \cdot f_{yf} \cdot r_c/\gamma_{M0} = (b_c \cdot 0.85 \cdot t_c \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 \cdot t_c/2 - z_{f,d})) \cdot f_{ck}/\gamma_c = 11310.8 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 49018.4 \text{ kNm}$$

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic *příspěvek pásnic lze započítat*

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|------------------------------|--|----------|
| délka ukotvení tahového pole | $c = a * (0.25 + 16 * b_f * t_f^2 * f_{yf} / (t_w * h_w^2 * f_{yw})) =$ | 0.571 m |
| vliv normálové síly | $f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) * f_{yf} / V_{M0})) =$ | 0.921 |
| příspěvek únosnosti pásnic | $V_{bf,Rd} = f * b_f * t_f^2 * f_{yf} * (1 - (M_{Ed} / M_{f,Rd})^2) / (c * \gamma_{M1}) =$ | 107.9 kN |

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 8154.6 \text{ kN} \leq V_{bw,Rd} = \eta * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 8183.47 \text{ kN}$$

Posouzení:

| | | | |
|-------------------------|--|------------------|---|
| smyk | $\eta_3 = V_{ed} / V_{b,Rd} =$ | 0.636 \leq 1.0 | <u>vyhoví</u> |
| interakce smyku a ohybu | $\eta_{3,ohyb} = V_{ed} / V_{bw,Rd} =$ | 0.644 \leq 0.5 | <u>ohybovou únosnost je nutné redukovat</u> |

Návrhová plastická únosnost spřaž. průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

$$\text{pořadnice těžiště } z_{f,d} = 1.904 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} * t_{f,h} * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 * t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 * t_w / 2) + b_{f,d} * t_{f,d} * (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) * f_{yf} / \gamma_{M0} = 47342.4 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 * A_c * f_{yk} * r_c / \gamma_{M0} = (b_c * 0.85 * t_c * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 * t_c / 2 - z_{f,d})) * f_{ck} / \gamma_c = 13406.7 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 60749.1 \text{ kNm}$$

$$\eta_1 = M_{ed} / M_{pl,Rd} = 0.041 \leq M_{f,Rd} / M_{pl,Rd} = 0.807 \text{ interakci není nutné posuzovat}$$

$$\text{ověření interakce } \eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,Rd}) * (2 * \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.057 \leq 1.0 \text{ interakce smyku a ohybu vyhoví}$$

10.1.7. Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné:

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------|-------------|
| uvažované vnitřní síly: | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} =$ | 4254.6 kN |
| | odpovídající moment | $M_{ed,odp} =$ | 12731.7 kNm |
| | odpovídající normálová síla | $IN_{ed,odp} =$ | 1152.8 kN |

$$\text{osová vzdálenost vnitřních výztuh } a = 3.000 \text{ m}$$

A) Celá stojina:

| | | |
|---------------------------------------|--|------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a / h_w =$ | 1.23 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 11.7399 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 * (h_w / a) + k_{t,sl} =$ | 19.73 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w / t_w = 135.6 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2$ <u>posuzuje se únosnost na boulení</u> | |
| | $\sigma_E = \pi^2 * E * t^2 / (12 * (1 - \nu) * b^2) = 190000 * (h_w / h_w)^2 =$ | 10.34 MPa |
| | $\tau_{cr} = k_t * \sigma_E =$ | 203.97 MPa |
| | $\lambda_w = 0.76 * \sqrt{(f_{yw} / \tau_{cr})}$ "nebo" $h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_t}) =$ | 1.00 |

B) Subpanel 1:

| | | |
|---------------------------------------|--|--------------------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a / h_w =$ | 2.50 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 8.3205 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 * (h_w / a) + k_{t,sl} =$ | 14.301 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w / t_w = 66.7 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2$ <u>posuzuje se stojina na boulení</u> | |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_{t1}}) =$ | 0.90 $\geq \lambda_{wi}$ |

C) Subpanel 2:

| | | |
|---------------------------------------|--|--------------------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a / h_w =$ | 2.45 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 8.36087 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 * (h_w / a) + k_{t,sl} =$ | 14.365 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w / t_w = 67.9 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2$ <u>posuzuje se stojina na boulení</u> | |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_{t1}}) =$ | 0.91 $\geq \lambda_{wi}$ |

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

| | | |
|------------------------------|---------------|------|
| štíhlost | $\lambda_w =$ | 1.00 |
| součinitel příspěvku stojiny | $\chi_w =$ | 0.83 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

příspěvek únosnosti stojiny

$$V_{bw,Rd} = \chi_w * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 6771.9 \text{ kN}$$

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

$$15 * \epsilon * t_w = 0.220 \text{ m}$$

efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností)

$$b_{f,h} = 0.448 \text{ m}$$

neoslabená pásnice

šířka dolní pásnice (uvažuje se plná, horní pásnice je sprážená s betonem)

$$b_{f,d} = b_d = 0.918 \text{ m}$$

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (pro sprážený průřez, obě pásnice)

$$\text{pořadnice těžiště } z_{f,d} = 2.029 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk} / \gamma_{M0} = W_f * f_{yf} / \gamma_{M0} = (b_{f,h} * t_{f,h} * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + b_{f,d} * t_{f,d} * (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) * f_{yf} / \gamma_{M0} = 37707.6 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 * A_c * f_{yf} * r_c / \gamma_{M0} = (b_c * 0.85 * t_c * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 * t_c / 2 - z_{f,d})) * f_{yf} / \gamma_c = 11310.8 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 49018.4 \text{ kNm}$$

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic

příspěvek pásnic lze započítat

délka ukotvení tahového pole

$$c = a * (0.25 + 16 * b_f * t_f^2 * f_{yf} / (t_w * h_w^2 * f_{yw})) = 0.898 \text{ m}$$

vliv normálové síly

$$f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) * f_{yf} / \gamma_{M0})) = 0.947$$

příspěvek únosnosti pásnic

$$V_{bf,Rd} = f * b_f * t_f^2 * f_{yf} * (1 - (M_{Ed} / M_{f,Rd})^2) / (c * \gamma_{M1}) = 103.9 \text{ kN}$$

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6875.7 \text{ kN} \leq$$

$$V_{bw,Rd} = \eta * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 8183.47 \text{ kN}$$

Posouzení:

smyk

$$\eta_3 = V_{ed} / V_{b,Rd} = 0.619 \leq 1.0$$

vyhoví

interakce smyku a ohybu

$$\eta_{3,ohyb} = V_{ed} / V_{bw,Rd} = 0.628 \leq 0.5$$

ohybovou únosnost je nutné redukovat

Návrhová plastická únosnost sprážen. průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

$$\text{pořadnice těžiště } z_{f,d} = 1.904 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} * t_{f,h} * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 * t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 * t_w / 2) + b_{f,d} * t_{f,d} * (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) * f_{yf} / \gamma_{M0} = 47342.4 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 * A_c * f_{yf} * r_c / \gamma_{M0} = (b_c * 0.85 * t_c * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 * t_c / 2 - z_{f,d})) * f_{yf} / \gamma_c = 13406.7 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 60749.1 \text{ kNm}$$

$$\eta_1 = M_{ed} / M_{pl,Rd} = 0.210 \leq M_{f,Rd} / M_{pl,Rd} = 0.807 \text{ interakci není nutné posuzovat}$$

ověření interakce

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,Rd}) * (2 * \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.222 \leq 1.0 \text{ interakce smyku a ohybu vyhoví}$$

10.1.7. Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné:

uvažované vnitřní síly:

vybraná/odpovídající posouvající síla (pod břemenem)

$$V_{ed,max} = 3356.5 \text{ kN}$$

vybraná/odpovídající moment

$$M_{ed,odp} = 21359.3 \text{ kNm}$$

vybraná/odpovídající normálová síla

$$N_{ed,odp} = 1722.1 \text{ kN}$$

osová vzdálenost vnitřních výztuh

$$a = 3.000 \text{ m}$$

A) Celá stojina:

stranový poměr stěny

$$\alpha = a / h_w = 1.23$$

vliv podélných výztuh

$$k_{\tau,sl} = 11.7399$$

součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_{\tau} = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{\tau,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w / a)^2 + k_{\tau,sl} = 19.726$$

ověření štíhlosti stojiny

$$h_w / t_w = 135.6 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \text{ posuzuje se stojina na boulení}$$

$$\sigma_E = \pi^2 * E * t^2 / (12 * (1 - \nu) * b^2) = 190000 * (t_w / h_w)^2 = 10.34 \text{ MPa}$$

$$\tau_{cr} = k_{\tau} * \sigma_E = 203.97 \text{ MPa}$$

$$\lambda_w = 0.76 * \sqrt{(f_{yw} / \tau_{cr})} \text{ "nebo" } h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_{\tau}}) = 1.00$$

B) Subpanel 1:

stranový poměr stěny

$$\alpha = a / h_w = 2.50$$

vliv podélných výztuh

$$k_{\tau,sl} = 8.3205$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel kritického napětí ve smyku $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl} = 14.301$
 ověření štíhlosti stojiny $h_w/t_w = 66.7 > 31 \cdot \varepsilon / \eta = 25.2$ posuzuje se stojina na boulení
 $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 \cdot t_w \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) = 0.90 \geq \lambda_{wi}$

C) Subpanel 2:

stranový poměr stěny $\alpha = a/h_w = 2.45$
 vliv podélných výztuh $k_{t,sl} = 8.36087$
 součinitel kritického napětí ve smyku $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl} = 14.365$
 ověření štíhlosti stojiny $h_w/t_w = 67.9 > 31 \cdot \varepsilon / \eta = 25.2$ posuzuje se stojina na boulení
 $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 \cdot t_w \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) = 0.91 \geq \lambda_{wi}$

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

štíhlost $\lambda_w = 1.00$
 součinitel příspěvku stojiny $\chi_w = 0.83$
 příspěvek únosnosti stojiny $V_{bw,Rd} = \chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 6771.9 \text{ kN}$

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností) $15 \cdot \varepsilon \cdot t_w = 0.220 \text{ m}$
 $b_f = 0.448 \text{ m}$
 neoslabená pásnice
 šířka dolní pásnice (uvažuje se plná, horní pásnice je spřažená s betonem) $b_{f,d} = b_d = 0.918 \text{ m}$

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (pro spřažený průřez, obě pásnice)

pořadnice těžiště $z_{f,d} = 2.029 \text{ m}$
 $\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk} / \gamma_{M0} = W_f \cdot f_{yf} / \gamma_{M0} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0} = 37707.6 \text{ kNm}$
 $\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 \cdot A_c \cdot f_{yf} \cdot r_c / \gamma_{M0} = (b_c \cdot 0.85 \cdot t_c \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 \cdot t_c / 2 - z_{f,d})) \cdot f_{yf} / \gamma_c = 11310.8 \text{ kNm}$
 $M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 49018.4 \text{ kNm}$

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic

příspěvek pásnic lze započítat
 délka ukotvení tahového pole $c = a \cdot (0.25 + 16 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} / (t_w \cdot h_w^2 \cdot f_{yw})) = 0.898 \text{ m}$
 vliv normálové síly $f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0})) = 0.922$
 příspěvek únosnosti pásnic $V_{bf,Rd} = f \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} \cdot (1 - (M_{Ed} / M_{f,Rd})^2) / (c \cdot \gamma_{M1}) = 87.6 \text{ kN}$

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6859.5 \text{ kN} \leq V_{bw,Rd} = \eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 8183.47 \text{ kN}$

Posouzení:

smyk $\eta_3 = V_{ed} / V_{b,Rd} = 0.489 \leq 1.0$ vyhoví
 interakce smyku a ohybu $\eta_{3,ohyb} = V_{ed} / V_{bw,Rd} = 0.496 \leq 0.5$ ohybovou únosností není nutné redukovat

Návrhová plastická únosnost spřaž. průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

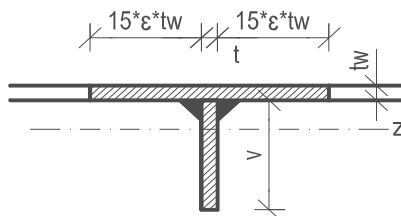
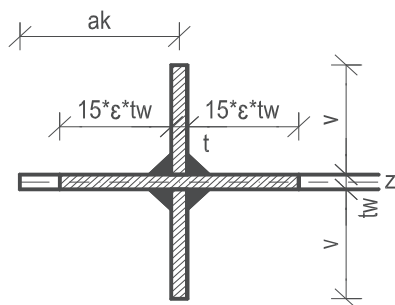
pořadnice těžiště $z_{f,d} = 1.904 \text{ m}$
 $\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 \cdot t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 \cdot t_w / 2) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0} = 47342.4 \text{ kNm}$
 $\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 \cdot A_c \cdot f_{yf} \cdot r_c / \gamma_{M0} = (b_c \cdot 0.85 \cdot t_c \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 \cdot t_c / 2 - z_{f,d})) \cdot f_{yf} / \gamma_c = 13406.7 \text{ kNm}$
 $M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 60749.1 \text{ kNm}$
 $\eta_1 = M_{ed} / M_{pl,Rd} = 0.352 \leq M_{f,Rd} / M_{pl,Rd} = 0.807$ interakci není nutné posuzovat
 ověření interakce $\eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.352 \leq 1.0$ interakce smyku a ohybu vyhoví

10.1.8 Boulení od ohybu pásnic - v montážním stavu

průřezová plocha stojiny $A_w = 0.04392 \text{ m}^2$
 účinná průřezová plocha tlacené pásnice $A_{fc} = 0.01226 \text{ m}^2$
 součinitel při využití - pružné momentové únosnosti $k = 0.55$
 štíhlostní poměr stojiny $h_w/t_w = 135.556 \leq k \cdot E / f_{yf} \cdot \sqrt{(A_w / A_{fc})} = 616$ vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.9 Posouzení příčné výztuhy

Zadání krajní oboustranné výztuhy:

tloušťka plechu výztuhy
vzdálenost od kraje nosníku
délka plechu výztuhy
moment setrvačnosti k ose "z"

krajní vlákna k těžišti výztuhy
vzdálenost středů pásnic
Amplituda počáteční imperfekce výztuhy

Podmínka torzní tuhosti

tlaková síla z přilehlých panelů (tlak)

Kritická síla příčné výztuhy

Podporová reakce (vnější osová síla)

poměrná štíhlost stojiny

Tlaková síla plynoucí z tahových polí

tlaková síla plynoucí z odchýlených sil

celková osová síla

Dodatečný průhyb výztuhy

Maximální napětí ve výztuze

Zadání vnitřní oboustranné výztuhy:

tloušťka plechu výztuhy
vzdálenost od pol. vzdál. výztuh
délka plechu výztuhy
moment setrvačnosti k ose "z"

krajní vlákna k těžišti výztuhy
vzdálenost středů pásnic
Amplituda počáteční imperfekce výztuhy

| | plný | oslabený |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|
| t = | 0.020 | 0.018 m |
| ak = | 0.310 | m |
| v = | 0.300 | m |
| I_{sl} = | 1.2E-04 | m ⁴ |
| A_{sl} = | 1.9E-02 | m ² |
| e_{max} = | 0.309 | m |
| b = | 2.483 | m |
| w_0 = | 0.006 | m |
| $\sigma_{cr,c}$ = | 16.945 | MPa |
| $\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2$ = | 9.98 | MPa |
| $\psi = \sigma_2/\sigma_1$ = | 1.000 | |
| I_p = | 1.3E-06 | m ⁴ |
| I_t = | 5.8E-07 | m ⁴ |
| I_t/I_p = | 0.440 | $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ vyhoví |
| γ = | 93.980 | |
| δ = | 0.419 | |
| α = | 0.767 | |
| $k_{\sigma,p}$ = | 15.077 | |
| $\sigma_{cr,p}$ = | 150.547 | MPa |
| IN_{Ed} = | 0.0 | kN |
| σ_m = | 0.000 | MPa |
| u = | 2.664 | |
| $I_{sl,min}$ = | 0.0E+00 | m ⁴ vyhoví |
| $N_{cr,st}$ = | 43386 | kN |
| $N_{st,ex}$ = | 5183.3 | kN |
| λ_w = | 0.798 | |
| $N_{st,ten}$ = | 0 | kN |
| $\Delta N_{st,Ed}$ = | 0.0 | kN |
| $\Sigma N_{st,Ed}$ = | 5183.3 | kN |
| w = | 0.0009 | $\leq h_w/300$ vyhoví |
| σ_{max} = | 288.1 | $\leq f_x/\gamma_{M1}$ vyhoví |
| | plný | oslabený |
| t = | 0.016 | 0.014 m |
| ak = | 1.500 | m |
| v = | 0.300 | m |
| I_{sl} = | 9.7E-05 | m ⁴ |
| A_{sl} = | 1.6E-02 | m ² |
| e_{max} = | 0.309 | m |
| b = | 2.483 | m |
| w_0 = | 0.006 | m |
| $\sigma_{cr,c}$ = | 16.945 | MPa |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | |
|---|--|---------------------------------|--|-------|-------|
| | $\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 =$ | 9.98 MPa | | | |
| | $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | | | |
| | $I_p =$ | 1.3E-06 m ⁴ | | | |
| Podmínka torzní tuhosti | $I_t =$ | 2.7E-07 m ⁴ | | | |
| | $I_t/I_p =$ | 0.207 $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ | vyhoví | | |
| | $\gamma =$ | 73.132 | | | |
| | $\delta =$ | 0.365 | | | |
| | $\alpha =$ | 0.767 | | | |
| | $k_{\sigma,p} =$ | 13.996 | | | |
| | $\sigma_{cr,p} =$ | 139.752 MPa | | | |
| tlaková síla z přilehlých panelů (tlak) | $IN_{Ed} =$ | 1984.4 kN | | | |
| | $\sigma_m =$ | 0.210 MPa | | | |
| | $u =$ | 2.664 | | | |
| | $I_{sl,min} =$ | 1.9E-06 m ⁴ | vyhoví | | |
| Kritická síla příčné výztuhy | $N_{cr,st} =$ | 33761 kN | | | |
| Posouvající síla (vnější osová síla) | $N_{st,ex} =$ | 4254.6 kN | | | |
| poměrná štíhlost stojiny | $\lambda_w =$ | 1.003 | | | |
| Tlaková síla plynoucí z tahových polí | $N_{st,ten} =$ | 0 kN | | | |
| tlaková síla plynoucí z odchýlených sil | $\Delta N_{st,Ed} =$ | 126.5 kN | | | |
| celková osová síla | $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 4381.1 kN | | | |
| Dodatečný průhyb výztuhy | $w =$ | 0.0009 $\leq h_w/300$ | vyhoví | | |
| Maximální napětí ve výztuze | $\sigma_{max} =$ | 281.9 $\leq f_{yk}/\gamma_{M1}$ | vyhoví | | |
| | | plný | oslabený | | |
| <u>Zadání vnitřní jednostranné výztuhy:</u> | tloušťka plechu výztuhy | $t =$ | <table><tr><td>0.016</td><td>0.014</td></tr></table> m | 0.016 | 0.014 |
| 0.016 | 0.014 | | | | |
| | délka plechu výztuhy | $v =$ | 0.300 m | | |
| | těžiště výztuhy ke stěně nosníku | $z_{sl} =$ | 0.045 m | | |
| | moment setrvačnosti k ose "z" | $I_{sl} =$ | 1.0E-04 m ⁴ | | |
| | | $A_{sl} =$ | 1.2E-02 m ² | | |
| | krajní vlákna k těžišti výztuhy | $e_{max} =$ | 0.054 m | | |
| | vzdálenost středů pásnic | $b =$ | 2.483 m | | |
| | Amplituda počáteční imperfekce výztuhy | $w_0 =$ | 0.008 m | | |
| | | $\sigma_{cr,c} =$ | 6.833 MPa | | |
| | $\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 =$ | 9.98 MPa | | | |
| | $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | | | |
| | $I_p =$ | 1.3E-06 m ⁴ | | | |
| Podmínka torzní tuhosti | $I_t =$ | 2.7E-07 m ⁴ | | | |
| | $I_t/I_p =$ | 0.207 $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ | vyhoví | | |
| | $\gamma =$ | 76.783 | | | |
| | $\delta =$ | 0.271 | | | |
| | $\alpha =$ | 1.208 | | | |
| | $k_{\sigma,p} =$ | 15.363 | | | |
| | $\sigma_{cr,p} =$ | 153.399 MPa | | | |
| tlaková síla z přilehlých panelů (tlak) | $IN_{Ed} =$ | 1984.4 kN | | | |
| | $\sigma_m =$ | 0.266 MPa | | | |
| | $u =$ | 1.000 | | | |
| | $I_{sl,min} =$ | 1.6E-06 m ⁴ | vyhoví | | |
| | $I_{sl,min} =$ | 1.1E-05 m ⁴ | vyhoví | | |
| Kritická síla příčné výztuhy | $N_{cr,st} =$ | 35447 kN | | | |
| Posouvající síla (vnější osová síla) | $N_{st,ex} =$ | 3356.5 kN | | | |
| poměrná štíhlost stojiny | $\lambda_w =$ | 1.003 | | | |
| Tlaková síla plynoucí z tahových polí | $N_{st,ten} =$ | 0 kN | | | |
| tlaková síla plynoucí z odchýlených sil | $\Delta N_{st,Ed} =$ | 160.7 kN | | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------|---------------|
| celková osová síla | $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 3517.2 kN | |
| Dodatečný průhyb výtuhu | $w =$ | 0.0009 $\leq h_w/300$ | vyhoví |
| Maximální napětí ve výztuze | $\sigma_{max} =$ | 292.1 $\leq f_x/\gamma_{M1}$ | vyhoví |

10.1.1 Posouzení nosníku na únavu

10.1.1C Rozhodující vnitřní síly a napětí v hlavním nosníku od modelu 71

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení modelu 71, vč. dynamického součinitele zatížení
 Spřažený nosník uvažovaný ve výpočetním modelu - plný ocelový průřez, oslabená betonová deska.

| SLS-71 | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 26.8 | 13.4 | 16.1 | 0.0 | 16.1 | 4.4 | -26.8 | -16.1 | -0.4 | -21.2 | -16.1 | -4.4 |
| $V_{y,k} =$ | 69.6 | 100.0 | 97.5 | 16.8 | 77.3 | 62.4 | -72.2 | -91.5 | -16.1 | -72.0 | -91.5 | -69.8 |
| $V_{z,k} =$ | 124.2 | 807.4 | 829.9 | 4.0 | 258.1 | 587.1 | -406.4 | -7.9 | -870.0 | -693.3 | -7.9 | -613.9 |
| $T_k =$ | 2.2 | 15.9 | 30.1 | 66.9 | 2.8 | 18.1 | -8.0 | -13.8 | -2.5 | -50.2 | -13.8 | -4.8 |
| $M_{y,k} =$ | 5857.5 | 1033.1 | 528.0 | 0.2 | 6783.8 | 3779.5 | -11.4 | -68.6 | -38.4 | -6.4 | -70.1 | -4.8 |
| $M_{z,k} =$ | 125.6 | 130.7 | 69.0 | 3.4 | 145.9 | 284.2 | -104.0 | -110.1 | -3.8 | -1.1 | -52.4 | -257.4 |

Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí a posunu neutrálné osy oslabeného průřezu:

| SLS-71 | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 26.8 | 13.4 | 16.1 | 0.0 | 16.1 | 4.4 | -26.8 | -16.1 | -0.4 | -21.2 | -16.1 | -4.4 |
| $V_{y,k} =$ | 69.6 | 100.0 | 97.5 | 16.8 | 77.3 | 62.4 | -72.2 | -91.5 | -16.1 | -72.0 | -91.5 | -69.8 |
| $V_{z,k} =$ | 124.2 | 807.4 | 829.9 | 4.0 | 258.1 | 587.1 | -406.4 | -7.9 | -870.0 | -693.3 | -7.9 | -613.9 |
| $T_k =$ | 2.2 | 15.9 | 30.1 | 66.9 | 2.8 | 18.1 | -8.0 | -13.8 | -2.5 | -50.2 | -13.8 | -4.8 |
| $M_{y,k} =$ | 5857.8 | 1033.2 | 528.2 | 0.2 | 6784.0 | 3779.6 | -11.9 | -68.9 | -38.4 | -6.8 | -70.4 | -4.9 |
| $M_{z,k} =$ | 125.7 | 130.8 | 69.0 | 3.4 | 146.0 | 284.2 | -104.3 | -110.2 | -3.8 | -1.4 | -52.6 | -257.4 |

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|------|------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\sigma_{c,h} =$ | -2.6 | -0.5 | -0.2 | 0.0 | -3.0 | -1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $\sigma_{c,d} =$ | -1.8 | -0.3 | -0.2 | 0.0 | -2.0 | -1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $\sigma_{s,h,L} =$ | -11.4 | -2.2 | -1.1 | 0.0 | -13.3 | -7.7 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | -0.1 | 0.2 | 0.4 |
| $\sigma_{s,h,P} =$ | -11.0 | -1.7 | -0.8 | 0.0 | -12.8 | -6.8 | -0.2 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.4 |
| $\sigma_{s,d,L} =$ | 33.7 | 5.6 | 2.9 | 0.0 | 39.0 | 21.0 | 0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | -0.3 | 0.8 |
| $\sigma_{s,d,P} =$ | 34.6 | 6.5 | 3.4 | 0.0 | 40.0 | 23.0 | -0.5 | -0.8 | -0.2 | -0.1 | -0.6 | -0.9 |

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

Uvažují se již včetně dynamického součinitele.

| | | | | |
|---------------------------|--|-------|-----|--|
| Nejmenší napětí | $\Phi_2 \cdot \sigma_{p,min} =$ | -13.3 | Mpa | (konzervativně, jinak 0 pro prosté pole) |
| Největší napětí | $\Phi_2 \cdot \sigma_{p,max} =$ | 40.0 | Mpa | |
| Referenční rozkmit napětí | $\Phi_2 \cdot \Delta \sigma_p = \sigma_{p,max} - \sigma_{p,min} =$ | 53.3 | Mpa | |

Ekvivalentní rozkmit napětí:

| | | | |
|--|---|------|-----------------------------|
| součinitel účinků poškození od dopravy | $\lambda_1 =$ | 0.64 | |
| součinitel objemu dopravy | $\lambda_2 =$ | 1.15 | |
| součinitel návrhové životnosti mostu | $\lambda_3 =$ | 1.00 | |
| součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než jednou kolejí | $\lambda_4 =$ | 1.00 | |
| | $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 =$ | 0.74 | $\leq \lambda_{max} = 1.40$ |
| | $\Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta \sigma_p =$ | 39.2 | Mpa |
| | $\gamma_{Ff} =$ | 1.00 | |
| | $\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} =$ | 39.2 | Mpa |

dílčí součinitel únavového zatížení

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.1C Zjednodušené posouzení na únavu - pro maximální rozkmit napětí

dílní součinitel únavové pevnosti

$$\gamma M_f = 1.35$$

| | Kategorie detailu | Pevnost $\Delta\sigma_c$ (Mpa) |
|------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| V místě svarů a styků výtuh | 71 | 70 |
| Výřezy ve stojinách příčniců | 112 | 111 |

$$(\gamma_{FF} \cdot \Delta\sigma_{E2}) / (\gamma M_f \cdot \Delta\sigma_c) = 0.41 \leq 1.0$$

$$\gamma M_f \cdot \Delta\sigma_c = 0.26 \leq 1.0$$

vyhoví - netřeba upřesnění výpočtu

10.1.1 Spřažená deska v příčném směru

návrhový moment v příčném směru desky

$$M_{ed,min} = -250.8 \text{ kNm} \quad (\text{záporný moment - horní výtuh})$$

$$M_{ed,max} = 185.1 \text{ kNm} \quad (\text{kladný moment - dolní výtuh})$$

návrhová posouvající síla

$$V_{ed,ext} = 605.3 \text{ kN}$$

krytí betonářské výtuh

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

další výtuh

$$\phi_{spon} = 10 \text{ mm}$$

| | c_h (mm) | ϕ (mm) | a (mm) |
|-------------|------------|-------------|----------|
| horní výtuh | 0.060 | 25 | 150 |
| dolní výtuh | 0.250 | 22 | 150 |

účinná výška průřezu:

$$\text{horní výtuh} \quad d = h - c_h - \phi / 2 = 0.2375 \text{ m}$$

$$\text{dolní výtuh} \quad d = c_h - \phi / 2 = 0.239 \text{ m}$$

nutná plocha výtuh:

$$A_{s,reg} = 2.9E-03 \text{ m}^2 \quad \text{vyhoví}$$

$$A_{s,reg} = 2.0E-03 \text{ m}^2 \quad \text{vyhoví}$$

Nad podporou, u volného konce desky, bude příčná výtuh zhuštěna.

návrh smykové výtuh v rastru

6.667-střížné třmínky

à 150mm

vyhoví

únosnost smykové výtuh

$$V_{rd,s} = 811.0 \text{ kN}$$

vyhoví

10.1.1 Ověření minimální plochy výtuh spřažené desky - podélný směr

Výtuh spřažené desky:

| | c_h (mm) | ϕ (mm) | a (mm) |
|---------|------------|-------------|----------|
| 1. řada | 0.085 | 25 | 150 |
| 2. řada | 0.228 | 20 | 150 |

součinitel nerovnoměrného napětí

$$k = 0.80$$

součinitel redukce normálové síly

$$k_s = 0.90$$

součinitel rozdělení napětí

$$k_c = 1.00 \leq 1.0$$

součinitel

$$\delta = 1.00 \quad \text{pro průřezy třídy 1 a 2}$$

přípustné napětí po vzniku trhliny

$$\sigma_s = 160 \text{ MPa}$$

plocha tažené oblasti

$$A_{ct} = 0.99 \text{ m}^2$$

min. plocha výtuh v betonovém průřezu

$$A_{s,min} = 8637 \text{ mm}^2 \leq \sum A_s = 17067 \text{ mm}^2 \quad \text{vyhoví}$$

min. plocha výtuh v tažené oblasti betonu

$$A_{s,min} = 12865 \text{ mm}^2 \leq \sum A_s = 17067 \text{ mm}^2 \quad \text{vyhoví}$$

min. plocha spodní výtuh v betonovém průřezu

$$A_{s,min} = 1972 \text{ mm}^2 \leq \sum A_s = 6660 \text{ mm}^2 \quad \text{vyhoví}$$

Posouzení výtuh - vykrytí tahového napětí v betonové desce:

maximální tahová síla v betonové desce (z napětí)

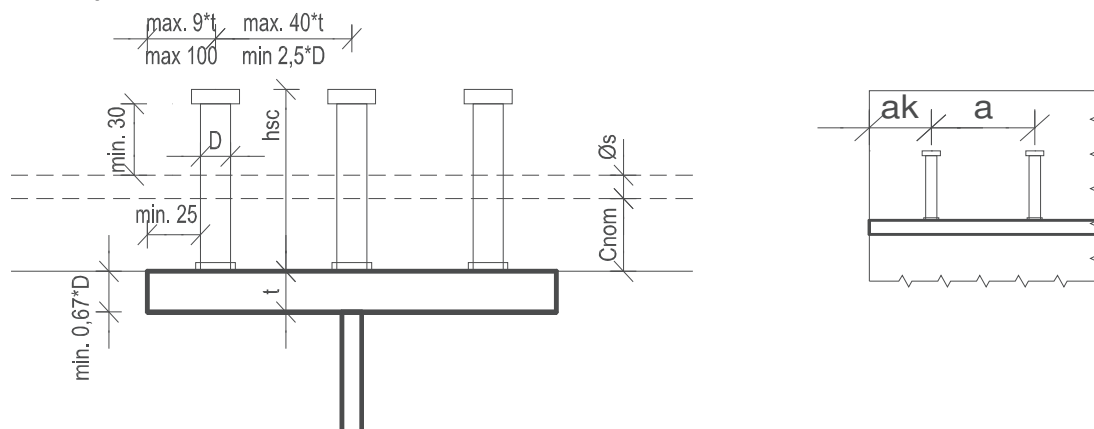
$$F_{t,ED,max} = 690 \text{ kN/m}^b$$

síla kterou přenesou výtuh v tahu

$$F_{t,RD,max} = 2333 \text{ kN/m}^b \quad \text{vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.1 Návrh spřažení



| | | |
|---|--|---------|
| max. vzdál. spřahujících trnů v podélném směru | $\min(22 \cdot t_f \cdot \sqrt{(235/f_y)}; 4 \cdot t_{bet}; 0.8m) =$ | 0.501 m |
| min. vzdál. spřahujících trnů v podélném směru | $5 \cdot d =$ | 0.11 m |
| min. vzdálenost spřahujících trnů v příčném směru k okraje bet. desky | $9 \cdot t_f \cdot \sqrt{(235/f_y)} =$ | 0.205 m |

| | | |
|-------------------|------------|--------|
| výška trnu | $h_{sc} =$ | 0.15 m |
| počet trnů v řadě | $n =$ | 4 m |

Únosnost trnu ve smyku:

$$\alpha = 0.2 \cdot (h_{sc}/d + 1) = 1$$

$$P_{Rd} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot (d^2/4) / \gamma_v = 109.5 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 111.4 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = 109.5 \text{ kN}$$

únosnost jednoho trnu

Podélná posouvající síla a rozteč trnů - krajní 1/4 rozpětí:

| | | |
|---|---|----------------------------------|
| - při plastické únosnosti průřezu (úplné smykové spojení) | $V_{L,Ed} = \min(A_a \cdot f_{yd}; A_c \cdot 0.85 \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}) =$ | 4353.72 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.101 \text{ m}$ |
| | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} = 5183.3 \text{ kN}$ |
| - při pružné únosnosti průřezu (nad podporou) | $V_{L,Ed} = V_{z,Ed} \cdot S_{yf} / I_{y,spřaž,eff} =$ | 1.9E+03 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.228 \text{ m}$ |
| | | $a \leq 0.501 \text{ m}$ |
| | | $ak \leq 0.205 \text{ m}$ |

Uvažují se 4 řady trnů průměru 22 mm, po 0.22 m (resp. 0.2 m krajní řady od kraje nosníku).

Podélná posouvající síla a rozteč trnů - vnitřní 1/2 rozpětí:

| | | |
|---|---|----------------------------------|
| - při plastické únosnosti průřezu (úplné smykové spojení) | $V_{L,Ed} = \min(A_a \cdot f_{yd}; A_c \cdot 0.85 \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}) =$ | 4353.72 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.101 \text{ m}$ |
| | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} = 2544.9 \text{ kN}$ |
| - při pružné únosnosti průřezu (nad podporou) | $V_{L,Ed} = V_{z,Ed} \cdot S_{yf} / I_{y,spřaž,eff} =$ | 9.4E+02 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.464 \text{ m}$ |
| | | $a \leq 0.501 \text{ m}$ |
| | | $ak \leq 0.205 \text{ m}$ |

Uvažují se 4 řady trnů průměru 22 mm, po 0.4 m (resp. 0.2 m krajní řady od kraje nosníku).

Posouzení na únavu - krajní 1/4 rozpětí:

| | | | |
|---|--|---------|------------------------|
| Posouvající síla vyvolaná únavovým zatížením vč. dynamických účinků | $V_{z,d,únav} =$ | \min | \max |
| Podélná posouvající síla vyvolaná únavovým zatížením | $V_{L,Ed} = V_{z,d,únav} \cdot S_{yf} / I_{y,spřaž,eff} =$ | -870.0 | 829.9 kN |
| Podélná posouvající síla na jeden trn | $V_{L,Ed,trn} =$ | -322.6 | 307.7 kN |
| Průměr svarového přípoje | $d_3 =$ | -17.7 | 16.9 kN |
| Moment setrvačnosti trnu | $I_{trn} =$ | 29 | 29 mm |
| | | 3.5E-08 | 3.5E-08 m ⁴ |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|---------------------------|--|-------|----------|
| Smykové napětí v trnu | $\tau =$ | -30.9 | 29.5 MPa |
| Referenční rozkmit napětí | $\Phi_2 * \Delta \tau_p = I \tau_{p,max} - \tau_{p,min} =$ | 60.4 | Mpa |

Ekvivalentní rozkmit napětí:

$$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 = 0.74 \leq \lambda_{max} = 1.40$$

$$\Delta \sigma_{E2} = \lambda * \Phi_2 * \Delta \sigma_p = 44.5 \text{ Mpa}$$

$$\gamma F_f = 1.00$$

$$\gamma F_f * \Delta \sigma_{E2} = 44.5 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel únavového zatížení

Zjednodušené posouzení na únavu - pro maximální rozkmit napětí:

dílní součinitel únavové pevnosti

$$\gamma M_f = 1.35$$

| | Kategorie detailu | Pevnost $\Delta \sigma_c$ (Mpa) |
|----------------|-------------------|---------------------------------|
| Přivaření trnů | 80 | 79 |

$$(\gamma F_f * \Delta \sigma_{E2}) / (\gamma M_f * \Delta \sigma_c) = 0.42 \leq 1.0$$

vyhoví - netřeba upřesnění výpočtu

10.1.1 Krční svary nosníku

těžiště ideálního průřezu od horní hrany průřezu (M_y+)

$$z_h = 0.891 \text{ m}$$

moment setrvačnosti ideálního průřezu (M_y+)

$$I_y = 3E-01 \text{ m}^4$$

těžiště ideálního průřezu od horní hrany průřezu (M_y-)

$$z_h = 1.773 \text{ m}$$

moment setrvačnosti ideálního průřezu (M_y-)

$$I_y = 1E-01 \text{ m}^4$$

moment setrvačnosti ideálního průřezu - zjednodušeně ($M_z\pm$)

$$I_z = 1E-01 \text{ m}^4$$

Část nosníku - krajní 1/4 rozpětí:max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory

$$V_{ed,max} = 5183.3 \text{ kN}$$

Horní krční svary (M_y+) (M_y-) Statický moment plochy horní $S_{y,h} = 0.12431 \quad 0.02785 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_h = 0.006 \text{ m}$ **$\geq 6 \text{ mm}$ - vyhoví**Počet krčních svarů $n_h = 2 \text{ ks}$ Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = 159.68 \quad 89.54 \text{ MPa}$

$$\tau_{II} = V_{ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h) \quad \text{CO01}$$

Dolní krční svary (M_y+) (M_y-) Statický moment plochy horní $S_{y,d} = 0.12383 \quad 0.07689 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_d = 0.008 \text{ m}$ **$\geq 6 \text{ mm}$ - vyhoví**Počet krčních svarů $n_d = 2 \text{ ks}$ Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = 119.29 \quad 185.37 \text{ MPa}$

$$\tau_{II} = V_{ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h) \quad \text{CO02}$$

Boční krční svary $(M_z\pm)$ Statický moment plochy horní $S_{z,h} = 0.00819 \text{ m}^3$ Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = 22.65 \text{ MPa}$

$$\tau_{II} = V_{ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n * a) \quad \text{CO03}$$

Posouzeníkorelační součinitel $\beta_w = 0.9$

$$(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) = 0.827 \leq 1 \quad \text{vyhoví}$$

$$\max(\text{CO01} + \text{CO03}; \text{CO02} + \text{CO03})$$

Část nosníku - vnitřní 1/2 rozpětí:max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory

$$V_{ed,max} = 2544.9 \text{ kN}$$

Horní krční svary (M_y+) (M_y-) Statický moment plochy horní $S_{y,h} = 0.12431 \quad 0.02785 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_h = 0.006 \text{ m}$ **$\geq 6 \text{ mm}$ - vyhoví**Počet krčních svarů $n_h = 2 \text{ ks}$ Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = 78.3986 \quad 43.9609 \text{ MPa}$

$$\tau_{II} = V_{ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h) \quad \text{CO01}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Dolní krční svary

| | (M _y +) (M _y -) | | |
|------------------------------|---|--|------|
| Statický moment plochy horní | S _{y,d} = 0.12383 0.07689 m ³ | | |
| Tloušťka svarů | a _d = 0.07 m | ≥ 6 mm - vyhoví | |
| Počet krčních svarů | n _d = 2 ks | | |
| Smykové napětí ve svaru | τ _{II} = 6.69 10.40 MPa | τ _{II} = V _{Ed,y} * S _{y,h} / (I _y * n _h * a _h) | CO02 |

Boční krční svary

| | (M _z ±) | | |
|------------------------------|---|---|------|
| Statický moment plochy horní | S _{z,h} = 0.00819 m ³ | | |
| Smykové napětí ve svaru | τ _{II} = 2.05 MPa | τ _{II} = V _{Ed,z} * S _{z,h} / (I _z * n * a) | CO03 |

Posouzení

| | | | |
|--|----------------------|--------|---------------------------|
| korelační součinitel | β _w = 0.9 | | |
| (√3 * τ _{II}) / (f _u / (b _w * γ _{M2})) = | 0.320 ≤ 1 | vyhoví | max(CO01+CO03; CO02+CO03) |

Posouzení únavy

| | |
|---|---|
| Vzdálenost k dolní hraně stojny ideálního průřezu | Z ⁻ _(svar) = 1.836 m ³ |
|---|---|

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| σ _{s,d,LP} = | 33.1 | 5.9 | 3.0 | 0.0 | 38.3 | 21.3 | -0.2 | -0.5 | -0.2 | -0.1 | -0.5 | -0.1 MPa |
|-----------------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------|

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

Uvažují se již včetně dynamického součinitele.

| | | |
|---------------------------|--|--|
| Nejmenší napětí | Φ ₂ * σ _{p,min} = -0.5 Mpa | (konzervativně, jinak 0 pro prosté pole) |
| Největší napětí | Φ ₂ * σ _{p,max} = 38.3 Mpa | |
| Referenční rozkmit napětí | Φ ₂ * Δσ _p = σ _{p,max} - σ _{p,min} = 38.7 Mpa | |

Ekvivalentní rozkmit napětí:

| | |
|-------------------------------------|--|
| | λ = λ ₁ * λ ₂ * λ ₃ * λ ₄ = 0.74 ≤ λ _{max} = 1.40 |
| | Δσ _{E2} = λ * Φ ₂ * Δσ _p = 28.5 Mpa |
| dílčí součinitel únavového zatížení | γ _{Ff} = 1.00 |
| | γ _{Ff} * Δσ _{E2} = 28.5 Mpa |

Zjednodušené posouzení na únavu - pro maximální rozkmit napětí:

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| dílčí součinitel únavové pevnosti | γ _{Mf} = 1.35 |
|-----------------------------------|------------------------|

| | Kategorie detailu | Pevnost Δσ _c (Mpa) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| V místě svarů a styků výtuh | 112 | 111 |

$$(\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E2}) / (\gamma_{Mf} * \Delta\sigma_c) = 0.19 \leq 1.0$$

vyhoví - netřeba upřesnění výpočtu

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.1 Ocelový nosník - montážní stav

10.1.15. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 374.7 | -79.6 | 57.6 | 70.9 | -322.7 | -368.6 | -418.5 | -88.6 | 130.5 | -129.7 | 177.3 | -321.5 |
| $V_{y,k} =$ | -4.5 | 91.7 | 53.7 | 35.7 | 8.4 | 0.1 | 15.0 | -105.9 | 47.7 | -40.4 | 72.4 | 1.7 |
| $V_{z,k} =$ | 80.1 | 543.3 | 1186.1 | 668.0 | -2.6 | -123.5 | -147.6 | 884.3 | -1193.1 | 769.0 | -1031.7 | 255.9 |
| $T_k =$ | -25.3 | 19.5 | -22.6 | 26.4 | 24.2 | 4.4 | 24.0 | -12.1 | -21.8 | -28.0 | -20.5 | 13.7 |
| $M_{y,k} =$ | 6910.4 | 212.6 | -100.2 | 3875.0 | 7188.9 | 6894.7 | 6903.3 | 107.2 | -244.6 | 2100.4 | -324.6 | 6277.8 |
| $M_{z,k} =$ | -181.9 | -147.1 | -82.4 | 119.0 | 132.1 | 186.8 | -171.3 | 124.7 | 91.7 | -31.2 | 128.1 | -188.7 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 560.2 | -119.6 | 86.6 | 106.6 | -484.7 | 439.5 | -627.1 | -132.7 | 194.7 | -194.3 | 264.9 | -481.9 |
| $V_{y,d} =$ | -6.5 | 137.3 | 81.0 | 53.8 | 12.6 | 8.5 | 18.2 | -158.4 | 72.0 | -60.4 | 109.1 | 2.4 |
| $V_{z,d} =$ | 103.7 | 727.9 | 1658.1 | 921.6 | -7.9 | 184.1 | -25.0 | 1205.4 | -1668.4 | 1055.6 | -1426.2 | 346.2 |
| $T_d =$ | -26.1 | 26.3 | -31.7 | 36.4 | 33.0 | 26.0 | 32.5 | -15.9 | -30.5 | -38.6 | -28.6 | 18.6 |
| $M_{y,d} =$ | 7090.7 | 318.8 | -148.9 | 5326.4 | 9890.4 | 7140.4 | 9829.0 | 162.2 | -363.7 | 2932.1 | -483.6 | 8630.5 |
| $M_{z,d} =$ | -273.1 | -220.6 | -124.0 | 179.6 | 197.9 | 280.6 | -263.9 | 186.7 | 137.7 | -46.3 | 192.3 | -282.4 |

10.1.15. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = v(0.5*(1+1/m)) = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 374.7 | -79.6 | 57.6 | 70.9 | -322.7 | -368.6 | -418.5 | -88.6 | 130.5 | -129.7 | 177.3 | -321.5 |
| $V_{y,k} =$ | -4.5 | 91.7 | 53.7 | 35.7 | 8.4 | 0.1 | 15.0 | -105.9 | 47.7 | -40.4 | 72.4 | 1.7 |
| $V_{z,k} =$ | 80.1 | 543.3 | 1186.1 | 668.0 | -2.6 | -123.5 | -147.6 | 884.3 | -1193.1 | 769.0 | -1031.7 | 255.9 |
| $T_k =$ | -25.3 | 19.5 | -22.6 | 26.4 | 24.2 | 4.4 | 24.0 | -12.1 | -21.8 | -28.0 | -20.5 | 13.7 |
| $M_{y,k} =$ | 6912.0 | 213.3 | -100.5 | 3875.3 | 7191.9 | 6898.1 | 6907.2 | 108.0 | -245.2 | 2101.6 | -325.4 | 6280.9 |
| $M_{z,k} =$ | -183.5 | -147.9 | -82.7 | 119.3 | 135.1 | 190.3 | -175.2 | 125.5 | 92.3 | -32.4 | 128.9 | -191.7 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 560.2 | -119.6 | 86.6 | 106.6 | -484.7 | 439.5 | -627.1 | -132.7 | 194.7 | -194.3 | 264.9 | -481.9 |
| $V_{y,d} =$ | -6.5 | 137.3 | 81.0 | 53.8 | 12.6 | 8.5 | 18.2 | -158.4 | 72.0 | -60.4 | 109.1 | 2.4 |
| $V_{z,d} =$ | 103.7 | 727.9 | 1658.1 | 921.6 | -7.9 | 184.1 | -25.0 | 1205.4 | -1668.4 | 1055.6 | -1426.2 | 346.2 |
| $T_d =$ | -26.1 | 26.3 | -31.7 | 36.4 | 33.0 | 26.0 | 32.5 | -15.9 | -30.5 | -38.6 | -28.6 | 18.6 |
| $M_{y,d} =$ | 7093.2 | 319.9 | -149.3 | 5326.9 | 9895.0 | 7142.3 | 9834.9 | 163.4 | -364.6 | 2934.0 | -484.8 | 8635.0 |
| $M_{z,d} =$ | -275.5 | -221.7 | -124.3 | 180.0 | 202.4 | 282.6 | -269.7 | 187.9 | 138.5 | -48.2 | 193.5 | -286.9 |

10.1.1 Posouzení průřezu

10.1.15. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A * f_y / \gamma_{M0} = 36658.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = N_d / N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.1.15. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 35749.9 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.1.15. Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 6.6E-02 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 3.8E-02 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 12670.1 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 7782.0 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.09 | 0.21 | 0.12 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.15 | 0.21 | 0.14 | 0.18 | 0.04 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 135.556 > 73 \cdot \epsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **nutné výztuhy**

10.1.15. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 2.2E-02 | 0.438 | 6.9E-03 | 2.526 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 3.9E-02 | 0.918 | 6.9E-03 | 2.526 |
| stěna v místě těžiště | 4.9E-02 | 0.018 | 6.9E-03 | 2.526 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.06 | 0.48 | 0.94 | 0.53 | 0.01 | 0.10 | 0.03 | 0.75 | 0.94 | 0.61 | 0.84 | 0.19 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.05 | 0.43 | 0.82 | 0.46 | 0.01 | 0.09 | 0.02 | 0.66 | 0.82 | 0.53 | 0.73 | 0.16 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\tau_m =$ | 3.06 | 21.53 | 48.89 | 27.18 | 0.24 | 5.43 | 0.75 | 35.61 | 49.18 | 31.13 | 42.08 | 10.20 | MPa |
|------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 34.560 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 4.94817$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.610$$

bimoment

$$B_{sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,SD} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,SD} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $B_{sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t, sd} =$ | 15.90 | 16.06 | 19.33 | 22.20 | 20.13 | 15.89 | 19.84 | 9.72 | 18.60 | 23.57 | 17.44 | 11.33 | kNm |
| $T_{w, sd} =$ | 10.16 | 10.27 | 12.36 | 14.19 | 12.86 | 10.15 | 12.68 | 6.22 | 11.89 | 15.06 | 11.15 | 7.24 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) * (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.530 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) * (c_1 + t_3/2) = 0.530 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) * (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.024 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = -(-z_{cs} - z^-) * (c_1 + t_3/2) = 0.024 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.530 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.024 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h * b_1 * t_1/4 = 1.6E-03 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d * b_2 * t_2/4 = 3.1E-04 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 2.2E-03 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 4.9E-02 \text{ m}^4$$

normálové napětí od kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd} / I_{\omega} * \omega = B_{sd} / W_{\omega} = \text{viz níže}$$

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

$$\tau_t = T_{t, sd} * t / I_t = \text{viz níže}$$

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} * S_{\omega} / (I_{\omega} * t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 7.19 | 7.27 | 8.75 | 10.04 | 9.10 | 7.19 | 8.97 | 4.40 | 8.41 | 10.66 | 7.89 | 5.12 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.51 | 0.51 | 0.62 | 0.71 | 0.64 | 0.51 | 0.63 | 0.31 | 0.59 | 0.75 | 0.56 | 0.36 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 14.90 | 15.05 | 18.12 | 20.80 | 18.86 | 14.89 | 18.59 | 9.11 | 17.43 | 22.08 | 16.34 | 10.62 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 4.62 | 4.67 | 5.62 | 6.46 | 5.85 | 4.62 | 5.77 | 2.83 | 5.41 | 6.85 | 5.07 | 3.29 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

Posouzení přes napětí

$$E_d / R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| $\tau_k =$ | 14.94 | 15.10 | 18.17 | 20.87 | 18.92 | 14.93 | 18.65 | 9.14 | 17.48 | 22.15 | 16.39 | 10.65 | MPa |
| $E_d / R_d =$ | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.08 | 0.10 | 0.05 | 0.09 | 0.11 | 0.08 | 0.06 | <u>vyhoví</u> |

Návrhová únosnost ve smyku redukována vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y} =$ | 12272.2 | 12268.0 | 12184.6 | 12110.9 | 12164.2 | 12272.5 | 12171.6 | 12428.2 | 12203.3 | 12075.6 | 12232.9 | 12387.9 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z} =$ | 7537.6 | 7535.0 | 7483.8 | 7438.5 | 7471.3 | 7537.8 | 7475.8 | 7633.4 | 7495.3 | 7416.9 | 7513.5 | 7608.6 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d / R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy} / R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz} / R_d =$ | 0.01 | 0.10 | 0.22 | 0.12 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.16 | 0.22 | 0.14 | 0.19 | 0.05 | <u>vyhoví</u> |

10.1.15. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostý ohyb

Návrhová únosnost oslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{17423.9 \text{ kN (záporný My)}} \\ \underline{40583.2 \text{ kN (kladný My)}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_z \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{2872.7 \text{ kN (záporný Mz)}} \\ \underline{2872.7 \text{ kN (kladný Mz)}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 0.13 | 0.24 | 0.18 | 0.24 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.21 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.10 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y}/V_{pl,T,Rd,y} = 0.01 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d,z}/V_{pl,T,Rd,z} = 0.22 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d,y}/V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d,z}/V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost oslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{17423.9 \text{ kN (záporný My)}} \\ \underline{40583.2 \text{ kN (kladný My)}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{2872.7 \text{ kN (záporný Mz)}} \\ \underline{2872.7 \text{ kN (kladný Mz)}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 0.13 | 0.24 | 0.18 | 0.24 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.21 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.10 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost oslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| $M_{N,y,M-} =$ | 17419.9 | 17423.7 | 17423.8 | 17423.8 | 17420.9 | 17421.4 | 17418.8 | 17423.7 | 17423.4 | 17423.4 | 17423.0 | 17420.9 | kNm |
| $M_{N,y,M+} =$ | 40573.7 | 40582.7 | 40583.0 | 40582.8 | 40576.1 | 40577.3 | 40571.3 | 40582.6 | 40582.0 | 40582.0 | 40581.1 | 40576.2 | kNm |
| $M_{N,z,M-} =$ | 2872.0 | 2872.7 | 2872.7 | 2872.7 | 2872.2 | 2872.3 | 2871.9 | 2872.7 | 2872.6 | 2872.6 | 2872.5 | 2872.2 | kNm |
| $M_{N,z,M+} =$ | 2872.0 | 2872.7 | 2872.7 | 2872.7 | 2872.2 | 2872.3 | 2871.9 | 2872.7 | 2872.6 | 2872.6 | 2872.5 | 2872.2 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 0.13 | 0.24 | 0.18 | 0.24 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.21 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.10 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro I a H průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.27 | 0.09 | 0.05 | 0.19 | 0.31 | 0.27 | 0.34 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.31 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 \cdot (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.13 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.13 | 0.13 | 0.15 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.15 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.1.15. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

| | | |
|--|--|--------------|
| křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y | b | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_{1y} =$ | 0.34 |
| křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z | c | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_{1z} =$ | 0.49 |
| poměrná štíhlost | $\lambda_1 = \pi \sqrt{E/f_y} = 93.9 \cdot \epsilon =$ | 78.66 |
| uvažovaná délka prutu | L = | 34.56 m |
| součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\beta_{cr,y} =$ | 1 |
| součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z | $\beta_{cr,z} =$ | 1 |
| vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y | $L_{cr,y} = L \cdot \beta_{cr,y} =$ | 34.560 m |
| vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z | $L_{cr,z} = L \cdot \beta_{cr,z} =$ | 34.560 m |
| štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\lambda_y = L_{cr,y}/i_y =$ | 37.24 |
| štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\lambda_z = L_{cr,z}/i_z =$ | 179.95 |
| poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 =$ | 0.473 |
| poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 =$ | 2.288 |
| | $\phi_y = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{1y} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] =$ | 0.659 |
| | $\phi_z = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{1z} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] =$ | 3.629 |
| | $\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 + \bar{\lambda}_y^2}] =$ | 0.896 |
| | $\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 + \bar{\lambda}_z^2}] =$ | 0.155 |
| | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 5042.6 kN |

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.12 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.10 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

| | | |
|---|---|------------------------|
| křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z | b | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_1 =$ | 0.34 |
| vzdálenost středu smyku od těžiště | a = | 0.651 m |
| polární moment setrvačnosti ke středu smyku | $I_p = I_y + I_z + A_{eff} \cdot a^2 =$ | 1.4E-01 m ⁴ |
| součinitel vzpěrné délky při zkroutení | $\beta_{cr,\omega} =$ | 1 |
| vzpěrná délka při zkroutení | $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} =$ | 34.560 m |
| štíhlost při prostorovém vzpěru | $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} =$ | 204.16 |
| polární poloměr setrvačnosti | $i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2) / (I_p / A_{eff})} =$ | 1.150 m |
| | $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 =$ | 1.287 |
| | $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{((1 + \kappa_z) / 2)^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}]} =$ | 1.342 |
| | $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z =$ | 241.55 |
| | $\kappa = \sqrt{[(1 + (a/i_p)^2) / 3]} =$ | 0.723 |
| | $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} =$ | 198.47 |
| | $\lambda_1 =$ | 204.163 |
| | $\lambda_2 =$ | 179.953 |
| | $\lambda_3 =$ | 37.238 |
| | $\alpha_1 = (a_y/i_p)^2 =$ | 0.0E+00 |
| | $\alpha_2 = (a_z/i_p)^2 =$ | 3.2E-01 |
| | $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} =$ | 205.25 |
| | $\lambda_{yz\omega} =$ | 241.55 |
| | $\bar{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 =$ | 3.071 |
| | $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] =$ | 5.703 |
| | $\chi = 1/[\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}] =$ | 0.095 |
| | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 3092.4 kN |

v případě, že se příliš neliší

v případě, že se odlišují

uvažovaná štíhlost pro výpočet

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.20 | 0.04 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.16 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.1.15. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | |
|--|---|--------------------|
| průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| horní tlačný pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| dolní tlačný pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 3.000 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 7.587 \text{ m}$ | podmínka splněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

$$\mu_{cr} = \sqrt{1 + K_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 E I_w) / (L_{cr,z}^2 G I_t)} = 7.382$$

pružný kritický moment při klopení

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E I_z \cdot G I_t} / L_{cr,z} = 496956.3 \text{ kNm}$$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

$$M_{cr} = \text{kNm}$$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

$$M_{cr} = 496956.3 \text{ kNm}$$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1, 2, 3 nebo 4)

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_y \cdot f_y / M_{cr}} = 0.286$$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

$$d \quad (a; b; c; d)$$

součinitel imperfekce pro křivku klopení

$$\alpha_{LT} = 0.76$$

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0.573$$

součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 + \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 0.934$$

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 14795.8 \text{ kN (záporný My)}$$

$$34461.9 \text{ kN (kladný My)}$$

moment v únosnosti

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 2611.5 \text{ kN (záporný Mz)}$$

$$2611.5 \text{ kN (kladný Mz)}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.21 | 0.01 | 0.01 | 0.15 | 0.29 | 0.21 | 0.29 | 0.00 | 0.02 | 0.09 | 0.03 | 0.25 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.11 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.11 | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.11 | <u>vyhoví</u> |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(zy)} \cdot M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} \cdot M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} \cdot M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.33 | 0.13 | 0.06 | 0.23 | 0.52 | 0.33 | 0.59 | 0.12 | 0.08 | 0.17 | 0.11 | 0.52 | <u>vyhoví</u> |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\bar{\lambda}_y = 0.47$$

$$\bar{\lambda}_z = 2.29$$

$$\chi_y = 0.896$$

$$\chi_z = 0.155$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$N_{b,Rd,y} = 29113.5 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 5042.6 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) * c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) * c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.93 | 0.90 | 0.90 | 1.02 | 0.90 | 1.06 | 0.93 | 0.90 | 0.95 | 0.90 | 1.02 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.54 | 0.61 | 0.54 | 0.63 | 0.56 | 0.54 | 0.57 | 0.54 | 0.61 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 14795.8 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 2611.5 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

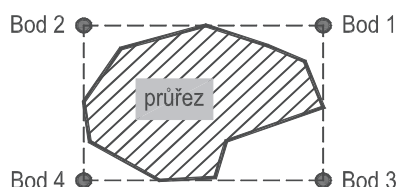
| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.50 | 0.11 | 0.04 | 0.36 | 0.81 | 0.50 | 0.87 | 0.09 | 0.06 | 0.25 | 0.08 | 0.75 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.37 | 0.13 | 0.05 | 0.26 | 0.60 | 0.37 | 0.67 | 0.12 | 0.07 | 0.19 | 0.09 | 0.58 | vyhoví |

10.1.15. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z}/W_{el,z} = \text{viz níže}$$

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -117.4 | 5.0 | 12.2 | -93.0 | -195.6 | -200.5 | -163.0 | -25.6 | -4.5 | -52.3 | -6.7 | -138.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -160.2 | -29.5 | -7.0 | -65.2 | -164.1 | -156.1 | -203.8 | 3.7 | 17.0 | -59.8 | 23.4 | -183.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 86.0 | 11.3 | 9.3 | 21.0 | 16.0 | 2.5 | 40.3 | -22.4 | -11.7 | 9.6 | -16.2 | 46.2 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 43.2 | -23.2 | -10.0 | 48.8 | 47.5 | 46.9 | -0.6 | 6.9 | 9.8 | 2.0 | 13.8 | 1.5 | MPa |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| $ \tau_{m,12} =$ | 2.4 | 16.1 | 35.0 | 19.7 | 0.1 | 3.6 | 4.4 | 26.1 | 35.2 | 22.7 | 30.4 | 7.5 | MPa |
| $ \tau_{m,34} =$ | 2.4 | 16.1 | 35.0 | 19.7 | 0.1 | 3.6 | 4.4 | 26.1 | 35.2 | 22.7 | 30.4 | 7.5 | MPa |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| $ \tau_{k,34} =$ | 7.5 | 5.7 | 6.7 | 7.8 | 7.1 | 1.3 | 7.1 | 3.6 | 6.4 | 8.3 | 6.1 | 4.0 | MPa |
| $ \tau_{k,34} =$ | 14.5 | 11.2 | 12.9 | 15.1 | 13.8 | 2.5 | 13.8 | 6.9 | 12.5 | 16.0 | 11.7 | 7.8 | MPa |

$$V(\sigma_{x,k}^2 + 3 * (\tau_m + \tau_k)^2) / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.48 | 0.14 | 0.22 | 0.31 | 0.58 | 0.60 | 0.61 | 0.17 | 0.22 | 0.24 | 0.20 | 0.55 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.27 | 0.16 | 0.25 | 0.23 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.18 | 0.25 | 0.20 | 0.22 | 0.16 | vyhoví |

10.1.15. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y} * z_y/(\chi_{LT} * I_y) + M_{k,z} * y_z/I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -128.5 | -4.0 | 7.2 | -85.7 | -187.3 | -188.9 | -173.6 | -17.9 | 1.1 | -54.2 | 1.2 | -150.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -149.0 | -20.5 | -2.0 | -72.5 | -172.3 | -167.7 | -193.1 | -4.0 | 11.4 | -57.8 | 15.5 | -171.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 86.0 | 11.3 | 9.3 | 21.0 | 16.0 | 2.5 | 40.3 | -22.4 | -11.7 | 9.6 | -16.2 | 46.2 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 43.2 | -23.2 | -10.0 | 48.8 | 47.5 | 46.9 | -0.6 | 6.9 | 9.8 | 2.0 | 13.8 | 1.5 | MPa |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$\sqrt{(\sigma_{x,k}^2 + 3 * (\tau_m + \tau_k)^2)} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.45 | 0.13 | 0.22 | 0.29 | 0.56 | 0.56 | 0.58 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.19 | 0.52 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.27 | 0.16 | 0.25 | 0.23 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.18 | 0.25 | 0.20 | 0.22 | 0.16 | vyhoví |

10.1.15.4 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|---------------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | $0.02 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | $0.02 \leq 1$ | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | $0.21 \leq 1$ | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | $0.22 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb | $0.24 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | $0.24 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | $0.24 \leq 1$ | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | $0.34 \leq 1$ | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | $0.15 \leq 1$ | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | $0.12 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | $0.20 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | $0.29 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | $0.59 \leq 1$ | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | $0.87 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | $0.61 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | $0.58 \leq 1$ | vyhoví |

10.1.15.4 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 0.0215 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | $\geq 6 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 2.02 | 14.19 | 32.32 | 17.97 | 0.15 | 3.59 | 0.49 | 23.50 | 32.52 | 20.58 | 27.80 | 6.75 | CO01 |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|

Dolní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} =$ | 0.03885 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\tau_{II} =$ | 3.65 | 25.64 | 58.41 | 32.46 | 0.28 | 6.48 | 0.88 | 42.46 | 58.77 | 37.18 | 50.24 | 12.20 | CO02 |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 0.00819 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 1.12 | 23.80 | 14.05 | 9.33 | 2.18 | 1.48 | 3.16 | 27.47 | 12.48 | 10.48 | 18.91 | 0.41 | CO03 |
|---------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|

Posouzení

| | | | |
|----------------------|---------------|--|--|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.9 | |
| | $\tau_{II} =$ | $\max(\text{CO01} + \text{CO03}; \text{CO02} + \text{CO03})$ | |

$$(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * v_{M2})) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.02 | 0.20 | 0.29 | 0.17 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.28 | 0.28 | 0.19 | 0.27 | 0.05 | vyhoví |
| Posouzení svarů | $0.29 \leq 1$ | | | | | | | | | | | | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2. Spřažený průřez NK - kratší pole

Svařovaný "I" nosník se spřaženou betonovou deskou.

10.2.1 Materiály průřezu

10.2.1.1. Konstrukční ocel - hlavní nosné části

objemová hmotnost $\rho = 78.5 \text{ kN/m}^3$

Mechanické vlastnosti - uvažují se plechy tloušťky $\leq 40 \text{ mm}$:

| | | |
|--|--------------|-------------------------|
| pevnostní třída | | S355 N/NL |
| tl. plechu $\leq 40 \text{ mm}$ | mez kluzu | $f_y = 355 \text{ MPa}$ |
| | mez pevnosti | $f_u = 490 \text{ MPa}$ |
| tl. plechu $> 40 \text{ mm}$ | mez kluzu | $f_y = 335 \text{ MPa}$ |
| | mez pevnosti | $f_u = 470 \text{ MPa}$ |
| souč. zohledňující pevnostní třídu oceli | | $\eta = 1$ |

Deformační charakteristiky:

| | |
|---|--|
| modul pružnosti | $E_s = 210000 \text{ MPa}$ |
| poissonův součinitel | $\nu = 0.3$ |
| modul pružnosti ve smyku | $G = E/[2*(1+\nu)] = 80769 \text{ MPa}$ |
| | $\varepsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$ |
| součinitel teplotní délkové roztažnosti | $\alpha = 1.0E-05 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |

10.2.1.2. Beton spřažené desky

objemová hmotnost betonu v zatvrdlém stavu $\rho = 25.0 \text{ kN/m}^3$

objemová hmotnost betonu v montážním (tekutém) stavu $\rho = 26.0 \text{ kN/m}^3$

Mechanické vlastnosti:

| | |
|---|--|
| pevnostní třída | C 30/37 |
| charakteristická pevnost v tlaku | $f_{c,k} = 30 \text{ MPa}$ |
| průměrná pevnost v tlaku | $f_{cm} = 38 \text{ MPa}$ |
| průměrná pevnost v dostředném tahu | $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ |
| charakteristická pevnost v dostředném tahu | $f_{ctk0.05} = 2 \text{ MPa}$ |
| | $f_{ctk0.95} = 3.8 \text{ MPa}$ |
| součinitel pro dlouhodobé účinky z vlivu způsobu zatěžování | $\alpha_{cc} = 0.82$ |
| součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti | $\lambda = 0.8 \text{ pro } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ |
| | $\eta = 1 \text{ pro } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ |

Deformační charakteristiky:

| | |
|--|--|
| střední hodnota sečnového modulu pružnosti | $E_{cm} = 32836 \text{ MPa}$ |
| poissonův součinitel | $\nu = 0.2$ |
| modul pružnosti ve smyku | $G = E_{cm}/(2*(1+\nu)) = 13682$ |
| součinitel teplotní délkové roztažnosti | $\alpha = 1.0E-05 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| mezní poměrné stlačení betonu | $e_{cu2} = e_{cu3} = 3.5E-03 \text{ pro } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ |

10.2.1.3. Výztuž spřažené desky

objemová hmotnost $\rho = 78.5 \text{ kN/m}^3$

Mechanické vlastnosti:

| | |
|---|-----------------------------|
| pevnostní třída | B 500B |
| charakteristická pevnost v tlaku a v tahu | $f_{y,k} = 500 \text{ MPa}$ |

Deformační charakteristiky:

| | |
|-----------------|----------------------------|
| modul pružnosti | $E_s = 200000 \text{ MPa}$ |
|-----------------|----------------------------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.1. Spřahovací prvky

Uvažuje se spřažení trny ϕ 22 mm (16 mm $\leq D \leq 25$ mm)

| | | | |
|-----------------|-----------------------|---------|----------------------------|
| pevnostní třída | S235J2+C450 (St37-3K) | | |
| mez kluzu | $f_y =$ | 350 MPa | |
| mez pevnosti | $f_u =$ | 450 MPa | $\leq f_{u,max} = 500$ MPa |

10.2.1. Šrouby

Pro třecí spoje se uvažují šrouby tvaru A podle ČSN 02 1101.

| | |
|-----------------|---------------------|
| pevnostní třída | 10.9 |
| mez kluzu | $f_{yb} = 900$ MPa |
| mez pevnosti | $f_{ub} = 1000$ MPa |

10.2.1. Součinitele bezpečnosti materiálu:

| | |
|--|--------------------------------------|
| Dílčí součinitel betonářské oceli | |
| - pro základní kombinace (trvalé a dočasné) | $\gamma_s = 1.15$ |
| - pro mimořádné kombinace | $\gamma_s = 1.00$ |
| Dílčí součinitel betonu | |
| - pro základní kombinace (trvalé a dočasné) | $\gamma_c = 1.50$ |
| - pro mimořádné kombinace | $\gamma_c = 1.20$ |
| Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů | |
| - únosnost prutu při nadměrném zplstizování včetně lokálního boulení | $\gamma_{M0} = 1.00$ |
| - únosnost prutu při posuzování stability | $\gamma_{M1} = 1.10$ |
| - únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu | $\gamma_{M2} = 1.25$ |
| Dílčí součinitele únosnost spojů | |
| - únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek | $\gamma_{M2} = 1.25$ |
| - odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C) | $\gamma_{M3} = 1.25$ |
| - odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M3,ser} = 1.10$ |
| - únosnost v otláčení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} = 1.10$ |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} = 1.10$ |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} = 1.00$ |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} = 1.10$ |
| Dílčí součinitele spřahovacích prostředků | |
| - pro trny s hlavou v plné desce a v obetonování | $\gamma_v = \gamma_{vs} = 1.25$ |
| - pro únavové posouzení trnů | $\gamma_{Mf} = \gamma_{Mf,s} = 1.00$ |

10.2.2 Reologické účinky a modul pružnosti v čase

Předpokládaný časový postup výstavby, uvažuje se od betonáže spřažené desky:

| | | | |
|------------|--|-----------|----------|
| I. Etapa | betonáž desky | 0 dní | |
| II. Etapa | vnesení zatížení do betonu (odbednění) | 21 dní | |
| III. Etapa | uvedení do provozu | 111 dní | (provoz) |
| IV. Etapa | konec životnosti | 36500 dní | (T100) |

Doba ošetřování betonu minimálně 3 dny.

10.2.2. Smršťování a dotvarování betonu

| | provoz | T100 | |
|----------------------------------|-----------------|------|-----------|
| charakteristická pevnost v tlaku | $f_{ck} = 30.0$ | | MPa |
| průměrná pevnost v tlaku | $f_{cm} = 38$ | | MPa |
| | $f_{cm0} = 10$ | | MPa |
| typ cementu | N | | (S, N, R) |
| koefficient dle typu cementu | $s = 0.25$ | | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|--|---|-------|----------------|
| stáří betonu na konci ošetřování betonu | $t_s =$ | 3 | dny |
| stáří betonu v čase vnesení zatížení | $t_0 =$ | 21 | dny |
| stáří betonu v čase posouzení | $t =$ | 111 | 36500 dny |
| relativní vlhkost v okolního prostředí | $RH =$ | 80 | % |
| referenční relativní vlhkost v okolí | $RH_0 =$ | 100 | % |
| průřezová plocha betonu | $A_c =$ | 1.830 | m ² |
| obvod části průřezu vystavené vysycháním | $u =$ | 5.950 | m |
| střední hodnota sečnového modulu pružnosti | $E_{cm} =$ | 32836 | MPa |
| | $\beta_{cc}(t) = \exp(s * (1 - \sqrt{28/t})) =$ | 1.133 | 1.275 |
| | $f_{cm}(t) = f_{cm} * \beta_{cc}(t) =$ | 43.0 | 48.5 MPa |

součinitel dotvarování:

| | | | |
|---|--|---------|--------------------------------|
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0.7}$ "nebo" 1 pro $f_{cm} \leq 35$ je 1.0 = | 0.944 | 0.944 |
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0.2}$ "nebo" 1 pro $f_{cm} \leq 35$ je 1.0 = | 0.984 | 0.984 |
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0.5}$ "nebo" 1 pro $f_{cm} \leq 35$ je 1.0 = | 0.960 | 0.960 |
| součinitel dle na RH a h_0 | $\beta_H = 1.5 * (1 + (0.012 * RH)^{18}) h_0 + 250 * \alpha_3 =$ | 1439.57 | $1439.57 \leq 1500 * \alpha_3$ |
| mocninel vystihující vliv druhu cementu | $\alpha =$ | 0 | 0 |
| součinitel časového průběhu dotvarování po zatížení | $\beta_c(t, t_0) = ((t - t_0) / (\beta_H + t - t_0))^3 =$ | 0.427 | 0.988 |
| součinitel vlivu stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení | $\beta(t_0) = 1 / (0.1 + t_0^{0.2}) =$ | 0.516 | 0.516 |
| součinitel vlivu pevnosti betonu | $\beta(f_{cm}) = 16.8 / \sqrt{f_{cm}} =$ | 2.725 | 2.725 |
| součinitel vlivu RH | $\phi_{RH} = (1 + (1 - RH/100) * \alpha_1) / (0.1 * \sqrt[3]{h_0}) * \alpha_2 =$ | 1.267 | 1.267 |
| základní součinitel dotvarování | $\phi_0 = \phi_{RH} * \beta(f_{cm}) * \beta(t_0) =$ | 1.781 | 1.781 |
| součinitel lin. dotvarování | $\varphi_t = \phi(t, t_0) = \phi_0 * \beta_c(t, t_0) =$ | 0.761 | 1.760 |

autogenní smršťování:

| | | | |
|----------------------------|--|----------|----------|
| | $\epsilon_{ca\infty} = 2.5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} =$ | -5.0E-05 | -5.0E-05 |
| | $\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2 * \sqrt{t}) =$ | 0.878 | 1.000 |
| poměrné autogenní smrštění | $\epsilon_{ca}(t) = \epsilon_{ca\infty} * \beta_{as}(t) =$ | -4.4E-05 | -5.0E-05 |

smršťování od vysychání:

| | | | |
|-------------------------------|--|----------|----------|
| náhradní rozměr průřezu | $h_0 = 2 * A_c / u =$ | 0.615 | 0.615 m |
| | $\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / ((t - t_s) + 0.04 * \sqrt[3]{h_0}) =$ | 0.150 | 0.984 |
| součinitel dle náhradní výšky | $k_h =$ | 0.700 | 0.700 |
| součinitel dle typu cementu | $\alpha_{ds1} =$ | 4.000 | 4.000 |
| součinitel dle typu cementu | $\alpha_{ds2} =$ | 0.120 | 0.120 |
| | $\beta_{RH} = 1.55 * (1 - (RH/RH_0)^3) =$ | 0.756 | 0.756 |
| | $\epsilon_{cd,0} = 0.85 * ((220 + 110 * \alpha_{ds1}) * \exp(-\alpha_{ds2} * \sqrt{f_{cm}/f_{cm0}})) * 10^{-6} * \beta_{RH} =$ | -2.7E-04 | -2.7E-04 |
| | $\epsilon_{cd}(t) = \epsilon_{cd,0} * \beta_{ds}(t) * k_h =$ | -2.8E-05 | -1.9E-04 |

smršťování celkem:

| | | | |
|---|---|----------|-----------|
| celkové smrštění | $\epsilon_{cs} = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} =$ | -7.2E-05 | -2.4E-04 |
| | $\psi_{L,smršt} =$ | 0.550 | |
| modul pružnosti spřažené desky pro účinky dotvarování | $E_{c,smršt} = E_{cm} / (1 + \psi_{L,smršt} * \varphi_t) =$ | 23145 | 16683 MPa |

dotvarování celkem:

| | | | |
|--|---|----------|-----------|
| napětí v desce od smršťování | $\sigma_{c,smršt} = E_{c,smršt} * \epsilon_{cs} =$ | -1.67 | -3.92 MPa |
| přibližné napětí v desce od ostatních stálých zatížení (ručním výpočtem) | $\sigma_{c,ost} =$ | -2.45 | -2.15 MPa |
| | $\psi_{L,dotv} =$ | 1.100 | |
| modul pružnosti spřažené desky pro účinky dotvarování | $E_{c,dotv} = E_{cm} / (1 + \psi_{L,dotv} * \varphi_t) =$ | 17870 | 11182 MPa |
| | $\epsilon_{cc}(t, t_0) = \phi(t, t_0) * ((\sigma_{c,smršt} + \sigma_{c,ost}) / E_{c,dotv}) =$ | -1.8E-04 | -9.6E-04 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.2. Modul pružnosti

| | | | |
|------------------------------------|--|------------------------|------------|
| modul pružnosti ocelového průřezu | | $E_s =$ | 210000 MPa |
| modul pružnosti betonového průřezu | - krátkodobé účinky zatížení a teplota | $E_{c,kr} = E_{cm} =$ | 32836 MPa |
| | - dotvarování | $E_{c,dot}(t_p) =$ | 17870 MPa |
| | - provoz | $E_{c,dot}(t_{100}) =$ | 11182 MPa |
| | - konec životnosti | $E_{c,smr}(t_p) =$ | 23145 MPa |
| | - smršťování | $E_{c,smr}(t_{100}) =$ | 16683 MPa |
| | - provoz | | |
| | - konec životnosti | | |

Montážní stadium:

Působí jen ocelový průřez, bez sprážené desky, tj. pro montážní zatížení.

pracovní součinitel $n_{mont} = 0$ Stadium dlouhodobého zatížení:

Vliv dotvarování, tj. pro stálá a dlouhodobá nahodilá zatížení.

pracovní součinitel - v čase uvedení do provozu $n_{dot}(t_p) = E_s/E_{c,dot}(t_p) = 11.75$

- v čase konce životnosti $n_{dot}(t_{100}) = E_s/E_{c,dot}(t_{100}) = 18.78$

Smršťování betonu:

Vliv smršťování.

pracovní součinitel - v čase uvedení do provozu $n_{smr}(t_p) = E_s/E_{c,smr}(t_p) = 9.07$

- v čase konce životnosti $n_{smr}(t_{100}) = E_s/E_{c,smr}(t_{100}) = 12.59$

Stadium krátkodobého zatížení:

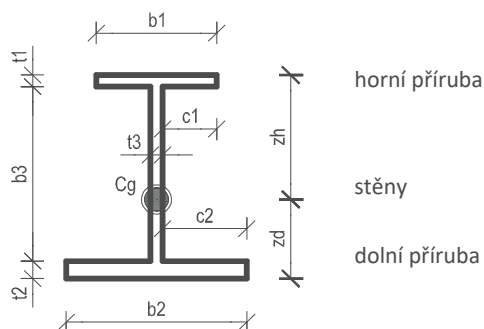
Krátkodobá nahodilá zatížení, včetně zatížení teplotou.

pracovní součinitel $n_{kr} = E_s/E_{c,kr} = 6.40$

10.2.3 Rozměry průřezu

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přídavek

2.0 mm



| | plný | oslabený |
|---------|-------|----------|
| $t_1 =$ | 0.025 | 0.023 |
| $b_1 =$ | 0.340 | 0.338 |
| $c_1 =$ | 0.162 | 0.162 |
| $t_3 =$ | 0.016 | 0.014 |
| $b_3 =$ | 1.470 | 1.470 |
| $t_2 =$ | 0.030 | 0.028 |
| $b_2 =$ | 0.700 | 0.698 |
| $c_2 =$ | 0.342 | 0.342 |

Poloha těžiště - ocel:

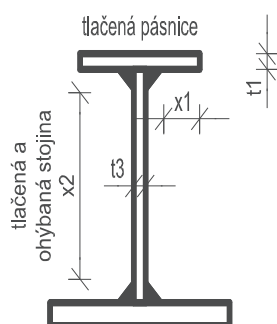
$I_{ypl} = 0.349$ m

$I_{yol} = 0.349$ m

$I_{zpl} = 0.942$ m

$I_{zol} = 0.579$ m

10.2.3. Klasifikace ocelového průřezu

Odhad tloušťky krčních svarů:

(do tl. plechu 10 mm - 3 mm; 11 až 20 - 4; 21 až 30 - 5; nad 31 - 6)

horní pásnice $a_{w,h} = 5$ mm

dolní pásnice $a_{w,d} = 5$ mm

Stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka stěny $t = t_3 = 0.014$ m

světla výška mezi pásnicemi $b_3 = 1.470$ m

$c = x_2 = b_3 - a_{w,h} - a_{w,d} = 1.460$ m

$c/t = 104.3$

odhad délky tlačené části $\alpha = (I_{zH} - I_{t1})/b_3 = 0.625$ pouze pro tlak+ohyb

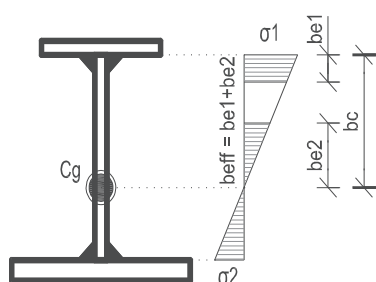
odhad namáhání tažené části $\Psi = \sigma_2/\sigma_1 \approx -(I_{zD} - t_2)/(I_{zH} - t_1) = -0.599 < 0$

součinitel kritického napětí $k_\sigma = 15.083$ pouze pro tlak+ohyb

$\lambda_p = \sqrt{f_y/\sigma_{cr}} = (x_2/t)/(28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) = 1.162$

$\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \Psi))/\lambda_p^2 = 0.763 \leq 1.0$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040



ohyb
tlak
tlak+ohyb

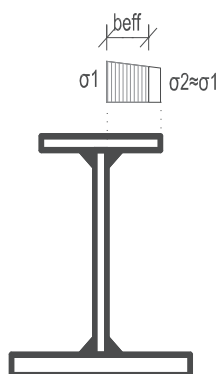
Třída průřezu 4
Třída průřezu 4
Třída průřezu 4

$$b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (I_{zH} - t_1) = 0.701 \text{ m}$$

$$b_{e1} = 0.4 \cdot b_{eff} = 0.281 \text{ m}$$

$$b_{e2} = 0.6 \cdot b_{eff} = 0.421 \text{ m}$$

oslabená stojna



Přečnívající část horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka horní pásnice $t = t_1 = 0.023 \text{ m}$

přečnívající část pásnice vpravo $c_1 = 0.162 \text{ m}$

přečnívající část pásnice vlevo $b_1 - t_3 - c_1 = 0.162 \text{ m}$

$$c = x_1 = \max(c_1, b_1 - t_3 - c_1) - a_{w,h} = 0.157 \text{ m}$$

$$c/t = 6.8$$

odhad délky tlačené části $\alpha = 1$ pouze pro tlak+ohyb

odhad namáhání tlačené části ($\sigma_1 = \sigma_2$) $\Psi = 1$ pouze pro tlak+ohyb

součinitel kritického napětí $k_\sigma = 0.431$ pouze pro tlak+ohyb

$$\lambda_p = \sqrt{f_y / \sigma_{cr}} = (x_1/t) / (28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) = 0.450$$

$$\rho = (\lambda_p - 0.188) / \lambda_p^2 = 1.000 \leq 1.0$$

přečnívající část pásnice vpravo $b_{eff} = \rho \cdot c = \rho \cdot c_1 = 0.162 \text{ m}$

přečnívající část pásnice vlevo $b_{eff} = \rho \cdot c = \rho \cdot (b_1 - t_3 - c_1) = 0.162 \text{ m}$

bez oslabení pásnic

tlak
tlak+ohyb

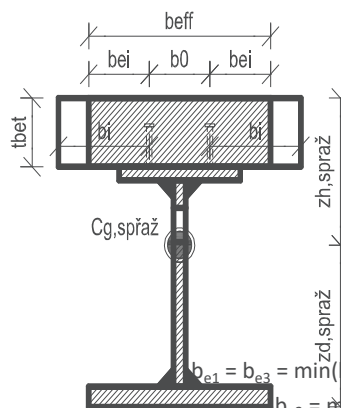
Třída průřezu 1
Třída průřezu 1

10.2.3. Spolupůsobící šířka spřažené betonové desky

idealizovaná tloušťka desky
rozpětí mostu

vzdálenost ocelových nosníků od okraje průřezu
vzdálenost ocelových nosníků
polovina vzdálenosti nosníků
vzdálenost mezi body nulového momentu
vzdálenost mezi osami vnějších spřahovacích prvků
účinná šířka betonové pásnice krajních částí desky
účinná šířka betonové pásnice mezi nosníky
efektivní šířka v poli

efektivní šířka v podpoře



$$t_{bet} = 0.310 \text{ m}$$

$$L = 17.180 \text{ m}$$

$$b_1 = b_3 = 1.630 \text{ m}$$

$$2b_2 = 2.600 \text{ m}$$

$$b_2 = 1.300 \text{ m}$$

$$L_e = L = 17.180 \text{ m}$$

$$b_0 = 0.200 \text{ m}$$

$$b_{e1} = b_{e3} = \min(b_1, b_3, L_e/8) = 1.630 \text{ m}$$

$$b_{e2} = \min(b_2, L_e/8) = 1.300 \text{ m}$$

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1(3)} + b_{e2} = 3.130 \text{ m}$$

$$\beta_{1(3)} = (0.55 + 0.025 \cdot L_e / b_{e1(3)}) = 0.813 \leq 1.0$$

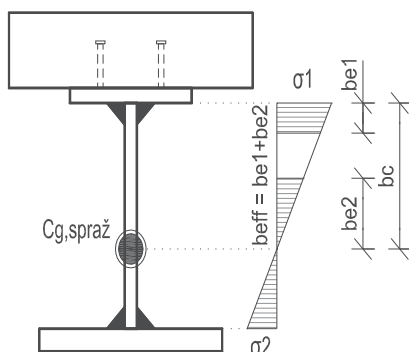
$$\beta_2 = (0.55 + 0.025 \cdot L_e / b_{e2}) = 0.880 \leq 1.0$$

$$b_{eff} = b_0 + \beta_{1(3)} \cdot b_{e1(3)} + \beta_2 \cdot b_{e2} = 2.671 \text{ m}$$

průřez je redukován

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.3. Klasifikace spráženého průřezu



Poloha těžiště - spráž:

| $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | $n_{smr}(t_p)$ | $n_{smr}(t_{100})$ | n_{kr} |
|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------|
| 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| $l_{zH} = 0.59917$ | 0.7265 | 0.5328 | 0.61747 | 0.45141 |
| $l_{zD} = 1.232$ | 1.105 | 1.298 | 1.214 | 1.380 |

Odhad tloušťky krčních svarů:

(do tl. plechu 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

horní pásnice

 $a_{w,h} = 3 \text{ mm}$

dolní pásnice

 $a_{w,d} = 3 \text{ mm}$

Stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka stěny

 $t = t_3 = 0.014 \text{ m}$

světlá výška mezi pásnicemi

 $b_3 = 1.470 \text{ m}$ $c = x_2 = b_3 - a_{w,h} - a_{w,d} = 1.464 \text{ m}$ $c/t = 104.6$

odhad délky tlačené části

 $\alpha = (l_{zH} l - t_{bet} - t_1)/b_3 = 0.181 \quad 0.26769 \quad 0.13592 \quad 0.19352 \quad 0.08055 \quad \text{tlak+ohyb}$

odhad namáhání tažené části

 $\Psi = \sigma_2/\sigma_1 \approx -(l_{zD} l - t_2)/(l_{zH} l - t_{bet} - t_1) = -4.523 \quad -2.7357 \quad -6.3574 \quad -4.1675 \quad -11.415 < 0$

součinitel kritického napětí

 $k_\sigma = 182.392 \quad 83.454 \quad 323.708 \quad 159.687 \quad 921.652 \quad \text{tlak+ohyb}$ $\lambda_p = \sqrt{f_y/\sigma_{cr}} = (x_2/t)/(28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) = 0.335 \quad 0.49539 \quad 0.25153 \quad 0.35813 \quad 0.14907$ $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \Psi))/\lambda_p^2 = 1.000 \quad 1.000 \quad 1.000 \quad 1.000 \quad 1.000 \leq 1.0$ $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (l_{zH} l - t_{bet} - t_1) = 0.266 \quad 0.3935 \quad 0.1998 \quad 0.28447 \quad 0.11841 \text{ m}$ $b_{e1} = 0.4 \cdot b_{eff} = 0.106 \quad 0.157 \quad 0.080 \quad 0.114 \quad 0.047 \text{ m}$ $b_{e2} = 0.6 \cdot b_{eff} = 0.160 \quad 0.236 \quad 0.120 \quad 0.171 \quad 0.071 \text{ m}$

stojna bez oslabení bez oslabení bez oslabení bez oslabení bez oslabení

tlak+ohyb

Třída průřezu

1

1

1

1

1

Změň za

Obetonovaná přečnickávající část horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

Budou dodrženy vzdálenosti sřahovacích trnů, aby vyhovělo zatřídění průřezu

do třídy průřezu 1 nebo 2 nebo třídy 3 pro široké pásnice.

10.2.3. Podélná výztuha

Zadání výztuhy:

tloušťka plechu výztuhy

uvažuje se podélná výztuha ANO(L;P;LP)/NE

vzdálenost od horní pásnice

délka plechu výztuhy

| | plný | oslabený |
|---------|-------|----------|
| $t_v =$ | 0.000 | 0.000 m |
| | NE | |
| $h_v =$ | 0.000 | m |
| $b_v =$ | 0.000 | m |

Vzdálenosti příčných výztuh:

osová vzdálenost krajní a vnitřní výztuhy

 $a = 1.165 \text{ m}$

osová vzdálenost vnitřních výztuh

 $a = 2.350 \text{ m}$

Ověření proti zkoucení podélné výztuhy:

polární moment setrvačnosti výztuhy k okraji připojenému ke stěně

 $I_p = I_y + I_z = 0 \text{ m}^4$

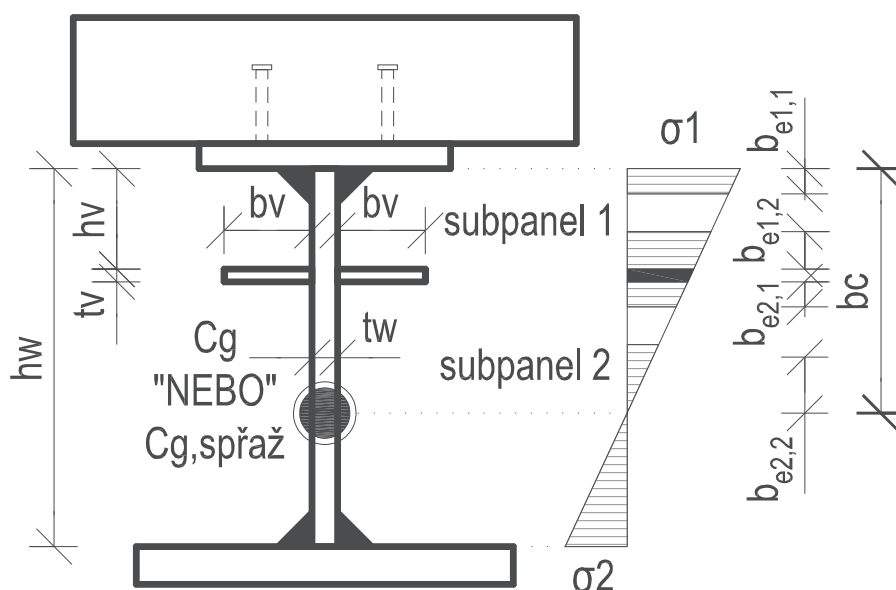
St. Veantův moment v prostém kroucení pro samotnou výztuhu

 $I_t = 0 \text{ m}^4$

podmínka spolehlivosti

 $I_t/I_p = ##### \geq 5.3 \cdot f_y/E = 0.009 #####$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040



Poloha výztuhy s ohledem na těžiště průřezu (uvažuje se průřez bez oslabení):

| ocel | spřaž | | | | |
|---------------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------|
| | $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | $n_{smr}(t_p)$ | $n_{smr}(t_{100})$ | n_{kr} |
| | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| $l_{zH} =$ | 0.942 | 0.599 | 0.726 | 0.533 | 0.617 |
| $l_{zD} =$ | 0.579 | 1.232 | 1.105 | 1.298 | 1.214 |
| výztuha v tlačené oblasti | ANO | ANO | ANO | ANO | ANO |

Zatřídění průřezu stěny (tloušťka svarů zanedbána):

Výztuha - stěna při namáhání tlakem

odhad délky tlačené části

odhad namáhání tlačené části ($\sigma_1 = \sigma_2$)

| | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c/t =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| $\alpha =$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| $\psi =$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| třída průřezu | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |

Subpanel 1 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| tloušťka stěny | $t_w = t_3 =$ | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | m |
| světla výška mezi horní pásnicí a výztuhou | $h_v =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | m |
| | $c = h_v =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | m |
| | $c/t =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| odhad délky tlačené části | $\alpha = (l_{zH} l_{bet} - t_1) / b_3 =$ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | tlak+ohyb |
| | $\psi = \sigma_2 / \sigma_1 \approx \pm (l_{zH} l_{bet} - t_1 - h_v) / (l_{zH} l_{bet} - t_1) =$ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| třída průřezu | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Subpanel 2 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| tloušťka stěny | $t_w = t_3 =$ | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | m |
| světla výška mezi dolní pásnicí a výztuhou | $h_w - t_v - h_v =$ | 1.470 | 1.470 | 1.470 | 1.470 | 1.470 | m |
| | $c = h_w - t_v - h_v =$ | 1.470 | 1.470 | 1.470 | 1.470 | 1.470 | m |
| | $c/t =$ | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | |
| odhad délky tlačené části | $\alpha = (l_{zH} l_{bet} - t_1 - h_v - t_v) / b_3 =$ | 0.625 | 0.181 | 0.268 | 0.136 | 0.194 | tlak+ohyb |
| | $\psi = \sigma_2 / \sigma_1 \approx \pm (l_{zH} l_{bet} - t_1 - h_w) / (l_{zH} l_{bet} - t_1 - h_v - t_v) =$ | -0.6 | -4.5 | -2.7 | -6.4 | -4.2 | |
| třída průřezu | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |

Účinná výška stojiny a šířka výztuhy:

Subpanel 1 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | tlak+ohyb |
| | $\lambda_p = \sqrt{f_y / \sigma_{cr}} = (c/t) / (28.4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}) =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 =$ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 ≤ 1.0 |
| $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (I_{zH} - t_{bet} - t_1) =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 m |
| $b_{e1.1} = 2 \cdot b_{eff} / (5 - \psi)$ "nebo" $0.4 \cdot b_{eff} =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 m |
| $b_{e1.2} = b_{eff} - b_{e1.1} =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 m |
| oslabená stojina subpanelu | NE | NE | NE | NE | NE | NE m |

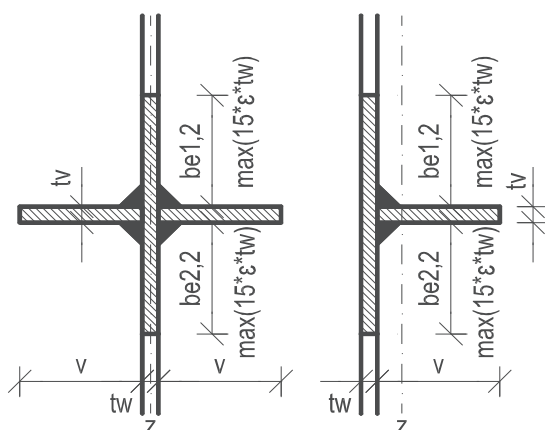
Subpanel 2 - stěna při namáhání tlakem nebo ohybem:

| | | | | | | | |
|--|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 15.1 | 182.4 | 83.5 | 323.7 | 159.7 | 921.7 tlak+ohyb |
| $\lambda_p = v(f_y / \sigma_{cr}) = (c/t) / (28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) =$ | | 1.170 | 0.336 | 0.497 | 0.253 | 0.360 | 0.150 |
| $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 =$ | | 0.758 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 ≤ 1.0 |
| $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot (I_{zH} - t_{bet} - t_1 - t_v - h_v) =$ | | 0.697 | 0.266 | 0.393 | 0.200 | 0.284 | 0.118 m |
| $b_{e2.1} = 2 \cdot b_{eff} / (5 - \psi)$ "nebo" $0.4 \cdot b_{eff} =$ | | 0.279 | 0.106 | 0.157 | 0.080 | 0.114 | 0.047 m |
| $b_{e2.2} = b_{eff} - b_{e2.1} =$ | | 0.418 | 0.160 | 0.236 | 0.120 | 0.171 | 0.071 m |
| oslabená stojina subpanelu | ANO | NE | NE | NE | NE | NE | NE m |

Výztuha - stěna při namáhání tlakem

| | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| součinitel kritického napětí | $k_\sigma =$ | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 |
| $\lambda_p = v(f_y / \sigma_{cr}) = (x_1/t) / (28.4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}) =$ | | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| $\rho = (\lambda_p - 0.188) / \lambda_p^2 =$ | | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| výztuha | $b_{eff} = \rho \cdot c = \rho \cdot c_1 =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| oslabená výztuha | | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |

Součinitel celkového boulení:



| | ocel | spřaž | | | | |
|------------------|---------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------|
| | | $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | $n_{smr}(t_p)$ | $n_{smr}(t_{100})$ | n_{kr} |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| $t_w =$ | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 m |
| $t_v =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 m |
| $b_{v,eff} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### m |
| $b_{e1.2,eff} =$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 m |
| $b_{e2.2,eff} =$ | 0.17086 | 0.17086 | 0.17086 | 0.17086 | 0.17086 | 0.17086 m |

Fiktivní prut - plný průřez:

těžiště výztuhy od osy stěny nosníku

| | | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| | $z_{sl} =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | m |
| | $b_1 =$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | m |
| | $b_2 =$ | 1.47 | 1.47 | 1.47 | 1.47 | 1.47 | m |
| | $b =$ | 1.470 | 1.470 | 1.470 | 1.470 | 1.470 | m |
| plocha | $A_{sl,1} =$ | 0.005 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | m ² |
| plocha efektivní | $A_{sl,1,eff} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | m ² |
| moment setrvačnosti ke svislé ose | $I_{sl,1} =$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | m ⁴ |
| moment setrvačnosti ke svislé ose eff. | $I_{sl,1,eff} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | m ⁴ |

Stěnové chování:

| | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| vzpěrná délka výztuhy | $a_c = 4.33 \cdot \sqrt{(I_{sl} \cdot b_1^2 \cdot b_2^2) / (t^3 \cdot b)} =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | m |
| pružné kritické napětí výztuhy | - u podpory | $\sigma_{cr,sl} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | MPa |
| | - v poli | $\sigma_{cr,sl} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | MPa |
| | - do výpočtu | $\sigma_{cr,sl,min} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | MPa |
| pružné kritické napětí stěny | $\sigma_{cr,p} = b_c / b_{sl} \cdot \sigma_{cr,sl,min} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | MPa |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| celá plocha tlačené zóny vyztužené stěny | $A_c =$ | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 m ² |
| efektivní plocha tlačené zóny vyztužené stěny | $A_{c,loc,eff} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### m ² |
| | $\beta_{A,c} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| poměrová štiřlost ekvivalentní stěny | $\lambda_p =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| | $\rho_p = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### ≤ 1.0 |

Prutové chování:

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| pružné krytické napětí výztuhy | - u podpory | $\sigma_{cr,c,sl} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 MPa |
| | - v poli | $\sigma_{cr,c,sl} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 MPa |
| | - do výpočtu | $\sigma_{cr,c,sl,min} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 MPa |
| | | $\beta_{A,c} =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| poměrová štiřlost ekvivalentní stěny | | $\lambda_c =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| poloměr setrvačnosti | | $i =$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 m |
| vzdálenost těžiště výztuhy | | $e =$ | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 m |
| pro výztuhy otevřeného průřezu platí | | $\alpha =$ | | 0.49 | | | |
| | | $\alpha_e =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| | | $\phi =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |
| | | $\chi_c =$ | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |

Interakce mezi stěnovým a prutovým chováním:

$$\zeta = \text{#####}$$

$$\rho_c = (\rho_p - \chi_c) \cdot \zeta \cdot (2 - \zeta) + \chi_c = \text{#####}$$

Přířezové charakteristiky výztuhy a oslabení stojiny, s vlivem boulení, pro výpočet charakteristik průřezu:

| | | průřezové charakteristiky výtuhy a oslabení stojiny, s vlivem oslabení, pro výpočet charakteristik průřezu: | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|-----------------------|----------------|
| | | <i>ocel,eff</i> | <i>spřaž,eff</i> | | | | | |
| | | n_{mont} | n_{dot}(t_p) | n_{dot}(t₁₀₀) | n_{smr}(t_p) | n_{smr}(t₁₀₀) | n_{kr} | |
| | | 0 | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 | |
| Plocha | - výtuhy | A _{sl} = ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | m ² |
| | - oslabení stojiny | A _{osl} = -0.0070 | -0.0015 | -0.0022 | -0.0011 | -0.0016 | -0.0007 | m ² |
| Stat. moment k horním hraně průřezu | - výtuhy | S _{y,sl} = ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | m ³ |
| | - oslabení stojiny | S _{y,osl} = -0.0019 | -0.0006 | -0.0009 | -0.0004 | -0.0006 | -0.0002 | m ³ |
| Monet setrvačnosti k ose "y" | - výtuhy | I _{y,sl} = ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | m ⁴ |
| | - oslabení stojiny | I _{y,osl} = -0.0036 | -0.0001 | -0.0003 | -0.0001 | -0.0001 | -0.0001 | m ⁴ |

POZN: Tuhost v příčném směru průřezu, k ose "z", se uvažuje jako nevyztužené stěny.

10.2.3. Průřezové charakteristiky

| Průřezové charakteristiky | | ocel | | spřaž,eff | | | | | |
|----------------------------------|---|---|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| | | n _{mont} | n _{mont} | n _{dot} (t _p) | n _{dot} (t ₁₀₀) | n _{smr} (t _p) | n _{smr} (t ₁₀₀) | n _{kr} | |
| Průřezové charakteristiky: | | n _i = E _s /E _i = | 0 | 0 | 11.75 | 18.78 | 9.07 | 12.59 | 6.40 |
| Plocha průřezu | A = | 4.8E-02 | 4.5E-02 | 1.2E-01 | 9.2E-02 | 1.4E-01 | 1.1E-01 | 1.8E-01 | m ² |
| Hrana průřezu od těžiště průřezu | I _{yp} l = | 0.349 | 0.349 | - | - | - | - | - | m |
| | I _{yl} l = | 0.349 | 0.349 | - | - | - | - | - | m |
| | I _{zH} l = | 0.942 | 0.979 | 0.599 | 0.726 | 0.533 | 0.617 | 0.451 | m |
| | I _{zD} l = | 0.579 | 0.542 | 1.232 | 1.105 | 1.298 | 1.214 | 1.380 | m |
| Moment tuhosti v kroucení | I _t = | 7.0E-06 | - | - | - | - | - | - | m ⁴ |
| Moment setrvačnosti | I _y = | 1.7E-02 | 1.6E-02 | 5.2E-02 | 4.5E-02 | 5.6E-02 | 5.1E-02 | 6.1E-02 | m ⁴ |
| | I _z = | 8.7E-04 | 8.7E-04 | 4.3E-02 | 2.7E-02 | - | - | 7.8E-02 | m ⁴ |
| Střed smyku od těžiště průřezu | y _{Cs} = | 0.000 | - | - | - | - | - | - | m |
| | z _{Cs} = | -0.436 | - | - | - | - | - | - | m |
| Výsečový moment setrvačnosti | I _w = | 1.5E-04 | - | - | - | - | - | - | m ⁶ |
| Elastický modul průřezu | W _{y,el(H)} = I _y /z ₊ = | 1.8E-02 | 1.7E-02 | 8.7E-02 | 6.2E-02 | 1.0E-01 | 8.3E-02 | 1.3E-01 | m ³ |
| (ke krajním vláknům) | W _{y,el(D)} = I _y /z ₋ = | 3.0E-02 | 3.0E-02 | 4.2E-02 | 4.1E-02 | 4.3E-02 | 4.2E-02 | 4.4E-02 | m ³ |

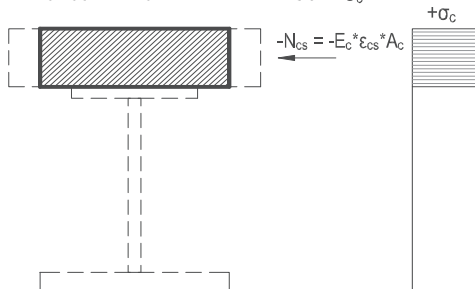
Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

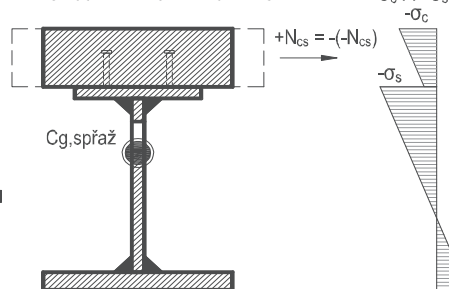
| | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Poloměr setrvačnosti | $W_{z,el(P)} = I_z/y+ =$ | 2.5E-03 | 2.5E-03 | - | - | - | - | - | m ³ |
| | $W_{z,el(L)} = I_z/y- =$ | 2.5E-03 | 2.5E-03 | - | - | - | - | - | m ³ |
| | $i_y = \sqrt{I_y/A} =$ | 0.602 | 0.604 | 0.665 | 0.702 | 0.634 | 0.672 | 0.584 | m |
| | $i_z = \sqrt{I_z/A} =$ | 0.135 | 0.139 | - | - | - | - | - | m |
| | $W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- =$ | 2.6E-02 | - | - | - | - | - | - | m ³ |
| | $W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- =$ | 4.1E-03 | - | - | - | - | - | - | m ³ |

10.2.4 Vnitřní síly a napětí - závislé v čase

KROK I.: ZKRÁCENÍ BETONOVÉ DESKY SILOU $-N_{cs}$
VYVOZUJE TAHOVÉ NAPĚTÍ V DESCE $+\sigma_c$



KROK II.: REAKCE NA SPŘAŽENÝ NOSNÍK $+N_{cs}$
VYVOZUJE TLAKOVÉ A OHYBOVÉ NAPĚTÍ $-\sigma_c \pm \sigma_s$

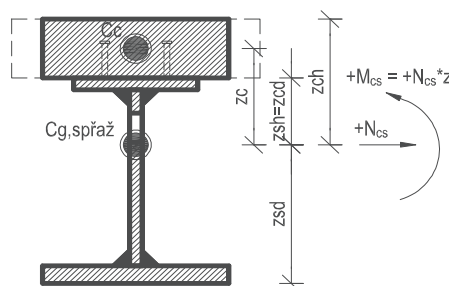


KROK III.: SOUČET NAPĚTÍ
Z KROKŮ I. A II.



účinná plocha betonového průřezu

$$A_{c,eff} = b_{eff} \cdot t_{bet} = 0.828 \text{ m}^2$$



10.2.4. Smršťování

stárí betonu v čase posouzení
celkové smrštění
modul pružnosti betonového průřezu
pracovní součinitel
plocha účinného spřaženého průřezu
moment setrvačnosti účinného spřaženého průřezu
horní vlákna betonu
dolní vlákna betonu
horní vlákna oceli
dolní vlákna oceli
vzdálenost těžišť betonu a spřaženého průřezu

| | provoz | T100 |
|--|----------|------------------------|
| t = | 111 | 36500 dní |
| $\epsilon_{cs} =$ | -7.2E-05 | -2.4E-04 |
| $E_{c,smr}(t) =$ | 23145 | 16683 MPa |
| $n_{smr}(t) =$ | 9.07 | 12.59 |
| $A_{eff} =$ | 1.4E-01 | 1.1E-01 m ² |
| $I_{y,spř,eff}(t) =$ | 5.6E-02 | 5.1E-02 m ⁴ |
| $z_{c,h} = -I_{z,H,spř,eff} /$ | -0.533 | -0.617 m |
| $z_{c,d} = -(I_{z,H,spř,eff} - t_{bet}) /$ | -0.223 | -0.307 m |
| $z_{s,h} = z_{c,d} =$ | -0.223 | -0.307 m |
| $z_{s,d} = I_{z,d,spř,eff} /$ | 1.298 | 1.214 m |
| $z_c = -(I_{z,H,spř,eff} - t_{bet}) / 2 =$ | -0.378 | -0.462 m |

Krok I.:

síla bránící zkrácení betonu (uvažuje se $M_{c,I}(t)=0$)
tahové napětí v betonové desce

$$N_{c,I}(t) = N_{cs}^- = -A_c \cdot E_c \cdot \epsilon_{cs} = 1.38 \quad 3.25 \text{ MN}$$

$$\sigma_{c,h} = \sigma_{c,d} = N_{cs}^- / A_c = 1.67 \quad 3.92 \text{ MPa}$$

Krok II.:

reakce na spřažený průřez (uvažuje se $M_{c,II}(t)=-M_{c,I}(t)=0$)

$$N_{c,II}(t) = N_{cs}^+ = -N_{cs}^- = -1.38 \quad -3.25 \text{ MN}$$

napětí v betonové desce

$$M_{cs}^+ = N_{cs}^+ \cdot z_c = 0.52 \quad 1.50 \text{ MNm}$$

$$\sigma_{c,h} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{c,h}) / I_{y,spř,eff}) / n_{dot}(t) = -1.65 \quad -3.71 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,d} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{c,d}) / I_{y,spř,eff}) / n_{dot}(t) = -1.33 \quad -2.99 \text{ MPa}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

napětí v ocelovém průřezu

$$\sigma_{s,h} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{s,h}) / I_{y,spř,eff}) = -12.03 \quad -37.58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,d} = (N_{cs}^+ / A_{eff} + (M_{cs}^+ \cdot z_{s,d}) / I_{y,spř,eff}) = 2.19 \quad 6.97 \text{ MPa}$$

Krok III. - výsledné napětí v průřezu:

suma napětí v betonu z kroku I. a II.

$$\Sigma \sigma_{c,h} = \sigma_{c,h,I} + \sigma_{c,h,II} = 0.03 \quad 0.22 \text{ MPa}$$

$$\Sigma \sigma_{c,d} = \sigma_{c,d,I} + \sigma_{c,d,II} = 0.35 \quad 0.94 \text{ MPa}$$

suma napětí v oceli z kroku I. a II., tj. pouze z kroku II.

$$\Sigma \sigma_{s,h} = 0 + \sigma_{s,h,II} = -12.03 \quad -37.58 \text{ MPa}$$

$$\Sigma \sigma_{s,d} = 0 + \sigma_{s,d,II} = 2.19 \quad 6.97 \text{ MPa}$$

10.2.4. Dotvarování

stáří betonu v čase posouzení

provoz T100

$$t = 111 \quad 36500 \text{ dní}$$

celkové smrštění

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = -1.8E-04 \quad -9.6E-04$$

modul pružnosti betonového průřezu

$$E_{c,dot}(t) = 17870 \quad 11182 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel

$$n_{dot}(t) = 11.75 \quad 18.78$$

POZN: Zohlední se při výpočtu napětí pro stálá a dlouhodobá nahodilá zatížení.

10.2.5 Vnitřní síly - nezávislé v čase

Vliv imperfekcí:

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

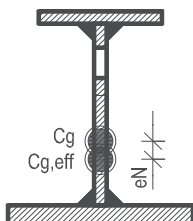
imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr (pouze pro tlak)

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

Rameno pro přídatný účinek momentu od posunu neutrální osy oslabeného průřezu:

ocelový průřez:

- ve svislém směru

$$e_{N,y} = |z_H - z_{H,eff}| = 0.036 \text{ m}$$

- ve vodorovném

$$e_{N,z} = |y_P - y_{P,eff}| = 0.000 \text{ m}$$

spřažený průřez:

- ve svislém směru

$$e_{N,y} = |z_H - z_{H,eff}| = 0.000 \text{ m}$$

- ve vodorovném

$$e_{N,z} = |y_P - y_{P,eff}| = 0.000 \text{ m}$$

10.2.5. Rozhodující vnitřní síly - ocelový průřez (montážní stav)

Z výpočetního modelu:**Vnitřní síly od vlastní tíhy ocelové konstrukce a spřažené betonové desky**

Ocelový nosník uvažovaný ve výpočetním modelu - plný ocelový průřez.

| ULS-V | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_d =$ | 0.4 | -0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | -0.4 | 0.1 | -0.1 | -0.4 | -0.1 | -0.4 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 8.7 | 9.2 | 8.7 | 0.7 | 0.7 | -9.1 | -8.6 | -9.1 | 9.2 | 2.6 | 9.2 | -8.6 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 413.3 | -467.2 | 467.1 | -123.7 | -15.2 | -254.7 | 254.4 | -343.0 | -467.2 | 194.1 | -467.2 | 254.4 | kN |
| $T_d =$ | 11.6 | -11.1 | -11.2 | 22.9 | -23.0 | -18.8 | -18.8 | 18.6 | -11.1 | -23.1 | -11.1 | -18.8 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 508.4 | -5.9 | -4.4 | 1550.1 | 1713.3 | 572.4 | 573.8 | 0.1 | -5.9 | 1157.2 | -5.9 | 573.8 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 10.7 | -0.6 | 0.6 | 0.8 | -0.8 | 12.3 | -11.8 | -5.1 | -0.6 | -5.5 | -0.6 | -11.8 | kNm |

Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí a posunu neutrální osy oslabeného průřezu:

| ULS-V | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|----|
| $N_d =$ | 0.4 | -0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | -0.4 | 0.1 | -0.1 | -0.4 | -0.1 | -0.4 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 8.7 | 9.2 | 8.7 | 0.7 | 0.7 | -9.1 | -8.6 | -9.1 | 9.2 | 2.6 | 9.2 | -8.6 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 413.3 | -467.2 | 467.1 | -123.7 | -15.2 | -254.7 | 254.4 | -343.0 | -467.2 | 194.1 | -467.2 | 254.4 | kN |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|---------------|-------------|-------|------|-------|--------------|-------------|--------------|-----|
| $T_d =$ | 11.6 | -11.1 | -11.2 | 22.9 | -23.0 | -18.8 | -18.8 | 18.6 | -11.1 | -23.1 | -11.1 | -18.8 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 508.4 | -5.9 | -4.4 | 1550.1 | 1713.3 | 572.4 | 573.8 | 0.1 | -5.9 | 1157.2 | -5.9 | 573.8 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 10.7 | -0.6 | 0.6 | 0.8 | -0.8 | 12.3 | -11.8 | -5.1 | -0.6 | -5.5 | -0.6 | -11.8 | kNm |

10.2.5. Rozhodující vnitřní síly - spřažený průřez (provozní stav)

Z výpočetního modelu: **Vnitřní síly od odlohdobých (G) a krátkodobých (Q) nahodilých zatížení**

Spřažený nosník uvažovaný ve výpočetním modelu - plný ocelový průřez, oslabená betonová deska.

| ULS-G | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| $N_d =$ | 41.1 | -24.0 | 12.8 | 10.1 | 22.2 | 4.5 | -41.1 | -19.9 | -24.0 | -7.2 | 12.8 | -41.1 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 7.0 | 65.4 | 53.2 | -75.3 | -7.2 | -4.4 | 1.0 | -77.4 | 65.4 | 9.6 | 53.2 | 1.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -506.4 | -794.8 | 797.6 | -681.5 | 32.4 | 597.9 | -593.9 | 678.6 | -794.8 | 561.9 | 797.6 | -593.9 | kN |
| $T_d =$ | -10.1 | 6.8 | -5.9 | 19.6 | 0.1 | -7.1 | -3.9 | 5.2 | 6.8 | -24.8 | -5.9 | -3.9 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 1509.9 | -9.2 | 444.2 | 3.8 | 3254.4 | 1262.1 | 1270.1 | 321.3 | -9.2 | 1201.8 | -20.4 | 1619.0 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 29.8 | -5.9 | 30.7 | -1.5 | -1.5 | 48.2 | -77.1 | -35.0 | -5.9 | -50.0 | -0.2 | -77.7 | kNm |
| ULS-Q | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 613.7 | 74.3 | 48.7 | -17.4 | 148.8 | 173.4 | -629.0 | -98.3 | 263.2 | 21.6 | 480.3 | 84.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 124.9 | 485.4 | 464.5 | 109.6 | 93.6 | 162.1 | -152.6 | -386.4 | 58.3 | 105.8 | -280.6 | -247.8 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -100.4 | 1895.1 | 1909.8 | 1680.4 | 389.2 | 1246.6 | -845.2 | 278.0 | -1610.3 | 198.3 | -1204.9 | 216.3 | kN |
| $T_d =$ | 23.2 | 64.1 | 65.4 | 162.8 | 61.8 | 51.4 | -32.4 | -81.1 | -26.4 | -226.2 | -38.4 | -101.1 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 3867.4 | 1123.0 | 1137.5 | 43.1 | 6554.3 | 3422.7 | 945.2 | 69.1 | -216.3 | -107.0 | -336.6 | 634.7 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 410.0 | 273.4 | 265.0 | 59.5 | 144.9 | 598.2 | -348.4 | -176.7 | 26.3 | 2.7 | -46.9 | -648.3 | kNm |

Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí a posunu neutrálné osy oslabeného průřezu:

| ULS-G | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| $N_d =$ | 41.1 | -24.0 | 12.8 | 10.1 | 22.2 | 4.5 | -41.1 | -19.9 | -24.0 | -7.2 | 12.8 | -41.1 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 7.0 | 65.4 | 53.2 | -75.3 | -7.2 | -4.4 | 1.0 | -77.4 | 65.4 | 9.6 | 53.2 | 1.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -506.4 | -794.8 | 797.6 | -681.5 | 32.4 | 597.9 | -593.9 | 678.6 | -794.8 | 561.9 | 797.6 | -593.9 | kN |
| $T_d =$ | -10.1 | 6.8 | -5.9 | 19.6 | 0.1 | -7.1 | -3.9 | 5.2 | 6.8 | -24.8 | -5.9 | -3.9 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 1510.1 | -9.4 | 444.3 | 3.8 | 3254.5 | 1262.1 | 1270.5 | 321.5 | -9.4 | 1201.9 | -20.4 | 1619.4 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 30.0 | -6.2 | 30.8 | -1.5 | -1.6 | 48.2 | -77.5 | -35.2 | -6.2 | -50.1 | -0.3 | -78.1 | kNm |
| ULS-Q | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 613.7 | 74.3 | 48.7 | -17.4 | 148.8 | 173.4 | -629.0 | -98.3 | 263.2 | 21.6 | 480.3 | 84.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 124.9 | 485.4 | 464.5 | 109.6 | 93.6 | 162.1 | -152.6 | -386.4 | 58.3 | 105.8 | -280.6 | -247.8 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -100.4 | 1895.1 | 1909.8 | 1680.4 | 389.2 | 1246.6 | -845.2 | 278.0 | -1610.3 | 198.3 | -1204.9 | 216.3 | kN |
| $T_d =$ | 23.2 | 64.1 | 65.4 | 162.8 | 61.8 | 51.4 | -32.4 | -81.1 | -26.4 | -226.2 | -38.4 | -101.1 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 3870.5 | 1123.4 | 1137.8 | 43.3 | 6555.1 | 3423.6 | 951.5 | 70.1 | -217.6 | -107.1 | -339.0 | 635.1 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 413.1 | 273.8 | 265.2 | 59.7 | 145.6 | 599.1 | -354.7 | -177.7 | 27.6 | 2.8 | -49.3 | -648.7 | kNm |

10.2.6 Napětí ve spřaženém průřezu

Ocelový průřez před spřažením:

| | | | |
|--------------------|-------------|--|----------|
| horní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,h,mont} = - z_{H,eff,mont} =$ | -0.979 m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,L,mont} = - y_{s,h,L,mont} =$ | -0.169 m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,P,mont} = + y_{s,h,P,mont} =$ | 0.169 m |
| dolní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,d,mont} = z_{d,eff,mont} =$ | 0.542 m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,L,mont} = - y_{s,d,L,mont} =$ | -0.349 m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,P,mont} = + y_{s,d,P,mont} =$ | 0.349 m |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$\sigma_{s,h,L} = (N_{E,d}/A_{eff, mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,h, mont})/I_{y, eff, mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h, L, mont})/I_{z, eff, mont} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,h,P} = (N_{E,d}/A_{eff, mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,h, mont})/I_{y, eff, mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h, P, mont})/I_{z, eff, mont} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,L} = (N_{E,d}/A_{eff, mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,d, mont})/I_{y, eff, mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d, L, mont})/I_{z, eff, mont} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,P} = (N_{E,d}/A_{eff, mont} + (M_{E,y,d} * z_{s,d, mont})/I_{y, eff, mont}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d, P, mont})/I_{z, eff, mont} = \text{viz níže}$$

Sprážený průřez:

| | | | $n_{dot}(t_p)$ | $n_{dot}(t_{100})$ | n_{kr} |
|---------------------|-------------|---|----------------|--------------------|----------|
| horní vlákna betonu | - svíse | $z_{c,h,kr} = -I_{z, spř, eff, kr} =$ | -0.599 | -0.726 | -0.451 m |
| dolní vlákna betonu | - svíse | $z_{c,d,kr} = -(I_{z, spř, eff, kr} - t_{bet}) =$ | -0.289 | -0.416 | -0.141 m |
| horní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,h,kr} = z_{c,d,kr} =$ | -0.289 | -0.416 | -0.141 m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,L,kr} = -I_{y, s, h, L, mont} =$ | | -0.169 | m |
| | - vodorovně | $y_{s,h,P,kr} = +I_{y, s, h, P, mont} =$ | | 0.169 | m |
| dolní vlákna oceli | - svíse | $z_{s,d,kr} = I_{z, spř, eff, kr} =$ | 1.232 | 1.105 | 1.380 m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,L,kr} = -I_{y, s, d, L, mont} =$ | | -0.349 | m |
| | - vodorovně | $y_{s,d,P,kr} = +I_{y, s, d, P, mont} =$ | | 0.349 | m |

POZN: Pro vodorovné pořadnice ke krajním vláknům ocelového průřezu se uvažuje symetrie betonové části k těžišti průřezu.

$$\sigma_{c,h} = (N_{E,d}/A_{eff, spráž} + (M_{E,y,d} - M_{E,y,d,d}) * z_{c,h}/I_{y, spř})/n(t) + \sigma_{c,h(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{c,d} = (N_{E,d}/A_{eff, spráž} + (M_{E,y,d} - M_{E,y,d,d}) * z_{c,d}/I_{y, spř, eff})/n(t) + \sigma_{c,d(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,h,L} = (N_{E,d}/A_{eff, spráž} + (M_{E,y,d} * z_{s,h})/I_{y, spř, eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h,L})/I_{z, spř, eff} + \sigma_{s,h(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,h,P} = (N_{E,d}/A_{eff, spráž} + (M_{E,y,d} * z_{s,h})/I_{y, spř, eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,h,P})/I_{z, spř, eff} + \sigma_{s,h(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,L} = (N_{E,d}/A_{eff, spráž} + (M_{E,y,d} * z_{s,d})/I_{y, spř, eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d,L})/I_{z, spř, eff} + \sigma_{s,d(sm)} = \text{viz níže}$$

$$\sigma_{s,d,P} = (N_{E,d}/A_{eff, spráž} + (M_{E,y,d} * z_{s,d})/I_{y, spř, eff}) + (M_{E,z,d} * y_{s,d,P})/I_{z, spř, eff} + \sigma_{s,d(sm)} = \text{viz níže}$$

POZN: Pro průřezové charakteristiky spráženého průřezu jsou použity veličiny pro $n_{dot}(t_p)$, $n_{dot}(t_{100})$ a n_{kr} .

10.2.6. Rozhodující napětí - sprážený průřez (montážní + provozní stav - uvedení do provozu)

ULS ($\gamma_{G, sm, sup} = 1.35$; $\gamma_{G, sm, inf} = 1.00$)

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|
| $\sigma_{c,h} =$ | -5.4 | -1.2 | -1.7 | 0.0 | -10.6 | -5.0 | -2.9 | -0.5 | 0.5 | -1.0 | 0.9 | -2.2 MPa |
| $\sigma_{c,d} =$ | -1.2 | 0.0 | -0.2 | 0.4 | -3.4 | -1.3 | -1.2 | 0.1 | 0.6 | -0.2 | 1.0 | -0.6 MPa |
| $\sigma_{s,h,L} =$ | -63.4 | -18.7 | -21.5 | -105.2 | -151.2 | -68.3 | -60.4 | -17.4 | -14.0 | -90.6 | -7.7 | -56.9 MPa |
| $\sigma_{s,h,P} =$ | -57.1 | -17.8 | -19.9 | -104.7 | -150.9 | -60.6 | -67.1 | -20.4 | -14.1 | -93.1 | -8.2 | -64.9 MPa |
| $\sigma_{s,d,L} =$ | 141.0 | 26.7 | 37.9 | 54.9 | 286.6 | 122.7 | 76.7 | 14.5 | -1.7 | 69.9 | -2.9 | 83.0 MPa |
| $\sigma_{s,d,P} =$ | 153.9 | 28.5 | 41.3 | 56.0 | 287.3 | 138.8 | 62.8 | 8.3 | -2.1 | 64.7 | -3.9 | 66.5 MPa |

10.2.6. Rozhodující napětí - sprážený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti)

ULS ($\gamma_{G, sm, sup} = 1.35$; $\gamma_{G, sm, inf} = 1.00$)

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------------|
| $\sigma_{c,h} =$ | -5.0 | -1.0 | -1.4 | 0.2 | -10.1 | -4.7 | -2.6 | -0.2 | 0.7 | -0.7 | 1.1 | -1.9 MPa |
| $\sigma_{c,d} =$ | -0.6 | 0.6 | 0.4 | 1.2 | -2.9 | -0.8 | -0.6 | 0.7 | 1.2 | 0.4 | 1.8 | 0.0 MPa |
| $\sigma_{s,h,L} =$ | -103.3 | -53.2 | -57.7 | -130.8 | -197.5 | -107.5 | -99.4 | -53.0 | -48.5 | -129.4 | -33.2 | -97.2 MPa |
| $\sigma_{s,h,P} =$ | -97.0 | -52.3 | -55.9 | -130.2 | -197.2 | -99.6 | -106.5 | -56.2 | -48.7 | -132.1 | -33.6 | -105.6 MPa |
| $\sigma_{s,d,L} =$ | 148.6 | 31.4 | 44.6 | 61.4 | 295.7 | 129.9 | 84.4 | 21.4 | 3.0 | 77.5 | 1.9 | 91.0 MPa |
| $\sigma_{s,d,P} =$ | 161.7 | 33.2 | 48.3 | 62.5 | 296.3 | 146.4 | 69.7 | 14.8 | 2.6 | 71.8 | 0.9 | 73.7 MPa |

10.2.6. Posouzení napětí v oceli a v betonu

Betonová deska:

| | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| max. tlakové napětí | $\sigma_{c, min} =$ | -10.6 MPa < | $\alpha_{cc} * f_{c,k} / \gamma_c =$ | -16.4 MPa | <u>vyhoví</u> |
| max. tahové napětí | $\sigma_{c, max} =$ | 1.8 MPa < | $f_{ct, eff} = f_{ctm} =$ | 2.9 MPa | <u>tah napětí přeneseno beton</u> |

Ocelový nosník:

| | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------|---------------------------|---------|---------------|
| max. napětí horní pásnice | $\sigma_{s, abs} =$ | 197.5 MPa < | $f_{y,k} / \gamma_{M0} =$ | 355 MPa | <u>vyhoví</u> |
| max. napětí dolní pásnice | $\sigma_{s, abs} =$ | 296.3 MPa < | $f_{y,k} / \gamma_{M0} =$ | 355 MPa | <u>vyhoví</u> |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.7 Posouzení únosnosti průřezu ve smyku

Uvažuje se vyztužení tuhými vnitřními příčnými výztuhami, výztuha nad podporou se uvažuje jako netuhá.
S jednou nebo bez podélných výztuh.

10.2.7. Krajiné příčné výztuhy - oboustranné:

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------|------------|
| uvažované vnitřní síly: | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} =$ | 3174.5 kN |
| | odpovídající moment | $M_{ed,odp} =$ | 1577.6 kNm |
| | odpovídající normálová síla | $IN_{ed,odp} =$ | 670.6 kN |

osová vzdálenost krajní a vnitřní výztuhy $a =$ 1.165 m

A) Celá stojina:

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a/h_w =$ | 0.79 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 0 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a) + k_{t,sl}$ | 12.51 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w/t_w =$ 105.0 $>$ $31 \cdot \epsilon/\eta =$ 25.2 | <u>posuzuje se únosnost na boulení</u> |
| | $\sigma_E = \pi^2 \cdot E \cdot t^2 / (12 \cdot (1-\nu) \cdot b^2) =$ | $190000 \cdot (t_w/h_w)^2 =$ 17.23 MPa |
| | $\tau_{cr} = k_t \cdot \sigma_E =$ | 215.56 MPa |
| | $\lambda_w = 0.76 \cdot \sqrt{(f_{yw}/\tau_{cr})}$ "nebo" $h_w / (37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_t}) =$ | 0.98 |

B) Subpanel 1:

| | | |
|---------------------------------------|--|---|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a/h_w =$ | ##### |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 0 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a) + k_{t,sl}$ | ##### |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w/t_w =$ 0.0 $<$ $31 \cdot \epsilon/\eta =$ 25.2 | <u>neposuzuje se stojina na boulení</u> |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) =$ | ##### $\geq \lambda_{wi}$ |

C) Subpanel 2:

| | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a/h_w =$ | 0.79 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 0 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a) + k_{t,sl}$ | 12.508 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w/t_w =$ 105.0 $>$ $31 \cdot \epsilon/\eta =$ 25.2 | <u>posuzuje se stojina na boulení</u> |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) =$ | 0.98 $\geq \lambda_{wi}$ |

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

| | | |
|------------------------------|--|-----------|
| štíhlost | $\lambda_w =$ | 0.98 |
| součinitel příspěvku stojiny | $\chi_w =$ | 0.85 |
| příspěvek únosnosti stojiny | $V_{bw,Rd} = \chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) =$ | 3263.3 kN |

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

| | | |
|--|---------------------------------|---------|
| efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností) | $15 \cdot \epsilon \cdot t_w =$ | 0.171 m |
| | $b_{f,h} =$ | 0.338 m |
| | <i>neoslabená pásnice</i> | |
| šířka dolní pásnice (uvažuje se plná, horní pásnice je spřažená s betonem) | $b_{f,d} = b_d =$ | 0.698 m |

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (pro spřažený průřez, obě pásnice)

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk}/\gamma_{M0} = W_f \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} \cdot 2 - z_{f,d}) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 9598.34 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk}/\gamma_c = 0.85 \cdot A_c \cdot f_{yf} \cdot r_c/\gamma_{M0} = (b_c \cdot 0.85 \cdot t_c \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 \cdot t_c/2 - z_{f,d})) \cdot f_{ck}/\gamma_c = 3937.6 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 13535.9 \text{ kNm}$$

příspěvek pásnic lze započítat

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|------------------------------|--|---------|
| délka ukotvení tahového pole | $c = a * (0.25 + 16 * b_f * t_f^2 * f_{yf} / (t_w * h_w^2 * f_{yw})) =$ | 0.395 m |
| vliv normálové síly | $f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) * f_{yf} / V_{M0})) =$ | 0.927 |
| příspěvek únosnosti pásnic | $V_{bf,Rd} = f * b_f * t_f^2 * f_{yf} * (1 - (M_{Ed} / M_{f,Rd})^2) / (c * \gamma_{M1}) =$ | 54.8 kN |

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 3318.1 \text{ kN} \leq V_{bw,Rd} = \eta * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 3834.6 \text{ kN}$$

Posouzení:

| | | | |
|-------------------------|--|-------------|---|
| smyk | $\eta_3 = V_{ed} / V_{b,Rd} =$ | 0.957 ≤ 1.0 | vyhoví |
| interakce smyku a ohybu | $\eta_{3,ohyb} = V_{ed} / V_{bw,Rd} =$ | 0.973 ≤ 0.5 | ohybovou únosnost je nutné redukovat |

Návrhová plastická únosnost spřaž. průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

$$\text{pořadnice těžiště } z_{f,d} = 1.380 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} * t_{f,h} * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 * t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 * t_w / 2) + b_{f,d} * t_{f,d} * (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) * f_{yf} / \gamma_{M0} = 13595.9 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 * A_c * f_{yc} * r_c / \gamma_{M0} = (b_c * 0.85 * t_c * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 * t_c / 2 - z_{f,d})) * f_{ck} / \gamma_c = 5272.8 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 18868.7 \text{ kNm}$$

$$\eta_1 = M_{ed} / M_{pl,Rd} = 0.084 \leq M_{f,Rd} / M_{pl,Rd} = 0.717 \text{ **interakci není nutné posuzovat**}$$

$$\text{ověření interakce } \eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,Rd}) * (2 * \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.336 \leq 1.0 \text{ **interakce smyku a ohybu vyhoví**}$$

10.2.7. Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné:

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------|------------|
| uvažované vnitřní síly: | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} =$ | 2354.6 kN |
| | odpovídající moment | $M_{ed,odp} =$ | 5023.9 kNm |
| | odpovídající normálová síla | $IN_{ed,odp} =$ | 599.5 kN |

$$\text{osová vzdálenost vnitřních výztuh } a = 2.350 \text{ m}$$

A) Celá stojina:

| | | |
|---------------------------------------|---|------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a / h_w =$ | 1.60 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 0 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{t,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w / a) + 2 * k_{t,sl} =$ | 6.91 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w / t_w = 105.0 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \text{ posuzuje se únosnost na boulení}$ | |
| | $\sigma_E = \pi^2 * E * t^2 / (12 * (1 - \nu) * b^2) = 190000 * (h_w / h_w)^2 =$ | 17.23 MPa |
| | $\tau_{cr} = k_t * \sigma_E =$ | 119.00 MPa |
| | $\lambda_w = 0.76 * \sqrt{(f_{yw} / \tau_{cr})} \text{ "nebo" } h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_t}) =$ | 1.31 |

B) Subpanel 1:

| | | |
|---------------------------------------|---|------------------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a / h_w =$ | ##### |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 0 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{t,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w / a) + 2 * k_{t,sl} =$ | ##### |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w / t_w = 0.0 < 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \text{ neposuzuje se stojina na boulení}$ | |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_{t1}}) =$ | ##### ≥ λ_{wi} |

C) Subpanel 2:

| | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------|
| stranový poměr stěny | $\alpha = a / h_w =$ | 1.60 |
| vliv podélných výztuh | $k_{t,sl} =$ | 0 |
| součinitel kritického napětí ve smyku | $k_t = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{t,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w / a) + 2 * k_{t,sl} =$ | 6.905 |
| ověření štíhlosti stojiny | $h_w / t_w = 105.0 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \text{ posuzuje se stojina na boulení}$ | |
| | $\lambda_{w1} = h_{w1} / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_{t1}}) =$ | 1.31 ≥ λ_{wi} |

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

| | | |
|------------------------------|---------------|------|
| štíhlost | $\lambda_w =$ | 1.31 |
| součinitel příspěvku stojiny | $\chi_w =$ | 0.63 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

příspěvek únosnosti stojiny

$$V_{bw,Rd} = \chi_w * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 2424.6 \text{ kN}$$

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

$$15 * \epsilon * t_w = 0.171 \text{ m}$$

efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností)

$$b_{f,h} = 0.347 \text{ m}$$

neoslabená pásnice

šířka dolní pásnice (uvažuje se plná, horní pásnice je sprážená s betonem)

$$b_{f,d} = b_d = 0.698 \text{ m}$$

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (pro sprážený průřez, obě pásnice)

$$\text{pořadnice těžiště } z_{f,d} = 1.461 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk} / \gamma_{M0} = W_f * f_{yf} / \gamma_{M0} = (b_{f,h} * t_{f,h} * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + b_{f,d} * t_{f,d} * (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) * f_{yf} / \gamma_{M0} = 9601.99 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 * A_c * f_{yk} * r_c / \gamma_{M0} = (b_c * 0.85 * t_c * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 * t_c / 2 - z_{f,d})) * f_{yk} / \gamma_c = 3936.5 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 13538.5 \text{ kNm}$$

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic

příspěvek pásnic lze započítat

délka ukotvení tahového pole

$$c = a * (0.25 + 16 * b_f * t_f^2 * f_{yf} / (t_w * h_w^2 * f_{yw})) = 0.803 \text{ m}$$

vliv normálové síly

$$f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) * f_{yk} / \gamma_{M0})) = 0.934$$

příspěvek únosnosti pásnic

$$V_{bf,Rd} = f * b_f * t_f^2 * f_{yf} * (1 - (M_{Ed} / M_{f,Rd})^2) / (c * \gamma_{M1}) = 48.5 \text{ kN}$$

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 2473.1 \text{ kN} \leq$$

$$V_{bw,Rd} = \eta * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 3834.6 \text{ kN}$$

Posouzení:

smyk

$$\eta_3 = V_{ed} / V_{b,Rd} = 0.952 \leq 1.0$$

vyhoví

interakce smyku a ohybu

$$\eta_{3,ohyb} = V_{ed} / V_{bw,Rd} = 0.971 \leq 0.5$$

ohybovou únosnost je nutné redukovat

Návrhová plastická únosnost spráž. průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

$$\text{pořadnice těžiště } z_{f,d} = 1.380 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} * t_{f,h} * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} / 2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 * t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 * t_w / 2) + b_{f,d} * t_{f,d} * (z_{f,d} - t_{f,d} / 2)) * f_{yf} / \gamma_{M0} = 13605.4 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk} / \gamma_c = 0.85 * A_c * f_{yk} * r_c / \gamma_{M0} = (b_c * 0.85 * t_c * (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 * t_c / 2 - z_{f,d})) * f_{yk} / \gamma_c = 5270.3 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 18875.7 \text{ kNm}$$

$$\eta_1 = M_{ed} / M_{pl,Rd} = 0.266 \leq M_{f,Rd} / M_{pl,Rd} = 0.717 \text{ interakci není nutné posuzovat}$$

ověření interakce

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,Rd}) * (2 * \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.517 \leq 1.0 \text{ interakce smyku a ohybu vyhoví}$$

10.2.7. Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné:

uvažované vnitřní síly:

vybraná/odpovídající posouvající síla (pod břemenem)

$$V_{ed,max} = 1570.9 \text{ kN}$$

vybraná/odpovídající moment

$$M_{ed,odp} = 11253.4 \text{ kNm}$$

vybraná/odpovídající normálová síla

$$N_{ed,odp} = 6506.5 \text{ kN}$$

osová vzdálenost vnitřních výztuh

$$a = 2.350 \text{ m}$$

A) Celá stojina:

stranový poměr stěny

$$\alpha = a / h_w = 1.60$$

vliv podélných výztuh

$$k_{\tau,sl} = 0$$

součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_{\tau} = 5.34 + 4 * (h_w / a)^2 + k_{\tau,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w / a)^2 + k_{\tau,sl} = 6.905$$

ověření štíhlosti stojiny

$$h_w / t_w = 105.0 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \text{ posuzuje se stojina na boulení}$$

$$\sigma_E = \pi^2 * E * t^2 / (12 * (1 - \nu) * b^2) = 190000 * (t_w / h_w)^2 = 17.23 \text{ MPa}$$

$$\tau_{cr} = k_{\tau} * \sigma_E = 119.00 \text{ MPa}$$

$$\lambda_w = 0.76 * \nu / (f_{yw} / \tau_{cr}) \text{ "nebo" } h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_{\tau}}) = 1.31$$

B) Subpanel 1:

stranový poměr stěny

$$\alpha = a / h_w = \text{#####}$$

vliv podélných výztuh

$$k_{\tau,sl} = 0$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel kritického napětí ve smyku $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl} = #####$

ověření štíhlosti stojiny $h_w/t_w = 0.0 < 31 \cdot \epsilon/\eta = 25.2$ neposuzuje se stojina na boulení

$$\lambda_{w1} = h_{w1}/(37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) = ##### \geq \lambda_{wi}$$

C) Subpanel 2:

stranový poměr stěny $\alpha = a/h_w = 1.60$

vliv podélných výztuh $k_{t,sl} = 0$

součinitel kritického napětí ve smyku $k_t = 5.34 + 4 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl}$ "resp" $4 + 5.34 \cdot (h_w/a)^2 + k_{t,sl} = 6.905$

ověření štíhlosti stojiny $h_w/t_w = 105.0 > 31 \cdot \epsilon/\eta = 25.2$ posuzuje se stojina na boulení

$$\lambda_{w1} = h_{w1}/(37.4 \cdot t_w \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{t1}}) = 1.31 \geq \lambda_{wi}$$

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

štíhlost $\lambda_w = 1.31$

součinitel příspěvku stojiny $\chi_w = 0.68$

příspěvek únosnosti stojiny $V_{bw,Rd} = \chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 2610.2 \text{ kN}$

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností) $15 \cdot \epsilon \cdot t_w = 0.171 \text{ m}$

$b_f = 0.338 \text{ m}$

neoslabená pásnice

šířka dolní pásnice (uvažuje se plná, horní pásnice je spřažená s betonem) $b_{f,d} = b_d = 0.698 \text{ m}$

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (pro spřažený průřez, obě pásnice)

pořadnice těžiště $z_{f,d} = 1.461 \text{ m}$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk}/\gamma_{M0} = W_f \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 9598.34 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk}/\gamma_c = 0.85 \cdot A_c \cdot f_{yf} \cdot r_c/\gamma_{M0} = (b_c \cdot 0.85 \cdot t_c \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 \cdot t_c/2 - z_{f,d})) \cdot f_{ck}/\gamma_c = 3937.6 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 13535.9 \text{ kNm}$$

příspěvek pásnic lze započítat

délka ukotvení tahového pole $c = a \cdot (0.25 + 16 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}/(t_w \cdot h_w^2 \cdot f_{yw})) = 0.797 \text{ m}$

vliv normálové síly $f = (1 - N_{Ed}/((A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0})) = 0.289$

příspěvek únosnosti pásnic $V_{bf,Rd} = f \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} \cdot (1 - (M_{Ed}/M_{f,Rd})^2)/(c \cdot \gamma_{M1}) = 5.3 \text{ kN}$

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 2615.5 \text{ kN} \leq V_{bw,Rd} = \eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 3834.6 \text{ kN}$$

Posouzení:

smyk $\eta_3 = V_{ed}/V_{b,Rd} = 0.601 \leq 1.0$ vyhoví

interakce smyku a ohybu $\eta_{3,ohyb} = V_{ed}/V_{bw,Rd} = 0.602 \leq 0.5$ ohybovou únosností je nutné redukovat

Návrhová plastická únosnost spřaž. průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

pořadnice těžiště $z_{f,d} = 1.380 \text{ m}$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 \cdot t_w/2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 \cdot t_w/2) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 13595.9 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = M_{betk}/\gamma_c = 0.85 \cdot A_c \cdot f_{yf} \cdot r_c/\gamma_{M0} = (b_c \cdot 0.85 \cdot t_c \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h} + t_c - 0.85 \cdot t_c/2 - z_{f,d})) \cdot f_{ck}/\gamma_c = 5272.8 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 18868.7 \text{ kNm}$$

$\eta_1 = M_{ed}/M_{pl,Rd} = 0.596 \leq M_{f,Rd}/M_{pl,Rd} = 0.717$ interakci není nutné posuzovat

ověření interakce $\eta_1 + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.608 \leq 1.0$ interakce smyku a ohybu vyhoví

10.2.8 Boulení od ohybu pásnic - v montážním stavu

průřezová plocha stojiny $A_w = 0.02058 \text{ m}^2$

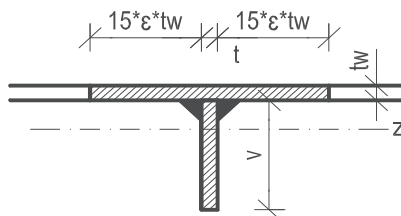
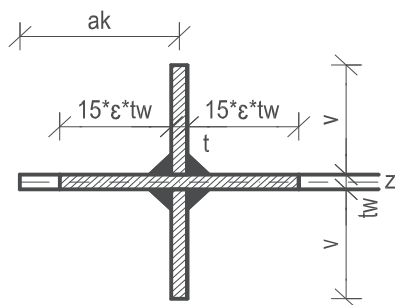
účinná průřezová plocha tlacené pásnice $A_{fc} = 0.00777 \text{ m}^2$

součinitel při využití - pružné momentové únosnosti $k = 0.55$

štíhlostní poměr stojiny $h_w/t_w = 105 \leq k \cdot E/f_{yf} \cdot \sqrt{(A_w/A_{fc})} = 529$ vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.9 Posouzení příčné výztuhy



Zadání krajní oboustranné výztuhy:

tloušťka plechu výztuhy
vzdálenost od kraje nosníku
délka plechu výztuhy
moment setrvačnosti k ose "z"

krajní vlákna k těžišti výztuhy
vzdálenost středů pásnic
Amplituda počáteční imperfekce výztuhy

Podmínka torzní tuhosti

tlaková síla z přilehlých panelů (tlak)

Kritická síla příčné výztuhy

Podporová reakce (vnější osová síla)

poměrná štíhlost stojiny

Tlaková síla plynoucí z tahových polí

tlaková síla plynoucí z odchýlených sil

celková osová síla

Dodatečný průhyb výztuhy

Maximální napětí ve výztuže

Zadání vnitřní oboustranné výztuhy:

tloušťka plechu výztuhy
vzdálenost od pol. vzdál. výztuh
délka plechu výztuhy
moment setrvačnosti k ose "z"

krajní vlákna k těžišti výztuhy
vzdálenost středů pásnic
Amplituda počáteční imperfekce výztuhy

| | plný | oslabený |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|
| t = | 0.018 | 0.016 |
| ak = | 0.310 | m |
| v = | 0.190 | m |
| $I_{sl} =$ | 2.5E-05 | m ⁴ |
| $A_{sl} =$ | 1.1E-02 | m ² |
| $e_{max} =$ | 0.197 | m |
| b = | 1.496 | m |
| $w_0 =$ | 0.004 | m |
| $\sigma_{cr,c} =$ | 27.409 | MPa |
| $\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 =$ | 16.65 | MPa |
| $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | |
| $I_p =$ | 3.8E-07 | m ⁴ |
| $I_t =$ | 2.6E-07 | m ⁴ |
| $I_t/I_p =$ | 0.690 | $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ vyhoví |
| $\gamma =$ | 66.050 | |
| $\delta =$ | 0.519 | |
| $\alpha =$ | 0.779 | |
| $k_{\sigma,p} =$ | 12.018 | |
| $\sigma_{cr,p} =$ | 200.112 | MPa |
| $IN_{Ed} =$ | 0.0 | kN |
| $\sigma_m =$ | 0.000 | MPa |
| u = | 2.820 | |
| $I_{sl,min} =$ | 0.0E+00 | m ⁴ vyhoví |
| $N_{cr,st} =$ | 23807 | kN |
| $N_{st,ex} =$ | 3174.5 | kN |
| $\lambda_w =$ | 0.976 | |
| $N_{st,ten} =$ | 0 | kN |
| $\Delta N_{st,Ed} =$ | 0.0 | kN |
| $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 3174.5 | kN |
| w = | 0.0006 | $\leq h_w/300$ vyhoví |
| $\sigma_{max} =$ | 307.3 | $\leq f_x/\gamma_{M1}$ vyhoví |
| | plný | oslabený |
| t = | 0.012 | 0.010 |
| ak = | 1.175 | m |
| v = | 0.190 | m |
| $I_{sl} =$ | 1.6E-05 | m ⁴ |
| $A_{sl} =$ | 8.6E-03 | m ² |
| $e_{max} =$ | 0.197 | m |
| b = | 1.496 | m |
| $w_0 =$ | 0.004 | m |
| $\sigma_{cr,c} =$ | 27.409 | MPa |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|---|--|---------------------------------|------------------------|
| | $\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 =$ | 16.65 MPa | |
| | $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | |
| | $I_p =$ | 3.8E-07 m ⁴ | |
| Podmínka torzní tuhosti | $I_t =$ | 6.3E-08 m ⁴ | |
| | $I_t/I_p =$ | 0.169 $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ | vyhoví |
| | $\gamma =$ | 41.359 | |
| | $\delta =$ | 0.410 | |
| | $\alpha =$ | 0.779 | |
| | $k_{\sigma,p} =$ | 10.541 | |
| | $\sigma_{cr,p} =$ | 175.510 MPa | |
| tlaková síla z přilehlých panelů (tlak) | $IN_{Ed} =$ | 125.7 kN | |
| | $\sigma_m =$ | 0.036 MPa | |
| | $u =$ | 2.820 | |
| | $I_{sl,min} =$ | 1.2E-07 m ⁴ | vyhoví |
| Kritická síla příčné výztuhy | $N_{cr,st} =$ | 14907 kN | |
| Posouvající síla (vnější osová síla) | $N_{st,ex} =$ | 2354.6 kN | |
| poměrná štíhlost stojiny | $\lambda_w =$ | 1.313 | |
| Tlaková síla plynoucí z tahových polí | $N_{st,ten} =$ | 130.787 kN | |
| tlaková síla plynoucí z odchýlených sil | $\Delta N_{st,Ed} =$ | 7.9 kN | |
| celková osová síla | $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 2493.3 kN | |
| Dodatečný průhyb výztuhy | $w =$ | 0.0008 $\leq h_w/300$ | vyhoví |
| Maximální napětí ve výztuze | $\sigma_{max} =$ | 315.1 $\leq f_{yk}/\gamma_{M1}$ | vyhoví |
| | | plný oslabený | |
| <u>Zadání vnitřní jednostranné výztuhy:</u> | tloušťka plechu výztuhy | $t =$ | 0.012 0.010 m |
| | délka plechu výztuhy | $v =$ | 0.190 m |
| | těžiště výztuhy ke stěně nosníku | $z_{sl} =$ | 0.021 m |
| | moment setrvačnosti k ose "z" | $I_{sl} =$ | 2.0E-05 m ⁴ |
| | | $A_{sl} =$ | 6.7E-03 m ² |
| | krajní vlákna k těžišti výztuhy | $e_{max} =$ | 0.028 m |
| | vzdálenost středů pásnic | $b =$ | 1.496 m |
| | Amplituda počáteční imperfekce výztuhy | $w_0 =$ | 0.005 m |
| | $\sigma_{cr,c} =$ | 6.736 MPa | |
| | $\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 =$ | 16.65 MPa | |
| | $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | |
| | $I_p =$ | 3.8E-07 m ⁴ | |
| Podmínka torzní tuhosti | $I_t =$ | 6.3E-08 m ⁴ | |
| | $I_t/I_p =$ | 0.169 $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ | vyhoví |
| | $\gamma =$ | 53.381 | |
| | $\delta =$ | 0.319 | |
| | $\alpha =$ | 1.571 | |
| | $k_{\sigma,p} =$ | 12.592 | |
| | $\sigma_{cr,p} =$ | 209.674 MPa | |
| tlaková síla z přilehlých panelů (tlak) | $IN_{Ed} =$ | 125.7 kN | |
| | $\sigma_m =$ | 0.036 MPa | |
| | $u =$ | 1.000 | |
| | $I_{sl,min} =$ | 7.7E-08 m ⁴ | vyhoví |
| | $I_{sl,min} =$ | 3.0E-06 m ⁴ | vyhoví |
| Kritická síla příčné výztuhy | $N_{cr,st} =$ | 19240 kN | |
| Posouvající síla (vnější osová síla) | $N_{st,ex} =$ | 1570.9 kN | |
| poměrná štíhlost stojiny | $\lambda_w =$ | 1.313 | |
| Tlaková síla plynoucí z tahových polí | $N_{st,ten} =$ | 0 kN | |
| tlaková síla plynoucí z odchýlených sil | $\Delta N_{st,Ed} =$ | 7.8 kN | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------|---------------|
| celková osová síla | $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 1578.7 kN | |
| Dodatečný průhyb výztuhy | $w =$ | 0.0004 $\leq h_w/300$ | vyhoví |
| Maximální napětí ve výztuze | $\sigma_{max} =$ | 237.2 $\leq f_{yk}/V_{M1}$ | vyhoví |

10.2.1 Posouzení nosníku na únavu

10.2.1C Rozhodující vnitřní síly a napětí v hlavním nosníku od modelu 71

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení modelu 71, vč. dynamického součinitele zatížení
 Spřažený nosník uvažovaný ve výpočetním modelu - plný ocelový průřez, oslabená betonová deska.

| SLS-71 | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 23.1 | 10.1 | 12.0 | 0.0 | 4.3 | 0.2 | -23.1 | -10.1 | -14.8 | -10.6 | -12.0 | -1.6 |
| $V_{y,k} =$ | 46.1 | 178.2 | 143.8 | 4.6 | 79.0 | 63.5 | -45.5 | -161.0 | -46.4 | -41.6 | -154.4 | -83.2 |
| $V_{z,k} =$ | 26.0 | 671.6 | 761.2 | 109.2 | 187.4 | 426.1 | -482.5 | -37.4 | -609.9 | -9.7 | -15.8 | -63.5 |
| $T_k =$ | 16.6 | 26.1 | 55.6 | 64.6 | 29.3 | 21.5 | -20.0 | -31.7 | -10.2 | -85.9 | -47.2 | -41.1 |
| $M_{y,k} =$ | 1055.9 | 821.7 | 459.5 | 0.7 | 2455.1 | 1397.3 | -27.3 | -49.1 | -44.2 | -51.0 | -52.6 | -42.4 |
| $M_{z,k} =$ | 120.7 | 190.9 | 96.0 | 0.0 | 136.0 | 257.0 | -140.1 | -211.2 | -14.7 | -18.6 | -45.8 | -254.8 |

Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí a posunu neutrálné osy oslabeného průřezu:

| SLS-71 | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 23.1 | 10.1 | 12.0 | 0.0 | 4.3 | 0.2 | -23.1 | -10.1 | -14.8 | -10.6 | -12.0 | -1.6 |
| $V_{y,k} =$ | 46.1 | 178.2 | 143.8 | 4.6 | 79.0 | 63.5 | -45.5 | -161.0 | -46.4 | -41.6 | -154.4 | -83.2 |
| $V_{z,k} =$ | 26.0 | 671.6 | 761.2 | 109.2 | 187.4 | 426.1 | -482.5 | -37.4 | -609.9 | -9.7 | -15.8 | -63.5 |
| $T_k =$ | 16.6 | 26.1 | 55.6 | 64.6 | 29.3 | 21.5 | -20.0 | -31.7 | -10.2 | -85.9 | -47.2 | -41.1 |
| $M_{y,k} =$ | 1056.0 | 821.8 | 459.6 | 0.7 | 2455.1 | 1397.3 | -27.5 | -49.2 | -44.3 | -51.1 | -52.7 | -42.4 |
| $M_{z,k} =$ | 120.8 | 190.9 | 96.1 | 0.0 | 136.0 | 257.0 | -140.4 | -211.3 | -14.8 | -18.7 | -46.0 | -254.8 |

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\sigma_{c,h} =$ | -1.2 | -0.9 | -0.5 | 0.0 | -2.9 | -1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| $\sigma_{c,d} =$ | -0.4 | -0.3 | -0.2 | 0.0 | -0.9 | -0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $\sigma_{s,h,L} =$ | -2.6 | -2.3 | -1.2 | 0.0 | -6.0 | -3.8 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.6 |
| $\sigma_{s,h,P} =$ | -2.1 | -1.4 | -0.8 | 0.0 | -5.4 | -2.7 | -0.4 | -0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.5 |
| $\sigma_{s,d,L} =$ | 23.7 | 17.9 | 10.1 | 0.0 | 55.4 | 30.7 | -0.1 | -0.2 | -1.0 | -1.1 | -1.1 | 0.2 |
| $\sigma_{s,d,P} =$ | 24.7 | 19.6 | 11.0 | 0.0 | 56.6 | 33.0 | -1.4 | -2.1 | -1.2 | -1.3 | -1.5 | -2.1 |

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

Uvažují se již včetně dynamického součinitele.

| | | | | |
|---------------------------|--|------|-----|--|
| Nejmenší napětí | $\Phi_2 \cdot \sigma_{p,min} =$ | -6.0 | Mpa | (konzervativně, jinak 0 pro prosté pole) |
| Největší napětí | $\Phi_2 \cdot \sigma_{p,max} =$ | 56.6 | Mpa | |
| Referenční rozkmit napětí | $\Phi_2 \cdot \Delta \sigma_p = \sigma_{p,max} - \sigma_{p,min} =$ | 62.6 | Mpa | |

Ekvivalentní rozkmit napětí:

| | | | |
|--|---|------|-----------------------------|
| součinitel účinků poškození od dopravy | $\lambda_1 =$ | 0.71 | |
| součinitel objemu dopravy | $\lambda_2 =$ | 1.15 | |
| součinitel návrhové životnosti mostu | $\lambda_3 =$ | 1.00 | |
| součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než jednou kolejí | $\lambda_4 =$ | 1.00 | |
| | $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 =$ | 0.82 | $\leq \lambda_{max} = 1.40$ |
| | $\Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta \sigma_p =$ | 51.1 | Mpa |
| | $\gamma_{Ff} =$ | 1.00 | |
| | $\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} =$ | 51.1 | Mpa |

dílčí součinitel únavového zatížení

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.1C Zjednodušené posouzení na únavu - pro maximální rozkmit napětí

dílní součinitel únavové pevnosti

$\gamma M_f = 1.35$

| | Kategorie detailu | Pevnost $\Delta\sigma_c$ (Mpa) |
|------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| V místě svarů a styků výtuh | 71 | 70 |
| Výřezy ve stojinách příčníků | 112 | 111 |

$(\gamma_{FF} \cdot \Delta\sigma_{E2}) / (\gamma M_f \cdot \Delta\sigma_c) = 0.54 \leq 1.0$

$\gamma M_f \cdot \Delta\sigma_c = 0.34 \leq 1.0$

vyhoví - netřeba upřesnění výpočtu

10.2.1 Spřažená deska v příčném směru

návrhový moment v příčném směru desky

$M_{ed,min} = -270.9 \text{ kNm}$ (záporný moment - horní výztuž)

$M_{ed,max} = 204.4 \text{ kNm}$ (kladný moment - dolní výztuž)

návrhová posouvající síla

$V_{ed,ext} = 676.4 \text{ kN}$

krytí betonářské výztuže

$c_{nom} = 50 \text{ mm}$

další výztuž

$\phi_{spon} = 10 \text{ mm}$

| | c_h (mm) | ϕ (mm) | a (mm) |
|--------------|------------|-------------|----------|
| horní výztuž | 0.060 | 25 | 150 |
| dolní výztuž | 0.250 | 22 | 150 |

účinná výška průřezu:

nutná plocha výztuže:

horní výztuž $d = h - c_h - \phi / 2 = 0.2375 \text{ m}$

$A_{s,reg} = 3.2E-03 \text{ m}^2$ **vyhoví**

dolní výztuž $d = c_h - \phi / 2 = 0.239 \text{ m}$

$A_{s,reg} = 2.2E-03 \text{ m}^2$ **vyhoví**

Nad podporou, u volného konce desky, bude příčná výztuž zhuštěna.

návrh smykové výztuže v rastru

6.667-střížné třmínky

à 150mm

vyhoví

únosnost smykové výztuže

$V_{rd,s} = 811.0 \text{ kN}$

vyhoví

10.2.1 Ověření minimální plochy výztuže spřažené desky - podélný směr

Výztuž spřažené desky:

| | c_h (mm) | ϕ (mm) | a (mm) |
|---------|------------|-------------|----------|
| 1. řada | 0.085 | 20 | 150 |
| 2. řada | 0.228 | 20 | 150 |

součinitel nerovnoměrného napětí

$k = 0.80$

součinitel redukce normálové síly

$k_s = 0.90$

součinitel rozdělení napětí

$k_c = 0.96 \leq 1.0$

součinitel

$\delta = 1.00$ pro průřezy třídy 1 a 2

přípustné napětí po vzniku trhliny

$\sigma_s = 280 \text{ MPa}$

plocha tažené oblasti

$A_{ct} = 0.83 \text{ m}^2$

min. plocha výztuže v betonovém průřezu

$A_{s,min} = 7094 \text{ mm}^2 \leq \sum A_s = 11186 \text{ mm}^2$

vyhoví

min. plocha výztuže v tažené oblasti betonu

$A_{s,min} = 5906 \text{ mm}^2 \leq \sum A_s = 11186 \text{ mm}^2$

vyhoví

min. plocha spodní výztuže v betonovém průřezu

$A_{s,min} = 1656 \text{ mm}^2 \leq \sum A_s = 5593 \text{ mm}^2$

vyhovíPosouzení výztuže - vykrytí tahového napětí v betonové desce:

maximální tahová síla v betonové desce (z napětí)

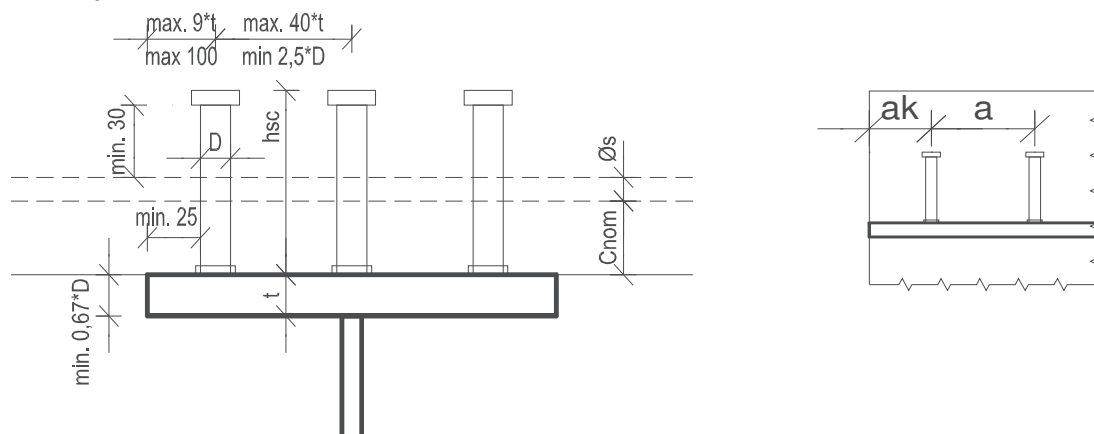
$F_{t,ED,max} = 460 \text{ kN/m}^b$

síla kterou přenesou výztuž v tahu

$F_{t,RD,max} = 1821 \text{ kN/m}^b$ **vyhoví**

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.1 Návrh spřažení



| | | |
|---|--|---------|
| max. vzdál. spřahujících trnů v podélném směru | $\min(22 \cdot t_f \cdot \sqrt{(235/f_y)}; 4 \cdot t_{bet}; 0.8m) =$ | 0.412 m |
| min. vzdál. spřahujících trnů v podélném směru | $5 \cdot d =$ | 0.11 m |
| min. vzdálenost spřahujících trnů v příčném směru k okraje bet. desky | $9 \cdot t_f \cdot \sqrt{(235/f_y)} =$ | 0.168 m |

| | | |
|-------------------|------------|--------|
| výška trnu | $h_{sc} =$ | 0.15 m |
| počet trnů v řadě | $n =$ | 3 m |

Únosnost trnu ve smyku:

$$\alpha = 0.2 \cdot (h_{sc}/d + 1) = 1$$

$$P_{Rd} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot (d^2/4) / \gamma_v = 109.5 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 111.4 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = 109.5 \text{ kN}$$

únosnost jednoho trnu

Podélná posouvající síla a rozteč trnů - krajní 1/4 rozpětí:

| | | |
|---|---|----------------------------------|
| - při plastické únosnosti průřezu (úplné smykové spojení) | $V_{L,Ed} = \min(A_a \cdot f_{yd}; A_c \cdot 0.85 \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}) =$ | 2759.77 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.119 \text{ m}$ |
| | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} = 3174.5 \text{ kN}$ |
| - při pružné únosnosti průřezu (nad podporou) | $V_{L,Ed} = V_{z,Ed} \cdot S_{yf} / I_{y,spřaž,eff} =$ | 2.0E+03 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.163 \text{ m}$ |
| | | $a \leq 0.412 \text{ m}$ |
| | | $ak \leq 0.168 \text{ m}$ |

Uvažují se 3 řady trnů průměru 22 mm, po 0.16 m (resp. 0.16 m krajní řady od kraje nosníku).

Podélná posouvající síla a rozteč trnů - vnitřní 1/2 rozpětí:

| | | |
|---|---|----------------------------------|
| - při plastické únosnosti průřezu (úplné smykové spojení) | $V_{L,Ed} = \min(A_a \cdot f_{yd}; A_c \cdot 0.85 \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}) =$ | 2759.77 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.119 \text{ m}$ |
| | max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} = 1570.9 \text{ kN}$ |
| - při pružné únosnosti průřezu (nad podporou) | $V_{L,Ed} = V_{z,Ed} \cdot S_{yf} / I_{y,spřaž,eff} =$ | 1.0E+03 kN |
| | max. rozteč trnů | $a = 0.330 \text{ m}$ |
| | | $a \leq 0.412 \text{ m}$ |
| | | $ak \leq 0.168 \text{ m}$ |

Uvažují se 3 řady trnů průměru 22 mm, po 0.32 m (resp. 0.16 m krajní řady od kraje nosníku).

Posouzení na únavu - krajní 1/4 rozpětí:

| | | | |
|---|--|---------|------------------------|
| Posouvající síla vyvolaná únavovým zatížením vč. dynamických účinků | $V_{z,d,únav} =$ | -609.9 | 761.2 kN |
| Podélná posouvající síla vyvolaná únavovým zatížením | $V_{L,Ed} = V_{z,d,únav} \cdot S_{yf} / I_{y,spřaž,eff} =$ | -386.7 | 482.6 kN |
| Podélná posouvající síla na jeden trn | $V_{L,Ed,trn} =$ | -20.6 | 25.7 kN |
| Průměr svarového přípoje | $d_3 =$ | 29 | 29 mm |
| Moment setrvačnosti trnu | $I_{trn} =$ | 3.5E-08 | 3.5E-08 m ⁴ |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|
| Smykové napětí v trnu | $\tau =$ | -35.9 | 44.9 MPa |
| Referenční rozkmit napětí | $\Phi_2 * \Delta \tau_p = I \tau_{p,max} - \tau_{p,min} =$ | 80.8 | Mpa |
| Ekvivalentní rozkmit napětí: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 0.82 | $\leq \lambda_{max} = 1.40$ |
| dílčí součinitel únavového zatížení | $\Delta \sigma_{E2} = \lambda * \Phi_2 * \Delta \sigma_p =$ | 66.0 | Mpa |
| | $\gamma F_f =$ | 1.00 | |
| | $\gamma F_f * \Delta \sigma_{E2} =$ | 66.0 | Mpa |
| Zjednodušené posouzení na únavu - pro maximální rozkmit napětí: | | | |
| dílčí součinitel únavové pevnosti | $\gamma M_f =$ | 1.35 | |

| | Kategorie detailu | Pevnost $\Delta \sigma_c$ (Mpa) |
|----------------|-------------------|---------------------------------|
| Přivaření trnů | 80 | 79 |

$$(\gamma F_f * \Delta \sigma_{E2}) / (\gamma M_f * \Delta \sigma_c) = 0.62 \leq 1.0$$

vyhoví - netřeba upřesnění výpočtu

10.2.1 Krční svary nosníku

| | | |
|---|---------|----------------------|
| těžiště ideálního průřezu od horní hrany průřezu (M_y+) | $z_h =$ | 0.437 m |
| moment setrvačnosti ideálního průřezu (M_y+) | $I_y =$ | 6E-02 m ⁴ |
| těžiště ideálního průřezu od horní hrany průřezu (M_y-) | $z_h =$ | 1.045 m |
| moment setrvačnosti ideálního průřezu (M_y-) | $I_y =$ | 3E-02 m ⁴ |
| moment setrvačnosti ideálního průřezu - zjednodušeně ($M_z\pm$) | $I_z =$ | 8E-02 m ⁴ |

Část nosníku - krajní 1/4 rozpětí:

| | | |
|--|----------------|-----------|
| max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} =$ | 3174.5 kN |
|--|----------------|-----------|

| Horní krční svary | (M_y+) | (M_y-) | | |
|------------------------------|---------------|------------|------------------------|---|
| Statický moment plochy horní | $S_{y,h} =$ | 0.05262 | 0.00994 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 | m | ≥ 6 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 | ks | |
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} =$ | 220.23 | 89.50 MPa | $\tau_{II} = V_{ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ CO01 |

| Dolní krční svary | (M_y+) | (M_y-) | | |
|------------------------------|---------------|------------|------------------------|---|
| Statický moment plochy horní | $S_{y,d} =$ | 0.03314 | 0.02125 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_d =$ | 0.005 | m | ≥ 5 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_d =$ | 2 | ks | |
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} =$ | 166.44 | 229.59 MPa | $\tau_{II} = V_{ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ CO02 |

| Boční krční svary | ($M_z\pm$) | | | |
|------------------------------|---------------|--------|----------------|---|
| Statický moment plochy horní | $S_{z,h} =$ | 0.0027 | m ³ | |
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} =$ | 10.03 | MPa | $\tau_{II} = V_{ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n * a)$ CO03 |

Posouzení

| | | | |
|--|-------------|----------|---------------------------|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.9 | |
| $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) =$ | 0.953 | ≤ 1 | vyhoví |
| | | | max(CO01+CO03; CO02+CO03) |

Část nosníku - vnitřní 1/2 rozpětí:

| | | |
|--|----------------|-----------|
| max. posouvající síla ve vzdál. $h_w/2$ od podpory | $V_{ed,max} =$ | 1570.9 kN |
|--|----------------|-----------|

| Horní krční svary | (M_y+) | (M_y-) | | |
|------------------------------|---------------|------------|------------------------|---|
| Statický moment plochy horní | $S_{y,h} =$ | 0.05262 | 0.00994 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 | m | ≥ 6 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 | ks | |
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} =$ | 108.983 | 44.2903 MPa | $\tau_{II} = V_{ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ CO01 |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Dolní krční svary

| | (M _y +) (M _y -) | | |
|------------------------------|---|--|------|
| Statický moment plochy horní | S _{y,d} = 0.03314 0.02125 m ³ | | |
| Tloušťka svarů | a _d = 0.005 m | ≥ 5 mm - vyhoví | |
| Počet krčních svarů | n _d = 2 ks | | |
| Smykové napětí ve svaru | τ _{II} = 82.36 113.61 MPa | τ _{II} = V _{Ed,y} * S _{y,h} / (I _y * n _h * a _h) | CO02 |

Boční krční svary

| | (M _z ±) | | |
|------------------------------|--|---|------|
| Statický moment plochy horní | S _{z,h} = 0.0027 m ³ | | |
| Smykové napětí ve svaru | τ _{II} = 4.96 MPa | τ _{II} = V _{Ed,z} * S _{z,h} / (I _z * n * a) | CO03 |

Posouzení

| | | | |
|--|----------------------|--------|---------------------------|
| korelační součinitel | β _w = 0.9 | | |
| (√3 * τ _{II}) / (f _u / (b _w * γ _{M2})) = | 0.472 ≤ 1 | vyhoví | max(CO01+CO03; CO02+CO03) |

Posouzení únavy

| | |
|---|--|
| Vzdálenost k dolní hraně stojny ideálního průřezu | z _(svar) = 1.350 m ³ |
|---|--|

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| σ _{s,d,L} = | 23.7 | 18.4 | 10.3 | 0.0 | 54.8 | 31.2 | -0.8 | -1.2 | -1.1 | -1.2 | -1.2 | -1.0 MPa |
|----------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------|

Rozhodující napětí - spřažený průřez (montážní + provozní stav - konec životnosti):

Uvažují se již včetně dynamického součinitele.

| | | | |
|---------------------------|---|----------|--|
| Nejmenší napětí | Φ ₂ * σ _{p,min} = | -1.2 MPa | (konzervativně, jinak 0 pro prosté pole) |
| Největší napětí | Φ ₂ * σ _{p,max} = | 54.8 MPa | |
| Referenční rozkmit napětí | Φ ₂ * Δσ _p = σ _{p,max} - σ _{p,min} = | 56.0 MPa | |

Ekvivalentní rozkmit napětí:

| | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------------|------|
| | λ = λ ₁ * λ ₂ * λ ₃ * λ ₄ = | 0.82 ≤ λ _{max} = | 1.40 |
| | Δσ _{E2} = λ * Φ ₂ * Δσ _p = | 45.8 MPa | |
| dílčí součinitel únavového zatížení | γ _{Ff} = | 1.00 | |
| | γ _{Ff} * Δσ _{E2} = | 45.8 MPa | |

Zjednodušené posouzení na únavu - pro maximální rozkmit napětí:

| | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|
| dílčí součinitel únavové pevnosti | γ _{Mf} = | 1.35 |
|-----------------------------------|-------------------|------|

| | Kategorie detailu | Pevnost Δσ _c (Mpa) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| V místě svarů a styků výtuh | 112 | 111 |

$$(\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E2}) / (\gamma_{Mf} * \Delta\sigma_c) = 0.31 \leq 1.0$$

vyhoví - netřeba upřesnění výpočtu

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.1 Ocelový nosník - montážní stav

10.2.15. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 44.7 | 33.6 | 20.8 | 27.8 | 29.6 | 39.1 | -44.7 | -35.3 | 31.0 | 25.5 | 37.0 | 40.9 |
| $V_{y,k} =$ | 1.5 | 41.9 | 31.9 | 11.9 | -3.6 | 3.1 | 11.5 | -30.3 | 29.1 | -11.2 | -25.5 | -5.1 |
| $V_{z,k} =$ | -41.5 | 317.0 | 589.3 | -231.2 | -3.7 | -46.7 | -147.4 | 499.0 | -562.7 | -178.2 | -372.6 | -8.6 |
| $T_k =$ | -19.8 | 9.7 | -10.3 | 19.9 | -9.9 | 19.7 | 18.9 | -9.1 | -10.3 | -20.1 | 16.1 | -19.8 |
| $M_{y,k} =$ | 1463.4 | 362.2 | -21.1 | 981.6 | 1624.8 | 1541.6 | 1287.3 | 27.4 | -36.5 | 754.4 | -51.4 | 1583.5 |
| $M_{z,k} =$ | -57.4 | 1.3 | -29.1 | -34.6 | -46.1 | 63.9 | -50.6 | 49.9 | 25.4 | 27.4 | -44.3 | -63.7 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 67.1 | 50.3 | 31.1 | 41.8 | 44.4 | 58.5 | -67.1 | -53.1 | 46.5 | 38.3 | 55.5 | 61.4 |
| $V_{y,d} =$ | 2.5 | 61.9 | 46.9 | 18.2 | -5.5 | 4.9 | 16.9 | -49.0 | 42.7 | -17.2 | -37.3 | -7.9 |
| $V_{z,d} =$ | -23.2 | 429.6 | 832.1 | -318.8 | -10.2 | -64.9 | -170.6 | 558.2 | -792.2 | -245.7 | -520.8 | -19.0 |
| $T_d =$ | -20.4 | 13.3 | -14.1 | 27.3 | -13.5 | 20.3 | 19.0 | -9.1 | -14.2 | -27.6 | 22.1 | -20.3 |
| $M_{y,d} =$ | 1537.1 | 486.8 | -31.2 | 1336.1 | 2248.7 | 1614.5 | 1299.5 | 42.9 | -54.2 | 1003.2 | -77.2 | 1677.2 |
| $M_{z,d} =$ | -85.9 | 0.8 | -43.6 | -51.3 | -69.1 | 96.2 | -76.2 | 74.7 | 38.1 | 40.5 | -65.9 | -95.8 |

10.2.15. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svahů

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svahů

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svahů v řadě

$$m = 11 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svahů

$$\alpha_m = v(0.5*(1+1/m)) = 0.739$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 44.7 | 33.6 | 20.8 | 27.8 | 29.6 | 39.1 | -44.7 | -35.3 | 31.0 | 25.5 | 37.0 | 40.9 |
| $V_{y,k} =$ | 1.5 | 41.9 | 31.9 | 11.9 | -3.6 | 3.1 | 11.5 | -30.3 | 29.1 | -11.2 | -25.5 | -5.1 |
| $V_{z,k} =$ | -41.5 | 317.0 | 589.3 | -231.2 | -3.7 | -46.7 | -147.4 | 499.0 | -562.7 | -178.2 | -372.6 | -8.6 |
| $T_k =$ | -19.8 | 9.7 | -10.3 | 19.9 | -9.9 | 19.7 | 18.9 | -9.1 | -10.3 | -20.1 | 16.1 | -19.8 |
| $M_{y,k} =$ | 1463.6 | 362.4 | -21.2 | 981.7 | 1624.9 | 1541.8 | 1287.7 | 27.7 | -36.7 | 754.5 | -51.6 | 1583.6 |
| $M_{z,k} =$ | -57.6 | 1.5 | -29.1 | -34.7 | -46.2 | 64.1 | -51.0 | 50.3 | 25.5 | 27.5 | -44.4 | -63.8 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 67.1 | 50.3 | 31.1 | 41.8 | 44.4 | 58.5 | -67.1 | -53.1 | 46.5 | 38.3 | 55.5 | 61.4 |
| $V_{y,d} =$ | 2.5 | 61.9 | 46.9 | 18.2 | -5.5 | 4.9 | 16.9 | -49.0 | 42.7 | -17.2 | -37.3 | -7.9 |
| $V_{z,d} =$ | -23.2 | 429.6 | 832.1 | -318.8 | -10.2 | -64.9 | -170.6 | 558.2 | -792.2 | -245.7 | -520.8 | -19.0 |
| $T_d =$ | -20.4 | 13.3 | -14.1 | 27.3 | -13.5 | 20.3 | 19.0 | -9.1 | -14.2 | -27.6 | 22.1 | -20.3 |
| $M_{y,d} =$ | 1537.4 | 487.0 | -31.3 | 1336.3 | 2248.8 | 1614.7 | 1300.1 | 43.4 | -54.4 | 1003.3 | -77.4 | 1677.5 |
| $M_{z,d} =$ | -86.2 | 1.0 | -43.8 | -51.5 | -69.3 | 96.5 | -76.8 | 75.2 | 38.3 | 40.6 | -66.1 | -96.1 |

10.2.1 Posouzení průřezu

10.2.15. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A * f_y / \gamma_{M0} = 17003.8 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = N_d / N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.2.15. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 15919.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.2.15. Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 2.7E-02 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 2.4E-02 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 5599.1 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 4856.1 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.09 | 0.17 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.11 | 0.16 | 0.05 | 0.11 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 105 > 73 \cdot \epsilon / \eta = 59.394 (\eta = 1)$ **nutné výztuhy**

10.2.15. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | $S_y \text{ (m}^2\text{)}$ | $t_w \text{ (m)}$ | $S_z \text{ (m}^2\text{)}$ | $t_f \text{ (m)}$ |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| horní pásnice v místě těžiště | 7.5E-03 | 0.338 | 2.1E-03 | 1.521 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 1.0E-02 | 0.698 | 2.1E-03 | 1.521 |
| stěna v místě těžiště | 1.4E-02 | 0.014 | 2.1E-03 | 1.521 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.04 | 0.68 | 1.21 | 0.46 | 0.02 | 0.10 | 0.26 | 0.84 | 1.14 | 0.36 | 0.77 | 0.04 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.02 | 0.49 | 0.83 | 0.32 | 0.02 | 0.07 | 0.18 | 0.58 | 0.78 | 0.25 | 0.53 | 0.03 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 1.41 | 26.20 | 50.64 | 19.40 | 0.63 | 3.95 | 10.40 | 34.00 | 48.21 | 14.96 | 31.70 | 1.17 | MPa |
|------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 17.180 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 2.2783$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.269$$

bimoment

$$B_{sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,SD} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,SD} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $B_{sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t, sd} =$ | 5.49 | 3.59 | 3.80 | 7.34 | 3.63 | 5.45 | 5.12 | 2.45 | 3.81 | 7.43 | 5.94 | 5.46 | kNm |
| $T_{w, sd} =$ | 14.91 | 9.74 | 10.34 | 19.96 | 9.87 | 14.81 | 13.90 | 6.67 | 10.36 | 20.18 | 16.14 | 14.84 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) * (b1 - c1 - t3/2) = -0.239 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) * (c1 + t3/2) = 0.239 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) * (b1 - c1 - t3/2) = -0.018 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = -(-z_{cs} - z^-) * (c1 + t3/2) = 0.018 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.239 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.018 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h * b1 * t1/4 = 4.6E-04 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d * b2 * t2/4 = 8.8E-05 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 6.4E-04 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 8.5E-03 \text{ m}^4$$

normálové napětí od kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd} / I_{\omega} * \omega = B_{sd} / W_{\omega} = \text{viz níže}$$

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

$$\tau_t = T_{t, sd} * t / I_t = \text{viz níže}$$

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} * S_{\omega} / (I_{\omega} * t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 18.08 | 11.81 | 12.53 | 24.19 | 11.96 | 17.95 | 16.85 | 8.08 | 12.56 | 24.46 | 19.56 | 17.99 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 1.97 | 1.29 | 1.37 | 2.64 | 1.31 | 1.96 | 1.84 | 0.88 | 1.37 | 2.67 | 2.14 | 1.96 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 22.01 | 14.38 | 15.25 | 29.45 | 14.56 | 21.85 | 20.52 | 9.84 | 15.29 | 29.78 | 23.82 | 21.90 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.31 | 0.20 | 0.21 | 0.41 | 0.20 | 0.30 | 0.29 | 0.14 | 0.21 | 0.41 | 0.33 | 0.31 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-----|
| $\tau_t =$ | 11.00 | 7.19 | 7.63 | 14.72 | 7.28 | 10.93 | 10.26 | 4.92 | 7.64 | 14.89 | 11.91 | 10.95 | MPa |
|------------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

Posouzení přes napětí

$$E_d / R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * V_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $\tau_k =$ | 22.31 | 14.58 | 15.47 | 29.86 | 14.77 | 22.16 | 20.80 | 9.97 | 15.50 | 30.20 | 24.15 | 22.20 | MPa |
| $E_d / R_d =$ | 0.11 | 0.07 | 0.08 | 0.15 | 0.07 | 0.11 | 0.10 | 0.05 | 0.08 | 0.15 | 0.12 | 0.11 | <u>vyhoví</u> |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * V_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * V_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y} =$ | 5349.7 | 5437.4 | 5427.5 | 5262.7 | 5435.3 | 5351.5 | 5367.0 | 5489.0 | 5427.1 | 5258.8 | 5328.7 | 5351.0 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z} =$ | 4626.6 | 4707.4 | 4698.2 | 4546.3 | 4705.4 | 4628.2 | 4642.4 | 4754.8 | 4697.8 | 4542.7 | 4607.1 | 4627.7 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d / R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_{dy} / R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz} / R_d =$ | 0.01 | 0.09 | 0.18 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.12 | 0.17 | 0.05 | 0.11 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |

10.2.15. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostý ohyb

Návrhová únosnost oslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{5931.0 \text{ kN (záporný My)}} \\ \underline{10699.2 \text{ kN (kladný My)}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_z \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{882.7 \text{ kN (záporný Mz)}} \\ \underline{882.7 \text{ kN (kladný Mz)}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.14 | 0.05 | 0.01 | 0.12 | 0.21 | 0.15 | 0.12 | 0.00 | 0.01 | 0.09 | 0.01 | 0.16 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y}/V_{pl,T,Rd,y} = 0.01 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d,z}/V_{pl,T,Rd,z} = 0.18 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d,y}/V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d,z}/V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost oslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{5931.0 \text{ kN (záporný My)}} \\ \underline{10699.2 \text{ kN (kladný My)}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{882.7 \text{ kN (záporný Mz)}} \\ \underline{882.7 \text{ kN (kladný Mz)}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.14 | 0.05 | 0.01 | 0.12 | 0.21 | 0.15 | 0.12 | 0.00 | 0.01 | 0.09 | 0.01 | 0.16 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost oslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| $M_{N,y,M-} =$ | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | 5931.0 | kNm |
| $M_{N,y,M+} =$ | 10699.1 | 10699.2 | 10699.2 | 10699.2 | 10699.2 | 10699.1 | 10699.1 | 10699.1 | 10699.2 | 10699.2 | 10699.1 | 10699.1 | kNm |
| $M_{N,z,M-} =$ | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | kNm |
| $M_{N,z,M+} =$ | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | 882.7 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.14 | 0.05 | 0.01 | 0.12 | 0.21 | 0.15 | 0.12 | 0.00 | 0.01 | 0.09 | 0.01 | 0.16 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro I a H průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.24 | 0.05 | 0.05 | 0.18 | 0.29 | 0.26 | 0.21 | 0.09 | 0.05 | 0.14 | 0.09 | 0.27 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 \cdot (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.12 | 0.00 | 0.05 | 0.07 | 0.12 | 0.13 | 0.10 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.2.15. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

| | | |
|---|--|--------------|
| křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y | b | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_{1y} =$ | 0.34 |
| křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z | c | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_{1z} =$ | 0.49 |
| poměrná štíhlost | $\lambda_1 = \pi \sqrt{E/f_y} = 93.9 \cdot \epsilon =$ | 76.41 |
| uvažovaná délka prutu | L = | 17.18 m |
| součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\beta_{cr,y} =$ | 1 |
| součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z | $\beta_{cr,z} =$ | 1 |
| vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y | $L_{cr,y} = L \cdot \beta_{cr,y} =$ | 17.180 m |
| vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z | $L_{cr,z} = L \cdot \beta_{cr,z} =$ | 17.180 m |
| štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\lambda_y = L_{cr,y}/i_y =$ | 28.45 |
| štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\lambda_z = L_{cr,z}/i_z =$ | 123.50 |
| poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 =$ | 0.372 |
| poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 =$ | 1.616 |
| | $\phi_y = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{1y} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] =$ | 0.599 |
| | $\phi_z = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{1z} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] =$ | 2.153 |
| součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] =$ | 0.937 |
| součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] =$ | 0.280 |
| vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 4047.2 kN |

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

| | | |
|---|---|------------------------|
| křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z | b | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_1 =$ | 0.34 |
| vzdálenost středu smyku od těžiště | a = | 0.436 m |
| polární moment setrvačnosti ke středu smyku | $I_p = I_y + I_z + A_{eff} \cdot a^2 =$ | 2.6E-02 m ⁴ |
| součinitel vzpěrné délky při zkroucení | $\beta_{cr,\omega} =$ | 1 |
| vzpěrná délka při zkroucení | $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} =$ | 17.180 m |
| štíhlost při prostorovém vzpěru | $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} =$ | 180.57 |
| polární poloměr setrvačnosti | $i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2) / (I_p / A_{eff})} =$ | 0.758 m |
| | $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 =$ | 2.138 |
| | $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{((1 + \kappa_z) / 2)^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}]} =$ | 1.608 |
| | $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z =$ | 198.54 |
| | $\kappa = \sqrt{[(1 + (a/i_p)^2) / 3]} =$ | 0.725 |
| | $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} =$ | 159.87 |
| | $\lambda_1 =$ | 180.566 |
| | $\lambda_2 =$ | 123.500 |
| | $\lambda_3 =$ | 28.453 |
| | $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 =$ | 0.0E+00 |
| | $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 =$ | 3.3E-01 |
| | $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} =$ | 181.31 |
| | $\lambda_{yz\omega} =$ | 198.54 |
| | $\bar{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 =$ | 2.598 |
| | $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] =$ | 4.284 |
| | $\chi = 1/[\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}] =$ | 0.130 |
| | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 1882.2 kN |

v případě, že se příliš neliší

v případě, že se odlišují

uvažovaná štíhlost pro výpočet

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.2.15. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | |
|--|---|--------------------|
| průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| horní tlačný pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| dolní tlačný pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 2.350 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 5.384 \text{ m}$ | podmínka splněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

$$\mu_{cr} = \sqrt{1 + K_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 E I_w) / (L_{cr,z}^2 G I_t)} = 10.130$$

pružný kritický moment při klopení

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E I_z \cdot G I_t} / L_{cr,z} = 137293.1 \text{ kNm}$$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

$$M_{cr} = \text{kNm}$$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

$$M_{cr} = 137293.1 \text{ kNm}$$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1, 2, 3 nebo 4)

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_y \cdot f_y / M_{cr}} = 0.279$$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

$$d \quad (a; b; c; d)$$

součinitel imperfekce pro křivku klopení

$$\alpha_{LT} = 0.76$$

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0.569$$

součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 + \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 0.939$$

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 5063.2 \text{ kN (záporný My)}$$

$$9133.7 \text{ kN (kladný My)}$$

moment v únosnosti

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 802.5 \text{ kN (záporný Mz)}$$

$$802.5 \text{ kN (kladný Mz)}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.17 | 0.05 | 0.01 | 0.15 | 0.25 | 0.18 | 0.14 | 0.00 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | 0.18 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.11 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.12 | 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.12 | <u>vyhoví</u> |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(zy)} \cdot M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} \cdot M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} \cdot M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.28 | 0.06 | 0.06 | 0.21 | 0.34 | 0.30 | 0.27 | 0.13 | 0.06 | 0.16 | 0.10 | 0.31 | <u>vyhoví</u> |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\bar{\lambda}_y = 0.37$$

$$\bar{\lambda}_z = 1.62$$

$$\chi_y = 0.937$$

$$\chi_z = 0.280$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$N_{b,Rd,y} = 13558.9 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 4047.2 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) * c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) * c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.92 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 5063.2 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 802.5 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

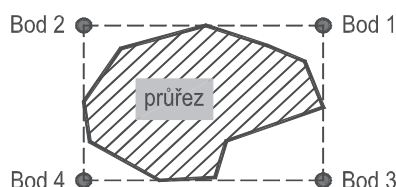
| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.34 | 0.09 | 0.04 | 0.27 | 0.45 | 0.36 | 0.32 | 0.09 | 0.04 | 0.21 | 0.06 | 0.37 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.26 | 0.06 | 0.05 | 0.20 | 0.32 | 0.28 | 0.26 | 0.12 | 0.05 | 0.15 | 0.09 | 0.29 | vyhoví |

10.2.15. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z}/W_{el,z} = \text{viz níže}$$

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -69.1 | -22.9 | 13.5 | -48.0 | -84.3 | -123.2 | -69.2 | -28.0 | -7.2 | -58.6 | 22.0 | -74.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -115.5 | -21.7 | -9.9 | -75.9 | -121.5 | -71.6 | -110.2 | 12.4 | 13.3 | -36.5 | -13.8 | -125.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 75.9 | 13.0 | 11.4 | 49.3 | 76.7 | 29.6 | 58.3 | -25.3 | -10.9 | 16.2 | 16.9 | 82.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 29.5 | 14.2 | -12.0 | 21.3 | 39.5 | 81.1 | 17.3 | 15.1 | 9.6 | 38.3 | -18.9 | 31.2 | MPa |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| $ \tau_{m,12} =$ | 2.5 | 19.3 | 35.9 | 14.1 | 0.2 | 2.8 | 9.0 | 30.4 | 34.2 | 10.8 | 22.7 | 0.5 | MPa |
| $ \tau_{m,34} =$ | 2.5 | 19.3 | 35.9 | 14.1 | 0.2 | 2.8 | 9.0 | 30.4 | 34.2 | 10.8 | 22.7 | 0.5 | MPa |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $ \tau_{k,34} =$ | 19.5 | 9.6 | 10.1 | 19.6 | 9.7 | 19.4 | 18.6 | 9.0 | 10.1 | 19.8 | 15.8 | 19.4 | MPa |
| $ \tau_{k,34} =$ | 21.7 | 10.7 | 11.2 | 21.8 | 10.8 | 21.6 | 20.7 | 10.0 | 11.2 | 22.0 | 17.6 | 21.6 | MPa |

$$V(\sigma_{x,k}^2 + 3 * (\tau_m + \tau_k)^2) / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.34 | 0.16 | 0.23 | 0.27 | 0.35 | 0.36 | 0.34 | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.20 | 0.37 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.24 | 0.15 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.26 | 0.22 | 0.21 | 0.22 | 0.19 | 0.20 | 0.26 | vyhoví |

10.2.15. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y} * z_y/(\chi_{LT} * I_y) + M_{k,z} * y_z/I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -81.1 | -22.6 | 7.5 | -55.2 | -93.9 | -109.9 | -79.8 | -17.6 | -1.9 | -52.9 | 12.8 | -87.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -103.5 | -22.1 | -3.9 | -68.7 | -111.9 | -84.9 | -99.7 | 2.0 | 8.0 | -42.2 | -4.5 | -112.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 75.9 | 13.0 | 11.4 | 49.3 | 76.7 | 29.6 | 58.3 | -25.3 | -10.9 | 16.2 | 16.9 | 82.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 29.5 | 14.2 | -12.0 | 21.3 | 39.5 | 81.1 | 17.3 | 15.1 | 9.6 | 38.3 | -18.9 | 31.2 | MPa |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$\sqrt{(\sigma_{x,k}^2 + 3 * (\tau_m + \tau_k)^2)} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.31 | 0.15 | 0.23 | 0.25 | 0.32 | 0.33 | 0.31 | 0.20 | 0.22 | 0.21 | 0.19 | 0.33 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.24 | 0.15 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.26 | 0.22 | 0.21 | 0.22 | 0.19 | 0.20 | 0.26 | vyhoví |

10.2.15.4 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.17 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.18 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.29 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.13 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.04 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.25 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.34 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.45 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.37 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.33 ≤ 1 | vyhoví |

10.2.15.4 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|-----------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 0.00752 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | ≥ 6 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|--|--|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.89 | 16.46 | 31.88 | 12.22 | 0.39 | 2.49 | 6.54 | 21.39 | 30.36 | 9.41 | 19.96 | 0.73 | CO01 | |

Dolní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} =$ | 0.01033 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|--|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ |
| $\tau_{II} =$ | 1.22 | 22.62 | 43.80 | 16.79 | 0.54 | 3.42 | 8.98 | 29.39 | 41.70 | 12.93 | 27.41 | 1.00 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 0.0027 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.64 | 16.06 | 12.16 | 4.72 | 1.42 | 1.27 | 4.39 | 12.73 | 11.07 | 4.45 | 9.68 | 2.06 | CO03 |

Posouzení

| | | | |
|----------------------|--|-----|--|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.9 | |
| | $\tau_{II} = \max(CO01+CO03; CO02+CO03)$ | | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * V_{M2})) \leq 1$ | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.15 | 0.22 | 0.09 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.17 | 0.21 | 0.07 | 0.15 | 0.01 | vyhoví |
| Posouzení svarů | 0.22 ≤ 1 | | | | | | | | | | | | vyhoví |

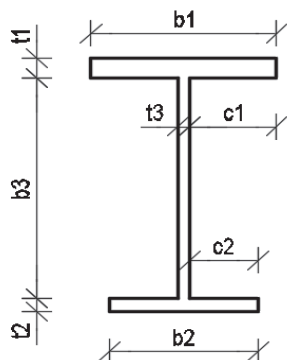
Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.3. Podporový příčník - delší pole

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|------|----------|---|
| t1 = | 0.03 | 0.0285 | m |
| b1 = | 0.3 | 0.2985 | m |
| c1 = | 0.14 | 0.14 | m |
| t3 = | 0.02 | 0.0185 | m |
| b3 = | 0.62 | 0.62 | m |
| t2 = | 0.03 | 0.0285 | m |
| b2 = | 0.3 | 0.2985 | m |
| c2 = | 0.14 | 0.14 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.006$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0185$ m

světla výška mezi pásnicemi

0.62 m

$c = 0.608$ m

$c/t = 32.8649$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 3

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.006$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0285$ m

přečnívající část pásnice

0.14 m

$c = 0.134$ m

$c/t = 4.70175$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.3.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355 N/NL

$f_y = 355$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 490$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$

Součinitele bezpečnosti materiálů:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.3.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$$A = 2.8E-02 \text{ m}^2$$

Efektivní smyková plocha

$$A_{y,eff} = 1.4E-02 \text{ m}^2$$

$$A_{z,eff} = 1.3E-02 \text{ m}^2$$

Moment tuhosti v kroucení

$$I_t = 6.0E-06 \text{ m}^4$$

Moment setrvačnosti

$$I_y = 2.2E-03 \text{ m}^4$$

$$I_z = 1.3E-04 \text{ m}^4$$

Deviační moment

$$D_{yz} = - \text{ m}^4$$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$$y_+ = 0.149 \text{ m}$$

$$y_- = 0.149 \text{ m}$$

$$z_+ = 0.339 \text{ m}$$

$$z_- = 0.339 \text{ m}$$

Střed smyku od těžiště průřezu

$$y_{Cs} = 0.000 \text{ m}$$

$$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$$

Výsečový moment setrvačnosti

$$I_w = 1.3E-05 \text{ m}^6$$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$$W_{y,el+} = I_y/z_+ = 6.4E-03 \text{ m}^3$$

$$W_{y,el-} = I_y/z_- = 6.4E-03 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el+} = I_z/y_+ = 8.5E-04 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el-} = I_z/y_- = 8.5E-04 \text{ m}^3$$

Poloměr setrvačnosti

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.275 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.067 \text{ m}$$

$$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 7.3E-03 \text{ m}^3$$

$$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 1.3E-03 \text{ m}^3$$

10.3.3 Vnitřní síly

10.3.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------|---------------|
| $N_k =$ | 449.3 | -152.2 | -145.3 | 4.7 | 394.3 | -136.5 | -403.5 | -152.8 | -148.8 | 100.8 | -148.4 | -152.8 |
| $V_{y,k} =$ | 0.3 | 26.9 | 0.8 | 0.7 | 0.0 | -31.7 | -0.2 | -31.7 | 26.3 | 0.1 | 0.0 | -31.7 |
| $V_{z,k} =$ | 70.9 | -1736.8 | 1753.1 | 97.2 | 44.6 | 913.4 | -160.3 | -888.4 | -1740.1 | 246.7 | -913.7 | -888.4 |
| $T_k =$ | 0.0 | -0.2 | -0.2 | 0.3 | 0.2 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -12.2 | -0.2 | -0.2 |
| $M_{y,k} =$ | 84.1 | -1095.8 | -1106.5 | 100.6 | 137.8 | -1095.8 | -112.0 | -1079.6 | -1099.9 | -95.3 | -1106.5 | -1079.6 |
| $M_{z,k} =$ | 0.1 | 21.3 | -0.7 | 0.3 | 0.4 | 21.3 | 0.0 | -20.0 | 20.9 | -6.2 | -0.7 | -20.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 667.7 | -152.2 | -145.3 | -87.8 | 621.6 | 95.0 | -599.7 | -152.8 | -148.8 | 100.8 | -148.4 | -218.8 |
| $V_{y,d} =$ | 0.3 | 26.9 | 0.8 | 5.9 | 0.6 | -16.6 | -0.3 | -31.7 | 26.3 | 0.1 | 0.0 | 18.6 |
| $V_{z,d} =$ | 95.1 | -1736.8 | 1753.1 | -5.9 | 62.3 | 379.9 | -237.3 | -888.4 | -1740.1 | 246.7 | -913.7 | 217.0 |
| $T_d =$ | 0.0 | -0.2 | -0.2 | 1.0 | 0.0 | -0.4 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -12.2 | -0.2 | 0.2 |
| $M_{y,d} =$ | 134.0 | -1095.8 | -1106.5 | 1.8 | 211.1 | -533.9 | -164.9 | -1079.6 | -1099.9 | -95.3 | -1106.5 | -353.2 |
| $M_{z,d} =$ | 0.1 | 21.3 | -0.7 | 4.9 | -0.1 | 27.2 | 0.0 | -20.0 | 20.9 | -6.2 | -0.7 | -27.8 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = v(0.5*(1+1/m)) = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 449.3 | -152.2 | -145.3 | 4.7 | 394.3 | -136.5 | -403.5 | -152.8 | -148.8 | 100.8 | -148.4 | -152.8 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.3 | 26.9 | 0.8 | 0.7 | 0.0 | -31.7 | -0.2 | -31.7 | 26.3 | 0.1 | 0.0 | -31.7 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 70.9 | -1736.8 | 1753.1 | 97.2 | 44.6 | 913.4 | -160.3 | -888.4 | -1740.1 | 246.7 | -913.7 | -888.4 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | -0.2 | -0.2 | 0.3 | 0.2 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -12.2 | -0.2 | -0.2 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 86.0 | -1097.3 | -1107.8 | 100.6 | 139.5 | -1097.1 | -115.8 | -1081.0 | -1101.3 | -95.8 | -1107.8 | -1081.0 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 2.0 | 22.8 | -2.0 | 0.3 | 2.1 | 22.6 | -3.8 | -21.4 | 22.3 | -6.6 | -2.1 | -21.4 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 667.7 | -152.2 | -145.3 | -87.8 | 621.6 | 95.0 | -599.7 | -152.8 | -148.8 | 100.8 | -148.4 | -218.8 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.3 | 26.9 | 0.8 | 5.9 | 0.6 | -16.6 | -0.3 | -31.7 | 26.3 | 0.1 | 0.0 | 18.6 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 95.1 | -1736.8 | 1753.1 | -5.9 | 62.3 | 379.9 | -237.3 | -888.4 | -1740.1 | 246.7 | -913.7 | 217.0 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | -0.2 | -0.2 | 1.0 | 0.0 | -0.4 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -12.2 | -0.2 | 0.2 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 136.9 | -1097.3 | -1107.8 | 2.7 | 213.9 | -534.3 | -170.6 | -1081.0 | -1101.3 | -95.8 | -1107.8 | -355.2 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 3.0 | 22.8 | -2.0 | 5.8 | -2.9 | 27.6 | -5.7 | -21.4 | 22.3 | -6.6 | -2.1 | -29.8 | kNm |

10.3.4 Posouzení průřezu

10.3.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A * f_y / \gamma_{M0} = 10112.0 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|

10.3.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A * f_y / \gamma_{M0} = 10112.0 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | vyhoví |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|

10.3.4.3 Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.7E-02 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 1.1E-02 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}) = 3487.3 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}) = 2350.9 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.04 | 0.74 | 0.75 | 0.00 | 0.03 | 0.16 | 0.10 | 0.38 | 0.74 | 0.10 | 0.39 | 0.09 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 33.5135 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.3.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 2.8E-03 | 0.299 | 6.6E-04 | 0.677 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 2.8E-03 | 0.299 | 6.6E-04 | 0.677 |
| stěna v místě těžiště | 3.6E-03 | 0.019 | 6.6E-04 | 0.677 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.41 | 7.65 | 7.52 | 0.07 | 0.27 | 1.76 | 1.02 | 4.05 | 7.66 | 1.06 | 3.91 | 1.07 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.41 | 7.65 | 7.52 | 0.07 | 0.27 | 1.76 | 1.02 | 4.05 | 7.66 | 1.06 | 3.91 | 1.07 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| $\tau_m =$ | 8.69 | 158.92 | 160.21 | 0.58 | 5.70 | 34.85 | 21.69 | 81.43 | 159.22 | 22.54 | 83.50 | 19.97 | MPa |
|------------|------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.800 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 1.2E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 6.90$$

$$\beta = 1.14$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.028$$

bimoment

$$B_{sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1 - \chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1 - \chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,sd} = T_d \cdot (1 - \chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|
| $B_{sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.34 | 0.01 | 0.01 | kNm |
| $T_{w,sd} =$ | 0.03 | 0.15 | 0.20 | 1.01 | 0.01 | 0.39 | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 11.83 | 0.20 | 0.20 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.051 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c1 + t3/2) = 0.051 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.051 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c1 + t3/2) = 0.051 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.051 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.051 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b1 \cdot t1/4 = 1.1E-04 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b2 \cdot t2/4 = 1.1E-04 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 2.6E-04 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 2.6E-04 \text{ m}^4$$

normálové napětí od kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd} / I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd} / W_{\omega} = \text{viz níže}$$

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

$$\tau_t = T_{t,sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\tau_{\omega} = T_{w,sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| σ_{ω} | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| τ_t | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.14 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 1.60 | 0.03 | 0.03 | MPa |
| τ_{ω} | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.29 | 0.00 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 3.36 | 0.06 | 0.06 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| σ_{ω} | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| τ_t | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.14 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 1.60 | 0.03 | 0.03 | MPa |
| τ_{ω} | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.29 | 0.00 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 3.36 | 0.06 | 0.06 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| τ_t | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1.04 | 0.02 | 0.02 | MPa |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| τ_k | 0.01 | 0.06 | 0.09 | 0.42 | 0.00 | 0.16 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 4.97 | 0.09 | 0.09 | MPa |
| E_d/R_d | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl,T,Rd,y} = V_{pl,Rd,y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = V_{pl,Rd,z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| $V_{pl,T,Rd,y}$ | 3487.20 | 3486.86 | 3486.70 | 3484.39 | 3487.25 | 3486.17 | 3486.98 | 3486.86 | 3486.86 | 3453.32 | 3486.70 | 3486.70 | kN |
| $V_{pl,T,Rd,z}$ | 2350.83 | 2350.60 | 2350.49 | 2348.94 | 2350.86 | 2350.13 | 2350.68 | 2350.60 | 2350.60 | 2327.99 | 2350.49 | 2350.49 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl,T,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| E_{dy}/R_d | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | vyhoví |
| E_{dz}/R_d | 0.04 | 0.74 | 0.75 | 0.00 | 0.03 | 0.16 | 0.10 | 0.38 | 0.74 | 0.11 | 0.39 | 0.09 | vyhoví |

10.3.4.5 Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 2589.7 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 469.6 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| E_{dy}/R_d | 0.05 | 0.42 | 0.43 | 0.00 | 0.08 | 0.21 | 0.07 | 0.42 | 0.43 | 0.04 | 0.43 | 0.14 | vyhoví |
| E_{dz}/R_d | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y} / V_{pl,T,Rd,y} = 0.01 \leq 0.5$$

bez redukce

$$E_d/R_d = V_{d,z} / V_{pl,T,Rd,z} = 0.75 \leq 0.5$$

nutná redukce

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d,y} / V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d,z} / V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0.24172$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 2589.7 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 356.1 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| E_{dy}/R_d | 0.05 | 0.42 | 0.43 | 0.00 | 0.08 | 0.21 | 0.07 | 0.42 | 0.43 | 0.04 | 0.43 | 0.14 | vyhoví |
| E_{dz}/R_d | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | vyhoví |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| $M_{N,y} =$ | 2578.36 | 2589.07 | 2589.12 | 2589.46 | 2579.87 | 2589.43 | 2580.55 | 2589.06 | 2589.09 | 2589.40 | 2589.10 | 2588.44 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 354.52 | 355.99 | 356.00 | 356.05 | 354.73 | 356.04 | 354.82 | 355.99 | 356.00 | 356.04 | 356.00 | 355.91 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.05 | 0.42 | 0.43 | 0.00 | 0.08 | 0.21 | 0.07 | 0.42 | 0.43 | 0.04 | 0.43 | 0.14 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | <u>vyhoví</u> |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.06 | 0.49 | 0.43 | 0.02 | 0.09 | 0.28 | 0.08 | 0.48 | 0.49 | 0.06 | 0.43 | 0.22 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.24 | 0.19 | 0.02 | 0.01 | 0.12 | 0.02 | 0.23 | 0.24 | 0.02 | 0.19 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |

10.3.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.8 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 0.5$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.800 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.400 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 10.17$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 20.99$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.133$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 0.275$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.498$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0.556$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1 / [\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1.000$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1 / [\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.962$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 8843.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

součinitel imperfekce

vzdálenost středu smyku od těžiště

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

vzpěrná délka při zkroucení

štíhlost při prostorovém vzpěru

polární poloměr setrvačnosti

b (a0;a;b;c;d)

$$\alpha_1 = 0.34$$

$$a = 0.000 \text{ m}$$

$$I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 2.3E-03 \text{ m}^4$$

$$\beta_{cr,\omega} = 1$$

$$L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.800 \text{ m}$$

$$\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 34.44$$

$$i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2) / A} = 0.283 \text{ m}$$

$$\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 2.692$$

$$\gamma = \sqrt{\{(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}\}} = 1.641$$

$$\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 34.44$$

$$\kappa = \sqrt{(1 + (a / i_p)) / 3} = 0.577$$

$$\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 24.02$$

$$\lambda_1 = 34.443$$

$$\lambda_2 = 20.995$$

$$\lambda_3 = 10.174$$

$$\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 0.0E+00$$

$$\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$$

$$\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 34.44$$

$$\lambda_{yz\omega} = 34.44$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 0.451$$

$$\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] = 0.644$$

$$\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}] = 0.905$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 8323.1 \text{ kN}$$

v případě, že se příliš neliší

v případě, že se odlišují

uvažovaná štíhlost pro výpočet

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

Posouzení

$$E_d / R_d = N_d / N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.3.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.400 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 2.667 \text{ m}$ | podmínka splněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

$$\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 5.484$$

pružný kritický moment při klopení

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 44091.0 \text{ kNm}$$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

$$M_{cr} = \text{kNm}$$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

$$M_{cr} = 44091.0 \text{ kNm}$$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{(W_{pl,y} \cdot f_y) / M_{cr}} = 0.242$$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

$$\alpha_{LT} = 0.76$$

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0.545$$

součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 0.967$$

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 2276.5 \text{ kNm}$$

moment v únosnosti

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 426.9 \text{ kNm}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.06 | 0.48 | 0.49 | 0.00 | 0.09 | 0.23 | 0.07 | 0.47 | 0.48 | 0.04 | 0.49 | 0.16 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y}/(\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z}/(M_{c,Rd,z}) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.13 | 0.55 | 0.51 | 0.03 | 0.16 | 0.31 | 0.16 | 0.54 | 0.55 | 0.07 | 0.51 | 0.25 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.13$$

$$\lambda_z = 0.27$$

$$\chi_y = 1.000$$

$$\chi_z = 0.962$$

$$N_{b,Rd,y} = 9192.7 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 8843.4 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed}/N_{b,Rd,y}); c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed}/N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed}/N_{b,Rd,z}); c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed}/N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 2276.5 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 426.9 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

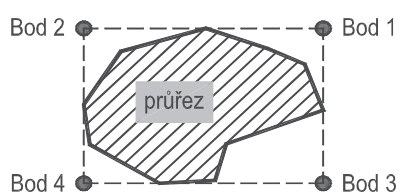
| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.12 | 0.48 | 0.46 | 0.02 | 0.15 | 0.26 | 0.15 | 0.47 | 0.48 | 0.06 | 0.46 | 0.20 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.33 | 0.28 | 0.02 | 0.12 | 0.19 | 0.12 | 0.32 | 0.33 | 0.05 | 0.28 | 0.17 | vyhoví |

10.3.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z}/W_{el,z} = \text{viz níže}$$

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1}$ | = | -0.6 | 145.3 | 176.5 | -16.5 | -11.3 | 146.1 | 7.6 | 194.7 | 146.6 | 26.9 | 176.4 | 194.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2}$ | = | 4.2 | 199.0 | 171.7 | -15.8 | -6.3 | 199.4 | -1.3 | 144.2 | 199.2 | 11.3 | 171.6 | 144.2 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3}$ | = | 27.3 | -210.8 | -183.0 | 16.2 | 34.0 | -210.0 | -29.9 | -156.1 | -210.8 | -4.2 | -183.1 | -156.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4}$ | = | 32.1 | -157.1 | -187.8 | 16.8 | 38.9 | -156.6 | -38.9 | -206.6 | -158.2 | -19.8 | -187.9 | -206.6 | MPa |
| $\tau_{m,12}$ | = | 6.5 | 158.9 | 160.2 | 8.9 | 4.1 | 83.7 | 14.6 | 81.4 | 159.2 | 22.5 | 83.5 | 81.4 | MPa |
| $\tau_{m,34}$ | = | 6.5 | 158.9 | 160.2 | 8.9 | 4.1 | 83.7 | 14.6 | 81.4 | 159.2 | 22.5 | 83.5 | 81.4 | MPa |
| $\tau_{k,34}$ | = | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 5.0 | 0.1 | 0.1 | MPa |
| $\tau_{k,34}$ | = | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 5.0 | 0.1 | 0.1 | MPa |

$$\sqrt{\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| E_d/R_d | = | 0.03 | 0.96 | 0.93 | 0.06 | 0.04 | 0.69 | 0.07 | 0.68 | 0.96 | 0.15 | 0.64 | 0.68 | vyhoví |
| E_d/R_d | = | 0.10 | 0.98 | 0.94 | 0.06 | 0.11 | 0.72 | 0.13 | 0.70 | 0.98 | 0.15 | 0.67 | 0.70 | vyhoví |

10.3.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} * z_y / (\chi_{LT} * I_y) + M_{k,z} * y_z / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1}$ | = | -0.6 | 145.3 | 176.5 | -16.5 | -11.3 | 146.1 | 7.6 | 194.7 | 146.6 | 26.9 | 176.4 | 194.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2}$ | = | 4.2 | 199.0 | 171.7 | -15.8 | -6.3 | 199.4 | -1.3 | 144.2 | 199.2 | 11.3 | 171.6 | 144.2 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3}$ | = | 27.3 | -210.8 | -183.0 | 16.2 | 34.0 | -210.0 | -29.9 | -156.1 | -210.8 | -4.2 | -183.1 | -156.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4}$ | = | 32.1 | -157.1 | -187.8 | 16.8 | 38.9 | -156.6 | -38.9 | -206.6 | -158.2 | -19.8 | -187.9 | -206.6 | MPa |

$$\sqrt{\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| E_d/R_d | = | 0.03 | 0.96 | 0.93 | 0.06 | 0.04 | 0.69 | 0.07 | 0.68 | 0.96 | 0.15 | 0.64 | 0.68 | vyhoví |
| E_d/R_d | = | 0.10 | 0.98 | 0.94 | 0.06 | 0.11 | 0.72 | 0.13 | 0.70 | 0.98 | 0.15 | 0.67 | 0.70 | vyhoví |

10.3.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.75 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.75 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.43 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.43 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.43 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.49 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.24 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.49 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.55 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.48 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.98 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.98 ≤ 1 | vyhoví |

10.3.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 0.00276 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.006 m | ≥ 5 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
| $\tau_{II} =$ | 10.13 | 185.05 | 186.79 | 0.63 | 6.64 | 40.48 | 25.28 | 94.66 | 185.40 | 26.28 | 97.35 | 23.12 | CO01 |
|---------------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|

Dolní krční svary

Statický moment plochy pře $S_{y,h} = 0.00276 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_h = 0.006 \text{ m}$ Počet krčních svarů $n_h = 2 \text{ ks}$

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
| | 10.13 | 185.05 | 186.79 | 0.63 | 6.64 | 40.48 | 25.28 | 94.66 | 185.40 | 26.28 | 97.35 | 23.12 | CO02 |
|--|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|

Boční vnější krční svary

Statický moment plochy pře $S_{z,h} = 0.00063 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_h = 0.006 \text{ m}$ Počet krčních svarů $n_h = 2 \text{ ks}$

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.13 | 11.19 | 0.35 | 2.45 | 0.23 | 6.92 | 0.12 | 13.18 | 10.96 | 0.05 | 0.00 | 7.75 | CO03 |
|---------------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|

Posouzení

korelační součinitel

$$\beta_w = 0.9$$

$$\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$$

$$(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * v_{M2})) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.04 | 0.78 | 0.74 | 0.01 | 0.03 | 0.19 | 0.10 | 0.43 | 0.78 | 0.10 | 0.39 | 0.12 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

$$0.78 \leq 1$$

vyhoví

10.3.5. Posouzení příčných výztuh

Uvažuje se vyztužení tuhými vnitřními příčnými výztuhami.

Bez podélných výztuh.

Vzdálenosti příčných výztuh:

osová vzdálenost krajní a vnitřní výztuhy

$$a = 0.770 \text{ m}$$

osová vzdálenost vnitřních výztuh

$$a = 0.630 \text{ m}$$

10.3.5. Krajiné příčné výztuhy - oboustranné:

uvažované vnitřní síly: max. posouvající síla

$$V_{ed,max} = 1753.1 \text{ kN}$$

max. moment

$$M_{ed,odp} = 1107.8 \text{ kNm}$$

max. normálová síla

$$IN_{ed,odp} = 599.7 \text{ kN}$$

maximální vzdálenost výztuh

$$a = 0.770 \text{ m}$$

A) Celá stojina:

stranový poměr stěny

$$\alpha = a/h_w = 1.24$$

vliv podélných výztuh

$$k_{t,sl} = 0$$

součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_t = 5.34 + 4 * (h_w/a)^2 + k_{t,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w/a)^2 + k_{t,sl} = 7.93$$

ověření štíhlosti stojiny

$$h_w/t_w = 33.5 > 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \text{ posuzuje se únosnost na boulení}$$

$$\sigma_E = \pi^2 * E * t^2 / (12 * (1-\nu) * b^2) = 190000 * (t_w/h_w)^2 = 169.17 \text{ MPa}$$

$$\tau_{cr} = k_t * \sigma_E = 1342.06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_w = h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_t}) = 0.39$$

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

štíhlost

$$\lambda_w = 0.39$$

součinitel příspěvku stojiny

$$\chi_w = 1.00$$

příspěvek únosnosti stojiny

$$V_{bw,Rd} = \chi_w * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 2137.2 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností)

efektivní šířka dolní pásnice

$$15 \cdot \varepsilon \cdot t_w = 0.226 \text{ m}$$

$$b_{f,h} = 0.299 \text{ m}$$

neoslabená pásnice

$$b_{f,d} = 0.299 \text{ m}$$

neoslabená pásnice

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (obě pásnice)

$$\text{pořadnice těžiště} \quad z_{f,d} = 0.339 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk}/\gamma_{M0} = W_f \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 1958.52 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 1958.5 \text{ kNm}$$

příspěvek pásnic lze započítat

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic

délka ukotvení tahového pole

$$c = a \cdot (0.25 + 16 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} / (t_w \cdot h_w^2 \cdot f_{yw})) = 0.613 \text{ m}$$

vliv normálové síly

$$f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0})) = 0.901$$

příspěvek únosnosti pásnic

$$V_{bf,Rd} = f \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} \cdot (1 - (M_{Ed}/M_{f,Rd})^2) / (c \cdot \gamma_{M1}) = 40.7 \text{ kN}$$

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 2177.9 \text{ kN} \leq$$

$$V_{bw,Rd} = \eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 2137.17 \text{ kN}$$

Posouzení:

smyk

$$\eta_3 = V_{ed}/V_{b,Rd} = 0.820 \leq 1.0$$

vyhoví

interakce smyku a ohybu

$$\eta_{3,ohyb} = V_{ed}/V_{bw,Rd} = 0.820 \leq 0.5$$

ohybovou únosnost je nutné redukovat

Návrhová plastická únosnost průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

$$\text{pořadnice těžiště} \quad z_{f,d} = 0.339 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 \cdot t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 \cdot t_w / 2) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 2589.65 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = 0.0 \text{ kNm}$$

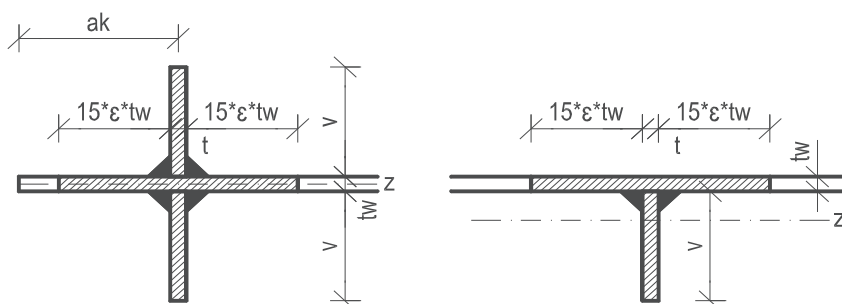
$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 2589.7 \text{ kNm}$$

$$\eta_1 = M_{ed}/M_{pl,Rd} = 0.428 \leq M_{f,Rd}/M_{pl,Rd} = 0.756 \text{ interakci není nutné posuzovat}$$

ověření interakce

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.528 \leq 1.0 \text{ interakce smyku a ohybu vyhoví}$$

10.3.5. Krajiné příčné výztuhy - oboustranné:



Zadání krajiné oboustranné výztuhy:

vzdálenost od 1/2 vzdál. kraje/výztuhy

$$ak = 0.315 \text{ m}$$

tloušťka plechu výztuhy

$$t = 0.012 \text{ m}$$

délka plechu výztuhy

$$v = 0.120 \text{ m}$$

moment setrvačnosti k ose "z"

$$I_{sl} = 4.7E-06 \text{ m}^4$$

$$A_{sl} = 1.1E-02 \text{ m}^2$$

krajní vlákna k těžišti výztuhy

$$e_{max} = 0.129 \text{ m}$$

vzdálenost středů pásnic

$$b = 0.649 \text{ m}$$

Amplituda počáteční imperfekce výztuhy

$$w_0 = 0.002 \text{ m}$$

$$\sigma_{cr,c} = 99.701 \text{ MPa}$$

$$\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 = 154.62 \text{ MPa}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|---------------|
| | $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | |
| | $I_p =$ | 3.8E-07 m ⁴ | |
| Podmínka torzní tuhosti | $I_t =$ | 6.9E-08 m ⁴ | |
| | $I_t/I_p =$ | 0.184 $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ | vyhoví |
| | $\gamma =$ | 12.368 | |
| | $\delta =$ | 0.936 | |
| | $\alpha =$ | 1.187 | |
| | $k_{\sigma,p} =$ | 4.665 | |
| | $\sigma_{cr,p} =$ | 721.370 MPa | |
| tlaková síla z přilehlých panelů (tlak) | $IN_{Ed} =$ | 2475.6 kN | |
| 0.5 | $\sigma_m =$ | 2.479 MPa | |
| | $u =$ | 4.267 | |
| | $I_{sl,min} =$ | 2.6E-06 m ⁴ | vyhoví |
| Kritická síla příčné výztuhy | $N_{cr,st} =$ | 25076 kN | |
| Podporová reakce (vnější osová síla) | $N_{st,ex} =$ | 1753.1 kN | |
| poměrná stíhlost stojiny | $\lambda_w =$ | 0.391 | |
| Tlaková síla plynoucí z tahových polí | $N_{st,ten} =$ | 0 kN | |
| tlaková síla plynoucí z odchýlených sil | $\Delta N_{st,Ed} =$ | 96.5 kN | |
| celková osová síla | $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 1849.6 kN | |
| Dodatečný průhyb výztuhy | $w =$ | 0.0002 $\leq h_w/300$ | vyhoví |
| Maximální napětí ve výztuze | $\sigma_{max} =$ | 173.1 $\leq f_x/\gamma_{M1}$ | vyhoví |

10.3.6 Posouzení připojení příčniců k hlavním nosníkům koutovými svary

10.3.6.1. Posouzení vodorovného koutového svaru

| | | |
|----------------|-------------|--------|
| Tloušťka svarů | $a_{k,1} =$ | 8 mm |
| Délka svarů | $l_{k,1} =$ | 400 mm |

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 36.1 | 78.0 | 78.4 | 3.7 | 39.2 | 38.8 | 35.5 | 77.0 | 78.1 | 10.4 | 78.5 | 32.1 |
|---------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|
| $\tau_{\perp} =$ | 3.2 | 53.9 | 50.6 | 1.2 | 2.2 | 15.4 | 7.6 | 29.5 | 53.9 | 8.6 | 26.5 | 11.0 |
|------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|
| $\sigma_{\perp} =$ | 3.2 | 53.9 | 50.6 | 1.2 | 2.2 | 15.4 | 7.6 | 29.5 | 53.9 | 8.6 | 26.5 | 11.0 |
|--------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|

Posouzení 1: $[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w \cdot \gamma_{M2})] \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.08 | 0.35 | 0.34 | 0.01 | 0.09 | 0.12 | 0.09 | 0.24 | 0.35 | 0.05 | 0.23 | 0.10 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Posouzení 2: $\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.15 | 0.14 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.08 | 0.15 | 0.02 | 0.08 | 0.03 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.3.6.2. Posouzení svislého koutového svaru

| | | |
|----------------|-------------|--------|
| Tloušťka svarů | $a_{k,2} =$ | 8 mm |
| Délka svarů | $l_{k,2} =$ | 540 mm |

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|
| $\tau_{II} =$ | 3.9 | 70.8 | 71.6 | 2.3 | 2.6 | 16.2 | 9.9 | 36.4 | 70.9 | 34.7 | 37.5 | 9.2 |
|---------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|
| $\tau_{\perp} =$ | 38.1 | 154.4 | 124.9 | 11.2 | 44.7 | 99.5 | 43.5 | 150.9 | 154.1 | 22.6 | 125.0 | 87.3 |
|------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|
| $\sigma_{\perp} =$ | 38.1 | 154.4 | 124.9 | 11.2 | 44.7 | 99.5 | 43.5 | 150.9 | 154.1 | 22.6 | 125.0 | 87.3 |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|

Posouzení 1: $[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w \cdot \gamma_{M2})] \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.88 | 0.72 | 0.06 | 0.25 | 0.56 | 0.25 | 0.85 | 0.88 | 0.15 | 0.71 | 0.49 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Posouzení 2: $\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.44 | 0.35 | 0.03 | 0.13 | 0.28 | 0.12 | 0.43 | 0.44 | 0.06 | 0.35 | 0.25 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

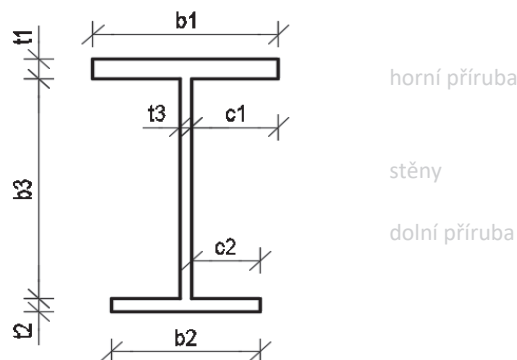
Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.4. Podporový příčník - kratší pole

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



| | plný | oslabený | |
|------|-------|----------|---|
| t1 = | 0.03 | 0.0285 | m |
| b1 = | 0.3 | 0.2985 | m |
| c1 = | 0.141 | 0.141 | m |
| t3 = | 0.018 | 0.0165 | m |
| b3 = | 0.33 | 0.33 | m |
| t2 = | 0.03 | 0.0285 | m |
| b2 = | 0.3 | 0.2985 | m |
| c2 = | 0.141 | 0.141 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.004$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0165$ m

světelná výška mezi pásnicemi

$c = 0.33$ m

$c/t = 19.5152$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.004$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0285$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.141$ m

$c/t = 4.80702$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.4.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355 N/NL

$f_y = 355$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 490$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$

Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.4.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 2.2E-02 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 1.4E-02 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 6.4E-03 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 5.1E-06 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 6.0E-04 \text{ m}^4$

$I_z = 1.3E-04 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.149 \text{ m}$

$y_- = 0.149 \text{ m}$

$z_+ = 0.194 \text{ m}$

$z_- = 0.194 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 4.1E-06 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el+} = I_y/z_+ = 3.1E-03 \text{ m}^3$

$W_{y,el-} = I_y/z_- = 3.1E-03 \text{ m}^3$

$W_{z,el+} = I_z/y_+ = 8.5E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el-} = I_z/y_- = 8.5E-04 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.163 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.075 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 3.5E-03 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 1.3E-03 \text{ m}^3$

10.4.3 Vnitřní síly

10.4.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 357.9 | -86.8 | -71.4 | 80.0 | 344.8 | -78.8 | -218.3 | -104.6 | -83.9 | 60.4 | -75.9 | -103.0 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 13.9 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | -16.1 | 0.0 | -16.1 | 13.8 | 1.1 | -16.1 | -16.1 |
| $V_{z,k} =$ | 170.8 | -868.0 | 863.7 | -126.8 | 172.4 | 453.8 | 108.3 | -426.1 | -869.3 | 3.1 | 447.8 | -425.1 |
| $T_k =$ | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -4.7 | -0.1 | -0.1 |
| $M_{y,k} =$ | -78.4 | -567.6 | -564.3 | -193.1 | 0.4 | -567.6 | -134.6 | -549.6 | -569.3 | -244.4 | -569.3 | -554.4 |
| $M_{z,k} =$ | -0.2 | 11.1 | -0.8 | 0.0 | -0.2 | 11.1 | 0.1 | -9.9 | 11.0 | -3.0 | 11.0 | -10.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 538.8 | -86.8 | -71.4 | -128.4 | 538.8 | -78.8 | -323.4 | -104.6 | -83.9 | 60.4 | -75.9 | -103.0 |
| $V_{y,d} =$ | -0.1 | 13.9 | 0.5 | 1.6 | -0.1 | -16.1 | 0.0 | -16.1 | 13.8 | 1.1 | -16.1 | -16.1 |
| $V_{z,d} =$ | 233.5 | -868.0 | 863.7 | -163.4 | 232.5 | 453.8 | 140.4 | -426.1 | -869.3 | 3.1 | 447.8 | -425.1 |
| $T_d =$ | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -4.7 | -0.1 | -0.1 |
| $M_{y,d} =$ | -100.3 | -567.6 | -564.3 | -229.0 | 5.2 | -567.6 | -183.2 | -549.6 | -569.3 | -244.4 | -569.3 | -554.4 |
| $M_{z,d} =$ | -0.3 | 11.1 | -0.8 | -0.4 | -0.4 | 11.1 | 0.2 | -9.9 | 11.0 | -3.0 | 11.0 | -10.0 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.4.3.2 Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 9 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.745$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 357.9 | -86.8 | -71.4 | 80.0 | 344.8 | -78.8 | -218.3 | -104.6 | -83.9 | 60.4 | -75.9 | -103.0 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 13.9 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | -16.1 | 0.0 | -16.1 | 13.8 | 1.1 | -16.1 | -16.1 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 170.8 | -868.0 | 863.7 | -126.8 | 172.4 | 453.8 | 108.3 | -426.1 | -869.3 | 3.1 | 447.8 | -425.1 | kN |
| $T_k =$ | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -4.7 | -0.1 | -0.1 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | -80.0 | -568.4 | -564.9 | -193.4 | 1.9 | -568.4 | -136.6 | -550.6 | -570.1 | -244.7 | -570.0 | -555.4 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | -1.8 | 11.9 | -1.5 | 0.0 | -1.7 | 11.8 | 2.2 | -10.9 | 11.8 | -3.3 | 11.7 | -10.9 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 538.8 | -86.8 | -71.4 | -128.4 | 538.8 | -78.8 | -323.4 | -104.6 | -83.9 | 60.4 | -75.9 | -103.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | -0.1 | 13.9 | 0.5 | 1.6 | -0.1 | -16.1 | 0.0 | -16.1 | 13.8 | 1.1 | -16.1 | -16.1 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 233.5 | -868.0 | 863.7 | -163.4 | 232.5 | 453.8 | 140.4 | -426.1 | -869.3 | 3.1 | 447.8 | -425.1 | kN |
| $T_d =$ | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -4.7 | -0.1 | -0.1 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | -102.7 | -568.4 | -564.9 | -230.2 | 7.6 | -568.4 | -186.3 | -550.6 | -570.1 | -244.7 | -570.0 | -555.4 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | -2.7 | 11.9 | -1.5 | -1.7 | -2.8 | 11.8 | 3.2 | -10.9 | 11.8 | -3.3 | 11.7 | -10.9 | kNm |

10.4.4 Posouzení průřezu

10.4.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{7973.1 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|

10.4.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{7973.1 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|

10.4.4.3 Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.7E-02 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 5.4E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = \underline{\underline{3487.3 \text{ kN}}}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = \underline{\underline{1116.0 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.21 | 0.78 | 0.77 | 0.15 | 0.21 | 0.41 | 0.13 | 0.38 | 0.78 | 0.00 | 0.40 | 0.38 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 20 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.4.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 1.5E-03 | 0.299 | 6.5E-04 | 0.387 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 1.5E-03 | 0.299 | 6.5E-04 | 0.387 |
| stěna v místě těžiště | 1.7E-03 | 0.017 | 6.5E-04 | 0.387 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 2.00 | 7.61 | 7.39 | 1.42 | 1.99 | 4.09 | 1.20 | 3.86 | 7.62 | 0.04 | 4.04 | 3.85 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 2.00 | 7.61 | 7.39 | 1.42 | 1.99 | 4.09 | 1.20 | 3.86 | 7.62 | 0.04 | 4.04 | 3.85 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-----|
| $\tau_m =$ | 41.45 | 154.27 | 153.34 | 29.04 | 41.27 | 80.77 | 24.93 | 75.86 | 154.51 | 0.56 | 79.72 | 75.67 | MPa |
|------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.800 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{G \cdot I_t / (E \cdot I_w)} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 2.0E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 6.90$$

$$\beta = 1.14$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.074$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1 - \chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1 - \chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1 - \chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.34 | 0.01 | 0.01 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.10 | 0.09 | 0.12 | 0.16 | 0.10 | 0.09 | 0.13 | 0.10 | 0.09 | 4.33 | 0.09 | 0.10 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_3 / 2) = -0.029 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_3 / 2) = 0.029 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b_1 - c_1 - t_3 / 2) = -0.029 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c_1 + t_3 / 2) = 0.029 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.029 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.029 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1 / 4 = 6.1E-05 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2 / 4 = 6.1E-05 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 1.4E-04 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 1.4E-04 \text{ m}^4$$

normálové napětí od kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{Sd} / I_{\omega} \cdot \omega = B_{Sd} / W_{\omega} = \text{viz níže}$$

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

$$\tau_t = T_{t,Sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\tau_{\omega} = T_{w,Sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_w =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 1.90 | 0.04 | 0.04 | MPa |
| $\tau_w =$ | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 2.30 | 0.05 | 0.05 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_w =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 1.90 | 0.04 | 0.04 | MPa |
| $\tau_w =$ | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 2.30 | 0.05 | 0.05 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 1.10 | 0.02 | 0.03 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_w + \tau_t + \tau_w = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.10 | 0.09 | 0.12 | 0.15 | 0.10 | 0.09 | 0.13 | 0.10 | 0.09 | 4.20 | 0.09 | 0.10 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl,T,Rd,y} = V_{pl,Rd,y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = V_{pl,Rd,z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| $V_{pl,T,Rd,y}$ | 3486.61 | 3486.67 | 3486.48 | 3486.24 | 3486.61 | 3486.67 | 3486.42 | 3486.61 | 3486.67 | 3458.55 | 3486.67 | 3486.61 | kN |
| $V_{pl,T,Rd,z}$ | 1115.79 | 1115.81 | 1115.75 | 1115.67 | 1115.79 | 1115.81 | 1115.73 | 1115.79 | 1115.81 | 1106.81 | 1115.81 | 1115.79 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl,T,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.21 | 0.78 | 0.77 | 0.15 | 0.21 | 0.41 | 0.13 | 0.38 | 0.78 | 0.00 | 0.40 | 0.38 | vyhoví |

10.4.4.5 Ohyb s vlivem osově síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{1242.2 \text{ kN}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{458.7 \text{ kN}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.46 | 0.45 | 0.19 | 0.01 | 0.46 | 0.15 | 0.44 | 0.46 | 0.20 | 0.46 | 0.45 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y} / V_{pl,T,Rd,y} = 0.00 \leq 0.5$$

bez redukce

$$E_d/R_d = V_{d,z} / V_{pl,T,Rd,z} = 0.78 \leq 0.5$$

nutná redukce

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d,y} / V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d,z} / V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0.31148$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{1242.2 \text{ kN}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{315.8 \text{ kN}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.46 | 0.45 | 0.19 | 0.01 | 0.46 | 0.15 | 0.44 | 0.46 | 0.20 | 0.46 | 0.45 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | vyhoví |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| $M_{N,y} =$ | 1236.49 | 1242.02 | 1242.07 | 1241.84 | 1236.49 | 1242.05 | 1240.12 | 1241.95 | 1242.03 | 1242.10 | 1242.05 | 1241.96 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 314.40 | 315.80 | 315.81 | 315.76 | 314.40 | 315.81 | 315.32 | 315.79 | 315.80 | 315.82 | 315.81 | 315.79 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.46 | 0.45 | 0.19 | 0.01 | 0.46 | 0.15 | 0.44 | 0.46 | 0.20 | 0.46 | 0.45 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.09 | 0.50 | 0.46 | 0.19 | 0.01 | 0.50 | 0.16 | 0.48 | 0.50 | 0.21 | 0.50 | 0.48 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| $E_d/R_d =$ | 0.02 | 0.25 | 0.21 | 0.04 | 0.01 | 0.25 | 0.03 | 0.23 | 0.25 | 0.05 | 0.25 | 0.23 | <u>vyhoví</u> |

10.4.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatížen do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.8 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 0.5$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.800 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.400 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 17.17$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 18.66$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.225$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 0.244$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.529$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0.541$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1 / [\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.991$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1 / [\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.978$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 7085.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

součinitel imperfekce

vzdálenost středu smyku od těžiště

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

vzpěrná délka při zkroucení

štíhlost při prostorovém vzpěru

polární poloměr setrvačnosti

b (a0;a;b;c;d)

$\alpha_1 = 0.34$

$a = 0.000 \text{ m}$

$I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 7.2 \text{E-}04 \text{ m}^4$

$\beta_{cr,\omega} = 1$

$L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.800 \text{ m}$

$\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 31.76$

$i_p = \sqrt{(i_y^2 + i_z^2 + a^2)} = \sqrt{(I_p / A)} = 0.180 \text{ m}$

$\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 2.897$

$\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.702$

$\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 31.76$

$\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.577$

$\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 23.46$

$\lambda_1 = 31.757$

$\lambda_2 = 18.657$

$\lambda_3 = 17.170$

$\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 0.0 \text{E} + 00$

$\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0 \text{E} + 00$

v případě, že se odlišují

$\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 31.76$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

$\lambda_{yz\omega} = 31.76$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$\bar{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 0.416$

$\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] = 0.623$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}] = 0.920$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6667.2 \text{ kN}$

Posouzení

$E_d / R_d = N_d / N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.4.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.400 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 3.001 \text{ m}$ | podmínka splněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

$\mu_{cr} = \sqrt{(1 + \kappa_{wt}^2)} = \sqrt{(1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t))} = 3.365$

pružný kritický moment při klopení

$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L_{cr,z}} = 25078.4 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

$M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

$M_{cr} = 25078.4 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{(W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})} = 0.223$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

c (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} = 0.49$

$\phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0.530$

součinitel klopení

$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 0.989$

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1116.3 \text{ kNm}$

moment v únosnosti

$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 417.0 \text{ kNm}$

Posouzení

$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.09 | 0.51 | 0.51 | 0.21 | 0.01 | 0.51 | 0.17 | 0.49 | 0.51 | 0.22 | 0.51 | 0.50 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y}/(\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z}/(M_{c,Rd,z}) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.17 | 0.55 | 0.52 | 0.23 | 0.08 | 0.55 | 0.22 | 0.54 | 0.55 | 0.23 | 0.55 | 0.54 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.22$$

$$\lambda_z = 0.24$$

$$\chi_y = 0.991$$

$$\chi_z = 0.978$$

$$N_{b,Rd,y} = 7184.7 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 7085.4 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed}/N_{b,Rd,y}); c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed}/N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed}/N_{b,Rd,z}); c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed}/N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 1116.3 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 417.0 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

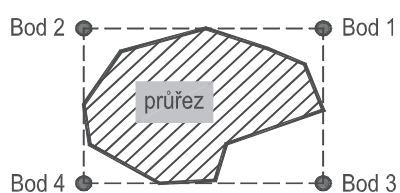
| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.15 | 0.49 | 0.47 | 0.21 | 0.08 | 0.49 | 0.20 | 0.47 | 0.49 | 0.21 | 0.49 | 0.48 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.12 | 0.31 | 0.29 | 0.13 | 0.08 | 0.31 | 0.15 | 0.31 | 0.31 | 0.13 | 0.31 | 0.31 | vyhoví |

10.4.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z}/W_{el,z} = \text{viz níže}$$

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------|--------|-------|------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 44.3 | 168.1 | 183.4 | 67.0 | 16.7 | 168.5 | 31.6 | 188.3 | 168.9 | 86.8 | 169.4 | 190.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 40.0 | 196.1 | 180.0 | 67.0 | 12.7 | 196.4 | 36.8 | 162.5 | 196.7 | 79.0 | 196.9 | 164.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | -8.1 | -204.5 | -186.9 | -59.8 | 18.0 | -204.0 | -57.9 | -172.6 | -204.8 | -73.6 | -204.3 | -174.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | -12.4 | -176.5 | -190.3 | -59.8 | 14.0 | -176.2 | -52.8 | -198.4 | -177.0 | -81.4 | -176.7 | -199.9 | MPa |
| $\tau_{m,12} =$ | 30.3 | 154.3 | 153.3 | 22.5 | 30.6 | 80.8 | 19.2 | 75.9 | 154.5 | 0.6 | 79.7 | 75.7 | MPa |
| $\tau_{m,34} =$ | 30.3 | 154.3 | 153.3 | 22.5 | 30.6 | 80.8 | 19.2 | 75.9 | 154.5 | 0.6 | 79.7 | 75.7 | MPa |
| $\tau_{k,34} =$ | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 4.2 | 0.1 | 0.1 | MPa |
| $\tau_{k,34} =$ | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 4.2 | 0.1 | 0.1 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3 \cdot (\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.19 | 0.93 | 0.91 | 0.22 | 0.16 | 0.68 | 0.14 | 0.65 | 0.94 | 0.25 | 0.68 | 0.65 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.15 | 0.95 | 0.92 | 0.20 | 0.16 | 0.70 | 0.19 | 0.67 | 0.95 | 0.23 | 0.69 | 0.67 | vyhoví |

10.4.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_y / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_z / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------|--------|-------|------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 44.3 | 168.1 | 183.4 | 67.0 | 16.7 | 168.5 | 31.6 | 188.3 | 168.9 | 86.8 | 169.4 | 190.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 40.0 | 196.1 | 180.0 | 67.0 | 12.7 | 196.4 | 36.8 | 162.5 | 196.7 | 79.0 | 196.9 | 164.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | -8.1 | -204.5 | -186.9 | -59.8 | 18.0 | -204.0 | -57.9 | -172.6 | -204.8 | -73.6 | -204.3 | -174.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | -12.4 | -176.5 | -190.3 | -59.8 | 14.0 | -176.2 | -52.8 | -198.4 | -177.0 | -81.4 | -176.7 | -199.9 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3 \cdot (\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.19 | 0.93 | 0.91 | 0.22 | 0.16 | 0.68 | 0.14 | 0.65 | 0.94 | 0.25 | 0.68 | 0.65 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.15 | 0.95 | 0.92 | 0.20 | 0.16 | 0.70 | 0.19 | 0.67 | 0.95 | 0.23 | 0.69 | 0.67 | vyhoví |

10.4.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|---------------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | $0.07 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | $0.04 \leq 1$ | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | $0.78 \leq 1$ | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | $0.78 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb | $0.46 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | $0.46 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | $0.46 \leq 1$ | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | $0.50 \leq 1$ | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | $0.25 \leq 1$ | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | $0.05 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | $0.05 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | $0.51 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | $0.55 \leq 1$ | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | $0.49 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | $0.95 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | $0.95 \leq 1$ | vyhoví |

10.4.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svař

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 0.00152 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.005 m | ≥ 5 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| $\tau_{II} =$ | 59.61 | 221.61 | 220.51 | 41.73 | 59.35 | 115.86 | 35.86 | 108.80 | 221.95 | 0.79 | 114.34 | 108.53 | CO01 |
|---------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|------|--------|--------|------|

Dolní krční svary

Statický moment plochy pře $S_{y,h} = 0.00152 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_h = 0.005 \text{ m}$ Počet krčních svarů $n_h = 2 \text{ ks}$

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| | 59.61 | 221.61 | 220.51 | 41.73 | 59.35 | 115.86 | 35.86 | 108.80 | 221.95 | 0.79 | 114.34 | 108.53 | CO02 |
|--|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|------|--------|--------|------|

Boční vnější krční svary

Statický moment plochy pře $S_{z,h} = 0.00063 \text{ m}^3$ Tloušťka svarů $a_h = 0.005 \text{ m}$ Počet krčních svarů $n_h = 2 \text{ ks}$

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.04 | 6.97 | 0.24 | 0.79 | 0.04 | 8.06 | 0.01 | 8.06 | 6.89 | 0.55 | 8.03 | 8.03 | CO03 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Posouzení

korelační součinitel

$$\beta_w = 0.9$$

$$\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$$

$$(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * v_{M2})) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.24 | 0.91 | 0.88 | 0.17 | 0.24 | 0.49 | 0.14 | 0.46 | 0.91 | 0.01 | 0.49 | 0.46 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

$$0.91 \leq 1 \quad \text{vyhoví}$$

10.4.5. Posouzení příčných výztuh

Uvažuje se vyztužení tuhými vnitřními příčnými výztuhami.

Bez podélných výztuh.

Vzdálenosti příčných výztuh:

osová vzdálenost krajní a vnitřní výztuhy

$$a = 0.770 \text{ m}$$

osová vzdálenost vnitřních výztuh

$$a = 0.630 \text{ m}$$

10.4.5. Krajiné příčné výztuhy - oboustranné:

uvažované vnitřní síly: max. posouvající síla

$$V_{ed,max} = 869.3 \text{ kN}$$

max. moment

$$M_{ed,odp} = 570.1 \text{ kNm}$$

max. normálová síla

$$IN_{ed,odp} = 323.4 \text{ kN}$$

maximální vzdálenost výztuh

$$a = 0.770 \text{ m}$$

A) Celá stojina:

stranový poměr stěny

$$\alpha = a/h_w = 2.33$$

vliv podélných výztuh

$$k_{t,sl} = 0$$

součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_t = 5.34 + 4 * (h_w/a)^2 + k_{t,sl} \text{ "resp" } 4 + 5.34 * (h_w/a)^2 + k_{t,sl} = 6.07$$

ověření štíhlosti stojiny

$$h_w/t_w = 20.0 < 31 * \epsilon / \eta = 25.2 \quad \text{neposuzuje se únosnost na boulení}$$

$$\sigma_E = \pi^2 * E * t^2 / (12 * (1-\nu) * b^2) = 190000 * (t_w/h_w)^2 = 475.00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{cr} = k_t * \sigma_E = 2885.48 \text{ MPa}$$

$$\lambda_w = h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * \sqrt{k_t}) = 0.27$$

Příspěvek stojiny ke smykové únosnosti:

štíhlost

$$\lambda_w = 0.27$$

součinitel příspěvku stojiny

$$\chi_w = 1.00$$

příspěvek únosnosti stojiny

$$V_{bw,Rd} = \chi_w * f_{yw} * h_w * t_w / (\gamma_{M1} * \sqrt{3}) = 1014.5 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Příspěvek pásnic ke smykové únosnosti:

efektivní šířka horní pásnice (pásnice s menší osovou únosností)

efektivní šířka dolní pásnice

$$15 \cdot \varepsilon \cdot t_w = 0.201 \text{ m}$$

$$b_{f,h} = 0.299 \text{ m}$$

neoslabená pásnice

$$b_{f,d} = 0.299 \text{ m}$$

neoslabená pásnice

plastický moment průřezu, sestávající pouze z účinné plochy pásnic (obě pásnice)

$$\text{pořadnice těžiště} \quad z_{f,d} = 0.194 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = M_{tk}/\gamma_{M0} = W_f \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 1082.7 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 1082.7 \text{ kNm}$$

příspěvek pásnic lze započítat

ověření započitatelnosti příspěvku pásnic

délka ukotvení tahového pole

$$c = a \cdot (0.25 + 16 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} / (t_w \cdot h_w^2 \cdot f_{yw})) = 1.855 \text{ m}$$

vliv normálové síly

$$f = (1 - N_{Ed} / ((A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0})) = 0.946$$

příspěvek únosnosti pásnic

$$V_{bf,Rd} = f \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf} \cdot (1 - (M_{Ed}/M_{f,Rd})^2) / (c \cdot \gamma_{M1}) = 70.4 \text{ kN}$$

Celková únosnost ocelového průřezu ve smyku (příspěvek betonu zanedbán):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 1084.9 \text{ kN} \leq$$

$$V_{bw,Rd} = \eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w / (\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) = 1014.55 \text{ kN}$$

Posouzení:

smyk

$$\eta_3 = V_{ed}/V_{b,Rd} = 0.857 \leq 1.0$$

vyhoví

interakce smyku a ohybu

$$\eta_{3,ohyb} = V_{ed}/V_{bw,Rd} = 0.857 \leq 0.5$$

ohybovou únosnost je nutné redukovat

Návrhová plastická únosnost průřezu složeného z účinné plochy pásnic a plně účinné stojiny bez ohledu na její třídu

$$\text{pořadnice těžiště} \quad z_{f,d} = 0.194 \text{ m}$$

$$\Delta M_{ocel,Rd} = (b_{f,h} \cdot t_{f,h} \cdot (t_{f,d} + h_w + t_{f,h}/2 - z_{f,d}) + ((z_{f,d} - t_{f,d})^2 \cdot t_w / 2 + (t_{f,d} + h_w - z_{f,d})^2 \cdot t_w / 2) + b_{f,d} \cdot t_{f,d} \cdot (z_{f,d} - t_{f,d}/2)) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0} = 1242.17 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{bet,Rd} = 0.0 \text{ kNm}$$

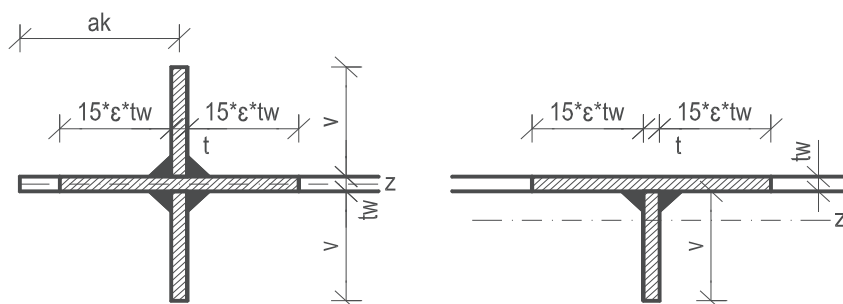
$$M_{pl,Rd} = \Delta M_{ocel,Rd} + \Delta M_{bet,Rd} = 1242.2 \text{ kNm}$$

$$\eta_1 = M_{ed}/M_{pl,Rd} = 0.459 \leq M_{f,Rd}/M_{pl,Rd} = 0.872 \text{ interakci není nutné posuzovat}$$

ověření interakce

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_{3,ohyb} - 1)^2 = 0.524 \leq 1.0 \text{ interakce smyku a ohybu vyhoví}$$

10.4.5. Krajiné příčné výztuhy - oboustranné:



Zadání krajiné oboustranné výztuhy:

vzdálenost od 1/2 vzdál. kraje/výztuhy

tloušťka plechu výztuhy

délka plechu výztuhy

moment setrvačnosti k ose "z"

$$a_k = 0.315 \text{ m}$$

$$t = 0.012 \text{ m}$$

$$v = 0.120 \text{ m}$$

$$I_{sl} = 4.5E-06 \text{ m}^4$$

$$A_{sl} = 9.5E-03 \text{ m}^2$$

krajní vlákna k těžišti výztuhy

$$e_{max} = 0.128 \text{ m}$$

vzdálenost středů pásnic

$$b = 0.359 \text{ m}$$

Amplituda počáteční imperfekce výztuhy

$$w_0 = 0.001 \text{ m}$$

$$\sigma_{cr,c} = 79.309 \text{ MPa}$$

$$\sigma_E = 190000 \cdot (t/h)^2 = 402.48 \text{ MPa}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|---------------|
| | $\psi = \sigma_2/\sigma_1 =$ | 1.000 | |
| | $I_p =$ | 1.5E-07 m ⁴ | |
| Podmínka torzní tuhosti | $I_t =$ | 6.9E-08 m ⁴ | |
| | $I_t/I_p =$ | 0.469 $\geq 5.3 \cdot f_y/t$ | vyhoví |
| | $\gamma =$ | 30.665 | |
| | $\delta =$ | 1.610 | |
| | $\alpha =$ | 2.148 | |
| | $k_{\sigma,p} =$ | 5.009 | |
| | $\sigma_{cr,p} =$ | 2016.1 MPa | |
| tlaková síla z přilehlých panelů (tlak) | $IN_{Ed} =$ | 2074.2 kN | |
| 0.5 | $\sigma_m =$ | 3.757 MPa | |
| | $u =$ | 7.658 | |
| | $I_{sl,min} =$ | 1.9E-06 m ⁴ | vyhoví |
| Kritická síla příčné výztuhy | $N_{cr,st} =$ | 86071 kN | |
| Podporová reakce (vnější osová síla) | $N_{st,ex} =$ | 869.3 kN | |
| poměrná stíhlost stojiny | $\lambda_w =$ | 0.267 | |
| Tlaková síla plynoucí z tahových polí | $N_{st,ten} =$ | 0 kN | |
| tlaková síla plynoucí z odchýlených sil | $\Delta N_{st,Ed} =$ | 41.5 kN | |
| celková osová síla | $\Sigma N_{st,Ed} =$ | 910.7 kN | |
| Dodatečný průhyb výztuhy | $w =$ | 0.0000 $\leq h_w/300$ | vyhoví |
| Maximální napětí ve výztuze | $\sigma_{max} =$ | 95.9 $\leq f_x/\gamma_{M1}$ | vyhoví |

10.4.6 Posouzení připojení příčniců k hlavním nosníkům koutovými svary

10.4.6.1. Posouzení vodorovného koutového svaru

| | | |
|----------------|-------------|--------|
| Tloušťka svarů | $a_{k,1} =$ | 8 mm |
| Délka svarů | $l_{k,1} =$ | 342 mm |

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [l_{k,1}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)] \cdot (N_d+M_{y,d}/b_3)/(a_k \cdot l_k \cdot 2)$$

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 41.8 | 88.9 | 87.6 | 40.6 | 27.6 | 88.5 | 43.6 | 87.1 | 89.0 | 39.4 | 88.6 | 87.8 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [l_{k,1}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)] \cdot [V_{y,d}+V_{z,d}+T_d/b_3+M_{z,d}/(l_k \cdot 0.5)]/(a_k \cdot l_k \cdot 2 \cdot \sqrt{2})$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|
| $\tau_{\perp} =$ | 8.7 | 33.1 | 30.3 | 6.1 | 8.7 | 18.7 | 5.6 | 17.6 | 33.1 | 1.3 | 18.5 | 17.6 |
|------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [l_{k,1}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)] \cdot [V_{y,d}+V_{z,d}+T_d/b_3+M_{z,d}/(l_k \cdot 0.5)]/(a_k \cdot l_k \cdot 2 \cdot \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|
| $\sigma_{\perp} =$ | 8.7 | 33.1 | 30.3 | 6.1 | 8.7 | 18.7 | 5.6 | 17.6 | 33.1 | 1.3 | 18.5 | 17.6 |
|--------------------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w \cdot \gamma_{M2})] \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.28 | 0.26 | 0.10 | 0.08 | 0.23 | 0.10 | 0.22 | 0.28 | 0.09 | 0.23 | 0.22 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.02 | 0.09 | 0.09 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.4.6.2. Posouzení svislého koutového svaru

| | | |
|----------------|-------------|--------|
| Tloušťka svarů | $a_{k,2} =$ | 8 mm |
| Délka svarů | $l_{k,2} =$ | 330 mm |

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [l_{k,2}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)] \cdot (V_{z,d}+T_d/t_3)/(a_k \cdot l_k \cdot 2)$$

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 11.8 | 42.9 | 42.8 | 8.5 | 11.7 | 22.6 | 7.3 | 21.2 | 43.0 | 12.9 | 22.3 | 21.2 |
|---------------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [l_{k,2}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)] \cdot [N_d+V_{y,d}+M_{z,d}/t_3+M_{y,d}/(l_k \cdot 0.5)]/(a_k \cdot l_k \cdot 2 \cdot \sqrt{2})$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| $\tau_{\perp} =$ | 45.6 | 146.1 | 124.3 | 56.2 | 25.6 | 145.8 | 56.7 | 141.2 | 146.1 | 60.0 | 145.8 | 142.2 |
|------------------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [l_{k,2}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)] \cdot [N_d+V_{y,d}+M_{z,d}/t_3+M_{y,d}/(l_k \cdot 0.5)]/(a_k \cdot l_k \cdot 2 \cdot \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| $\sigma_{\perp} =$ | 45.6 | 146.1 | 124.3 | 56.2 | 25.6 | 145.8 | 56.7 | 141.2 | 146.1 | 60.0 | 145.8 | 142.2 |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w \cdot \gamma_{M2})] \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.26 | 0.83 | 0.71 | 0.32 | 0.15 | 0.82 | 0.32 | 0.80 | 0.83 | 0.34 | 0.82 | 0.80 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

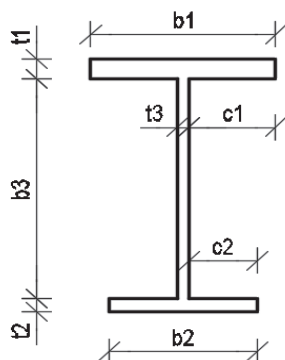
| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.13 | 0.41 | 0.35 | 0.16 | 0.07 | 0.41 | 0.16 | 0.40 | 0.41 | 0.17 | 0.41 | 0.40 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.5. Příčník v poli - delší pole

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|-------|----------|---|
| t1 = | 0.016 | 0.0145 | m |
| b1 = | 0.2 | 0.1985 | m |
| c1 = | 0.092 | 0.092 | m |
| t3 = | 0.016 | 0.0145 | m |
| b3 = | 0.268 | 0.268 | m |
| t2 = | 0.016 | 0.0145 | m |
| b2 = | 0.2 | 0.1985 | m |
| c2 = | 0.092 | 0.092 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.006$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0145$ m

světelná výška mezi pásnicemi

$c = 0.256$ m

$c/t = 17.6552$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.006$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0145$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.086$ m

$c/t = 5.93103$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.5.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355 N/NL

$f_y = 355$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 490$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$

Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otláčení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.5.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 9.6E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 4.8E-03 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 4.3E-03 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 6.9E-07 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 1.4E-04 \text{ m}^4$

$I_z = 1.9E-05 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.099 \text{ m}$

$y_- = 0.099 \text{ m}$

$z_+ = 0.149 \text{ m}$

$z_- = 0.149 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 3.8E-07 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 9.3E-04 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 9.3E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 1.9E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 1.9E-04 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.120 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.044 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 1.1E-03 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 3.0E-04 \text{ m}^3$

10.5.3 Vnitřní síly

10.5.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 171.3 | 171.3 | 130.7 | 171.3 | 130.7 | 171.3 | -204.9 | -202.9 | -138.4 | -202.9 | -201.6 | -201.6 |
| $V_{y,k} =$ | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | -1.3 | -1.6 | -0.8 | -1.6 | -1.6 | -1.6 |
| $V_{z,k} =$ | 27.1 | 27.1 | 33.9 | 27.1 | 33.0 | 26.7 | -14.2 | -20.7 | -28.8 | -20.7 | -21.2 | -21.2 |
| $T_k =$ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | -0.1 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.2 | -0.2 |
| $M_{y,k} =$ | 9.4 | 9.4 | -10.7 | 9.4 | 25.7 | 21.8 | -12.8 | -12.6 | -14.8 | -12.6 | -22.2 | -22.2 |
| $M_{z,k} =$ | 1.2 | 1.2 | 0.1 | 1.2 | 1.7 | 2.0 | -1.1 | -1.3 | -1.0 | -1.3 | -2.0 | -2.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 171.3 | 171.3 | -199.8 | 171.3 | 138.2 | 171.3 | -238.9 | -202.9 | -202.6 | -202.9 | -216.9 | -201.6 |
| $V_{y,d} =$ | 1.7 | 1.7 | -1.1 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | -1.6 | -1.6 | -1.2 | -1.6 | -1.6 | -1.6 |
| $V_{z,d} =$ | 27.1 | 27.1 | 42.3 | 27.1 | 33.6 | 26.7 | -41.3 | -20.7 | -42.6 | -20.7 | -20.9 | -21.2 |
| $T_d =$ | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | -0.1 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.1 | -0.2 |
| $M_{y,d} =$ | 9.4 | 9.4 | -21.3 | 9.4 | 26.7 | 21.8 | -7.5 | -12.6 | -21.6 | -12.6 | -27.0 | -22.2 |
| $M_{z,d} =$ | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.2 | 1.7 | 2.0 | -1.2 | -1.3 | -1.4 | -1.3 | -2.0 | -2.0 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.5.3.2 Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 171.3 | 171.3 | 130.7 | 171.3 | 130.7 | 171.3 | -204.9 | -202.9 | -138.4 | -202.9 | -201.6 | -201.6 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | -1.3 | -1.6 | -0.8 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 27.1 | 27.1 | 33.9 | 27.1 | 33.0 | 26.7 | -14.2 | -20.7 | -28.8 | -20.7 | -21.2 | -21.2 | kN |
| $T_k =$ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | -0.1 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 10.2 | 10.2 | -11.3 | 10.2 | 26.3 | 22.5 | -14.8 | -14.5 | -16.1 | -14.5 | -24.0 | -24.0 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 2.0 | 2.0 | 0.7 | 2.0 | 2.3 | 2.7 | -3.0 | -3.2 | -2.2 | -3.2 | -3.9 | -3.9 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 171.3 | 171.3 | -199.8 | 171.3 | 138.2 | 171.3 | -238.9 | -202.9 | -202.6 | -202.9 | -216.9 | -201.6 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 1.7 | 1.7 | -1.1 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | -1.6 | -1.6 | -1.2 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 27.1 | 27.1 | 42.3 | 27.1 | 33.6 | 26.7 | -41.3 | -20.7 | -42.6 | -20.7 | -20.9 | -21.2 | kN |
| $T_d =$ | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | -0.1 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 10.2 | 10.2 | -23.1 | 10.2 | 27.3 | 22.5 | -9.7 | -14.5 | -23.5 | -14.5 | -29.0 | -24.0 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 2.0 | 2.0 | 3.3 | 2.0 | 2.3 | 2.7 | -3.4 | -3.2 | -3.3 | -3.2 | -4.0 | -3.9 | kNm |

10.5.4 Posouzení průřezu

10.5.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 3423.1 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.5.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 3423.1 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.5.4.3 Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 5.8E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 3.9E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 1179.8 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 796.5 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 18.4828 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.5.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 4.1E-04 | 0.199 | 1.5E-04 | 0.297 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 4.1E-04 | 0.199 | 1.5E-04 | 0.297 |
| stěna v místě těžiště | 5.4E-04 | 0.015 | 1.5E-04 | 0.297 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.45 | 0.45 | 0.66 | 0.45 | 0.54 | 0.44 | 0.65 | 0.35 | 0.66 | 0.35 | 0.35 | 0.36 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.45 | 0.45 | 0.66 | 0.45 | 0.54 | 0.44 | 0.65 | 0.35 | 0.66 | 0.35 | 0.35 | 0.36 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 7.29 | 7.29 | 11.35 | 7.29 | 9.05 | 7.19 | 11.09 | 5.58 | 11.45 | 5.58 | 5.64 | 5.73 | MPa |
|------------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.800 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 2.4E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 6.90$$

$$\beta = 1.14$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.103$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.16 | 0.16 | 0.04 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.05 | 0.15 | 0.04 | 0.15 | 0.04 | 0.15 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.015 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c1 + t3/2) = 0.015 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.015 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c1 + t3/2) = 0.015 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.015 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.015 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b1 \cdot t1/4 = 1.1E-05 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b2 \cdot t2/4 = 1.1E-05 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 2.5E-05 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 2.5E-05 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} * \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} * t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} * S_{\omega} / (I_{\omega} * t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.39 | 0.39 | 0.09 | 0.39 | 0.35 | 0.39 | 0.13 | 0.37 | 0.09 | 0.37 | 0.11 | 0.37 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.31 | 0.31 | 0.07 | 0.31 | 0.28 | 0.31 | 0.10 | 0.30 | 0.07 | 0.30 | 0.09 | 0.30 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.39 | 0.39 | 0.09 | 0.39 | 0.35 | 0.39 | 0.13 | 0.37 | 0.09 | 0.37 | 0.11 | 0.37 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.31 | 0.31 | 0.07 | 0.31 | 0.28 | 0.31 | 0.10 | 0.30 | 0.07 | 0.30 | 0.09 | 0.30 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.39 | 0.39 | 0.09 | 0.39 | 0.35 | 0.39 | 0.13 | 0.37 | 0.09 | 0.37 | 0.11 | 0.37 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.70 | 0.70 | 0.16 | 0.70 | 0.62 | 0.70 | 0.23 | 0.66 | 0.16 | 0.66 | 0.20 | 0.66 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 1178.23 | 1178.23 | 1179.49 | 1178.23 | 1178.41 | 1178.23 | 1179.31 | 1178.32 | 1179.49 | 1178.32 | 1179.40 | 1178.32 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 795.38 | 795.38 | 796.23 | 795.38 | 795.50 | 795.38 | 796.11 | 795.44 | 796.23 | 795.44 | 796.17 | 795.44 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | vyhoví |

10.5.4.5 Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} * f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{381.1 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} * f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{106.4 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.05 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 * V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 * V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} * (1 - \rho_y) * f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{381.1 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} * (1 - \rho_z) * f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{106.4 \text{ kN}}}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 380.13 | 380.13 | 379.78 | 380.13 | 380.46 | 380.13 | 379.22 | 379.74 | 379.75 | 379.74 | 379.55 | 379.76 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 106.15 | 106.15 | 106.05 | 106.15 | 106.24 | 106.15 | 105.89 | 106.04 | 106.04 | 106.04 | 105.99 | 106.04 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.11 | 0.10 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.5.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.8 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 0.5$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.800 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.400 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 23.39$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 31.56$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.306$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 0.413$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.565$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0.638$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.962$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.890$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 2770.8 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.000 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.6E-04 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.800 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 45.83$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2) / A} = \sqrt{(I_p / A)} = 0.128 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 2.108$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}]} = 1.452$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 45.83$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a/i_p)) / 3]} = 0.577$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 34.85$ $\lambda_1 = 45.832$ $\lambda_2 = 31.564$ $\lambda_3 = 23.387$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 0.0E+00$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 45.83$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 45.83$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 0.600$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 0.748$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.837$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 2605.1 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.5.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.400 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 1.774 \text{ m}$ | podmínka splněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{(1 + \kappa_{wt}^2)} = \sqrt{(1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t))} = 2.850$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L_{cr,z}} = 3014.6 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 3014.6 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{(W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})} = 0.356$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

c (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.49$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 0.601$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.921$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 318.9 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 96.7 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.09 | 0.07 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.10 | 0.10 | 0.18 | 0.10 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.19 | 0.16 | 0.22 | 0.19 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.31$$

$$\lambda_z = 0.41$$

$$\chi_y = 0.962$$

$$\chi_z = 0.890$$

$$N_{b,Rd,y} = 2993.2 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 2770.8 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.92 | 0.91 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 318.9 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 96.7 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.09 | 0.09 | 0.16 | 0.09 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.19 | 0.17 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.09 | 0.09 | 0.15 | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.13 | 0.17 | 0.16 | vyhoví |

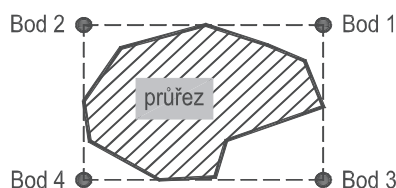
10.5.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -4.4 | -4.4 | 23.2 | -4.4 | -29.0 | -22.9 | 7.5 | 8.2 | 13.4 | 8.2 | 23.4 | 23.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 16.2 | 16.2 | 30.2 | 16.2 | -5.3 | 5.8 | -23.8 | -24.8 | -10.1 | -24.8 | -17.3 | -17.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 19.4 | 19.4 | -3.1 | 19.4 | 32.4 | 29.7 | -27.0 | -25.5 | -24.2 | -25.5 | -32.7 | -32.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 39.9 | 39.9 | 3.9 | 39.9 | 56.1 | 58.4 | -58.2 | -58.5 | -47.7 | -58.5 | -73.4 | -73.4 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 7.3 | 7.3 | 9.1 | 7.3 | 8.9 | 7.2 | 3.8 | 5.6 | 7.7 | 5.6 | 5.7 | 5.7 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 7.3 | 7.3 | 9.1 | 7.3 | 8.9 | 7.2 | 3.8 | 5.6 | 7.7 | 5.6 | 5.7 | 5.7 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k}^2 + 3 \cdot (\tau_m + \tau_k)^2)} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | <u>vyhoví</u> |
| $E_d/R_d =$ | 0.12 | 0.12 | 0.05 | 0.12 | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.14 | 0.17 | 0.21 | 0.21 | <u>vyhoví</u> |

10.5.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -4.4 | -4.4 | 23.2 | -4.4 | -29.0 | -22.9 | 7.5 | 8.2 | 13.4 | 8.2 | 23.4 | 23.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 16.2 | 16.2 | 30.2 | 16.2 | -5.3 | 5.8 | -23.8 | -24.8 | -10.1 | -24.8 | -17.3 | -17.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 19.4 | 19.4 | -3.1 | 19.4 | 32.4 | 29.7 | -27.0 | -25.5 | -24.2 | -25.5 | -32.7 | -32.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 39.9 | 39.9 | 3.9 | 39.9 | 56.1 | 58.4 | -58.2 | -58.5 | -47.7 | -58.5 | -73.4 | -73.4 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k}^2 + 3 \cdot (\tau_m + \tau_k)^2)} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | <u>vyhoví</u> |
| $E_d/R_d =$ | 0.12 | 0.12 | 0.05 | 0.12 | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.14 | 0.17 | 0.21 | 0.21 | <u>vyhoví</u> |

10.5.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.05 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.05 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.05 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.08 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.08 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.08 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.11 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.04 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.09 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.09 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.09 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.22 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.19 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.5.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} = 0.00041 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | $\geq 4 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|-------|--|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | |
| $\tau_{II} =$ | 6.63 | 6.63 | 10.36 | 6.63 | 8.25 | 6.54 | 10.12 | 5.07 | 10.45 | 5.07 | 5.13 | 5.20 | CO01 |

Dolní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} = 0.00041 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | | | | |
| | 6.63 | 6.63 | 10.36 | 6.63 | 8.25 | 6.54 | 10.12 | 5.07 | 10.45 | 5.07 | 5.13 | 5.20 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} = 0.00014 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 1.07 | 1.07 | 0.71 | 1.07 | 0.93 | 1.07 | 0.98 | 1.01 | 0.72 | 1.01 | 1.00 | 1.01 | CO03 |

Posouzení

| | | |
|----------------------|--|--|
| korelační součinitel | $\beta_w = 0.9$ | |
| | $\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$ | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

0.04 ≤ 1 vyhoví

10.5.5 Posouzení styčnickových plechů

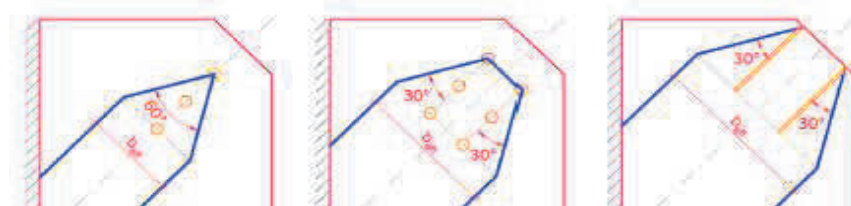
Únosnost přípoje v tahu je zpravidla mnohem vyšší, než při namáhání tlakem (za předpokladu, že není rozhodující porušení spojovacích prostředků).

10.5.5.1. Posouzení styčnickového plechu v místě příčniku

Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| délka dlouhé volné hrany | $a = 0.79 \text{ m}$ | |
| tloušťka styčnickového plechu | $t = 0.016 \text{ m}$ | |
| mez kluzu oceli | $f_y = 355 \text{ MPa}$ | |
| modul pružnosti v tahu a v tlaku | $E = 210000 \text{ MPa}$ | |
| štíhlost | $\lambda = a/t = 49.4$ | $\leq 945/\sqrt{f_y} = 50.2$ vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:



Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

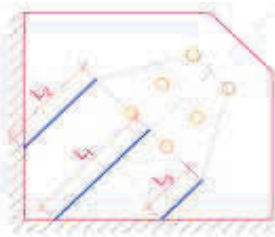


| | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------|---------------------------------------|-------------------------|
| efektivní (Whitmoreova) šířka | $b_{eff} =$ | 0.543 m | | | |
| součinitel bezpečnosti | - tlak | $\gamma_{M,tlak} =$ | 2 | | |
| | - tah | $\gamma_{M,tah} =$ | 1.00 | | |
| únosnost styčnickového plechu | $N_u = b_{eff} \cdot t \cdot f_y =$ | 3084.24 kN | pro tlak | $> N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} =$ | -477.8 kN vyhoví |
| | | | pro tah | $> N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} =$ | 171.3 kN vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



| | | | | | |
|---|---|------------|----------|---------------------------------------|-------------------------|
| Nominální délky styčnickového plechu | $L_1 =$ | 0.100 m | | | |
| | $L_2 =$ | 0.100 m | | | |
| | $L_3 =$ | 0.100 m | | | |
| Průměrná délka styčnickového plechu | $L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 =$ | 0.1 m | | | |
| poloměr setrvačnosti styčnickového plechu | $i = t / \sqrt{12} =$ | 0.0046 m | | | |
| součinitel kritické délky dle Dowswella | $\beta_{cr} =$ | 0.75 | | | |
| nominální délka dle Dowswella | $L_0 =$ | 0.1 m | | | |
| poměrná štíhlost | $\lambda_p = (\beta_{cr} \cdot L_0 / \pi \cdot i) \cdot \sqrt{f_y / E} =$ | 0.213 | | | |
| kritické napětí | $\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} \cdot f_y$ resp. $0.877 \cdot f_y / \lambda_p^2 =$ | 348.4 MPa | | | |
| únosnost styčnickového plechu | $N_u = b_{eff} \cdot t \cdot \sigma_{cr} =$ | 3026.49 kN | pro tlak | $> N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} =$ | -477.8 kN vyhoví |
| | | | pro tah | $> N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} =$ | 171.3 kN vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle modifikované Thorntonovy metody:

Roznášecí úhel lze zvětšit z 30° na 45°.

| | | | | | |
|--------------------------------------|--|------------|---|--|--|
| součinitel zvětšení roznášecího úhlu | $\rho = \tan 30^\circ / \tan 45^\circ =$ | 1.73 | | | |
| únosnost styč. plechu | $N_u = b_{eff} \cdot \rho \cdot t \cdot \sigma_{cr} =$ | 5235.82 kN | posouzení není provedeno, uvažují se konzervativnější řešení | | |

10.5.6 Posouzení připojení příčníků k hlavním nosníkům koutovými svary

10.5.6.1. Posouzení vodorovného koutového svaru

| | | |
|----------------|---------|--------|
| Tloušťka svarů | $a_k =$ | 4 mm |
| Délka svarů | $l_k =$ | 210 mm |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů: | $\tau_{II} = (N_d + M_{y,d} / b_3) / (a_k \cdot l_k \cdot 4)$ | | | | | | | | | | | |
| $\tau_{II} =$ | 62.3 | 62.3 | 85.2 | 62.3 | 71.4 | 76.0 | 81.9 | 76.5 | 86.4 | 76.5 | 96.7 | 86.7 |
| Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů: | $\tau_{\perp} = [l_{k,1} / (l_{k,1} + l_{k,2} + b_1 + b_2)] \cdot [V_{y,d} + V_{z,d} + T_d / b_3 + M_{z,d} / (l_k \cdot 0,5)] / (a_k \cdot l_k \cdot 4 \cdot \sqrt{2})$ | | | | | | | | | | | |
| $\tau_{\perp} =$ | 10.1 | 10.1 | 15.7 | 10.1 | 12.2 | 11.6 | 15.9 | 11.1 | 15.9 | 11.1 | 12.8 | 12.7 |
| Normálové napětí kolmé na rovinu svaru: | $\sigma_{\perp} = [l_{k,1} / (l_{k,1} + l_{k,2} + b_1 + b_2)] \cdot [V_{y,d} + V_{z,d} + T_d / b_3 + M_{z,d} / (l_k \cdot 0,5)] / (a_k \cdot l_k \cdot 4 \cdot \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$ | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_{\perp} =$ | 10.1 | 10.1 | 15.7 | 10.1 | 12.2 | 11.6 | 15.9 | 11.1 | 15.9 | 11.1 | 12.8 | 12.7 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Posouzení 1: | $[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0,5} / [f_u / (b_w \cdot \gamma_{M2})] \leq 1$ | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.15 | 0.15 | 0.21 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.19 | 0.22 | 0.19 | 0.23 | 0.21 vyhoví |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| Posouzení 2: | $\sigma_{\perp}/(0,9 \cdot f_u/\gamma_{M2}) \leq 1$ | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 vyhoví |

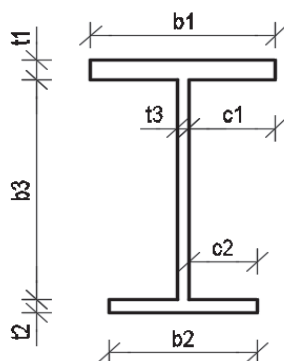
Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.6. Příčník v poli - kratší pole

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|-------|----------|---|
| t1 = | 0.012 | 0.0105 | m |
| b1 = | 0.15 | 0.1485 | m |
| c1 = | 0.069 | 0.069 | m |
| t3 = | 0.012 | 0.0105 | m |
| b3 = | 0.366 | 0.366 | m |
| t2 = | 0.012 | 0.0105 | m |
| b2 = | 0.15 | 0.1485 | m |
| c2 = | 0.069 | 0.069 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.004$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0105$ m

světelná výška mezi pásnicemi

$c = 0.358$ m

$c/t = 34.0952$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 3

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.004$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0105$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.065$ m

$c/t = 6.19048$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.6.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355 N/NL

$f_y = 355$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 490$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$

Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.6.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 7.0E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 2.6E-03 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 4.1E-03 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 2.6E-07 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 1.5E-04 \text{ m}^4$

$I_z = 5.8E-06 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y^+ = 0.074 \text{ m}$

$y^- = 0.074 \text{ m}$

$z^+ = 0.194 \text{ m}$

$z^- = 0.194 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 2.0E-07 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z^+ = 7.9E-04 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z^- = 7.9E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y^+ = 7.8E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y^- = 7.8E-05 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.148 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.029 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 9.4E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 1.3E-04 \text{ m}^3$

10.6.3 Vnitřní síly

10.6.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 52.0 | 17.7 | 25.7 | 17.7 | 25.7 | 17.7 | -232.2 | -90.4 | -27.5 | -101.5 | -28.7 | -232.2 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | -1.2 | -1.2 | 0.4 | -1.0 | 0.3 | -1.2 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -19.7 | 37.8 | 38.8 | 37.8 | 38.1 | 37.5 | 1.3 | -30.9 | -33.5 | 23.7 | 33.5 | 0.9 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | -14.5 | -8.0 | -31.7 | -8.0 | 14.5 | 13.4 | -31.2 | -31.9 | -42.0 | -14.2 | -42.2 | -30.6 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 1.6 | 1.6 | -1.0 | -0.2 | 0.0 | -0.4 | 0.0 | -1.6 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 60.5 | 17.7 | -34.0 | 23.2 | 29.9 | 17.7 | -232.2 | -90.4 | -32.2 | -98.2 | -34.0 | -232.2 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.1 | 1.3 | 0.5 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | -1.2 | -1.2 | 0.5 | -1.0 | 0.5 | -1.2 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -9.3 | 37.8 | 47.7 | -32.2 | 38.5 | 37.5 | 1.3 | -30.9 | -47.7 | 22.6 | 47.7 | 0.9 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 9.8 | -8.0 | -59.9 | -27.4 | 14.5 | 13.4 | -31.2 | -31.9 | -59.8 | -13.5 | -59.9 | -30.6 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.1 | 0.9 | -0.1 | -0.1 | 1.5 | 1.6 | -1.0 | -0.2 | 0.1 | -0.4 | -0.1 | -1.6 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.6.3.2 Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 9 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.745$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 52.0 | 17.7 | 25.7 | 17.7 | 25.7 | 17.7 | -232.2 | -90.4 | -27.5 | -101.5 | -28.7 | -232.2 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | -1.2 | -1.2 | 0.4 | -1.0 | 0.3 | -1.2 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -19.7 | 37.8 | 38.8 | 37.8 | 38.1 | 37.5 | 1.3 | -30.9 | -33.5 | 23.7 | 33.5 | 0.9 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | -14.7 | -8.1 | -31.8 | -8.1 | 14.6 | 13.5 | -33.4 | -32.7 | -42.3 | -15.1 | -42.4 | -32.8 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.3 | 0.9 | 0.2 | 0.9 | 1.7 | 1.6 | -3.1 | -1.0 | 0.3 | -1.4 | -0.3 | -3.8 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 60.5 | 17.7 | -34.0 | 23.2 | 29.9 | 17.7 | -232.2 | -90.4 | -32.2 | -98.2 | -34.0 | -232.2 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.1 | 1.3 | 0.5 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | -1.2 | -1.2 | 0.5 | -1.0 | 0.5 | -1.2 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -9.3 | 37.8 | 47.7 | -32.2 | 38.5 | 37.5 | 1.3 | -30.9 | -47.7 | 22.6 | 47.7 | 0.9 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 10.1 | -8.1 | -60.3 | -27.5 | 14.6 | 13.5 | -33.4 | -32.7 | -60.1 | -14.4 | -60.3 | -32.8 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.4 | 0.9 | -0.4 | -0.2 | 1.6 | 1.6 | -3.1 | -1.0 | 0.4 | -1.4 | -0.4 | -3.8 | kNm |

10.6.4 Posouzení průřezu

10.6.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{2471.3 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.02 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.01 & 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.6.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{2471.3 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.09 & 0.04 & 0.01 & 0.04 & 0.01 & 0.09 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.6.4.3 Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 3.1E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 3.8E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = \underline{\underline{639.2 \text{ kN}}}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = \underline{\underline{787.7 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 34.8571 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.6.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 2.9E-04 | 0.149 | 6.3E-05 | 0.387 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 2.9E-04 | 0.149 | 6.3E-05 | 0.387 |
| stěna v místě těžiště | 4.7E-04 | 0.011 | 6.3E-05 | 0.387 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.12 | 0.52 | 0.63 | 0.45 | 0.53 | 0.52 | 0.05 | 0.43 | 0.63 | 0.32 | 0.63 | 0.05 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.12 | 0.52 | 0.63 | 0.45 | 0.53 | 0.52 | 0.05 | 0.43 | 0.63 | 0.32 | 0.63 | 0.05 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 2.70 | 11.05 | 13.91 | 9.42 | 11.25 | 10.95 | 0.40 | 9.05 | 13.90 | 6.60 | 13.91 | 0.30 | MPa |
|------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.800 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 2.0E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 6.90$$

$$\beta = 1.14$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.074$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{[(M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2]} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.014 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.014 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.014 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.014 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.014 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.014 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1/4 = 5.6E-06 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2/4 = 5.6E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 1.4E-05 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 1.4E-05 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.03 | 0.18 | 0.03 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.02 | 0.15 | 0.02 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.02 | 0.12 | 0.02 | 0.12 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.03 | 0.18 | 0.03 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.02 | 0.15 | 0.02 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.02 | 0.12 | 0.02 | 0.12 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.03 | 0.18 | 0.03 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.05 | 0.33 | 0.05 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.27 | 0.27 | 0.05 | 0.27 | 0.05 | 0.27 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 639.10 | 638.76 | 639.10 | 638.76 | 638.76 | 638.76 | 638.83 | 638.83 | 639.10 | 638.83 | 639.10 | 638.83 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 787.58 | 787.16 | 787.58 | 787.16 | 787.16 | 787.16 | 787.24 | 787.24 | 787.58 | 787.24 | 787.58 | 787.24 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | vyhoví |

10.6.4.5 Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{333.2 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{44.7 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.02 | 0.18 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.10 | 0.18 | 0.04 | 0.18 | 0.10 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.06 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{333.2 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{44.7 \text{ kN}}}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.02 | 0.18 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.10 | 0.18 | 0.04 | 0.18 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | <u>vyhoví</u> |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| $M_{N,y} =$ | 333.04 | 333.22 | 333.17 | 333.21 | 333.19 | 333.22 | 330.29 | 332.79 | 333.18 | 332.71 | 333.17 | 330.29 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 44.65 | 44.68 | 44.67 | 44.68 | 44.67 | 44.68 | 44.29 | 44.62 | 44.67 | 44.61 | 44.67 | 44.29 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.02 | 0.18 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.10 | 0.18 | 0.04 | 0.18 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | <u>vyhoví</u> |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.04 | 0.05 | 0.19 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.17 | 0.12 | 0.19 | 0.07 | 0.19 | 0.19 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.6.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.8 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve vswlém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 0.5$$

vzpěrná délka ve vswlém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.800 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.400 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve vswlém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 18.86$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 48.64$$

poměrná štíhlost prutu ve vswlém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.247$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 0.637$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.538$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0.810$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve vswlém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.983$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.763$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 1715.2 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.14 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.000 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.6E-04 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.800 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 66.49$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.151 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 1.868$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.367$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 66.49$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.577$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 48.80$ $\lambda_1 = 66.492$ $\lambda_2 = 48.645$ $\lambda_3 = 18.860$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 0.0E+00$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 66.49$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 66.49$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 0.870$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 0.993$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.680$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1528.4 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.06 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.15 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.6.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.400 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 1.151 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 3.350$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 1198.5 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 1198.5 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 0.527$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 0.763$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.760$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 230.3 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 40.6 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.04 | 0.04 | 0.26 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.15 | 0.14 | 0.26 | 0.06 | 0.26 | 0.14 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.07 | 0.29 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.37 | 0.23 | 0.29 | 0.16 | 0.29 | 0.39 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\bar{\lambda}_y = 0.25$$

$$\bar{\lambda}_z = 0.64$$

$$\chi_y = 0.983$$

$$\chi_z = 0.763$$

$$N_{b,Rd,y} = 2209.3 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 1715.2 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \bar{\lambda}_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.98 | 0.93 | 0.91 | 0.93 | 0.91 | 0.98 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.59 | 0.56 | 0.55 | 0.56 | 0.55 | 0.59 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 230.3 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 40.6 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.07 | 0.05 | 0.26 | 0.12 | 0.09 | 0.08 | 0.33 | 0.20 | 0.26 | 0.14 | 0.26 | 0.34 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.06 | 0.05 | 0.17 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.31 | 0.16 | 0.17 | 0.13 | 0.17 | 0.32 | vyhoví |

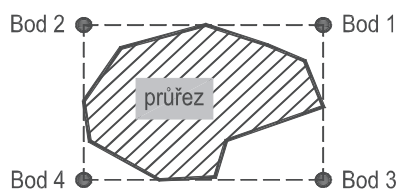
10.6.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 28.6 | 3.9 | 54.0 | 3.9 | -42.2 | -41.1 | 46.9 | 48.7 | 60.6 | 21.2 | 68.2 | 54.8 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 35.1 | 28.1 | 58.8 | 28.1 | 1.2 | 1.4 | -34.1 | 21.8 | 68.1 | -13.8 | 60.4 | -44.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | -20.2 | -23.0 | -51.4 | -23.0 | 6.2 | 3.7 | -64.0 | -59.9 | -79.7 | -29.1 | -72.6 | -54.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | -13.7 | 1.2 | -46.7 | 1.2 | 49.5 | 46.2 | -145.0 | -86.8 | -72.2 | -64.1 | -80.3 | -152.9 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 5.7 | 11.0 | 11.3 | 11.0 | 11.1 | 10.9 | 0.4 | 9.0 | 9.8 | 6.9 | 9.8 | 0.3 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 5.7 | 11.0 | 11.3 | 11.0 | 11.1 | 10.9 | 0.4 | 9.0 | 9.8 | 6.9 | 9.8 | 0.3 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2)/f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.10 | 0.10 | 0.18 | 0.10 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 0.07 | 0.20 | 0.15 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.06 | 0.09 | 0.16 | 0.09 | 0.15 | 0.14 | 0.41 | 0.25 | 0.23 | 0.18 | 0.23 | 0.43 | vyhoví |

10.6.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi \cdot A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z}/I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 28.6 | 3.9 | 54.0 | 3.9 | -42.2 | -41.1 | 46.9 | 48.7 | 60.6 | 21.2 | 68.2 | 54.8 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 35.1 | 28.1 | 58.8 | 28.1 | 1.2 | 1.4 | -34.1 | 21.8 | 68.1 | -13.8 | 60.4 | -44.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | -20.2 | -23.0 | -51.4 | -23.0 | 6.2 | 3.7 | -64.0 | -59.9 | -79.7 | -29.1 | -72.6 | -54.1 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | -13.7 | 1.2 | -46.7 | 1.2 | 49.5 | 46.2 | -145.0 | -86.8 | -72.2 | -64.1 | -80.3 | -152.9 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2)/f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.10 | 0.10 | 0.18 | 0.10 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 0.07 | 0.20 | 0.15 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.06 | 0.09 | 0.16 | 0.09 | 0.15 | 0.14 | 0.41 | 0.25 | 0.23 | 0.18 | 0.23 | 0.43 | vyhoví |

10.6.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.09 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.18 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.18 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.18 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.19 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.10 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.14 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.15 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.26 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.39 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.34 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.43 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.43 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.6.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|-------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 0.00029 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | ≥ 6 mm - nevyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|-------|--|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | |
| $\tau_{II} =$ | 2.21 | 9.04 | 11.40 | 7.70 | 9.21 | 8.96 | 0.30 | 7.40 | 11.40 | 5.39 | 11.40 | 0.22 | CO01 |

Dolní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} =$ | 0.00029 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|------|--|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | |
| 2.21 | 9.04 | 11.40 | 7.70 | 9.21 | 8.96 | 0.30 | 7.40 | 11.40 | 5.39 | 11.40 | 0.22 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 5.8E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ |
| $\tau_{II} =$ | 0.07 | 1.56 | 0.64 | 1.34 | 1.47 | 1.56 | 1.50 | 1.51 | 0.65 | 1.19 | 0.64 | 1.50 | CO03 |

Posouzení

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| korelační součinitel | $\beta_w = 0.9$ | | | | | | | | | | | | |
| | $\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$ | | | | | | | | | | | | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | vyhoví |

Posouzení svarů

0.05 ≤ 1 vyhoví

10.6.5 Posouzení připojení příčníků k hlavním nosníkům koutovými svary

10.6.5.1. Posouzení vodorovného koutového svaru

| | | | |
|----------------|-------------|--------|--|
| Tloušťka svarů | $a_{k,1} =$ | 6 mm | |
| Délka svarů | $l_{k,1} =$ | 342 mm | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů: | $\tau_{II} = [l_{k,1}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)]*(N_d+M_{y,d}/b_3)/(a_k*l_k*2)$ | | | | | | | | | | | |
| $\tau_{II} =$ | 2.4 | 1.9 | 14.1 | 6.4 | 3.4 | 3.2 | 7.9 | 7.7 | 14.1 | 3.4 | 14.1 | 7.7 |
| Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů: | $\tau_{\perp} = [l_{k,1}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)]*[V_{y,d}+V_{z,d}+T_d/b_3+M_{z,d}/(l_k*0.5)]/(a_k*l_k*2*\sqrt{2})$ | | | | | | | | | | | |
| $\tau_{\perp} =$ | 0.7 | 2.7 | 3.1 | 2.1 | 3.0 | 2.9 | 1.3 | 2.3 | 3.0 | 1.9 | 3.1 | 1.5 |
| Normálové napětí kolmé na rovinu svaru: | $\sigma_{\perp} = [l_{k,1}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)]*[V_{y,d}+V_{z,d}+T_d/b_3+M_{z,d}/(l_k*0.5)]/(a_k*l_k*2*\sqrt{2}) = \tau_{\perp}$ | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_{\perp} =$ | 0.7 | 2.7 | 3.1 | 2.1 | 3.0 | 2.9 | 1.3 | 2.3 | 3.0 | 1.9 | 3.1 | 1.5 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Posouzení 1: | $[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$ | | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | vyhoví |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Posouzení 2: | $\sigma_{\perp}/(0,9*f_u/\gamma_{M2}) \leq 1$ | | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040
10.6.5.2. Posouzení svislého koutového svaru

Tloušťka svarů $a_{k,2} = 6 \text{ mm}$
 Délka svarů $l_{k,2} = 330 \text{ mm}$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů: $\tau_{II} = [l_{k,2}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)]*(V_{z,d}+T_d/t_3)/(a_k*l_k*2)$
 $\tau_{II} = 9.3 \quad 8.9 \quad 26.1 \quad 12.7 \quad 15.5 \quad 14.4 \quad 42.3 \quad 22.9 \quad 25.8 \quad 18.2 \quad 26.1 \quad 45.6$
 Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů: $\tau_{\perp} = [l_{k,2}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)]*[N_d+V_{y,d}+M_{z,d}/t_3+M_{y,d}/(l_k*0,5)]/(a_k*l_k*2*\sqrt{2})$
 $\tau_{\perp} = 9.1 \quad 8.8 \quad 25.3 \quad 12.3 \quad 15.3 \quad 14.3 \quad 41.9 \quad 22.4 \quad 25.1 \quad 18.0 \quad 25.3 \quad 45.2$
 Normálové napětí kolmé na rovinu svaru: $\sigma_{\perp} = [l_{k,2}/(l_{k,1}+l_{k,2}+b_1+b_2)]*[N_d+V_{y,d}+M_{z,d}/t_3+M_{y,d}/(l_k*0,5)]/(a_k*l_k*2*\sqrt{2}) = \tau_{\perp}$
 $\sigma_{\perp} = 9.1 \quad 8.8 \quad 25.3 \quad 12.3 \quad 15.3 \quad 14.3 \quad 41.9 \quad 22.4 \quad 25.1 \quad 18.0 \quad 25.3 \quad 45.2$

Posouzení 1: $[\sigma_{\perp}^2+3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]^{0,5}/[f_u/(b_w*\gamma_{M2})] \leq 1$

$E_d/R_d =$

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.06 | 0.05 | 0.15 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.25 | 0.14 | 0.15 | 0.11 | 0.15 | 0.27 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

vyhoví

Posouzení 2: $\sigma_{\perp}/(0,9*f_u/\gamma_{M2}) \leq 1$

$E_d/R_d =$

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.03 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.12 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.13 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

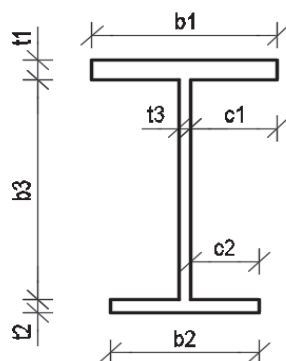
vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.7. Diagonály v podpoře - delší pole (2x U 240)

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

0.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|--------|----------|---|
| t1 = | 0.013 | 0.0125 | m |
| b1 = | 0.085 | 0.0845 | m |
| c1 = | 0.0755 | 0.03775 | m |
| t3 = | 0.0095 | 0.009 | m |
| b3 = | 0.214 | 0.214 | m |
| t2 = | 0.013 | 0.0125 | m |
| b2 = | 0.085 | 0.0845 | m |
| c2 = | 0.0755 | 0.03775 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

a_w = 0.012 mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

t = 0.009 m

světlná výška mezi pásnicemi

c = 0.214 m

c/t = 21.1111

 $\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb $\Psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha > 0.5; \Psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

 $\alpha \leq 0.5; \Psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

a_w = 0.012 mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

t = 0.0125 m

přečnívající část pásnice

0.03775 m

c = 0.02575 m

c/t = 2.06

 $\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb $k_{\sigma} = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha; k_{\sigma}$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha; k_{\sigma}$

Třída průřezu 1

10.7.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355
f_y = 355 MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

f_u = 490 MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

E = 210000 MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

v = 0.3

modul pružnosti ve smyku

G = E/[2*(1+v)] = 80769 MPa

 $\epsilon = v(235/f_y) = 0.81$ Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

Y_s = 1.15

Dílčí součinitel betonu

Y_c = 1.50

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

Y_{M0} = 1.00

- únosnost prutu při posuzování stability

Y_{M1} = 1.10

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

Y_{M2} = 1.25

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

Y_{M2} = 1.25

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

Y_{M3} = 1.25

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

Y_{M3,ser} = 1.10

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.7.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 4.0E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 1.8E-03 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 2.2E-03 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 1.6E-07 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 3.4E-05 \text{ m}^4$

$I_z = 2.7E-06 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.060 \text{ m}$

$y_- = 0.024 \text{ m}$

$z_+ = 0.120 \text{ m}$

$z_- = 0.120 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = -0.049 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 2.4E-08 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 2.9E-04 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 2.9E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 4.5E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 1.1E-04 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.092 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.026 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 3.4E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 1.8E-04 \text{ m}^3$

10.7.3 Vnitřní síly

10.7.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 163.2 | -216.6 | -206.5 | -165.4 | -206.5 | -216.6 | -556.4 | -216.6 | -216.7 | 29.7 | -216.7 | -216.6 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | 0.0 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 242.1 | -324.5 | 116.8 | -165.4 | 116.8 | -324.5 | -556.4 | -324.5 | -156.0 | 29.7 | -156.0 | -324.5 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | 0.0 | -0.2 | 0.3 | -0.2 | 0.3 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.2 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.1 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.7.3.2 Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.570 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.248$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 163.2 | -216.6 | -206.5 | -165.4 | -206.5 | -216.6 | -556.4 | -216.6 | -216.7 | 29.7 | -216.7 | -216.6 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | 0.0 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.8 | -2.1 | 2.1 | -1.6 | 2.1 | -2.1 | 5.4 | -2.1 | -2.2 | -0.2 | -2.2 | -2.1 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 242.1 | -324.5 | 116.8 | -165.4 | 116.8 | -324.5 | -556.4 | -324.5 | -156.0 | 29.7 | -156.0 | -324.5 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | 0.0 | -0.2 | 0.3 | -0.2 | 0.3 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.2 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 1.1 | -3.2 | 0.7 | -1.6 | 0.7 | -3.2 | 5.4 | -3.2 | -1.6 | -0.2 | -1.6 | -3.2 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

10.7.4 Posouzení průřezu

10.7.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1433.7 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.17 & 0.00 & 0.08 & 0.00 & 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.02 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.7.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1433.7 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.23 & 0.00 & 0.12 & 0.00 & 0.23 & 0.39 & 0.23 & 0.11 & 0.00 & 0.11 & 0.23 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.7.4.3 Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 2.1E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 1.9E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 433.0 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 394.8 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 23.7778 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.7.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 1.2E-04 | 0.085 | 1.0E-04 | 0.239 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 1.2E-04 | 0.085 | 1.0E-04 | 0.239 |
| stěna v místě těžiště | 1.7E-04 | 0.009 | 2.4E-05 | 0.239 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.00 | 0.09 | 0.17 | 0.09 | 0.17 | 0.09 | 0.12 | 0.09 | 0.17 | 0.09 | 0.17 | 0.09 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.150 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{G \cdot I_t / (E \cdot I_w)} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 3.4E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.442$$

bimoment

$$B_{sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.005 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c1 + t3/2) = 0.005 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.005 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c1 + t3/2) = 0.005 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.005 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.005 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b1 \cdot t1/4 = 1.3E-06 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b2 \cdot t2/4 = 1.3E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 4.8E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 4.8E-06 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} * \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} * t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} * S_{\omega} / (I_{\omega} * t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 4.69 | 0.17 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.33 | 0.01 | 0.00 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 4.69 | 0.17 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.33 | 0.01 | 0.00 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 3.37 | 0.12 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 4.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 5.02 | 0.19 | 0.00 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukována vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 432.82 | 432.98 | 432.98 | 429.19 | 432.98 | 432.98 | 432.98 | 432.98 | 432.82 | 428.72 | 432.82 | 432.98 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 394.61 | 394.75 | 394.75 | 391.30 | 394.75 | 394.75 | 394.75 | 394.75 | 394.61 | 390.87 | 394.61 | 394.75 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.7.4.5 Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} * f_y / \gamma_{M0} = \underline{121.5 \text{ kN}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} * f_y / \gamma_{M0} = \underline{63.9 \text{ kN}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\text{bez redukce}}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\text{bez redukce}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 * V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 * V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} * (1 - \rho_y) * f_y / \gamma_{M0} = \underline{121.5 \text{ kN}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} * (1 - \rho_z) * f_y / \gamma_{M0} = \underline{63.9 \text{ kN}}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| $M_{N,y} =$ | 118.05 | 115.28 | 120.70 | 119.89 | 120.70 | 115.28 | 103.21 | 115.28 | 120.07 | 121.46 | 120.07 | 115.28 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 62.12 | 60.66 | 63.52 | 63.09 | 63.52 | 60.66 | 54.31 | 60.66 | 63.18 | 63.91 | 63.18 | 60.66 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |

10.7.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.15 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.150 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 2.150 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 23.27$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 83.06$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.305$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 1.087$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.564$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 1.308$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.962$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.491$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 640.1 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.51 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 0.51 | 0.87 | 0.51 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.51 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.049 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 4.7E-05 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.150 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 63.87$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.108 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.591$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.096$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 91.02$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.696$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 74.74$ $\lambda_1 = 83.063$ $\lambda_2 = 63.871$ $\lambda_3 = 23.271$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.1E-01$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 88.00$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 91.02$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.191$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 1.378$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.483$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 629.4 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.52 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 0.52 | 0.88 | 0.52 | 0.25 | 0.00 | 0.25 | 0.52 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.7.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 2.150 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 1.035 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.361$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 170.0 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 170.0 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 0.846$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.103$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.552$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 61.0 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 58.1 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.19 | 0.57 | 0.09 | 0.29 | 0.09 | 0.57 | 0.97 | 0.57 | 0.27 | 0.02 | 0.27 | 0.57 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.30$$

$$\lambda_z = 1.09$$

$$\chi_y = 0.962$$

$$\chi_z = 0.491$$

$$N_{b,Rd,y} = 1254.4 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 640.1 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.92 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.92 | 0.94 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.92 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 1.54 | 0.90 | 1.23 | 0.90 | 1.54 | 2.00 | 1.54 | 1.21 | 0.90 | 1.21 | 1.54 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.92 | 0.54 | 0.74 | 0.54 | 0.92 | 1.20 | 0.92 | 0.72 | 0.54 | 0.72 | 0.92 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.55 | 0.57 | 0.55 | 0.55 | 0.54 | 0.55 | 0.55 |

$$M_{b,Rd,y} = 61.0 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 58.1 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.19 | 0.56 | 0.09 | 0.29 | 0.09 | 0.56 | 0.97 | 0.56 | 0.27 | 0.02 | 0.27 | 0.56 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.18 | 0.54 | 0.09 | 0.28 | 0.09 | 0.54 | 0.93 | 0.54 | 0.26 | 0.02 | 0.26 | 0.54 | vyhoví |

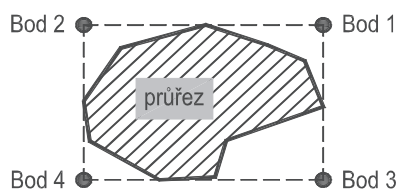
10.7.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 35.6 | -97.7 | -119.0 | -74.5 | -119.0 | -97.7 | -319.5 | -97.7 | -97.4 | 8.5 | -97.4 | -97.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 35.6 | -97.7 | -119.0 | -74.5 | -119.0 | -97.7 | -319.5 | -97.7 | -97.4 | 8.5 | -97.4 | -97.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 45.2 | -124.4 | -92.8 | -95.1 | -92.8 | -124.4 | -251.1 | -124.4 | -124.9 | 6.1 | -124.9 | -124.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 45.2 | -124.4 | -92.8 | -95.1 | -92.8 | -124.4 | -251.1 | -124.4 | -124.9 | 6.1 | -124.9 | -124.4 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2)/f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.10 | 0.28 | 0.34 | 0.21 | 0.34 | 0.28 | 0.90 | 0.28 | 0.27 | 0.03 | 0.27 | 0.28 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.13 | 0.35 | 0.26 | 0.27 | 0.26 | 0.35 | 0.71 | 0.35 | 0.35 | 0.03 | 0.35 | 0.35 | vyhoví |

10.7.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i/(\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i/I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 35.6 | -97.7 | -119.0 | -74.5 | -119.0 | -97.7 | -319.5 | -97.7 | -97.4 | 8.5 | -97.4 | -97.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 35.6 | -97.7 | -119.0 | -74.5 | -119.0 | -97.7 | -319.5 | -97.7 | -97.4 | 8.5 | -97.4 | -97.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 45.2 | -124.4 | -92.8 | -95.1 | -92.8 | -124.4 | -251.1 | -124.4 | -124.9 | 6.1 | -124.9 | -124.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 45.2 | -124.4 | -92.8 | -95.1 | -92.8 | -124.4 | -251.1 | -124.4 | -124.9 | 6.1 | -124.9 | -124.4 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2)/f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.10 | 0.28 | 0.34 | 0.21 | 0.34 | 0.28 | 0.90 | 0.28 | 0.27 | 0.03 | 0.27 | 0.28 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.13 | 0.35 | 0.26 | 0.27 | 0.26 | 0.35 | 0.71 | 0.35 | 0.35 | 0.03 | 0.35 | 0.35 | vyhoví |

10.7.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|---------------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | $0.17 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | $0.39 \leq 1$ | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | $0.00 \leq 1$ | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | $0.02 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb | $0.04 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | $0.04 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | $0.05 \leq 1$ | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | $0.05 \leq 1$ | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | $0.00 \leq 1$ | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | $0.87 \leq 1$ | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | $0.88 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | $0.09 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | $0.97 \leq 1$ | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | $0.97 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | $0.90 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | $0.90 \leq 1$ | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.7.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} = 0.00012 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | $\geq 4 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | |
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | CO01 |

Dolní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} = 0.00012 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | | | | |
| | 0.00 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} = 3.9E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | CO03 |

Posouzení

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| korelační součinitel | $\beta_w = 0.9$ | | | | | | | | | | | | |
| | $\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$ | | | | | | | | | | | | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Posouzení svarů 0.00 ≤ 1 vyhoví

10.7.5 Posouzení styčnickových plechů

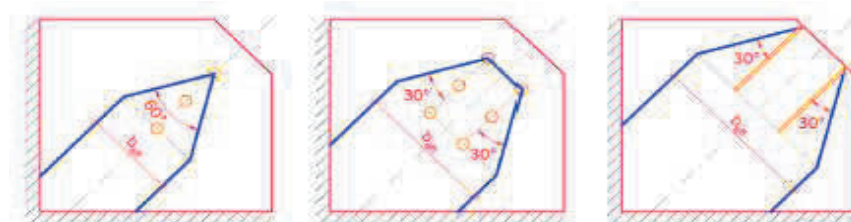
Únosnost přípoje v tahu je zpravidla mnohem vyšší, než při namáhání tlakem (za předpokladu, že není rozhodující porušení spojovacích prostředků).

10.7.5.1. Posouzení styčnickového plechu v místě příčníku

Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| délka dlouhé volné hrany | $a = 0.5 \text{ m}$ | |
| tloušťka styčnickového plechu | $t = 0.02 \text{ m}$ | |
| mez kluzu oceli | $f_y = 355 \text{ MPa}$ | |
| modul pružnosti v tahu a v tlaku | $E = 210000 \text{ MPa}$ | |
| štíhlost | $\lambda = a/t = 25.0$ | $\leq 945/\sqrt{f_y} = 50.2$ vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:



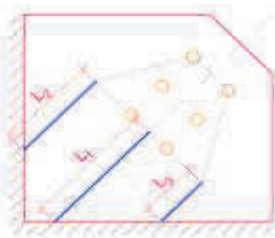
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------|
| efektivní (Whitmoreova) šířka | $b_{eff} =$ | 0.337 m | | | |
| součinitel bezpečnosti | - tlak | $\gamma_{M,tlak} =$ | 2 | | |
| | - tah | $\gamma_{M,tah} =$ | 1.00 | | |
| únosnost styčnickového plechu | $N_u = b_{eff} * t * f_y =$ | 2392.7 kN | pro tlak | $> N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} =$ | -1112.9 kN vyhoví |
| | | | pro tah | $> N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} =$ | 242.1 kN vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$L_1 = 0.099 \text{ m}$

$L_2 = 0.240 \text{ m}$

$L_3 = 0.000 \text{ m}$

Průměrná délka styčnickového plechu

$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.113 \text{ m}$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$i = t / \sqrt{12} = 0.0058 \text{ m}$

součinitel kritické délky dle Dowsella

$\beta_{cr} = 0.75$

nominální délka dle Dowsella

$L_0 = 0.099 \text{ m}$

poměrná štíhlost

$\lambda_p = (\beta_{cr} * L_0 / \pi * i) * \sqrt{f_y / E} = 0.168$

kritické napětí

$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} * f_y \text{ resp. } 0.877 * f_y / \lambda_p^2 = 350.8 \text{ MPa}$

únosnost styčnickového plechu

$N_u = b_{eff} * t * \sigma_{cr} = 2364.5 \text{ kN}$

pro tlak $> N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -1112.9 \text{ kN}$

vyhoví

pro tah $> N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 242.1 \text{ kN}$

vyhovíPosouzení styčnickového plechu dle modifikované Thorntonovy metody:

Roznášecí úhel lze zvětšit z 30° na 45°.

součinitel zvětšení roznášecího úhlu

$\rho = \tan 30^\circ / \tan 45^\circ = 1.73$

únosnost styč. plechu

$N_u = b_{eff} * \rho * t * \sigma_{cr} = 4090.58 \text{ kN}$

posouzení není provedeno, uvažují se konzervativnější řešení**10.7.5.2. Posouzení styčnickového plechu v místě výztuhy**Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

délka dlouhé volné hrany

$a = 0.616 \text{ m}$

tloušťka styčnickového plechu

$t = 0.02 \text{ m}$

mez kluzu oceli

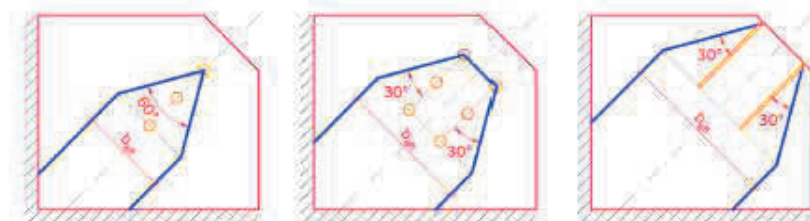
$f_y = 355 \text{ MPa}$

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000 \text{ MPa}$

štíhlost

$\lambda = a / t = 30.8 \leq 945 / \sqrt{f_y} = 50.2$ **vyhoví**

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:

efektivní (Whitmoreova) šířka

$b_{eff} = 0.464 \text{ m}$

součinitel bezpečnosti

- tlak $\gamma_{M,tlak} = 2$ (pro předpoklad lokálního porušení styčnicku 1.25; globálního 2.0)

- tah $\gamma_{M,tah} = 1.00$

únosnost styčnickového plechu

$N_u = b_{eff} * t * f_y = 3294.4 \text{ kN}$

pro tlak $> N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -1112.9 \text{ kN}$

vyhoví

pro tah $> N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 242.1 \text{ kN}$

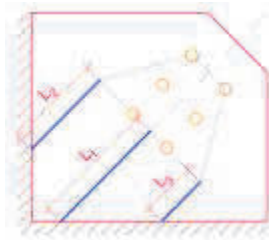
vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$$L_1 = 0.512 \text{ m}$$

$$L_2 = 0.421 \text{ m}$$

$$L_3 = 0.074 \text{ m}$$

Průměrná délka styčnickového plechu

$$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.33567 \text{ m}$$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$$i = t / \sqrt{12} = 0.0058 \text{ m}$$

součinitel kritické délky dle Dowswella

$$\beta_{cr} = 1$$

nominální délka dle Dowswella

$$L_0 = 0.336 \text{ m}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_p = (\beta_{cr} * L_0 / \pi * i) * \sqrt{f_y / E} = 0.762$$

kritické napětí

$$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} * f_y \text{ resp. } 0.877 * f_y / \lambda_p^2 = 278.5 \text{ MPa}$$

únosnost styčnickového plechu

$$N_u = b_{eff} * t * \sigma_{cr} = 2584.21 \text{ kN}$$

$$\text{pro tlak} > N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -1112.9 \text{ kN}$$

vyhoví

$$\text{pro tah} > N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 242.1 \text{ kN}$$

vyhoví

10.7.6 Posouzení připojení diagonál ke styčnickovým plechům koutovými svary

10.7.6.1 Posouzení připojení diagonály v místě příčniku

Tloušťka svarů

$$a_k = 5 \text{ mm}$$

Délka svarů

$$l_k = 168 \text{ mm}$$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{||} = [N_d + M_{y,d} / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

| | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-----|------|-------|
| 73.5 | 100.5 | 35.6 | 51.3 | 35.6 | 100.5 | 172.4 | 100.5 | 48.5 | 9.1 | 48.5 | 100.5 |
|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-----|------|-------|

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_{y,d} + V_{z,d} + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_{z,d} / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [V_{y,d} + V_{z,d} + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_{z,d} / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d / R_d =$ | 0.17 | 0.23 | 0.08 | 0.12 | 0.08 | 0.23 | 0.40 | 0.23 | 0.11 | 0.02 | 0.11 | 0.23 | <u>vyhoví</u> |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.7.6.2 Posouzení připojení diagonály v místě výztuhy

Tloušťka svarů

$$a_k = 5 \text{ mm}$$

Délka svarů

$$l_k = 279 \text{ mm}$$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{||} = [N_d + M_{y,d} / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|------|------|
| 44.2 | 60.5 | 21.4 | 30.9 | 21.4 | 60.5 | 103.8 | 60.5 | 29.2 | 5.5 | 29.2 | 60.5 |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|------|------|

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_{y,d} + V_{z,d} + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_{z,d} / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [V_{y,d} + V_{z,d} + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_{z,d} / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d / R_d =$ | 0.10 | 0.14 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.14 | 0.24 | 0.14 | 0.07 | 0.01 | 0.07 | 0.14 | <u>vyhoví</u> |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

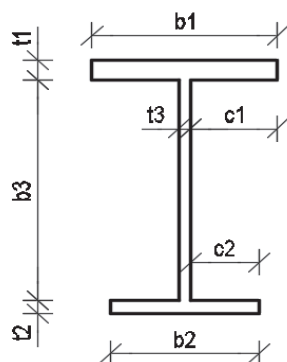
Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.8. Diagonály v podpoře - kratší pole (2x U 180)

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

0.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|-------|----------|---|
| t1 = | 0.011 | 0.0105 | m |
| b1 = | 0.07 | 0.0695 | m |
| c1 = | 0.062 | 0.031 | m |
| t3 = | 0.008 | 0.0075 | m |
| b3 = | 0.158 | 0.158 | m |
| t2 = | 0.011 | 0.0105 | m |
| b2 = | 0.07 | 0.0695 | m |
| c2 = | 0.062 | 0.031 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.01$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0075$ m

světla výška mezi pásnicemi

$c = 0.158$ m

$c/t = 18.4$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.01$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0105$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.031$ m

$c/t = 2$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.8.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355
 $f_y = 355$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 490$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$

Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.8.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 2.6E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 1.2E-03 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 1.3E-03 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 7.4E-08 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 1.3E-05 \text{ m}^4$

$I_z = 1.2E-06 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y^+ = 0.049 \text{ m}$

$y^- = 0.021 \text{ m}$

$z^+ = 0.090 \text{ m}$

$z^- = 0.090 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = -0.042 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 6.1E-09 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z^+ = 1.4E-04 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z^- = 1.4E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y^+ = 2.5E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y^- = 5.9E-05 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.070 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.021 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 1.7E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 8.9E-05 \text{ m}^3$

10.8.3 Vnitřní síly

10.8.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 200.1 | 193.0 | -336.1 | 21.7 | -336.2 | 193.0 | -338.2 | 193.0 | -338.1 | 118.3 | -338.1 | 193.0 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | -0.1 | 0.1 | 2.5 | 0.1 | -0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.1 | -2.5 | 0.0 | 0.4 | 0.1 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | -0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | -0.2 | 0.1 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.4 | -0.2 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 279.9 | 271.0 | -336.1 | 21.7 | -336.2 | 271.0 | -338.2 | 271.0 | -338.1 | 118.3 | -338.1 | 271.0 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | -0.1 | 0.1 | 2.5 | 0.1 | -0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.1 | -2.5 | 0.0 | 0.4 | 0.1 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | -0.3 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | -0.3 | 0.1 | -0.3 | 0.0 | -0.2 | -0.4 | -0.3 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.8.3.2 Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 1.880 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.459$$

počet svislic v řadě

$$m = 9 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.745$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 200.1 | 193.0 | -336.1 | 21.7 | -336.2 | 193.0 | -338.2 | 193.0 | -338.1 | 118.3 | -338.1 | 193.0 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | -0.1 | 0.1 | 2.5 | 0.1 | -0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.1 | -2.5 | 0.0 | 0.4 | 0.1 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | -1.3 | 0.0 | 0.2 | 3.9 | -1.3 | 3.6 | -1.3 | 0.0 | -0.8 | -3.9 | -1.3 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 279.9 | 271.0 | -336.1 | 21.7 | -336.2 | 271.0 | -338.2 | 271.0 | -338.1 | 118.3 | -338.1 | 271.0 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | -0.1 | 0.1 | 2.5 | 0.1 | -0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.1 | -2.5 | 0.0 | 0.4 | 0.1 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | -1.8 | 0.0 | 0.2 | 3.9 | -1.8 | 3.6 | -1.8 | 0.0 | -0.8 | -3.9 | -1.8 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

10.8.4 Posouzení průřezu

10.8.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 938.8 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.30 & 0.29 & 0.00 & 0.02 & 0.00 & 0.29 & 0.00 & 0.29 & 0.00 & 0.13 & 0.00 & 0.29 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.8.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 938.8 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.36 & 0.00 & 0.36 & 0.00 & 0.36 & 0.00 & 0.36 & 0.00 & 0.36 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.8.4.3 Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.5E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 1.2E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 299.1 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 242.9 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 21.0667 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.8.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 6.1E-05 | 0.070 | 4.9E-05 | 0.179 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 6.1E-05 | 0.070 | 4.9E-05 | 0.179 |
| stěna v místě těžiště | 8.5E-05 | 0.008 | 1.4E-05 | 0.179 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.01 | 0.01 | 0.17 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.18 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.01 | 0.01 | 0.17 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.18 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.10 | 0.09 | 2.23 | 0.09 | 0.37 | 0.09 | 0.72 | 0.09 | 2.24 | 0.00 | 0.37 | 0.09 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 1.630 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{G \cdot I_t / (E \cdot I_w)} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 3.5E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.459$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c1 + t3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c1 + t3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.003 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b1 \cdot t1/4 = 5.7E-07 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b2 \cdot t2/4 = 5.7E-07 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 2.0E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 2.0E-06 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.32 | 0.65 | 0.32 | 6.80 | 0.32 | 0.65 | 0.32 | 0.65 | 0.32 | 7.12 | 0.32 | 0.65 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.50 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.53 | 0.02 | 0.05 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.32 | 0.65 | 0.32 | 6.80 | 0.32 | 0.65 | 0.32 | 0.65 | 0.32 | 7.12 | 0.32 | 0.65 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.50 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.53 | 0.02 | 0.05 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.23 | 0.46 | 0.23 | 4.85 | 0.23 | 0.46 | 0.23 | 0.46 | 0.23 | 5.08 | 0.23 | 0.46 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.35 | 0.70 | 0.35 | 7.30 | 0.35 | 0.70 | 0.35 | 0.70 | 0.35 | 7.65 | 0.35 | 0.70 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 298.94 | 298.73 | 298.94 | 294.85 | 298.94 | 298.73 | 298.94 | 298.73 | 298.94 | 294.64 | 298.94 | 298.73 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 242.71 | 242.55 | 242.71 | 239.39 | 242.71 | 242.55 | 242.71 | 242.55 | 242.71 | 239.23 | 242.71 | 242.55 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.8.4.5 Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 60.3 \text{ kN}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 31.5 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.01 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 60.3 \text{ kN}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 31.5 \text{ kN}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| $M_{N,y} =$ | 54.91 | 55.25 | 52.54 | 60.24 | 52.54 | 55.25 | 52.45 | 55.25 | 52.45 | 59.31 | 52.45 | 55.25 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 28.70 | 28.87 | 27.46 | 31.48 | 27.46 | 28.87 | 27.41 | 28.87 | 27.41 | 31.00 | 27.41 | 28.87 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.49 | 1.44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 | 1.00 | 1.44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.8.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 1.63 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 1.630 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.630 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 23.39$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 75.84$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.306$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 0.993$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.565$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 1.187$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.962$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.544$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 464.5 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.042 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.9E-05 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 1.630 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 60.00$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.084 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.626$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}]} = 1.118$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 84.79$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a/i_p)) / 3]} = 0.707$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 70.33$ $\lambda_1 = 75.842$ $\lambda_2 = 60.004$ $\lambda_3 = 23.394$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.5E-01$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 81.54$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 84.79$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.110$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 1.270$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.529$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 451.9 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.8.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.630 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.860 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.339$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 101.3 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 101.3 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 0.771$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.014$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.598$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 32.7 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 28.6 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.12 | 0.05 | 0.11 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.12 | 0.05 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.30 | 0.34 | 0.74 | 0.03 | 0.86 | 0.34 | 0.86 | 0.34 | 0.75 | 0.15 | 0.87 | 0.34 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.31$$

$$\lambda_z = 0.99$$

$$\chi_y = 0.962$$

$$\chi_z = 0.544$$

$$N_{b,Rd,y} = 820.9 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 464.5 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.94 | 0.90 | 0.94 | 0.90 | 0.94 | 0.90 | 0.94 | 0.90 | 0.94 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 1.80 | 0.90 | 1.80 | 0.90 | 1.81 | 0.90 | 1.81 | 0.90 | 1.81 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 1.08 | 0.54 | 1.08 | 0.54 | 1.08 | 0.54 | 1.08 | 0.54 | 1.08 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.56 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 32.7 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 28.6 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.30 | 0.34 | 0.74 | 0.03 | 0.86 | 0.34 | 0.85 | 0.34 | 0.75 | 0.15 | 0.86 | 0.34 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.30 | 0.32 | 0.74 | 0.03 | 0.81 | 0.32 | 0.81 | 0.32 | 0.75 | 0.14 | 0.82 | 0.32 | vyhoví |

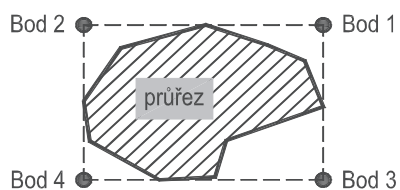
10.8.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 75.7 | 87.6 | -240.1 | 6.3 | -285.4 | 87.6 | -283.3 | 87.6 | -241.5 | 54.0 | -195.9 | 87.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 75.7 | 87.6 | -240.1 | 6.3 | -285.4 | 87.6 | -283.3 | 87.6 | -241.5 | 54.0 | -195.9 | 87.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 75.7 | 58.3 | -240.1 | 10.2 | -194.7 | 58.3 | -199.8 | 58.3 | -241.5 | 35.5 | -287.1 | 58.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 75.7 | 58.3 | -240.1 | 10.2 | -194.7 | 58.3 | -199.8 | 58.3 | -241.5 | 35.5 | -287.1 | 58.3 | MPa |
| $l\tau_{m,12} =$ | 0.1 | 0.1 | 2.2 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 2.2 | 0.0 | 0.4 | 0.1 | MPa |
| $l\tau_{m,34} =$ | 0.1 | 0.1 | 2.2 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 2.2 | 0.0 | 0.4 | 0.1 | MPa |
| $l\tau_{k,34} =$ | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 7.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 7.6 | 0.3 | 0.3 | MPa |
| $l\tau_{k,34} =$ | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 7.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 7.6 | 0.3 | 0.3 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2)/f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.25 | 0.68 | 0.04 | 0.80 | 0.25 | 0.80 | 0.25 | 0.68 | 0.16 | 0.55 | 0.25 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.16 | 0.68 | 0.05 | 0.55 | 0.16 | 0.56 | 0.16 | 0.68 | 0.11 | 0.81 | 0.16 | vyhoví |

10.8.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i/(\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i/I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 75.7 | 87.6 | -240.1 | 6.3 | -285.4 | 87.6 | -283.3 | 87.6 | -241.5 | 54.0 | -195.9 | 87.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 75.7 | 87.6 | -240.1 | 6.3 | -285.4 | 87.6 | -283.3 | 87.6 | -241.5 | 54.0 | -195.9 | 87.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 75.7 | 58.3 | -240.1 | 10.2 | -194.7 | 58.3 | -199.8 | 58.3 | -241.5 | 35.5 | -287.1 | 58.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 75.7 | 58.3 | -240.1 | 10.2 | -194.7 | 58.3 | -199.8 | 58.3 | -241.5 | 35.5 | -287.1 | 58.3 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2)/f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.25 | 0.68 | 0.04 | 0.80 | 0.25 | 0.80 | 0.25 | 0.68 | 0.16 | 0.55 | 0.25 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.16 | 0.68 | 0.05 | 0.55 | 0.16 | 0.56 | 0.16 | 0.68 | 0.11 | 0.81 | 0.16 | vyhoví |

10.8.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.30 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.36 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.04 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.73 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.75 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.12 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.87 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.86 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.81 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.81 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.8.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} = 6.1E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | $\geq 6 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.04 | 0.04 | 1.01 | 0.04 | 0.17 | 0.04 | 0.33 | 0.04 | 1.02 | 0.00 | 0.17 | 0.04 | CO01 |

Dolní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} = 6.1E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | | | | |
| | 0.04 | 0.04 | 1.01 | 0.04 | 0.17 | 0.04 | 0.33 | 0.04 | 1.02 | 0.00 | 0.17 | 0.04 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} = 2.2E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | CO03 |

Posouzení

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| korelační součinitel | $\beta_w = 0.9$ | | | | | | | | | | | | |
| | $\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$ | | | | | | | | | | | | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | | | | | | | | | | | | |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Posouzení svarů 0.00 ≤ 1 vyhoví

10.8.5 Posouzení styčnickových plechů

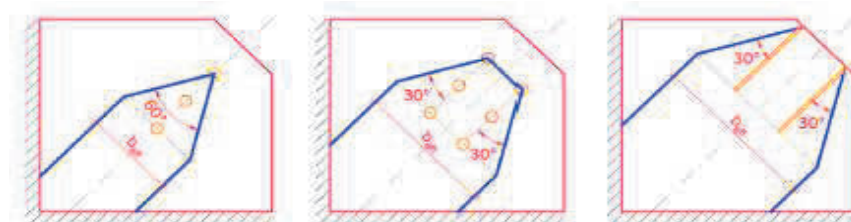
Únosnost přípoje v tahu je zpravidla mnohem vyšší, než při namáhání tlakem (za předpokladu, že není rozhodující porušení spojovacích prostředků).

10.8.5.1. Posouzení styčnickového plechu v místě příčníku

Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| délka dlouhé volné hrany | $a = 0.76 \text{ m}$ | |
| tloušťka styčnickového plechu | $t = 0.018 \text{ m}$ | |
| mez kluzu oceli | $f_y = 355 \text{ MPa}$ | |
| modul pružnosti v tahu a v tlaku | $E = 210000 \text{ MPa}$ | |
| štíhlost | $\lambda = a/t = 42.2$ | $\leq 945/\sqrt{f_y} = 50.2$ vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:



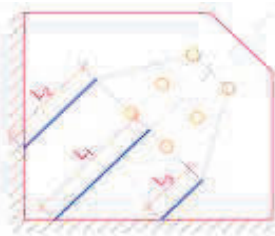
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|-----------------------------------|-------------------------|
| efektivní (Whitmoreova) šířka | $b_{eff} =$ | 0.327 m | | | |
| součinitel bezpečnosti | - tlak | $\gamma_{M,tlak} =$ | 2 | | |
| | - tah | $\gamma_{M,tah} =$ | 1.00 | | |
| únosnost styčnickového plechu | $N_u = b_{eff} * t * f_y =$ | 2089.53 kN | pro tlak | $> N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} =$ | -676.4 kN vyhoví |
| | | | pro tah | $> N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} =$ | 279.9 kN vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$L_1 = 0.161 \text{ m}$

$L_2 = 0.351 \text{ m}$

$L_3 = 0.000 \text{ m}$

Průměrná délka styčnickového plechu

$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.17067 \text{ m}$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$i = t / \sqrt{12} = 0.0052 \text{ m}$

součinitel kritické délky dle Dowsella

$\beta_{cr} = 0.75$

nominální délka dle Dowsella

$L_0 = 0.161 \text{ m}$

poměrná štíhlost

$\lambda_p = (\beta_{cr} * L_0 / \pi * i) * \sqrt{f_y / E} = 0.304$

kritické napětí

$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} * f_y \text{ resp. } 0.877 * f_y / \lambda_p^2 = 341.5 \text{ MPa}$

únosnost styčnickového plechu

$N_u = b_{eff} * t * \sigma_{cr} = 2010.18 \text{ kN}$

pro tlak $> N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -676.4 \text{ kN}$

vyhoví

pro tah $> N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 279.9 \text{ kN}$

vyhovíPosouzení styčnickového plechu dle modifikované Thorntonovy metody:

Roznášecí úhel lze zvětšit z 30° na 45°.

součinitel zvětšení roznášecího úhlu

$\rho = \tan 30^\circ / \tan 45^\circ = 1.73$

únosnost styč. plechu

$N_u = b_{eff} * \rho * t * \sigma_{cr} = 3477.61 \text{ kN}$

posouzení není provedeno, uvažují se konzervativnější řešení**10.8.5.2. Posouzení styčnickového plechu v místě výztuhy**Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

délka dlouhé volné hrany

$a = 0.241 \text{ m}$

tloušťka styčnickového plechu

$t = 0.018 \text{ m}$

mez kluzu oceli

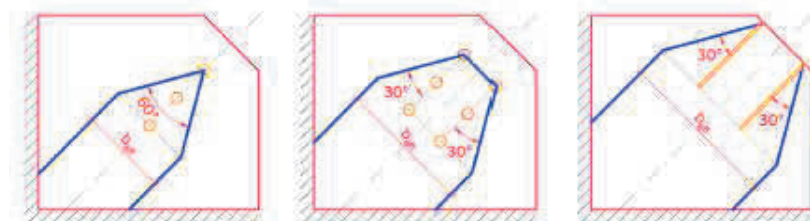
$f_y = 355 \text{ MPa}$

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000 \text{ MPa}$

štíhlost

$\lambda = a / t = 13.4 \leq 945 / \sqrt{f_y} = 50.2$ **vyhoví**

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:

efektivní (Whitmoreova) šířka

$b_{eff} = 0.238 \text{ m}$

součinitel bezpečnosti

- tlak $\gamma_{M,tlak} = 2$ (pro předpoklad lokálního porušení styčnicku 1.25; globálního 2.0)

- tah $\gamma_{M,tah} = 1.00$

únosnost styčnickového plechu

$N_u = b_{eff} * t * f_y = 1520.82 \text{ kN}$

pro tlak $> N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -676.4 \text{ kN}$

vyhoví

pro tah $> N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 279.9 \text{ kN}$

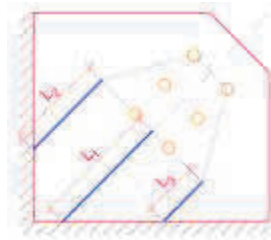
vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$$L_1 = 0.127 \text{ m}$$

$$L_2 = 0.027 \text{ m}$$

$$L_3 = 0.000 \text{ m}$$

Průměrná délka styčnickového plechu

$$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.05133 \text{ m}$$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$$i = t / \sqrt{12} = 0.0052 \text{ m}$$

součinitel kritické délky dle Dowsella

$$\beta_{cr} = 1$$

nominální délka dle Dowsella

$$L_0 = 0.051 \text{ m}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_p = (\beta_{cr} * L_0 / \pi * i) * \sqrt{f_y / E} = 0.128$$

kritické napětí

$$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} * f_y \text{ resp. } 0.877 * f_y / \lambda_p^2 = 352.6 \text{ MPa}$$

únosnost styčnickového plechu

$$N_u = b_{eff} * t * \sigma_{cr} = 1510.35 \text{ kN}$$

$$\text{pro tlak} > N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -676.4 \text{ kN}$$

vyhoví

$$\text{pro tah} > N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 279.9 \text{ kN}$$

vyhoví

10.8.6 Posouzení připojení diagonál ke styčnickovým plechům koutovými svary

10.8.6.1. Posouzení připojení diagonály v místě příčnicku

Tloušťka svarů $a_k = 5 \text{ mm}$

Délka svarů $l_k = 168 \text{ mm}$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [N_d + M_y, d / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

$$\tau_{II} = \begin{matrix} 83.3 & 83.5 & 100.0 & 6.7 & 106.5 & 83.5 & 106.6 & 83.5 & 100.6 & 36.5 & 107.1 & 83.5 \end{matrix}$$

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

$$\tau_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.5 & 0.1 & 0.1 & 0.0 & 0.2 & 0.0 & 0.5 & 0.1 & 0.1 & 0.0 \end{matrix}$$

Normálové napětí kolmé na rovinu svarů:

$$\sigma_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

$$\sigma_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.5 & 0.1 & 0.1 & 0.0 & 0.2 & 0.0 & 0.5 & 0.1 & 0.1 & 0.0 \end{matrix}$$

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.19 & 0.19 & 0.23 & 0.02 & 0.24 & 0.19 & 0.24 & 0.19 & 0.23 & 0.08 & 0.25 & 0.19 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.8.6.2. Posouzení připojení diagonály v místě výztuhy

Tloušťka svarů $a_k = 5 \text{ mm}$

Délka svarů $l_k = 228 \text{ mm}$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [N_d + M_y, d / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

$$\tau_{II} = \begin{matrix} 61.4 & 61.6 & 73.7 & 5.0 & 78.5 & 61.6 & 78.5 & 61.6 & 74.1 & 26.9 & 78.9 & 61.6 \end{matrix}$$

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

$$\tau_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0.0 \end{matrix}$$

Normálové napětí kolmé na rovinu svarů:

$$\sigma_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

$$\sigma_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0.0 \end{matrix}$$

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.14 & 0.14 & 0.17 & 0.01 & 0.18 & 0.14 & 0.18 & 0.14 & 0.17 & 0.06 & 0.18 & 0.14 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

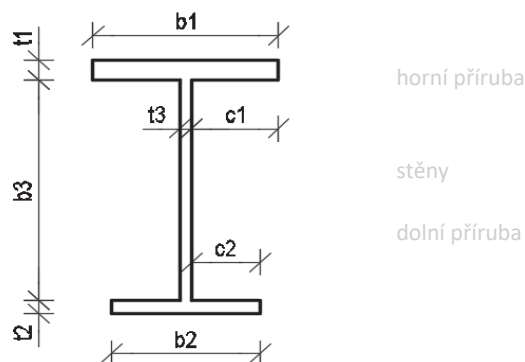
$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.9. Diagonály v poli - delší pole (UPE 160)

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírvek

0.5 mm



| | plný | oslabený | |
|------|--------|----------|---|
| t1 = | 0.0082 | 0.0077 | m |
| b1 = | 0.064 | 0.0635 | m |
| c1 = | 0.059 | 0.0295 | m |
| t3 = | 0.005 | 0.0045 | m |
| b3 = | 0.1436 | 0.1436 | m |
| t2 = | 0.0082 | 0.0077 | m |
| b2 = | 0.064 | 0.0635 | m |
| c2 = | 0.059 | 0.0295 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

a_w = 0.012 mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

t = 0.0045 m

světelná výška mezi pásnicemi

0.1436 m

c = 0.1196 m

c/t = 26.5778

α = 0.5 pouze pro tlak+ohyb

ψ = -1 pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

α > 0.5; ψ > -1

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

α ≤ 0.5; ψ ≤ -1

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

a_w = 0.012 mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

t = 0.0077 m

přečnívající část pásnice

0.0295 m

c = 0.0175 m

c/t = 2.27273

α = 0.5 pouze pro tlak+ohyb

k_σ = 1 pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

α; k_σ

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

α; k_σ

Třída průřezu 1

10.9.1 Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355
f_y = 355 MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

f_u = 490 MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

E = 210000 MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

ν = 0.3

modul pružnosti ve smyku

G = E/[2*(1+ν)] = 80769 MPa

ε = ν(235/f_y) = 0.81Součinitele bezpečnosti materiálů:

Dílčí součinitel betonářské oceli

γ_s = 1.15

Dílčí součinitel betonu

γ_c = 1.50

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

γ_{M0} = 1.00

- únosnost prutu při posuzování stability

γ_{M1} = 1.10

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M2} = 1.25

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

γ_{M2} = 1.25

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

γ_{M3} = 1.25

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

γ_{M3,ser} = 1.10

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otláčení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.9.2 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 1.6E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 8.1E-04 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 7.2E-04 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 2.3E-08 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 6.7E-06 \text{ m}^4$

$I_z = 6.7E-07 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.043 \text{ m}$

$y_- = 0.020 \text{ m}$

$z_+ = 0.080 \text{ m}$

$z_- = 0.080 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = -0.042 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 2.7E-09 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 8.4E-05 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 8.4E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 1.5E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 3.3E-05 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.064 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.020 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 9.7E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 5.1E-05 \text{ m}^3$

10.9.3 Vnitřní síly

10.9.3.1 Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 63.6 | 25.8 | 23.9 | 4.2 | 23.9 | 25.8 | -57.7 | 25.8 | 25.8 | 4.6 | 25.8 | 25.8 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 92.5 | 37.2 | 34.6 | -13.4 | 34.6 | 37.2 | -82.7 | 37.2 | 37.1 | -65.0 | 37.1 | 37.2 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 0.1 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.9.3.2 Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.570 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.248$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 63.6 | 25.8 | 23.9 | 4.2 | 23.9 | 25.8 | -57.7 | 25.8 | 25.8 | 4.6 | 25.8 | 25.8 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | -0.1 | -0.6 | -0.1 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.1 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 92.5 | 37.2 | 34.6 | -13.4 | 34.6 | 37.2 | -82.7 | 37.2 | 37.1 | -65.0 | 37.1 | 37.2 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 0.1 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | -0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | -0.2 | -0.9 | -0.2 | -0.2 | -0.7 | -0.2 | -0.2 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

10.9.4 Posouzení průřezu

10.9.4.1 Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 576.6 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.16 & 0.06 & 0.06 & 0.00 & 0.06 & 0.06 & 0.00 & 0.06 & 0.06 & 0.00 & 0.06 & 0.06 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.9.4.2 Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 576.6 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.02 & 0.00 & 0.00 & 0.14 & 0.00 & 0.00 & 0.11 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.9.4.3 Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 9.8E-04 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 6.5E-04 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 200.4 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 132.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 31.9111 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.9.4.4 Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 3.7E-05 | 0.064 | 2.9E-05 | 0.159 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 3.7E-05 | 0.064 | 2.9E-05 | 0.159 |
| stěna v místě těžiště | 4.9E-05 | 0.005 | 8.1E-06 | 0.159 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.08 | 0.14 | 0.19 | 0.10 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.14 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.570 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{G \cdot I_t / (E \cdot I_w)} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 4.7E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.586$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c1 + t3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c1 + t3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.003 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b1 \cdot t1/4 = 3.1E-07 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b2 \cdot t2/4 = 3.1E-07 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 1.1E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 1.1E-06 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{Sd}/I_{\omega} * \omega = B_{Sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t,Sd} * t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega,Sd} * S_{\omega} / (I_{\omega} * t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.27 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.01 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukována vlivem kroucení

$$V_{pl,T,Rd,y} = V_{pl,Rd,y} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = V_{pl,Rd,z} * \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 * f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl,T,Rd,y}$ | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 198.86 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 198.86 | 200.43 | 200.43 | kN |
| $V_{pl,T,Rd,z}$ | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 131.40 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 131.40 | 132.44 | 132.44 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl,T,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.9.4.5 Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M0} = 34.5 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M0} = 18.3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y} / V_{pl,T,Rd,y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d,z} / V_{pl,T,Rd,z} = 0.00 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 * V_{d,y} / V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 * V_{d,z} / V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} * (1 - \rho_y) * f_y / \gamma_{M0} = 34.5 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} * (1 - \rho_z) * f_y / \gamma_{M0} = 18.3 \text{ kN}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 33.61 | 34.35 | 34.37 | 34.48 | 34.37 | 34.35 | 33.79 | 34.35 | 34.35 | 34.06 | 34.35 | 34.35 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 17.81 | 18.20 | 18.21 | 18.27 | 18.21 | 18.20 | 17.90 | 18.20 | 18.20 | 18.04 | 18.20 | 18.20 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.9.4.6 Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.57 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.570 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 2.570 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 39.98$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 126.69$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.523$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 1.658$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.692$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 2.232$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1 / [\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.874$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1 / [\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.268$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 140.7 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.042 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.0E-05 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.570 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 88.30$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.079 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.486$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.092$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 138.34$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.714$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 113.88$ $\lambda_1 = 126.694$ $\lambda_2 = 88.304$ $\lambda_3 = 39.978$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.8E-01$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 135.03$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 138.34$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.811$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 2.413$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.250$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 130.8 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.9.4.7 Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 2.570 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.811 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.205$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 23.9 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 23.9 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 1.202$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.602$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.376$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 11.8 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 16.6 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy}(zy) * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz}(zz) * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.16 | 0.08 | 0.08 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.70 | 0.08 | 0.08 | 0.55 | 0.08 | 0.08 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.52$$

$$\lambda_z = 1.66$$

$$\chi_y = 0.874$$

$$\chi_z = 0.268$$

$$N_{b,Rd,y} = 458.0 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 140.7 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.95 | 0.90 | 0.90 | 0.94 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.02 | 0.90 | 0.90 | 1.64 | 0.90 | 0.90 | 1.48 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.61 | 0.54 | 0.54 | 0.98 | 0.54 | 0.54 | 0.89 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.57 | 0.54 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 11.8 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 16.6 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.16 | 0.08 | 0.08 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.70 | 0.08 | 0.08 | 0.55 | 0.08 | 0.08 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.16 | 0.07 | 0.07 | 0.11 | 0.07 | 0.07 | 0.67 | 0.07 | 0.07 | 0.53 | 0.07 | 0.07 | vyhoví |

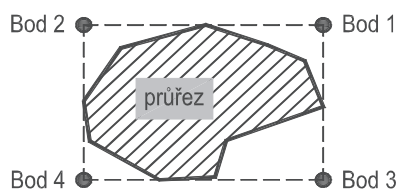
10.9.4.8 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|-----|------|------|--------|------|------|-----|------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 39.2 | 20.3 | 9.7 | 3.8 | 9.7 | 20.3 | -123.4 | 20.3 | 21.2 | 1.5 | 21.2 | 20.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 39.2 | 20.3 | 9.7 | 3.8 | 9.7 | 20.3 | -123.4 | 20.3 | 21.2 | 1.5 | 21.2 | 20.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 39.2 | 11.5 | 19.7 | 1.3 | 19.7 | 11.5 | -161.4 | 11.5 | 10.6 | 4.1 | 10.6 | 11.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 39.2 | 11.5 | 19.7 | 1.3 | 19.7 | 11.5 | -161.4 | 11.5 | 10.6 | 4.1 | 10.6 | 11.5 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.35 | 0.06 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.03 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.45 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | vyhoví |

10.9.4.9 Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|-----|------|------|--------|------|------|-----|------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 39.2 | 20.3 | 9.7 | 3.8 | 9.7 | 20.3 | -123.4 | 20.3 | 21.2 | 1.5 | 21.2 | 20.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 39.2 | 20.3 | 9.7 | 3.8 | 9.7 | 20.3 | -123.4 | 20.3 | 21.2 | 1.5 | 21.2 | 20.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 39.2 | 11.5 | 19.7 | 1.3 | 19.7 | 11.5 | -161.4 | 11.5 | 10.6 | 4.1 | 10.6 | 11.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 39.2 | 11.5 | 19.7 | 1.3 | 19.7 | 11.5 | -161.4 | 11.5 | 10.6 | 4.1 | 10.6 | 11.5 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.35 | 0.06 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.03 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.45 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | vyhoví |

10.9.4.10 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.16 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.14 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.03 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.03 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.59 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.63 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.70 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.70 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.45 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.45 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.9.4.11 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} = 3.7E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | $\geq 3 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | CO01 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Dolní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} = 3.7E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | CO02 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Boční vnější krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} = 1.3E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

Smykové napětí ve svaru $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | CO03 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Posouzení

korelační součinitel $\beta_w = 0.9$
 $\tau_{II} = \max(\text{CO01} + \text{CO03}; \text{CO02} + \text{CO03})$

$$(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

0.00 ≤ 1 vyhoví

10.9.5 Posouzení styčnickových plechů

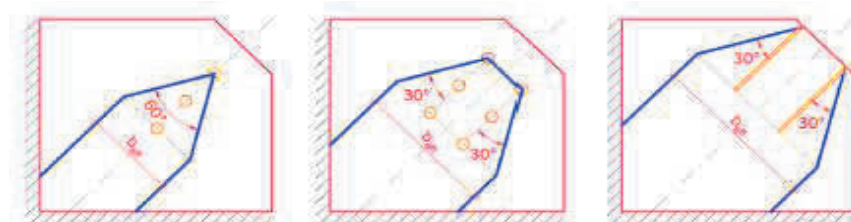
Únosnost přípoje v tahu je zpravidla mnohem vyšší, než při namáhání tlakem (za předpokladu, že není rozhodující porušení spojovacích prostředků).

10.9.5.1. Posouzení styčnickového plechu v místě příčníku

Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| délka dlouhé volné hrany | $a = 0.28 \text{ m}$ | |
| tloušťka styčnickového plechu | $t = 0.016 \text{ m}$ | |
| mez kluzu oceli | $f_y = 355 \text{ MPa}$ | |
| modul pružnosti v tahu a v tlaku | $E = 210000 \text{ MPa}$ | |
| štíhlost | $\lambda = a/t = 17.5$ | $\leq 945/\sqrt{f_y} = 50.2$ vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:



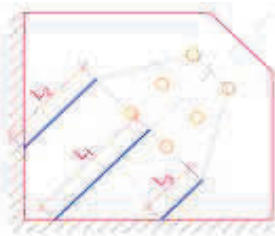
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------|---------------------------------------|-------------------------|
| efektivní (Whitmoreova) šířka | $b_{eff} =$ | 0.31 m | | | |
| součinitel bezpečnosti | - tlak | $\gamma_{M,tlak} =$ | 2 | | |
| | - tah | $\gamma_{M,tah} =$ | 1.00 | | |
| únosnost styčnickového plechu | $N_u = b_{eff} \cdot t \cdot f_y =$ | 1760.8 kN | pro tlak | $> N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} =$ | -165.4 kN vyhoví |
| | | | pro tah | $> N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} =$ | 92.5 kN vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$$L_1 = 0.089 \text{ m}$$

$$L_2 = 0.201 \text{ m}$$

$$L_3 = 0.000 \text{ m}$$

Průměrná délka styčnickového plechu

$$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.09667 \text{ m}$$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$$i = t / \sqrt{12} = 0.0046 \text{ m}$$

součinitel kritické délky dle Dowsella

$$\beta_{cr} = 0.75$$

nominální délka dle Dowsella

$$L_0 = 0.089 \text{ m}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_p = (\beta_{cr} \cdot L_0 / \pi \cdot i) \cdot \sqrt{f_y / E} = 0.189$$

kritické napětí

$$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} \cdot f_y \text{ resp. } 0.877 \cdot f_y / \lambda_p^2 = 349.7 \text{ MPa}$$

únosnost styčnickového plechu

$$N_u = b_{eff} \cdot t \cdot \sigma_{cr} = 1734.63 \text{ kN}$$

$$\text{pro tlak} > N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} = -165.4 \text{ kN}$$

vyhoví

$$\text{pro tah} > N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} = 92.5 \text{ kN}$$

vyhoví

Posouzení styčnickového plechu dle modifikované Thorntonovy metody:

Roznášecí úhel lze zvětšit z 30° na 45°.

součinitel zvětšení roznášecího úhlu

$$\rho = \tan 30^\circ / \tan 45^\circ = 1.73$$

únosnost styč. plechu

$$N_u = b_{eff} \cdot \rho \cdot t \cdot \sigma_{cr} = 3000.91 \text{ kN}$$

posouzení není provedeno, uvažují se konzervativnější řešení

10.9.5.2. Posouzení styčnickového plechu v místě výztuhyPosouzení štíhlosti styčnickového plechu:

délka dlouhé volné hrany

$$a = 0.605 \text{ m}$$

tloušťka styčnickového plechu

$$t = 0.016 \text{ m}$$

mez kluzu oceli

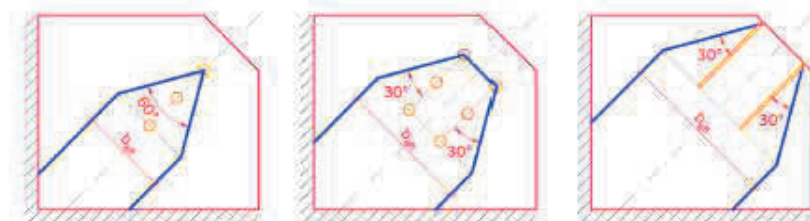
$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

štíhlost

$$\lambda = a / t = 37.8 \leq 945 / \sqrt{f_y} = 50.2 \text{ **vyhoví**}$$

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:

efektivní (Whitmoreova) šířka

$$b_{eff} = 0.386 \text{ m}$$

součinitel bezpečnosti

$$\text{- tlak } \gamma_{M,tlak} = 2 \text{ (pro předpoklad lokálního porušení styčnicku 1.25; globálního 2.0)}$$

$$\text{- tah } \gamma_{M,tah} = 1.00$$

únosnost styčnickového plechu

$$N_u = b_{eff} \cdot t \cdot f_y = 2192.48 \text{ kN}$$

$$\text{pro tlak} > N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} = -165.4 \text{ kN}$$

vyhoví

$$\text{pro tah} > N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} = 92.5 \text{ kN}$$

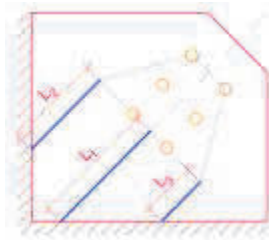
vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$$L_1 = 0.558 \text{ m}$$

$$L_2 = 0.468 \text{ m}$$

$$L_3 = 0.223 \text{ m}$$

Průměrná délka styčnickového plechu

$$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.41633 \text{ m}$$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$$i = t / \sqrt{12} = 0.0046 \text{ m}$$

součinitel kritické délky dle Dowswella

$$\beta_{cr} = 1$$

nominální délka dle Dowswella

$$L_0 = 0.416 \text{ m}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_p = (\beta_{cr} * L_0 / \pi * i) * \sqrt{f_y / E} = 1.179$$

kritické napětí

$$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} * f_y \text{ resp. } 0.877 * f_y / \lambda_p^2 = 198.5 \text{ MPa}$$

únosnost styčnickového plechu

$$N_u = b_{eff} * t * \sigma_{cr} = 1225.67 \text{ kN}$$

$$\text{pro tlak} > N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -165.4 \text{ kN}$$

vyhoví

$$\text{pro tah} > N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 92.5 \text{ kN}$$

vyhoví

10.9.6 Posouzení připojení diagonál ke styčnickovým plechům koutovými svary

10.9.6.1. Posouzení připojení diagonály v místě příčnicku

Tloušťka svarů

$$a_k = 4 \text{ mm}$$

Délka svarů

$$l_k = 162 \text{ mm}$$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [N_d + M_y, d / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

$$\tau_{II} = \begin{matrix} 35.7 & 14.8 & 13.9 & 5.5 & 13.9 & 14.8 & 34.0 & 14.8 & 14.9 & 26.7 & 14.9 & 14.8 \end{matrix}$$

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

$$\tau_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

$$\sigma_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.08 & 0.03 & 0.03 & 0.01 & 0.03 & 0.03 & 0.08 & 0.03 & 0.03 & 0.06 & 0.03 & 0.03 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.9.6.2. Posouzení připojení diagonály v místě výztuhy

Tloušťka svarů

$$a_k = 4 \text{ mm}$$

Délka svarů

$$l_k = 238 \text{ mm}$$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [N_d + M_y, d / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

$$\tau_{II} = \begin{matrix} 24.3 & 10.1 & 9.4 & 3.8 & 9.4 & 10.1 & 23.1 & 10.1 & 10.1 & 18.1 & 10.1 & 10.1 \end{matrix}$$

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

$$\tau_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

$$\sigma_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Posouzení 1:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.06 & 0.02 & 0.02 & 0.01 & 0.02 & 0.02 & 0.05 & 0.02 & 0.02 & 0.04 & 0.02 & 0.02 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

Posouzení 2:

$$\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$$

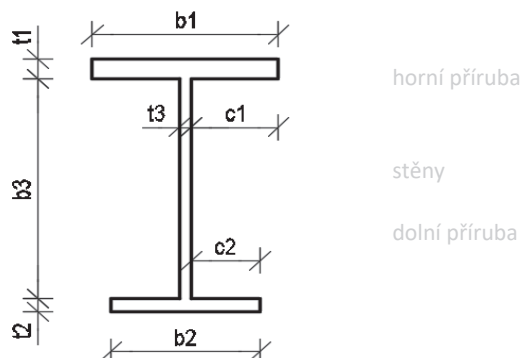
$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.10. Diagonály v poli - kratší pole (UPE 160)

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

0.5 mm



| | plný | oslabený | |
|------|--------|----------|---|
| t1 = | 0.0082 | 0.0077 | m |
| b1 = | 0.064 | 0.0635 | m |
| c1 = | 0.059 | 0.0295 | m |
| t3 = | 0.005 | 0.0045 | m |
| b3 = | 0.1436 | 0.1436 | m |
| t2 = | 0.0082 | 0.0077 | m |
| b2 = | 0.064 | 0.0635 | m |
| c2 = | 0.059 | 0.0295 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

 $a_w = 0.01 \text{ mm}$ (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

 $t = 0.0045 \text{ m}$

světla výška mezi pásnicemi

 0.1436 m $c = 0.1236 \text{ m}$ $c/t = 27.4667$ $\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb $\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 2

 $\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

 $a_w = 0.01 \text{ mm}$ (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

 $t = 0.0077 \text{ m}$

přečnívající část pásnice

 0.0295 m $c = 0.0195 \text{ m}$ $c/t = 2.53247$ $\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb $k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.10. Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S355
 $f_y = 355 \text{ MPa}$

mez pevnosti konstrukční oceli

 $f_u = 490 \text{ MPa}$

modul pružnosti v tahu a v tlaku

 $E = 210000 \text{ MPa}$

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

 $\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

 $G = E/[2*(1+\nu)] = 80769 \text{ MPa}$ $\epsilon = \nu(235/f_y) = 0.81$ Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

 $\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

 $\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

 $\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

 $\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

 $\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

 $\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

 $\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

 $\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.10. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 1.6E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 8.1E-04 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 7.2E-04 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 2.3E-08 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 6.7E-06 \text{ m}^4$

$I_z = 6.7E-07 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.043 \text{ m}$

$y_- = 0.020 \text{ m}$

$z_+ = 0.080 \text{ m}$

$z_- = 0.080 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = -0.042 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 2.7E-09 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el+} = I_y/z_+ = 8.4E-05 \text{ m}^3$

$W_{y,el-} = I_y/z_- = 8.4E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el+} = I_z/y_+ = 1.5E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el-} = I_z/y_- = 3.3E-05 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.064 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.020 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 9.7E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 5.1E-05 \text{ m}^3$

10.10. Vnitřní síly

10.10.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 128.1 | 67.6 | 128.0 | 67.6 | 128.0 | 67.6 | -113.0 | 67.6 | 56.9 | 67.6 | 56.9 | 67.6 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 0.1 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.3 | 0.0 | -0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 175.6 | 95.6 | 175.4 | 95.6 | 175.5 | 95.6 | -164.7 | 95.6 | 80.1 | 95.6 | 76.0 | 95.6 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 0.1 | 0.0 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.4 | 0.0 | -0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.10.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 1.880 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.459$$

počet svislic v řadě

$$m = 9 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.745$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 128.1 | 67.6 | 128.0 | 67.6 | 128.0 | 67.6 | -113.0 | 67.6 | 56.9 | 67.6 | 56.9 | 67.6 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 0.1 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.3 | 0.0 | -0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | -0.4 | 0.8 | -0.4 | 0.8 | -0.4 | -1.2 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 175.6 | 95.6 | 175.4 | 95.6 | 175.5 | 95.6 | -164.7 | 95.6 | 80.1 | 95.6 | 76.0 | 95.6 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 0.1 | 0.0 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.4 | 0.0 | -0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | -0.6 | 1.2 | -0.6 | 1.2 | -0.6 | -1.8 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.5 | -0.6 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

10.10. Posouzení průřezu

10.10.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 576.6 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.30 & 0.17 & 0.30 & 0.17 & 0.30 & 0.17 & 0.00 & 0.17 & 0.14 & 0.17 & 0.13 & 0.17 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.10.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 576.6 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.29 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.10.4. Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 9.8E-04 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 6.5E-04 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 200.4 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 132.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 31.9111 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 59.394$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.10.4. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 3.7E-05 | 0.064 | 2.9E-05 | 0.159 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 3.7E-05 | 0.064 | 2.9E-05 | 0.159 |
| stěna v místě těžiště | 4.9E-05 | 0.005 | 8.1E-06 | 0.159 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.01 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.01 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.13 | 0.02 | 2.32 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.68 | 0.02 | 1.32 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 1.880 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 3.4E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.445$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.003 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1/4 = 3.1E-07 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2/4 = 3.1E-07 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 1.1E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 1.1E-06 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | 200.43 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | 132.44 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.10.4. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{34.5 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{18.3 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.01 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{34.5 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{18.3 \text{ kN}}}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 31.30 | 33.55 | 31.30 | 33.55 | 31.30 | 33.55 | 31.68 | 33.55 | 33.83 | 33.55 | 33.90 | 33.55 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 16.58 | 17.77 | 16.58 | 17.77 | 16.58 | 17.77 | 16.78 | 17.77 | 17.92 | 17.77 | 17.96 | 17.77 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.52 | 1.00 | 1.52 | 1.00 | 1.52 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.10.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 76.41$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 1.88 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 1.880 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.880 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 29.24$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 92.68$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.383$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 1.213$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.604$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 1.484$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.933$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.428$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 224.1 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.042 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.0E-05 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 1.880 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 78.36$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.079 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.715$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.152$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 106.75$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.714$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 89.12$ $\lambda_1 = 92.679$ $\lambda_2 = 78.358$ $\lambda_3 = 29.245$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.8E-01$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 101.52$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 106.75$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.397$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 1.679$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.383$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 200.7 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.10.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.880 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.811 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.357$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 36.8 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 36.8 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 0.968$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.260$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.484$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 15.2 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 16.6 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.12 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.30 | 0.21 | 0.38 | 0.21 | 0.38 | 0.21 | 0.94 | 0.21 | 0.18 | 0.21 | 0.17 | 0.21 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.38$$

$$\lambda_z = 1.21$$

$$\chi_y = 0.933$$

$$\chi_z = 0.428$$

$$N_{b,Rd,y} = 489.0 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 224.1 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.96 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.83 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 1.10 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.57 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 15.2 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 16.6 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.30 | 0.20 | 0.37 | 0.20 | 0.37 | 0.20 | 0.93 | 0.20 | 0.17 | 0.20 | 0.16 | 0.20 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.30 | 0.19 | 0.35 | 0.19 | 0.35 | 0.19 | 0.89 | 0.19 | 0.16 | 0.19 | 0.15 | 0.19 | vyhoví |

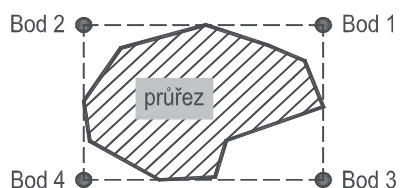
10.10.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 78.9 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | -151.3 | 52.3 | 44.6 | 52.3 | 44.8 | 52.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 78.9 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | -151.3 | 52.3 | 44.6 | 52.3 | 44.8 | 52.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 78.9 | 30.9 | 99.6 | 30.9 | 99.5 | 30.9 | -212.0 | 30.9 | 25.5 | 30.9 | 25.3 | 30.9 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 78.9 | 30.9 | 99.6 | 30.9 | 99.5 | 30.9 | -212.0 | 30.9 | 25.5 | 30.9 | 25.3 | 30.9 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 0.1 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 0.1 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.22 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.43 | 0.15 | 0.13 | 0.15 | 0.13 | 0.15 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.22 | 0.09 | 0.28 | 0.09 | 0.28 | 0.09 | 0.60 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | vyhoví |

10.10.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 78.9 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | -151.3 | 52.3 | 44.6 | 52.3 | 44.8 | 52.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 78.9 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | 58.1 | 52.3 | -151.3 | 52.3 | 44.6 | 52.3 | 44.8 | 52.3 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 78.9 | 30.9 | 99.6 | 30.9 | 99.5 | 30.9 | -212.0 | 30.9 | 25.5 | 30.9 | 25.3 | 30.9 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 78.9 | 30.9 | 99.6 | 30.9 | 99.5 | 30.9 | -212.0 | 30.9 | 25.5 | 30.9 | 25.3 | 30.9 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.22 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.43 | 0.15 | 0.13 | 0.15 | 0.13 | 0.15 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.22 | 0.09 | 0.28 | 0.09 | 0.28 | 0.09 | 0.60 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | vyhoví |

10.10.4.1 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.30 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.29 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.05 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.05 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.73 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.82 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.12 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.94 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.93 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.60 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.60 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.10.4.1 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} = 3.7E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | $\geq 3 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.04 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.38 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | CO01 |

Dolní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} = 3.7E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | | | | |
| | 0.04 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.38 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} = 1.3E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.006 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ | | |
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | CO03 |

Posouzení

| | | |
|----------------------|--|--|
| korelační součinitel | $\beta_w = 0.9$ | |
| | $\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$ | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|
| Posouzení svarů | $0.00 \leq 1$ | | | | | | | | | | | vyhoví |
|-----------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|

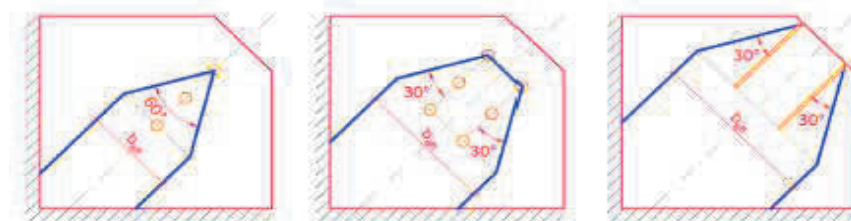
10.10. Posouzení styčnickových plechů

Únosnost přípoje v tahu je zpravidla mnohem vyšší, než při namáhání tlakem (za předpokladu, že není rozhodující porušení spojovacích prostředků).

10.10.5.1 Posouzení styčnickového plechu v místě příčníku

Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| délka dlouhé volné hrany | a = | 0.76 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|



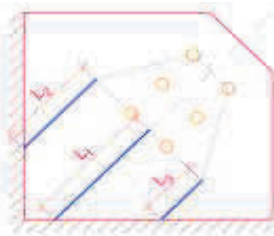
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------|---------------------------------------|-------------------------|
| efektivní (Whitmoreova) šířka | $b_{eff} =$ | 0.327 m | | | |
| součinitel bezpečnosti | - tlak | $\gamma_{M,tlak} =$ | 2 | | |
| | - tah | $\gamma_{M,tah} =$ | 1.00 | | |
| únosnost styčnickového plechu | $N_u = b_{eff} \cdot t \cdot f_y =$ | 1393.02 kN | pro tlak | $> N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} =$ | -329.4 kN vyhoví |
| | | | pro tah | $> N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} =$ | 175.6 kN vyhoví |

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$L_1 = 0.161 \text{ m}$

$L_2 = 0.351 \text{ m}$

$L_3 = 0.000 \text{ m}$

Průměrná délka styčnickového plechu

$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.17067 \text{ m}$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$i = t / \sqrt{12} = 0.0035 \text{ m}$

součinitel kritické délky dle Dowswella

$\beta_{cr} = 0.75$

nominální délka dle Dowswella

$L_0 = 0.161 \text{ m}$

poměrná štíhlost

$\lambda_p = (\beta_{cr} \cdot L_0 / \pi \cdot i) \cdot \sqrt{f_y / E} = 0.456$

kritické napětí

$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} \cdot f_y \text{ resp. } 0.877 \cdot f_y / \lambda_p^2 = 325.4 \text{ MPa}$

únosnost styčnickového plechu

$N_u = b_{eff} \cdot t \cdot \sigma_{cr} = 1276.81 \text{ kN}$

pro tlak $> N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} = -329.4 \text{ kN}$

vyhoví

pro tah $> N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} = 175.6 \text{ kN}$

vyhovíPosouzení styčnickového plechu dle modifikované Thorntonovy metody:

Roznášecí úhel lze zvětšit z 30° na 45°.

součinitel zvětšení roznášecího úhlu

$\rho = \tan 30^\circ / \tan 45^\circ = 1.73$

únosnost styč. plechu

$N_u = b_{eff} \cdot \rho \cdot t \cdot \sigma_{cr} = 2208.89 \text{ kN}$

posouzení není provedeno, uvažují se konzervativnější řešení**10.10.5.2 Posouzení styčnickového plechu v místě výztuhy**Posouzení štíhlosti styčnickového plechu:

délka dlouhé volné hrany

$a = 0.241 \text{ m}$

tloušťka styčnickového plechu

$t = 0.012 \text{ m}$

mez kluzu oceli

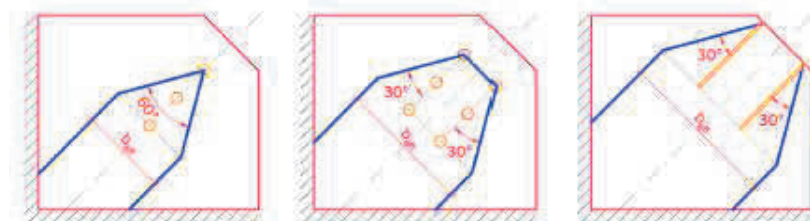
$f_y = 355 \text{ MPa}$

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000 \text{ MPa}$

štíhlost

$\lambda = a / t = 20.1 \leq 945 / \sqrt{f_y} = 50.2$ **vyhoví**

Posouzení styčnickového plechu dle Whitmoreovy metody:

efektivní (Whitmoreova) šířka

$b_{eff} = 0.238 \text{ m}$

součinitel bezpečnosti

- tlak $\gamma_{M,tlak} = 2$ (pro předpoklad lokálního porušení styčnicku 1.25; globálního 2.0)

- tah $\gamma_{M,tah} = 1.00$

únosnost styčnickového plechu

$N_u = b_{eff} \cdot t \cdot f_y = 1013.88 \text{ kN}$

pro tlak $> N_{ed(-)} \cdot \gamma_{M,tlak} = -329.4 \text{ kN}$

vyhoví

pro tah $> N_{ed(+)} \cdot \gamma_{M,tah} = 175.6 \text{ kN}$

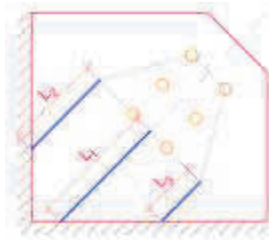
vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení styčnickového plechu dle Thorntonovy metody:

Thorntonova metoda rozšiřuje Whitmoreovu myšlenku o vliv boulení.

| Konfigurace styč. plechu | β_{cr} | L_0 |
|--------------------------|--------------|-----------|
| kompaktní | * | * |
| nekompaktní | 1,00 | L_{avg} |
| rozšířený | 0,60 | L_1 |
| jednoprutový | 0,70 | L_1 |
| víceprutový | 0,75 | L_1 |



Nominální délky styčnickového plechu

$$L_1 = 0.127 \text{ m}$$

$$L_2 = 0.027 \text{ m}$$

$$L_3 = 0.000 \text{ m}$$

Průměrná délka styčnickového plechu

$$L_{avg} = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 = 0.05133 \text{ m}$$

poloměr setrvačnosti styčnickového plechu

$$i = t / \sqrt{12} = 0.0035 \text{ m}$$

součinitel kritické délky dle Dowswella

$$\beta_{cr} = 1$$

nominální délka dle Dowswella

$$L_0 = 0.051 \text{ m}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_p = (\beta_{cr} * L_0 / \pi * i) * \sqrt{f_y / E} = 0.193$$

kritické napětí

$$\sigma_{cr} = 0.658^{\lambda_p^2} * f_y \text{ resp. } 0.877 * f_y / \lambda_p^2 = 349.5 \text{ MPa}$$

únosnost styčnickového plechu $N_u = b_{eff} * t * \sigma_{cr} = 998.247 \text{ kN}$

$$\text{pro tlak} > N_{ed(-)} * \gamma_{M,tlak} = -329.4 \text{ kN}$$

vyhoví

$$\text{pro tah} > N_{ed(+)} * \gamma_{M,tah} = 175.6 \text{ kN}$$

vyhoví

10.10. Posouzení připojení diagonál ke styčnickovým plechům koutovými svary

10.10.6.1 Posouzení připojení diagonály v místě příčnicku

Tloušťka svarů $a_k = 4 \text{ mm}$

Délka svarů $l_k = 168 \text{ mm}$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [N_d + M_y, d / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

$$\tau_{II} = \begin{matrix} 65.3 & 37.0 & 68.0 & 37.0 & 68.0 & 37.0 & 65.4 & 37.0 & 31.1 & 37.0 & 29.5 & 37.0 \end{matrix}$$

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

$$\tau_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.4 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.2 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

$$\sigma_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.4 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.2 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Posouzení 1: $[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.15 & 0.08 & 0.16 & 0.08 & 0.16 & 0.08 & 0.15 & 0.08 & 0.07 & 0.08 & 0.07 & 0.08 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

Posouzení 2: $\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.10.6.2 Posouzení připojení diagonály v místě výztuhy

Tloušťka svarů $a_k = 4 \text{ mm}$

Délka svarů $l_k = 228 \text{ mm}$

Smykové napětí rovnoběžné s podélnou osou svarů:

$$\tau_{II} = [N_d + M_y, d / (t_1 + t_2 + b_3)] / (a_k * l_k * 4)$$

$$\tau_{II} = \begin{matrix} 48.1 & 27.3 & 50.1 & 27.3 & 50.1 & 27.3 & 48.2 & 27.3 & 22.9 & 27.3 & 21.7 & 27.3 \end{matrix}$$

Smykové napětí kolmé na podélnou osu svarů:

$$\tau_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2})$$

$$\tau_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.3 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.2 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Normálové napětí kolmé na rovinu svaru:

$$\sigma_{\perp} = [V_y, d + V_z, d + T_d / (t_1 + t_2 + b_3) + M_z, d / (l_k * 0.5)] / (a_k * l_k * 4 * \sqrt{2}) = \tau_{\perp}$$

$$\sigma_{\perp} = \begin{matrix} 0.0 & 0.0 & 0.3 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.2 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{matrix}$$

Posouzení 1: $[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]^{0.5} / [f_u / (b_w * \gamma_{M2})] \leq 1$

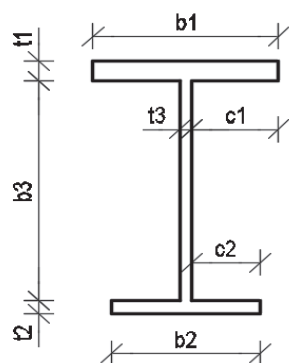
$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.11 & 0.06 & 0.12 & 0.06 & 0.11 & 0.06 & 0.11 & 0.06 & 0.05 & 0.06 & 0.05 & 0.06 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

Posouzení 2: $\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1$

$$E_d / R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.11. Montážní ztužení - delší pole (UPE 160)



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | | |
|------|--------|---|
| t1 = | 0.0082 | m |
| b1 = | 0.064 | m |
| c1 = | 0.059 | m |
| t3 = | 0.005 | m |
| b3 = | 0.1436 | m |
| t2 = | 0.0082 | m |
| b2 = | 0.064 | m |
| c2 = | 0.059 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$$a_w = 0.0105 \text{ mm} \quad (\text{do tl. } 10 \text{ mm} - 3 \text{ mm}; 11až20 - 4; 21až30 - 5; \text{nad } 31 - 6)$$

tloušťka stěny

$$t = 0.005 \text{ m}$$

světlná výška mezi pásnicemi

$$0.1436 \text{ m}$$

$$c = 0.1226 \text{ m}$$

$$c/t = 24.52$$

$$\alpha = 0.5 \text{ pouze pro tlak+ohyb}$$

$$\psi = -1 \text{ pouze pro tlak+ohyb}$$

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$$\alpha > 0.5; \psi > -1$$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$$

Třída průřezu 1Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$$a_w = 0.0105 \text{ mm} \quad (\text{do tl. } 10 \text{ mm} - 3 \text{ mm}; 11až20 - 4; 21až30 - 5; \text{nad } 31 - 6)$$

tloušťka horní pásnice

$$t = 0.0082 \text{ m}$$

přečnívající část pásnice

$$0.059 \text{ m}$$

$$c = 0.0485 \text{ m}$$

$$c/t = 5.91463$$

$$\alpha = 0.5 \text{ pouze pro tlak+ohyb}$$

$$k_\sigma = 1 \text{ pouze pro tlak+ohyb}$$

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$$\alpha; k_\sigma$$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$$\alpha; k_\sigma$$

Třída průřezu 1

10.11. Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

mez pevnosti konstrukční oceli

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$$\nu = 0.3$$

modul pružnosti ve smyku

$$G = E/[2 \cdot (1 + \nu)] = 80769 \text{ MPa}$$

$$\epsilon = \nu(235/f_y) = 1.00$$

Součinitele bezpečnosti materiálů:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$$\gamma_s = 1.15$$

Dílčí součinitel betonu

$$\gamma_c = 1.50$$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

- únosnost prutu při posuzování stability

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$$\gamma_{M3} = 1.25$$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$$\gamma_{M3,ser} = 1.10$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.11. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 1.8E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 8.7E-04 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 8.0E-04 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 2.9E-08 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 7.3E-06 \text{ m}^4$

$I_z = 7.3E-07 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.044 \text{ m}$

$y_- = 0.020 \text{ m}$

$z_+ = 0.080 \text{ m}$

$z_- = 0.080 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = -0.042 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 3.0E-09 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 9.1E-05 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 9.1E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 1.7E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 3.7E-05 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.064 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.020 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 1.1E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 5.9E-05 \text{ m}^3$

10.11. Vnitřní síly

10.11.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 235.9 | 232.6 | 232.6 | 10.3 | 232.6 | 232.6 | -47.0 | 232.6 | 232.6 | -31.1 | 232.6 | 232.6 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | -0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 324.4 | 319.8 | 319.8 | 12.7 | 319.8 | 319.8 | -80.5 | 319.8 | 319.8 | -49.4 | 319.8 | 319.8 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | -0.3 | -0.3 | 0.3 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.11.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 235.9 | 232.6 | 232.6 | 10.3 | 232.6 | 232.6 | -47.0 | 232.6 | 232.6 | -31.1 | 232.6 | 232.6 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | -0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.2 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 324.4 | 319.8 | 319.8 | 12.7 | 319.8 | 319.8 | -80.5 | 319.8 | 319.8 | -49.4 | 319.8 | 319.8 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | -0.3 | -0.3 | 0.3 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

10.11. Posouzení průřezu

10.11.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 415.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.78 & 0.77 & 0.77 & 0.03 & 0.77 & 0.77 & 0.00 & 0.77 & 0.77 & 0.00 & 0.77 & 0.77 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.11.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 415.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.19 & 0.00 & 0.00 & 0.12 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.11.4. Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.0E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 7.2E-04 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 142.4 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 97.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 28.72 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 73$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.11.4. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 4.0E-05 | 0.064 | 1.6E-05 | 0.160 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 4.0E-05 | 0.064 | 1.6E-05 | 0.160 |
| stěna v místě těžiště | 5.3E-05 | 0.005 | 3.1E-05 | 0.160 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.46 | 0.00 | 0.48 | 0.32 | 0.48 | 0.48 | 0.46 | 0.48 | 0.48 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.800 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{G \cdot I_t / (E \cdot I_w)} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 5.4E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.647$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = 0.000 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c1 + t3/2) = 0.005 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b1 - c1 - t3/2) = 0.000 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c1 + t3/2) = 0.005 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.005 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.005 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b1 \cdot t1/4 = 6.5E-07 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b2 \cdot t2/4 = 6.5E-07 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 6.0E-07 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 6.0E-07 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.01 | 0.00 | 0.00 | 7.34 | 0.00 | 0.00 | 11.01 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.01 | 0.00 | 0.00 | 7.34 | 0.00 | 0.00 | 11.01 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.71 | 0.00 | 0.00 | 4.48 | 0.00 | 0.00 | 6.71 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.57 | 0.00 | 0.00 | 7.71 | 0.00 | 0.00 | 11.57 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukována vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 137.46 | 142.41 | 142.41 | 139.13 | 142.41 | 142.41 | 137.46 | 142.41 | 142.41 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 94.03 | 97.42 | 97.42 | 95.17 | 97.42 | 97.42 | 94.03 | 97.42 | 97.42 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.11.4. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{24.8 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{13.8 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{24.8 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{13.8 \text{ kN}}}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 9.67 | 10.09 | 10.09 | 24.76 | 10.09 | 10.09 | 23.85 | 10.09 | 10.09 | 24.43 | 10.09 | 10.09 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 5.39 | 5.63 | 5.63 | 13.81 | 5.63 | 5.63 | 13.30 | 5.63 | 5.63 | 13.63 | 5.63 | 5.63 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\beta =$ | 3.90 | 3.85 | 3.85 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.00 | 3.85 | 3.85 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.11.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 93.91$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.8 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.800 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 2.800 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 43.61$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 137.71$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.464$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 1.466$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.653$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 1.885$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.900$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.326$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 123.0 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.042 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.1E-05 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.800 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 86.01$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.079 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.390$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.070$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 147.34$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.714$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 120.03$ $\lambda_1 = 137.706$ $\lambda_2 = 86.011$ $\lambda_3 = 43.611$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.8E-01$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 145.03$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 147.34$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.569$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 1.963$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.318$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 120.1 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.11.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 2.800 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.813 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.155$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 24.5 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 24.5 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 1.005$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.310$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.465$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 10.5 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 12.6 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.78 | 0.77 | 0.77 | 0.03 | 0.92 | 0.77 | 0.67 | 0.77 | 0.77 | 0.41 | 0.77 | 0.77 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.46$$

$$\lambda_z = 1.47$$

$$\chi_y = 0.900$$

$$\chi_z = 0.326$$

$$N_{b,Rd,y} = 339.7 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 123.0 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.96 | 0.90 | 0.90 | 0.93 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.72 | 0.90 | 0.90 | 1.41 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 1.03 | 0.54 | 0.54 | 0.84 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.57 | 0.54 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 10.5 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 12.6 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.78 | 0.77 | 0.77 | 0.03 | 0.91 | 0.77 | 0.67 | 0.77 | 0.77 | 0.41 | 0.77 | 0.77 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.78 | 0.77 | 0.77 | 0.03 | 0.85 | 0.77 | 0.67 | 0.77 | 0.77 | 0.41 | 0.77 | 0.77 | vyhoví |

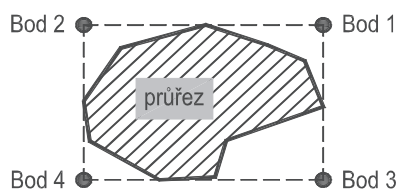
10.11.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 104.2 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 104.2 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 159.0 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 159.0 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.57 | 0.56 | 0.56 | 0.06 | 0.44 | 0.56 | 0.36 | 0.56 | 0.56 | 0.24 | 0.56 | 0.56 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.57 | 0.56 | 0.56 | 0.06 | 0.68 | 0.56 | 0.36 | 0.56 | 0.56 | 0.24 | 0.56 | 0.56 | vyhoví |

10.11.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 104.2 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 104.2 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 159.0 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 133.5 | 131.6 | 131.6 | 5.8 | 159.0 | 131.6 | -83.6 | 131.6 | 131.6 | -55.3 | 131.6 | 131.6 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.57 | 0.56 | 0.56 | 0.06 | 0.44 | 0.56 | 0.36 | 0.56 | 0.56 | 0.24 | 0.56 | 0.56 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.57 | 0.56 | 0.56 | 0.06 | 0.68 | 0.56 | 0.36 | 0.56 | 0.56 | 0.24 | 0.56 | 0.56 | vyhoví |

10.11.4.1 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.78 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.19 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.09 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.06 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.16 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.16 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.65 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.67 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.15 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.92 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.91 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.68 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.68 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.11.4.1 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 4E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | $\geq 3 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.00 | 0.23 | 0.15 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | CO01 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Dolní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} =$ | 4E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.00 | 0.23 | 0.15 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | CO02 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 1.4E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | CO03 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Posouzení

| | | | |
|----------------------|---------------|---|--|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.8 | |
| | $\tau_{II} =$ | max(CO01+CO03; CO02+CO03) | |
| | | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

0.00 ≤ 1 vyhoví

10.11. Posouzení připojení montážních ztužení k výztuhám

10.11.5.1 Použité šrouby

pevnostní třída 6.8

mez kluzu šroubu

 $f_{yb} =$ 480 MPa

mez pevnosti šroubu

 $f_{ub} =$ 600 MPa

průměr šroubu

M16

plocha plného dřívku šroubu

 $A = \pi * d^2 / 4 =$ 201 mm²

plocha jádra šroubu (v místě závitů)

 $A_s =$ 157 mm²

průměr otvoru pro šroub

 $d_0 =$ 18 mm $\alpha_v =$ 0.6

návrhová únosnost ve stříhu

 $F_{v,Rd} = \alpha_v * f_{ub} * A / \gamma_{M2} =$ 45.22 kN

vzdálenost krajního šroubu od okraje (ve směru kolmém na směr síly)

 $e_2 =$ 50 mm

rozteč šroubů od okraje (ve směru kolmém na směr síly)

 $p_2 =$ 60 mm $k_1 = \text{MIN}(2, 8 * e_2 / d_0 - 1, 7; 1, 4 * p_2 / d_0 - 1, 7; 2, 5) =$ 2.50

vzdálenost krajního šroubu od okraje (ve směru síly)

 $e_1 =$ 50 mm

rozteč šroubů od okraje (ve směru síly)

 $p_1 =$ 70 mm $\alpha_b = \text{MIN}(e_1 / 3d_0; p_1 / 3d_0 - 1/4; f_{ub} / f_u; 1) =$ 0.93

tloušťka styčnickového plechu (z odst. 10.9.5.2.)

 $t =$ 0.016 m

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

tloušťka stojiny montážního ztužení

 $t_3 = 0.005 \text{ m}$

nejmenší součet tloušťek spojovaných prvků v jednom směru

 $t_b = \text{MIN}(t; 2 \cdot t_3) = 0.010$

návrhová únosnost v otláčení

 $F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_b / \gamma_{M2} = 106.67 \text{ kN}$
posouzení stříhu šroubů
 $N_d / (8 \cdot F_{v,Rd}) \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.90 | 0.88 | 0.88 | 0.04 | 0.88 | 0.88 | 0.22 | 0.88 | 0.88 | 0.14 | 0.88 | 0.88 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

posouzení otláčení
 $N_d / (4 \cdot F_{b,Rd}) \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.76 | 0.75 | 0.75 | 0.03 | 0.75 | 0.75 | 0.19 | 0.75 | 0.75 | 0.12 | 0.75 | 0.75 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

posouzení oslabeného průřezu na prostý tah/tlak:

Oslabení plochy růžezu

 $A = 2 \cdot d_0 \cdot t_3 = 1.8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Oslabená plocha průřezu

 $A_0 = A - A_1 = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Návrhová únosnost oslabeného průřezu v místě šroubů

 $N_{pl,Rd} = A_0 \cdot f_y / \gamma_{M0} = 373.1 \text{ kN}$

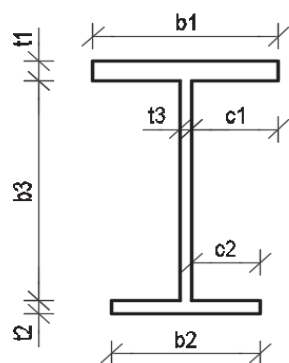
Posouzení

 $E_d/R_d = N_d / N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.87 | 0.86 | 0.86 | 0.03 | 0.86 | 0.86 | 0.22 | 0.86 | 0.86 | 0.13 | 0.86 | 0.86 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.12. Montážní ztužení - kratší pole (UPE 160)



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | | |
|------|--------|---|
| t1 = | 0.0082 | m |
| b1 = | 0.064 | m |
| c1 = | 0.059 | m |
| t3 = | 0.005 | m |
| b3 = | 0.1436 | m |
| t2 = | 0.0082 | m |
| b2 = | 0.064 | m |
| c2 = | 0.059 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

 $a_w = 0.0105$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

 $t = 0.005$ m

světlná výška mezi pásnicemi

 0.1436 m $c = 0.1226$ m $c/t = 24.52$ $\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb $\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

 $\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

 $a_w = 0.0105$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

 $t = 0.0082$ m

přečnívající část pásnice

 0.059 m $c = 0.0485$ m $c/t = 5.91463$ $\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb $k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

 $\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.12. Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S235
 $f_y = 235$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

 $f_u = 360$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

 $E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

 $\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

 $G = E/[2 \cdot (1 + \nu)] = 80769$ MPa $\epsilon = \nu(235/f_y) = 1.00$ Součinitele bezpečnosti materiálů:

Dílčí součinitel betonářské oceli

 $\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

 $\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

 $\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

 $\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

 $\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

 $\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

 $\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

 $\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.12. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$$A = 1.8E-03 \text{ m}^2$$

Efektivní smyková plocha

$$A_{y,eff} = 8.7E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{z,eff} = 8.0E-04 \text{ m}^2$$

Moment tuhosti v kroucení

$$I_t = 2.9E-08 \text{ m}^4$$

Moment setrvačnosti

$$I_y = 7.3E-06 \text{ m}^4$$

$$I_z = 7.3E-07 \text{ m}^4$$

Deviační moment

$$D_{yz} = - \text{ m}^4$$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$$y_+ = 0.044 \text{ m}$$

$$y_- = 0.020 \text{ m}$$

$$z_+ = 0.080 \text{ m}$$

$$z_- = 0.080 \text{ m}$$

Střed smyku od těžiště průřezu

$$y_{Cs} = -0.042 \text{ m}$$

$$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$$

Výsečový moment setrvačnosti

$$I_w = 3.0E-09 \text{ m}^6$$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 9.1E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 9.1E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 1.7E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 3.7E-05 \text{ m}^3$$

Poloměr setrvačnosti

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.064 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.020 \text{ m}$$

$$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 1.1E-04 \text{ m}^3$$

$$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 5.9E-05 \text{ m}^3$$

10.12. Vnitřní síly

10.12.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 87.4 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | -12.0 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -0.3 | -0.3 | 0.3 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 123.7 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | -33.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -0.4 | -0.4 | 0.4 | -0.4 | 0.0 | -0.4 | 0.0 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.12.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.800 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.195$$

počet svislic v řadě

$$m = 13 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.734$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 87.4 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | -12.0 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,k} =$ | -0.3 | -0.3 | 0.3 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 123.7 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | -33.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $V_{z,d} =$ | -0.4 | -0.4 | 0.4 | -0.4 | 0.0 | -0.4 | 0.0 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

10.12. Posouzení průřezu

10.12.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 415.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.30 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.00 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.12.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 415.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.12.4. Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.0E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 7.2E-04 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 142.4 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 97.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 28.72 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 73$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.12.4. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 4.0E-05 | 0.064 | 1.6E-05 | 0.160 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 4.0E-05 | 0.064 | 1.6E-05 | 0.160 |
| stěna v místě těžiště | 5.3E-05 | 0.005 | 3.1E-05 | 0.160 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.00 | 0.51 | 0.00 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.800 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 5.4E+00$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.647$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = 0.000 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.005 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = 0.000 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.005 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.005 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.005 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1/4 = 6.5E-07 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2/4 = 6.5E-07 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 6.0E-07 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 6.0E-07 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{Sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{Sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t,Sd} \cdot t/I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega,Sd} \cdot S_{\omega}/(I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k/(f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukována vlivem kroucení

$$V_{pl,T,Rd,y} = V_{pl,Rd,y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k/(1.25 \cdot f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = V_{pl,Rd,z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k/(1.25 \cdot f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl,T,Rd,y}$ | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | 142.41 | kN |
| $V_{pl,T,Rd,z}$ | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | 97.42 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d/V_{pl,T,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.12.4. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_y/\gamma_{M0} = \underline{24.8 \text{ kN}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y/\gamma_{M0} = \underline{13.8 \text{ kN}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y}/V_{pl,T,Rd,y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\text{bez redukce}}$$

$$E_d/R_d = V_{d,z}/V_{pl,T,Rd,z} = 0.00 \leq 0.5 \quad \underline{\text{bez redukce}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d,y}/V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d,z}/V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y/\gamma_{M0} = \underline{24.8 \text{ kN}}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y/\gamma_{M0} = \underline{13.8 \text{ kN}}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 22.58 | 24.54 | 24.54 | 24.54 | 24.54 | 24.54 | 24.62 | 24.54 | 24.54 | 24.54 | 24.54 | 24.54 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 12.60 | 13.69 | 13.69 | 13.69 | 13.69 | 13.69 | 13.73 | 13.69 | 13.69 | 13.69 | 13.69 | 13.69 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta =$ | 1.49 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.12.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 93.91$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2.8 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.800 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 2.800 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 43.61$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 137.71$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.464$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 1.466$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.653$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 1.885$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.900$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.326$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 123.0 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.042 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 1.1E-05 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.800 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 86.01$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.079 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.390$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}]} = 1.070$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 147.34$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a / i_p)) / 3]} = 0.714$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 120.03$ $\lambda_1 = 137.706$ $\lambda_2 = 86.011$ $\lambda_3 = 43.611$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.8E-01$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 145.03$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 147.34$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.569$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 1.963$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.318$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 120.1 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.12.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| dolní | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 2.800 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.813 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.155$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi^2 \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 24.5 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 24.5 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 1.005$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.76$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.310$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.465$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 10.5 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 12.6 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.14 | 0.10 | 0.32 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.46$$

$$\lambda_z = 1.47$$

$$\chi_y = 0.900$$

$$\chi_z = 0.326$$

$$N_{b,Rd,y} = 339.7 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 123.0 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.24 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.74 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 10.5 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 12.6 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.13 | 0.10 | 0.31 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.12 | 0.10 | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | vyhoví |

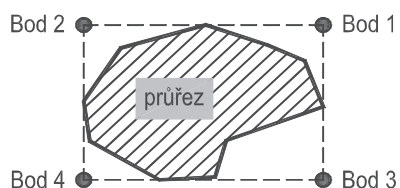
10.12.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 9.7 | 16.4 | -27.9 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 9.7 | 16.4 | -27.9 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 23.2 | 16.4 | -15.0 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 23.2 | 16.4 | -15.0 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.12 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | vyhoví |

10.12.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 9.7 | 16.4 | -27.9 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 9.7 | 16.4 | -27.9 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 23.2 | 16.4 | -15.0 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 49.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 23.2 | 16.4 | -15.0 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.12 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.21 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | vyhoví |

10.12.4.1 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.30 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.08 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.02 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.27 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.27 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.04 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.32 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.31 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.21 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.12.4.1 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 4E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | $\geq 3 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | CO01 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Dolní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} =$ | 4E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | CO02 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 1.4E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.004 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | CO03 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Posouzení

| | | | |
|----------------------|---------------|---|--|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.8 | |
| | $\tau_{II} =$ | max(CO01+CO03; CO02+CO03) | |
| | | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

0.00 ≤ 1 vyhoví

10.12. Posouzení připojení montážních ztužení k výztuhám

10.12.5.1 Použité šrouby

pevnostní třída 6.8

mez kluzu šroubu

 $f_{yb} =$ 480 MPa

mez pevnosti šroubu

 $f_{ub} =$ 600 MPa

průměr šroubu

M16

plocha plného dřívku šroubu

 $A = \pi * d^2 / 4 =$ 201 mm²

plocha jádra šroubu (v místě závitu)

 $A_s =$ 157 mm²

průměr otvoru pro šroub

 $d_0 =$ 18 mm $\alpha_v =$ 0.6

návrhová únosnost ve stříhu

 $F_{v,Rd} = \alpha_v * f_{ub} * A / \gamma_{M2} =$ 45.22 kN

vzdálenost krajního šroubu od okraje (ve směru kolmém na směr síly)

 $e_2 =$ 50 mm

rozteč šroubů od okraje (ve směru kolmém na směr síly)

 $p_2 =$ 60 mm $k_1 = \text{MIN}(2, 8 * e_2 / d_0 - 1, 7; 1, 4 * p_2 / d_0 - 1, 7; 2, 5) =$ 2.50

vzdálenost krajního šroubu od okraje (ve směru síly)

 $e_1 =$ 50 mm

rozteč šroubů od okraje (ve směru síly)

 $p_1 =$ 70 mm $\alpha_b = \text{MIN}(e_1 / 3d_0; p_1 / 3d_0 - 1/4; f_{ub} / f_u; 1) =$ 0.93

tloušťka styčnickového plechu (z odst. 10.10.5.2.)

 $t =$ 0.012 m

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

tloušťka stojiny montážního ztužení

 $t_3 = 0.005 \text{ m}$

nejmenší součet tloušťek spojovaných prvků v jednom směru

 $t_b = \text{MIN}(t; t_3) = 0.005$

návrhová únosnost v otláčení

 $F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_b / \gamma_{M2} = 53.33 \text{ kN}$
posouzení stříhu šroubů
 $N_d / (4 \cdot F_{b,Rd}) \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.68 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.18 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

posouzení otláčení
 $N_d / (4 \cdot F_{b,Rd}) \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.58 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.15 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

posouzení oslabeného průřezu na prostý tah/tlak:

Oslabení plochy řůžezu

 $A = 2 \cdot d_0 \cdot t_3 = 1.8E-04 \text{ m}^2$

Oslabená plocha průřezu

 $A_0 = A - A_1 = 1.6E-03 \text{ m}^2$

Návrhová únosnost oslabeného průřezu v místě šroubů

 $N_{pl,Rd} = A_0 \cdot f_y / \gamma_{M0} = 373.1 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d / N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.33 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.13. Montážní zavětrování ($\phi 22$)

vnější průměr trubky
tloušťka

$D = 0.022$ m
 $t = 0.011$ m

10.13. Materiál

| | | |
|--|-----------------------------|------------|
| mez kluzu konstrukční oceli | $f_y =$ | 235 MPa |
| mez pevnosti konstrukční oceli | $f_u =$ | 360 MPa |
| modul pružnosti v tahu a v tlaku | $E =$ | 210000 MPa |
| součinitel pružné deformace v pružné oblasti | $\nu =$ | 0.3 |
| modul pružnosti ve smyku | $G = E/[2*(1+\nu)] =$ | 80769 MPa |
| | $\epsilon = \nu(235/f_y) =$ | 1.00 |

Součinitele bezpečnosti materiálů:

| | | |
|--|---------------------|------|
| Dílčí součinitel betonářské oceli | $\gamma_s =$ | 1.15 |
| Dílčí součinitel betonu | $\gamma_c =$ | 1.50 |
| Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů | | |
| - únosnost prutu při nadměrném zplstizování včetně lokálního boulení | $\gamma_{M0} =$ | 1.00 |
| - únosnost prutu při posuzování stability | $\gamma_{M1} =$ | 1.10 |
| - únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu | $\gamma_{M2} =$ | 1.25 |
| Dílčí součinitele únosnost spojů | | |
| - únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek | $\gamma_{M2} =$ | 1.25 |
| - odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C) | $\gamma_{M3} =$ | 1.25 |
| - odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M3,ser} =$ | 1.10 |
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.13. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

| | | |
|--|-------------------------|------------------------|
| Plocha průřezu | $A =$ | 3.8E-04 m ² |
| Efektivní smyková plocha | $A_{y,eff} =$ | 3.4E-04 m ² |
| | $A_{z,eff} =$ | 3.4E-04 m ² |
| Moment tuhosti v kroucení | $I_t =$ | 2.3E-08 m ⁴ |
| Moment setrvačnosti | $I_y =$ | 1.1E-08 m ⁴ |
| | $I_z =$ | 1.1E-08 m ⁴ |
| Deviační moment | $D_{yz} =$ | - m ⁴ |
| Hrana průřezu od těžiště průřezu | $y_+ =$ | 0.011 m |
| | $y_- =$ | 0.011 m |
| | $z_+ =$ | 0.011 m |
| | $z_- =$ | 0.011 m |
| Střed smyku od těžiště průřezu | $y_{Cs} =$ | 0.000 m |
| | $z_{Cs} =$ | 0.000 m |
| Výsečový moment setrvačnosti | $I_w =$ | 0.0E+00 m ⁶ |
| Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům) | $W_{y,el}+ = I_y/z_+ =$ | 1.0E-06 m ³ |
| | $W_{y,el}- = I_y/z_- =$ | 1.0E-06 m ³ |
| | $W_{z,el}+ = I_z/y_+ =$ | 1.0E-06 m ³ |
| | $W_{z,el}- = I_z/y_- =$ | 1.0E-06 m ³ |
| Poloměr setrvačnosti | $i_y = \sqrt{I_y/A} =$ | 0.005 m |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.005 \text{ m}$$

$$W_{y,pl} = 1.8E-06 \text{ m}^3$$

$$W_{z,pl} = 1.8E-06 \text{ m}^3$$

10.13. Vnitřní síly

10.13.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 51.4 | | | | | | | | | | | | kN |
| $V_{y,k} =$ | | | | | | | | | | | | | kN |
| $V_{z,k} =$ | | | | | | | | | | | | | kN |
| $T_k =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |
| $M_{y,k} =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |
| $M_{z,k} =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 77.1 | | | | | | | | | | | | kN |
| $V_{y,d} =$ | | | | | | | | | | | | | kN |
| $V_{z,d} =$ | | | | | | | | | | | | | kN |
| $T_d =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |
| $M_{y,d} =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |
| $M_{z,d} =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |

10.13.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

výška sloupů

$$h = 3.754 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/\sqrt{h} = 1.032$$

počet svislic v řadě

$$m = 7 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.756$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 51.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 77.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.13. Posouzení průřezu

10.13.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 89.3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.13.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 89.3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.13.4. Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku

$$A_{v,y} = 3.4E-04 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku

$$A_{v,z} = 3.4E-04 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 46.4 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 46.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.13.4. Smyk + kroucení

Smyk

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} / A_v = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

plocha uzavřená střednicí průřezu

$$A_k = 9.5E-05 \text{ m}^2$$

smykový tok

$$T = T_d / (2 \cdot A_k) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| $T =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kN |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|

smykové napětí od kroucení

$$\tau_t = T_d / (2 \cdot A_k \cdot t) = T/t = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

Posouzení přes napětí

$$E_d/R_d = (\tau_m + \tau_k) / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

účinná délka ve smyku

$$l_{v,y} = 1.6E-02 \text{ m}$$

účinná délka ve smyku

$$l_{v,z} = 1.6E-02 \text{ m}$$

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl,T,Rd,y} = V_{pl,Rd,y} * [1 - \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))] = V_{pl,Rd,y} - \tau_k * A_{v,y} = V_{pl,Rd,y} - T * l_{v,y} = 46.4178 \text{ kN}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = V_{pl,Rd,z} * [1 - \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}))] = V_{pl,Rd,z} - \tau_k * A_{v,z} = V_{pl,Rd,z} - T * l_{v,z} = 46.4178 \text{ kN}$$

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d/V_{pl,T,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.13.4. Ohyb s vlivem osově síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M0} = 0.4 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M0} = 0.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y}/V_{pl,T,Rd,y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d,z}/V_{pl,T,Rd,z} = 0.00 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 * V_{d,y}/V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 * V_{d,z}/V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} * (1 - \rho_y) * f_y / \gamma_{M0} = 0.4 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} * (1 - \rho_z) * f_y / \gamma_{M0} = 0.4 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 0.11 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 0.11 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro pravoúhlé duté průřezy $\alpha=\beta=1.66/(1-1.13 \cdot n^2)=1.66/(1-1.13 \cdot (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2)=$ viz níže ≤ 6 Posouzení $E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^{\alpha} + (M_z/M_{N,Rd,z})^{\beta} =$ viz níže ≤ 1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\alpha=\beta=$ | 6.00 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 1.66 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d=$ | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
|------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

10.13.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.49$

poměrná štíhlost

 $\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{E/f_y} = 93.9 \cdot \epsilon = 93.91$

uvažovaná délka prutu

 $L = 2.54 \text{ m}$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

 $\beta_{cr,y} = 2$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\beta_{cr,z} = 2$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

 $L_{cr,y} = L \cdot \beta_{cr,y} = 5.080 \text{ m}$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

 $L_{cr,z} = L \cdot \beta_{cr,z} = 5.080 \text{ m}$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

 $\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 923.64$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 923.64$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

 $\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 9.835$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 9.835$ $\phi_y = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 51.224$ $\phi_z = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 51.224$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

 $\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.010$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.010$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.8 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} =$ viz níže ≤ 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d=$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>vyhoví</u> |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.49$

vzdálenost středu smyku od těžiště

 $a = 0.000 \text{ m}$

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 2.3E-08 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 2$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 5.080 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 5.07$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2)} = \sqrt{I_p/A} = 0.008 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.000$ $\gamma = \sqrt{\{(1 + \kappa_z)/2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z)/2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}\}} = 1.000$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 923.64$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a/i_p))/3]} = 0.577$ $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 754.15$ $\lambda_1 = 923.637$ $\lambda_2 = 923.637$ $\lambda_3 = 5.066$ $\alpha_1 = (a_y/i_p)^2 = 0.0E+00$ $\alpha_2 = (a_z/i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se přilíší neliší

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---|----------|
| v případě, že se odlišují | $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} =$ | 923.64 |
| uvažovaná štíhlost pro výpočet | $\lambda_{yz\omega} =$ | 923.64 |
| poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\bar{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 =$ | 9.835 |
| | $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] =$ | 51.224 |
| součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}] =$ | 0.010 |
| vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 0.8 kN |
| Posouzení | $E_d / R_d = N_d / N_{b,Rd} =$ viz níže | ≤ 1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.13.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | |
|---|---|--------------------|
| průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | A | podmínka splněna |
| nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| horní tlačení pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| dolní tlačení pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 5.080 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.220 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

| | | |
|--|---|----------|
| součinitel klopení | $\chi_{LT} =$ | 1.000 |
| moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu) | $M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 0.4 kNm |
| moment v únosnosti | $M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 0.4 kNm |
| Posouzení | $E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} =$ viz níže | ≤ 1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy} / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz} / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

| | |
|------------|-------|
| $k_{yy} =$ | 1.000 |
| $k_{zz} =$ | 1.000 |
| $k_{yz} =$ | 1.000 |
| $k_{zy} =$ | 1.000 |

$$N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} \cdot M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} \cdot M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zy)} \cdot M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z}) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy} / R_d =$ | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

| | |
|-------------|-----|
| $c_{my} =$ | 0.9 |
| $c_{mz} =$ | 0.9 |
| $c_{mLT} =$ | 0.9 |

| | |
|---------------------|-------|
| $\bar{\lambda}_y =$ | 9.84 |
| $\bar{\lambda}_z =$ | 9.84 |
| $\chi_y =$ | 0.010 |
| $\chi_z =$ | 0.010 |

| | |
|----------------|--------|
| $N_{b,Rd,y} =$ | 0.8 kN |
| $N_{b,Rd,z} =$ | 0.8 kN |

$$k_{yy} = \min(c_{my} \cdot (1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,y}) \cdot c_{my} \cdot (1 + 0.8 \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} \cdot (1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,z}) \cdot c_{mz} \cdot (1 + 0.8 \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 0.4 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 0.4 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = N_{ed}/N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y}/M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z}/M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.13.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi * A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z}/W_{el,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 135.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 135.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 135.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 135.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $ \tau_{m,12} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $ \tau_{k,12} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3 * (\tau_m + \tau_k)^2) / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_d/R_d =$ | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

10.13.4.1 Rekapitulace využití průřezu

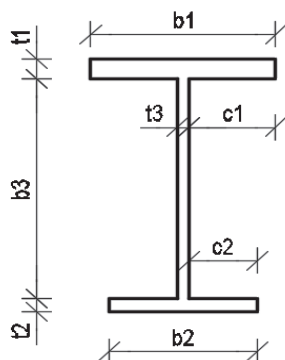
| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.86 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.86 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.86 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních bodech průřezu | 0.58 ≤ 1 | vyhoví |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.14. Nosníky revizní lávky nosné konstrukce

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|-------|----------|---|
| t1 = | 0.011 | 0.0095 | m |
| b1 = | 0.07 | 0.0685 | m |
| c1 = | 0.062 | 0.031 | m |
| t3 = | 0.008 | 0.0065 | m |
| b3 = | 0.158 | 0.158 | m |
| t2 = | 0.011 | 0.0095 | m |
| b2 = | 0.07 | 0.0685 | m |
| c2 = | 0.062 | 0.031 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.011$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0065$ m

světla výška mezi pásnicemi

$c = 0.158$ m

$c/t = 20.9231$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.011$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0095$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.031$ m

$c/t = 2.10526$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.14. Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S235JR
 $f_y = 235$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 360$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 1.00$

Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.14. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$A = 2.8E-03 \text{ m}^2$

Efektivní smyková plocha

$A_{y,eff} = 1.3E-03 \text{ m}^2$

$A_{z,eff} = 1.4E-03 \text{ m}^2$

Moment tuhosti v kroucení

$I_t = 8.7E-08 \text{ m}^4$

Moment setrvačnosti

$I_y = 1.4E-05 \text{ m}^4$

$I_z = 1.1E-06 \text{ m}^4$

Deviační moment

$D_{yz} = - \text{ m}^4$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$y_+ = 0.049 \text{ m}$

$y_- = 0.021 \text{ m}$

$z_+ = 0.090 \text{ m}$

$z_- = 0.090 \text{ m}$

Střed smyku od těžiště průřezu

$y_{Cs} = -0.042 \text{ m}$

$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$

Výsečový moment setrvačnosti

$I_w = 6.6E-09 \text{ m}^6$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 1.5E-04 \text{ m}^3$

$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 1.5E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 2.3E-05 \text{ m}^3$

$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 5.4E-05 \text{ m}^3$

Poloměr setrvačnosti

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.069 \text{ m}$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.020 \text{ m}$

$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 1.5E-04 \text{ m}^3$

$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 8.7E-05 \text{ m}^3$

10.14. Vnitřní síly

10.14.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| $N_k =$ | 6.3 | 0.2 | -15.0 | -6.2 | 6.3 | 0.2 | -15.0 | 0.2 | -15.0 | -6.2 | -2.5 | 0.2 |
| $V_{y,k} =$ | 0.3 | 8.0 | 2.4 | 5.8 | 0.3 | 8.0 | -2.4 | -8.0 | -2.4 | -5.8 | 2.0 | -8.0 |
| $V_{z,k} =$ | 0.2 | 3.0 | 7.0 | -4.0 | 0.2 | 3.0 | -7.0 | 3.0 | -7.0 | -4.0 | 1.8 | 3.0 |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.2 | -0.5 | 0.0 | -0.3 |
| $M_{y,k} =$ | 1.8 | 1.0 | -0.4 | -0.2 | 1.8 | 1.0 | -0.4 | 1.0 | -0.4 | -0.2 | -0.5 | 1.0 |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | -3.3 | 0.0 | 0.0 | -0.4 | -3.3 |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ |
| $N_d =$ | 9.3 | 0.4 | -22.1 | -8.9 | 9.3 | 0.4 | -22.1 | 0.4 | -22.1 | -8.9 | -3.8 | 0.4 |
| $V_{y,d} =$ | 0.5 | 12.0 | 3.6 | 8.7 | 0.5 | 12.0 | -3.6 | -12.0 | -3.6 | -8.7 | 2.9 | -12.0 |
| $V_{z,d} =$ | 0.3 | 4.4 | 10.3 | -5.9 | 0.3 | 4.4 | -10.3 | 4.4 | -10.3 | -5.9 | 2.7 | 4.4 |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.0 | 0.5 | -0.3 | -0.5 | -0.3 | -0.7 | 0.0 | -0.5 |
| $M_{y,d} =$ | 2.7 | 1.4 | -0.5 | -0.2 | 2.7 | 1.4 | -0.5 | 1.4 | -0.5 | -0.2 | -0.8 | 1.4 |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 0.0 | -4.9 | 0.0 | 0.0 | -0.6 | -4.9 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.14.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svslíc

$$h = 3.000 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svslíc

$$\alpha_h = 2/vh = 1.155$$

počet svslíc v řadě

$$m = 2 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svslíc

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.866$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 6.3 | 0.2 | -15.0 | -6.2 | 6.3 | 0.2 | -15.0 | 0.2 | -15.0 | -6.2 | -2.5 | 0.2 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.3 | 8.0 | 2.4 | 5.8 | 0.3 | 8.0 | -2.4 | -8.0 | -2.4 | -5.8 | 2.0 | -8.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | 0.2 | 3.0 | 7.0 | -4.0 | 0.2 | 3.0 | -7.0 | 3.0 | -7.0 | -4.0 | 1.8 | 3.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.2 | -0.5 | 0.0 | -0.3 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 1.9 | 1.0 | -0.5 | -0.2 | 1.9 | 1.0 | -0.5 | 1.0 | -0.5 | -0.2 | -0.5 | 1.0 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | -3.3 | 0.0 | 0.0 | -0.4 | -3.3 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 9.3 | 0.4 | -22.1 | -8.9 | 9.3 | 0.4 | -22.1 | 0.4 | -22.1 | -8.9 | -3.8 | 0.4 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.5 | 12.0 | 3.6 | 8.7 | 0.5 | 12.0 | -3.6 | -12.0 | -3.6 | -8.7 | 2.9 | -12.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | 0.3 | 4.4 | 10.3 | -5.9 | 0.3 | 4.4 | -10.3 | 4.4 | -10.3 | -5.9 | 2.7 | 4.4 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.0 | 0.5 | -0.3 | -0.5 | -0.3 | -0.7 | 0.0 | -0.5 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 2.7 | 1.4 | -0.7 | -0.3 | 2.7 | 1.4 | -0.7 | 1.4 | -0.7 | -0.3 | -0.8 | 1.4 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | -0.1 | 4.9 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 4.9 | 0.0 | -4.9 | 0.0 | 0.0 | -0.6 | -4.9 | kNm |

10.14. Posouzení průřezu

10.14.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{658.0 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \underline{\underline{\text{vyhoví}}}$$

10.14.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{658.0 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.03 & 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.03 & 0.00 & 0.03 & 0.01 & 0.01 & 0.00 \end{matrix} \underline{\underline{\text{vyhoví}}}$$

10.14.4. Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.3E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svslý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 1.0E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = \underline{\underline{176.6 \text{ kN}}}$$

- svslý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = \underline{\underline{139.3 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 24.3077 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 73$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.14.4. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 5.5E-05 | 0.069 | 4.8E-05 | 0.177 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 5.5E-05 | 0.069 | 4.8E-05 | 0.177 |
| stěna v místě těžiště | 7.7E-05 | 0.007 | 1.2E-05 | 0.177 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.13 | 3.13 | 1.47 | 2.44 | 0.13 | 3.13 | 1.47 | 3.13 | 1.47 | 2.44 | 0.86 | 3.13 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.13 | 3.13 | 1.47 | 2.44 | 0.13 | 3.13 | 1.47 | 3.13 | 1.47 | 2.44 | 0.86 | 3.13 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.26 | 4.52 | 9.20 | 5.63 | 0.26 | 4.52 | 9.20 | 4.52 | 9.20 | 5.63 | 2.53 | 4.52 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 3.000 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 6.79138$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.726$$

bimoment

$$B_{sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,sd} =$ | 0.00 | 0.33 | 0.24 | 0.51 | 0.00 | 0.33 | 0.24 | 0.33 | 0.24 | 0.51 | 0.02 | 0.33 | kNm |
| $T_{w,sd} =$ | 0.00 | 0.12 | 0.09 | 0.19 | 0.00 | 0.12 | 0.09 | 0.12 | 0.09 | 0.19 | 0.01 | 0.12 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.003 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.003 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.003 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1/4 = 5.0E-07 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2/4 = 5.0E-07 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 2.1E-06 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 2.1E-06 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 35.52 | 26.05 | 55.26 | 0.00 | 35.52 | 26.05 | 35.52 | 26.05 | 55.26 | 2.37 | 35.52 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.99 | 0.73 | 1.54 | 0.00 | 0.99 | 0.73 | 0.99 | 0.73 | 1.54 | 0.07 | 0.99 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 35.52 | 26.05 | 55.26 | 0.00 | 35.52 | 26.05 | 35.52 | 26.05 | 55.26 | 2.37 | 35.52 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.99 | 0.73 | 1.54 | 0.00 | 0.99 | 0.73 | 0.99 | 0.73 | 1.54 | 0.07 | 0.99 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.00 | 24.31 | 17.82 | 37.81 | 0.00 | 24.31 | 17.82 | 24.31 | 17.82 | 37.81 | 1.62 | 24.31 | MPa |
|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 36.51 | 26.78 | 56.80 | 0.00 | 36.51 | 26.78 | 36.51 | 26.78 | 56.80 | 2.43 | 36.51 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.27 | 0.20 | 0.42 | 0.00 | 0.27 | 0.20 | 0.27 | 0.20 | 0.42 | 0.02 | 0.27 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 176.58 | 156.42 | 162.05 | 144.01 | 176.58 | 156.42 | 162.05 | 156.42 | 162.05 | 144.01 | 175.31 | 156.42 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 139.34 | 123.43 | 127.87 | 113.64 | 139.34 | 123.43 | 127.87 | 123.43 | 127.87 | 113.64 | 138.34 | 123.43 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.08 | 0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.08 | 0.02 | 0.08 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.08 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.04 | vyhoví |

10.14.4. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{36.0 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{20.5 \text{ kN}}}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.24 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.08 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.08 \leq 0.5 \quad \underline{\underline{\text{bez redukce}}}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{36.0 \text{ kN}}}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = \underline{\underline{20.5 \text{ kN}}}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.24 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 35.97 | 35.97 | 35.93 | 35.97 | 35.97 | 35.97 | 35.93 | 35.97 | 35.93 | 35.97 | 35.97 | 35.97 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 20.52 | 20.52 | 20.50 | 20.52 | 20.52 | 20.52 | 20.50 | 20.52 | 20.50 | 20.52 | 20.52 | 20.52 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.24 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.08 | 0.28 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.28 | 0.02 | 0.28 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.28 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.24 | vyhoví |

10.14.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 93.91$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 3 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 1$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 3.000 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 3.000 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 43.20$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 148.68$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.460$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 1.583$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.650$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 2.092$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.901$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.289$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 172.9 \text{ kN}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_1 = 0.34$$

vzdálenost středu smyku od těžiště

$$a = 0.042 \text{ m}$$

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

$$I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 2.0E-05 \text{ m}^4$$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

$$\beta_{cr,\omega} = 1$$

vzpěrná délka při zkroucení

$$L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 3.000 \text{ m}$$

štíhlost při prostorovém vzpěru

$$\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 68.81$$

polární poloměr setrvačnosti

$$i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2) / A} = \sqrt{(I_p / A)} = 0.084 \text{ m}$$

$$\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 0.214$$

$$\gamma = \sqrt{(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a / i_p)^2)}} = 1.031$$

$$\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 153.33$$

$$\kappa = \sqrt{(1 + (a / i_p)) / 3} = 0.708$$

v případě, že se příliš neliší

$$\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 119.90$$

$$\lambda_1 = 148.678$$

$$\lambda_2 = 68.811$$

$$\lambda_3 = 43.205$$

$$\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 2.5E-01$$

$$\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$$

v případě, že se odlišují

$$\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 152.64$$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

$$\lambda_{yz\omega} = 153.33$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 1.633$$

$$\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 2.076$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.298$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 178.1 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.14.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | |
|--|---|--------------------|
| průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| horní tlačný pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| dolní tlačný pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 3.000 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 0.807 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

$$\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.102$$

pružný kritický moment při klopení

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 47.4 \text{ kNm}$$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

$$M_{cr} = \text{kNm}$$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

$$M_{cr} = 47.4 \text{ kNm}$$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

$$\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{(W_{pl,y} \cdot f_y) / M_{cr}} = 0.871$$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

d (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

$$\alpha_{LT} = 0.76$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 1.134$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}] = 0.537$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 17.6 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 18.7 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.16 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.16 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.08 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.26 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.17 | 0.34 | 0.17 | 0.07 | 0.17 | 0.34 | 0.17 | 0.34 | 0.17 | 0.07 | 0.10 | 0.34 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.46$$

$$\lambda_z = 1.58$$

$$\chi_y = 0.901$$

$$\chi_z = 0.289$$

$$N_{b,Rd,y} = 539.3 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 172.9 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 1.06 | 0.97 | 0.90 | 0.90 | 1.06 | 0.90 | 1.06 | 0.97 | 0.93 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.64 | 0.58 | 0.54 | 0.54 | 0.64 | 0.54 | 0.64 | 0.58 | 0.56 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 17.6 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 18.7 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.07 | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.07 | 0.08 | 0.22 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.10 | 0.28 | 0.15 | 0.06 | 0.10 | 0.28 | 0.15 | 0.28 | 0.15 | 0.06 | 0.08 | 0.28 | vyhoví |

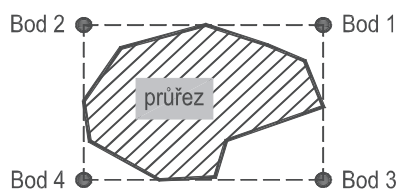
10.14.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -18.9 | -153.7 | -11.6 | -4.8 | -18.9 | -153.7 | -11.6 | 130.0 | -11.6 | -4.8 | 20.7 | 130.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -21.5 | 49.0 | -11.6 | -4.8 | -21.5 | 49.0 | -11.6 | -72.7 | -11.6 | -4.8 | -4.1 | -72.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 27.0 | -129.8 | -24.3 | -10.0 | 27.0 | -129.8 | -24.3 | 153.8 | -24.3 | -10.0 | 8.2 | 153.8 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 24.5 | 72.9 | -24.3 | -10.0 | 24.5 | 72.9 | -24.3 | -48.9 | -24.3 | -10.0 | -16.7 | -48.9 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 0.2 | 3.1 | 6.2 | 3.8 | 0.2 | 3.1 | 6.2 | 3.1 | 6.2 | 3.8 | 1.7 | 3.1 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 0.2 | 3.1 | 6.2 | 3.8 | 0.2 | 3.1 | 6.2 | 3.1 | 6.2 | 3.8 | 1.7 | 3.1 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 24.3 | 17.9 | 38.1 | 0.0 | 24.3 | 17.9 | 24.3 | 17.9 | 38.1 | 1.6 | 24.3 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 0.0 | 24.3 | 17.9 | 38.1 | 0.0 | 24.3 | 17.9 | 24.3 | 17.9 | 38.1 | 1.6 | 24.3 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.09 | 0.68 | 0.18 | 0.31 | 0.09 | 0.68 | 0.18 | 0.59 | 0.18 | 0.31 | 0.09 | 0.59 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.59 | 0.21 | 0.31 | 0.11 | 0.59 | 0.21 | 0.69 | 0.21 | 0.31 | 0.07 | 0.69 | vyhoví |

10.14.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -18.9 | -153.7 | -11.6 | -4.8 | -18.9 | -153.7 | -11.6 | 130.0 | -11.6 | -4.8 | 20.7 | 130.0 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -21.4 | 44.7 | -11.6 | -4.8 | -21.4 | 44.7 | -11.6 | -68.4 | -11.6 | -4.8 | -3.6 | -68.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 27.0 | -129.8 | -24.3 | -10.0 | 27.0 | -129.8 | -24.3 | 153.8 | -24.3 | -10.0 | 8.2 | 153.8 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 24.5 | 68.6 | -24.3 | -10.0 | 24.5 | 68.6 | -24.3 | -44.5 | -24.3 | -10.0 | -16.1 | -44.5 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.09 | 0.68 | 0.18 | 0.31 | 0.09 | 0.68 | 0.18 | 0.59 | 0.18 | 0.31 | 0.09 | 0.59 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.11 | 0.59 | 0.21 | 0.31 | 0.11 | 0.59 | 0.21 | 0.69 | 0.21 | 0.31 | 0.07 | 0.69 | vyhoví |

10.14.4.1 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.03 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.07 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.42 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.24 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.24 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.24 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.28 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.24 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.13 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.12 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.26 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.34 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.28 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.69 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.69 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.14.4.1 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} = 5.5E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.003 \text{ m}$ | $\geq 3 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 0.18 | 2.99 | 7.05 | 4.01 | 0.18 | 2.99 | 7.05 | 2.99 | 7.05 | 4.01 | 1.85 | 2.99 | CO01 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Dolní krční svary

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} = 5.5E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.003 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.18 | 2.99 | 7.05 | 4.01 | 0.18 | 2.99 | 7.05 | 2.99 | 7.05 | 4.01 | 1.85 | 2.99 | CO02 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Boční vnější krční svary

| | | |
|----------------------------|-------------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} = 2E-05 \text{ m}^3$ | |
| Tloušťka svarů | $a_h = 0.003 \text{ m}$ | |
| Počet krčních svarů | $n_h = 2 \text{ ks}$ | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| $\tau_{II} =$ | 1.41 | 34.47 | 10.29 | 25.11 | 1.41 | 34.47 | 10.29 | 34.47 | 10.29 | 25.11 | 8.36 | 34.47 | CO03 |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|

Posouzení

korelační součinitel $\beta_w = 0.8$
 $\tau_{II} = \max(\text{CO01}+\text{CO03}; \text{CO02}+\text{CO03})$

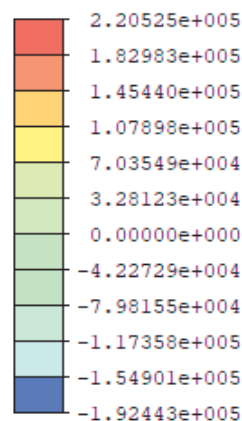
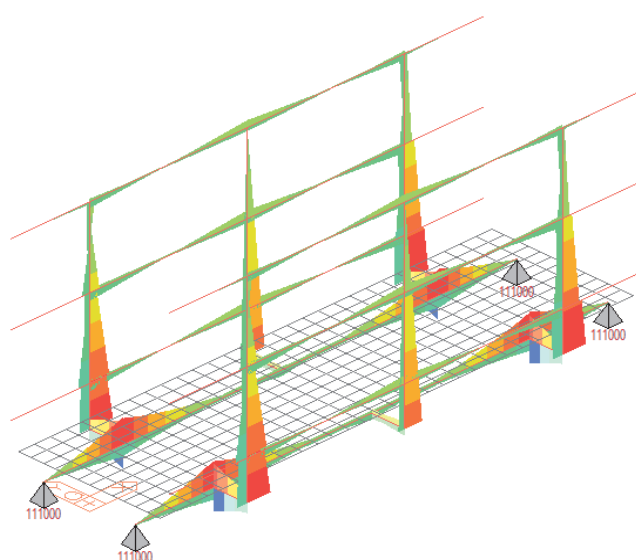
$$(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.01 | 0.18 | 0.08 | 0.14 | 0.01 | 0.18 | 0.08 | 0.18 | 0.08 | 0.14 | 0.05 | 0.18 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

0.18 ≤ 1 vyhoví

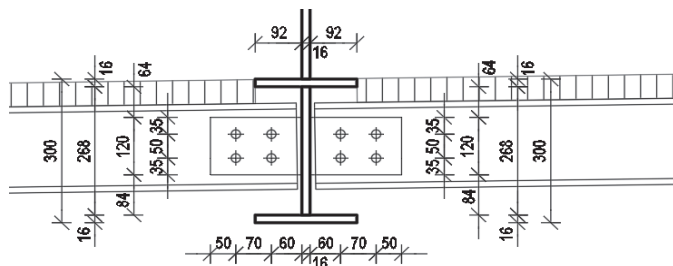
10.14. Posouzení napětí v MSÚ



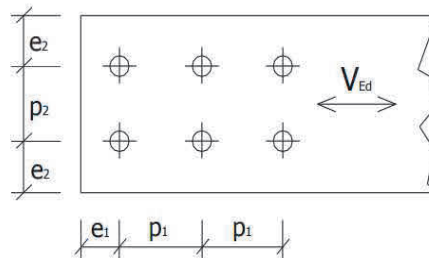
$|\sigma_{\max}| = 220.5 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$
vyhoví

10.14. Posouzení šroubového přípoje revizní lávky

Přípoj U180 na plech P16



Rozměry přípoje pro posouzení otláčení



| Zatížení na lávce | Charakt. | Návrh. |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Vlastní tíha U180 ČSN EN 1991 | g_k kN/m | g_d kN/m |
| | 0.22 | 1.35 |
| | | 0.30 |
| Užitné zatížení lávky ČSN EN 1991 | q_k kN/m ² | q_d kN/m ² |
| | 5.0 | 1.5 |
| | | 7.50 |
| Roznos už. zatížení z roštu na nosník U180 | q_k kN/m | q_d kN/m |
| | 0 | 1.5 |
| | | 0.00 |
| Spojité zatížení na nosník U180 | q_k kN/m | q_d kN/m |
| | 0.2 | 0.3 |

e2 = 50 mm
p2 = 70 mm
e1 = 35 mm
p1 = 50 mm

| Svislá reakce nosníků U180 - plech P16 | | |
|--|-----|-------------|
| rozpětí nosníku (prostý nosník) | | 3.0 m |
| R_k kN | | R_d kN |
| Reakce | 0.3 | 0.4 |

Posouzení navrženého přípoje

Šroubovaný jednostřížný přípoj pomocí 4 x M20, jakost 5.6

Únosnost šroubu ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

| | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|
| $\alpha_v =$ | 0.5 | |
| $f_{ub} =$ | 500 Mpa | |
| $A = A_s =$ | 201 mm ² | (střih závitem) |
| $\gamma_{M2} =$ | 1.25 | |
| $F_{v,Rd} =$ | 40.2 kN | |

Posouzení

$$4 \times F_{v,Rd} = 160.8 > 5.5 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Únosnost šroubu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

| | | |
|-----------------------|---------|---------|
| tloušťka stojiny U180 | t = | 8 mm |
| mez pevnosti S355 | $f_u =$ | 510 Mpa |
| šroub M20 | d = | 16 mm |
| průměr otvoru | $d_0 =$ | 18 mm |

| | | |
|----------------------------------|-----------------|------|
| součinitel k_1 (krajní šrouby) | $k_1 =$ | 2.5 |
| | $\gamma_{M2} =$ | 1.25 |

| | | |
|---------------------------------------|--------------|------|
| součinitel α_h (krajní šrouby) | $\alpha_h =$ | 0.65 |
|---------------------------------------|--------------|------|

únosnost šroubu $F_{b,Rd} = 84.6 \text{ kN}$

Posouzení

$$4 \times F_{b,Rd} = 338.5 > 5.5 \text{ kN}$$

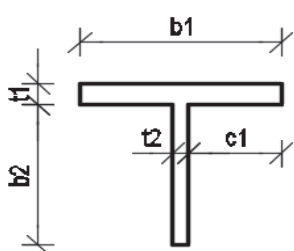
VYHOVUJE

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.15. Konzolky revizní lávky opěr

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



horní příruba

stěna

| | plný | oslabený | |
|------|-------|----------|---|
| t1 = | 0.01 | 0.0085 | m |
| b1 = | 0.2 | 0.1985 | m |
| c1 = | 0.095 | 0.0935 | m |
| t2 = | 0.01 | 0.0085 | m |
| b2 = | 0.21 | 0.2085 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.003$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0085$ m

světla výška mezi pásnicemi

$c = 0.2085$ m

$c/t = 23.8235$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.003$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0085$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.0935$ m

$c = 0.0905$ m

$c/t = 10.6471$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 3

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.15. Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S235JR
 $f_y = 235$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 360$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 1.00$

Součinitele bezpečnosti materiálů:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

- únosnost v otlacení injektovaného šroubu

$\gamma_{M4} = 1.10$

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

- únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů
- únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti
- předpjaté vysokopevnostní šrouby

$$\begin{aligned} Y_{M5} &= 1.10 \\ Y_{M6,ser} &= 1.00 \\ Y_{M7} &= 1.10 \end{aligned}$$

10.15. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$$A = 4.0E-03 \text{ m}^2$$

Efektivní smyková plocha

$$A_{y,eff} = 1.7E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{z,eff} = 2.1E-03 \text{ m}^2$$

Moment tuhosti v kroucení

$$I_t = 1.4E-07 \text{ m}^4$$

Moment setrvačnosti

$$I_y = 1.8E-05 \text{ m}^4$$

$$I_z = 6.7E-06 \text{ m}^4$$

Deviační moment

$$D_{yz} = - \text{ m}^4$$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$$y_+ = 0.100 \text{ m}$$

$$y_- = 0.100 \text{ m}$$

$$z_+ = 0.058 \text{ m}$$

$$z_- = 0.153 \text{ m}$$

Střed smyku od těžiště průřezu

$$y_{Cs} = 0.000 \text{ m}$$

$$z_{Cs} = 0.052 \text{ m}$$

Výsečový moment setrvačnosti

$$I_w = 2.9E-10 \text{ m}^6$$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$$W_{y,el} = I_y/z_+ = 3.1E-04 \text{ m}^3$$

$$W_{y,el} = I_y/z_- = 1.2E-04 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el} = I_z/y_+ = 6.7E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el} = I_z/y_- = 6.7E-05 \text{ m}^3$$

Poloměr setrvačnosti

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.067 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.041 \text{ m}$$

$$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 2.0E-04 \text{ m}^3$$

$$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 9.1E-05 \text{ m}^3$$

10.15. Vnitřní síly

10.15.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu při uložení na ložiska

Z globálního modelu (pokud se uvažuje)

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 4.7 | 4.7 | -0.7 | 4.7 | -0.7 | 4.7 | -4.7 | -4.7 | -4.7 | -1.0 | -4.7 | -4.7 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -11.4 | -11.4 | -2.1 | -11.4 | -2.1 | -11.4 | -16.0 | -16.0 | -16.0 | -9.9 | -16.0 | -16.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | -8.9 | -8.9 | 0.0 | -8.9 | 0.0 | -8.9 | -12.6 | -12.6 | -12.6 | -7.8 | -12.6 | -12.6 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 1.6 | 1.6 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -0.2 | -1.6 | -1.6 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 7.0 | 7.0 | -1.1 | 7.0 | -1.1 | 7.0 | -7.0 | -7.0 | -7.0 | -1.5 | -7.0 | -7.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -16.8 | -16.8 | -3.1 | -16.8 | -3.1 | -16.8 | -23.6 | -23.6 | -23.6 | -14.5 | -23.6 | -23.6 | kN |
| $T_d =$ | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | -13.1 | -13.1 | 0.0 | -13.1 | 0.0 | -13.1 | -18.5 | -18.5 | -18.5 | -11.5 | -18.5 | -18.5 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 2.3 | 2.3 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -0.2 | -2.3 | -2.3 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Z lokálního modelu (pokud se uvažuje)

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $V_{z,k} =$ | | | | | | | | | | | | | kN |
| $M_{y,k} =$ | | | | | | | | | | | | | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $V_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

Kombinace zatížení (součinitel kombinace s ostatními zatíženími 1.0; součinitel zatížení 1.35; součinitel kombinace lokálních a globálních účinků 1.0)

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 4.7 | 4.7 | -0.7 | 4.7 | -0.7 | 4.7 | -4.7 | -4.7 | -4.7 | -1.0 | -4.7 | -4.7 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -11.4 | -11.4 | -2.1 | -11.4 | -2.1 | -11.4 | -16.0 | -16.0 | -16.0 | -9.9 | -16.0 | -16.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | -8.9 | -8.9 | 0.0 | -8.9 | 0.0 | -8.9 | -12.6 | -12.6 | -12.6 | -7.8 | -12.6 | -12.6 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 1.6 | 1.6 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -0.2 | -1.6 | -1.6 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 7.0 | 7.0 | -1.1 | 7.0 | -1.1 | 7.0 | -7.0 | -7.0 | -7.0 | -1.5 | -7.0 | -7.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -16.8 | -16.8 | -3.1 | -16.8 | -3.1 | -16.8 | -23.6 | -23.6 | -23.6 | -14.5 | -23.6 | -23.6 | kN |
| $T_d =$ | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | -13.1 | -13.1 | 0.0 | -13.1 | 0.0 | -13.1 | -18.5 | -18.5 | -18.5 | -11.5 | -18.5 | -18.5 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 2.3 | 2.3 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -0.2 | -2.3 | -2.3 | kNm |

10.15.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 1.500 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.633$$

počet svislic v řadě

$$m = 2 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.866$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.007 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 4.7 | 4.7 | -0.7 | 4.7 | -0.7 | 4.7 | -4.7 | -4.7 | -4.7 | -1.0 | -4.7 | -4.7 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -11.4 | -11.4 | -2.1 | -11.4 | -2.1 | -11.4 | -16.0 | -16.0 | -16.0 | -9.9 | -16.0 | -16.0 | kN |
| $T_k =$ | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | -8.9 | -8.9 | 0.0 | -8.9 | 0.0 | -8.9 | -12.6 | -12.6 | -12.6 | -7.8 | -12.6 | -12.6 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 1.6 | 1.6 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -0.2 | -1.6 | -1.6 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 7.0 | 7.0 | -1.1 | 7.0 | -1.1 | 7.0 | -7.0 | -7.0 | -7.0 | -1.5 | -7.0 | -7.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -16.8 | -16.8 | -3.1 | -16.8 | -3.1 | -16.8 | -23.6 | -23.6 | -23.6 | -14.5 | -23.6 | -23.6 | kN |
| $T_d =$ | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | -13.1 | -13.1 | 0.0 | -13.1 | 0.0 | -13.1 | -18.5 | -18.5 | -18.5 | -11.5 | -18.5 | -18.5 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 2.3 | 2.3 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -0.2 | -2.3 | -2.3 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.15. Posouzení průřezu

10.15.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 940.0 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = N_d / N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.15.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 940.0 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = N_d / N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.15.4. Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.7E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 1.8E-03 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 228.9 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 240.5 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = V_d / V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy} / R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | vyhoví |
| $E_{dz} / R_d =$ | 0.07 | 0.07 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.07 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.06 | 0.10 | 0.10 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w / t = 24.5294 < 73 \cdot \epsilon / \eta = 73 (\eta = 1)$ **bez výztuh**

10.15.4. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | $S_y \text{ (m}^2\text{)}$ | $t_w \text{ (m)}$ | $S_z \text{ (m}^2\text{)}$ | $t_f \text{ (m)}$ |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| horní pásnice v místě těžiště | 9.0E-05 | 0.199 | 4.7E-05 | 0.217 |
| stěna v místě těžiště | 1.0E-04 | 0.009 | 4.2E-05 | 0.217 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.66 | 0.66 | 0.11 | 0.66 | 0.11 | 0.66 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.42 | 0.83 | 0.83 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|
| $\tau_m =$ | 11.36 | 11.36 | 2.12 | 11.36 | 2.12 | 11.36 | 15.86 | 15.86 | 15.86 | 9.71 | 15.86 | 15.86 | MPa |
|------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 1.500 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{G \cdot I_t / (E \cdot I_w)} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 2.0E+01$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 2.70$$

$$\beta = 1.11$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1/[\beta + (\alpha/(\psi \cdot L))^2] = 0.886$$

bimoment

$$B_{Sd} = V((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2) = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{\omega,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.16 | 0.16 | 0.01 | 0.16 | 0.01 | 0.16 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | kNm |
| $T_{\omega,Sd} =$ | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výšečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_2/2) = -0.001 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_2/2) = 0.001 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-y_{cs} - y^-) \cdot (z^- - z_{cs}) = 0.000 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.001 \text{ m}^2$$

hlavní výšečová souřadnice stěny

$$\omega_d = 0.000 \text{ m}^2$$

statický výšečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1/4 = 2.3E-07 \text{ m}^4$$

statický výšečový moment ke stěně

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2/4 = 1.0E-07 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega}/\omega_h = 5.3E-07 \text{ m}^4$$

výšečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega}/\omega_d = 1.3E-06 \text{ m}^4$$

normálové napětí od kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{Sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{Sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

$$\tau_t = T_{t,Sd} \cdot t/I_t = \text{viz níže}$$

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\tau_{\omega} = T_{\omega,Sd} \cdot S_{\omega}/(I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 10.05 | 10.05 | 0.56 | 10.05 | 0.56 | 10.05 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 4.46 | 2.23 | 2.23 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 1.92 | 1.92 | 0.11 | 1.92 | 0.11 | 1.92 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.85 | 0.43 | 0.43 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 10.05 | 10.05 | 0.56 | 10.05 | 0.56 | 10.05 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 4.46 | 2.23 | 2.23 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.82 | 0.82 | 0.05 | 0.82 | 0.05 | 0.82 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.37 | 0.18 | 0.18 | MPa |

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

Posouzení přes napětí

$$E_d/R_d = \tau_k/(f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| $\tau_k =$ | 22.23 | 22.23 | 2.72 | 22.23 | 2.72 | 22.23 | 18.27 | 18.27 | 18.27 | 14.54 | 18.27 | 18.27 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.16 | 0.16 | 0.02 | 0.16 | 0.02 | 0.16 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | <u>vyhoví</u> |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl,T,Rd,y} = V_{pl,Rd,y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k/(1.25 \cdot f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = V_{pl,Rd,z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k/(1.25 \cdot f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl,T,Rd,y} =$ | 213.39 | 213.39 | 227.08 | 213.39 | 227.08 | 213.39 | 216.24 | 216.24 | 216.24 | 218.89 | 216.24 | 216.24 | kN |
| $V_{pl,T,Rd,z} =$ | 224.14 | 224.14 | 238.52 | 224.14 | 238.52 | 224.14 | 227.13 | 227.13 | 227.13 | 229.92 | 227.13 | 227.13 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d/V_{pl,T,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | <u>vyhoví</u> |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.07 | 0.07 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.07 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.06 | 0.10 | 0.10 | <u>vyhoví</u> |

10.15.4. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 46.7 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 21.3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.28 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.25 | 0.40 | 0.40 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.11 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.01 | 0.11 | 0.11 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d,y}/V_{pl,T,Rd,y} = 0.03 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d,z}/V_{pl,T,Rd,z} = 0.10 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d,y}/V_{pl,Rd,y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d,z}/V_{pl,Rd,z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 46.7 \text{ kN}$$

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 21.3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.28 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.25 | 0.40 | 0.40 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.11 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.01 | 0.11 | 0.11 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | 46.74 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | 21.31 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.28 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.25 | 0.40 | 0.40 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.11 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.01 | 0.11 | 0.11 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.39 | 0.39 | 0.00 | 0.39 | 0.00 | 0.39 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.26 | 0.50 | 0.50 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 \cdot (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| $E_d/R_d =$ | 0.19 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.07 | 0.26 | 0.26 | vyhoví |

10.15.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

$$b \quad (a0;a;b;c;d)$$

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

$$c \quad (a0;a;b;c;d)$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|---|--|----------|
| součinitel imperfekce | $\alpha_{1z} =$ | 0.49 |
| poměrná štíhlost | $\lambda_1 = \pi \sqrt{E/f_y} = 93.9 \sqrt{\epsilon} =$ | 93.91 |
| uvažovaná délka prutu | $L =$ | 1.5 m |
| součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\beta_{cr,y} =$ | 2 |
| součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z | $\beta_{cr,z} =$ | 2 |
| vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y | $L_{cr,y} = L \cdot \beta_{cr,y} =$ | 3.000 m |
| vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z | $L_{cr,z} = L \cdot \beta_{cr,z} =$ | 3.000 m |
| štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\lambda_y = L_{cr,y}/i_y =$ | 45.09 |
| štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\lambda_z = L_{cr,z}/i_z =$ | 73.39 |
| poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 =$ | 0.480 |
| poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 =$ | 0.782 |
| | $\phi_y = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{1y} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] =$ | 0.663 |
| | $\phi_z = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{1z} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] =$ | 0.948 |
| součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y | $\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] =$ | 0.893 |
| součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z | $\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] =$ | 0.674 |
| vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 575.8 kN |

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

| | | |
|---|---|------------------------|
| křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z | b | (a0;a;b;c;d) |
| součinitel imperfekce | $\alpha_1 =$ | 0.34 |
| vzdálenost středu smyku od těžiště | $a =$ | 0.052 m |
| polární moment setrvačnosti ke středu smyku | $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 =$ | 3.5E-05 m ⁴ |
| součinitel vzpěrné délky při zkroucení | $\beta_{cr,\omega} =$ | 2 |
| vzpěrná délka při zkroucení | $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} =$ | 3.000 m |
| štíhlost při prostorovém vzpěru | $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} =$ | 81.56 |
| polární poloměr setrvačnosti | $i_p = \sqrt{(I_y^2 + I_z^2 + a^2)} = \sqrt{I_p / A} =$ | 0.094 m |
| | $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 =$ | 1.235 |
| | $\gamma = \sqrt{\{(1 + \kappa_z)/2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z)/2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}\}} =$ | 1.321 |
| | $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z =$ | 96.93 |
| | $\kappa = \sqrt{(1 + (a/i_p))/3} =$ | 0.720 |
| | $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2} =$ | 85.38 |
| | $\lambda_1 =$ | 81.555 |
| | $\lambda_2 =$ | 73.393 |
| | $\lambda_3 =$ | 45.088 |
| | $\alpha_1 = (a_y/i_p)^2 =$ | 0.0E+00 |
| | $\alpha_2 = (a_z/i_p)^2 =$ | 3.1E-01 |
| | $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2} =$ | 85.30 |
| | $\lambda_{yz\omega} =$ | 96.93 |
| | $\bar{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 =$ | 1.032 |
| | $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] =$ | 1.174 |
| | $\chi = 1/[\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}] =$ | 0.577 |
| | $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} =$ | 492.9 kN |

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.15.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Praha - leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | |
|--|---|--------------------|
| průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| horní tlačný pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | A | podmínka splněna |
| dolní tlačný pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 3.000 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 1.635 \text{ m}$ | podmínka nesplněna |

součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 1.000$$

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 42.5 \text{ kNm}$$

moment v únosnosti

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 19.4 \text{ kNm}$$

Posouzení

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.31 | 0.31 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.31 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.27 | 0.44 | 0.44 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.12 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.01 | 0.12 | 0.12 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} \cdot M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} \cdot M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} \cdot M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.43 | 0.43 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.43 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.28 | 0.55 | 0.55 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\bar{\lambda}_y = 0.48$$

$$\bar{\lambda}_z = 0.78$$

$$\chi_y = 0.893$$

$$\chi_z = 0.674$$

$$N_{b,Rd,y} = 763.0 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 575.8 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} \cdot (1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,y}) \cdot c_{my} \cdot (1 + 0.8 \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,z}) \cdot c_{mz} \cdot (1 + 1.4 \cdot N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 \cdot k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 \cdot k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 42.5 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 19.4 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy} \cdot M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} \cdot M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{zy} \cdot M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} \cdot M_{ed,z} / M_{b,Rd,z}) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.34 | 0.34 | 0.00 | 0.34 | 0.00 | 0.34 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.25 | 0.46 | 0.46 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.28 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.34 | 0.34 | 0.34 | 0.16 | 0.34 | 0.34 | vyhoví |

Statický výpočet

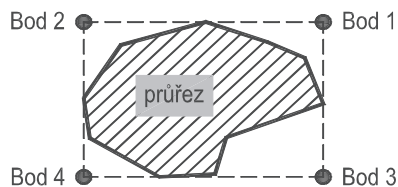
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.15.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi \cdot A) + M_{k,y}/(\chi_{LT} \cdot W_{el,y}) + M_{k,z}/W_{el,z} = \text{viz níže}$$

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|-----|--------|-----|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 5.4 | 5.4 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 5.4 | 64.2 | 64.2 | 64.2 | 27.7 | 64.2 | 64.2 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 52.6 | 52.6 | 0.0 | 52.6 | 0.0 | 52.6 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 22.9 | 17.5 | 17.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | -100.5 | -100.5 | 0.0 | -100.5 | 0.0 | -100.5 | -84.9 | -84.9 | -84.9 | -64.8 | -84.9 | -84.9 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | -53.3 | -53.3 | 0.0 | -53.3 | 0.0 | -53.3 | -131.6 | -131.6 | -131.6 | -69.6 | -131.6 | -131.6 | MPa |
| $l\tau_{m,12}l =$ | 7.7 | 7.7 | 1.4 | 7.7 | 1.4 | 7.7 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 6.6 | 10.8 | 10.8 | MPa |
| $l\tau_{m,34}l =$ | 7.7 | 7.7 | 1.4 | 7.7 | 1.4 | 7.7 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 6.6 | 10.8 | 10.8 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 8.0 | 8.0 | 0.7 | 8.0 | 0.7 | 8.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.3 | 2.0 | 2.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34}l =$ | 6.7 | 6.7 | 0.6 | 6.7 | 0.6 | 6.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 2.8 | 1.7 | 1.7 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3 \cdot (\tau_m + \tau_k)^2) / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.25 | 0.25 | 0.02 | 0.25 | 0.02 | 0.25 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.14 | 0.29 | 0.29 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.44 | 0.44 | 0.01 | 0.44 | 0.01 | 0.44 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.30 | 0.57 | 0.57 | vyhoví |

10.15.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k/(\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | 5.4 | 5.4 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 5.4 | 64.2 | 64.2 | 64.2 | 27.7 | 64.2 | 64.2 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | 52.6 | 52.6 | 0.0 | 52.6 | 0.0 | 52.6 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 22.9 | 17.5 | 17.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | -78.4 | -78.4 | 0.0 | -78.4 | 0.0 | -78.4 | -106.7 | -106.7 | -106.7 | -67.0 | -106.7 | -106.7 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | -76.1 | -76.1 | 0.0 | -76.1 | 0.0 | -76.1 | -109.1 | -109.1 | -109.1 | -67.3 | -109.1 | -109.1 | MPa |

$$v(\sigma_{x,k}^2 + 3 \cdot (\tau_m + \tau_k)^2) / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.25 | 0.25 | 0.02 | 0.25 | 0.02 | 0.25 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.14 | 0.29 | 0.29 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.35 | 0.35 | 0.01 | 0.35 | 0.01 | 0.35 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.29 | 0.47 | 0.47 | vyhoví |

10.15.4.1 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|--|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.10 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.16 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.40 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.40 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.40 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.50 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.26 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.44 ≤ 1 | vyhoví |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | |
|-----|---|---------------|--------|
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | $0.55 \leq 1$ | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | $0.46 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | $0.57 \leq 1$ | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | $0.47 \leq 1$ | vyhoví |

10.15.4.1 Posouzení svarů

Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|-------------------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 9E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.005 m | $\geq 3 \text{ mm} - \text{vyhoví}$ |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| $\tau_{II} =$ | 8.51 | 8.51 | 1.59 | 8.51 | 1.59 | 8.51 | 11.95 | 11.95 | 11.95 | 7.38 | 11.95 | 11.95 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 4.2E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.005 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 1 ks | |

Smykové napětí ve svaru

$$\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$$

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_{II} =$ | 8.93 | 8.93 | 1.35 | 8.93 | 1.35 | 8.93 | 8.93 | 8.93 | 8.93 | 1.96 | 8.93 | 8.93 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Posouzení

| | | | |
|----------------------|---|-----|--|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.8 | |
| | $(\sqrt{3} * \tau_{II}) / (f_u / (b_w * \gamma_{M2})) \leq 1$ | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d / R_d =$ | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | vyhoví |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Posouzení svarů

 $0.06 \leq 1$ vyhoví

10.15. Kotvení

Celkové účinky v těžišti kotevní desky:

| | | Vybrané kombinace | | | |
|-----------------|---------------|-------------------|-----|-----|-----|
| | | CO1 | CO2 | CO3 | CO4 |
| svislá síla | N [kN/m] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pod. vod. síla | H_x [kN/m] | 22.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| příč. vod. síla | H_y [kN/m] | 6.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| pod. moment | M_y [kNm/m] | 17.8 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| příčný moment | M_x [kNm/m] | 1.8 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

Excentricita k těžišti kotevních šroubů

x = 0.000 m

y = 0.062 m

Celkové účinky na kotevní desku v těžišti šroubů:

| | | Vybrané kombinace | | | |
|-----------------|-------------|-------------------|-----|-----|-----|
| | | CO1 | CO2 | CO3 | CO4 |
| svislá síla | N [kN] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pod. vod. síla | H_x [kN] | 22.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| příč. vod. síla | H_y [kN] | 6.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| pod. moment | M_y [kNm] | 17.8 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| příčný moment | M_x [kNm] | 3.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Síly v jednotlivých šroubech:

počet šroubů:

n = 4

moment setrvačnosti k ose Y

 $I_y = \sum x_i^2 = 0.078 \text{ m}^2$

moment setrvačnosti k ose x

 $I_x = \sum y_i^2 = 0.102 \text{ m}^2$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

celková svislá síla:

$$F_{ii} = N/n \pm M_y \cdot x_i / \sum x_i^2 \pm M_x \cdot y_i / \sum y_i^2$$

| č. p. | y _i [m] | x _i [m] | Vybrané kombinace | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | | CO1 | CO2 | CO3 | CO4 |
| 1 | 0.160 | 0.140 | 36.80 | 2.22 | 2.22 | 2.22 |
| 2 | 0.160 | 0.140 | 36.80 | 2.22 | 2.22 | 2.22 |
| 3 | -0.160 | -0.140 | -36.80 | -2.22 | -2.22 | -2.22 |
| 4 | -0.160 | -0.140 | -36.80 | -2.22 | -2.22 | -2.22 |
| H _{x,i} = | | | 5.68 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| H _{y,i} = | | | 1.60 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |

tažená max = 36.80 kN

smyk max = 5.90 kN

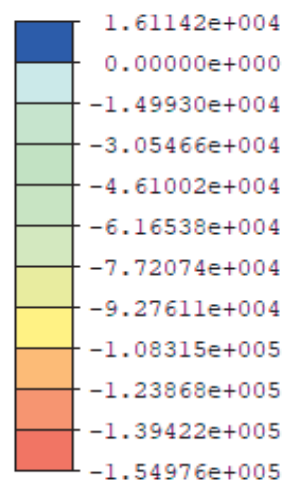
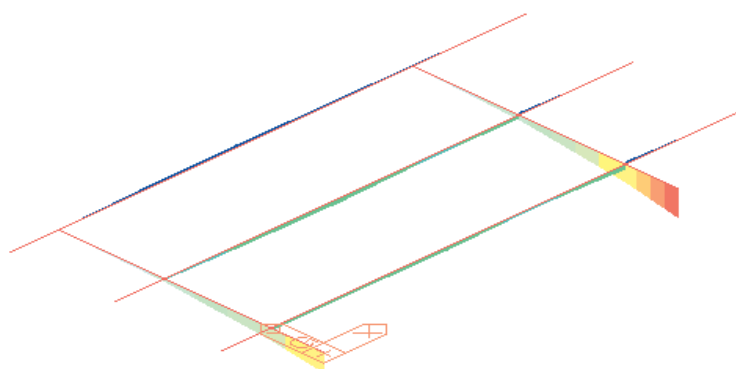
tahová síla v jedné kotvě

N_{ed} = 36.8 kN

smyková síla v jedné kotvě

V_{ed} = 5.9 kN

10.15. Posouzení napětí v MSÚ

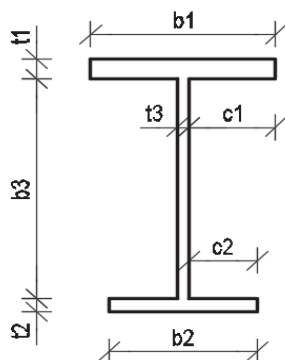

 $|\sigma_{\max}| = 155 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$
vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.16. Nosníky revizní lávky opěr

Rozměry průřezu resp. tloušťky plechů jsou pro výpočet sníženy o korozní přírůstek

1.5 mm



horní příruba

stěny

dolní příruba

| | plný | oslabený | |
|------|--------|----------|---|
| t1 = | 0.008 | 0.0065 | m |
| b1 = | 0.1 | 0.0985 | m |
| c1 = | 0.0475 | 0.0475 | m |
| t3 = | 0.005 | 0.0035 | m |
| b3 = | 0.08 | 0.08 | m |
| t2 = | 0.008 | 0.0065 | m |
| b2 = | 0.1 | 0.0985 | m |
| c2 = | 0.0475 | 0.0475 | m |

Klasifikace stěny při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.012$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka stěny

$t = 0.0035$ m

světla výška mezi pásnicemi

$c = 0.08$ m

$c/t = 16$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$\psi = -1$ pouze pro tlak+ohyb

ohyb

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha > 0.5; \psi > -1$

Třída průřezu 1

tlak

Třída průřezu 1

$\alpha \leq 0.5; \psi \leq -1$

Třída průřezu 1

Klasifikace přečnívající části horní pásnice při namáhání tlakem nebo ohybem:

tloušťka svaru/zaoblení horní pásnice a stěny

$a_w = 0.012$ mm (do tl. 10 mm - 3 mm; 11až20 - 4; 21až30 - 5; nad 31 - 6)

tloušťka horní pásnice

$t = 0.0065$ m

přečnívající část pásnice

$c = 0.0475$ m

$c = 0.0355$ m

$c/t = 5.46154$

$\alpha = 0.5$ pouze pro tlak+ohyb

$k_\sigma = 1$ pouze pro tlak+ohyb

tlak

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

tlak+ohyb

$\alpha; k_\sigma$

Třída průřezu 1

10.16. Materiál

mez kluzu konstrukční oceli

S235JR
 $f_y = 235$ MPa

mez pevnosti konstrukční oceli

$f_u = 360$ MPa

modul pružnosti v tahu a v tlaku

$E = 210000$ MPa

součinitel pružné deformace v pružné oblasti

$\nu = 0.3$

modul pružnosti ve smyku

$G = E/[2*(1+\nu)] = 80769$ MPa

$\epsilon = \nu(235/f_y) = 1.00$

Součinitele bezpečnosti materiálu:

Dílčí součinitel betonářské oceli

$\gamma_s = 1.15$

Dílčí součinitel betonu

$\gamma_c = 1.50$

Dílčí součinitele únosnost prutů a průřezů

- únosnost prutu při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M0} = 1.00$

- únosnost prutu při posuzování stability

$\gamma_{M1} = 1.10$

- únosnost prutu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1.25$

Dílčí součinitele únosnost spojů

- únosnost šroubů, nýtů, čepů svarů a deskových ložisek

$\gamma_{M2} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti (kategorie C)

$\gamma_{M3} = 1.25$

- odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti

$\gamma_{M3,ser} = 1.10$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|---------------------|------|
| - únosnost v otlacení injektovaného šroubu | $\gamma_{M4} =$ | 1.10 |
| - únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů | $\gamma_{M5} =$ | 1.10 |
| - únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti | $\gamma_{M6,ser} =$ | 1.00 |
| - předpjaté vysokopevnostní šrouby | $\gamma_{M7} =$ | 1.10 |

10.16. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky:

Plocha průřezu

$$A = 2.1E-03 \text{ m}^2$$

Efektivní smyková plocha

$$A_{y,eff} = 1.3E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{z,eff} = 4.8E-04 \text{ m}^2$$

Moment tuhosti v kroucení

$$I_t = 3.8E-08 \text{ m}^4$$

Moment setrvačnosti

$$I_y = 3.5E-06 \text{ m}^4$$

$$I_z = 1.3E-06 \text{ m}^4$$

Deviační moment

$$D_{yz} = - \text{ m}^4$$

Hrana průřezu od těžiště průřezu

$$y_+ = 0.050 \text{ m}$$

$$y_- = 0.050 \text{ m}$$

$$z_+ = 0.048 \text{ m}$$

$$z_- = 0.048 \text{ m}$$

Střed smyku od těžiště průřezu

$$y_{Cs} = 0.000 \text{ m}$$

$$z_{Cs} = 0.000 \text{ m}$$

Výsečový moment setrvačnosti

$$I_w = 2.6E-09 \text{ m}^6$$

Elastický modul průřezu (zjednodušeně pouze k extrémním krajním vláknům)

$$W_{y,el}^+ = I_y/z_+ = 7.3E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{y,el}^- = I_y/z_- = 7.3E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el}^+ = I_z/y_+ = 2.7E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{z,el}^- = I_z/y_- = 2.7E-05 \text{ m}^3$$

Poloměr setrvačnosti

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.041 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.025 \text{ m}$$

$$W_{y,pl} = S_y^+ + S_y^- = 6.3E-05 \text{ m}^3$$

$$W_{z,pl} = S_z^+ + S_z^- = 3.3E-05 \text{ m}^3$$

10.16. Vnitřní síly

10.16.3. Vnitřní síly z výpočetního modelu

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 0.7 | 0.7 | -1.8 | 0.7 | -1.8 | 0.7 | -3.7 | 0.7 | -3.7 | 0.7 | -3.7 | -3.7 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -1.6 | -1.6 | 3.7 | -1.6 | 0.3 | -1.6 | -3.2 | -1.6 | -3.2 | -1.6 | 3.7 | 0.3 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | -0.7 | 0.0 | -0.7 | 0.0 | -1.2 | 0.7 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 1.1 | 1.1 | -2.6 | 1.1 | -2.6 | 1.1 | -5.5 | 0.0 | -5.5 | 1.1 | -5.5 | -5.5 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -2.4 | -2.4 | 5.5 | -2.4 | 0.4 | -2.4 | -4.7 | -1.7 | -4.7 | -2.4 | 5.4 | -2.2 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | -1.5 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | -1.1 | -0.6 | -1.1 | 0.0 | -1.8 | 0.6 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

10.16.3. Rozhodující vnitřní síly, upravené o vliv imperfekcí

Imperfekce

Uvažuje se zkroucení konstrukce vlivem zvednutí mostu.

základní hodnota imperfekce

$$\phi_0 = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

průměrná výška svislic

$$h = 2.900 \text{ m}$$

redukční součinitel v závislosti na výšce svislic

$$\alpha_h = 2/vh = 1.174$$

počet svislic v řadě

$$m = 3 \text{ ks}$$

redukční součinitel v závislosti na počtu svislic

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot (1 + 1/m)} = 0.816$$

imperfekce ve tvaru celkového počátečního naklonění konstrukce

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.005 \text{ m}$$

imperfekce ve tvaru místního posunutí prutu pro rovinný vzpěr

$$e_0/L = 0.005 \text{ m} \quad (1/200)$$

| SLS | $N_{k,max}$ | $V_{y,k,max}$ | $V_{z,k,max}$ | $T_{k,max}$ | $M_{y,k,max}$ | $M_{z,k,max}$ | $N_{k,min}$ | $V_{y,k,min}$ | $V_{z,k,min}$ | $T_{k,min}$ | $M_{y,k,min}$ | $M_{z,k,min}$ | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| $N_k =$ | 0.7 | 0.7 | -1.8 | 0.7 | -1.8 | 0.7 | -3.7 | 0.7 | -3.7 | 0.7 | -3.7 | -3.7 | kN |
| $V_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,k} =$ | -1.6 | -1.6 | 3.7 | -1.6 | 0.3 | -1.6 | -3.2 | -1.6 | -3.2 | -1.6 | 3.7 | 0.3 | kN |
| $T_k =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,k} =$ | 0.0 | 0.0 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | -0.8 | 0.0 | -0.8 | 0.0 | -1.3 | 0.8 | kNm |
| $M_{z,k} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | kNm |
| ULS | $N_{d,max}$ | $V_{y,d,max}$ | $V_{z,d,max}$ | $T_{d,max}$ | $M_{y,d,max}$ | $M_{z,d,max}$ | $N_{d,min}$ | $V_{y,d,min}$ | $V_{z,d,min}$ | $T_{d,min}$ | $M_{y,d,min}$ | $M_{z,d,min}$ | |
| $N_d =$ | 1.1 | 1.1 | -2.6 | 1.1 | -2.6 | 1.1 | -5.5 | 0.0 | -5.5 | 1.1 | -5.5 | -5.5 | kN |
| $V_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kN |
| $V_{z,d} =$ | -2.4 | -2.4 | 5.5 | -2.4 | 0.4 | -2.4 | -4.7 | -1.7 | -4.7 | -2.4 | 5.4 | -2.2 | kN |
| $T_d =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | kNm |
| $M_{y,d} =$ | 0.0 | 0.0 | -1.5 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | -1.1 | -0.6 | -1.1 | 0.0 | -1.9 | 0.7 | kNm |
| $M_{z,d} =$ | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | kNm |

10.16. Posouzení průřezu

10.16.4. Prostý tah

Plastizace průřezu (vznik plastických kloubů) se nepožaduje k aktivaci jiné části konstrukce.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 498.2 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{pl,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.16.4. Prostý tlak (kontrolní posudek)

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 498.2 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = N_d/N_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

$$E_d/R_d = \begin{matrix} 0.00 & 0.00 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.01 \end{matrix} \text{ vyhoví}$$

10.16.4. Smyk bez vlivu zkroucení (kontrolní posudek)

účinná plocha ve smyku (příčný směr - pásnice)

$$A_{v,y} = 1.3E-03 \text{ m}^2$$

účinná plocha ve smyku (svislý směr - stojiny)

$$A_{v,z} = 2.8E-04 \text{ m}^2$$

plastická únosnost ve smyku - příčný směr

$$V_{pl,Rd,y} = A_{v,y} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 173.7 \text{ kN}$$

- svislý směr

$$V_{pl,Rd,z} = A_{v,z} \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 38.0 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = V_d/V_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.06 | 0.06 | 0.14 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.12 | 0.05 | 0.12 | 0.06 | 0.14 | 0.06 | vyhoví |

poměr z hlediska nutnosti výztuh stěny $h_w/t = 22.8571 < 73 \cdot \varepsilon / \eta = 73$ ($\eta = 1$) **bez výztuh**

10.16.4. Smyk + kroucení

Smyk

Statický moment plochy a tloušťka posuzovaného řezu pro smyk:

| | S_y (m ²) | t_w (m) | S_z (m ²) | t_f (m) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| horní pásnice v místě těžiště | 2.9E-05 | 0.099 | 1.7E-05 | 0.093 |
| dolní pásnice v místě těžiště | 2.9E-05 | 0.099 | 1.7E-05 | 0.093 |
| stěna v místě těžiště | 3.2E-05 | 0.004 | 1.6E-05 | 0.093 |

napětí ve smyku

$$\tau_m = V_{Ed,y} \cdot S_y / (I_y \cdot t_w) + V_{Ed,z} \cdot S_z / (I_z \cdot t_f) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.20 | 0.20 | 0.46 | 0.20 | 0.04 | 0.20 | 0.39 | 0.14 | 0.39 | 0.20 | 0.45 | 0.18 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 0.20 | 0.20 | 0.46 | 0.20 | 0.04 | 0.20 | 0.39 | 0.14 | 0.39 | 0.20 | 0.45 | 0.18 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Stěny:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|
| $\tau_m =$ | 6.22 | 6.22 | 14.18 | 6.22 | 1.09 | 6.22 | 12.11 | 4.43 | 12.11 | 6.22 | 14.08 | 5.57 | MPa |
|------------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|

Kroucení

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině y-y, vyvolávající kroucení

$$e_y = 0.000 \text{ m}$$

excentricita ohybového zatížení kolmo k rovině z-z, vyvolávající kroucení

$$e_z = 0.000 \text{ m}$$

délka prutu, rozpětí pole, vyložení konzoly apod.

$$L = 2.000 \text{ m}$$

$$\psi \cdot L = L \cdot \sqrt{[G \cdot I_t / (E \cdot I_w)]} = 0.62 \cdot L \cdot \sqrt{I_t / I_w} = 4.74895$$

součinitele podmínek uložení a zatížení prutu

$$\alpha = 3.70$$

$$\beta = 1.08$$

součinitel vlivu tuhosti prutu v prostém a ohybovém kroucení

$$\chi = 1 / [\beta + (\alpha / (\psi \cdot L))^2] = 0.593$$

bimoment

$$B_{Sd} = \sqrt{((M_y \cdot e_y \cdot (1-\chi))^2 + (M_z \cdot e_z \cdot (1-\chi))^2)} = \text{viz níže}$$

moment prostého kroucení

$$T_{t,Sd} = T_d \cdot \chi = \text{viz níže}$$

moment vázaného kroucení

$$T_{w,Sd} = T_d \cdot (1-\chi) = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $B_{Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{t,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |
| $T_{w,Sd} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | kNm |

výsečové souřadnice

$$\omega_1 = (z_{cs} - z^+) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.002 \text{ m}^2$$

$$\omega_2 = -(z_{cs} - z^+) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.002 \text{ m}^2$$

$$\omega_3 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (b_1 - c_1 - t_3/2) = -0.002 \text{ m}^2$$

$$\omega_4 = (-z_{cs} - z^-) \cdot (c_1 + t_3/2) = 0.002 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice horní pásnice

$$\omega_h = 0.002 \text{ m}^2$$

hlavní výsečová souřadnice dolní pásnice

$$\omega_d = 0.002 \text{ m}^2$$

statický výsečový moment k horní pásnici

$$S_{\omega h} = \omega_h \cdot b_1 \cdot t_1/4 = 3.8E-07 \text{ m}^4$$

statický výsečový moment k dolní pásnici

$$S_{\omega d} = \omega_d \cdot b_2 \cdot t_2/4 = 3.8E-07 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k horní pásnici

$$W_{\omega h} = I_{\omega} / \omega_h = 1.1E-06 \text{ m}^4$$

výsečový modul průřezu k dolní pásnici

$$W_{\omega d} = I_{\omega} / \omega_d = 1.1E-06 \text{ m}^4$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

normálové napětí od kroucení

smykové napětí od prostého kroucení ve stěně

smykové napětí od vázaného kroucení

$$\sigma_{\omega} = B_{sd}/I_{\omega} \cdot \omega = B_{sd}/W_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$\tau_t = T_{t, sd} \cdot t / I_t = \text{viz níže}$$

$$\tau_{\omega} = T_{\omega, sd} \cdot S_{\omega} / (I_{\omega} \cdot t) = \text{viz níže}$$

Horní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Dolní pásnice:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\sigma_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $\tau_{\omega} =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |

Stěna:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\tau_t =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|

Smyk + kroucení

maximální napětí od kroucení v průřezu

Posouzení přes napětí

$$\tau_k = \sigma_{\omega} + \tau_t + \tau_{\omega} = \text{viz níže}$$

$$E_d/R_d = \tau_k / (f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $\tau_k =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | MPa |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |

Návrhová únosnost ve smyku redukovaná vlivem kroucení

$$V_{pl, T, Rd, y} = V_{pl, Rd, y} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

$$V_{pl, T, Rd, z} = V_{pl, Rd, z} \cdot \sqrt{1 - \tau_k / (1.25 \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| $V_{pl, T, Rd, y}$ | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | 173.73 | kN |
| $V_{pl, T, Rd, z}$ | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | 37.99 | kN |

Posouzení přes vnitřní síly

$$E_d/R_d = V_d / V_{pl, T, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.06 | 0.06 | 0.14 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.12 | 0.05 | 0.12 | 0.06 | 0.14 | 0.06 | vyhoví |

10.16.4. Ohyb s vlivem osové síly a smykové redukce

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Prostý ohyb

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 14.9 \text{ kN}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 7.8 \text{ kN}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d / M_{c, Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku

poměr z hlediska nutnosti redukce ohybu vlivem smyku

$$E_d/R_d = V_{d, y} / V_{pl, T, Rd, y} = 0.00 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

$$E_d/R_d = V_{d, z} / V_{pl, T, Rd, z} = 0.14 \leq 0.5 \quad \text{bez redukce}$$

redukční součinitel vlivem smyku

$$\rho_y = (2 \cdot V_{d, y} / V_{pl, Rd, y} - 1)^2 = 0$$

$$\rho_z = (2 \cdot V_{d, z} / V_{pl, Rd, z} - 1)^2 = 0$$

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{c, Rd, y} = M_{pl, Rd, y} = W_{pl, y} \cdot (1 - \rho_y) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 14.9 \text{ kN}$$

$$M_{c, Rd, z} = M_{pl, Rd, z} = W_{pl, z} \cdot (1 - \rho_z) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 7.8 \text{ kN}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{c,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |

Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly

Návrhová únosnost neoslabeného svařovaného průřezu

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} * (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = \text{viz níže}$$

Posouzení

$$E_d/R_d = M_d/M_{N,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $M_{N,y} =$ | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | 14.88 | kNm |
| $M_{N,z} =$ | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 7.76 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | kNm |
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek)

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.09 | 0.04 | 0.09 | 0.00 | 0.14 | 0.06 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení

pro "I" a "H" průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5 * (N_{Ed}/N_{pl,Rd}) = \text{viz níže} \geq 1$$

Posouzení

$$E_d/R_d = (M_y/M_{N,Rd,y})^\alpha + (M_z/M_{N,Rd,z})^\beta = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $\beta =$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | vyhoví |

10.16.4. Vzpěrná únosnost

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Rovinný vzpěr (kontrolní posudek)

křivka vzpěrné pevnosti k ose y-y

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1y} = 0.34$$

křivka vzpěrné pevnosti k ose z-z

c (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

$$\alpha_{1z} = 0.49$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E/f_y} = 93.9 * \epsilon = 93.91$$

uvažovaná délka prutu

$$L = 2 \text{ m}$$

součinitel vzpěrné délky ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\beta_{cr,y} = 1$$

součinitel vzpěrné délky v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\beta_{cr,z} = 0.5$$

vzpěrná délka ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$L_{cr,y} = L * \beta_{cr,y} = 2.000 \text{ m}$$

vzpěrná délka v příčném směru - kolmo k rovině z

$$L_{cr,z} = L * \beta_{cr,z} = 1.000 \text{ m}$$

štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 49.29$$

štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 39.78$$

poměrná štíhlost prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y/\lambda_1 = 0.525$$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z/\lambda_1 = 0.424$$

$$\phi_y = 0.5 * [1 + \alpha_{1y} * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0.693$$

$$\phi_z = 0.5 * [1 + \alpha_{1z} * (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0.644$$

součinitel vzpěrnosti prutu ve svislém směru - kolmo k rovině y

$$\chi_y = 1/[\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 0.873$$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

$$\chi_z = 1/[\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 0.885$$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y / \gamma_{M1} = 395.4 \text{ kN}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Prostorový vzpěr

křivka vzpěrné pevnosti pro osu z-z

b (a0;a;b;c;d)

součinitel imperfekce

 $\alpha_1 = 0.34$

vzdálenost středu smyku od těžiště

a = 0.000 m

polární moment setrvačnosti ke středu smyku

 $I_p = I_y + I_z + A \cdot a^2 = 4.8E-06 \text{ m}^4$

součinitel vzpěrné délky při zkroucení

 $\beta_{cr,\omega} = 1$

vzpěrná délka při zkroucení

 $L_{cr,\omega} = L \cdot \beta_{cr,\omega} = 2.000 \text{ m}$

štíhlost při prostorovém vzpěru

 $\lambda_\omega = \sqrt{I_p / [(I_\omega / L_{cr,\omega}^2) + G \cdot I_t / (\pi^2 \cdot E)]} = 47.76$

polární poloměr setrvačnosti

 $i_p = \sqrt{I_p / A} = 0.048 \text{ m}$ $\kappa_z = (\lambda_\omega / \lambda_z)^2 = 1.442$ $\gamma = \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2 + \sqrt{[(1 + \kappa_z) / 2]^2 - \kappa_z \cdot (1 - (a/i_p)^2)}]} = 1.201$ $\lambda_{z\omega} = \gamma \cdot \lambda_z = 47.76$ $\kappa = \sqrt{[(1 + (a/i_p)) / 3]} = 0.577$

v případě, že se příliš neliší

 $\lambda_{yz\omega} = \kappa \cdot \sqrt{(\lambda_\omega^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2)} = 45.80$ $\lambda_1 = 49.293$ $\lambda_2 = 47.757$ $\lambda_3 = 39.775$ $\alpha_1 = (a_y / i_p)^2 = 0.0E+00$ $\alpha_2 = (a_z / i_p)^2 = 0.0E+00$

v případě, že se odlišují

 $\lambda_{yz\omega} = \sqrt{(\lambda_1^2 + \alpha_1 \cdot \lambda_2^2 + \alpha_2 \cdot \lambda_3^2)} = 49.29$

uvažovaná štíhlost pro výpočet

 $\lambda_{yz\omega} = 49.29$

poměrná štíhlost prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\tilde{\lambda} = \lambda_{yz\omega} / \lambda_1 = 0.525$ $\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\tilde{\lambda} - 0.2) + \tilde{\lambda}^2] = 0.693$

součinitel vzpěrnosti prutu v příčném směru - kolmo k rovině z

 $\chi = 1 / [\phi + \sqrt{\phi^2 - \tilde{\lambda}^2}] = 0.873$

vzpěrná únosnost prutu v rozhodujícím směru

 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 395.4 \text{ kN}$

Posouzení

 $E_d/R_d = N_d/N_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

10.16.4. Únosnost na klopení při ohybu

Průřez je zatříděn do třídy 1 nebo 2.

Únosnost na klopení při ohybu

Klopení se nemusí ověřovat, pokud je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

| | | | |
|-------|---|---|--------------------|
| horní | průřez prutu je tuhý v kroucení (např. uzavřený nebo plný průřez) | N | podmínka nesplněna |
| | nosník je ohýbán v rovině menší tuhosti | N | podmínka nesplněna |
| | tlačený pás (horní) je spojitě zajištěn proti vybočení z roviny ohybu | N | podmínka nesplněna |
| | dolní | | |
| | tlačený pás je nespojitě zajištěn proti vybočení | $L_{cr,z} = 1.000 \text{ m} < 40 \cdot i_z = 1.006 \text{ m}$ | podmínka splněna |

Stanovení kritického momentu při klopení:

bezrozměrný kritický moment - zjednodušeně

 $\mu_{cr} = \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \sqrt{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / (L_{cr,z}^2 \cdot G \cdot I_t)} = 1.658$

pružný kritický moment při klopení

 $M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi^2 \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{cr,z} = 152.7 \text{ kNm}$

kontrola - pružný kritický moment při klopení z programu LTbeamN

 $M_{cr} = \text{kNm}$

pružný kritický moment při klopení - do výpočtu

 $M_{cr} = 152.7 \text{ kNm}$

poměrná štíhlost prutu při klopení (průřez 1 nebo 2)

 $\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}} = 0.312$

křivka klopení (pro svařovaný "I" průřez)

c (a;b;c;d)

součinitel imperfekce pro křivku klopení

 $\alpha_{LT} = 0.49$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

součinitel klopení

moment v únosnosti na klopení (rovina ohybu)

moment v únosnosti

Posouzení

$$\phi_{LT} = 0.5 * [1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 0.576$$

$$\chi_{LT} = 1 / [\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 + \lambda_{LT}^2}] = 0.943$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y / \gamma_{M1} = 12.8 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd,z} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{M1} = 7.1 \text{ kNm}$$

$$E_d / R_d = M_d / M_{b,Rd} = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.09 | 0.04 | 0.09 | 0.00 | 0.15 | 0.05 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | vyhoví |

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek)

$$k_{yy} = 1.000$$

$$k_{zz} = 1.000$$

$$k_{yz} = 1.000$$

$$k_{zy} = 1.000$$

$$N_{ed} / (N_{b,Rd} + k_{yy(yz)} * M_{ed,y} / (\chi_{LT,y} * M_{c,Rd,y}) + k_{yz(zz)} * M_{ed,z} / (M_{c,Rd,z})) = \text{viz níže} \leq 1$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.01 | 0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.11 | 0.04 | 0.11 | 0.01 | 0.17 | 0.08 | vyhoví |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení

$$c_{my} = 0.9$$

$$c_{mz} = 0.9$$

$$c_{mLT} = 0.9$$

$$\lambda_y = 0.52$$

$$\lambda_z = 0.42$$

$$\chi_y = 0.873$$

$$\chi_z = 0.885$$

$$N_{b,Rd,y} = 395.4 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 400.7 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = \min(c_{my} * (1 + (\lambda_y - 0.2) * N_{ed} / N_{b,Rd,y}) ; c_{my} * (1 + 0.8 * N_{ed} / N_{b,Rd,y})) = \text{viz níže}$$

$$k_{zz} = \min(c_{mz} * (1 + (2 * \lambda_z - 0.6) * N_{ed} / N_{b,Rd,z}) ; c_{mz} * (1 + 1.4 * N_{ed} / N_{b,Rd,z})) = \text{viz níže}$$

$$k_{yz} = 0.6 * k_{zz} = \text{viz níže}$$

$$k_{zy} = 0.6 * k_{yy} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_{yy} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{zz} =$ | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| $k_{yz} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| $k_{zy} =$ | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |

$$M_{b,Rd,y} = 12.8 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,z} = 7.1 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{yy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{yz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

$$E_d / R_d = N_{ed} / N_{b,Rd} + k_{zy} * M_{ed,y} / M_{b,Rd,y} + k_{zz} * M_{ed,z} / M_{b,Rd,z} = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_{dy}/R_d =$ | 0.01 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.10 | 0.04 | 0.10 | 0.01 | 0.15 | 0.07 | vyhoví |
| $E_{dz}/R_d =$ | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.07 | 0.00 | 0.11 | 0.05 | vyhoví |

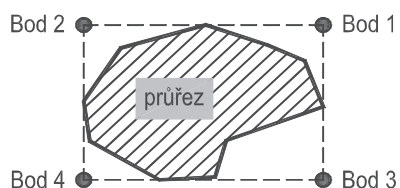
10.16.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek)

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi * A) + M_{k,y} / (\chi_{LT} * W_{el,y}) + M_{k,z} / W_{el,z} = \text{viz níže}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Zjednodušení výpočtu ohybových napětí - teoretické extrémní body průřezu:



| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -0.1 | -0.1 | 15.4 | -0.1 | -14.1 | -0.1 | 11.3 | -0.1 | 11.3 | -0.1 | 19.1 | -10.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -0.1 | -0.1 | 12.7 | -0.1 | -16.9 | -0.1 | 7.1 | -0.1 | 7.1 | -0.1 | 14.1 | -15.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 0.8 | 0.8 | -14.5 | 0.8 | 15.0 | 0.8 | -11.1 | 0.8 | -11.1 | 0.8 | -18.1 | 11.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 0.8 | 0.8 | -17.3 | 0.8 | 12.2 | 0.8 | -15.3 | 0.8 | -15.3 | 0.8 | -23.1 | 6.6 | MPa |
| $l\tau_{m,12} =$ | 4.2 | 4.2 | 9.6 | 4.2 | 0.7 | 4.2 | 8.2 | 4.2 | 8.2 | 4.2 | 9.5 | 0.6 | MPa |
| $l\tau_{m,34} =$ | 4.2 | 4.2 | 9.6 | 4.2 | 0.7 | 4.2 | 8.2 | 4.2 | 8.2 | 4.2 | 9.5 | 0.6 | MPa |
| $l\tau_{k,34} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |
| $l\tau_{k,34} =$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.08 | 0.03 | 0.08 | 0.03 | 0.11 | 0.07 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.12 | 0.05 | vyhoví |

10.16.4. Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu

podélné normálové napětí

$$\sigma_{x,k} = N_k / (\chi \cdot A) + M_{k,y} \cdot z_i / (\chi_{LT} \cdot I_y) + M_{k,z} \cdot y_i / I_z = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-----|
| $\sigma_{x,h,1} =$ | -0.1 | -0.1 | 15.4 | -0.1 | -14.1 | -0.1 | 11.3 | -0.1 | 11.3 | -0.1 | 19.1 | -10.6 | MPa |
| $\sigma_{x,h,2} =$ | -0.1 | -0.1 | 12.7 | -0.1 | -16.8 | -0.1 | 7.1 | -0.1 | 7.1 | -0.1 | 14.2 | -15.4 | MPa |
| $\sigma_{x,h,3} =$ | 0.8 | 0.8 | -14.5 | 0.8 | 15.0 | 0.8 | -11.1 | 0.8 | -11.1 | 0.8 | -18.1 | 11.5 | MPa |
| $\sigma_{x,h,4} =$ | 0.8 | 0.8 | -17.3 | 0.8 | 12.3 | 0.8 | -15.2 | 0.8 | -15.2 | 0.8 | -23.0 | 6.6 | MPa |

$$\sqrt{(\sigma_{x,k})^2 + 3(\tau_m + \tau_k)^2} / f_y = \text{viz níže}$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| $E_d/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.08 | 0.03 | 0.08 | 0.03 | 0.11 | 0.07 | vyhoví |
| $E_d/R_d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.12 | 0.05 | vyhoví |

10.16.4.1 Rekapitulace využití průřezu

| | | | |
|-----|---|----------|--------|
| MSÚ | Prostý tah | 0.00 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý tlak (kontrolní posudek) | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk bez vlivu kroucení (kontrolní posudek) | 0.14 ≤ 1 | vyhoví |
| | Smyk + kroucení | 0.14 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb | 0.13 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku | 0.13 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 0.13 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - konzervativní řešení (kontrolní posudek) | 0.14 ≤ 1 | vyhoví |
| | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly - přesnější řešení | 0.03 ≤ 1 | vyhoví |
| | Rovinný vzpěr (kontrolní posudek) | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Prostorový vzpěr | 0.01 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu | 0.15 ≤ 1 | vyhoví |
| | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - jednoduchá interakce (kontrolní posudek) | 0.17 ≤ 1 | vyhoví |
| MSP | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) - přesnější řešení | 0.15 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - v extrémních teoretických bodech průřezu (kontrolní posudek) | 0.12 ≤ 1 | vyhoví |
| | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) - přesnější řešení v extrémních bodech průřezu | 0.12 ≤ 1 | vyhoví |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040
10.16.4.1 Posouzení svarů
Horní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Statický moment plochy hor | $S_{y,h} =$ | 2.9E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.003 m | ≥ 3 mm - vyhoví |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | | | | |
| $\tau_{II} =$ | 3.28 | 3.28 | 7.48 | 3.28 | 0.57 | 3.28 | 6.39 | 2.34 | 6.39 | 3.28 | 7.43 | 2.94 | CO01 |

Dolní krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{y,h} =$ | 2.9E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.003 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Smykové napětí ve svaru | $\tau_{II} = V_{Ed,y} * S_{y,h} / (I_y * n_h * a_h)$ | | | | | | | | | | | | |
| | 3.28 | 3.28 | 7.48 | 3.28 | 0.57 | 3.28 | 6.39 | 2.34 | 6.39 | 3.28 | 7.43 | 2.94 | CO02 |

Boční vnější krční svary

| | | | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--|
| Statický moment plochy pře | $S_{z,h} =$ | 1.6E-05 m ³ | |
| Tloušťka svarů | $a_h =$ | 0.003 m | |
| Počet krčních svarů | $n_h =$ | 2 ks | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|
| Smykové napětí ve svaru | | | | | | | | | | | | $\tau_{II} = V_{Ed,z} * S_{z,h} / (I_z * n_h * a_h)$ | |
| $\tau_{II} =$ | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | CO03 |

Posouzení

| | | | |
|----------------------|---------------|---------------------------|--|
| korelační součinitel | $\beta_w =$ | 0.8 | |
| | $\tau_{II} =$ | max(CO01+CO03; CO02+CO03) | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | $(\sqrt{3} \cdot \tau_{II}) / (f_u / (b_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1$ | | | | | | | | | | | | |
| $E_d / R_d =$ | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | vyhoví |

Posouzení svarů

0.04 ≤ 1 vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11. Ložiska

Horizontální reakce pohyblivých ložisek jsou stanoveny ze svislého zatížení a součinitele tření

$$\mu_{\max} = 0.03$$

11.1. Delší pole mostu (rozpětí mostu 34.56 m)

11.1.1. Pevné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 1095 | 440 | 3632 | MIM | 1835 | 156 | 5761 | MSÚ | 1853 | 718 | - | |
| | min | 0 | 0 | 1178 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 1567 | 654 | 5224 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 999 | | | | | | | | | |

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00203 | 0.00028 | 0.00018 | 1 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00211 | -0.00053 | 0.00016 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00008 | 0.00045 | 0.00001 | 2 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00008 | -0.00043 | -0.00001 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00032 | 0.00017 | 0.00031 | 3 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00034 | -0.00017 | -0.00031 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00078 | 0.00108 | 0.00043 | 4 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00064 | 0.00027 | -0.00039 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00049 | 0.00246 | 0.00014 | 5 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00034 | -0.00029 | -0.00018 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00082 | 0.00492 | 0.00292 | 6 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00040 | -0.00012 | -0.00282 | |
| Revizní na lávce | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00001 | 0.00008 | 0.00000 | 7 | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 8 | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 9 | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00203 | 0.00028 | 0.00018 | 1 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00211 | -0.00053 | 0.00016 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00195 | 0.00073 | 0.00019 | 1 + 2 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00219 | -0.00096 | 0.00015 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00172 | 0.00045 | 0.00049 | 1 + 3 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00244 | -0.00070 | -0.00015 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00154 | 0.00282 | 0.00032 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00244 | -0.00073 | -0.00002 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00097 | 0.00359 | 0.00063 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00293 | -0.00090 | -0.00028 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00081 | 0.00368 | 0.00073 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00306 | -0.00066 | -0.00038 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00090 | 0.00390 | 0.00065 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00297 | -0.00079 | -0.00032 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00118 | 0.00542 | 0.00311 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00255 | -0.00087 | -0.00266 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00081 | 0.00542 | 0.00311 | | |
| Minimální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00306 | -0.00096 | -0.00266 | | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00109 | 0.00732 | 0.00420 | | |
| Minimální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00413 | -0.00129 | -0.00359 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.1.2. Podélně pevné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 1087 | 117 | 3907 | MIM | 1835 | 173 | 5775 | MSÚ | 2212 | 0 | - | |
| | min | 0 | 0 | 1188 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 1556 | 168 | 5605 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 1015 | | | | | | | | | |

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00000 | 0.00111 | 0.00000 | 0.00210 | 0.00011 | -0.00020 | 1 |
| | | min | 0.00000 | 0.00107 | 0.00000 | 0.00175 | -0.00066 | -0.00023 | 2 |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.00000 | 0.00190 | 0.00000 | 0.00018 | 0.00052 | 0.00003 | 3 |
| | | min | 0.00000 | -0.00210 | 0.00000 | -0.00018 | -0.00051 | -0.00003 | 4 |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00000 | 0.00030 | 0.00000 | 0.00010 | 0.00019 | 0.00031 | 5 |
| | | min | 0.00000 | -0.00028 | 0.00000 | -0.00009 | -0.00019 | -0.00031 | 6 |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00000 | 0.00078 | 0.00000 | 0.00039 | 0.00101 | 0.00061 | 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00070 | 0.00000 | 0.00018 | 0.00029 | -0.00057 | 8 |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00000 | 0.00037 | 0.00000 | 0.00101 | 0.00251 | 0.00010 | 9 |
| | | min | 0.00000 | -0.00021 | 0.00000 | -0.00006 | -0.00028 | -0.00019 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00000 | 0.00133 | 0.00000 | 0.00171 | 0.00453 | 0.00425 | |
| | | min | 0.00000 | -0.00111 | 0.00000 | 0.00020 | 0.00014 | -0.00414 | |
| Revizní na lávce | | 0.00000 | 0.00001 | 0.00000 | 0.00004 | 0.00008 | 0.00001 | | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00000 | 0.00111 | 0.00000 | 0.00210 | 0.00011 | -0.00020 | 1 |
| | | min | 0.00000 | 0.00107 | 0.00000 | 0.00175 | -0.00066 | -0.00023 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.00000 | 0.00301 | 0.00000 | 0.00228 | 0.00063 | -0.00017 | 1 + 2 |
| | | min | 0.00000 | -0.00103 | 0.00000 | 0.00157 | -0.00117 | -0.00026 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00000 | 0.00141 | 0.00000 | 0.00219 | 0.00030 | 0.00011 | 1 + 3 |
| | | min | 0.00000 | 0.00078 | 0.00000 | 0.00166 | -0.00084 | -0.00054 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00000 | 0.00149 | 0.00000 | 0.00314 | 0.00270 | -0.00009 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | 0.00086 | 0.00000 | 0.00173 | -0.00086 | -0.00042 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.00000 | 0.00390 | 0.00000 | 0.00341 | 0.00347 | 0.00038 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00172 | 0.00000 | 0.00169 | -0.00110 | -0.00083 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.00000 | 0.00333 | 0.00000 | 0.00344 | 0.00352 | 0.00052 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00106 | 0.00000 | 0.00181 | -0.00082 | -0.00096 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.00000 | 0.00321 | 0.00000 | 0.00354 | 0.00377 | 0.00039 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00093 | 0.00000 | 0.00175 | -0.00095 | -0.00086 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.00000 | 0.00340 | 0.00000 | 0.00390 | 0.00490 | 0.00407 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | 0.00000 | -0.00110 | 0.00000 | 0.00186 | -0.00078 | -0.00439 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00390 | 0.00000 | 0.00390 | 0.00490 | 0.00407 | |
| | Minimální deformace | | 0.00000 | -0.00172 | 0.00000 | 0.00157 | -0.00117 | -0.00439 | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00526 | 0.00000 | 0.00526 | 0.00662 | 0.00549 | | |
| Minimální deformace | | 0.00000 | -0.00233 | 0.00000 | 0.00212 | -0.00158 | -0.00592 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.1.3. Příčně pevné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 113 | 427 | 3771 | MIM | 175 | 156 | 5836 | MSÚ | 0 | 724 | - | |
| | min | 0 | 0 | 1228 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 162 | 636 | 5405 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 1069 | | | | | | | | | |

| Deformace | | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00004 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00175 | 0.00073 | -0.00019 | 1 | |
| | | min | -0.00223 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00209 | -0.00001 | -0.00021 | | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.02239 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00019 | 0.00047 | 0.00001 | | 2 |
| | | min | -0.02484 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00019 | -0.00048 | -0.00001 | | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00056 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00039 | 0.00019 | 0.00036 | | 3 |
| | | min | -0.00056 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00038 | -0.00019 | -0.00036 | | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00284 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00035 | -0.00026 | 0.00061 | | 4 |
| | | min | 0.00098 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00091 | -0.00099 | -0.00057 | | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00781 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00021 | 0.00011 | 0.00033 | | 5 |
| | | min | -0.00154 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00108 | -0.00214 | -0.00010 | | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.01196 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00007 | 0.00015 | 0.00424 | 6 | |
| min | | 0.00153 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00198 | -0.00467 | -0.00417 | | | |
| Revizní na lávce | | | 0.00023 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00004 | -0.00008 | 0.00000 | 7 | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | | -0.00691 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 8 | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | | -0.00691 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 9 | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00004 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00175 | 0.00073 | -0.00019 | 1 | |
| | | min | -0.01606 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00209 | -0.00001 | -0.00021 | 1+8+9 | |
| | CO 02 | max | 0.02243 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00156 | 0.00120 | -0.00018 | 1 + 2 | |
| | | min | -0.04090 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00229 | -0.00049 | -0.00022 | 1+8+9 + 2 | |
| | CO 03 | max | 0.00060 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00137 | 0.00092 | 0.00018 | 1 + 3 | |
| | | min | -0.01662 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00247 | -0.00020 | -0.00057 | 1+8+9 + 3 | |
| | CO 04 | max | 0.00808 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00158 | 0.00076 | 0.00015 | 1 + 5 + 7 | |
| | | min | -0.01737 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00321 | -0.00222 | -0.00031 | 1+8+9 + 5 + 7 | |
| | CO 05 | max | 0.03104 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00117 | 0.00102 | 0.00055 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | | min | -0.04116 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00387 | -0.00302 | -0.00073 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | CO 06 | max | 0.02279 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00116 | 0.00077 | 0.00069 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | | min | -0.03098 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00401 | -0.00307 | -0.00087 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | CO 07 | max | 0.02364 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00120 | 0.00085 | 0.00061 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 | |
| | | min | -0.03154 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00400 | -0.00325 | -0.00075 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 | |
| | CO 08 | max | 0.02319 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00159 | 0.00111 | 0.00405 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 | |
| | | min | -0.02694 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00416 | -0.00492 | -0.00439 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 | |
| | Maximální deformace | | | 0.03104 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00116 | 0.00120 | 0.00405 | |
| Minimální deformace | | | -0.04116 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00416 | -0.00492 | -0.00439 | | |
| Součinitel bezpečnosti | | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | | 0.04190 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00156 | 0.00162 | 0.00547 | | |
| Minimální deformace | | | -0.05557 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00562 | -0.00664 | -0.00592 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.1.4. Všesměrné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 81 | 81 | 3830 | MIM | 124 | 124 | 5830 | MSÚ | 0 | 0 | - | |
| | min | 0 | 0 | 1226 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 116 | 116 | 5464 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 1061 | | | | | | | | | |

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00006 | 0.00111 | 0.00000 | 0.00211 | 0.00054 | 0.00020 | 1 |
| | | min | -0.00212 | 0.00106 | 0.00000 | 0.00202 | -0.00025 | 0.00017 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.02281 | 0.00188 | 0.00000 | 0.00008 | 0.00048 | 0.00001 | 2 |
| | | min | -0.02533 | -0.00209 | 0.00000 | -0.00008 | -0.00049 | -0.00002 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00054 | 0.00044 | 0.00000 | 0.00005 | 0.00016 | 0.00022 | 3 |
| | | min | -0.00054 | -0.00046 | 0.00000 | -0.00004 | -0.00016 | -0.00022 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00273 | 0.00070 | 0.00000 | 0.00004 | -0.00024 | 0.00041 | 4 |
| | | min | 0.00092 | -0.00063 | 0.00000 | -0.00019 | -0.00109 | -0.00036 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00774 | 0.00037 | 0.00000 | 0.00009 | 0.00011 | 0.00022 | 5 |
| | | min | -0.00152 | -0.00032 | 0.00000 | -0.00036 | -0.00245 | -0.00003 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.01152 | 0.00191 | 0.00000 | 0.00021 | 0.00048 | 0.00272 | 6 |
| min | | 0.00113 | -0.00171 | 0.00000 | -0.00066 | -0.00517 | -0.00262 | | |
| Revizní na lávce | | 0.00022 | 0.00001 | 0.00000 | -0.00001 | -0.00008 | 0.00000 | 7 | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | -0.00691 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 8 | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | -0.00691 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 9 | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00006 | 0.00111 | 0.00000 | 0.00211 | 0.00054 | 0.00020 | 1 |
| | | min | -0.01594 | 0.00106 | 0.00000 | 0.00202 | -0.00025 | 0.00017 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.02287 | 0.00299 | 0.00000 | 0.00218 | 0.00103 | 0.00021 | 1 + 2 |
| | | min | -0.04127 | -0.00103 | 0.00000 | 0.00194 | -0.00074 | 0.00016 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00060 | 0.00155 | 0.00000 | 0.00215 | 0.00070 | 0.00042 | 1 + 3 |
| | | min | -0.01648 | 0.00060 | 0.00000 | 0.00198 | -0.00041 | -0.00005 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00802 | 0.00148 | 0.00000 | 0.00219 | 0.00057 | 0.00042 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | -0.01724 | 0.00075 | 0.00000 | 0.00166 | -0.00277 | 0.00014 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.03133 | 0.00382 | 0.00000 | 0.00228 | 0.00085 | 0.00069 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.04157 | -0.00174 | 0.00000 | 0.00151 | -0.00359 | -0.00014 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.02289 | 0.00324 | 0.00000 | 0.00226 | 0.00060 | 0.00079 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.03121 | -0.00106 | 0.00000 | 0.00149 | -0.00366 | -0.00023 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.02376 | 0.00313 | 0.00000 | 0.00227 | 0.00068 | 0.00073 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | -0.03174 | -0.00097 | 0.00000 | 0.00147 | -0.00388 | -0.00014 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.02298 | 0.00396 | 0.00000 | 0.00236 | 0.00126 | 0.00292 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | -0.02748 | -0.00169 | 0.00000 | 0.00133 | -0.00566 | -0.00246 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | Maximální deformace | | 0.03133 | 0.00396 | 0.00000 | 0.00236 | 0.00126 | 0.00292 | |
| | Minimální deformace | | -0.04157 | -0.00174 | 0.00000 | 0.00133 | -0.00566 | -0.00246 | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.04230 | 0.00534 | 0.00000 | 0.00318 | 0.00170 | 0.00395 | | |
| Minimální deformace | | -0.05612 | -0.00235 | 0.00000 | 0.00179 | -0.00764 | -0.00332 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.2. Kratší pole mostu (rozpětí mostu 17.18 m)

11.2.1. Pevné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 525 | 243 | 2016 | MIM | 423 | 63 | 3185 | MSÚ | 807 | 543 | - | |
| | min | 0 | 0 | 612 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 735 | 362 | 2893 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 552 | | | | | | | | | |

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00225 | 0.00015 | 0.00021 | 1 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00229 | -0.00039 | 0.00019 | | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00003 | 0.00040 | 0.00002 | | 2 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00004 | -0.00038 | -0.00001 | | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00024 | 0.00010 | 0.00010 | | 3 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00026 | -0.00011 | -0.00010 | | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00066 | 0.00070 | 0.00012 | | 4 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00058 | 0.00015 | -0.00008 | | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00072 | 0.00246 | 0.00018 | | 5 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00061 | -0.00029 | -0.00016 | | |
| Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00061 | 0.00394 | 0.00139 | 6 | | |
| | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00035 | -0.00003 | -0.00123 | | | |
| Revizní na lávce | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00005 | 0.00000 | 7 | | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 8 | | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 9 | | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00225 | 0.00015 | 0.00021 | 1 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00229 | -0.00039 | 0.00019 | 1+8+9 | |
| | CO 02 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00222 | 0.00055 | 0.00023 | 1 + 2 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00233 | -0.00077 | 0.00018 | 1+8+9 + 2 | |
| | CO 03 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00201 | 0.00025 | 0.00031 | 1 + 3 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00256 | -0.00050 | 0.00009 | 1+8+9 + 3 | |
| | CO 04 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00153 | 0.00266 | 0.00039 | 1 + 5 + 7 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00290 | -0.00063 | 0.00003 | 1+8+9 + 5 + 7 | |
| | CO 05 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00115 | 0.00309 | 0.00046 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00325 | -0.00084 | -0.00001 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | CO 06 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00100 | 0.00311 | 0.00049 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00338 | -0.00065 | -0.00003 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 | |
| | CO 07 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00102 | 0.00342 | 0.00049 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00336 | -0.00075 | -0.00004 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 | |
| | CO 08 | max | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00162 | 0.00429 | 0.00160 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 | |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00266 | -0.00061 | -0.00104 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 | |
| Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00100 | 0.00429 | 0.00160 | | | |
| Minimální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00338 | -0.00084 | -0.00104 | | | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00134 | 0.00579 | 0.00216 | | | |
| Minimální deformace | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00456 | -0.00113 | -0.00141 | | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.2.2. Podélně pevné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 520 | 68 | 2271 | MIM | 423 | 95 | 3178 | MSÚ | 1074 | 0 | - | |
| | min | 0 | 0 | 624 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 728 | 98 | 3265 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 567 | | | | | | | | | |

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00000 | 0.00080 | 0.00000 | 0.00225 | -0.00004 | -0.00026 | 1 |
| | | min | 0.00000 | 0.00077 | 0.00000 | 0.00201 | -0.00056 | -0.00027 | 2 |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.00000 | 0.00188 | 0.00000 | 0.00022 | 0.00047 | 0.00004 | 3 |
| | | min | 0.00000 | -0.00208 | 0.00000 | -0.00022 | -0.00046 | -0.00003 | 4 |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00000 | 0.00017 | 0.00000 | 0.00006 | 0.00011 | 0.00007 | 5 |
| | | min | 0.00000 | -0.00016 | 0.00000 | -0.00006 | -0.00010 | -0.00007 | 6 |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00000 | 0.00049 | 0.00000 | 0.00025 | 0.00062 | 0.00023 | 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00044 | 0.00000 | 0.00012 | 0.00019 | -0.00021 | 8 |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00000 | 0.00052 | 0.00000 | 0.00102 | 0.00254 | 0.00011 | 9 |
| | | min | 0.00000 | -0.00033 | 0.00000 | -0.00007 | -0.00030 | -0.00019 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00000 | 0.00106 | 0.00000 | 0.00141 | 0.00359 | 0.00266 | |
| | | min | 0.00000 | -0.00083 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00257 | |
| Revizní na lávce | | 0.00000 | 0.00001 | 0.00000 | 0.00003 | 0.00005 | 0.00000 | | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00000 | 0.00080 | 0.00000 | 0.00225 | -0.00004 | -0.00026 | 1 |
| | | min | 0.00000 | 0.00077 | 0.00000 | 0.00201 | -0.00056 | -0.00027 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.00000 | 0.00268 | 0.00000 | 0.00247 | 0.00043 | -0.00022 | 1 + 2 |
| | | min | 0.00000 | -0.00131 | 0.00000 | 0.00179 | -0.00102 | -0.00030 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00000 | 0.00097 | 0.00000 | 0.00230 | 0.00007 | -0.00019 | 1 + 3 |
| | | min | 0.00000 | 0.00061 | 0.00000 | 0.00195 | -0.00066 | -0.00035 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00000 | 0.00132 | 0.00000 | 0.00329 | 0.00256 | -0.00015 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | 0.00044 | 0.00000 | 0.00197 | -0.00080 | -0.00045 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.00000 | 0.00347 | 0.00000 | 0.00350 | 0.00298 | 0.00004 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00190 | 0.00000 | 0.00185 | -0.00106 | -0.00060 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.00000 | 0.00284 | 0.00000 | 0.00347 | 0.00295 | 0.00008 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00118 | 0.00000 | 0.00197 | -0.00083 | -0.00064 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.00000 | 0.00282 | 0.00000 | 0.00361 | 0.00330 | 0.00005 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | 0.00000 | -0.00114 | 0.00000 | 0.00193 | -0.00093 | -0.00063 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.00000 | 0.00280 | 0.00000 | 0.00377 | 0.00379 | 0.00242 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | 0.00000 | -0.00111 | 0.00000 | 0.00190 | -0.00079 | -0.00286 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00347 | 0.00000 | 0.00377 | 0.00379 | 0.00242 | |
| | Minimální deformace | | 0.00000 | -0.00190 | 0.00000 | 0.00179 | -0.00106 | -0.00286 | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.00000 | 0.00468 | 0.00000 | 0.00509 | 0.00511 | 0.00326 | | |
| Minimální deformace | | 0.00000 | -0.00257 | 0.00000 | 0.00241 | -0.00143 | -0.00386 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.2.3. Příčně pevné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) |
| MSP | max | 73 | 243 | 2433 | MIM | 96 | 63 | 3197 | MSÚ | 0 | 452 | - |
| | min | 0 | 0 | 613 | | - | - | 0 | | - | - | - |
| MSÚ | max | 102 | 363 | 3414 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 554 | | | | | | | | |

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00006 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00202 | 0.00057 | -0.00011 | 1 |
| | | min | -0.00107 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00227 | 0.00004 | -0.00018 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.01102 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00024 | 0.00041 | 0.00002 | 2 |
| | | min | -0.01222 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00024 | -0.00042 | -0.00002 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00028 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00029 | 0.00011 | 0.00015 | 3 |
| | | min | -0.00029 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00028 | -0.00010 | -0.00014 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00134 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00036 | -0.00020 | 0.00027 | 4 |
| | | min | 0.00044 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00075 | -0.00063 | -0.00017 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00610 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00044 | 0.00011 | 0.00073 | 5 |
| | | min | -0.00133 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00157 | -0.00244 | -0.00020 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00688 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00003 | 0.00316 | 6 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00175 | -0.00383 | -0.00265 | |
| Revizní na lávce | | 0.00011 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00003 | -0.00005 | 0.00001 | 7 | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | -0.00344 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 8 | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | -0.00344 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 9 | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00006 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00202 | 0.00057 | -0.00011 | 1 |
| | | min | -0.00794 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00227 | 0.00004 | -0.00018 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.01108 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00178 | 0.00098 | -0.00009 | 1 + 2 |
| | | min | -0.02016 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00251 | -0.00038 | -0.00020 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00034 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00173 | 0.00067 | 0.00004 | 1 + 3 |
| | | min | -0.00823 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00254 | -0.00006 | -0.00032 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00627 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00161 | 0.00062 | 0.00063 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | -0.00916 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00387 | -0.00246 | -0.00037 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.01707 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00118 | 0.00086 | 0.00071 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.02079 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00436 | -0.00286 | -0.00048 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.01300 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00119 | 0.00064 | 0.00077 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.01579 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00445 | -0.00285 | -0.00051 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.01388 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00119 | 0.00071 | 0.00085 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | -0.01616 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00458 | -0.00318 | -0.00051 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.01245 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00190 | 0.00080 | 0.00306 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | -0.01405 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00414 | -0.00400 | -0.00284 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | Maximální deformace | | 0.01707 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00118 | 0.00098 | 0.00306 | |
| | Minimální deformace | | -0.02079 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00458 | -0.00400 | -0.00284 | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.02304 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00160 | 0.00132 | 0.00413 | | |
| Minimální deformace | | -0.02806 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00618 | -0.00540 | -0.00383 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.2.4. Všesměrné ložisko

| REAKCE | | Provozní zatížení | | | | Mimořádné zatížení | | | | Interakce most-kolej | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | | F _x (kN) | F _y (kN) | F _z (kN) | |
| MSP | max | 51 | 51 | 2426 | MIM | 67 | 67 | 3180 | MSÚ | 0 | 0 | - | |
| | min | 0 | 0 | 615 | | - | - | 0 | | - | - | - | |
| MSÚ | max | 72 | 72 | 3408 | tahová síla je zachycena táhlem | | | | | | | | |
| | min | 0 | 0 | 557 | | | | | | | | | |

| Deformace | | | D _x (m) | D _y (m) | D _z (m) | R _x (rad) | R _y (rad) | R _z (rad) | ZS/CO |
|-------------------------------------|------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00084 | 0.00065 | 0.00000 | 0.00221 | 0.00008 | 0.00023 | 1 |
| | | min | -0.00057 | 0.00059 | 0.00000 | 0.00209 | -0.00071 | 0.00020 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.01132 | 0.00191 | 0.00000 | 0.00001 | 0.00041 | 0.00001 | 2 |
| | | min | -0.01258 | -0.00212 | 0.00000 | -0.00001 | -0.00041 | -0.00001 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00032 | 0.00011 | 0.00000 | 0.00004 | 0.00012 | 0.00009 | 3 |
| | | min | -0.00032 | -0.00012 | 0.00000 | -0.00004 | -0.00012 | -0.00007 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00174 | 0.00008 | 0.00000 | 0.00004 | -0.00021 | 0.00010 | 4 |
| | | min | 0.00044 | -0.00016 | 0.00000 | -0.00022 | -0.00101 | -0.00011 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00817 | 0.00024 | 0.00000 | 0.00015 | 0.00021 | 0.00006 | 5 |
| | | min | -0.00141 | -0.00065 | 0.00000 | -0.00063 | -0.00435 | -0.00030 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00959 | 0.00137 | 0.00000 | 0.00015 | 0.00080 | 0.00121 | 6 |
| min | | 0.00000 | -0.00184 | 0.00000 | -0.00100 | -0.00641 | -0.00052 | | |
| Revizní na lávce | | 0.00014 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00001 | -0.00008 | 0.00000 | 7 | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | -0.00344 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 8 | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | -0.00344 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 9 | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00084 | 0.00065 | 0.00000 | 0.00221 | 0.00008 | 0.00023 | 1 |
| | | min | -0.00744 | 0.00059 | 0.00000 | 0.00209 | -0.00071 | 0.00020 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.01215 | 0.00257 | 0.00000 | 0.00222 | 0.00048 | 0.00024 | 1 + 2 |
| | | min | -0.02002 | -0.00152 | 0.00000 | 0.00208 | -0.00113 | 0.00019 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00116 | 0.00076 | 0.00000 | 0.00225 | 0.00019 | 0.00032 | 1 + 3 |
| | | min | -0.00776 | 0.00047 | 0.00000 | 0.00205 | -0.00083 | 0.00013 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00914 | 0.00089 | 0.00000 | 0.00234 | 0.00021 | 0.00028 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | -0.00871 | -0.00006 | 0.00000 | 0.00145 | -0.00514 | -0.00010 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.02013 | 0.00281 | 0.00000 | 0.00235 | 0.00042 | 0.00036 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.02068 | -0.00216 | 0.00000 | 0.00141 | -0.00545 | -0.00014 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.01604 | 0.00207 | 0.00000 | 0.00236 | 0.00021 | 0.00038 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.01554 | -0.00136 | 0.00000 | 0.00136 | -0.00553 | -0.00016 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.01724 | 0.00210 | 0.00000 | 0.00238 | 0.00030 | 0.00036 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | -0.01593 | -0.00145 | 0.00000 | 0.00128 | -0.00615 | -0.00019 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.01609 | 0.00298 | 0.00000 | 0.00236 | 0.00108 | 0.00144 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | -0.01373 | -0.00231 | 0.00000 | 0.00109 | -0.00733 | -0.00032 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | Maximální deformace | | 0.02013 | 0.00298 | 0.00000 | 0.00238 | 0.00108 | 0.00144 | |
| | Minimální deformace | | -0.02068 | -0.00231 | 0.00000 | 0.00109 | -0.00733 | -0.00032 | |
| Součinitel bezpečnosti | | 1.35 | | | | | | | |
| Maximální deformace | | 0.02718 | 0.00402 | 0.00000 | 0.00321 | 0.00146 | 0.00194 | | |
| Minimální deformace | | -0.02792 | -0.00312 | 0.00000 | 0.00147 | -0.00990 | -0.00043 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.3. Návrh rozměrů ložisek

a ... kratší rozměr - podélný směr mostu

b ... delší rozměr - příčný směr mostu

| | Delší pole | | | | Kratší pole | | | | |
|-------------------------------|------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|-----------|----------|------|
| | pevné | pod.pev. | příč.pev. | všesměr. | pevné | pod.pev. | příč.pev. | všesměr. | |
| Maximální svislá síla | 5761 | 5775 | 5836 | 5830 | 3185 | 3265 | 3414 | 3408 | kN |
| Maximální podélná síla | 1853 | 2212 | 175 | 124 | 807 | 1074 | 102 | 72 | kN |
| Maximální příčná síla | 718 | 173 | 724 | 124 | 543 | 98 | 452 | 72 | kN |
| Výslednice horizontálních sil | 1987 | 2219 | 745 | 175 | 973 | 1078 | 464 | 102 | kN |
| Maximální podélný pohyb | 0.0 | 0.0 | 55.6 | 56.1 | 0.0 | 0.0 | 28.1 | 27.9 | mm |
| Maximální příčný pohyb | 0.0 | 5.3 | 0.0 | 5.3 | 0.0 | 4.7 | 0.0 | 4.0 | mm |
| Maximální podélné natočení | 7.3 | 6.6 | 6.6 | 7.6 | 5.8 | 5.1 | 5.4 | 9.9 | mrad |
| Maximální příčné natočení | 4.1 | 5.3 | 5.6 | 3.2 | 4.6 | 5.1 | 6.2 | 3.2 | mrad |

Návrh kalotových ložisek:

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| Svislá únosnost | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | kN | <u>vyhoví</u> |
| Vodorovná únosnost ($\geq 1/3$ svislé) | 2000 | 2250 | 2000 | 2000 | 1333 | 1333 | 1333 | 1333 | kN | <u>vyhoví</u> |
| Dovolené pootočení | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | mrad | <u>vyhoví</u> |
| Dovolený podélný posun | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 50 | 50 | mm | <u>vyhoví</u> |
| Dovolený příčný posun | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | mm | <u>vyhoví</u> |
| Dovolené napětí (PTFE) | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | MPa | |

Orientační rozměry:

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Min. průměr ložiska | 0.350 | 0.350 | 0.350 | 0.350 | 0.290 | 0.290 | 0.290 | 0.290 | m |
| Menší rozměr/průměr dolní desky | 665 | 510 | 510 | 460 | 540 | 430 | 430 | 370 | mm |
| Větší rozměr dolní desky | | 630 | 630 | | | 490 | 490 | | mm |
| Menší rozměr/průměr horní desky | 665 | 720 | 720 | 510 | 540 | 680 | 680 | 420 | mm |
| Větší rozměr horní desky | | 1080 | 1080 | 910 | | 940 | 940 | 520 | mm |
| Výška ložiska | 205 | 185 | 185 | 135 | 175 | 170 | 170 | 115 | mm |
| Tloušťka podkladní desky | 40 | 30 | 30 | 30 | 35 | 25 | 25 | 25 | mm |

Kotevní šrouby ložisek:

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Pevnost plechu NK | $f_u =$ | 490 | MPa | | | | | | | |
| Pevnost šroubů | $f_{ub} =$ | 1000 | MPa | | | | | | | |
| Součinitel spolehlivosti | $\gamma_{Mb} =$ | 1.25 | | | | | | | | |
| tloušťka pásnice NK | $t =$ | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | m |
| průměr šroubu | $d =$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | m |
| průměr matice | $d_m =$ | 0.046 | 0.046 | 0.046 | 0.046 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | m |
| počet šroubů | $n =$ | 6 | 8 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 | 4 | ks |
| $F_{v,Rd} = n \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb} =$ | | 2036 | 2714 | 1357 | 1357 | 1303 | 1303 | 869 | 869 | kN |
| $B_{p,Rd} = n \cdot 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot f_u \cdot t_p / \gamma_{Mb} =$ | | 12236 | 16315 | 8157 | 8157 | 4788 | 4788 | 3192 | 3192 | kN |

Kotevní trny ložisek:

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------|--------|------------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|----|
| pevnost betonu v tlaku | $f_{c,k} =$ | 35 | MPa | (podložiskové bločky C35/45) | | | | | | |
| modul pružnosti betonu | $E_{cm} =$ | 34077 | MPa | | | | | | | |
| mez pevnosti trnu | $f_{u,trn} =$ | 450 | MPa | | | | | | | |
| Součinitel spolehlivosti | $\gamma_v =$ | 1.25 | | | | | | | | |
| průměr trnu | $d =$ | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | m |
| výška trnu | $h_{sc} =$ | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | m |
| počet trnů | $n =$ | 15 | 16 | 6 | 4 | 10 | 10 | 6 | 4 | m |
| $\alpha = 0.2 \cdot (h_{sc}/d + 1) =$ | | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | |
| $P_{Rd} = n \cdot 0.8 \cdot f_{u,trn} \cdot \pi \cdot (d^2/4) / \gamma_v =$ | | 2120.6 | 2261.9 | 848.2 | 565.5 | 1094.8 | 1094.8 | 656.9 | 437.9 | kN |
| $P_{Rd} = n \cdot 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} / \gamma_v =$ | | 3325.5 | 3547.2 | 1330.2 | 886.8 | 1917.5 | 1917.5 | 1150.5 | 767.0 | kN |

Statický výpočet

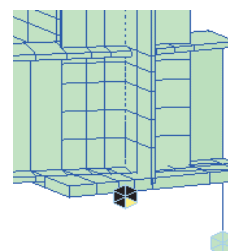
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

11.4. Zachycení tahových reakcí od vykolejení vlaku

Táhlo nespojuje nosnou konstrukci se spodní stavbou přímo, ale začíná působit až po realizaci svislé deformace nosné konstrukce 5 mm (vzduchová mezera), tím se do táhla nepřenášejí síly od deformace nosné konstrukce provozním zatížením a u pohyblivých ložisek není bráněno posunu nosné konstrukce.

Úprava globálního výpočetního modelu pro vykolejení

Zobrazení hmot - přidání táhla a umožněno zvedání z ložiska (compress-only)



| | | Delší pole | | | | Kratší pole | | | | |
|------------------|---------------|------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|-----------|----------|-----|
| | | pevné | pod.pev. | příč.pev. | všesměr. | pevné | pod.pev. | příč.pev. | všesměr. | |
| návrhová síla | F_{ED} | -598.5 | -594.4 | -585.9 | -590 | -534.6 | -535.1 | -532 | -531.5 | kN |
| pásnice | f_u | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | MPa |
| šroub | f_{ub} | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | MPa |
| | γ_{Mb} | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | |
| průměr šroubu | d | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | m |
| tloušťka pásnice | t | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | m |
| průměr matice | d_m | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | m |
| počet šroubů | n | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | ks |

$$F_{t,Rd} = n \cdot 0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{mb} = \begin{matrix} 651.441 & 651.441 & 651.441 & 651.441 & 651.441 & 651.441 & 651.441 & 651.441 \end{matrix} \text{ kN}$$

vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví

$$B_{p,Rd} = n \cdot 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot f_u \cdot t_p / \gamma_{mb} = \begin{matrix} 1172.59 & 1172.59 & 1172.59 & 1172.59 & 1172.59 & 1172.59 & 1172.59 & 1172.59 \end{matrix} \text{ kN}$$

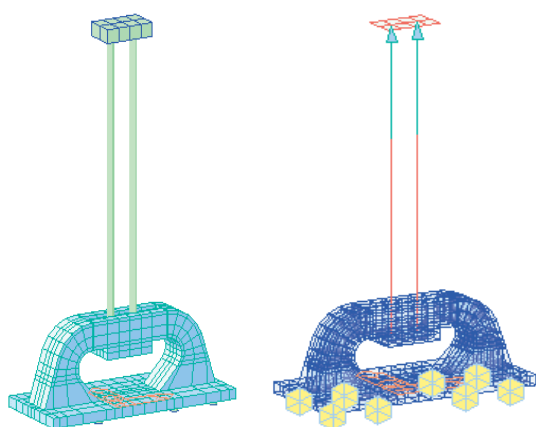
vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví vyhoví

Posouzení odlitku, patní desky a návrh kotvení

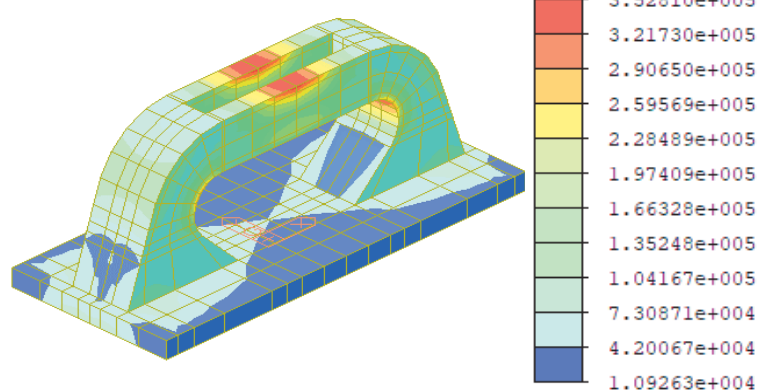
odlitek z oceli 11 700, s mezí kluzu $R_e = 355 \text{ MPa}$

Zobrazení hmot Výpočetní model

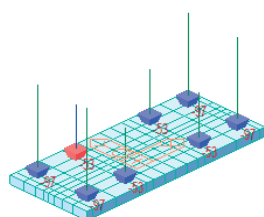
Posouzení napětí (nelineární výpočet)



Návrh kotvení (nelineární výpočet)



$\sigma_{\max} = 353 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$ vyhoví

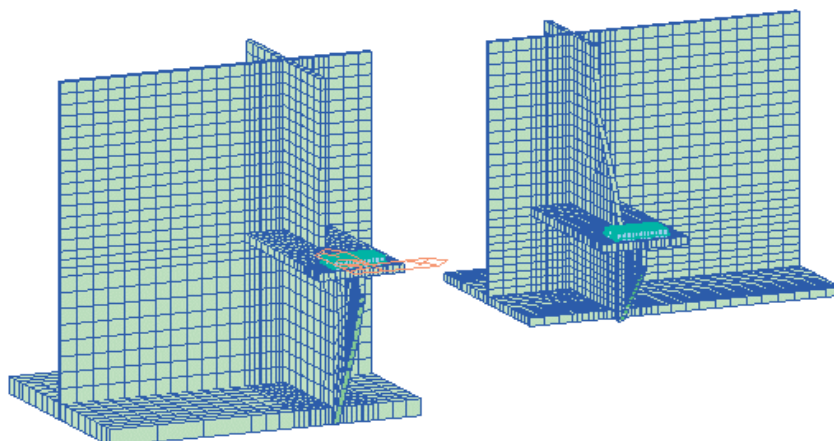


Jsou navrženy kotvy o únosnosti min. 100 kN (vnitřní kotvy mohou mít únosnot 60 kN).

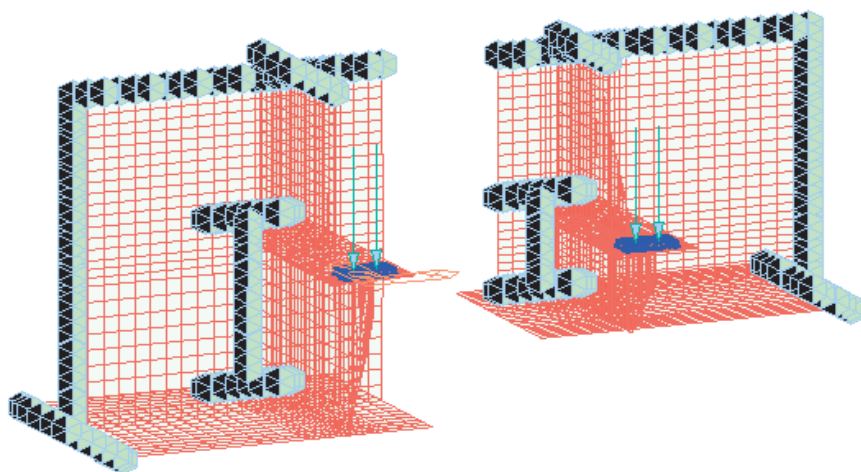
SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Lokální posouzení příčniku v místě kotvení táhel

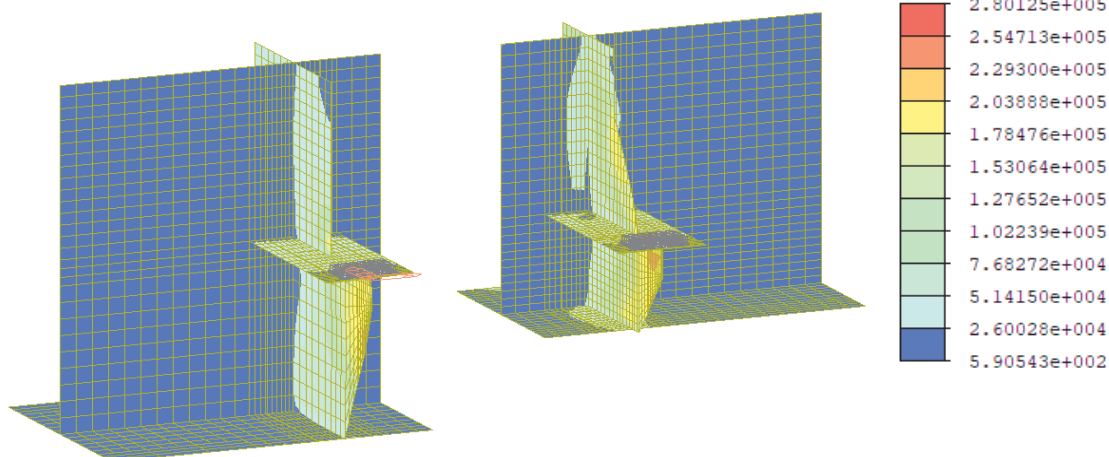
Zobrazení hmot



Výpočetní model



Posouzení napětí (nelineární výpočet pro model s imperfekcemi)

konstrukce z oceli S355, s mezí kluzu $f_y = 355 \text{ MPa}$

 $|\sigma_{\max}| = 280 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$ **vyhoví**

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12. Mostní závěry

12.1. Delší pole mostu (rozpětí mostu 34.56 m)

12.1.1. U podélně pevných ložisek

| Deformace | | D_x (m) | D_y (m) | ZS/CO |
|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|----------|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00155 | 0.00000 |
| | | min | 0.00100 | 0.00000 |
| | Teplota | max | 0.00132 | 0.00000 |
| | (zvýšená o $\pm 10^\circ$) | min | -0.00130 | 0.00000 |
| | Vítr | max | 0.00065 | 0.00071 |
| | (bez dopravy) | min | -0.00065 | -0.00068 |
| | Vítr | max | 0.00221 | 0.00133 |
| | (s dopravou) | min | 0.00060 | -0.00207 |
| | Doprava | max | 0.00988 | 0.00070 |
| | (provozní stav) | min | -0.00140 | -0.00249 |
| | Doprava | max | 0.01242 | 0.00000 |
| | (mimořádný stav) | min | -0.00081 | 0.00000 |
| Kombinace | Revizní na lávce | max | 0.00018 | -0.00004 |
| | | min | 0.00016 | -0.00004 |
| | Smršťování $\epsilon_{cs} = 0.0002$ | | 0.00000 | 0.00000 |
| | Dotvarování $\epsilon_c = 0.0002$ | | 0.00000 | 0.00000 |
| | CO 01 | max | 0.00155 | 0.00000 |
| | | min | 0.00100 | 0.00000 |
| | CO 02 | max | 0.00287 | 0.00000 |
| | | min | -0.00030 | 0.00000 |
| | CO 03 | max | 0.00220 | 0.00071 |
| | | min | 0.00035 | -0.00068 |
| | CO 04 | max | 0.01160 | 0.00066 |
| | | min | -0.00024 | -0.00253 |
| | CO 05 | max | 0.01261 | 0.00152 |
| | | min | -0.00081 | -0.00358 |
| | CO 06 | max | 0.01263 | 0.00185 |
| | | min | -0.00014 | -0.00410 |
| | CO 07 | max | 0.01405 | 0.00166 |
| | | min | -0.00057 | -0.00408 |
| | CO 08 | max | 0.01463 | 0.00000 |
| | | min | -0.00046 | 0.00000 |
| Maximální deformace | | 0.01463 | 0.00185 | |
| Minimální deformace | | -0.00081 | -0.00410 | |
| Souč. bezpečnosti - podélný | | 1.35 | | |
| Souč. bezpečnosti - příčný | | 1.00 | | |
| Maximální zkrácení | | -0.01975 | -0.00410 | |
| Maximální prodloužení | | 0.00109 | 0.00185 | |

| |
|---|
| 1 |
| 1+8+9 |
| 1 + 2 |
| 1+8+9 + 2 |
| 1 + 3 |
| 1+8+9 + 3 |
| 1 + 5 + 7 |
| 1+8+9 + 5 + 7 |
| 1 + 2 + $\psi_0 \cdot 4 + \psi_0 \cdot 5 + 7$ |
| 1+8+9 + 2 + $\psi_0 \cdot 4 + \psi_0 \cdot 5 + 7$ |
| 1 + 4 + $\psi_0 \cdot 2 + \psi_0 \cdot 5 + 7$ |
| 1+8+9 + 4 + $\psi_0 \cdot 2 + \psi_0 \cdot 5 + 7$ |
| 1 + 5 + $\psi_0 \cdot 2 + \psi_0 \cdot 4 + 7$ |
| 1+8+9 + 5 + $\psi_0 \cdot 2 + \psi_0 \cdot 4 + 7$ |
| 1 + 6 + $\psi_2 \cdot 2$ |
| 1+8+9 + 6 + $\psi_2 \cdot 2$ |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12.1.2. U podélně pohyblivých ložisek

| Deformace | | D _x (m) | D _y (m) | ZS/CO | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00073 | 0.00000 | 1 |
| | | min | 0.00016 | 0.00000 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.02170 | 0.00000 | 2 |
| | | min | -0.02429 | 0.00000 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00048 | 0.00083 | 3 |
| | | min | -0.00049 | -0.00086 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00108 | 0.00212 | 4 |
| | | min | -0.00010 | -0.00127 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00487 | 0.00302 | 5 |
| | | min | -0.00133 | -0.00072 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00674 | 0.00000 | 6 |
| | | min | -0.00275 | 0.00000 | |
| Revizní na lávce | | max | 0.00007 | 0.00005 | 7 |
| | | min | 0.00005 | 0.00005 | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | -0.00691 | 0.00000 | 8 | |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | -0.00691 | 0.00000 | 9 | |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00073 | 0.00000 | 1 |
| | | min | -0.01367 | 0.00000 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.02243 | 0.00000 | 1 + 2 |
| | | min | -0.03795 | 0.00000 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00121 | 0.00083 | 1 + 3 |
| | | min | -0.01415 | -0.00086 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00567 | 0.00308 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | -0.01495 | -0.00067 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.02721 | 0.00406 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.03904 | -0.00148 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.01880 | 0.00459 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.02935 | -0.00180 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.01950 | 0.00466 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | -0.02959 | -0.00162 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.01832 | 0.00000 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | -0.02856 | 0.00000 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| Maximální deformace | | 0.02721 | 0.00466 | | |
| Minimální deformace | | -0.03904 | -0.00180 | | |
| Souč. bezpečnosti - podélný | | 1.35 | | | |
| Souč. bezpečnosti - příčný | | 1.00 | | | |
| Maximální zkrácení | | -0.05270 | -0.00180 | | |
| Maximální prodloužení | | 0.03673 | 0.00466 | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12.2. Kratší pole mostu (rozpětí mostu 17.18 m)

12.2.1. U podélně pevných ložisek

| Deformace | | | D _x (m) | D _y (m) | ZS/CO |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00076 | 0.00000 | 1 |
| | | min | 0.00044 | 0.00000 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.00071 | 0.00000 | 2 |
| | | min | -0.00062 | 0.00000 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00023 | 0.00029 | 3 |
| | | min | -0.00024 | -0.00027 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00093 | 0.00062 | 4 |
| | | min | 0.00021 | -0.00090 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00617 | 0.00068 | 5 |
| | | min | -0.00127 | -0.00158 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00525 | 0.00000 | 6 |
| min | | 0.00000 | 0.00000 | | |
| Revizní na lávce | max | 0.00008 | -0.00002 | 7 | |
| | min | 0.00006 | -0.00002 | | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | | 0.00000 | 0.00000 | 8 |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | | 0.00000 | 0.00000 | 9 |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00076 | 0.00000 | 1 |
| | | min | 0.00044 | 0.00000 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.00147 | 0.00000 | 1 + 2 |
| | | min | -0.00018 | 0.00000 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00099 | 0.00029 | 1 + 3 |
| | | min | 0.00020 | -0.00027 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00701 | 0.00066 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | -0.00077 | -0.00160 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.00719 | 0.00100 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.00098 | -0.00196 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.00714 | 0.00115 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.00068 | -0.00219 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.00814 | 0.00113 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | -0.00099 | -0.00228 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.00636 | 0.00000 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | 0.00013 | 0.00000 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | Maximální deformace | | | 0.00814 | 0.00115 |
| Minimální deformace | | | -0.00099 | -0.00228 | |
| Souč. bezpečnosti - podélný | | | 1.35 | | |
| Souč. bezpečnosti - příčný | | | 1.00 | | |
| Maximální zkrácení | | | -0.01098 | -0.00228 | |
| Maximální prodloužení | | | 0.00133 | 0.00115 | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12.2.2. U podélně pohyblivých ložisek

| Deformace | | | D _x (m) | D _y (m) | ZS/CO |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|---|
| Zatěžovací stavy (obálky) | Stálé | max | 0.00058 | 0.00000 | 1 |
| | | min | 0.00020 | 0.00000 | |
| | Teplota (zvýšená o ± 10°) | max | 0.01082 | 0.00000 | 2 |
| | | min | -0.01212 | 0.00000 | |
| | Vítr (bez dopravy) | max | 0.00021 | 0.00022 | 3 |
| | | min | -0.00022 | -0.00024 | |
| | Vítr (s dopravou) | max | 0.00057 | 0.00072 | 4 |
| | | min | 0.00002 | -0.00033 | |
| | Doprava (provozní stav) | max | 0.00409 | 0.00229 | 5 |
| | | min | -0.00123 | -0.00052 | |
| | Doprava (mimořádný stav) | max | 0.00259 | 0.00000 | 6 |
| | | min | 0.00000 | 0.00000 | |
| Revizní na lávce | max | 0.00004 | 0.00002 | 7 | |
| | min | 0.00003 | 0.00002 | | |
| Smršťování ε _{cs} = 0.0002 | | | -0.00344 | 0.00000 | 8 |
| Dotvarování ε _c = 0.0002 | | | -0.00344 | 0.00000 | 9 |
| Kombinace | CO 01 | max | 0.00058 | 0.00000 | 1 |
| | | min | -0.00667 | 0.00000 | 1+8+9 |
| | CO 02 | max | 0.01140 | 0.00000 | 1 + 2 |
| | | min | -0.01879 | 0.00000 | 1+8+9 + 2 |
| | CO 03 | max | 0.00079 | 0.00022 | 1 + 3 |
| | | min | -0.00689 | -0.00024 | 1+8+9 + 3 |
| | CO 04 | max | 0.00472 | 0.00231 | 1 + 5 + 7 |
| | | min | -0.00788 | -0.00049 | 1+8+9 + 5 + 7 |
| | CO 05 | max | 0.01514 | 0.00239 | 1 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.01974 | -0.00064 | 1+8+9 + 2 + ψ ₀ *4 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 06 | max | 0.01096 | 0.00257 | 1 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | | min | -0.01488 | -0.00072 | 1+8+9 + 4 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *5 + 7 |
| | CO 07 | max | 0.01163 | 0.00285 | 1 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | | min | -0.01513 | -0.00074 | 1+8+9 + 5 + ψ ₀ *2 + ψ ₀ *4 + 7 |
| | CO 08 | max | 0.00858 | 0.00000 | 1 + 6 + ψ ₂ *2 |
| | | min | -0.01273 | 0.00000 | 1+8+9 + 6 + ψ ₂ *2 |
| Maximální deformace | | | 0.01514 | 0.00285 | |
| Minimální deformace | | | -0.01974 | -0.00074 | |
| Souč. bezpečnosti - podélný | | | 1.35 | | |
| Souč. bezpečnosti - příčný | | | 1.00 | | |
| Maximální zkrácení | | | -0.02664 | -0.00074 | |
| Maximální prodloužení | | | 0.02044 | 0.00285 | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12.3. Návrh mostních záběrů

12.3.1. Na opěře O1 (opěra kratšího pole)

Návrh mostního závěru:

Podélný dilatační posun

5 až 60 mm

Příčné pohyby

0 ± 5 mm

směr x

| t (°C) | lz,m (m) | lz,k (m) | lp,m (m) | lp,k (m) |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| -5 | -0.0172 | -0.0241 | 0.0230 | 0.0108 |
| 0 | -0.0181 | -0.0249 | 0.0222 | 0.0100 |
| 5 | -0.0189 | -0.0258 | 0.0213 | 0.0091 |
| 10 | -0.0198 | -0.0266 | 0.0204 | 0.0083 |
| 15 | -0.0206 | -0.0275 | 0.0196 | 0.0074 |
| 20 | -0.0215 | -0.0284 | 0.0187 | 0.0066 |
| 25 | -0.0223 | -0.0292 | 0.0179 | 0.0057 |
| 30 | -0.0232 | -0.0301 | 0.0170 | 0.0048 |

směr y

| t (°C) | lz (m) | lp (m) |
|--------|---------|--------|
| - | -0.0007 | 0.0028 |

Podélné dilatace závěru v době montáže:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|--------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| -5 | 35 | 30.0 | 23 | 7 |
| -5 | 35 | -25.0 | -17 | -8 |
| 0 | 30 | 25.0 | 22 | 3 |
| 0 | 30 | -30.0 | -18 | -12 |
| 5 | 30 | 25.0 | 21 | 4 |
| 5 | 30 | -30.0 | -19 | -11 |
| 10 | 25 | 20.0 | 20 | 0 |
| 10 | 25 | -35.0 | -20 | -15 |
| 15 | 25 | 20.0 | 20 | 0 |
| 15 | 25 | -35.0 | -21 | -14 |
| 20 | 25 | 20.0 | 19 | 1 |
| 20 | 25 | -35.0 | -21 | -14 |
| 25 | 20 | 15.0 | 18 | -3 |
| 25 | 20 | -40.0 | -22 | -18 |
| 30 | 20 | 15.0 | 17 | -2 |
| 30 | 20 | -40.0 | -23 | -17 |

Příčná dilatace závěru:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|--------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| - | 0 | 5 | 3 | 2 |
| - | 0 | -5 | -1 | -4 |

Podélné dilatace závěru v době konce životnosti mostu:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|--------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| -5 | 35 | 30.0 | 11 | 19 |
| -5 | 35 | -25.0 | -24 | -1 |
| 0 | 30 | 25.0 | 10 | 15 |
| 0 | 30 | -30.0 | -25 | -5 |
| 5 | 30 | 25.0 | 9 | 16 |
| 5 | 30 | -30.0 | -26 | -4 |
| 10 | 25 | 20.0 | 8 | 12 |
| 10 | 25 | -35.0 | -27 | -8 |
| 15 | 25 | 20.0 | 7 | 13 |
| 15 | 25 | -35.0 | -28 | -7 |
| 20 | 25 | 20.0 | 7 | 13 |
| 20 | 25 | -35.0 | -28 | -7 |
| 25 | 20 | 15.0 | 6 | 9 |
| 25 | 20 | -40.0 | -29 | -11 |
| 30 | 20 | 15.0 | 5 | 10 |
| 30 | 20 | -40.0 | -30 | -10 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12.3.2. Na pilíři P1 (mezi kratším a delším polem)

Návrh mostního závěru:

Podélný dilatační posun

5 až 110 mm

Příčné pohyby

0 ± 5 mm

směr x

| t (°C) | lz,m (m) | lz,k (m) | lp,m (m) | lp,k (m) |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| -5 | -0.0447 | -0.0585 | 0.0432 | 0.0199 |
| 0 | -0.0464 | -0.0602 | 0.0415 | 0.0182 |
| 5 | -0.0481 | -0.0620 | 0.0398 | 0.0164 |
| 10 | -0.0499 | -0.0637 | 0.0381 | 0.0147 |
| 15 | -0.0516 | -0.0654 | 0.0363 | 0.0130 |
| 20 | -0.0533 | -0.0671 | 0.0346 | 0.0113 |
| 25 | -0.0550 | -0.0689 | 0.0329 | 0.0095 |
| 30 | -0.0568 | -0.0706 | 0.0312 | 0.0078 |

směr y

| t (°C) | lz (m) | lp (m) |
|--------|---------|--------|
| - | -0.0023 | 0.0047 |

Podélné dilatace závěru v době montáže:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|--------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| -5 | 50 | 45.0 | 43 | 2 |
| | | -60.0 | -45 | -15 |
| 0 | 50 | 45.0 | 42 | 3 |
| | | -60.0 | -46 | -14 |
| 5 | 45 | 40.0 | 40 | 0 |
| | | -65.0 | -48 | -17 |
| 10 | 45 | 40.0 | 38 | 2 |
| | | -65.0 | -50 | -15 |
| 15 | 45 | 40.0 | 36 | 4 |
| | | -65.0 | -52 | -13 |
| 20 | 40 | 35.0 | 35 | 0 |
| | | -70.0 | -53 | -17 |
| 25 | 40 | 35.0 | 33 | 2 |
| | | -70.0 | -55 | -15 |
| 30 | 38 | 33.0 | 31 | 2 |
| | | -72.0 | -57 | -15 |

Příčná dilatace závěru:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|--------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| - | 0 | 5 | 5 | 0 |
| | | -5 | -2 | -3 |

Podélné dilatace závěru v době konce životnosti mostu:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|--------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| -5 | 50 | 45.0 | 20 | 25 |
| | | -60.0 | -59 | -1 |
| 0 | 50 | 45.0 | 18 | 27 |
| | | -60.0 | -60 | 0 |
| 5 | 45 | 40.0 | 16 | 24 |
| | | -65.0 | -62 | -3 |
| 10 | 45 | 40.0 | 15 | 25 |
| | | -65.0 | -64 | -1 |
| 15 | 45 | 40.0 | 13 | 27 |
| | | -65.0 | -65 | 0 |
| 20 | 40 | 35.0 | 11 | 24 |
| | | -70.0 | -67 | -3 |
| 25 | 40 | 35.0 | 10 | 25 |
| | | -70.0 | -69 | -1 |
| 30 | 38 | 33.0 | 8 | 25 |
| | | -72.0 | -71 | -1 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

12.3.2. Na opěře O2 (opěra delšího pole)

Návrh mostního závěru:

| | | | | |
|-------------------------|---|----|----|----|
| Podélný dilatační posun | 5 | až | 30 | mm |
| Příčné pohyby | 0 | ± | 5 | mm |

směr x

| t (°C) | lz,m (m) | lz,k (m) | lp,m (m) | lp,k (m) |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| - | -0.0198 | -0.0198 | 0.0011 | 0.0011 |

směr y

| t (°C) | lz (m) | lp (m) |
|--------|---------|--------|
| - | -0.0041 | 0.0019 |

Podélné dilatace závěru v době montáže:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|-----------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| - | 8 | 3.0 | 1 | 2 |
| | | -22.0 | -20 | -2 |

Příčná dilatace závěru:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|-----------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| - | 0 | 5 | 2 | 3 |
| | | -5 | -4 | -1 |

Podélné dilatace závěru v době konce životnosti mostu:

| Teplota (°C) | Základní nastavení závěru (mm) | Možná dilatace (mm) | Skutečná dilatace (mm) | Rezerva vůči dorazu (mm) |
|-----------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| - | 8 | 3.0 | 1 | 2 |
| | | -22.0 | -20 | -2 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

13. Ověření s ohledem na přetvoření a kmitání železničních mostů

Pokud není uvedeno jinak, je uvedeno pro rozhodující pole nosné konstrukce.

13.1. Bezpečnost provozu a pohoda cestujících

Na bezpečnost provozu má vliv zejména tuhost mostu a z toho vyplývající přetvoření a kmitání konstrukce.

13.1.1. Svislá zrychlení nosné konstrukce mostu

S ohledem na zjištěné vlastní frekvence není nutné provádět dynamický výpočet - považuje se za vyhovující

13.1.2. Svislé průhyby nosné konstrukce mostu

Zajištění přijatelného zakřivení a obecné robustnosti (celistvosti) konstrukce.

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení dopravou (LM71, SW/0, SW/2) včetně dynamického a klasifikačního součinitele.

Maximální dovolený celkový průhyb od zatížení dopravou

$$w_{\text{lim}} = L/600$$

Vyhodnocení průhybu od nahodilého svislého zatížení:

Rozpětí pole

delší pole

kratší pole

$$L = 34.52 \text{ m}$$

$$L = 17.18 \text{ m}$$

Maximální průhyb od statického zatížení dopravou

$$w = 0.026 \text{ m}$$

$$w = 0.015 \text{ m}$$

$$w_{\text{lim}} = 0.058 \text{ m}$$

$$w_{\text{lim}} = 0.029 \text{ m}$$

vyhoví

vyhoví

Pohoda cestujících závisí na svislém průhybu mostu δ od zatížení dopravou:

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení dopravou (LM71) včetně dynamického a klasifikačního součinitele = 1.

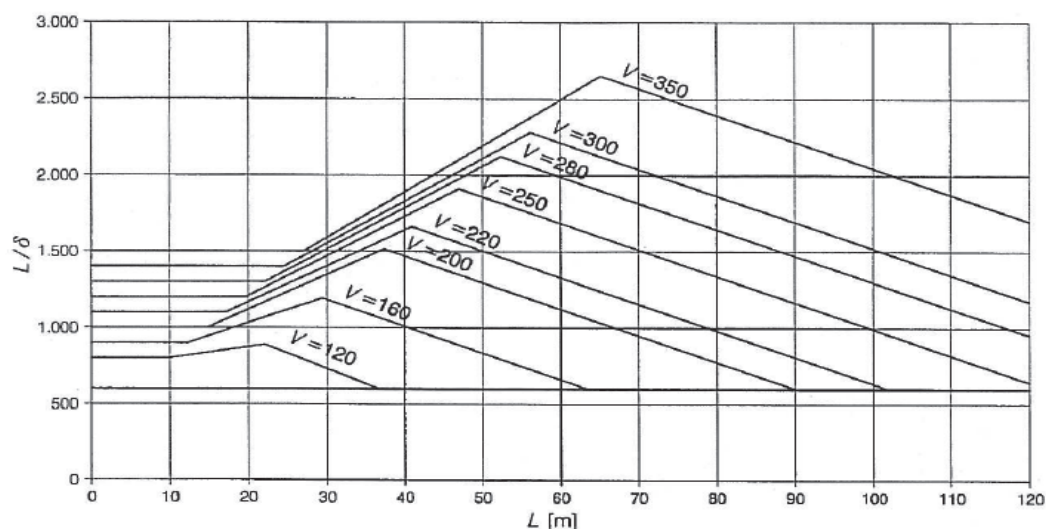
U mostů o více kolejích má být zatížena pouze jedna kolej.

Graf mezních hodnot L/δ (pro $b_v = 1 \text{ m/s}^2$) pro prostě podepřené nosníky o třech a více polích ($L \leq 120 \text{ m}$; $\min L/\delta = 600$)

- pro jiné hodnoty b_v se vydělí skutečnou hodnotou zrychlení b_v'

- pro prostý nosník o jednom nebo dvou polích a spojitý nosník o dvou polích se hodnoty z grafu vynásobí hodnotou 0.7

- pro spojitý nosník o třech a více polích se hodnoty z grafu vynásobí hodnotou 0.9

Vyhodnocení průhybu od nahodilého svislého zatížení modelem 71 z hlediska pohody cestujících:

odečteno z grafu $L/\delta = 600$ ($L = 34.52$; $V = 50$ a $L = 17.18$; $V = 50$)

součinitel pro prosté pole $\varpi = 0.7$

$$\varpi \cdot L/\delta = 600$$

Maximální průhyb od statického zatížení dopravou - model 71

$$\text{- delší } w = 0.021 \text{ m}$$

$$L/w = 1644 > L/w$$

vyhoví

$$\text{- kratší } w = 0.020 \text{ m}$$

$$L/w = 818 > L/w$$

vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

13.1.3. Volné zdvihání v místě ložisek

Zabránění předčasněmu porušení ložisek.

Tahové reakce v ložisku (od vykolejení - mimořádný stav) jsou zachyceny.

Tahové reakce v ložisku v provozním stavu nejsou, nedochází k nadzvedávání ložiska.

13.1.4. Svislé průhyby konců nosné konstrukce mostu za ložiska

Zabránění nestabilitě trati - mezní hodnoty na systém upevnění koleje a mezní hodnoty přídatných napětí koleje.

Svislé posunutí horního povrchu nosné konstrukce vzhledem k přilehlé opěře (příp. NK) od proměnných zatížení:

| | | |
|---|--------------|------|
| - maximální dovolený posun pro rychlost ≤ 160 km/hod | $\delta_v =$ | 3 mm |
| - maximální dovolený posun pro rychlost > 160 km/hod | $\delta_v =$ | 2 mm |

Vyhodnocení svislých průhybů konců nosné konstrukce:

| | | | | |
|--|---------------|---------|--------|-------------|
| maximální svislý průhyb od všech nahodilých zatížení | - delší pole | $w_v =$ | 2.1 mm | ≤ 3 mm |
| maximální svislý průhyb od všech nahodilých zatížení | - kratší pole | $w_v =$ | 1.5 mm | ≤ 3 mm |

S ohledem na rozsah uvažované rychlosti a spočtené průhyby se posudek považuje za vyhovující.

Při dynamickém zatížení projíždějícím vlakem je průhyb tohoto typu a rozpětí konstrukce výrazně nižší.

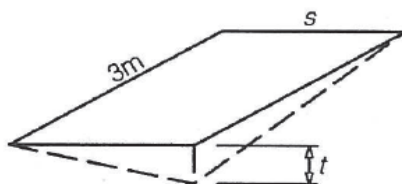
13.1.5. Zkroucení nosné konstrukce mostu podél střednice každé koleje

Minimalizace nebezpečí vykolejení vlaku v místě příjezdu/výjezdu na most a po celém mostě.

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení dopravou (LM71, SW/0, SW/2) včetně dynamického a klasifikačního součinitele.

Pro dynamický výpočet se uvažují charakteristické hodnoty zatížení dopravou (typ 1 až 12, typ A až F, příp. HSLM).

Maximální zkroucení od železniční dopravy (při rozchodu koleje 1.435 m měřené na délce 3.0 m):



| Rozsah rychlostí V (km/hod) | Maximální zkroucení t (mm/3m) |
|-----------------------------|-------------------------------|
| $V \leq 120$ | $t \leq t_1$ $t_1 = 4.5$ |
| $120 < V \leq 200$ | $t \leq t_2$ $t_2 = 3$ |
| $V > 200$ | $t \leq t_3$ $t_3 = 1.5$ |

Vyhodnocení zkroucení konstrukce od průhybu vlivem nahodilých zatížení:

| | | | |
|--------------------------|--------|-------------|---------------|
| zkroucení na kraji mostu | 1.2 mm | ≤ 3 mm | <u>vyhoví</u> |
| zkroucení v 1/4 mostu | 0.8 mm | ≤ 3 mm | <u>vyhoví</u> |
| zkroucení v 1/2 mostu | 0.1 mm | ≤ 3 mm | <u>vyhoví</u> |

Maximální zkroucení od všech zatížení (při rozchodu koleje 1.435 m měřené na délce 3.0 m):

$$t_T = 7.5 \text{ mm/3m}$$

Vyhodnocení celkového zkroucení konstrukce od průhybu vlivem nahodilých zatížení + ostatní zkroucení povrchu:

Neposuzuje se, most se nachází v přímé a jiná zkroucení mimo od nahodilého zatížení se neuvažují.

13.1.6. Pootočení konců každé hlavní nosné konstrukce podél příčné osy nebo poměrné celkové pootočení mezi sousedícími konci nosné konstrukce

Omezení přídatných napětí v kolejnicích - mezní napětí hodnoty vztahových sil na systém upevnění koleje a mezní hodnoty úhlových nespojitostí v dilatačních zařízeních a na výhybnách.

Požadavky nejsou stanoveny, postupuje se podle kapitoly "Vodorovná příčná výchylka a vodorovné pootočení nosné konstrukce mostu kolem svislé osy na koncích nosné konstrukce".

13.1.7. Podélné posunutí konců horního povrchu hlavní nosné konstrukce od podélného posunutí a pootočení konců hlavní nosné konstrukce

Omezení přídatného napětí a minimalizace narušení šterkového lože a sousedící koleje.

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Pro brzdné a rozjezdové síly:

Maximální dovolené relativní podélné posunutí mezi koncem nosné konstrukce a opěrou (příp. další NK):

- pro bezстыkovou kolej nebo kolejnicové dilatační zařízení na jednom konci konstrukce $\delta_B = 5 \text{ mm}$
- pro kolejnicová dilatační zařízení na obou koncích konstrukce při průběžném kolejovém loži $\delta_B = 30 \text{ mm}$
- pro dilatační zařízení (kolejové lože přerušené mezerou umožňující pohyb) $\delta_B = > 30 \text{ mm}$

Vyhodnocení podélného posunu konce nosné konstrukce od jejího pootočení:Posun horního povrchu od brzdných a rozjezdových sil $\delta_x = 1.4 \text{ mm} \leq 5 \text{ mm}$ **vyhoví**Pro svislá zatížení dopravou:

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení dopravou (LM71, SW/0) včetně dynamického a klasifikačního součinitele.

Maximální dovolené podélné posunutí na konci nosné konstrukce (od deformace NK):

- pro jedno nebo žádné dilatační zařízení nosné konstrukce $\delta_H = 8 \text{ mm}$
- kombinované chování konstrukce a koleje je zanedbáno $\delta_H = 10 \text{ mm}$

Vyhodnocení podélného posunu konce nosné konstrukce od jejího pootočení:Posun horního povrchu od svislých zatížení dopravou $\delta_x = 6.4 \text{ mm} \leq 8 \text{ mm}$ **vyhoví****13.1.8. Vodorovná příčná výchylka a vodorovné pootočení nosné konstrukce mostu kolem svislé osy na koncích nosné konstrukce**

Zajištění přijatelného vodorovného zakřivení trati a zajištění přijatelné vodorovné geometrie koleje a pohody cestujících.

Uvažují se charakteristické hodnoty zatížení dopravou (LM71, SW/0) včetně dynamického a klasifikačního součinitele.

Pro dynamický výpočet se uvažují charakteristické hodnoty zatížení dopravou (typ 1 až 12, typ A až F, příp. HSLM).

Omezení příčného posunu δ_h horního povrchu nosné konstrukce od všech příčných zatížení není stanoveno. Maximální vodorovné pootočení a maximální změna poloměru křivosti je dle následujících kritérií:

| Rozsah rychlostí V (km/hod) | Max. vodorovné pootočení (rad) | Maximální změna poloměru křivosti (m) | |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| | | Prostý nosník | Spojité nosník |
| $V \leq 120$ | $\alpha_1 = 0.0035$ | $r_1 = 1700$ | $r_4 = 3500$ |
| $120 < V \leq 120$ | $\alpha_2 = 0.0020$ | $r_2 = 6000$ | $r_5 = 9500$ |
| $V > 120$ | $\alpha_3 = 0.0015$ | $r_3 = 14000$ | $r_6 = 17500$ |

Vyhodnocení pootočení konců nosné konstrukce kolem svislé osy:

Pootočení konců mostu od svislého zatížení dopravou $\alpha_x = 0.0025 \text{ rad} \leq 0.0035 \text{ rad}$ **vyhoví**
 délka pro výpočet změny křivosti $L = 17.26 \text{ m}$
 vodorovná deformace na délce změny křivosti $\delta_h = 0.0014 \text{ m}$
 Změna křivosti poloměru koleje $r = L^2 / (8 \cdot \delta_h) = 26599 \text{ m} \geq 3500 \text{ m}$ **vyhoví**

13.1.9. Meze pro první vlastní frekvenci vodorovného příčného kmitání pole mostu

Zabránění vzniku rezonance vodorovného příčného pohybu vozidel a systému odpružení s mostem.

Min. dovolená první vlastní frekvence kmitání NK ve vodorovné rovině, kolmo k podélné ose $f_{h0} = 1.2 \text{ Hz}$ Vyhodnocení první vlastní frekvence ve vodorovném směru:První vlastní frekvence - ohyb ve vodorovném směru $\eta_0 = 2.73 \text{ Hz} \geq 1.2 \text{ Hz}$ **vyhoví**

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

13.2. Nadvýšení ocelových nosníků

Uvažuje se pro průhyb od stálých a montážních zatížení, bez vlivu klimatických zatížení.

Průhyb od zatížení v montážním stavu - pouze ocelové nosníky

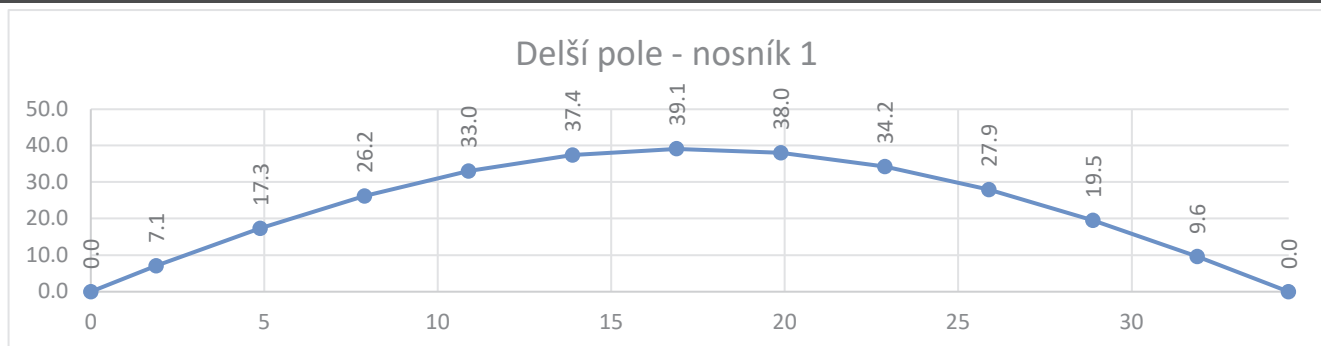
| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (m) | 0.000 | 1.885 | 4.885 | 7.885 | 10.885 | 13.885 | 16.885 | 19.885 | 22.885 | 25.885 | 28.885 | 31.885 | 34.520 |
| (mm) | 0.3 | 2.9 | 6.8 | 10.1 | 12.7 | 14.4 | 15 | 14.6 | 13.2 | 10.8 | 7.7 | 3.9 | 0.3 |
| (m) | 0.000 | 2.635 | 5.635 | 8.635 | 11.635 | 14.635 | 17.635 | 20.635 | 23.635 | 26.635 | 29.635 | 32.635 | 34.520 |
| (mm) | 0.3 | 3.9 | 7.7 | 10.8 | 13.2 | 14.6 | 15 | 14.4 | 12.7 | 10.1 | 6.8 | 2.9 | 0.3 |
| (m) | 0.000 | 1.165 | 3.515 | 5.865 | 8.215 | 10.565 | 12.915 | 15.265 | 17.180 | | | | |
| (mm) | 0.8 | 1.5 | 2.9 | 3.8 | 4.2 | 4 | 3.2 | 2 | 0.8 | | | | |
| (m) | 0.000 | 1.915 | 4.265 | 6.615 | 8.965 | 11.315 | 13.665 | 16.015 | 17.180 | | | | |
| (mm) | 0.8 | 2 | 3.2 | 4 | 4.2 | 3.8 | 2.9 | 1.5 | 0.8 | | | | |

Průhyb od zatížení v montážním stavu - ocelové nosníky a morký beton spřažené desky

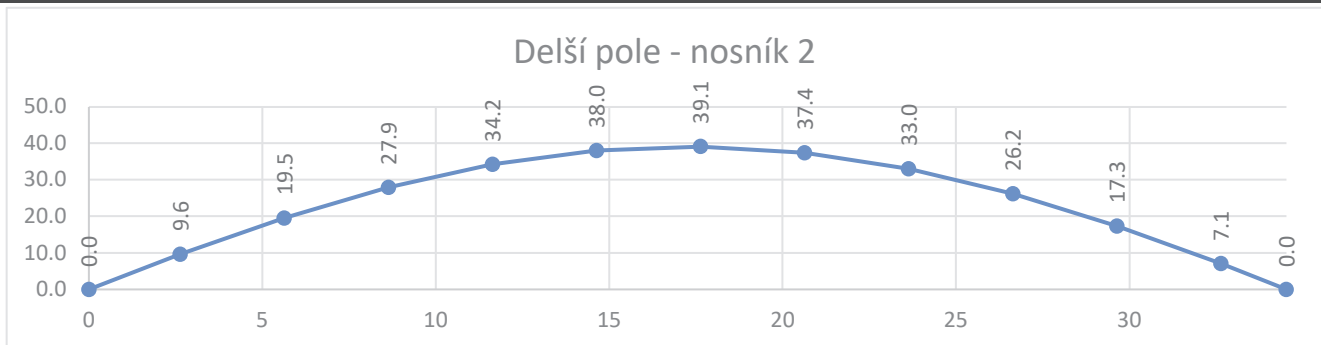
| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (m) | 0.000 | 1.885 | 4.885 | 7.885 | 10.885 | 13.885 | 16.885 | 19.885 | 22.885 | 25.885 | 28.885 | 31.885 | 34.520 |
| (mm) | 0.7 | 7.8 | 18 | 26.9 | 33.7 | 38.1 | 39.8 | 38.7 | 34.9 | 28.6 | 20.2 | 10.3 | 0.7 |
| (m) | 0.000 | 2.635 | 5.635 | 8.635 | 11.635 | 14.635 | 17.635 | 20.635 | 23.635 | 26.635 | 29.635 | 32.635 | 34.520 |
| (mm) | 0.7 | 10.3 | 20.2 | 28.6 | 34.9 | 38.7 | 39.8 | 38.1 | 33.7 | 26.9 | 18 | 7.8 | 0.7 |
| (m) | 0.000 | 1.165 | 3.515 | 5.865 | 8.215 | 10.565 | 12.915 | 15.265 | 17.180 | | | | |
| (mm) | 2.3 | 5.2 | 9.6 | 12.7 | 14 | 13.3 | 10.7 | 6.6 | 2.3 | | | | |
| (m) | 0.000 | 1.915 | 4.265 | 6.615 | 8.965 | 11.315 | 13.665 | 16.015 | 17.180 | | | | |
| (mm) | 2.3 | 6.6 | 10.8 | 13.3 | 14 | 12.7 | 9.6 | 5.1 | 2.3 | | | | |

Nadvýšení (mm) v místě polohy (m) výztuh hlavních nosníků

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (m) | 0.000 | 1.885 | 4.885 | 7.885 | 10.885 | 13.885 | 16.885 | 19.885 | 22.885 | 25.885 | 28.885 | 31.885 | 34.520 |
| (mm) | 0.0 | 7.1 | 17.3 | 26.2 | 33.0 | 37.4 | 39.1 | 38.0 | 34.2 | 27.9 | 19.5 | 9.6 | 0.0 |

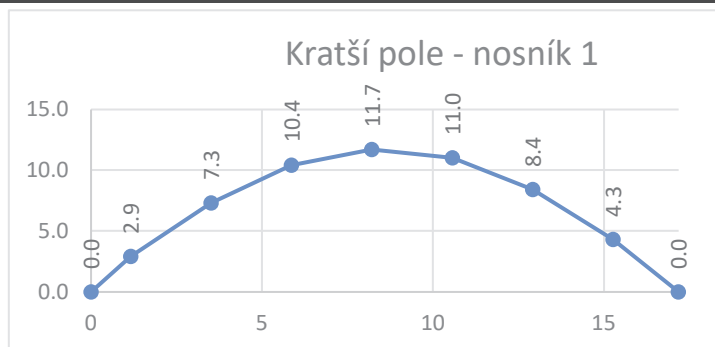


| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (m) | 0.000 | 2.635 | 5.635 | 8.635 | 11.635 | 14.635 | 17.635 | 20.635 | 23.635 | 26.635 | 29.635 | 32.635 | 34.520 |
| (mm) | 0.0 | 9.6 | 19.5 | 27.9 | 34.2 | 38.0 | 39.1 | 37.4 | 33.0 | 26.2 | 17.3 | 7.1 | 0.0 |

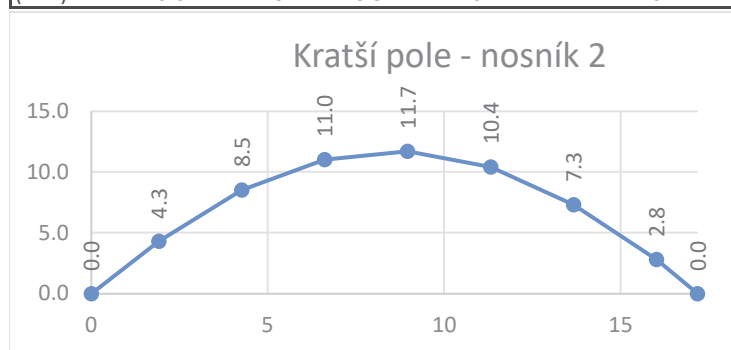


SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| (m) | 0.000 | 1.165 | 3.515 | 5.865 | 8.215 | 10.565 | 12.915 | 15.265 | 17.180 |
| (mm) | 0.0 | 2.9 | 7.3 | 10.4 | 11.7 | 11.0 | 8.4 | 4.3 | 0.0 |



| | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| (m) | 0.000 | 1.915 | 4.265 | 6.615 | 8.965 | 11.315 | 13.665 | 16.015 | 17.180 |
| (mm) | 0.0 | 4.3 | 8.5 | 11.0 | 11.7 | 10.4 | 7.3 | 2.8 | 0.0 |



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

14. Bezстыková kolej

14.1. Dynamický a klasifikační součinitel

Zohlednění lokálních dynamických účinků na kolejnici dle SŽDC S3 díl IV pro posouzení kolejnice v trati

| | | |
|---|----------------------|-----|
| součinitel vyjadřující kvalitu pražcového podloží | $k =$ | 0.1 |
| součinitel vlivu rychlosti jízdy | $k_v =$ | 1 |
| dynamický součinitel | $\phi = 1+2*k*k_v =$ | 1.2 |
| klasifikační součinitel | $\alpha =$ | 1 |

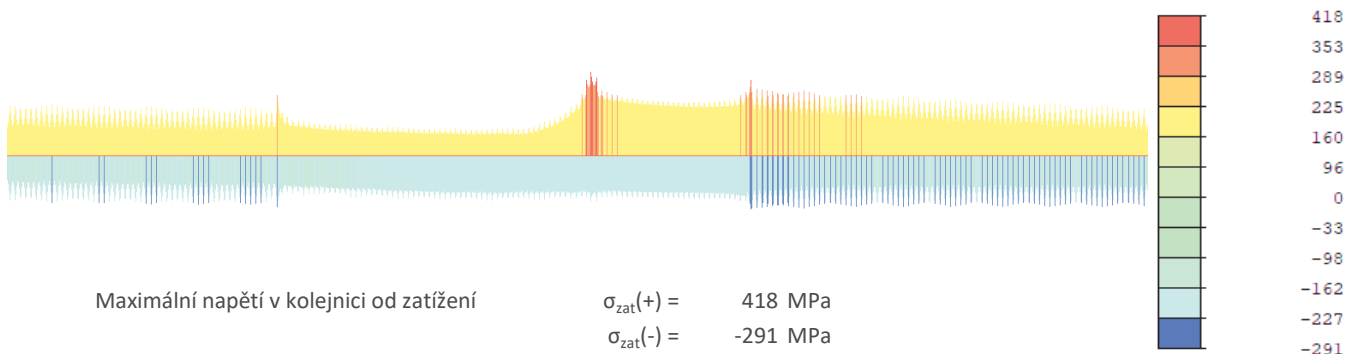
14.2. Ověření nejvýše přípustné délky nosné konstrukce

- pro ověření se uvažuje běžný návrh konstrukce (bez dalších úprav, např. řídicí tyčí)
- dle publikace prof. Frýby "Dynamika železničních mostů"

Pro železniční ocelobetonový most, s kolejovým ložem s železničními pražci a kolejnicí typu R65, o dvou prostých polích dilatujících v jednom směru uvádá publikace maximální přípustnou dilatující délku nosné konstrukce 114 m > 52.65 m **vyhoví**

14.3. Napětí v kolejnici

Napětí v kolejnici od kombinace zatížení = teplota ($\gamma_f = 1.0$) + brzděné a rozjezdové síly ($\gamma_f = 1.45$) + svislé účinky zatížení modelu 71 ($\gamma_f = 1.45$)



| | | |
|--|---------------------|----------|
| Maximální napětí v kolejnici od zatížení | $\sigma_{zat}(+) =$ | 418 MPa |
| | $\sigma_{zat}(-) =$ | -291 MPa |

Redukce vlivem bodového podepření (pro délku uložení kolejnice):

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------|------------|-----------------|
| Posouvající síla nad pražcem | Ved = | 290 kN | (konzervativně) |
| šířka uložení kolejnice | t = | 0.17 m | |
| redukce momentu nad pražcem | $\Delta Med =$ | 24.65 kNm | |
| moment setrvačnosti ojeté kolejnice | I = | 5.0E-05 m4 | |
| vzdálenost těžiště horní povrch | z+ = | 0.092 m | |
| | z- = | -0.072 m | |
| redukce napětí horní povrch | $\Delta\sigma+ =$ | 45.5 MPa | |
| | $\Delta\sigma- =$ | -35.6 MPa | |

| | | | |
|--|-------------------------|------------|--------------|
| Maximální napětí v kolejnici od zatížení | $\sigma_{zat}(+) =$ | 372.5 MPa | (po redukci) |
| | $\sigma_{zat}(-) =$ | -255.4 MPa | (po redukci) |
| Vlastní pnutí v kolejnici od výroby | $\sigma_{pnuti}(\pm) =$ | 100 MPa | |

14.4. Pevnost kolejnice a posouzení

Podle předpisu SŽDC S3 se vypočte dovolené namáhání kolejnice:

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| charakteristická mez pevnosti oceli | $f_{u,k} =$ | 880 MPa | |
| charakteristická mez kluzu oceli | $f_{y,k} = 0.6*f_{u,k} =$ | 528 MPa | |
| součinitel redukce pevnosti mat. | $\gamma_{M0} =$ | 1.0 | |
| návrhová hodnota napětí | $f_{y,d} = f_{y,k}/\gamma_{M0} =$ | 528.0 MPa | $> \sum \sigma = 472.549 \text{ MPa}$ |
| | | | vyhoví |

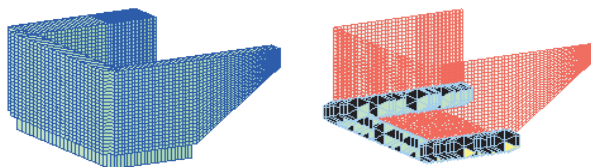
Dle metodiky odvozené prof. Frýbou je podmínka stability zajištěna dodržením požadavku na nepřekročení meze kluzu oceli $f_y \sim 600 \text{ MPa}$ (pro kolej v přímé nebo směrovém oblouku s poloměrem $R > 1000 \text{ m}$).

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

15. Návrh betonářské výztuže nových částí spodní stavby

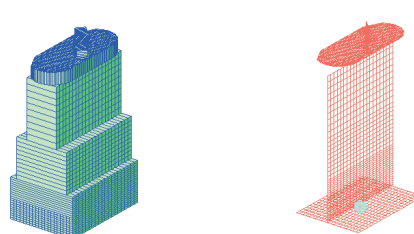
Použitý výpočetní model pro opěru O1

Zobrazení hmot a deskostěnový prostorový model



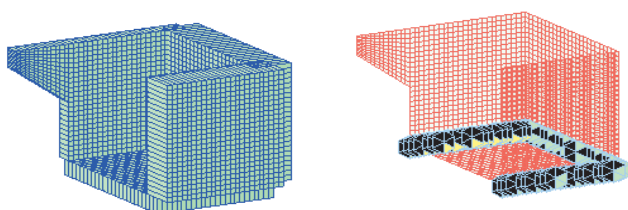
Použitý výpočetní model pro pilíř

Zobrazení hmot a deskostěnový prostorový model



Použitý výpočetní model pro opěru O2

Zobrazení hmot a deskostěnový prostorový model



POZN: V místě nových rovnoběžných křídel je uvažováno pružné podepření.

15.1. Pilíř P1

15.1.1. Úložný práh - spřažení se stávajícím dříkem pilíře

Materiály:

beton v tlaku

| | |
|-------|--------|
| fck = | 30 MPa |
| acc = | 0.85 |
| yc = | 1.5 |
| fcd = | 17 MPa |

beton v tahu

| | |
|--------|---------|
| fctk = | 2 MPa |
| act = | 1 |
| fctd = | 1.3 MPa |

bet. výztuž

| | |
|-------|-----------|
| fyk = | 500 MPa |
| ys = | 1.15 |
| fyd = | 434.8 MPa |

Průřez:

doba ošetřování betonu

3 dní

plocha styku

Al = 25.84 m²**Napětí ve spáře - podélný směr:**

výslednice horizontálních sil ve spáře

2143.14 kN

napětí ve spáře

ved,d = 0.08 MPa

Návrh spřahovací výztuže:

profil

Φ = 16 mm

počet kusů

n = 262 ks

výztuž procházející styčnou plochou

As = 0.05268 m² $\rho = A_s / A_l = 0.00204$

sklon výztuže

α = 90 ° (45° až 90°)

Posouzení spřažení:

součinitel drsnosti styčné plochy

c = 0.45 (drsňý povrch)

μ = 0.7 (drsňý povrch)

normálové síly na styč. plochu

Fy.min = -4344.7 kN (-TLAK) (svislá síla od stálých zatížení - konzervativně)

normálové napětí na styč. plochu

σn = 0.2 MPa (+TL/ ≤ 0.6*fcd) 10.2 MPa

únosnost ve smyku styč. plochy

$$v_{rd,i} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = 1.34 \text{ MPa}$$

≤ 0.5*v*fc

4.5 MPa

vyhoví

≥ ved,d =

0.08 MPa

vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Únosnost kotvy ve střihu

$$\begin{aligned}
 d &= 16 \text{ mm} \\
 f_u &= 500 \text{ MPa} \\
 \gamma_v &= 1.3 \\
 F_{v,Rd} &= 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / (4 \cdot \gamma_v) = 61.8652 \text{ kN} > 8.17992 \text{ kN} \quad \underline{\text{vyhoví}}
 \end{aligned}$$

15.1.2. Úložný práh - oba povrchy

Výztuž je navržena dle konstrukčních zásad, s přihlédnutím k účinku od zatížení z mostu.

$$\begin{aligned}
 m_{Ed} &= 283 \text{ KNm/m} \quad (\text{špička z výpočetního modelu v místě piliřku}) \\
 \text{výška desky ve vetknutí} \quad h &= 1200 \text{ mm} \\
 \text{uvažovaná šířka} \quad b &= 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

materiály:

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| beton C30/37 | $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | ocel B500 | $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ |
| | $\alpha_{cc} = 0.85$ | | $\gamma_s = 1.15$ |
| | $\gamma_c = 1.5$ | | $f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$ |
| | $f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$ | | $E = 200000 \text{ MPa}$ |
| | $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ | | $\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$ |
| | $ \epsilon_{cu3} = 0.0035$ | | |

krytí betonářské výztuže:

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

další výztuž

$$\phi_{rozdel} = 20 \text{ mm}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 1120 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$6.667 \text{ profilů} \quad 20 \text{ /m; } A_s = 0.00209 \text{ m}^2/\text{m}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00169 \text{ m}^2 < A_s = 0.00209 \text{ m}^2 \rightarrow \underline{\text{vyhoví}}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00146 \text{ m}^2 < A_s = 0.00209 \text{ m}^2 \rightarrow \underline{\text{vyhoví}}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.04800 \text{ m}^2 > A_s = 0.00209 \text{ m}^2 \rightarrow \underline{\text{vyhoví}}$$

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.691 \text{ m}$$

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.067 \text{ m} < x_{lim} = 0.691 \text{ m} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d/x) - \epsilon_{cu3} = 55.043 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \quad \underline{\text{plně využita}}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1.093 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 995.540 \text{ KNm/m} > 283.000 \text{ KNm/m} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

$$\text{osová vzdálenost prutů} \quad a = 150 \text{ mm} < 2 \cdot h = 2400 \text{ mm} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

$$< 250 \text{ mm} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

$$\text{světla vzdálenost prutů} \quad a_s = 130 \text{ mm} > \phi_{max} = 20 \text{ mm} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

$$> d_g + \epsilon \text{ neuvažují mm}$$

$$> 25 \text{ mm} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

15.1.3. Pilířek - svislá výztuž

| | | | |
|-------------------------|------------|-----------|---|
| | $m_{Ed} =$ | 850 KNm/m | (z výpočetního modelu v místě vetknutí do úložného prahu) |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 960 mm | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | |

materiály:

| | | | | | |
|--------------|----------------------|------------|-----------|-------------------|-------------|
| beton C30/37 | $f_{ck} =$ | 30 MPa | ocel B500 | $f_{yk} =$ | 500 MPa |
| | $\alpha_{cc} =$ | 0.85 | | $\gamma_s =$ | 1.15 |
| | $\gamma_c =$ | 1.5 | | $f_{yd} =$ | 434.783 MPa |
| | $f_{cd} =$ | 17.000 MPa | | $E =$ | 200000 MPa |
| | $f_{ctm} =$ | 2.9 MPa | | $\epsilon_{yd} =$ | 2.174 ‰ |
| | $ \epsilon_{cu3} =$ | 0.0035 | | | |

krytí betonářské výztuže:

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

další výztuž

$$\phi_{roz\ddot{d}el} = 20 \text{ mm}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 879 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$6.667 \text{ profilů} \quad 22 \text{ /m; } A_s = 0.00253 \text{ m}^2/\text{m}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00133 \text{ m}^2 < A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00114 \text{ m}^2 < A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.03840 \text{ m}^2 > A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.542 \text{ m}$$

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.081 \text{ m} < x_{lim} = 0.542 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d / x) - \epsilon_{cu3} = 34.472 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0.847 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 932.850 \text{ KNm/m} > 850.000 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

$$\text{osová vzdálenost prutů} \quad a = 150 \text{ mm} < 2 \cdot h = 1920 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\text{světla vzdálenost prutů} \quad a_s = 128 \text{ mm} > \phi_{max} = 22 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$> d_g + t \text{ neuvažují mm}$$

$$> 25 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

15.1.4. Pilířek - vodorovná výztuž

| | | | |
|-------------------------|------------|-------------|---|
| | $m_{Ed} =$ | 243.1 KNm/m | (z výpočetního modelu v místě vetknutí do úložného prahu) |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 960 mm | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

materiály:

beton C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

ocel B500

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\gamma_s = 1.15$

$\gamma_c = 1.5$

$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$

$\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$

$|\epsilon_{cu3}| = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

$c_{nom} = 50 \text{ mm}$

další výztuž

$\phi_{rozdel} = 20 \text{ mm}$

účinná výška průřezu:

$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 882 \text{ mm}$

návrh plochy výztuže:

6.667 profilů

16 /m; $A_s = 0.00134 \text{ m}^2/\text{m}$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00133 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00115 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.03840 \text{ m}^2 > A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

poloha neutrální osy:

$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.544 \text{ m}$

$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.043 \text{ m} < x_{lim} = 0.544 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$

využití výztuže:

$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d / x) - \epsilon_{cu3} = 68.535 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$

posouzení únosnosti průřezu:

$z = d - 0,4 \cdot x = 0.865 \text{ m}$

$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 504.054 \text{ KNm/m} > 243.100 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$

posouzení vzdálenosti výztuže:

osová vzdálenost prutů $a = 150 \text{ mm} < 2 \cdot h = 1920 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

světla vzdálenost prutů $a_s = 134 \text{ mm} > \phi_{max} = 16 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$> d_g \pm \text{neuvažují mm}$

$> 25 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

15.1.5. Pilířek - soustředěný tlak a štěpné síly

Soustředěný tlak

beton C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\gamma_c = 1.5$

$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$

soustředěná síla na mezi únosnosti:

plocha kotevní desky ložiska $A_1 = 0.352 \text{ m}^2$

plocha roznosu zatížení $A = 0.9216 \text{ m}^2$ (konzervativně max. dle šířky pilířku)

$F_{Rdu} = A_1 \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A/A_1} = 9682.6 \text{ kN} \leq 3 \cdot f_{cd} \cdot A_1 = 17952.0 \text{ kN}$

$\geq N_{Ed} = 3832.0 \text{ kN}$

vyhoví

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Štěpné síly

| | | |
|-----------|-------------------|-------------|
| ocel B500 | $f_{yk} =$ | 500 MPa |
| | $\gamma_s =$ | 1.15 |
| | $f_{yd} =$ | 434.783 MPa |
| | $E =$ | 200000 MPa |
| | $\epsilon_{yd} =$ | 2.174 ‰ |

| | | |
|---------------------------------|------------|----------|
| šířka pilířku | $y = a' =$ | 0.96 m |
| délka kotevní desky ložiska | $a_1 =$ | 0.64 m |
| uvažovaná výška úložného prahu | $h_0 =$ | 0.96 m |
| uvažovaná šířka zatížené plochy | $b' =$ | 0.96 m |
| vodorovná síla | $V_{Ed} =$ | 735.0 kN |

$$H_{s,1}' = (1/4 * (y - a_1) / h_0) * N' = 319.3 \text{ kN}$$

$$A_{s,1} = H_{s,1}' / f_{yd} = 0.00073 \text{ m}^2$$

$$Bs' = 0.5 * (1 - a_1 / a') = 0.167 \leq 0.5$$

$$H_{s,2}' = N' * Bs' = 638.7 \text{ kN}$$

$$A_{s,2} = H_{s,2}' / (b' * f_{yd}) = 0.00153 \text{ m}^2$$

$$A_s' = \max(A_{s,1}; A_{s,2}) = 0.00153 \text{ m}^2$$

Vodorovné síly

$$A_s' = H' / (b' * f_{yd}) = 0.00176 \text{ m}^2$$

Návrh výztuže

$$b' = 0.960 \text{ m}$$

| | | | | | | | |
|----------|-----------|---------------------------------|------|--------|---------|---------------------|--------|
| pás | $0.2 * h$ | $A_{s,h} = 0.00176 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 7 Φ | 20 á | 150 mm | $A_s =$ | 0.0022 m^2 | vyhoví |
| pás | $0.6 * h$ | $A_{s,s} = 0.00092 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 0 řady po | 7 Φ | á | 150 mm | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 7 Φ | 16 á | 150 mm | $A_s =$ | 0.0014 m^2 | vyhoví |
| pás | $0.2 * h$ | $A_{s,d} = 0.00061 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 7 Φ | 16 á | 150 mm | $A_s =$ | 0.0014 m^2 | vyhoví |

15.1.6. Pilířek - smyk

Charakteristické vlastnosti betonu:

beton C 30/37

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$$

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

dílní součinitel spolehlivosti betonu:

$$\gamma_c = 1.50$$

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 17.0 \text{ MPa}$$

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Charakteristické vlastnosti smykové výztuže:

ocel B 500B

charakteristická hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

dílní součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:

$$\gamma_s = 1.15$$

návrhová hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.78 \text{ MPa}$$

Únosnost prvku bez smykové výztuže:

výška průřezu:

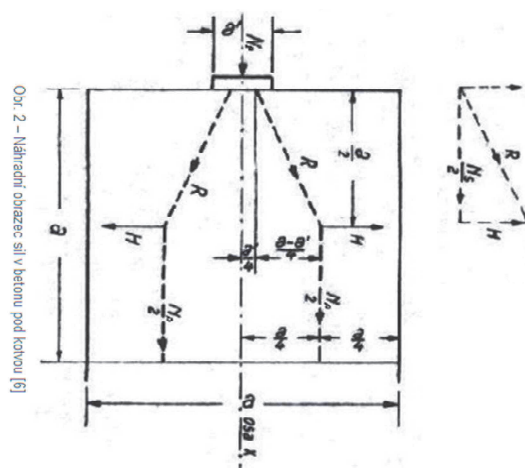
$$h = \text{viz tab. m}$$

nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:

$$b_w = 1.000 \text{ m}$$

krytí výztuže betonem:

$$c_{nom} = 0.050 \text{ m}$$



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|--|----------------|
| průměr podélné tahové výztuže: | $d_s =$ viz tab. | m |
| vzdálenost podélné tahové výztuže: | $a_s =$ viz tab. | m |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c_{nom} - d_s/2 =$ viz tab. | m |
| empirický součinitel: | $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c =$ | 0.12 |
| parametr vlivu výšky: | $k = 1 + (200/d)^{0,5} =$ viz tab. | $\leq 2,0$ |
| průřezová plocha podélné výztuže do vzdál. $\geq (l_{bd} + d)$ za posuzovaný průřez: | $A_{sl} =$ viz tab. | m ² |
| stupeň vyztužení podélnou výztuží: | $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) =$ viz tab. | $< 0,02$ |
| | $k_1 =$ | 0.15 |
| normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed} > 0$ pro tlak): | $N_{Ed} =$ viz tab. | kN |
| normálové napětí od návrhové hodnoty osově síly N_{Ed} : | $\sigma_{cp} = N_{Ed}/(b_w \cdot h) =$ viz tab. | MPa |
| | $\sigma_{cp} \leq 0,2 \cdot f_{cd} =$ | 3.40 MPa |
| min. smykové napětí, které přenesou prvek v šikmé tržlině: | $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$ viz $V_{Rd,c}$ | MPa |
| minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku: | $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ viz $V_{Rd,c}$ | kN |
| návrhová hodnota únosnosti ve smyku: | $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d =$ viz $V_{Rd,c}$ | kN |
| | $V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}\} =$ viz tab. | kN |
| redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem: | $v = 0,6(1 - f_{ck}/250) =$ viz $V_{Rd,max}$ | |
| návrhová únosnost tlakových diagonál: | $V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} =$ viz tab. | kN |
| návrhová hodnota posouvající síly: | $V_{Ed} =$ | 757 kN |

| Průřez č. | h (m) | d_s (m) | a_s (m) | A_{sl} (m ²) | d (m) | ρ_l (-) | k (-) | N_{Ed} (kN) | σ_{cp} (MPa) | $V_{Rd,c}$ (kN) | $V_{Rd,max}$ (kN) |
|-----------|-------|-----------|-----------|----------------------------|-------|--------------|-------|---------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | 0.960 | 0.022 | 0.150 | 2.53E-03 | 0.899 | 0.003 | 1.47 | 0.00 | 0.00 | 323.5 | 4034.7 |

Návrh smykové výztuže:

| | | |
|---|--|----------------|
| počet střihů na šířku b_w | $n =$ viz tab. | ks |
| profil smykové výztuže | $d_{sw} =$ viz tab. | mm |
| vzdálenost smykové výztuže | $s =$ viz tab. | mm |
| sklon smykové výztuže: | $\alpha =$ viz tab. | ° |
| průřezová plocha smykové výztuže: | $A_{sw} =$ viz tab. | m ² |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c_{nom} - d_{sw} - d_s/2 =$ viz tab. | m |
| stupeň smykového vyztužení: | $\rho_w = A_{sw}/(b_w \cdot s \cdot \sin \alpha) =$ viz tab. | |
| min. stupeň smykového vyztužení: | $\rho_{w,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{0,5}/f_{yk} =$ viz OK/NG $\leq \rho_w$ | |
| max. stupeň smykového vyztužení: | $\rho_{w,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}/[(1 - \cos \alpha) \cdot f_{ywd}] =$ viz OK/NG $\geq \rho_w$ | |
| max. osová vzdál. třmínků v podélném směru: | $s_{max} = \min(0,75d(1 + \cot \alpha); 0,4) =$ viz OK/NG $\geq s_{max}$ | |
| redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem: | $v_1 = v = 0,6(1 - f_{ck}/250) =$ viz tab. | |
| rameno vnitřních sil: | $z = 0,9d =$ viz $V_{Rd,s(max)}$ | m |
| součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlaceném pásu: | $\alpha_{cw} =$ | 1.0 |
| návrhová únosnost šikmých třmínků: | $V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha / s =$ viz tab. | kN |
| návrhová únosnost tlakových diagonál (pro $\cot \theta = 2,5$): $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) =$ viz tab. | | kN |

| Průřez č. | n (ks) | d_{sw} (m) | s (m) | α (°) | A_{sw} (m ²) | d (m) | ρ_w (-) | v_1 (-) | $\rho_{w,ext} s_{max}$ | $V_{Rd,s}$ (kN) | $V_{Rd,max}$ (kN) |
|-----------|--------|--------------|-------|--------------|----------------------------|-------|--------------|-----------|------------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | 3.3 | 0.010 | 0.230 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.889 | 1.14E-03 | 0.528 | OK | 989.91 | 2476.45 |

15.2. Opěra O1

15.2.1. Úložný práh - spřažení se stávajícím dřikem opěry

Materiály:

| beton v tlaku | | beton v tahu | | bet. výztuž | |
|-----------------|--------|-----------------|---------|--------------|-----------|
| $f_{ck} =$ | 30 MPa | $f_{ctk} =$ | 2 MPa | $f_{yk} =$ | 500 MPa |
| $\alpha_{cc} =$ | 0.85 | $\alpha_{ct} =$ | 1 | $\gamma_s =$ | 1.15 |
| $\gamma_c =$ | 1.5 | $f_{ctd} =$ | 1.3 MPa | $f_{yd} =$ | 434.8 MPa |
| $f_{cd} =$ | 17 MPa | | | | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Průřez:

dobu ošetřování betonu 3 dní
plocha styku AI = 21.41 m²

Napětí ve spáře - podélný směr:

výslednice horizontálních sil ve spáře 1598.63 KN
napětí ve spáře ved,d = 0.07 MPa

Návrh spřahovací výztuže:

profil $\Phi = 16$ mm
počet kusů $n = 214$ ks
výztuž procházející styčnou plochou $A_s = 0.04303$ m²
 $\rho = A_s/AI = 0.00201$
sklon výztuže $\alpha = 90^\circ$ (45° až 90°)

Posouzení spřažení:

součinitel drsnosti styčné plochy $c = 0.45$ (drsny povrch)
 $\mu = 0.7$ (drsny povrch)
normálové síly na styč. plochu $F_{y,min} = -2914.9$ KN (-TLAK) (svislá síla od stálých zatížení - konzervativně)
normálové napětí na styč. plochu $\sigma_n = 0.1$ MPa ($+TLA \leq 0.6 \cdot f_{cd}$) 10.2 MPa

únosnost ve smyku styč. Plochy

$$v_{rd,i} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = 1.31 \text{ MPa} \quad \leq 0.5 \cdot v \cdot f_{ctd} \quad 4.5 \text{ MPa} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

$$\geq v_{ed,d} = 0.07 \text{ MPa} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

Únosnost kotvy ve střihu

$d = 16$ mm
 $f_u = 500$ MPa
 $\gamma_v = 1.3$

$$F_{v,Rd} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / (4 \cdot \gamma_v) = 61.8652 \text{ kN} > 7.47025 \text{ kN} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

15.2.2. Úložný práh - oba povrchy

Výztuž je navržena dle konstrukčních zásad, s přihlédnutím k účinku od zatížení z mostu.

$m_{Ed} = 250$ KNm/m (redukce špičky z výpočetního modelu v místě ložiska)
výška desky ve vetknutí $h = 550$ mm
uvažovaná šířka $b = 1$ m

materiály:

beton C30/37 $f_{ck} = 30$ MPa ocel B500 $f_{yk} = 500$ MPa
 $\alpha_{cc} = 0.85$ $\gamma_s = 1.15$
 $\gamma_c = 1.5$ $f_{yd} = 434.783$ MPa
 $f_{cd} = 17.000$ MPa $E = 200000$ MPa
 $f_{ctm} = 2.9$ MPa $\epsilon_{yd} = 2.174$ ‰
 $|\epsilon_{cu3}| = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

$c_{nom} = 50$ mm

další výztuž

$\phi_{rozděl} = 16$ mm

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 476 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$\underline{6.667 \text{ profilů} \quad 16 / \text{m}; A_s = 0.00134 \text{ m}^2/\text{m}}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00072 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \underline{\text{vyhoví}}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b \cdot d = 0.00062 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \underline{\text{vyhoví}}$$

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.02200 \text{ m}^2 > A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \underline{\text{vyhoví}}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} * d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.294 \text{ m}$$

$$x = A_s * f_{yd} / (0.8 * b * f_{cd}) = 0.043 \text{ m} < x_{lim} = 0.294 \text{ m} \quad \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} * d / x) - \epsilon_{cu3} = 35.376 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \quad \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0.4 * x = 0.459 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s * f_{yd} * z = 267.431 \text{ KNm/m} > 250.000 \text{ KNm/m} \quad \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

osová vzdálenost prutů $a = 150 \text{ mm} < 2 * h = 1100 \text{ mm} \quad \text{vyhoví}$

$< 250 \text{ mm} \quad \text{vyhoví}$

světla vzdálenost prutů $a_s = 134 \text{ mm} > \phi_{max} = 16 \text{ mm} \quad \text{vyhoví}$

$> d_g + \xi \text{ neuvažují mm}$

$> 25 \text{ mm} \quad \text{vyhoví}$

15.2.3. Úložný práh - soustředěný tlak a štěpné síly

Soustředěný tlak

beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\gamma_c = 1.5$

$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$

soustředěná síla na mezi únosnosti:

plocha kotevní desky ložiska $A_1 = 0.352 \text{ m}^2$

plocha roznosu zatížení $A = 1.4 \text{ m}^2$ (konzervativně max. dle šířky pilířku)

$$F_{Rdu} = A_1 * f_{cd} * \gamma_c (A/A_1) = 11934.0 \text{ kN} \leq 3 * f_{cd} * A_1 = 17952.0 \text{ kN}$$

$$\geq N_{Ed} = 3968.0 \text{ kN} \quad \text{vyhoví}$$

Štěpné síly

ocel B500 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$\gamma_s = 1.15$

$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

$\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$

šířka pilířku $y = a' = 1.11 \text{ m}$

délka kotevní desky ložiska $a_1 = 0.64 \text{ m}$

uvažovaná výška úložného prahu $h_0 = 0.55 \text{ m}$

uvažovaná šířka zatížené plochy $b' = 1.26 \text{ m}$

vodorovná síla $V_{Ed} = 102.0 \text{ kN}$

$$H_{s,1}' = (1/4 * (y - a_1) / h_0) * N' = 847.7 \text{ kN}$$

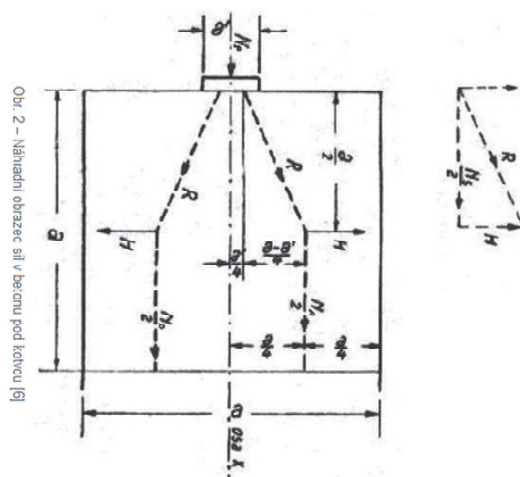
$$A_{s,1} = H_{s,1}' / f_{yd} = 0.00195 \text{ m}^2$$

$$Bs' = 0.5 * (1 - a_1 / a') = 0.212 \leq 0.5$$

$$H_{s,2}' = N' * Bs' = 840.1 \text{ kN}$$

$$A_{s,2} = H_{s,2}' / (b' * f_{yd}) = 0.00153 \text{ m}^2$$

$$A_s' = \max(A_{s,1}', A_{s,2}') = 0.00195 \text{ m}^2$$



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Vodorovné síly

$$A_s' = H' / (b' * f_{yd}) = 0.00019 \text{ m}^2$$

Návrh výztuže

$$b' = 1.260 \text{ m}$$

| | | | | | | | |
|----------|-----------|---------------------------------|------|--------|----------------------------|--------|--|
| pás | 0.5*h | $A_{s,h} = 0.00077 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 9 Φ | 16 á | 150 mm | $A_s = 0.0018 \text{ m}^2$ | vyhoví | |
| pás | 0.5*h | $A_{s,d} = 0.00136 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 9 Φ | 16 á | 150 mm | $A_s = 0.0018 \text{ m}^2$ | vyhoví | |

15.2.4. Základ křídla - podélná (ve směru mostu) výztuž

výška desky ve vetknutí uvažovaná šířka

$$m_{Ed} = 213 \text{ KNm/m} \quad (\text{z výpočetního modelu - horní povrch})$$

$$h = 700 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

materiály:

beton C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

$$|\epsilon_{cu3}| = 0.0035$$

ocel B500

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$$

krytí betonářské výztuže:

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

další výztuž

$$\phi_{rozdel} = 25 \text{ mm}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 617 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$6.667 \text{ profilů} \quad 16 / \text{m}; A_s = 0.00134 \text{ m}^2/\text{m}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0,26 * (f_{ctm} / f_{yk}) * b * d = 0.00093 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 * b * d = 0.00080 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c = 0.02800 \text{ m}^2 > A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} * d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.381 \text{ m}$$

$$x = A_s * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) = 0.043 \text{ m} < x_{lim} = 0.381 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} * d / x) - \epsilon_{cu3} = 46.892 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0,4 * x = 0.600 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s * f_{yd} * z = 349.608 \text{ KNm/m} > 213.000 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

osová vzdálenost prutů

$$a = 150 \text{ mm} < 2 * h = 1400 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | |
|-------------------------|---------|------------------------|--------------|---------------|
| světla vzdálenost prutů | $a_s =$ | 134 mm > ϕ_{\max} | 16 mm | <u>vyhoví</u> |
| | | > $d_g + \epsilon$ | neuvažují mm | |
| | | > | 25 mm | <u>vyhoví</u> |

15.2.5. Základ křídla - příčná (ve směru mostu) výztuž

| | | | | |
|-------------------------|----------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------|
| | $m_{Ed} =$ | 736 KNm/m | (z výpočetního modelu - horní povrch) | |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 700 mm | | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | | |
| beton C30/37 | $f_{ck} =$ | 30 MPa | ocel B500 | $f_{yk} =$ 500 MPa |
| | $\alpha_{cc} =$ | 0.85 | | $\gamma_s =$ 1.15 |
| | $\gamma_c =$ | 1.5 | | $f_{yd} =$ 434.783 MPa |
| | $f_{cd} =$ | 17.000 MPa | | $E =$ 200000 MPa |
| | $f_{ctm} =$ | 2.9 MPa | | $\epsilon_{yd} =$ 2.174 ‰ |
| | $ \epsilon_{cu3} =$ | 0.0035 | | |

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------|----------|
| krytí betonářské výztuže: | $c_{nom} =$ | 50 mm |
| další výztuž | $\phi_{rozděl} =$ | 16 mm |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 =$ | 621.5 mm |

návrh plochy výztuže: **6.667 profilů** **25 /m; $A_s = 0.00327 \text{ m}^2/\text{m}$**

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

| | | | |
|---|------------------------------|----------------------------------|---------------|
| $A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d =$ | 0.00094 $\text{m}^2 < A_s =$ | 0.00327 $\text{m}^2 \rightarrow$ | <u>vyhoví</u> |
| $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d =$ | 0.00081 $\text{m}^2 < A_s =$ | 0.00327 $\text{m}^2 \rightarrow$ | <u>vyhoví</u> |
| $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c =$ | 0.02800 $\text{m}^2 > A_s =$ | 0.00327 $\text{m}^2 \rightarrow$ | <u>vyhoví</u> |

poloha neutrální osy:

| | | | |
|---|-----------------------|---------|---------------|
| $x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$ | 0.383 m | | |
| $x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) =$ | 0.105 m < $x_{lim} =$ | 0.383 m | <u>vyhoví</u> |

využití výztuže:

| | | | |
|--|------------------------------|---------|---------------------|
| $\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d/x) - \epsilon_{cu3} =$ | 17.291 ‰ > $\epsilon_{yd} =$ | 2.174 ‰ | <u>plně využita</u> |
|--|------------------------------|---------|---------------------|

posouzení únosnosti průřezu:

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| $z = d - 0,4 \cdot x =$ | 0.580 m | | |
| $m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z =$ | 824.781 KNm/m > | 736.000 KNm/m | <u>vyhoví</u> |

posouzení vzdálenosti výztuže:

| | | | | |
|-------------------------|---------|------------------------|--------------|---------------|
| osová vzdálenost prutů | $a =$ | 150 mm < $2 \cdot h =$ | 1400 mm | <u>vyhoví</u> |
| | | < | 250 mm | <u>vyhoví</u> |
| světla vzdálenost prutů | $a_s =$ | 125 mm > ϕ_{\max} | 25 mm | <u>vyhoví</u> |
| | | > $d_g + \epsilon$ | neuvažují mm | |
| | | > | 25 mm | <u>vyhoví</u> |

15.2.6. Závěrná zídka - svislá výztuž

| | | | | |
|-------------------------|------------|-----------|------------------------------|--|
| | $m_{Ed} =$ | 250 KNm/m | (z výpočetního modelu - rub) | |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 600 mm | | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

materiály:

beton C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

ocel B500

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\gamma_s = 1.15$

$\gamma_c = 1.5$

$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$

$\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$

$I_{\epsilon_{cu3}} = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

$c_{nom} = 50 \text{ mm}$

další výztuž

$\phi_{roz\ddot{e}l} = 20 \text{ mm}$

účinná výška průřezu:

$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 522 \text{ mm}$

návrh plochy výztuže:

6.667 profilů

16 /m; $A_s = 0.00134 \text{ m}^2/\text{m}$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00079 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00068 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.02400 \text{ m}^2 > A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

poloha neutrální osy:

$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.322 \text{ m}$

$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.043 \text{ m} < x_{lim} = 0.322 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$

využití výztuže:

$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d / x) - \epsilon_{cu3} = 39.133 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$

posouzení únosnosti průřezu:

$z = d - 0,4 \cdot x = 0.505 \text{ m}$

$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 294.240 \text{ KNm/m} > 250.000 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$

posouzení vzdálenosti výztuže:

osová vzdálenost prutů $a = 150 \text{ mm} < 2 \cdot h = 1200 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

světla vzdálenost prutů $a_s = 134 \text{ mm} > \phi_{max} = 16 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$> d_g + t \text{ neuvažují mm}$

$> 25 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

15.2.7. Závěrná zídka - vodorovná výztuž

$$m_{Ed} = 394 \text{ KNm/m} \quad (\text{z výpočetního modelu - rub})$$

$$\text{výška desky ve vetknutí} \quad h = 600 \text{ mm}$$

$$\text{uvažovaná šířka} \quad b = 1 \text{ m}$$

materiály:

beton C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

ocel B500

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\gamma_s = 1.15$

$\gamma_c = 1.5$

$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$

$\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$

$I_{\epsilon_{cu3}} = 0.0035$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------|
| krytí betonářské výztuže: | $c_{nom} =$ | 50 mm |
| další výztuž | $\phi_{rozděl} =$ | 16 mm |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 =$ | 524 mm |

návrh plochy výztuže: **6.667** profilů **20** /m; $A_s = 0.00209 \text{ m}^2/\text{m}$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

| | | | |
|---|------------------------------|----------------------------------|---------------|
| $A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d =$ | 0.00079 $\text{m}^2 < A_s =$ | 0.00209 $\text{m}^2 \rightarrow$ | <u>vyhoví</u> |
| $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d =$ | 0.00068 $\text{m}^2 < A_s =$ | 0.00209 $\text{m}^2 \rightarrow$ | <u>vyhoví</u> |
| $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c =$ | 0.02400 $\text{m}^2 > A_s =$ | 0.00209 $\text{m}^2 \rightarrow$ | <u>vyhoví</u> |

poloha neutrální osy:

| | | |
|---|---------|---|
| $x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$ | 0.323 m | |
| $x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) =$ | 0.067 m | $0.067 \text{ m} < x_{lim} = 0.323 \text{ m}$ <u>vyhoví</u> |

využití výztuže:

| | | | |
|--|----------|-------------------------------------|---------------------|
| $\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d / x) - \epsilon_{cu3} =$ | 23.890 ‰ | $> \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$ | <u>plně využita</u> |
|--|----------|-------------------------------------|---------------------|

posouzení únosnosti průřezu:

| | | |
|---------------------------------------|---------------|---|
| $z = d - 0,4 \cdot x =$ | 0.497 m | |
| $m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z =$ | 452.791 KNm/m | $> 394.000 \text{ KNm/m}$ <u>vyhoví</u> |

posouzení vzdálenosti výztuže:

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------|---------------------------------|---------------|
| osová vzdálenost prutů | $a =$ | 150 mm | $< 2 \cdot h = 1200 \text{ mm}$ | <u>vyhoví</u> |
| | | | $< 250 \text{ mm}$ | <u>vyhoví</u> |
| světla vzdálenost prutů | $a_s =$ | 130 mm | $> \phi_{max} = 20 \text{ mm}$ | <u>vyhoví</u> |
| | | | $> d_g + \epsilon$ neuvažují mm | |
| | | | $> 25 \text{ mm}$ | <u>vyhoví</u> |

15.2.8. Křídlo - svislá výztuž

| | | | |
|-------------------------|------------|-----------|------------------------------|
| | $m_{Ed} =$ | 495 KNm/m | (z výpočetního modelu - rub) |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 600 mm | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | |

materiály:

| | | | | | |
|--------------|--------------------|------------|-----------|-------------------|-------------|
| beton C30/37 | $f_{ck} =$ | 30 MPa | ocel B500 | $f_{yk} =$ | 500 MPa |
| | $\alpha_{cc} =$ | 0.85 | | $\gamma_s =$ | 1.15 |
| | $\gamma_c =$ | 1.5 | | $f_{yd} =$ | 434.783 MPa |
| | $f_{cd} =$ | 17.000 MPa | | $E =$ | 200000 MPa |
| | $f_{ctm} =$ | 2.9 MPa | | $\epsilon_{yd} =$ | 2.174 ‰ |
| | $\epsilon_{cu3} =$ | 0.0035 | | | |

krytí betonářské výztuže:

| | | |
|-----------------------|--------------------------------------|--------|
| | $c_{nom} =$ | 50 mm |
| další výztuž | $\phi_{rozděl} =$ | 25 mm |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 =$ | 514 mm |

návrh plochy výztuže: **6.667** profilů **22** /m; $A_s = 0.00253 \text{ m}^2/\text{m}$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00078 \text{ m}^2 < A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00067 \text{ m}^2 < A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.02400 \text{ m}^2 > A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.317 \text{ m}$$

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.081 \text{ m} < x_{lim} = 0.317 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d/x) - \epsilon_{cu3} = 18.704 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0.482 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 530.660 \text{ KNm/m} > 495.000 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

$$\text{osová vzdálenost prutů} \quad a = 150 \text{ mm} < 2 \cdot h = 1200 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\text{světla vzdálenost prutů} \quad a_s = 128 \text{ mm} > \phi_{max} = 22 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$> d_g + \epsilon \text{ neuvažují mm}$$

$$> 25 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

15.2.9. Křídlo - vodorovná výztuž

$$m_{Ed} = 543 \text{ KNm/m} \quad (\text{z výpočetního modelu - rub})$$

$$\text{výška desky ve vetknutí} \quad h = 600 \text{ mm}$$

$$\text{uvažovaná šířka} \quad b = 1 \text{ m}$$

materiály:

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| beton C30/37 | $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | ocel B500 | $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ |
| | $\alpha_{cc} = 0.85$ | | $\gamma_s = 1.15$ |
| | $\gamma_c = 1.5$ | | $f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$ |
| | $f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$ | | $E = 200000 \text{ MPa}$ |
| | $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ | | $\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$ |
| | $ \epsilon_{cu3} = 0.0035$ | | |

krytí betonářské výztuže:

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

další výztuž

$$\phi_{rozděl} = 22 \text{ mm}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 515.5 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$6.667 \text{ profilů} \quad 25 \text{ /m; } A_s = 0.00327 \text{ m}^2/\text{m}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00078 \text{ m}^2 < A_s = 0.00327 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00067 \text{ m}^2 < A_s = 0.00327 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.02400 \text{ m}^2 > A_s = 0.00327 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.318 \text{ m}$$

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (0.8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.105 \text{ m} < x_{lim} = 0.318 \text{ m} \quad \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d / x) - \epsilon_{cu3} = 13.745 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \quad \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0.4 \cdot x = 0.474 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 673.954 \text{ KNm/m} > 543.000 \text{ KNm/m} \quad \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

| | | | | |
|-------------------------|------------------|---------------------------|------------|--------|
| osová vzdálenost prutů | a = | 150 mm < 2 · h = | 1200 mm | vyhoví |
| | | < | 250 mm | vyhoví |
| světla vzdálenost prutů | a _s = | 125 mm > φ _{max} | 25 mm | vyhoví |
| | | > d _g + 5 | neuváží mm | |
| | | > | 25 mm | vyhoví |

15.2.10 Zemní táhla (kotvy)

Pro omezení deformace křídel jsou navrženy tyčové kotvy.

| | | | |
|--------------------|--------------|---|-------------------------------|
| Deformace křídel | 7.0 mm | ocel BSt500S | f _{yk} = 500 MPa |
| | | | γ _s = 1.15 |
| Průměr táhla | 28 mm | | f _{yd} = 434.783 MPa |
| Počet táhel | 2 ks | | E = 200000 MPa |
| délka táhla | 6.68 m | | ε _{yd} = 2.174 ‰ |
| Osová tuhost táhel | 36871.4 kN/m | | |
| Síla v táhlech | 258.1 kN | | |
| Napětí v táhlech | 209.6 MPa | při realizaci uvažované deformace nedojde k porušení táhel | |

15.2.11 SmykCharakteristické vlastnosti betonu:

beton C 30/37

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

f_{ck} = 30.0 MPa

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

α_{cc} = 0.85

dílní součinitel spolehlivosti betonu:

γ_C = 1.50

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

f_{cd} = α_{cc} · f_{ck} / γ_C = 17.0 MPa

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:

f_{ctm} = 2.9 MPa

Charakteristické vlastnosti smykové výztuže:

ocel B 500B

charakteristická hodnota meze kluzu oceli:

f_{yk} = 500.00 MPa

dílní součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:

γ_S = 1.15

návrhová hodnota meze kluzu oceli:

f_{ywd} = f_{yk} / γ_S = 434.78 MPa

Únosnost prvku bez smykové výztuže:

výška průřezu:

h = viz tab. m

nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:

b_w = 1.000 m

krytí výztuže betonem:

c_{nom} = 0.050 m

průměr podélné tahové výztuže:

d_s = viz tab. m

vzdálenost podélné tahové výztuže:

a_s = viz tab. m

účinná výška průřezu:

d = h - c_{nom} - d_s / 2 = viz tab. m

empirický součinitel:

C_{Rd,c} = 0.18 / γ_C = 0.12

parametr vlivu výšky:

k = 1 + (200 / d)^{0.5} = viz tab. ≤ 2,0

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | |
|--|--|----------------------------|
| průřezová plocha podélné výztuže do vzdál. $\geq (l_{bd}+d)$ za posuzovaný průřez: | $A_{sl} = \text{viz tab.}$ | m^2 |
| stupeň vyztužení podélnou výztuží: | $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = \text{viz tab.}$ | $< 0,02$ |
| | $k_1 =$ | 0.15 |
| normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed} > 0$ pro tlak): | $N_{Ed} = \text{viz tab.}$ | kN |
| normálové napětí od návrhové hodnoty osově síly N_{Ed} : | $\sigma_{cp} = N_{Ed}/(b_w \cdot h) = \text{viz tab.}$ | MPa |
| | $\sigma_{cp} \leq 0,2 \cdot f_{cd} =$ | 3.40 MPa |
| min. smykové napětí, které přenesou prvek v šikmé trhlíně: | $v_{min} = 0,035 \cdot k_1^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = \text{viz } V_{rd,c}$ | MPa |
| minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku: | $V_{rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \text{viz } V_{rd,c}$ | kN |
| návrhová hodnota únosnosti ve smyku: | $V_{rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k_1 \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = \text{viz } V_{rd,c}$ | kN |
| | $V_{rd,c} = \max\{V_{rd,c,min}; V_{rd,c}\} = \text{viz tab.}$ | kN |
| redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem: | $v = 0,6(1 - f_{ck}/250) = \text{viz } V_{rd,max}$ | |
| návrhová únosnost tlakových diagonál: | $V_{rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = \text{viz tab.}$ | kN |
| návrhová hodnota posouvající síly: | Průřez č. základ | 1 $V_{Ed} = 485$ kN |
| | závěrná zeď | 2 $V_{Ed} = 448$ kN |
| | křídlo | 3 $V_{Ed} = 379$ kN |

| Průřez č. | h (m) | d _s (m) | a _s (m) | A _{sl} (m ²) | d (m) | ρ _l (-) | k (-) | N _{Ed} (kN) | σ _{cp} (MPa) | V _{rd,c} (kN) | V _{rd,max} (kN) | |
|-----------|-------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-------|--------------------|-------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----|
| 1 | 0.680 | 0.016 | 0.150 | 1.34E-03 | 0.622 | 0.002 | 1.57 | 0.00 | 0.00 | 233.9 | 2791.5 | NG |
| 2 | 0.600 | 0.016 | 0.150 | 1.34E-03 | 0.542 | 0.002 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 211.8 | 2432.5 | NG |
| 3 | 0.600 | 0.016 | 0.150 | 1.34E-03 | 0.542 | 0.002 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 211.8 | 2432.5 | NG |

Návrh smykové výztuže:

| | | |
|--|---|----------------|
| počet střihů na šířku b_w | $n = \text{viz tab.}$ | ks |
| profil smykové výztuže | $d_{sw} = \text{viz tab.}$ | mm |
| vzdálenost smykové výztuže | $s = \text{viz tab.}$ | mm |
| sklon smykové výztuže: | $\alpha = \text{viz tab.}$ | ° |
| průřezová plocha smykové výztuže: | $A_{sw} = \text{viz tab.}$ | m ² |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c_{nom} - d_{sw} - d_s/2 = \text{viz tab.}$ | m |
| stupeň smykového vyztužení: | $\rho_w = A_{sw}/(b_w \cdot s \cdot \sin \alpha) = \text{viz tab.}$ | |
| min. stupeň smykového vyztužení: | $\rho_{w,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{0,5}/f_{yk} = \text{viz OK/NG} \leq \rho_w$ | |
| max. stupeň smykového vyztužení: | $\rho_{w,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}/[(1 - \cos \alpha) \cdot f_{ywd}] = \text{viz OK/NG} \geq \rho_w$ | |
| max. osová vzdál. třmínků v podélném směru: | $s_{max} = \min(0,75d(1 + \cot \alpha); 0,4) = \text{viz OK/NG} \geq s_{max}$ | |
| redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem: | $v_1 = v = 0,6(1 - f_{ck}/250) = \text{viz tab.}$ | |
| rameno vnitřních sil: | $z = 0,9d = \text{viz } V_{rd,s(max)}$ | m |
| součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlaceném pásu: | $\alpha_{cw} =$ | 1.0 |
| návrhová únosnost šikmých třmínků: | $V_{rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha / s = \text{viz tab.}$ | kN |
| návrhová únosnost tlakových diagonál (pro $\cot \theta = 2,5$): | $V_{rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) = \text{viz tab.}$ | kN |

| Průřez č. | n (ks) | d _{sw} (m) | s (m) | α (°) | A _{sw} (m ²) | d (m) | ρ _w (-) | v ₁ (-) | ρ _{w,ext} s _{max} | V _{rd,s} (kN) | V _{rd,max} (kN) | |
|-----------|--------|---------------------|-------|-------|-----------------------------------|-------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----|
| 1 | 3.3 | 0.010 | 0.30 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.612 | 8.79E-04 | 0.528 | OK | 525.97 | 1704.82 | OK |
| 2 | 3.3 | 0.010 | 0.30 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.532 | 8.79E-04 | 0.528 | OK | 457.21 | 1481.97 | OK |
| 3 | 3.3 | 0.010 | 0.30 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.532 | 8.79E-04 | 0.528 | OK | 457.21 | 1481.97 | OK |

15.3. Opěra O2

15.3.1. Úložný práh - sprážení se stávajícím dřikem opěry

Materiály:

| beton v tlaku | beton v tahu | bet. výztuž |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| f _{ck} = 30 MPa | f _{ctk} = 2 MPa | f _{yk} = 500 MPa |
| α _{cc} = 0.85 | α _{ct} = 1 | γ _s = 1.15 |
| γ _c = 1.5 | f _{ctd} = 1.3 MPa | f _{yd} = 434.8 MPa |
| f _{cd} = 17 MPa | | |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Průřez:

dobu ošetřování betonu
plocha styku

3 dní
Al = 18.1 m²

Napětí ve spáře - podélný směr:

výslednice horizontálních sil ve spáře 3762.02 KN
napětí ve spáře ved,d = 0.21 MPa

Návrh spřahovací výztuže:

profil $\Phi = 16 \text{ mm}$
počet kusů $n = 175 \text{ ks}$
výztuž procházející styčnou plochou $A_s = 0.03519 \text{ m}^2$
 $\rho = A_s / Al = 0.00194$
sklon výztuže $\alpha = 90^\circ (45^\circ \text{ až } 90^\circ)$

Posouzení spřažení:

součinitel drsnosti styčné plochy $c = 0.45$ (drsny povrch)
 $\mu = 0.7$ (drsny povrch)
normálové síly na styč. plochu $F_{y,min} = -2412.4 \text{ KN}$ (-TLAK) (svislá síla od stálých zatížení - konzervativně)
normálové napětí na styč. plochu $\sigma_n = 0.1 \text{ MPa}$ ($+TL \leq 0.6 \cdot f_{cd}$) 10.2 MPa

únosnost ve smyku styč. Plochy

$$v_{rd,i} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = 1.28 \text{ MPa} \quad \leq 0.5 \cdot v \cdot f_c \quad 4.5 \text{ MPa} \quad \text{vyhoví}$$

$$\geq v_{ed,d} = 0.21 \text{ MPa} \quad \text{vyhoví}$$

Únosnost kotvy ve stříhu

$d = 16 \text{ mm}$
 $f_u = 500 \text{ MPa}$
 $\gamma_v = 1.3$

$$F_{v,Rd} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / (4 \cdot \gamma_v) = 61.8652 \text{ kN} > 21.4973 \text{ kN} \quad \text{vyhoví}$$

15.3.2. Úložný práh - oba povrchy

Výztuž je navržena dle konstrukčních zásad, s přihlédnutím k účinku od zatížení z mostu.

$m_{Ed} = 250 \text{ KNm/m}$ (redukce špičky z výpočetního modelu v místě ložiska)
výška desky ve vetknutí $h = 630 \text{ mm}$
uvažovaná šířka $b = 1 \text{ m}$

materiály:

beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ocel B500 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\alpha_{cc} = 0.85$ $\gamma_s = 1.15$
 $\gamma_c = 1.5$ $f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$ $E = 200000 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ $\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$
 $|e_{cu3}| = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

$c_{nom} = 50 \text{ mm}$

další výztuž

$\phi_{rozděl} = 16 \text{ mm}$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi / 2 = 556 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$6.667 \text{ profilů} \quad 16 / \text{m}; A_s = 0.00134 \text{ m}^2 / \text{m}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00084 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b \cdot d = 0.00072 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.02520 \text{ m}^2 > A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} * d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.343 \text{ m}$$

$$x = A_s * f_{yd} / (0.8 * b * f_{cd}) = 0.043 \text{ m} < x_{lim} = 0.343 \text{ m} \quad \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} * d / x) - \epsilon_{cu3} = 41.910 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \quad \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0.4 * x = 0.539 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s * f_{yd} * z = 314.056 \text{ KNm/m} > 250.000 \text{ KNm/m} \quad \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

| | | | | |
|-------------------------|------------------|---------------------------|--------------|--------|
| osová vzdálenost prutů | a = | 150 mm < 2 * h = | 1260 mm | vyhoví |
| | | < | 250 mm | vyhoví |
| světla vzdálenost prutů | a _s = | 134 mm > ϕ _{max} | 16 mm | vyhoví |
| | | > d _g + ξ | neuvažují mm | |
| | | > | 25 mm | vyhoví |

15.3.3. Úložný práh - soustředěný tlak a štěpné síly

Soustředěný tlak

| | | |
|--------------|-------------------|------------|
| beton C30/37 | f _{ck} = | 30 MPa |
| | α _{cc} = | 0.85 |
| | γ _c = | 1.5 |
| | f _{cd} = | 17.000 MPa |

soustředěná síla na mezi únosnosti:

| | | | |
|------------------------------|--|----------------------|---|
| plocha kotevní desky ložiska | A ₁ = | 0.396 m ² | |
| plocha roznosu zatížení | A = | 1.68 m ² | (konzervativně max. dle šířky pilířku) |
| | F _{Rdu} = A ₁ * f _{cd} * γ _c (A/A ₁) = | 13866.0 kN ≤ | 3 * f _{cd} * A ₁ = 20196.0 kN |
| | | ≥ | N _{Ed} = 6790.0 kN |

vyhoví

Štěpné síly

| | | |
|-----------|-------------------|-------------|
| ocel B500 | f _{yk} = | 500 MPa |
| | γ _s = | 1.15 |
| | f _{yd} = | 434.783 MPa |
| | E = | 200000 MPa |
| | ε _{yd} = | 2.174 ‰ |

| | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------|
| šířka pilířku | y = a' = | 1.21 m |
| délka kotevní desky ložiska | a ₁ = | 0.66 m |
| uvažovaná výška úložného prahu | h ₀ = | 1.14 m |
| uvažovaná šířka zatížené plochy | b' = | 1.39 m |
| vodorovná síla | V _{Ed} = | 1835.0 kN |

$$H_{s,1}' = (1/4 * (y - a_1) / h_0) * N' = 819.0 \text{ kN}$$

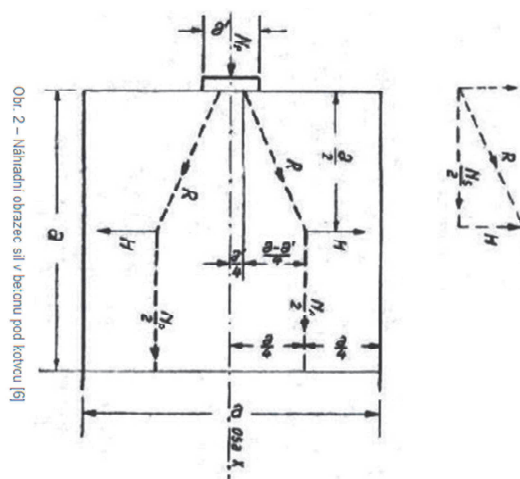
$$A_{s,1}' = H_{s,1}' / f_{yd} = 0.00188 \text{ m}^2$$

$$Bs' = 0.5 * (1 - a_1 / a') = 0.227 \leq 0.5$$

$$H_{s,2}' = N' * Bs' = 1543.2 \text{ kN}$$

$$A_{s,2}' = H_{s,2}' / (b' * f_{yd}) = 0.00255 \text{ m}^2$$

$$A_s' = \max(A_{s,1}', A_{s,2}') = 0.00255 \text{ m}^2$$



SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Vodorovné síly

$$A_s' = H' / (b' * f_{yd}) = 0.00304 \text{ m}^2$$

Návrh výztuže

$$b' = 1.390 \text{ m}$$

| | | | | | | | |
|----------|-----------|---------------------------------|------|--------|----------|-----------------------|--------|
| pás | 0.2*h | $A_{s,h} = 0.00304 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 10 Φ | 20 á | 150 mm | $;A_s =$ | 0.0031 m ² | vyhoví |
| pás | 0.6*h | $A_{s,s} = 0.00153 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 0 řady po | 10 Φ | á | 150 mm | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 10 Φ | 16 á | 150 mm | $;A_s =$ | 0.0020 m ² | vyhoví |
| pás | 0.2*h | $A_{s,d} = 0.00102 \text{ m}^2$ | | | | | |
| Navrhují | 1 řady po | 10 Φ | 16 á | 150 mm | $;A_s =$ | 0.0020 m ² | vyhoví |

15.3.4. Základ křídla - podélná (ve směru mostu) výztuž

výška desky ve vetknutí $m_{Ed} = 348 \text{ KNm/m}$ (z výpočetního modelu - horní povrch)
uvažovaná šířka $h = 700 \text{ mm}$
 $b = 1 \text{ m}$

materiály:

beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ocel B500 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\alpha_{cc} = 0.85$ $\gamma_s = 1.15$
 $\gamma_c = 1.5$ $f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$ $E = 200000 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ $\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$
 $|\epsilon_{cu3}| = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

další výztuž

$$\phi_{rozdel} = 22 \text{ mm}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 620 \text{ mm}$$

návrh plochy výztuže:

$$6.667 \text{ profilů } 16 / \text{m}; A_s = 0.00134 \text{ m}^2/\text{m}$$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$$A_{s,min} = 0,26 * (f_{ctm} / f_{yk}) * b * d = 0.00093 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 * b * d = 0.00081 \text{ m}^2 < A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c = 0.02800 \text{ m}^2 > A_s = 0.00134 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$$

poloha neutrální osy:

$$x_{lim} = \epsilon_{cu3} * d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.382 \text{ m}$$

$$x = A_s * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) = 0.043 \text{ m} < x_{lim} = 0.382 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

využití výztuže:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} * d / x) - \epsilon_{cu3} = 47.137 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$$

posouzení únosnosti průřezu:

$$z = d - 0,4 * x = 0.603 \text{ m}$$

$$m_{rd} = A_s * f_{yd} * z = 351.356 \text{ KNm/m} > 348.000 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$$

posouzení vzdálenosti výztuže:

$$\text{osová vzdálenost prutů } a = 150 \text{ mm} < 2 * h = 1400 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | |
|-------------------------|---------|------------------------|--------------|---------------|
| světla vzdálenost prutů | $a_s =$ | 134 mm > ϕ_{\max} | 16 mm | <u>vyhoví</u> |
| | | > $d_g + \epsilon$ | neuvažují mm | |
| | | > | 25 mm | <u>vyhoví</u> |

15.3.5. Základ křídla - příčná (ve směru mostu) výztuž

| | | | | |
|-------------------------|----------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------|
| | $m_{Ed} =$ | 636 KNm/m | (z výpočetního modelu - horní povrch) | |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 700 mm | | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | | |
| beton C30/37 | $f_{ck} =$ | 30 MPa | ocel B500 | $f_{yk} =$ 500 MPa |
| | $\alpha_{cc} =$ | 0.85 | | $\gamma_s =$ 1.15 |
| | $\gamma_c =$ | 1.5 | | $f_{yd} =$ 434.783 MPa |
| | $f_{cd} =$ | 17.000 MPa | | $E =$ 200000 MPa |
| | $f_{ctm} =$ | 2.9 MPa | | $\epsilon_{yd} =$ 2.174 ‰ |
| | $ \epsilon_{cu3} =$ | 0.0035 | | |

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------|
| krytí betonářské výztuže: | $c_{nom} =$ | 50 mm |
| další výztuž | $\phi_{rozděl} =$ | 16 mm |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 =$ | 623 mm |

návrh plochy výztuže: **6.667 profilů** **22 /m; $A_s =$ 0.00253 m²/m**

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

| | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------|---------------|
| $A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d =$ | 0.00094 m ² < $A_s =$ | 0.00253 m ² → | <u>vyhoví</u> |
| $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d =$ | 0.00081 m ² < $A_s =$ | 0.00253 m ² → | <u>vyhoví</u> |
| $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c =$ | 0.02800 m ² > $A_s =$ | 0.00253 m ² → | <u>vyhoví</u> |

poloha neutrální osy:

| | | | |
|---|-----------------------|---------|---------------|
| $x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$ | 0.384 m | | |
| $x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) =$ | 0.081 m < $x_{lim} =$ | 0.384 m | <u>vyhoví</u> |

využití výztuže:

| | | | |
|--|------------------------------|---------|---------------------|
| $\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d/x) - \epsilon_{cu3} =$ | 23.413 ‰ > $\epsilon_{yd} =$ | 2.174 ‰ | <u>plně využita</u> |
|--|------------------------------|---------|---------------------|

posouzení únosnosti průřezu:

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| $z = d - 0,4 \cdot x =$ | 0.591 m | | |
| $m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z =$ | 650.766 KNm/m > | 636.000 KNm/m | <u>vyhoví</u> |

posouzení vzdálenosti výztuže:

| | | | | |
|-------------------------|---------|------------------------|--------------|---------------|
| osová vzdálenost prutů | $a =$ | 150 mm < $2 \cdot h =$ | 1400 mm | <u>vyhoví</u> |
| | | < | 250 mm | <u>vyhoví</u> |
| světla vzdálenost prutů | $a_s =$ | 128 mm > ϕ_{\max} | 22 mm | <u>vyhoví</u> |
| | | > $d_g + \epsilon$ | neuvažují mm | |
| | | > | 25 mm | <u>vyhoví</u> |

15.3.6. Křídlo - svislá výztuž

| | | | | |
|-------------------------|------------|-----------|------------------------------|--|
| | $m_{Ed} =$ | 495 KNm/m | (z výpočetního modelu - rub) | |
| výška desky ve vetknutí | $h =$ | 600 mm | | |
| uvažovaná šířka | $b =$ | 1 m | | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

materiály:

beton C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

ocel B500

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\gamma_s = 1.15$

$\gamma_c = 1.5$

$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 17.000 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$

$\epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰}$

$|\epsilon_{cu3}| = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

$c_{nom} = 50 \text{ mm}$

další výztuž

$\phi_{rozdel} = 25 \text{ mm}$

účinná výška průřezu:

$d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 514 \text{ mm}$

návrh plochy výztuže:

6.667 profilů

$22 \text{ /m}; A_s = 0.00253 \text{ m}^2/\text{m}$

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00078 \text{ m}^2 < A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00067 \text{ m}^2 < A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.02400 \text{ m}^2 > A_s = 0.00253 \text{ m}^2 \rightarrow \text{vyhoví}$

poloha neutrální osy:

$x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.317 \text{ m}$

$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.081 \text{ m} < x_{lim} = 0.317 \text{ m} \rightarrow \text{vyhoví}$

využití výztuže:

$\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d / x) - \epsilon_{cu3} = 18.704 \text{ ‰} > \epsilon_{yd} = 2.174 \text{ ‰} \rightarrow \text{plně využita}$

posouzení únosnosti průřezu:

$z = d - 0,4 \cdot x = 0.482 \text{ m}$

$m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 530.660 \text{ KNm/m} > 495.000 \text{ KNm/m} \rightarrow \text{vyhoví}$

posouzení vzdálenosti výztuže:

$\text{osová vzdálenost prutů} \quad a = 150 \text{ mm} < 2 \cdot h = 1200 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$< 250 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$\text{světla vzdálenost prutů} \quad a_s = 128 \text{ mm} > \phi_{max} = 22 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

$> d_g + \epsilon \text{ neuvažují mm}$

$> 25 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$

15.3.7. Křídlo - vodorovná výztuž

| | | |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | $m_{Ed} = 543 \text{ KNm/m}$ | (z výpočetního modelu - rub) |
| výška desky ve vetknutí | $h = 600 \text{ mm}$ | |
| uvažovaná šířka | $b = 1 \text{ m}$ | |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

materiály:

beton C30/37

 $f_{ck} = 30$ MPa

ocel B500

 $f_{yk} = 500$ MPa $\alpha_{cc} = 0.85$ $\gamma_s = 1.15$ $\gamma_c = 1.5$ $f_{yd} = 434.783$ MPa $f_{cd} = 17.000$ MPa $E = 200000$ MPa $f_{ctm} = 2.9$ MPa $\epsilon_{yd} = 2.174$ ‰ $|\epsilon_{cu3}| = 0.0035$

krytí betonářské výztuže:

 $c_{nom} = 50$ mm

další výztuž

 $\phi_{rozdel} = 22$ mm

účinná výška průřezu:

 $d = h - c - \phi_{spon} - \phi/2 = 515.5$ mm

návrh plochy výztuže:

6.667 profilů**25** /m; $A_s = 0.00327$ m²/m

Posouzení výztuže

stupeň vyztužení:

 $A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0.00078$ m² < $A_s = 0.00327$ m² → vyhoví $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0.00067$ m² < $A_s = 0.00327$ m² → vyhoví $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0.02400$ m² > $A_s = 0.00327$ m² → vyhoví

poloha neutrální osy:

 $x_{lim} = \epsilon_{cu3} \cdot d / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.318$ m $x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0.105$ m < $x_{lim} = 0.318$ m vyhoví

využití výztuže:

 $\epsilon_s = (\epsilon_{cu3} \cdot d/x) - \epsilon_{cu3} = 13.745$ ‰ > $\epsilon_{yd} = 2.174$ ‰ plně využita

posouzení únosnosti průřezu:

 $z = d - 0,4 \cdot x = 0.474$ m $m_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 673.954$ KNm/m > **543.000** KNm/m vyhoví

posouzení vzdálenosti výztuže:

osová vzdálenost prutů $a = 150$ mm < $2 \cdot h = 1200$ mm vyhoví< 250 mm vyhovísvětla vzdálenost prutů $a_s = 125$ mm > $\phi_{max} = 25$ mm vyhoví> $d_g + \epsilon$ neuvažují mm> 25 mm vyhoví

15.3.8. Zemní táhla (kotvy)

Pro omezení deformace křídel jsou navrženy tyčové kotvy.

Deformace křídel

5.6 mm

ocel BSt500S

 $f_{yk} = 500$ MPa $\gamma_s = 1.15$

Průměr táhla

28 mm

 $f_{yd} = 434.783$ MPa

Počet táhel

2 ks

 $E = 200000$ MPa

délka táhla

6.68 m

 $\epsilon_{yd} = 2.174$ ‰

Osová tuhost táhel

36871.4 kN/m

Síla v táhlech

206.48 kN

Napětí v táhlech

167.7 MPa

při realizaci uvažované deformace nedojde k porušení táhel

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

15.3.9. Smyk

Charakteristické vlastnosti betonu:

beton C 30/37

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

$\alpha_{cc} = 0.85$

dílní součinitel spolehlivosti betonu:

$\gamma_c = 1.50$

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 17.0 \text{ MPa}$

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$

Charakteristické vlastnosti smykové výztuže:

ocel B 500B

charakteristická hodnota meze kluzu oceli:

$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

dílní součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:

$\gamma_s = 1.15$

návrhová hodnota meze kluzu oceli:

$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.78 \text{ MPa}$

Únosnost prvku bez smykové výztuže:

výška průřezu:

$h = \text{viz tab. m}$

nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:

$b_w = 1.000 \text{ m}$

krytí výztuže betonem:

$c_{nom} = 0.050 \text{ m}$

průměr podélné tahové výztuže:

$d_s = \text{viz tab. m}$

vzdálenost podélné tahové výztuže:

$a_s = \text{viz tab. m}$

účinná výška průřezu:

$d = h - c_{nom} - d_s / 2 = \text{viz tab. m}$

empirický součinitel:

$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$

parametr vlivu výšky:

$k = 1 + (200/d)^{0.5} = \text{viz tab.} \leq 2.0$

průřezová plocha podélné výztuže do vzdál. $\geq (l_{bd} + d)$ za posuzovaný průřez:

$A_{sl} = \text{viz tab. m}^2$

stupeň vyztužení podélnou výztuží:

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) = \text{viz tab.} < 0.02$

$k_1 = 0.15$

normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed} > 0$ pro tlak):

$N_{Ed} = \text{viz tab. kN}$

normálové napětí od návrhové hodnoty osově síly N_{Ed} :

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / (b_w \cdot h) = \text{viz tab. MPa}$

$\sigma_{cp} \leq 0.2 \cdot f_{cd} = 3.40 \text{ MPa}$

min. smykové napětí, které přenesou prvek v šikmé trhlině:

$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = \text{viz } V_{rd,c} \text{ MPa}$

minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$V_{rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \text{viz } V_{rd,c} \text{ kN}$

návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = \text{viz } V_{rd,c} \text{ kN}$

$V_{Rd,c} = \max\{V_{rd,c,min}, V_{Rd,c}\} = \text{viz tab. kN}$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem:

$v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = \text{viz } V_{rd,max}$

návrhová únosnost tlakových diagonál:

$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = \text{viz tab. kN}$

návrhová hodnota posouvající síly:

Průřez č.

základ - za rubem křídla

1a

$V_{Ed} = 556 \text{ kN}$

základ - ostatní

1b

$V_{Ed} = 398 \text{ kN}$

křídlo

2

$V_{Ed} = 415 \text{ kN}$

| Průřez č. | h (m) | d _s (m) | a _s (m) | A _{sl} (m ²) | d (m) | ρ _l (-) | k (-) | N _{Ed} (kN) | σ _{cp} (MPa) | V _{Rd,c} (kN) | V _{Rd,max} (kN) | |
|-----------|-------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-------|--------------------|-------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----|
| 1a | 0.680 | 0.016 | 0.150 | 1.34E-03 | 0.622 | 0.002 | 1.57 | 0.00 | 0.00 | 233.9 | 2791.5 | NG |
| 1b | 0.680 | 0.016 | 0.150 | 1.34E-03 | 0.622 | 0.002 | 1.57 | 0.00 | 0.00 | 233.9 | 2791.5 | NG |
| 3 | 0.600 | 0.016 | 0.150 | 1.34E-03 | 0.542 | 0.002 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 211.8 | 2432.5 | NG |

Návrh smykové výztuže:počet stříhů na šířku b_w

$n = \text{viz tab. ks}$

profil smykové výztuže

$d_{sw} = \text{viz tab. mm}$

vzdálenost smykové výztuže

$s = \text{viz tab. mm}$

sklon smykové výztuže:

$\alpha = \text{viz tab. } ^\circ$

průřezová plocha smykové výztuže:

$A_{sw} = \text{viz tab. m}^2$

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

účinná výška průřezu:

$$d = h - c_{nom} - d_{sw} - d_s / 2 = \text{viz tab.} \quad m$$

stupeň smykového vyztužení:

$$\rho_w = A_{sw} / (b_w \cdot s \cdot \sin \alpha) = \text{viz tab.}$$

min. stupeň smykového vyztužení:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{0,5} / f_{yk} = \text{viz OK/NG} \leq \rho_w$$

max. stupeň smykového vyztužení:

$$\rho_{w,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} / [(1 - \cos \alpha) \cdot f_{ywd}] = \text{viz OK/NG} \geq \rho_w$$

max. osová vzdál. třmínků v podélném směru:

$$s_{max} = \min(0,75d(1 + \cot \alpha); 0,4) = \text{viz OK/NG} \geq s_{max}$$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem:

$$v_1 = v = 0,6(1 - f_{ck}/250) = \text{viz tab.}$$

rameno vnitřních sil:

$$z = 0,9d = \text{viz } V_{rd,s(max)} \quad m$$

součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlačném pásu:

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

návrhová únosnost šikmých třmínků:

$$V_{rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha / s = \text{viz tab.} \quad kN$$

návrhová únosnost tlakových diagonál (pro $\cot \theta = 2,5$): $V_{rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) = \text{viz tab.} \quad kN$

| Průřez č. | n (ks) | d_{sw} (m) | s (m) | α (°) | A_{sw} (m ²) | d (m) | ρ_w (-) | v_1 (-) | $\rho_{w,ext} \quad s_{max}$ | $V_{rd,s}$ (kN) | $V_{rd,max}$ (kN) | |
|-----------|--------|--------------|-------|--------------|----------------------------|-------|--------------|-----------|------------------------------|-----------------|-------------------|----|
| 1 | 3.3 | 0.010 | 0.15 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.612 | 1.75E-03 | 0.528 | OK | 1044.92 | 1704.82 | OK |
| 2 | 3.3 | 0.010 | 0.30 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.612 | 8.79E-04 | 0.528 | OK | 525.97 | 1704.82 | OK |
| 3 | 3.3 | 0.010 | 0.30 | 90.0 | 2.62E-04 | 0.532 | 8.79E-04 | 0.528 | OK | 457.21 | 1481.97 | OK |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

16. Posouzení založení spodní stavby

Podle staré normy jsou brzdné síly výrazně nižší, než dle Eurokódu:

| | |
|--|----------|
| Brzdná síla dle staré normy pro delší pole (na jedno ložisko) | 285.6 kN |
| Brzdná síla dle staré normy pro kratší pole (na jedno ložisko) | 145.6 kN |

S ohledem na výrazný rozdíl hodnoty brzdných sil dle staré a nové normy, a vyklonění opěry O2, je navrženo statické zajištění opěry O2 a posouzeno založení mostu.

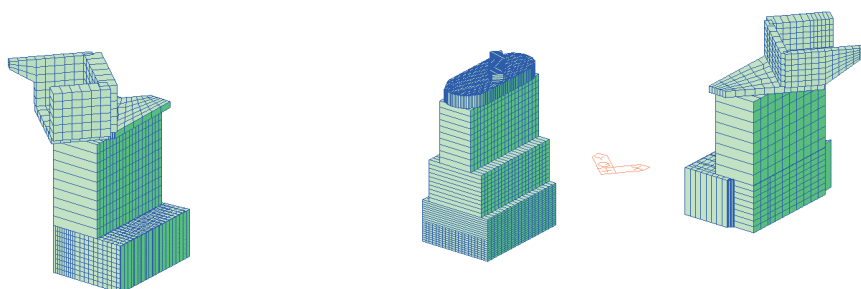
16.1. Statické zajištění opěry O2

Pro statické zajištění se uvažují dvě varianty:

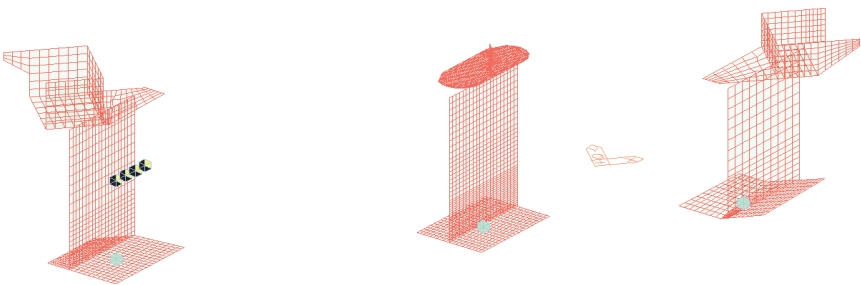
- pouze pomocí zemních kotev
- pomocí zemních kotev a tryskové injektáže

Použitý výpočetní model

Zobrazení hmot



Deskostěnový prostorový model



POZN: Reakce v základové spáře byly použity pro posouzení založení v programu GEO5.

16.1.1. Varianta 1 - pouze pomocí zemních kotev

Pro vyhovující posudek založení v programu GEO 5 je do výpočetního modelu vnesena tuhost zemních kotev.

| | |
|---------------------------------|----------------|
| Uvažovaná tuhost zemních kotev | 4 000 000 kN/m |
| Zjištěná maximální síla v kotvě | 1 080 kN |

Posouzení kořene kotvy:

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| zemina v místě kořene | štěrkopísky |
| uvažovaný konečný inj.tlak | p = 4 MPa |
| počet injektáží | ni = 2 pod HPV |
| průměr kořene kotvy | d = 0.3 m (max 0.4 m) |
| únosnost na plášti kořene | τ = 230 kPa |
| délka kořene | l = 10 m |
| součinitel bezpečnosti | k = 1.6 |
| únosnost kořene kotvy | Fm = 1354.8 kN |
| navržené předpětí | P = 200 kN |
| únosnost kořene bez předpětí | Fm = 1154.8 kN |
| PŘEPOČET PRO ÚHEL KOTVY | Fm,α = 1085.2 kN |
| | ≥ 1080 kN |
| | vyhoví |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Posouzení táhla kotvy:

| | | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------------|------------------|----------------------|
| počet lan v kotvě | n = | 10 ks | | |
| průměr lana | d = | 15.5 mm | | |
| plocha lana | Ad = | 141.5 mm ² | | |
| plocha lana | At = | 1415 mm ² | | |
| pevnost lana | ft = | 1800 MPa | | |
| | ft.02 = | 1532 MPa | | |
| únosnost lana | RI = | 140 MPa | | |
| zkušební síla | Pp = | 2037.6 kN | | |
| předtížení | Pa = | 203.76 kN | | |
| únosnost táhla kotvy | R = | 1400 kN | | |
| navržené předpětí | P = | 200 kN | | |
| únosnost kořene bez předpětí | Rm = | 1200 kN | | |
| PŘEPOČET PRO ÚHEL KOTVY | Rm,α = | 1127.6 kN | ≥ 1080 kN | <u>vyhoví</u> |

Varianta 1 se s ohledem na velké síly k kotvách neuvažuje, a to i s ohledem na vyklonění stávajících opěry, kdy je vhodné současně provést i zlepšení základové spáry.

16.1.2. Varianta 2 - pomocí zemních kotev a tryskové injektáže

Pro vyhovující posudek založení v programu GEO 5 je do výpočetního modelu vnesena tuhost zemních kotev.

Posudek v základové spáře sloupů TI se považuje za vyhovující při napětí 1.5 MPa, tj. jako pro horniny třídy R5/R6.

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Uvažovaná tuhost zemních kotev | 1 000 000 kN/m |
| Zjištěná maximální síla v kotvě | 430 kN |

Posouzení kořene kotvy:

| | | | | |
|--------------------------------|---------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| zemina v místě kořene | šterkopísky | | | |
| uvažovaný konečný inj.tlak | p = | 4 MPa | | |
| počet injektáží | ni = | 2 pod HPV | | |
| průměr kořene kotvy | d = | 0.2 m (max 0.4 m) | | |
| únosnost na plášti kořene | τ = | 230 kPa | | |
| délka kořene | l = | 7 m | | |
| součinitel bezpečnosti | k = | 1.6 | | |
| únosnost kořene kotvy | Fm = | 632.2 kN | | |
| navržené předpětí | P = | 90 kN | | |
| únosnost kořene bez předpětí | Fm = | 542.2 kN | | |
| PŘEPOČET PRO ÚHEL KOTVY | Fm,α = | 509.5 kN | ≥ 430 kN | <u>vyhoví</u> |

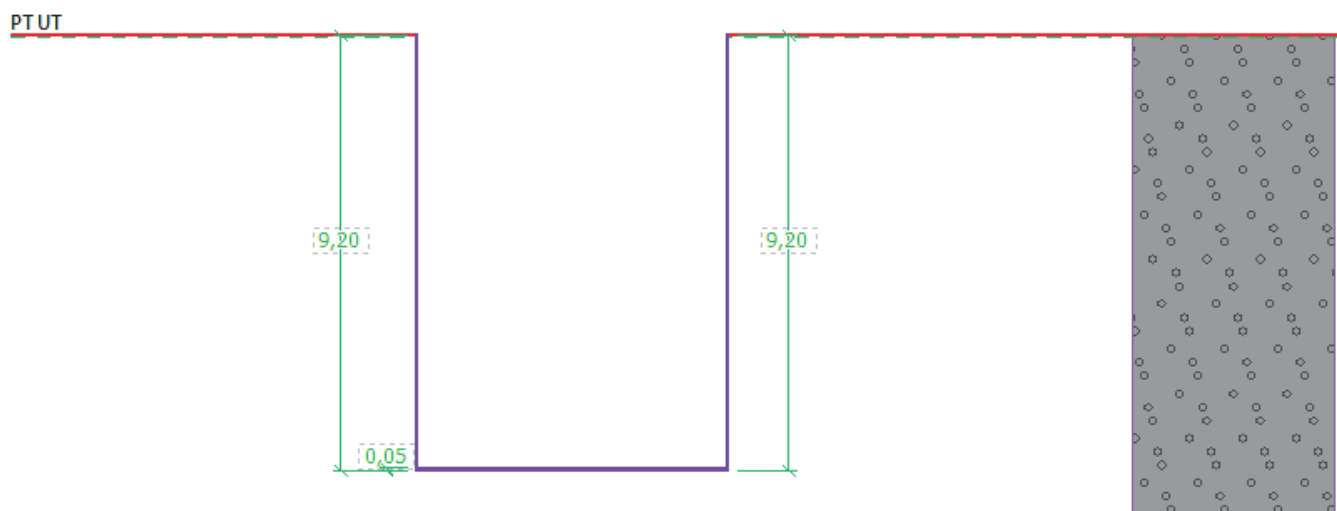
Posouzení táhla kotvy:

| | | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| počet lan v kotvě | n = | 4 ks | | |
| průměr lana | d = | 15.5 mm | | |
| plocha lana | Ad = | 141.5 mm ² | | |
| plocha lana | At = | 566 mm ² | | |
| pevnost lana | ft = | 1800 MPa | | |
| | ft.02 = | 1532 MPa | | |
| únosnost lana | RI = | 140 MPa | | |
| zkušební síla | Pp = | 815.04 kN | | |
| předtížení | Pa = | 81.504 kN | | |
| únosnost táhla kotvy | R = | 560 kN | | |
| navržené předpětí | P = | 90 kN | | |
| únosnost kořene bez předpětí | Rm = | 470 kN | | |
| PŘEPOČET PRO ÚHEL KOTVY | Rm,α = | 441.7 kN | ≥ 430 kN | <u>vyhoví</u> |

Pro posouzení založení se uvažuje Varianta 2, kombinace zemních kotev a zvýšení únosnosti základové spáry pomocí sloupů tryskové injektáže.

16.2. Posouzení založení pilíře P1

Posouzení plošného základu



Vstupní data

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

| Součinitele redukce zatížení (F) | | | |
|----------------------------------|---------|------------|----------|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| | | Nepříznivé | Příznivé |
| Stálé zatížení : | $Y_G =$ | 1,35 [-] | 1,00 [-] |

| Součinitele redukce odporu (R) | | | |
|--|-------------|----------|--|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel redukce svislé únosnosti : | $Y_{Rvs} =$ | 1,40 [-] | |
| Součinitel redukce vodorovné únosnosti : | $Y_{Rhs} =$ | 1,10 [-] | |

Základní parametry zemín

| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{su} [kN/m ³] | δ [°] |
|-------|--------------------------|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | Třída G3, středně ulehlá |  | 28,00 | 4,00 | 19,00 | 9,50 | |

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$

Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20,00 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 9,20 \text{ m}$

Hloubka základové spáry $d = 9,20 \text{ m}$

Tloušťka základu $t = 0,05 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 6,60 \text{ m}$

Šířka patky $y = 9,00 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 6,60 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 9,00 \text{ m}$

Objem patky = $2,97 \text{ m}^3$

Objem výkopu = $546,48 \text{ m}^3$

Objem zásypu = $0,00 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 0,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 8/10

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 8,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 25000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Mocnost vrstvy t [m] | Hloubka z [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|-------------------------|------------------|--------------------------|---|
| 1 | - | 0,00 .. ∞ | Třída G3, středně ulehlá |  |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] |
|-------|----------|-------|--------------------------------|----------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | Ano | | P1_brzdne_sily_dle_stare_normy | Návrhové | 43745,0 0 | 12078,0 0 | 16004,0 0 | 3324,0 0 | 1896,0 0 |
| 2 | Ano | | P1_brzdne_sily_dle_nove_normy | Návrhové | 43745,0 0 | 16769,0 0 | 34093,0 0 | 3559,0 0 | 2999,0 0 |

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

| Název | VI. tíha příznivě | e _x [m] | e _y [m] | σ [kPa] | R _d [kPa] | Využití [%] | Vyhovuje |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------|----------------|----------|
| P1_brzdne_sily_dle_nove_normy | Ano | 0,78 | -0,39 | 1056,51 | 2383,77 | 44,32 | Ano |
| P1_brzdne_sily_dle_nove_normy | Ne | 0,78 | -0,39 | 1056,51 | 2383,77 | 44,32 | Ano |

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 2. (P1_brzdne_sily_dle_nove_normy)

Spočtená vlastní tíha patky G = 0,00 kN

Spočtená tíha nadloží Z = 0,00 kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 9,78 \text{ m}$

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 28,61 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 2383,77 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 1056,51 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,119 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,043 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,126 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 30,52 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 21323,43 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 4654,08 \text{ kN}$

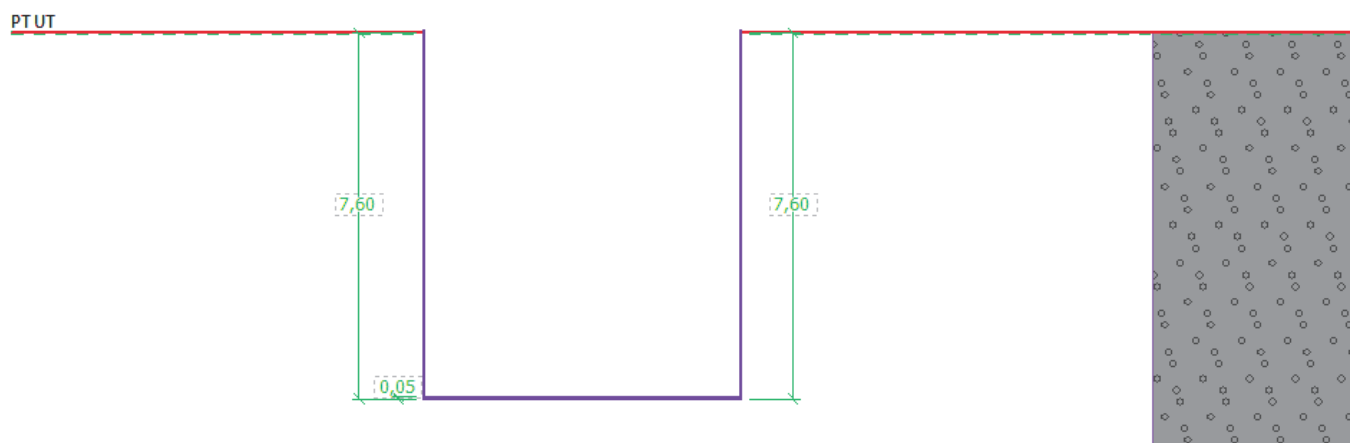
Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

16.3. Posouzení založení opěry O1

Posouzení plošného základu



Vstupní data

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma_{Or}

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

| Součinitele redukce zatížení (F) | | | |
|----------------------------------|------------------|------------|----------|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| | | Nepříznivé | Příznivé |
| Stálé zatížení : | Y _G = | 1,35 [-] | 1,00 [-] |

| Součinitele redukce odporu (R) | | | |
|--|--------------------|----------|--|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel redukce svislé únosnosti : | Y _{Rvs} = | 1,40 [-] | |
| Součinitel redukce vodorovné únosnosti : | Y _{Rhs} = | 1,10 [-] | |

Základní parametry zemín

| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{su} [kN/m ³] | δ [°] |
|-------|--------------------------|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | Třída G3, středně ulehlá |  | 28,00 | 4,00 | 19,00 | 9,50 | |

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$

Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20,00 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 7,60 \text{ m}$

Hloubka základové spáry $d = 7,60 \text{ m}$

Tloušťka základu $t = 0,05 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 6,60 \text{ m}$

Šířka patky $y = 9,00 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 6,60 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 9,00 \text{ m}$

Objem patky = $2,97 \text{ m}^3$

Objem výkopu = $451,44 \text{ m}^3$

Objem zásypu = $0,00 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 0,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 8/10

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 8,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 25000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Mocnost vrstvy t [m] | Hloubka z [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|-------------------------|------------------|--------------------------|---|
| 1 | - | 0,00 .. ∞ | Třída G3, středně ulehlá |  |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] |
|-------|----------|-------|--------------------------------|----------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | Ano | | O1_brzdne_sily_dle_stare_normy | Návrhové | 32753,00 | 48278,00 | 31832,00 | 11585,00 | 1271,00 |
| 2 | Ano | | O1_brzdne_sily_dle_nove_normy | Návrhové | 32753,00 | 48278,00 | 31832,00 | 11585,00 | 1402,00 |

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

| Název | VI. tíha příznivě | e _x [m] | e _y [m] | σ [kPa] | R _d [kPa] | Využití [%] | Vyhovuje |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------|----------------|----------|
| O1_brzdne_sily_dle_stare_normy | Ano | 0,99 | -1,48 | 1171,95 | 1205,07 | 97,25 | Ano |
| O1_brzdne_sily_dle_stare_normy | Ne | 0,99 | -1,48 | 1171,95 | 1205,07 | 97,25 | Ano |
| O1_brzdne_sily_dle_nove_normy | Ano | 0,99 | -1,48 | 1172,02 | 1203,86 | 97,36 | Ano |
| O1_brzdne_sily_dle_nove_normy | Ne | 0,99 | -1,48 | 1172,02 | 1203,86 | 97,36 | Ano |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky G = 0,00 kN

Spočtená tíha nadloží Z = 0,00 kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (O1_brdne_sily_dle_nove_normy)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 9,78 \text{ m}$ Dosah smykové plochy $l_{sp} = 28,61 \text{ m}$ Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 1203,86 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 1172,02 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost VYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,150 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,164 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,222 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (O1_brdne_sily_dle_nove_normy)

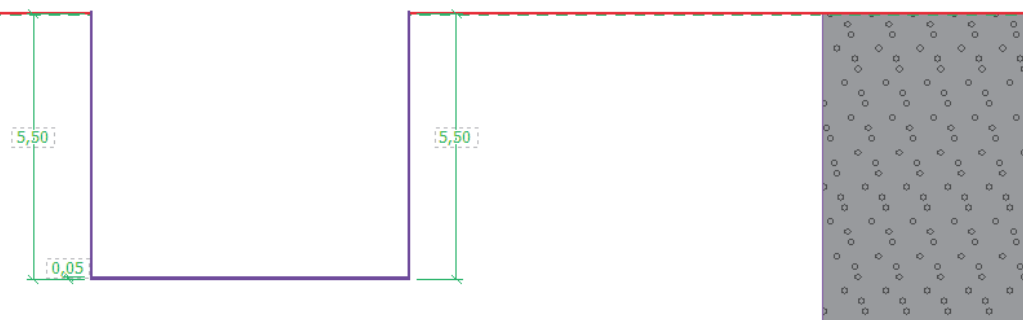
Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 25,20 \text{ kN}$ Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 15956,42 \text{ kN}$ Extrémní horizontální síla $H = 11669,53 \text{ kN}$ **Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu VYHOVUJE****Posouzení čís. 1**

16.4. Posouzení založení opěry O2

Posouzení plošného základu

PT UT



Vstupní data

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333


Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

| Součinitele redukce zatížení (F) | | | |
|----------------------------------|------------------|------------|----------|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| | | Nepříznivé | Příznivé |
| Stálé zatížení : | Y _G = | 1,35 [-] | 1,00 [-] |

| Součinitele redukce odporu (R) | | | |
|--|--------------------|----------|--|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel redukce svislé únosnosti : | Y _{Rvs} = | 1,40 [-] | |
| Součinitel redukce vodorovné únosnosti : | Y _{Rhs} = | 1,10 [-] | |

Základní parametry zemin

| Číslo | Název | Vzorek | Φ _{ef} [°] | c _{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ _{su} [kN/m ³] | δ [°] |
|-------|--------------------------|---|------------------------|--------------------------|---------------------------|---|----------|
| 1 | Třída G3, středně ulehlá |  | 28,00 | 4,00 | 19,00 | 9,50 | |

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Statický výpočet

Valbek spol. s r.o. ■ Praha ■ leden 2022

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

Parametry zemin

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$ Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$ Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$ Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20,00 \text{ MPa}$ Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$ Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 5,50 \text{ m}$ Hloubka základové spáry $d = 5,50 \text{ m}$ Tloušťka základu $t = 0,05 \text{ m}$ Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$ Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 6,60 \text{ m}$ Šířka patky $y = 9,00 \text{ m}$ Šířka sloupu ve směru x $c_x = 6,60 \text{ m}$ Šířka sloupu ve směru y $c_y = 9,00 \text{ m}$ Objem patky = $2,97 \text{ m}^3$ Objem výkopu = $326,70 \text{ m}^3$ Objem zásypu = $0,00 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 0,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 8/10

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 8,00 \text{ MPa}$ Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,20 \text{ MPa}$ Modul pružnosti $E_{cm} = 25000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Mocnost vrstvy $t \text{ [m]}$ | Hloubka $z \text{ [m]}$ | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| 1 | - | 0,00 .. ∞ | Třída G3, středně ulehlá |  |

Statický výpočet

Valbek spol. s r.o. ■ Praha ■ leden 2022

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] |
|-------|----------|-------|-------------------------------|----------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | Ano | | O2_brdne_sily_dle_stare_normy | Návrhové | 41224,00 | 53103,00 | -9104,00 | 13685,00 | 1580,00 |
| 2 | Ano | | O2_brdne_sily_dle_nove_normy | Návrhové | 41224,00 | 83916,00 | 39713,00 | 15712,00 | 3808,00 |
| 3 | Ano | | Pouze kotvy - unosnost zeminy | Návrhové | 41224,00 | 50931,00 | 21379,00 | 11738,00 | 1599,00 |
| 4 | Ano | | Kotvy a TI - unosnost 1,5 MPa | Návrhové | 41224,00 | 70543,00 | 32609,00 | 14101,00 | 2952,00 |

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

| Název | VI. tíha příznivě | e _x [m] | e _y [m] | σ [kPa] | R _d [kPa] | Využití [%] | Vyhovuje |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------|----------------|----------|
| Kotvy a TI - unosnost 1,5 MPa | Ano | 0,81 | -1,71 | 1484,93 | 987,77 | 150,33 | Ne |
| Kotvy a TI - unosnost 1,5 MPa | Ne | 0,81 | -1,71 | 1484,93 | 987,77 | 150,33 | Ne |

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 4. (Kotvy a TI - unosnost 1,5 MPa)

Spočtená vlastní tíha patky G = 0,00 kN

Spočtená tíha nadloží Z = 0,00 kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 9,78 \text{ m}$ Dosah smykové plochy $l_{sp} = 28,61 \text{ m}$ Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 987,77 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 1484,93 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost NEVYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,122 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,191 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,226 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 18,21 \text{ kN}$ Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 20044,04 \text{ kN}$ Extrémní horizontální síla $H = 14406,68 \text{ kN}$ **Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu NEVYHOVUJE****Posouzení čís. 1****Posouzení plošného základu**

S ohledem na nevyhovující únosnost zeminy v základové spáře je v kombinaci se zemními kotvami navržena trysková injektáž, pro zlepšení základových poměrů (zvýšení únosnosti). Pevnosti vytvořených prvků TI se dle druhu zeminy pohybují od 0,5 do 15 (20) MPa. Pro TI zhotovenou ve zvodnělých štěrcích se předpokládá únosnost sloupů TI > 5 MPa, pro výpočet se však uvažuje konzervativně 1,5 MPa, odpovídající pevnosti hornic třídy R5/R6 a zeminy v podzákladí v hloubce paty sloupů tryskové injektáže.

Únosnost zlepšené zákl. půdy $R_d = 1500,00 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 1484,93 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost zlepšené základové spáry VYHOVUJE**

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

17. Zatížitelnost

Most je navržen pro zatížení železniční dopravou dle ČSN EN 1991-2, pro modely zatížení LM 71 (klasifikační součinitel $\alpha = 1,21$) a SW/2.

17.1. Mezní stav únosnosti

Posouzení pro vnitřní síly a napětí:

$$Z_{LM71} = (R_d - \sum E_{rs,ED}) / E_{LM71,Ed}$$

| | |
|------------------|---|
| R_d | návrhová hodnota únosnosti průřezu nebo prvku mostního objektu |
| $E_{LM71,ED}$ | návrhová hodnota účinků svislého proměnného zatížení LM1 včetně dynamických vlivů |
| $\sum E_{rs,ED}$ | návrhové hodnoty účinků ostatních zatížení, které působí současně s LM71 |

17.1.1. Nosná konstrukce v delším poli

| | Poř. č. | R_d | $E_{LM71,ED}$ | $\sum E_{rs,ED}$ | Poznámka | Z_{LM71} |
|---------------------------------|---------|----------|---------------|------------------|--|------------|
| Hlavní nosník - sprážený průřez | 1 | -16.4 | -4.4 | -8.1 | Betonová deska: max. tlakové napětí | 1.904 |
| | 2 | 355.0 | 55.4 | 282.5 | Ocelový nosník: max. napětí horní pásnice | 1.307 |
| | 3 | 335.0 | 65.5 | 199.8 | Ocelový nosník: max. napětí dorní pásnice | 2.066 |
| | 4 | 8154.6 | 1309.2 | 3692.9 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk | 3.408 |
| | 5 | 8046.7 | 1309.2 | 3692.9 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk + ohyb | 3.326 |
| | 6 | 0.0081 | 0.0002 | 0.0006 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: dodatečný průhyb | 38.176 |
| | 7 | 322.7 | 70.6 | 202.8 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: napětí | 1.698 |
| | 8 | 6875.7 | 1135.6 | 2960.9 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: smyk | 3.447 |
| | 9 | 6771.9 | 1135.6 | 2960.9 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: smyk + ohyb | 3.356 |
| | 10 | 0.0081 | 0.0002 | 0.0006 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: dodatečný průhyb | 33.254 |
| | 11 | 322.7 | 71.8 | 194.8 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: napětí | 1.781 |
| | 12 | 6859.5 | 924.1 | 2288.0 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: smyk | 4.947 |
| | 13 | 6771.9 | 924.1 | 2288.0 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: smyk + ohyb | 4.852 |
| | 14 | 0.0081 | 0.0002 | 0.0006 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: dodatečný průhyb | 33.565 |
| | 15 | 322.7 | 78.7 | 201.8 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: napětí | 1.536 |
| | 16 | 0.0033 | 0.0008 | 0.0015 | Betonová deska - příčný směr: nutná plocha horní výztuže | 2.357 |
| | 17 | 0.0025 | 0.0012 | 0.0000 | Betonová deska - příčný směr: nutná plocha dolní výztuže | 2.154 |
| | 18 | 811.0 | 417.2 | 292.7 | Betonová deska - příčný směr: smyk | 1.242 |
| | 19 | 2333.4 | 290.0 | 684.7 | Betonová deska - podélný směr: vykrytí tahových napětí | 5.686 |
| | 20 | 1990.5 | 485.5 | 1369.4 | Spřahovací trny - krajní 1/4: podélná posouvající síla | 1.279 |
| | 21 | 1094.8 | 281.0 | 623.2 | Spřahovací trny - vnitřní 1/2: podélná posouvající síla | 1.678 |
| | 22 | 1.000 | 0.209 | 0.589 | Krční svary nosníku - krajní 1/4 rozpětí | 1.965 |
| | 23 | 1.000 | 0.095 | 0.211 | Krční svary nosníku - vnitřní 1/2 rozpětí | 8.280 |
| Krajní příčníky | 24 | 1.000 | 0.008 | 0.060 | Prostý tah | 125.097 |
| | 25 | 1.000 | 0.050 | 0.070 | Smyk + kroucení | 18.693 |
| | 26 | 1.000 | 0.050 | 0.064 | Prostý ohyb | 18.834 |
| | 27 | 1.000 | 0.050 | 0.064 | Prostý ohyb s vlivem smyku | 18.834 |
| | 28 | 1.000 | 0.050 | 0.064 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 18.829 |
| | 29 | 1.000 | 0.004 | 0.016 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 253.635 |
| | 30 | 1.000 | 0.001 | 0.072 | Prostorový vzpěr | 1122.123 |
| | 31 | 1.000 | 0.057 | 0.073 | Únosnost na klopení při ohybu | 16.401 |
| | 32 | 1.000 | 0.057 | 0.145 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 14.909 |
| | 33 | 1.000 | 0.058 | 0.115 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 15.198 |
| | 34 | 1.000 | 0.050 | 0.070 | Krční svary | 18.746 |
| | 35 | 2137.167 | 116.960 | 164.370 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk | 16.867 |
| | 36 | 2137.167 | 116.960 | 164.370 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk + ohyb | 16.867 |
| | 37 | 0.0021 | 0.0000 | 0.0000 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: dodatečný průhyb | 193.241 |
| | 38 | 322.7 | 11.4 | 16.0 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: napětí | 26.795 |
| y | 39 | 1.000 | 0.008 | 0.015 | Prostý tah | 120.732 |
| | 40 | 1.000 | 0.010 | 0.034 | Smyk + kroucení | 95.921 |
| | 41 | 1.000 | 0.013 | 0.048 | Prostý ohyb | 70.702 |
| | 42 | 1.000 | 0.013 | 0.048 | Prostý ohyb s vlivem smyku | 70.702 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | |
|-------------------|----|----------|---------|---------|--|----------|
| Vnitřní příčník | 43 | 1.000 | 0.013 | 0.048 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 70.701 |
| | 44 | 1.000 | 0.002 | 0.007 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 573.427 |
| | 45 | 1.000 | 0.004 | 0.028 | Prostorový vzpěr | 265.746 |
| | 46 | 1.000 | 0.016 | 0.057 | Únosnost na klopení při ohybu | 58.594 |
| | 47 | 1.000 | 0.016 | 0.069 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 57.765 |
| | 48 | 1.000 | 0.015 | 0.056 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 61.492 |
| | 49 | 1.000 | 0.008 | 0.027 | Krční svary | 121.790 |
| | 50 | 3026.487 | 27.920 | 145.120 | Styčnickový plech | 103.201 |
| Krajní diagonály | 51 | 1.000 | 0.000 | 0.174 | Prostý tah | 4014.110 |
| | 52 | 1.000 | 0.001 | 0.002 | Smyk + kroucení | 1101.449 |
| | 53 | 1.000 | 0.000 | 0.023 | Prostý ohyb | >> 2 |
| | 54 | 1.000 | 0.000 | 0.023 | Prostý ohyb s vlivem smyku | >> 2 |
| | 55 | 1.000 | 0.000 | 0.024 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | >> 2 |
| | 56 | 1.000 | 0.000 | 0.001 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | >> 2 |
| | 57 | 1.000 | 0.119 | 0.447 | Prostorový vzpěr | 4.649 |
| | 58 | 1.000 | 0.000 | 0.047 | Únosnost na klopení při ohybu | >> 2 |
| | 59 | 1.000 | 0.119 | 0.490 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 4.287 |
| | 60 | 1.000 | 0.075 | 0.307 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 9.290 |
| | 61 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Krční svary | >> 2 |
| | 62 | 2364.498 | 149.690 | 562.940 | Styčnickový plech - v místě výztuhy | 12.035 |
| | 63 | 2584.209 | 149.690 | 562.940 | Styčnickový plech - v místě příčníku | 13.503 |
| Vnitřní diagonály | 64 | 1.000 | 0.023 | 0.138 | Prostý tah | 37.668 |
| | 65 | 1.000 | 0.000 | 0.001 | Smyk + kroucení | >> 2 |
| | 66 | 1.000 | 0.000 | 0.017 | Prostý ohyb | >> 2 |
| | 67 | 1.000 | 0.000 | 0.017 | Prostý ohyb s vlivem smyku | >> 2 |
| | 68 | 1.000 | 0.000 | 0.017 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | >> 2 |
| | 69 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | >> 2 |
| | 70 | 1.000 | 0.196 | 0.420 | Prostorový vzpěr | 2.966 |
| | 71 | 1.000 | 0.000 | 0.050 | Únosnost na klopení při ohybu | >> 2 |
| | 72 | 1.000 | 0.196 | 0.467 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 2.728 |
| | 73 | 1.000 | 0.123 | 0.295 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 5.757 |
| | 74 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Krční svary | >> 2 |
| | 75 | 1734.632 | 51.140 | 109.880 | Styčnickový plech - v místě výztuhy | 31.771 |
| | 76 | 1225.668 | 51.140 | 109.880 | Styčnickový plech - v místě příčníku | 21.818 |

POZN: Vyšší zatížitelnost některých prvků (např. krajních příčníků) je dána dimenzí prvku na rozhodujícím zatěžovací stav při montáži, výměně ložisek nebo vykolejení vlaku na mostě. Pokud je neposouzeno, je vliv zatížení dopravou malý.

17.1.2. Nosná konstrukce v kratším poli

| | Poř. č. | R_d | $E_{LM71,ED}$ | $\Sigma E_{rs,ED}$ | Poznámka | Z_{LM71} |
|--------------------------------|---------|--------|---------------|--------------------|--|------------|
| Hlavní nosník - sražený průřez | 77 | -16.4 | -4.4 | -5.4 | Betonová deska: max. tlakové napětí | 2.479 |
| | 78 | 355.0 | 46.7 | 187.2 | Ocelový nosník: max. napětí horní pásnice | 3.592 |
| | 79 | 355.0 | 94.9 | 192.1 | Ocelový nosník: max. napětí dorní pásnice | 1.716 |
| | 80 | 3318.1 | 1188.0 | 1753.6 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk | 1.317 |
| | 81 | 3263.3 | 1188.0 | 1753.6 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk + ohyb | 1.271 |
| | 82 | 0.0049 | 0.0002 | 0.0003 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: dodatečný průhyb | 22.509 |
| | 83 | 322.7 | 111.3 | 165.7 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: napětí | 1.411 |
| | 84 | 2473.1 | 879.4 | 1317.0 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: smyk | 1.315 |
| | 85 | 2424.6 | 879.4 | 1317.0 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: smyk + ohyb | 1.260 |
| | 86 | 0.0049 | 0.0002 | 0.0004 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: dodatečný průhyb | 18.531 |
| | 87 | 322.7 | 105.4 | 160.6 | Vnitřní příčné výztuhy - oboustranné: napětí | 1.538 |
| | 88 | 2615.5 | 597.8 | 857.8 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: smyk | 2.940 |
| | 89 | 2610.2 | 597.8 | 857.8 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: smyk + ohyb | 2.931 |
| | 90 | 0.0049 | 0.0002 | 0.0002 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: dodatečný průhyb | 29.624 |
| | 91 | 322.7 | 89.8 | 129.7 | Vnitřní příčné výztuhy - jednostranné: napětí | 2.149 |
| | 92 | 0.0033 | 0.0009 | 0.0014 | Betonová deska - příčný směr: nutná plocha horní výztuže | 2.019 |
| | 93 | 0.0025 | 0.0018 | 0.0002 | Betonová deska - příčný směr: nutná plocha dolní výztuže | 1.246 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | |
|--------------------|-----|----------|---------|---------|---|----------|
| | 94 | 811.0 | 521.8 | 140.1 | Betonová deska - příčný směr: smyk | 1.286 |
| | 95 | 1821.2 | 203.3 | 443.1 | Betonová deska - podélný směr: vykrytí tahových napětí | 6.777 |
| | 96 | 2052.7 | 753.2 | 1111.7 | Spřahovací trny - krajní 1/4: podélná posouvající síla | 1.249 |
| | 97 | 1094.8 | 379.0 | 543.8 | Spřahovací trny - vnitřní 1/2: podélná posouvající síla | 1.454 |
| | 98 | 1.000 | 0.357 | 0.526 | Krční svary nosníku - krajní 1/4 rozpětí | 1.328 |
| | 99 | 1.000 | 0.179 | 0.257 | Krční svary nosníku - vnitřní 1/2 rozpětí | 4.138 |
| Krajní příčnický | 100 | 1.000 | 0.016 | 0.049 | Prostý tah | 60.629 |
| | 101 | 1.000 | 0.050 | 0.220 | Smyk + kroucení | 15.508 |
| | 102 | 1.000 | 0.051 | 0.250 | Prostý ohyb | 14.697 |
| | 103 | 1.000 | 0.051 | 0.250 | Prostý ohyb s vlivem smyku | 14.697 |
| | 104 | 1.000 | 0.051 | 0.250 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 14.696 |
| | 105 | 1.000 | 0.005 | 0.063 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 203.643 |
| | 106 | 1.000 | 0.001 | 0.049 | Prostorový vzpěr | 770.512 |
| | 107 | 1.000 | 0.057 | 0.279 | Únosnost na klopení při ohybu | 12.710 |
| | 108 | 1.000 | 0.059 | 0.290 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 11.938 |
| | 109 | 1.000 | 0.058 | 0.287 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 12.218 |
| | 110 | 1.000 | 0.058 | 0.250 | Krční svary | 12.903 |
| | 111 | 2137.167 | 56.090 | 245.910 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk | 33.718 |
| | 112 | 2137.167 | 56.090 | 245.910 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: smyk + ohyb | 33.718 |
| | 113 | 0.0011 | 0.0000 | 0.0000 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: dodatečný průhyb | 1412.609 |
| | 114 | 322.7 | 6.4 | 28.2 | Krajní příčné výztuhy - oboustranné: napětí | 46.208 |
| Vnitřní příčnický | 115 | 1.000 | 0.026 | 0.005 | Prostý tah | 38.566 |
| | 116 | 1.000 | 0.028 | 0.048 | Smyk + kroucení | 33.676 |
| | 117 | 1.000 | 0.046 | 0.108 | Prostý ohyb | 19.577 |
| | 118 | 1.000 | 0.046 | 0.108 | Prostý ohyb s vlivem smyku | 19.577 |
| | 119 | 1.000 | 0.046 | 0.108 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 19.573 |
| | 120 | 1.000 | 0.014 | 0.032 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 70.722 |
| | 121 | 1.000 | 0.024 | 0.077 | Prostorový vzpěr | 38.164 |
| | 122 | 1.000 | 0.066 | 0.157 | Únosnost na klopení při ohybu | 12.796 |
| | 123 | 1.000 | 0.088 | 0.191 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 9.143 |
| | 124 | 1.000 | 0.079 | 0.166 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 10.587 |
| | 125 | 1.000 | 0.022 | 0.036 | Krční svary | 43.854 |
| Krajní diagonální | 126 | 1.000 | 0.006 | 0.298 | Prostý tah | 108.075 |
| | 127 | 1.000 | 0.002 | 0.009 | Smyk + kroucení | 481.161 |
| | 128 | 1.000 | 0.012 | 0.031 | Prostý ohyb | 78.059 |
| | 129 | 1.000 | 0.012 | 0.031 | Prostý ohyb s vlivem smyku | 78.059 |
| | 130 | 1.000 | 0.012 | 0.034 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 77.450 |
| | 131 | 1.000 | 0.000 | 0.001 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 6418.593 |
| | 132 | 1.000 | 0.143 | 0.029 | Prostorový vzpěr | 6.800 |
| | 133 | 1.000 | 0.023 | 0.057 | Únosnost na klopení při ohybu | 41.272 |
| | 134 | 1.000 | 0.164 | 0.349 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 3.984 |
| | 135 | 1.000 | 0.106 | 0.257 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 6.986 |
| | 136 | 1.000 | 0.001 | 0.004 | Krční svary | 1255.656 |
| | 137 | 2010.182 | 129.030 | 279.540 | Stýčkový plech - v místě výztuhy | 13.413 |
| | 138 | 1510.353 | 129.030 | 279.540 | Stýčkový plech - v místě příčnicku | 9.539 |
| Vnitřní diagonální | 139 | 1.000 | 0.103 | 0.181 | Prostý tah | 7.954 |
| | 140 | 1.000 | 0.006 | 0.007 | Smyk + kroucení | 154.770 |
| | 141 | 1.000 | 0.037 | 0.020 | Prostý ohyb | 26.572 |
| | 142 | 1.000 | 0.037 | 0.020 | Prostý ohyb s vlivem smyku | 26.572 |
| | 143 | 1.000 | 0.038 | 0.021 | Prostý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 25.597 |
| | 144 | 1.000 | 0.001 | 0.000 | Šikmý ohyb s vlivem smyku a normálové tahové síly | 683.182 |
| | 145 | 1.000 | 0.545 | 0.158 | Prostorový vzpěr | 1.544 |
| | 146 | 1.000 | 0.084 | 0.046 | Únosnost na klopení při ohybu | 11.376 |
| | 147 | 1.000 | 0.624 | 0.223 | Únosnost na klopení při ohybu s vlivem vzpěru (tahu) | 1.246 |
| | 148 | 1.000 | 0.402 | 0.164 | Posouzení průřezu v MSP (pružné chování) | 2.078 |
| | 149 | 1.000 | 0.002 | 0.002 | Krční svary | 643.130 |
| | 150 | 1276.814 | 218.860 | 104.620 | Stýčkový plech - v místě výztuhy | 5.356 |
| | 151 | 998.247 | 218.860 | 104.620 | Stýčkový plech - v místě příčnicku | 4.083 |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

POZN: Vyšší zatížitelnost některých prvků (např. krajních příčníků) je dána dimenzí prvku na rozhodujícím zatěžovací stav při montáži, výměně ložisek nebo vykojení vlaku na mostě. Pokud je neposouzeno, je vliv zatížení dopravou malý.

17.2. Mezní stav použitelnosti

Posouzení z hlediska deformací:

$$Z_{LM71} = (\delta_{lim} - \sum \delta_{rs}) / \delta_{LM71}$$

| | |
|--------------------|---|
| δ_{lim} | mezní hodnota přetvoření podle kritéria příslušného mezního stavu použitelnosti |
| δ_{LM71} | přetvoření vyvolané svislým proměnným zatížením LM71 (vč. dynamických vlivů) |
| $\sum \delta_{rs}$ | přetvoření od ostatních zatížení, které působí současně s LM71 |

17.2.1. Nosná konstrukce v delším poli

| Poř. č. | δ_d | δ_{LM71} | $\sum \delta_{rs}$ | Poznámka | Z_{LM71} |
|---------|------------|-----------------|--------------------|---|------------|
| 152 | 0.058 | 0.017 | 0.003 | Svislý průhyb od nahodilého zatížení dopravou | 3.124 |
| 153 | 0.058 | 0.017 | 0.000 | Svislý průhyb od nahodilého zatížení | 3.297 |
| 154 | 3.000 | 0.530 | 1.500 | Svislý průhyb konce nosné konstrukce | 2.830 |

17.2.2. Nosná konstrukce v kratším poli

| Poř. č. | δ_d | δ_{LM71} | $\sum \delta_{rs}$ | Poznámka | Z_{LM71} |
|---------|------------|-----------------|--------------------|---|------------|
| 155 | 0.029 | 0.010 | 0.002 | Svislý průhyb od nahodilého zatížení dopravou | 2.543 |
| 156 | 0.029 | 0.017 | 0.000 | Svislý průhyb od nahodilého zatížení | 1.641 |
| 157 | 3.000 | 0.510 | 0.930 | Svislý průhyb konce nosné konstrukce | 4.059 |

17.2.3. Spodní stavba

S ohledem na rozsah rekonstrukce spodní stavby a absenci viditelných poruch způsobených mechanickým namáháním konstrukce, nebyla zatížitelnost spodní stavby ověřována. Protože opěry byly na rubu doplněny odlehčující Chaudyho deskou, pro snížení účinků zemního tlaku, uvažuje se dle článku 4.8.2 předpisu SŽ S5/1 zatížitelnost v kategorii A: $Z_{LM71} > 1.21$.

17.3. Únosnost v základové spáře

Posouzení z hlediska kontaktního napětí:

$$Z_{LM71} = (\sigma_{lim} - \sum \sigma_{rs,Ed}) / \sigma_{LM71,Ed}$$

| | |
|-----------------------|--|
| σ_d | mezní hodnota kontaktního napětí v základové spáře |
| $\sigma_{LM71,Ed}$ | kontaktní napětí v základové spáře vyvolané svislým proměnným zatížením LM71 |
| $\sum \sigma_{rs,Ed}$ | kontaktní napětí v základové spáře od ostatních zatížení, které působí současně s LM71 |

| Poř. č. | δ_d | δ_{LM71} | $\sum \delta_{rs}$ | Poznámka | Z_{LM71} |
|---------|------------|-----------------|--------------------|---|------------|
| 158 | 1203.9 | 50.8 | 1124.2 | Opěra O1 - kontaktní napětí v základové spáře | (1.569) |
| 159 | 2383.8 | 100.0 | 924.0 | Pilíř P1 - kontaktní napětí v základové spáře | (14.594) |
| 160 | 1500.0 | 80.6 | 1234.6 | Opěra O2 - kontaktní napětí v základové spáře | (3.294) |

S ohledem na rozsah rekonstrukce mostu a absenci viditelných poruch způsobených mechanickým namáháním konstrukce, se považuje zatížitelnost za vyhovující při $Z_{LM71} > 1.21$. Vyšší hodnoty zatížitelnosti je nutné brát s rezervou, s ohledem na nejistotu skutečného geologického prostředí v celé ploše základové spáře. Základová spára je konsolidovaná a mimo lehké vyklonění opěry O2 (zajištění zemními kotvami a podchycením opěry sloupy tryskové injektáže) nejsou známy žádné viditelné poruchy, s možnou příčinou vzniku v základové spáře.

17.4. Vyhodnocení tabulky zatížitelnosti

| | |
|---|---|
| M | příčinková čára maximálního ohybového momentu prostého nosníku o rozpětí L_p |
| V | příčinková čára reakce (či maximální posouvající síly) prostého nosníku o rozpětí L_p |
| R | příčinková čára reakce pásu prostých podélníků o rozpětí L_p na příčník |
| S | speciální příčinková čára zadaná souřadnicemi |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

L_p délka příčinkové čáry prostého nosníku (pro příčinkovou čáru typu S není potřebné uvádět)

k_i podíl účinku pro příslušnou příčinkovou čáru „i“, přičemž vždy platí $\sum k_i = 1$ (pro jednu příčinkovou čáru $k_i = 1$)

ϕ_i dynamický součinitel podle 4.3.14 předpisu SŽ S5/1

L_ϕ je náhradní délka podle 4.3.16 předpisu SŽ S5/1

| | Poř. č. | Prvek | Detail | Namáhání | k_i | Typ | L_p | Φ_i | L_ϕ | $V_{Q,LM71}$ | Viz číslo strany přepočtu | Z_{LM71} | Poznámky |
|--------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------------|---|-------|-----|-------|----------|----------|--------------|---------------------------|------------|----------|
| Nosná konstrukce v delším poli | 1 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, podélný směr | normálové napětí | 1 | M | 34.56 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.904 | - |
| | 2 | Hlavní nosník (spřažený) | Ocelový nosník, horní pásnice | normálové napětí | 1 | M | 34.56 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.307 | - |
| | 3 | Hlavní nosník (spřažený) | Ocelový nosník, dolní pásnice | normálové napětí | 1 | M | 34.56 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 4 | Hlavní nosník (spřažený) | Krajní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 34.6 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.698 | - |
| | 5 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 34.6 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.781 | - |
| | 6 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy jednos. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 34.6 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.536 | - |
| | 7 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | ohyb | 1 | M | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 8 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | smyk | 1 | V | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | 1.242 | - |
| | 9 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | napětí | 1 | M | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 10 | Hlavní nosník (spřažený) | spřahovací trny | podélný smyk | 1 | V | 34.6 | 1.11 | 34.6 | 1.45 | - | 1.279 | - |
| | 11 | Hlavní nosník (spřažený) | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 34.6 | 1.11 | 34.6 | 1.45 | - | 1.965 | - |
| | 12 | Krajní příčník | příčník MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 13 | Krajní příčník | příčník MSP | napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 14 | Krajní příčník | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 15 | Krajní příčník | Krajní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 16 | Vnitřní příčník | příčník MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 9 | 1.50 | 9 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 17 | Vnitřní příčník | příčník MSP | napětí | 1 | M,V | 9 | 1.50 | 9 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 18 | Vnitřní příčník | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 9 | 1.50 | 9 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 19 | Vnitřní příčník | Styčnickový plech | normálová síla | 1 | S | 9 | 1.50 | 9 | 1.45 | - | > 2 | - |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|--------------------------|---------------------------------|---|---|-----|-------|------|-------|------|---|-------|---|
| Nosná konstrukce v kratším poli | 20 | Krajní diagonály | diagonála MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 21 | Krajní diagonály | diagonála MSÚ | napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 22 | Krajní diagonály | Styčnickové plechy | normálová síla | 1 | S | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 23 | Vnitřní diagonály | diagonála MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 24 | Vnitřní diagonály | diagonála MSÚ | napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 25 | Vnitřní diagonály | Styčnickové plechy | normálová síla | 1 | S | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 26 | Nosná konstrukce | střed pole | průhyb | 1 | M | 34.6 | 1.11 | 34.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 27 | Nosná konstrukce | konec (nad podporou) | průhyb | 1 | M | 34.6 | 1.11 | 34.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 28 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, podélný směr | normálové napětí | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 29 | Hlavní nosník (spřažený) | Ocelový nosník, horní pásnice | normálové napětí | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 30 | Hlavní nosník (spřažený) | Ocelový nosník, dolní pásnice | normálové napětí | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.716 | - |
| | 31 | Hlavní nosník (spřažený) | Krajní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.271 | - |
| | 32 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.260 | - |
| | 33 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy jednos. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 34 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | ohyb | 1 | M | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | 1.246 | - |
| | 35 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | smyk | 1 | V | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | 1.286 | - |
| | 36 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | napětí | 1 | M | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 37 | Hlavní nosník (spřažený) | spřahovací trny | podélný smyk | 1 | V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.249 | - |
| | 38 | Hlavní nosník (spřažený) | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.328 | - |
| | 39 | Krajní příčník | příčník MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 40 | Krajní příčník | příčník MSP | napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 41 | Krajní příčník | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 42 | Krajní příčník | Krajní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 43 | Vnitřní příčník | příčník MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 7.7 | 1.57 | 7.7 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 44 | Vnitřní příčník | příčník MSP | napětí | 1 | M,V | 7.7 | 1.57 | 7.7 | 1.45 | - | > 2 | - |
| | 45 | Vnitřní příčník | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 7.7 | 1.57 | 7.7 | 1.45 | - | > 2 | - |

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------------|---------------------------|---|---|-----|-------|--------------|---------------|------|---|--------|---|
| 46 | Krajní diagonály | diagonála MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| 47 | Krajní diagonály | diagonála MSÚ | napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| 48 | Krajní diagonály | Styčnickové plechy | normálová síla | 1 | S | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| 49 | Vnitřní diagonály | diagonála MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | 1.246 | - |
| 50 | Vnitřní diagonály | diagonála MSÚ | napětí | 1 | M,V | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| 51 | Vnitřní diagonály | Styčnickové plechy | normálová síla | 1 | S | 3.6 | 2.00 | 3.6 | 1.45 | - | > 2 | - |
| 52 | Nosná konstrukce | střed pole | průhyb | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.641 | - |
| 53 | Nosná konstrukce | konec (nad podporou) | průhyb | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | > 2 | - |
| 54 | Spodní stavba | Opěry O1 a O2 Pilíř P1 | kontaktní napětí | 1 | S | - | 1.11 1.28 | 34.6 17.18 | 1.45 | - | > 1.21 | - |

17.5. Tabulka zatížitelnosti

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): TÚ 1003 (kolej č.1) Ústí nad Labem – Střekov
(mimo) – Ústí nad Labem západ (mimo)

DÚ: DÚ 2A

km: 3.040

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce
založení

poř. číslo: K01, K02
O1, P1, O2

pod kolejí č.: 1
(ve směru staničení)

C. Doplnující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočtový model: prutový a deskostěnnový

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

| | na začátku | uprostřed | na konci |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|
| poloměr oblouku | 0 (m) | 0 (m) | 0 (m) |
| převýšení koleje | 0 (mm) | 0 (mm) | 0 (mm) |
| excentricita osy koleje | 0.101 (m) | 0.101 (m) | 0.101 (m) |

Směrná úroveň spolehlivosti:

 $\beta_t = 3.624$

zbytková životnost: bez omezení

Popis použitých úlev:

Přepočet je proveden pro novou nosnou konstrukci na rekonstruované stávající spodní stavbě

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu: -

Datum zjištění technického stavu mostu

zpracovatelem přepočtu 18 / 3 / 2021

Poznámka k části mostu či k rozhodující poloze zatížení:

V tabulce zatížitelnosti jsou uvedeny pouze rozhodující prvky,
podrobněji viz statický výpočet.

| | Poř. č. | Prvek | Detail | Namáhání | k_i | Typ | L_p | Φ_i | L_Φ | $\gamma_{Q,LM71}$ | Viz číslo strany přepočtu | Z_{LM71} | Poznámky |
|------|------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------|-------|-----|-------|----------|----------|-------------------|---------------------------------|------------|----------|
| poli | 1 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, podélný směr | normálové napětí | 1 | M | 34.56 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.904 | - |
| | 2 | Hlavní nosník (spřažený) | Ocelový nosník, horní pásnice | normálové napětí | 1 | M | 34.56 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.307 | - |

Statický výpočet

SO 01-20-01 Rekonstrukce mostu v ev. km 3,040

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|--------------------------|---------------------------------|---|---|-----|-------|--------------|---------------|------|---|--------|---|
| Nosná konstrukce v delším | 3 | Hlavní nosník (spřažený) | Krajní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 34.6 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.698 | - |
| | 4 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 34.6 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.781 | - |
| | 5 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy jednos. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 34.6 | 1.11 | 34.56 | 1.45 | - | 1.536 | - |
| | 6 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | smyk | 1 | V | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | 1.242 | - |
| | 7 | Hlavní nosník (spřažený) | spřahovací trny | podélný smyk | 1 | V | 34.6 | 1.11 | 34.6 | 1.45 | - | 1.279 | - |
| | 8 | Hlavní nosník (spřažený) | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 34.6 | 1.11 | 34.6 | 1.45 | - | 1.965 | - |
| Nosná konstrukce v kratším poli | 9 | Hlavní nosník (spřažený) | Ocelový nosník, dolní pásnice | normálové napětí | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.716 | - |
| | 10 | Hlavní nosník (spřažený) | Krajní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.271 | - |
| | 11 | Hlavní nosník (spřažený) | Vnitřní příčné výztuhy oboustr. | smyk + ohyb, průhyb, napětí | 1 | M,V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.260 | - |
| | 12 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | ohyb | 1 | M | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | 1.246 | - |
| | 13 | Hlavní nosník (spřažený) | Bet. deska, příčný směr | smyk | 1 | V | 8.4 | 1.53 | 8.4 | 1.45 | - | 1.286 | - |
| | 14 | Hlavní nosník (spřažený) | spřahovací trny | podélný smyk | 1 | V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.249 | - |
| | 15 | Hlavní nosník (spřažený) | krční svary | smykové napětí | 1 | V | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.328 | - |
| | 16 | Vnitřní diagonály | diagonála MSÚ | tah, smyk + kroucení, ohyb + smyk + normálová síla, klopení + vzpěr | 1 | M,V | 3.6 | 2 | 3.6 | 1.45 | - | 1.246 | - |
| | 17 | Nosná konstrukce | střed pole | průhyb | 1 | M | 17.18 | 1.28 | 17.18 | 1.45 | - | 1.641 | - |
| | 18 | Spodní stavba | Opěry O1 a O2 Píliř P1 | kontaktní napětí | 1 | S | - | 1.11 1.28 | 34.6 17.18 | 1.45 | - | > 1.21 | - |

Dne: 16 / 3 / 2022

zatížitelnost určil: Ing. Radek Navrátil

Zatížitelnost mostu je $Z_{LM71} > 1,21$, tj. přechodnost nebyla ověřována. Přechodnost provozního zatížení se uvažuje dle článku 5.3.3 předpisu SŽ S5/1, pro traťové třídy zatížení/s přidruženou rychlostí D4/120 a D2/160.