

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:



Správa železniční dopravní cesty, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Zpracovatel:



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ - KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ
THÁKUROVA 7
166 29 PRAHA 6

Řešitel:

Ing. Zdeněk Lakmayer

HIP:

doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

Název akce:

Metody expertního hodnocení železničních mostů
a stanovení predikčních postupů (5003120024)

Číslo akce ČVUT:

8301704A088

Stupeň dokumentace:

UTR

Název části:

C - Přepočty mostních objektů

C.6 - Přepočet zatížitelnosti mostu v TU 206, km 2,512 - Záběhllice

Měřítko:

-

Datum:

06/2018

Název přílohy:

Číslo přílohy:

C.6

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



OBSAH:

1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
1.1	ROZSAH POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ	3
1.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	3
1.2.1	Umístění objektu	3
1.2.2	Členění nosných konstrukcí	3
1.2.3	Členění spodní stavby	3
1.2.4	Charakteristické rozměry mostu	4
1.2.5	Geometrická poloha koleje	4
1.2.6	Požadavky na zatížení mostu	4
1.2.7	Členění statického výpočtu	5
1.3	TECHNICKÝ POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ KONSTRUKCÍ	5
1.3.1	Nosná konstrukce K01	5
1.3.2	Nosná konstrukce K02	6
1.3.3	Spodní stavba	7
1.3.4	Železniční svršek	9
1.3.5	Závady uvažované ve výpočtu	10
1.4	VÝPOČETNÍ MODEL	10
1.5	VÝPOČETNÍ POMŮCKY	11
1.5.1	Výpočetní programy	11
1.6	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY, NOREM A VL	11
1.6.1	Použité normy	11
1.6.2	Použitá literatura	14
1.6.3	Vzorové listy	14
1.7	PODKLADY	14
1.7.1	Existující dokumentace	14
1.7.2	Geodetická dokumentace	14
1.7.3	Výsledky diagnostiky	15
1.7.4	Výsledky prohlídek	16
1.7.5	Zvláštní požadavky zadavatele	16
1.8	IDENTIFIKACE AUTORA	16
2	GRAFICKÉ PŘÍLOHY	17
3	ZATÍŽENÍ	26
3.1	STÁLÉ	26
3.1.1	Vlastní tíha LC1	26
3.1.2	Ostatní stálé (nahodilé dlouhodobé) LC2	26
3.2	NAHODILÉ KRÁTKODOBÉ	27
3.2.1	Rozjezdové a brzděné síly LC3	27
3.2.2	Zatížení bočními rázy LC4	28
3.2.3	Zatížení větrem LC5	28
3.2.4	Zatížení železniční dopravou – Model zatížení 71	32
3.2.5	Zatížení revizní lávky – LC6	33
3.2.6	Vliv odstředivých sil – LC7	33
3.2.7	Vliv excentricity	34
3.2.8	Kolová síla pro lokální účinky	35
4	STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE	36
4.1	HLAVNÍ NOSNÍK	42
4.1.1	Vliv klopení	42

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.2	Průřezové charakteristiky	43
4.1.3	Hlavní nosník HN1 v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu	52
4.1.4	Hlavní nosník HN1 v místě maximálního svislého záporného ohybového momentu	57
4.1.5	Hlavní nosník HN1 v místě maximální posouvající síly	59
4.1.6	Hlavní nosník HN2 v místě maximálního svislého ohybového momentu	61
4.1.7	Hlavní nosník HN3 v místě maximálního svislého ohybového momentu	66
4.1.8	Hlavní nosník HN3 v místě maximální posouvající síly	71
4.1.9	Hlavní nosník HN4 v místě maximálního svislého ohybového momentu	72
4.1.10	Hlavní nosník HN5 v místě maximálního svislého ohybového momentu	76
4.1.11	Hlavní nosník HN5 v místě maximální posouvající síly	80
4.1.12	Hlavní nosník HN6 v místě maximálního svislého ohybového momentu	81
4.1.13	Hlavní nosník HN6 v místě maximální posouvající síly	85
4.1.14	Hlavní nosník HN7 v místě maximálního svislého ohybového momentu	86
4.1.15	Hlavní nosník HN7 v místě maximální posouvající síly	90
4.1.16	Hlavní nosník HN8 v místě maximálního svislého ohybového momentu	92
4.2	PRŮHYB HLAVNÍHO NOSNÍKU	97
4.2.1	Průhyb v poli č. 1 a 3	97
4.2.2	Průhyb v poli č. 2	98
4.3	KŘEHKÝ LOM STĚNY	98
4.3.1	Posouzení dle kapitoly 2 – volba materiálu s ohledem na lomovou houževnatost	98
4.3.2	Posouzení dle kapitoly 3 – vlastnosti napříč tloušťkou	101
4.4	MONTÁŽNÍ SPOJ HLAVNÍHO NOSNÍKU	102
4.4.1	Model neoslabeného spoje	102
4.4.2	Model oslabeného spoje	103
4.4.3	Zatížení spoje	103
4.4.1	Výsledná napětí na neoslabeném spoji	104
4.4.2	Zatížitelnost spoje z napětí v krajních vláknech příločky na neoslabeném spoji	106
4.4.3	Zatížitelnost spoje z únosnosti šroubu na neoslabeném spoji	106
4.4.4	Výsledná napětí na oslabeném spoji	107
4.4.5	Zatížitelnost spoje z napětí v krajních vláknech příločky na oslabeném spoji	109
4.4.6	Zatížitelnost spoje z únosnosti šroubu na oslabeném spoji	110
4.4.1	Zatížitelnost spoje z napětí v krajních vláknech příločky – ruční výpočet	113
4.5	VODOROVNÉ A PŘÍČNÉ ZTUŽENÍ	119
5	POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI	120
6	STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI SPODNÍ STAVBY	121
7	VYHODNOCENÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY	122
7.1	ZATÍŽENÍ	122
7.1.1	Roznášení zatížení	122
7.1.2	Umístění zatížení na mostě	123
7.2	ZÁKLADNÍ POŽADAVKY	123
7.3	VYHODNOCENÍ PRŮHYBŮ	124
7.3.1	Průhyb v krajním poli	124
7.3.2	Průhyb v prostředním poli	125
7.4	VYHODNOCENÍ NAPĚTÍ	125
7.4.1	Napětí v krajním poli	127
7.4.2	Napětí nad podporou	129
7.4.3	Napětí v prostředním poli	131
7.5	SHRNUTÍ A ZDŮVODNĚNÍ VÝSLEDKŮ VYHODNOCENÍ	133
8	ZÁVĚR	134

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1 TECHNICKÁ ZPRÁVA K PŘEPOČTU

1.1 Rozsah posuzovaných konstrukcí

Předmětem statického výpočtu je stanovení zatížitelnosti ocelové nosné konstrukce mostu v km 2,512 trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín.

Zadavatel požaduje ověření přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě D4 s přidruženou rychlostí 75 km/h.

1.2 Základní údaje

1.2.1 Umístění objektu

Evidenční km:	2,512		
Traťový úsek:	<i>Praha-Vršovice seř.n.-č.kol. (mimo) – Praha-Radotín (mimo) (vj.kol.)</i>	č. TÚ	0206
Definiční úsek	<i>Praha-Vršovice seř.n.-čekací kol. – Praha-Krč</i>	č. DÚ	02
Místní název	„Záběhlický“		
Přemostřovaná překážka		místní komunikace, zpevněná účelová komunikace, vodní tok, cyklostezka, volný terén	
Počet mostních otvorů	3	Počet převáděných železničních kolejí	1
Šikmost mostu	-	Úhel šikmosti	-

1.2.2 Členění nosných konstrukcí

Poř. č.	Ozn.	Rozpětí	Typ
1	K01	33 + 39 + 33 m	ocelová plnostěnná s horní železobetonovou deskou
2	K02	33 + 39 + 33 m	ocelová plnostěnná s horní železobetonovou deskou

1.2.3 Členění spodní stavby

Poř. č.	Ozn.	Materiál opěr	Materiál úložných prahů
1	O01	železobeton	železobeton
2	P01	železobeton	železobeton

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3	P02	železobeton	železobeton
4	O02	železobeton	železobeton

1.2.4 Charakteristické rozměry mostu

dle ČSN 73 6200

Šířka mostu	9,51 m
Délka mostu	120,85 m
Výška objektu	18,20 m
Délka konstrukce K01	106,20 m
Délka konstrukce K02	106,20 m
Délka přemostění	103,4 m
Výška 1. mostního otvoru	5,47 m
Výška 2. mostního otvoru	14,90 m
Světlost 1. mostního otvoru	31,80 m
Světlost 2. mostního otvoru	36,90 m
Světlost 3. mostního otvoru	31,80 m

Přehled rozpětí a stavebních výšek konstrukcí

Poř. č.	Ozn.	Rozpětí	Stavební výška
1	K01	33 + 39 + 33 m	4533 mm
2	K02	33 + 39 + 33 m	-

1.2.5 Geometrická poloha koleje

Směrový průběh koleje:

Kolej se na mostě nachází v přechodnici.

vzdálenost osy koleje od osy konstrukce K01:

na začátku	94 mm vlevo
nad P1	143 mm vlevo
nad P2	130 mm vlevo
na konci.....	143 mm vlevo

vzdálenost osy koleje od osy konstrukce K02:
kolej snesena

Výškový průběh koleje

Kolej se na mostě nachází v klesání 7,3‰.

1.2.6 Požadavky na zatížení mostu

Požadavkem zadavatele přepočtu je stanovení zatížitelnosti mostu a ověření jeho přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě D4 s přidruženou rychlostí 75 km/h.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Pro určení zatížitelnosti je konstrukce zatížena modelem zatížení 71 dle 6.3.2 ČSN EN 1991-2 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou.

Zatížitelnost určena dle Metodického pokynu SŽDC pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Pro určení přechodnosti provozního zatížení použito zatěžovací schéma pro traťovou třídu D4 dle ČSN EN 15528.

Zadavatel přepočtu:

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,
se sídlem Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1, Nové Město,
zapsaný v obchodním rejstříku u Městského soudu v Praze, oddíl A, vložka
48384,
IČ: 709 94 234
DIČ: CZ70994234

1.2.7 Členění statického výpočtu

Členění statického výpočtu je zřejmé z přehledného obsahu – viz str.1.

1.3 Technický popis jednotlivých částí konstrukcí

1.3.1 Nosná konstrukce K01

Nosná konstrukce mostu je ocelová plnostěnná trámová svařovaná s šroubovanými a nýtovanými montážními spoji a s horní mostovkou. Na trámových nosnících je uložena monolitická železobetonová deska tvořící žlab šterkového kolejového lože.

Konstrukce je spojitá, o třech polích. Rozpětí je 33 m v 1. a 3. poli a 39 m ve 2. poli. Výška nosníků je proměnná, v oblasti vnitřních podpor mají nosníky podélné náběhy.

Levý a pravý hlavní nosník jsou stejné. Nosníky se skládají se ze stojiny a pásnic. Stojina je vyztužena příčnými a podélnými výztuhami. Nosníky mají stěnu tl. 14 mm v poli a 18 mm nad podporou. Horní i dolní pásnice jsou symetrické. Šířka pásnice je 600 mm, tloušťka je proměnná. Tloušťka pásnice je 36, 50, a 45 mm.

Horní ani dolní vodorovné ztužidlo se v konstrukci nevyskytuje. Jeho funkci přebírá betonová deska mostovky, nabetonovaná na horních pásnicích hlavních nosníků.

Příčná ztužidla jsou rámová a jsou tvořena dolní příčí a svislými výztuhami. Dolní příče je tvaru svařovaného I-profilu, výztuhy jsou tvaru svařovaného T.

Ložiska jsou ocelová, na začátku pevná, tangenciální, v ostatních podporách podélně pohyblivá, dvouválcová.

Závady nosné konstrukce:

- *PKO konstrukce porušená na 30% plochy, popraskaná, odlupuje se, prostupuje koroze*

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



- Od PPM 2014 došlo k viditelnému zhoršení stavu (+4 chybějící šrouby ve spojích hl. nosníků, +8 příčných trhlin z pohledu ŽB desky)

Hlavní nosníky:

- Horní pásnice jednotlivě silně korozně oslabené ve styku s ŽB deskou, v blízkosti podpory na horní hraně až o 5 mm
- Stojiny nad dolními pásy v koutech korodují, jednotlivé oslabení do 1 mm
- Dolní pásnice a vodorovné výztuhy místy silně zanesené holubím trusem
- V místě šroubových spojů před P01 chybí na levém nosníku 1 šroub
- V místě šroubových spojů za P01 chybí na levém nosníku 1 šroub
- V místě šroubových spojů před P02 chybí na levém nosníku 2 šrouby, na pravém 3 šrouby + 1 uvolněný
- V místě šroubových spojů za P02 chybí na levém nosníku 4 šrouby, na pravém 1 šroub

Příčné ztužení:

- Horní pásnice korodují, jednotlivě oslabení do 3 mm

ŽB deska:

- Z pohledu desky celkem 17 x příčná trhlina šířky až 1 mm, místy s průsaky vody a výluhy pojiva.
- Z pohledu desky místy nedostatečné krytí výztuže, koroze výztuže
- Na začátku desky odpadlý povrch pohledu v ploše cca 0,5 m², obnažená výztuž s korozi
- Nad pilířem P02 v místě dilatační spáry beton degradovaný do hloubky až 15 mm, část vzdutá, silná koroze výztuže
- Příčnými dilatačními a závěrnými spárami protéká voda

Ložiska:

- PKO ložisek na O01 porušená na 10% plochy, jednotlivě prostupuje koroze, horní desky vytlačují olověné podložky, betonová zálivka ložisek popraskaná, rozvolněná
- PKO ložisek na P01 porušená na 30% plochy, prostupuje koroze, betonová zálivka ložisek místy popraskaná, ložiska posunutá o 20 mm k P02
- PKO ložisek na P02 porušená na 50% plochy, prostupuje koroze, horní desky vytlačují olověné podložky, betonová zálivka ložisek místy popraskaná, ložiska posunutá o 30 mm k O02
- PKO ložisek na O02 porušená na 30% plochy, prostupuje koroze, ložiska posunutá o 35 mm k závěrné zdi, z vnější strany levého ložiska povolený šroub spráhla, z vnitřní strany pravého ložiska utržený šroub spráhla, válce pravého ložiska zkrácené

Římsy:

- V římsách místy příčné smršťovací trhliny, šířky do 0,2 m, místy přechází do bočních stran,
- jednotlivě s průsaky vody a výluhy pojiva

1.3.2 Nosná konstrukce K02

Nosná konstrukce je shodná s konstrukcí K01.

Závady nosné konstrukce:

- PKO konstrukce porušená na 30% plochy, popraskaná, odlupuje se, prostupuje koroze
- Od PPM 2014 došlo k viditelnému zhoršení stavu (+9 příčných trhlin z pohledu ŽB desky)

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Hlavní nosníky:

- Horní pásnice jednotlivě silně korozně oslabené ve styku s ŽB deskou, až o 5 mm
- Stojiny nad dolními pásy v koutech korodují, jednotlivé oslabení do 1 mm
- Dolní pásnice a vodorovné výztuhy místy silně zanesené holubím trusem
- V místě šroubových spojů před P01 chybí na pravém nosníku 1 šroub
- V místě šroubových spojů za P01 chybí na pravém nosníku 1 šroub
- V místě šroubových spojů za P02 chybí na levém nosníku 1 šroub, na pravém 1 šroub

Příčné ztužení:

- Horní pásnice korodují, jednotlivě oslabení do 3 mm

ŽB deska:

- Z podhledu desky celkem 14 x příčná trhlinka šířky až 1 mm, místy s průsaky vody a výluhy pojiva
- Z podhledu desky místy nedostatečné krytí výztuže, koroze výztuže
- Na začátku desky odpadlý povrch podhledu v ploše cca 2,0 m², degradace betonu do hloubky až 50 mm, obnažená výztuž s korozi, výztuž nespoleupůsobí s betonem
- Nad pilířem P01 v místě dilatační spáry odpadlý podhled v ploše 1,0 m², hrozí další odpadání
- Za pilířem P01 v místě vyústění odvodnění odpadlé krytí výztuže v ploše 1,0 m², koroze výztuže
- Nad pilířem P02 v místě dilatační spáry beton degradovaný do hloubky až 60 mm v ploše 1,50 m², silná koroze výztuže
- Příčnými dilatačními a závěrnými spárami protéká voda, degradace betonu

Ložiska:

- PKO ložisek na O01 porušená na 10% plochy, jednotlivě prostupuje koroze, horní i dolní desky vytlačují olověné podložky, betonová zálivka ložisek popraskaná, rozvolněná
- PKO ložisek na P01 porušená na 30% plochy, prostupuje koroze, betonová zálivka ložisek místy popraskaná, ložiska posunutá o 20 mm k P02
- PKO ložisek na P02 porušená na 30% plochy, prostupuje koroze, betonová zálivka ložisek místy popraskaná, ložiska posunutá o 20 mm k O02
- PKO ložisek na O02 porušená na 40% plochy, prostupuje koroze, ložiska posunutá o 30 mm k závěrné zdi, z vnější strany levého ložiska utržený šroub spráhla

Římsy:

- V římsách místy příčné smršťovací trhliny, šířky do 0,2 m, místy přechází do bočních stran, jednotlivě s průsaky vody a výluhy pojiva

1.3.3 Spodní stavba

Opěry O01 a O02 jsou betonové. Pilíře P01 a P02 jsou betonové. Úložné prahy pod ložiska jsou betonové. Závěrné zdi jsou železobetonové. Křídla jsou rovnoběžná, železobetonová, s železobetonovými římsami a s přilehlými svahovými kužely.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Závady spodní stavby:

Opěra O 01:

Závěrná zeď:

- Místy nedostatečné krytí výztuže, koroze
- Beton místy povrchově degradovaný, v dolní části na výšku 700 mm po celé šířce
- Stékání vody po závěrné zdi

Úložný práh:

- U pravého ložiska K 02 z vnější strany šikmá trhlinka na horní ploše, šířky do 0,2 mm
- Z čelní strany odpadlé krytí výztuže téměř po celé šířce, koroze výztuže, povrchová úprava popraskaná, vzdutá
- Shora mírně zanesený štěrkem

Dřík:

- Místy nepravidelné trhliny v povrchové úpravě, šířky do 1 mm
- Opěra znečištěna spreji

Křídlo vlevo:

- Místy nepravidelné trhliny v povrchové úpravě, šířky do 1 mm, jednotlivě s drobnými výluhy pojiva
- Povrchová úprava místy odpadlá, obnažená výztuž s korozi
- Beton římsy na hranách degradovaný, z podhledu místy obnažená výztuž s korozi, u 1. sloupku zábradlí římsa prasklá
- Přilehlý kužel silně porostlý drobnou vegetací a keři

Křídlo vpravo:

- Místy nepravidelné trhliny v povrchové úpravě, šířky do 1 mm, jednotlivě s drobnými výluhy pojiva
- Povrchová úprava místy odpadlá, obnažená výztuž s korozi
- Beton římsy na hranách degradovaný, z podhledu místy obnažená výztuž s korozi
- Přilehlý kužel silně porostlý drobnou vegetací a keři

Pilíř P1:

Úložný práh:

- Místy patrné průsaky vody s výluhy pojiva
- Místy nedostatečné krytí výztuže, koroze výztuže
- Vpravo z podhledu degradace betonu na hraně, výztuž nespolutpůsobí s betonem
- Shora mírně zanesený
- Stékání vody

Dřík:

- Stav dobrý

Pilíř P2:

Úložný práh:

- Místy patrné průsaky vody s výluhy pojiva z vodorovných pracovních spár, trhliny do šířky 1 mm
- Z podhledu ve střední části degradace betonu, obnažená výztuž s korozi
- Shora mírně zanesený
- Stékání vody

Dřík:

- V dolní části levého sloupku obnažená výztuž s korozi v ploše 1,0 m²

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



- Sloupy znečištěné spreji

Opěra O 02:

Závěrná zed':

- Místy nedostatečné krytí výztuže, koroze
- Beton místy povrchově degradovaný
- Stékání vody po závěrné zdi

Úložný práh:

- Pod horní hranou vodorovná trhlinka po celé šířce s průsaky vody a výluhy pojiva
- Shora silně zanesený štěrkem a nečistotami

Dřík:

- V horní části vodorovná trhlinka na celou šířku, šířky do 0,5 mm
- Místy nepravidelné trhliny, šířky do 1 mm
- Opěrou silně prosakuje voda s výluhy pojiva
- Povrchová úprava ve střední části odpadlá v ploše 2,0 m², povrchová degradace betonu
- Opěra znečištěna spreji

Křídlo vlevo:

- V dolní části křídla patrný průsak vody
- Povrchová úprava místy odpadlá
- Místy drobné nepravidelné trhliny v povrchu
- Křídlo znečištěné spreji
- Beton římsy na hranách degradovaný, z podhledu místy obnažená výztuž s korozí
- Přilehlý kužel porostlý drobnou vegetací a keři

Křídlo vpravo:

- V dolní části křídla patrný průsak vody
- Povrchová úprava místy odpadlá
- Místy drobné nepravidelné trhliny v povrchu
- Křídlo znečištěné spreji
- Beton římsy na hranách degradovaný, z podhledu místy obnažená výztuž s korozí
- Přilehlý kužel porostlý drobnou vegetací a keři

Spodní stavba je bez statických poruch a nevykazuje známky přetížení nebo nevhodného založení.

1.3.4 Železniční svršek

Štěrkové kolejové lože, pražce betonové SB8, Na mostních konstrukcích jsou použity kolejnice tvaru 49E1 (S49) s žebrovými podkladnicemi.

Závady železničního svršku:

- Stav kolejnic: dobrý

Stav upevnění:

- levý kolejnicový pás – drážnost dobrá
- pravý kolejnicový pás – drážnost dobrá, pouze jedna podkladnice a jedna vrtule chybí
- Stav pražců: místy s podélnými trhlínami
- Stav kolejového lože: příčnými dilatačními spárami propadává štěrk

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1.3.5 Závady uvažované ve výpočtu

Do výpočtu byly zahrnuty tyto závady:

- *oslabení horní pásnice průřezu HN3 o 3 mm příčně z vnější strany*
- *oslabení horní pásnice průřezu HN4 o 3 mm příčně z vnější strany*
- *oslabení horní pásnice průřezu HN5 o 3 mm příčně z vnější strany*
- *vynechání chybějících šroubů při posouzení montážního spoje*

Ostatní závady byly shledány jako staticky nevýznamné.

1.4 Výpočetní model

Konstrukce je modelována v programu SCIA ENGINEER jako prostorová prutová konstrukce. Při budování modelu bylo postupováno následujícím způsobem:

- Hlavními nosnými prvky modelu jsou hlavní nosníky. Ty jsou modelovány jako 1D prutové prvky. Pruty jsou rozděleny vloženými uzly na dílčí úseky. Uzly jsou vloženy v místech připojení příčných ztužidel a v místech přechodů průřezů.
- Přechody průřezů byly na pruty umístěny dle archivní dokumentace.
- Příčná ztužidla jsou modelována příčnými pruty. Pruty jsou připojeny k uzlům hlavních nosníků. Jejich výškové umístění je modelováno svislou excentricitou.
- Průřezy ztužidel a hlavních nosníků byly prutům přiřazeny dle skutečnosti.
- Náběhy hlavních nosníků v místě vnitřních podpor byly modelovány tak, že náběhované části byly rozděleny na menší úseky délky max. 1 m. Těmito dílčími úseky byly přiřazeny průřezy odpovídající průměrnému průřezu uprostřed daného úseku. Maximální délka úseku byla zvolena 2,0 m.
- Betonová deska byla modelována prutem umístěným ve skutečné výšce vůči nosníkům. S nosníky je tento prut spojen tuhými rameny v uzlech připojení příčných ztužidel. Prutu byl přidělen průřez odpovídající tloušťce 200 mm a šířce odpovídající vnější šířce mezi vnějšími hranami horních pásnic hlavních nosníků, tj. 3100 mm.
- Účelem desky je zajistit příčné ztužení ve vodorovné rovině, nikoliv přenos zatížení. Zatížení není umísťováno na desku, ale na hlavní nosníky a příčná ztužidla.
- Tuhostní parametry desky byly upraveny modifikátorem vlastností tak, aby deska přenášela pouze vodorovné momenty a vodorovné posouvající síly. Tuhost ve svislém ohybu, v kroucení, ve svislém smyku a osová tuhost byly modifikátorem upraveny na minimální možné (1% původní).
- Vlastní tíha prutu modelujícího desku byla součinitelem vlastní tíhy z výpočtu vyloučena. Vlastní tíha betonové desky je modelována spojitým zatížením v příslušném zatěžovacím stavu dle její skutečné geometrie.
- Hlavní nosníky jsou podepřeny podporami v uzlech dle podepření ve skutečnosti (dle ložisek). Podepření ve svislém směru je tuhé. Podepření v podélném a příčném směru je pružné. Tuhost podepření byla volena taková, aby maximální posun byl roven 5 mm. Tuhost pevných ložisek v podélném směru (osa X) je nastavena 241 MN/m. Tuhost ložisek v příčném směru (osa Y) je nastavena 87, 128, 57 a 34 MN/m.
- Pražce ani kolejnice modelovány nebyly.

Zatížení je modelováno jako soustava břemen na prutu, případně přímo v uzlu.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Podrobnosti modelu, schémata zatěžovacích stavů, průřezové charakteristiky, okrajové podmínky a další viz příloha P2 - *Strojový výpočet*.

1.5 Výpočetní pomůcky

1.5.1 Výpočetní programy

Výpočty vnitřních sil a deformací zpracovány programem SCIA ENGINEER 17.01 – SCIA CZ s.r.o.

Montážní spoj byl posouzen v programu Idea StatiCa Connection 9.0 – IDEA StatiCa.

Zatížitelnost jednotlivých částí vypočtena jednoduchými programy vytvořenými v tabulkovém procesoru Microsoft Excel.

Kompletní počítačové výpočty jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

1.6 Přehled použité literatury, norem a VL

1.6.1 Použité normy

ČSN 72 1860 Kámen na zdivo a stavební účely. Společná ustanovení

ČSN 72 2440 Zkoušení malt a maltových směsí. Společná ustanovení

ČSN 72 2605 Zkoušení cihlářských výrobků. Stanovení mechanických vlastností

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí

ČSN 73 1370 Nedestruktivní zkoušení betonu - Společná ustanovení

ČSN 73 1371 Nedestruktivní zkoušení betonu - Ultrazvuková impulsová metoda zkoušení betonu

ČSN 73 1372 Nedestruktivní zkoušení betonu - Rezonanční metoda zkoušení betonu

ČSN 73 1373 Nedestruktivní zkoušení betonu - Tvrdoměrné metody zkoušení betonu

ČSN 73 2011 Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí

ČSN 73 3251 Navrhování konstrukcí z kamene

ČSN 73 6200 Mosty - Terminologie a třídění

ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů

ČSN P 73 6213 Navrhování zděných mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1990, Změna A1 Zásady navrhování konstrukcí, Změna A1. Příloha A2: Použití pro mosty

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2 : Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn
ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
ČSN EN 1993-1-9 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-9: Únava
ČSN EN 1993-1-10 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2 : Ocelové mosty
ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty
ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla. Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSN EN 1996-3 - Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí
ČSN EN 206-1 : Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 998-2 Specifikace malt pro zdivo - Část 2: Malty pro zdění
ČSN EN 1015-11 Zkušební metody malt pro zdivo - Část 11: Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku
ČSN EN 1052-1 Zkušební metody pro zdivo - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku
ČSN EN 1052-2 Zkušební metody pro zdivo - Část 2: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu
ČSN EN 1052-3 Zkušební metody pro zdivo - Část 3: Stanovení počáteční pevnosti ve smyku
ČSN EN 1052-4 Zkušební metody pro zdivo - Část 4: Stanovení pevnosti ve smyku zdiva s hydroizolací
ČSN EN 1052-5 Zkušební metody pro zdivo - Část 5: Stanovení přídržnosti malty v ložné spáře v tahu za ohybu
ČSN EN 1926 Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v tlaku
ČSN EN 10025-2 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
ČSN EN 12504-2 Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 2: Nedestruktivní zkoušení - Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem
ČSN EN 12504-4 Zkoušení betonu - Část 4: Stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu
ČSN EN 15528 Železniční aplikace - Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidla ČSN EN ISO 6892-1 Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty ČSN EN ISO 13918 Svařování - Svorníky a keramické kroužky pro obloukové přivařování svorníků
ČSN EN ISO 15630-1 Ocel pro výztuž a předpínání do betonu - Zkušební metody - Část 1: Tyče, válcovaný drát a drát pro výztuž do betonu
ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí. Hodnocení existujících konstrukcí
MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky (2005)
TP 224 Ověřování existujících betonových mostů pozemních komunikací

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



USS Nosné konstrukce ze zabetonovaných válených nosníků. Normální plán (1939)
Železniční deskové mostní konstrukce se zabetonovanými ocelovými nosníky - Předběžná směrnice pro návrh a provádění (1971)
Ocelobetonové nosné konstrukce železničních mostů - Směrnice pro návrh a provádění (1981)
Další související normy a předpisy
ČSN 02 2038 Nýty - Technické dodací předpisy
ČSN 02 2301 Nýty s půlkulovou hlavou
ČSN 02 2302 Přesné nýty s půlkulovou hlavou
ČSN 73 2603 Ocelové mostní konstrukce - Doplnující specifikace pro provádění, kontrolu kvality a prohlídky
ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů
ČSN EN 771-2 Specifikace zdicích prvků - Část 2: Vápenopískové zdicí prvky
ČSN EN 771-3 Specifikace zdicích prvků - Část 3: Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem
ČSN EN 771-4 Specifikace zdicích prvků - Část 4: Pórobetonové tvárnice
ČSN EN 771-5 Specifikace zdicích prvků - Část 5: Zdicí prvky z umělého kamene
ČSN EN 771-6 Specifikace zdicích prvků - Část 6: Zdicí prvky z přírodního kamene
ČSN EN 1090-1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců
ČSN EN 10025-3 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 3: Technické dodací podmínky pro normalizačně žíhané/ normalizačně válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli
ČSN EN 10025-4 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 4: Technické dodací podmínky pro termomechanicky válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli
ČSN EN 10025-5 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 5: Technické dodací podmínky na konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi
ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN EN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí
ČSN EN ISO 4014 Spojovací součásti. Šrouby se šestihrannou hlavou. Výrobní třída A a B
ČSN EN ISO 4016 Spojovací součásti. Šrouby se šestihrannou hlavou. Výrobní třída C
ČSN EN ISO 4032 Spojovací součásti. Šestihranné matice, typ 1. Výrobní třída A a B
ČSN EN ISO 4034 Spojovací součásti. Šestihranné matice. Výrobní třída C
ČSN EN ISO 5817 Svařování - Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (mimo elektronového a laserového svařování) - Určování stupňů jakosti
ČSN EN ISO 11666 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Stupně přípustnosti
ČSN EN ISO 17635 Nedestruktivní zkoušení svarů - Všeobecná pravidla pro kovové materiály
ČSN EN ISO 17640 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Techniky, třídy zkoušení a hodnocení
Metodický pokyn SŽDC – Určování zatížitelnosti železničních mostních objektů.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1.6.2 Použitá literatura

- [1] Novák J. – Hořejší J.: Statika stavebních konstrukcí, SNTL Praha, 1973
- [2] Hořejší J. – Šafka J.: Statické tabulky, SNTL Praha, 1988
- [3] Vítek J.: Mostní stavby, SNTL Praha, 1989
- [4] Kolektiv autorů: Silniční a mostní stavby – texty, Sekurkon Praha, 1996
- [5] Studnička J: Ocelové konstrukce 10, ČVUT Praha, 2000
- [6] Wald F.: Ocelové konstrukce – Tabulky, ČVUT Praha, 2000
- [7] Rotter, Studnička: Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty, ČVUT Praha
- [8] Ryjáček a kol.: Pokročilé metody posuzování existujících ocelových mostů na účinky zatížení větrem, brzdných a rozjezdových sil, ČVUT Praha

1.6.3 Vzorové listy

- MVL 120 - Vzorový statický výpočet plnostěnné ocelové konstrukce s horní mostovkou a kolejovým ložem
- MVL 121 - Vzorový statický výpočet plnostěnné ocelové konstrukce s dolní mostovkou a mostnicemi
- MVL 122 - Vzorový statický výpočet plnostěnné ocelové konstrukce s dolní mostovkou a kolejovým ložem
- MVL 123 - Vzorový statický výpočet příhradové ocelové konstrukce s dolní mostovkou a kolejovým ložem
- MVL 124 - Vzorový statický výpočet ocelobetonové konstrukce spřažené, s horní mostovkou, s plnostěnnými nosníky
- MVL 130 - Vzorový statický přepočet a výpočet zatížitelnosti ocelové konstrukce plnostěnného mostu s dolní prvkovou mostovkou
- MVL 131 - Vzorový statický přepočet hlavního nosníka příhradového mosta a stanovení jeho zatížitelnosti
- MVL 132 - Vzorový statický přepočet a výpočet zatížitelnosti komorové ocelové konstrukce s přímým uložením koleje
- MVL 701 - Pružné uložení koleje na mostech s mostnicemi

1.7 Podklady

1.7.1 Existující dokumentace

Zpracovateli přepočtu byla poskytnuta následující dokumentace:

- archivní dokumentace ocelové nosné konstrukce - prováděcí projekt (1963)
- archivní dokumentace – projekt opravy z roku (1984)
- diagnostický průzkum mostu (2017)
- protokol o podrobné prohlídce SŽDC (2017)
- statická a dynamická ověřovací zkouška mostu (2018)
- fotodokumentace

1.7.2 Geodetická dokumentace

Pro účely přepočtu bylo provedeno geodetické zaměření konstrukce. Byly zaměřeny vnější rozměry nosné konstrukce K01 a osa koleje. Zaměření bylo provedeno ve čtyřech příčných řezech a to v místě podpor.



1.7.3 Výsledky diagnostiky

Byl proveden speciální diagnostický průzkum mostu, jehož výsledkem je zpráva o provedení diagnostického a korozního průzkumu. Zodpovědným řešitelem byl doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D., řešitelem diagnostiky objektu byl Ing. Jan Vůjtek a kol. Předmětem diagnostického průzkumu bylo zjistit stav nosné konstrukce s ohledem na provedení přepočtu zatížitelnosti nosné konstrukce mostu. Průzkum byl zaměřen na nosnou konstrukci mostu, zjištění materiálových parametrů oceli, dále pak na zjištění oslabení prvků NOK korozi.

Po zhodnocení hodnot pevnostních parametrů oceli zjištěných na základě zkoušek se doporučuje použití směrných mezí kluzu z MPUZ a doporučených součinitelů materiálu. Redukce součinitele materiálu s ohledem na zbytkovou životnost se nedoporučuje, právě s ohledem na zjištěnou variabilitu. Závěrem lze z měření konstatovat, že ocel odpovídá parametry tehdejších předpisům, přičemž má proměnlivé parametry. Doporučuje se tedy použít meze kluzu stanovené v MPUZ.

Diagnostikou byla dále zjištěna míra korozivního oslabení. Hlavní nosníky jsou z velké části korozně neoslabené. Na většině povrchu nosníků je stále PKO, nicméně místně se začíná objevovat povrchová koroze. Ta ovšem neoslabuje základní průřez. Typickým poškozením je vznik lokálního ložiska koroze na horní ploše dolní pásnice od vody odkapávající z trhliny v betonové desce. Tato lokální ložiska mají obvykle rozměry kolem 10x10 cm a hloubku korozních důlků 1-3 mm.

Další místem s poškozením u mostu jsou svislé výztuhy nad pilíři. V místě uložení ložiska je svislá výztuha zesílena kolmým plechem. Ten tvoří dohromady s výztuhami uzavřený prostor, v němž se hromadí nečistoty. Tyto nečistoty zabraňují odtoku vody. Vnitřní strany prostoru jsou silně zkorodované důlkovou korozi hloubky až 5 mm. Koroze z tohoto místa rovněž pokračuje vzhůru.

Pod dilatačními spárami uvnitř nosné konstrukce dochází k občasnému průtoku vody a vzniku koroze na ploše horní pásnice hlavního nosníku a na svislé výztuze nad ložiskem. Na většině míst se jedná pouze o povrchovou korozi s max. úbytkem 1 mm. Nad P01 u K02 dosahuje korozní poškození až 5 mm.

Ke korozi dochází rovněž podél horní hrany hlavního nosníku na styku s betonem. U trhliny v betonové desce se šíří povrchová koroze podél hrany oc. nosníku. V některých místech přechází povrchová koroze do důlkové s hloubkou 1-2 mm.

U příčných ztužidel se nevyskytuje závažné poškození korozi. Pouze dochází k odlupování PKO a na spodních pásnicích prostupuje koroze. Pouze u příčníku 1 na K02 došlo ke vzniku korozního oslabení kolem montážního styku, hloubka důlků až 3 mm.

Závěrem je, že v globálním měřítku není konstrukce korozi téměř zasažena. Vyskytují se lokální ložiska důlkové koroze, ta však zatím nemají na oslabení nosných prvků vliv. PKO na konstrukci je nicméně ve špatném stavu a pravděpodobně na hraně životnosti.

Více než korozní oslabení ohrožují spolehlivost mostu praskající šrouby v montážních stycích, jejichž příčinou je pravděpodobně nekázeň při provádění

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



spojů, a špatný stav betonové desky mostovky. Další degradace mostovky, zejména v oblastech nad pilíři, kde je deska dilatována, navíc povede k další progresi koroze. Most je v současném stavu plně staticky funkční, nicméně pro zachování této funkčnosti by mělo dojít k obnově PKO a obnově hydroizolace spojené se sanací železobetonové desky.

1.7.4 Výsledky prohlídek

Klasifikace stavu dle předpisu SŽDC S5:

nosná konstrukce **K 3**

spodní stavba **S 2**

1.7.5 Zvláštní požadavky zadavatele

Zadavatel požaduje ověření přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě D4 s přidruženou rychlostí 75 km/h.

Zadavatel dále požaduje posouzení stěny hlavního nosníku na poškození křehkým lomem dle ČSN EN 1993-1-10.

1.8 Identifikace autora

autor: Ing. Zdeněk Lakmayer

firma: Ing. Ivan Šír
Projektování dopravních staveb a.s.
Haškova 1714/3
Hradec Králové
500 02

kontrolující statik: Ing. Jan Fiala
- autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

Podpisy a razítka jsou uvedeny na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

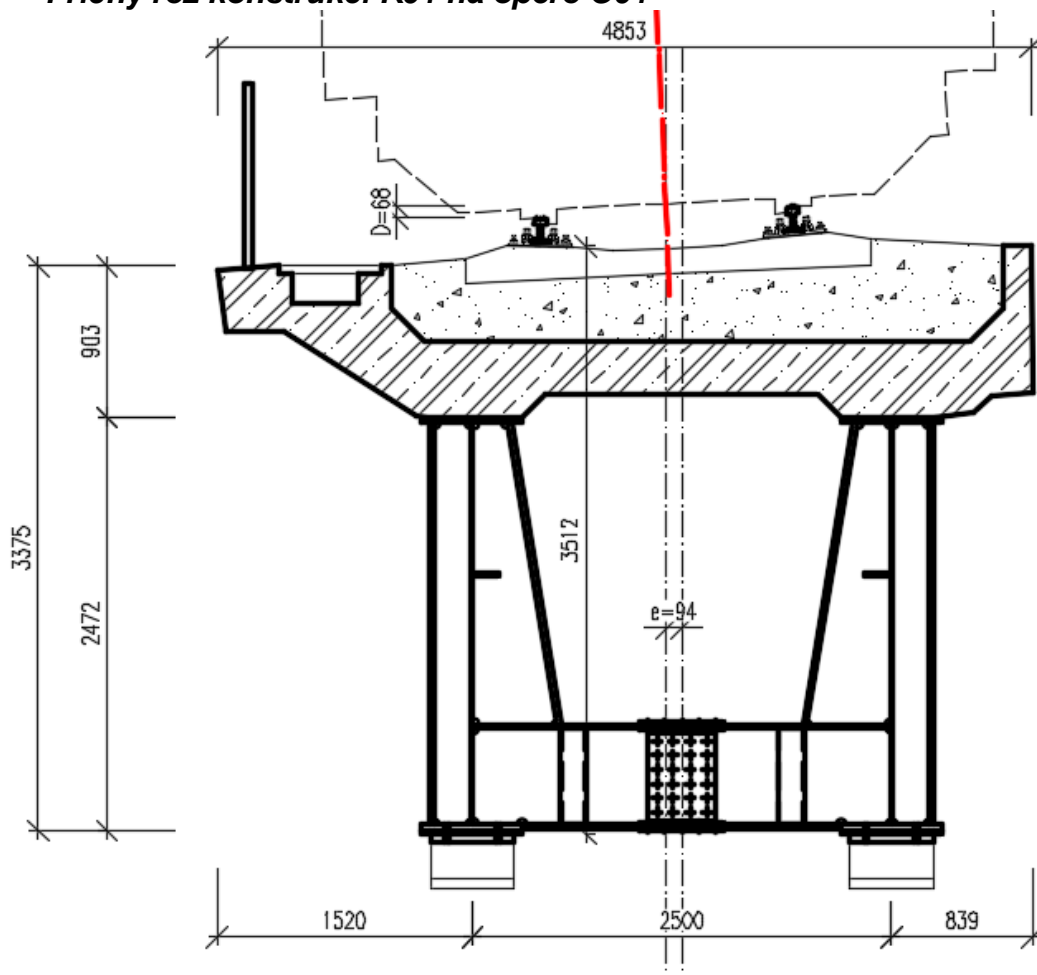
trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



2 GRAFICKÉ PŘÍLOHY

Příčný řez konstrukcí K01 na opěře O01



Přepočet zatížitelnosti

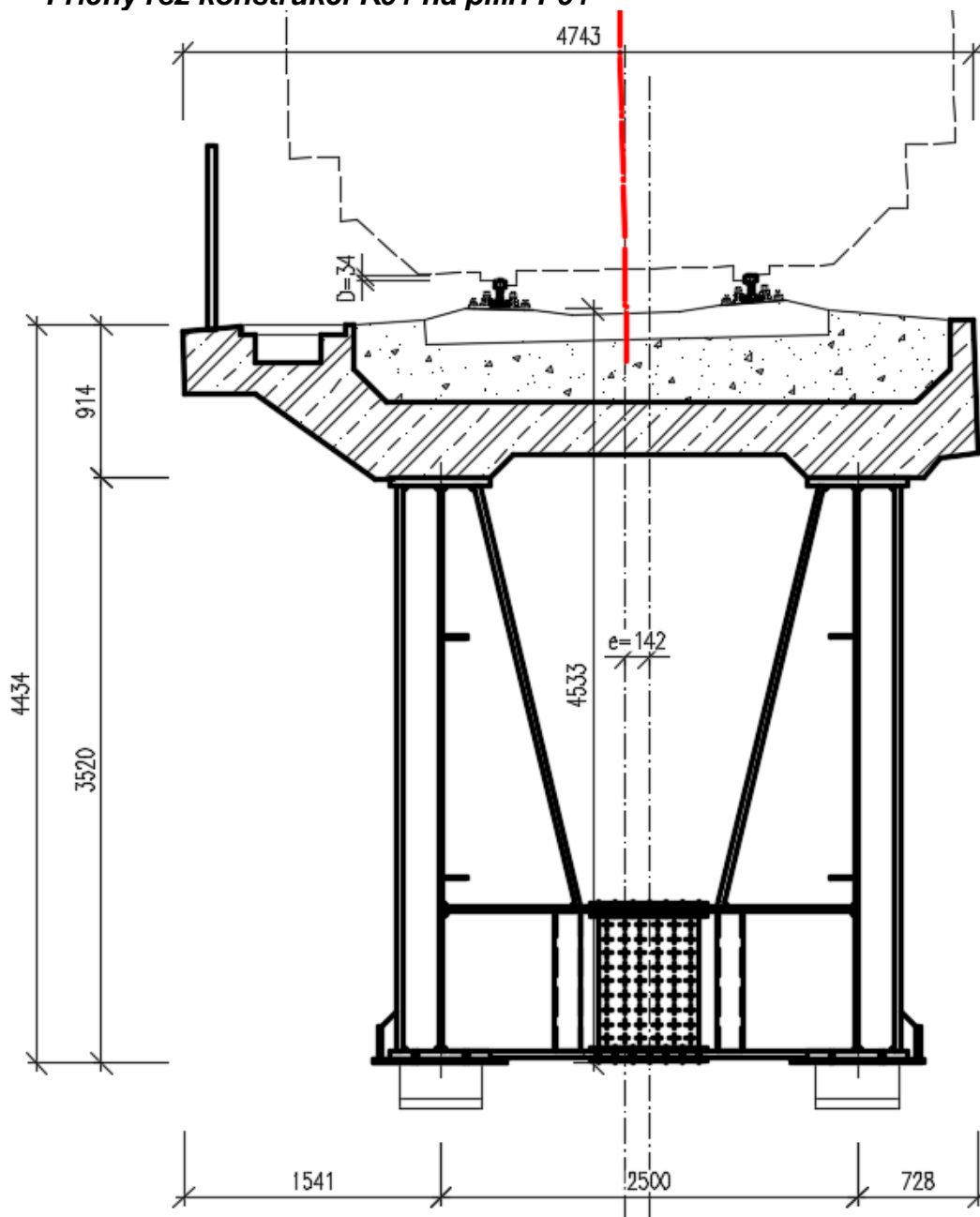
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příčný řez konstrukcí K01 na pilíři P01



Přepočet zatížitelnosti

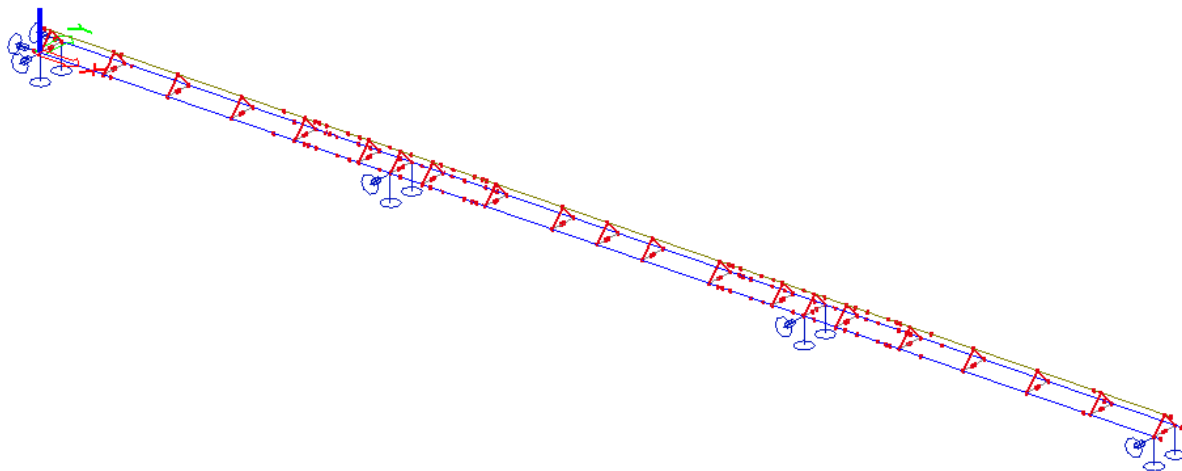
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

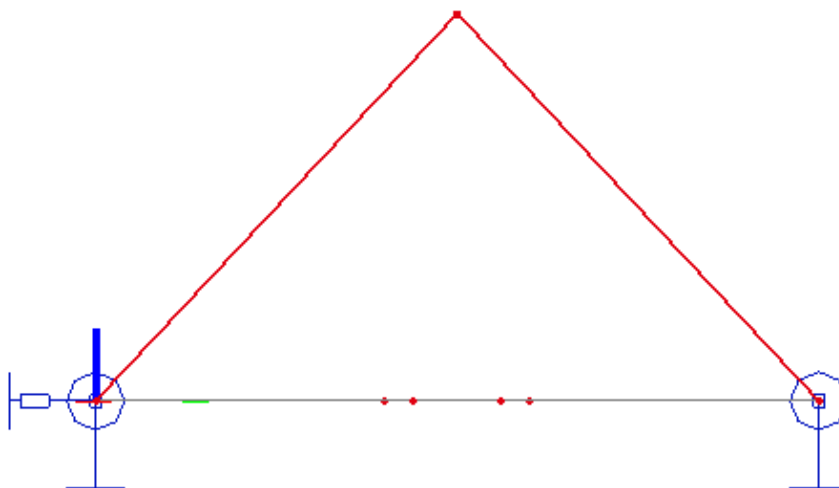
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



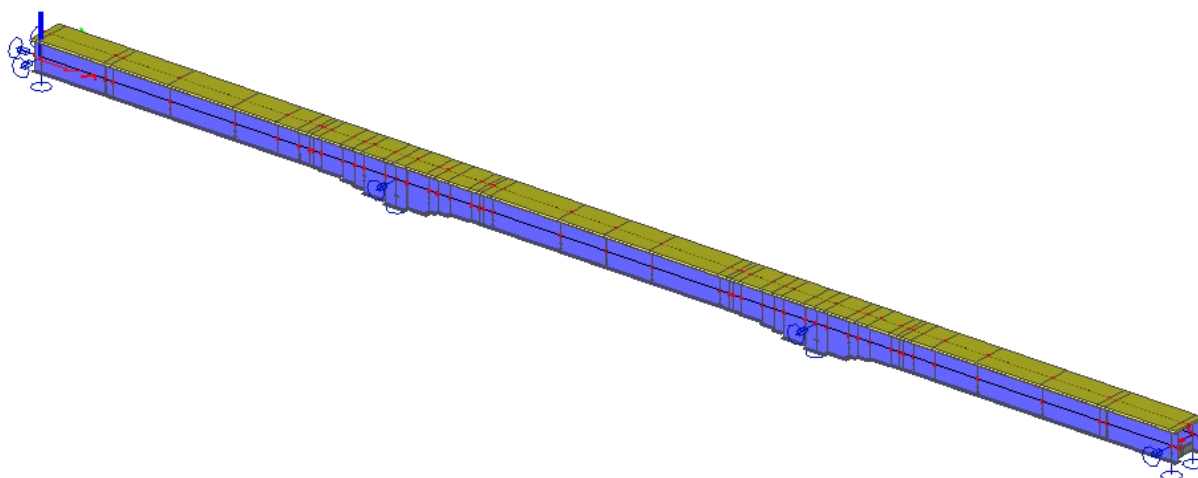
Model konstrukce K01



model včetně prutu modelujícího desku



příčný řez modelem



render modelu

Přepočet zatížitelnosti

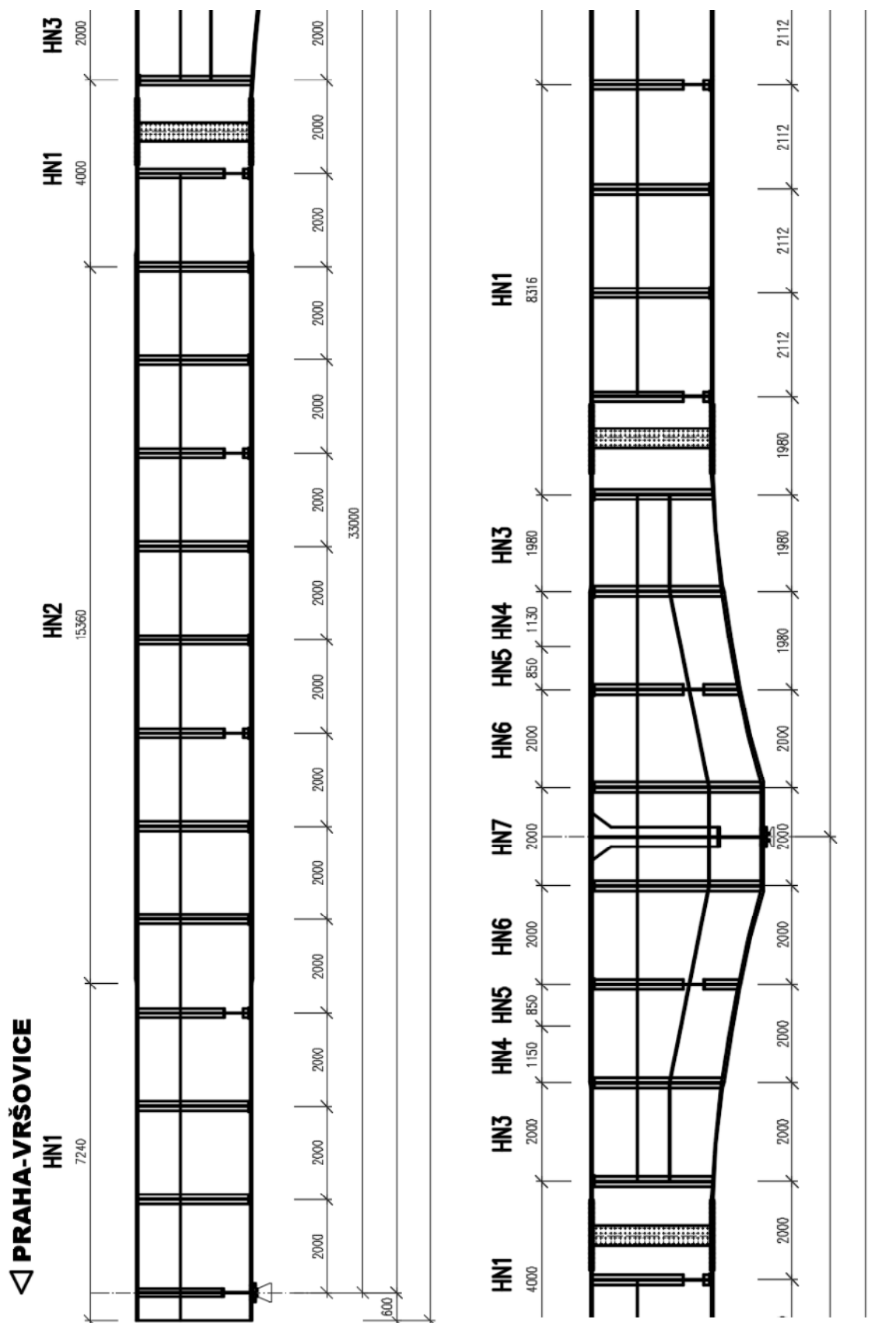
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

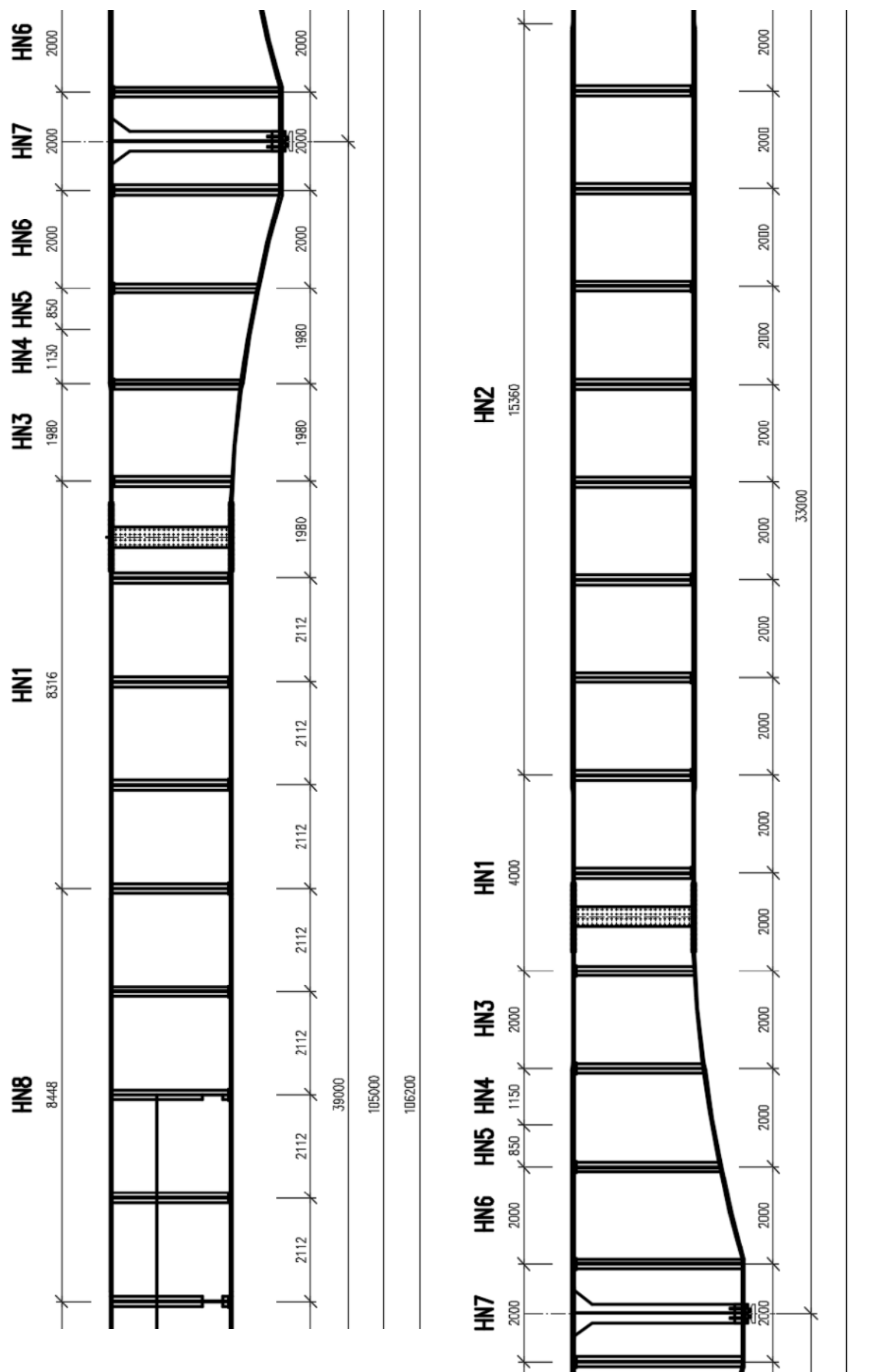
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozdělení materiálu hlavního nosníku K01

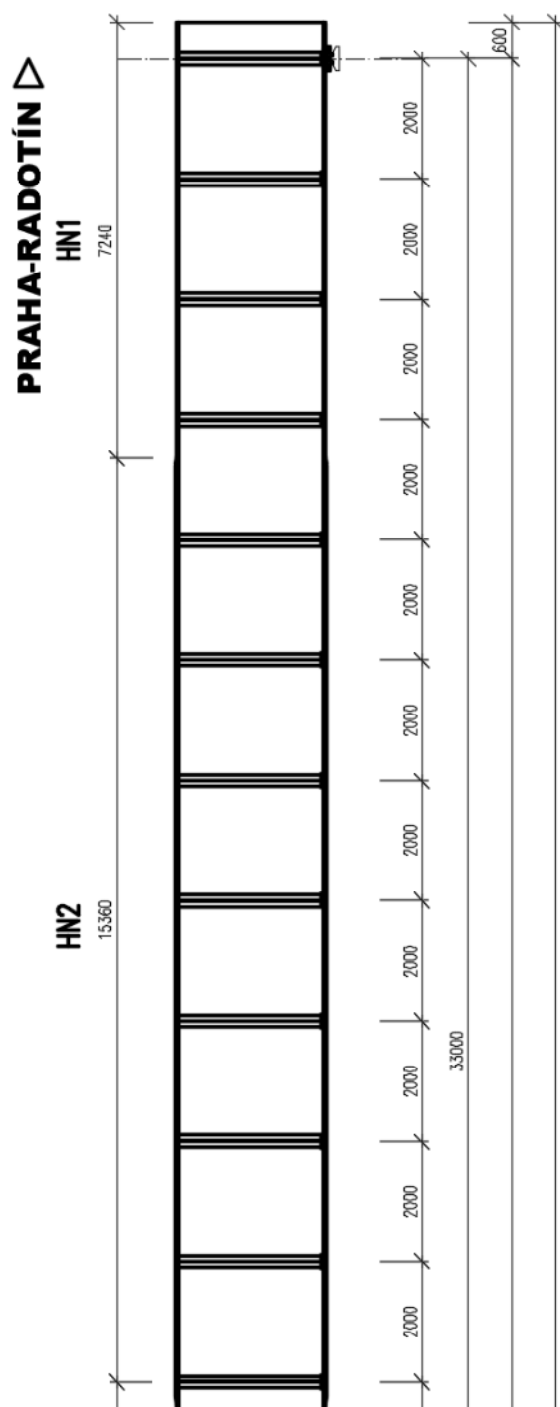


Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512
trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512
trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Přepočet zatížitelnosti

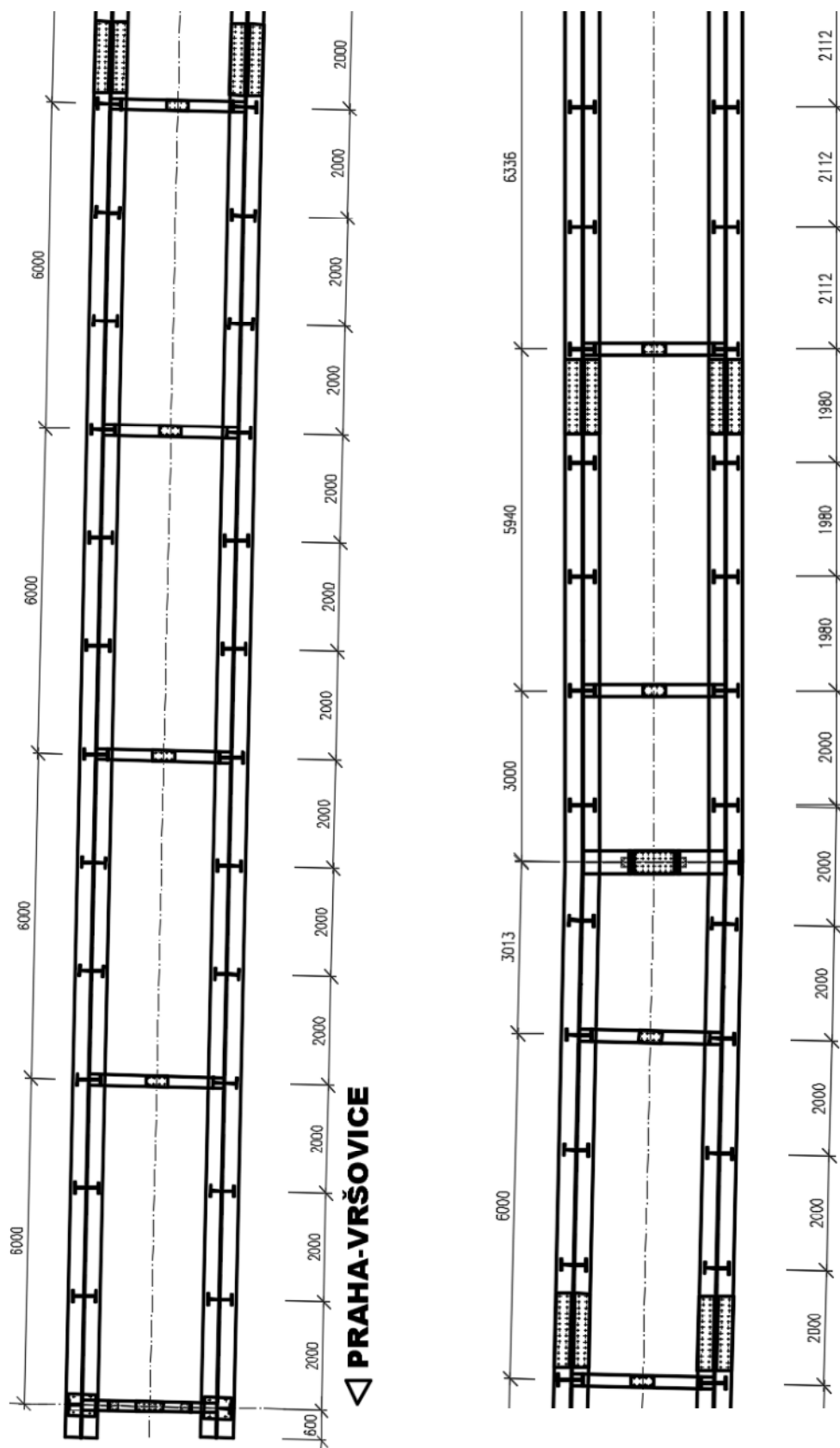
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Půdorysné schéma K01

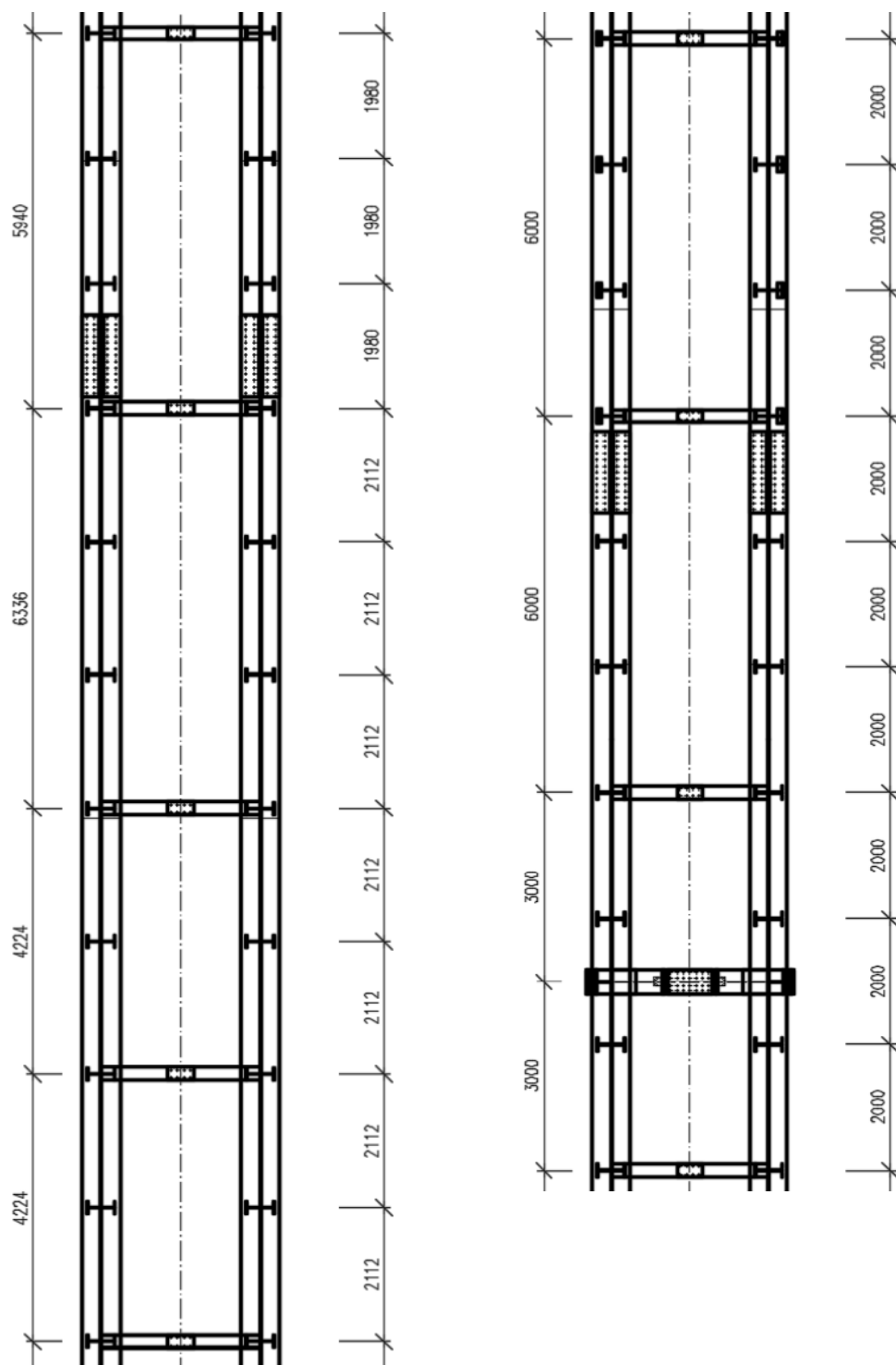


Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Wypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

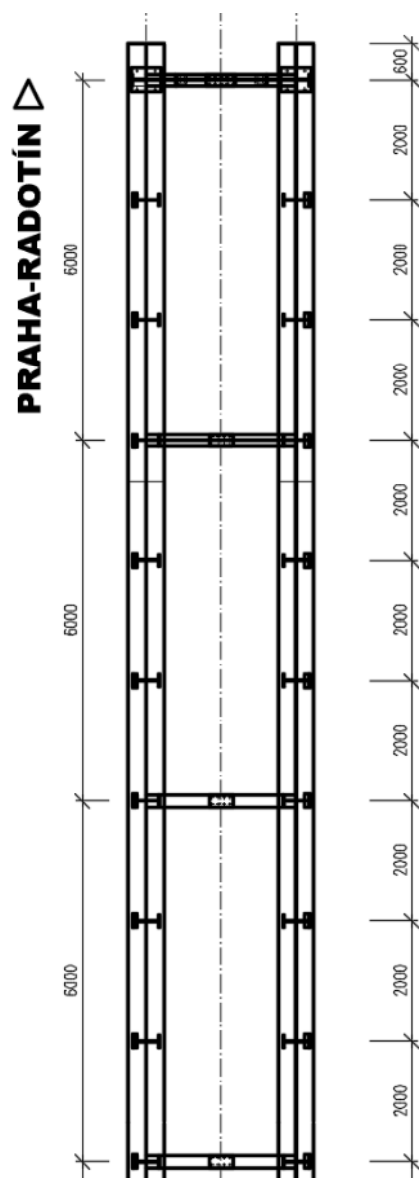


Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3 ZATÍŽENÍ

3.1 Stálé

Dílčí součinitele účinků stálého zatížení γ_G					
Prvky nebo části mladší než 30 let		Prvky nebo části starší než 30 let			
Ocelové a prefabrikované betonové prvky	Prvky z ostatních materiálů	Ocelové a prefabrikované betonové prvky		Prvky z ostatních materiálů	
		Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly	Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly
1,25	1,30	1,20	1,25	1,25	1,30

3.1.1 Vlastní tíha LC1

Vlastní tíha ocelové konstrukce byla automaticky generována programem SCIA ENGINEER dle použitých průřezů.

3.1.2 Ostatní stálé (nahodilé dlouhodobé) LC2

Liniové rovnoměrné zatížení		g_k	g_s	g_d	
Kolejové lože včetně železničních kolejnic s upevňovacími a betonovými prahy	(20 + 2,5) kN x 0,55 m	12,38	1,25	15,48	kNm ⁻¹

Zábradlí

Liniové rovnoměrné zatížení		g_k	g_s	g_d	
Zábradlí městského typu pouze vlevo	50 kg/m	0,50	1,25	0,63	kNm ⁻¹

Železobetonová deska

Zatížení bylo stanoveno ze skutečného obrysu železobetonové konstrukce, zjištěného z geodetického zaměření. Tloušťka desky je skrytá, není možno ji přímo změřit. Její tloušťka byla odvozena z tloušťky kolejového lože. Tloušťka kolejového lože pod prahcem byla zvolena 350 mm. Tloušťka desky z tohoto důvodu vychází proměnná (258 až 317 mm). V žádném místě není deska uvažována tenčí než 200 mm deklarovaných archivní technickou zprávou. Jedná se o předpoklad na stranu bezpečnou.

řez	Alevý	Apravý	Acelkem
P1	1,09	0,89	1,98
P2	1,14	0,83	1,97
P3	1,16	0,77	1,93
P4	1,03	0,72	1,75

tabulka plochy příčného řezu betonové desky

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		aritm. průměry			
pole č.	mezi řezy	Alevý	Apravý	g.levý	g.pravý
		m2	m2	kN/m	kN/m
1	P1-P2	1,12	0,86	27,9	21,5
2	P2-P3	1,15	0,80	28,8	20,0
3	P3-P4	1,10	0,75	27,4	18,6

tabulka výpočtu charakteristického zatížení v jednotlivých polích

Liniové rovnoměrné zatížení		g_k	g_s	g_d	
Deska v úseku O01 – P01	vlevo	27,9	1,25	34,8	kN
Deska v úseku O01 – P01	vpravo	21,5	1,25	26,9	kN
Deska v úseku P01 – P02	vlevo	28,8	1,25	35,9	kN
Deska v úseku P01 – P02	vpravo	20,0	1,25	25,0	kN
Deska v úseku P02 – P03	vlevo	27,4	1,25	34,2	kN
Deska v úseku P02 – P03	vpravo	18,6	1,25	23,3	kN

Revizní lávka

Dle archivní dokumentace a ověření na místě byla uvažována revizní lávka následujících parametrů:

Nosníky 2xU160

madlo 1x L60x6

sloupky L60x6 dl. 1200 mm po 3000 mm

techna rošty 30x2 šířky 800 mm (20 kg/m²)

hmotnost lávky

pravá polovina (se zábradlím): nosník + rošt + sloupky + madlo:

$$m = 18,8 + 8,0 + 2,21 + 5,42 = 34,43 \text{ kg/m}$$

zatížení na běžné příčné ztužidlo je $34,43 \times 6,0 = 207 \text{ kg} \rightarrow G = 2,07 \text{ kN}$

levá polovina (bez zábradlí): nosník + rošt:

$$m = 18,8 + 8,0 = 26,8 \text{ kg/m}$$

zatížení na běžné příčné ztužidlo je $26,8 \times 6,0 = 161 \text{ kg} \rightarrow G = 1,61 \text{ kN}$

3.2 Nahodilé krátkodobé

3.2.1 Rozjezdové a brzdné síly LC3

přičiňující délka: $L_{a,b} = 33 + 39 + 33 + 0,6 = 105,6 \text{ m}$

excentricita síly vzhledem k těžišti $e = 2,43 \text{ m}$

Rozjezdová síla

$$L_t = 105,6 \text{ m} \quad \text{dilatační délka}$$

$$q_{lak} = 33 \text{ kN/m koleje} \quad \text{charakteristické zatížení rozjezdovou silou}$$

$$a = 1,00 \quad \text{klasifikační součinitel}$$

$$q_{la,LM,k} = 33 \text{ kN/m koleje} \quad \text{charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka}$$

$$x = 2,43 \text{ m} \quad \text{výška působíště nad vztahnou rovinou}$$

$$m_{la,LM,k} = 80,19 \text{ kNm/m koleje} \quad \text{momentová složka}$$

$$L_{la,LM} = 30,303 \text{ m} \quad \text{maximální délka zatížení}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Brzdná síla

$q_{lbk} =$	20 kN/m koleje	charakteristické zatížení brzdou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{lb,LM,k} =$	20 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	2,43 m	výška působíště nad vztážnou rovinou
$m_{lb,LM,k} =$	48,6 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{lb,LM} =$	300 m	maximální délka zatížení

$g_{Qab} = 1,30$ (dle 4.3.13 metodického pokynu)

3.2.2 Zatížení bočními rázy LC4

Boční ráz

Zatížení působí jako osamělá síla, působící vodorovně v úrovni temene kolejnice kolmo na osu koleje

$Q_{sk} =$	100 kN	charakteristická hodnota bočního rázu
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$Q_{nt} =$	100 kN	charakteristická klasifikovaná hodnota bočního rázu

Zatížení bočním rázem se rozdělí na tři kolejnicové podpory podle 4.3.10 metodického pokynu (podle obr. 6.4 v ČSN EN 1991-2). Vzdálenost sil je uvažována **533 mm**. Zároveň se předpokládá rozdělení do dvou hlavních nosníků.

$$\begin{aligned}Q_{sk} &= 100 \text{ kN} \\Q_{sk} / 4 &= 100 / 4 = 25 \text{ kN} \\Q_{sk} / 8 &= 100 / 8 = 12,5 \text{ kN}\end{aligned}$$

$g_{Qs} = 1,30$ (dle 4.3.13 metodického pokynu)

		Q_{sk}	g_{Qs}	Q_{sd}	
Boční ráz dle MP		100	1,30	130,0	kNm ⁻¹

Schéma zatížení viz příloha P2 - *Strojový výpočet*.

Předpokládá se, že boční ráz se rozdělí do dvojice soustav svislých a vodorovných sil

$Q_{nt,h} =$	50 kN	vodorovná složka
$s =$	2,50 m	osová vzdálenost podporových prvků
$x =$	2,43 m	výška působíště nad vztážnou rovinou
$Q_{nt,v} =$	48,60 kN	svislá složka (v obou směrech)

$$\begin{aligned}Q_{nt,v} / 2 &= 48,6 / 2 = 24,3 \text{ kN} \\Q_{nt,v} / 4 &= 48,6 / 4 = 12,2 \text{ kN}\end{aligned}$$

3.2.3 Zatížení větrem LC5

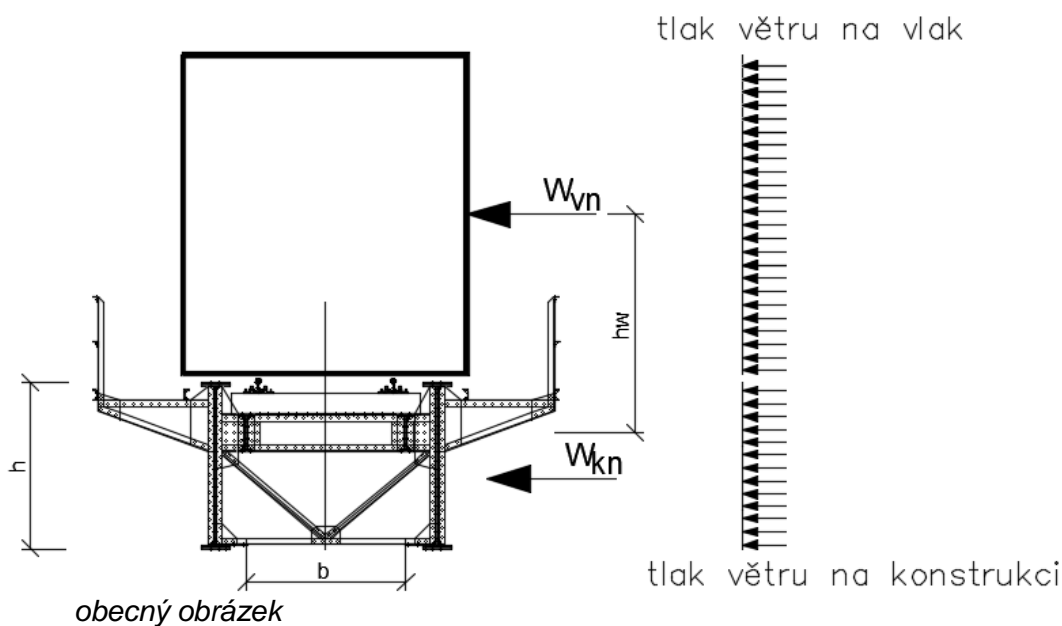
Schéma zatížení větrem

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Návětrná plocha konstrukce

$$A = 277,4 \text{ m}^2$$

Návětrná plocha konstrukce na metr

$$h_{\text{prům}} = 277,4 / 106,2 = 2,61 \text{ m}$$

Vzdálenost hlavních nosníků

$$b = 2,50 \text{ m}$$

Vzdálenost působistě zatížení větru

$$h_w = 2,43 + 2 = 4,43 \text{ m}$$

na vlak od těžiště hlavních nosníků

na konstrukci mostu

Vítr na nosnou konstrukci - příčný

$$v_b = 22,5 \text{ m/s}$$

základní rychlost větru

$$r = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

měrná hmotnost vzduchu

$$b = 4,85 \text{ m}$$

šířka (hloubka) konstrukce ve směru větru

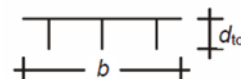
$$d_{\text{tot}} = 2,612 \text{ m}$$

výška konstrukce

$$z_e = 6,72 \text{ m}$$

výška nad terénem

$$b/d_{\text{tot}} = 1,858$$



kat.terénu	3	[-]
v_b	22,5	[m/s]
q_b	0,316	kN/m ²
$q_p(h)$	0,461	kN/m ²
$c_e(h)$	1,458	[-]
A	0,0	[m ²]
h	6,7	[m]
d	4,9	[m]
b	106,2	[m]

$$b/d_{\text{tot}} < 5$$

$c_{fx,0}$ je získáno z lineární části grafu $y = -0,3 x + 2,5$ (obr. 8.3 ČSN EN 1991-1-4 – součinitel síly pro mosty)

$$c_{fx,0} = -0,3 \cdot b/d_{\text{tot}} + 2,5$$

$$c_{fx,0} = -0,3 \cdot 1,858 + 2,5$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



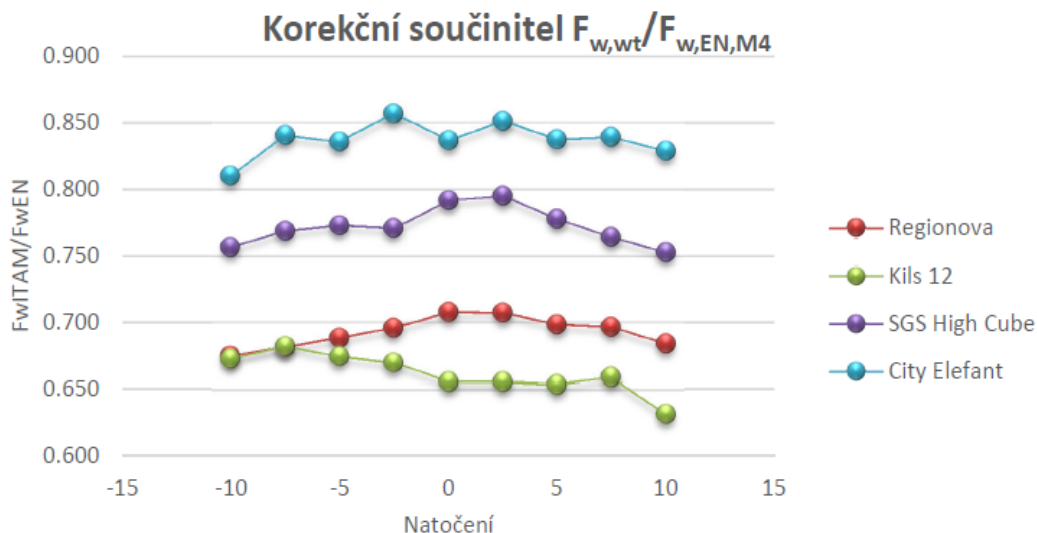
$$C_{fx,0} = 1,943$$

$$C = c_e(z) \cdot C_{fx,0}$$

$$C = 1,458 \cdot 1,943$$

$$C = 2,83$$

Součinitel zatížení větrem byl redukován korekčním součinitelem dle poznatků uvedených v [8] v tab. 6.22.



Jedná se o trať s pouze nákladním provozem, předpokládá se provoz vozidel odpovídajícím typu SGS High Cube. Byl uvažován korekční součinitel pro natočení 0° , a sice $F_{w,wt}/F_{w,EN,M4} = 0,79$.

$$C \cdot F_{w,wt}/F_{w,EN,M4} = 2,83 \cdot 0,79 = 2,24$$

Pro celou konstrukci

$$l = 106,2 \text{ m}$$

délka konstrukce

$$A_{ref,x} = 277,4 \text{ m}^2$$

referenční plocha

$$F_w = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C A_{ref,x} = 196,6 \text{ kN} \quad \text{celková síla od větru na most}$$

$$f_{w,l} = 1,85 \text{ kN/m} \quad \text{rovnoměrné zatížení na jednotku délky}$$

- vodorovnými účinky zatížen hlavní nosník
- svislé účinky zanedbány

na plochu pohyblivého zatížení

Vítr na pás pohyblivého zatížení

$$v_b = 22,5 \text{ m/s} \quad \text{základní rychlost větru}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad \text{měrná hmotnost vzduchu}$$

$$b = 4,85 \text{ m} \quad \text{šířka (hloubka) konstrukce ve směru větru}$$

$$d_{tot} = 4 \text{ m} \quad \text{výška pásu pohyblivého zatížení - 4,0m pro železniční most}$$

$$z_e = 8,72 \text{ m} \quad \text{výška nad terénem}$$

$$b/d_{tot} = 1,21$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



kat.terénu	3	[-]
v_b	22,5	[m/s]
q_b	0,316	kN/m ²
$q_p(h)$	0,513	kN/m ²
$c_e(h)$	1,621	[-]
A	0,0	[m ²]
h	8,7	[m]
d	4,9	[m]
b	106,2	[m]

$$C = c_e \cdot c_{fx,0}$$

$$b/d_{tot} < 5$$

$c_{fx,0}$ bude získáno z lineární části grafu $y = -0,3x + 2,5$ (obr. 8.3 ČSN EN 1991-1-4 – součinitel síly pro mosty)

$$c_{fx,0} = -0,3 \cdot b/d_{tot} + 2,5$$

$$c_{fx,0} = -0,3 \cdot 4,85 / 4 + 2,5$$

$$c_{fx,0} = 2,14$$

$$C = c_e(z) \cdot c_{fx,0}$$

$$C = 1,621 \cdot 2,14$$

$$C = 3,47$$

Součinitel zatížení větrem byl redukován korekčním součinitelem dle poznatků uvedených v [8] v tab. 6.22. Jedná se o trať s pouze nákladním provozem, předpokládá se provoz vozidel odpovídajícím typu SGS High Cube. Byl uvažován korekční součinitel pro natočení 0°, a sice $F_{w,wt}/F_{w,EN,M4} = 0,79$.

$$C \cdot F_{w,wt}/F_{w,EN,M4} = 3,47 \cdot 0,79 = 2,74$$

Pro celý pás

$$l = 106,2 \text{ m}$$

délka konstrukce

$$A_{ref,x} = 424,8 \text{ m}^2$$

referenční plocha

$$F_w = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C A_{ref,x} = \mathbf{368,5 \text{ kN}}$$
 celková síla od větru na vozidla

$$f_{w,l,h} = \mathbf{3,47 \text{ kN/m}}$$
 rovnoměrné zatížení na jednotku délky - vodorovné

Roznos na 2 nosníky

$$s = 2,5 \text{ m}$$

osová vzdálenost podporových prvků

$$x = 4,43 \text{ m}$$

výška působiště nad vztažnou rovinou

$$f_{w,l,v} = \mathbf{6,15 \text{ kN/m}}$$

rovnoměrné zatížení na jednotku délky - svislé

$$g_0 = 1,35 \text{ pro prvky starší než 30 let (dle 4.3.30 metodického pokynu)}$$

Schéma zatížení viz příloha P2 - *Strojový výpočet*.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

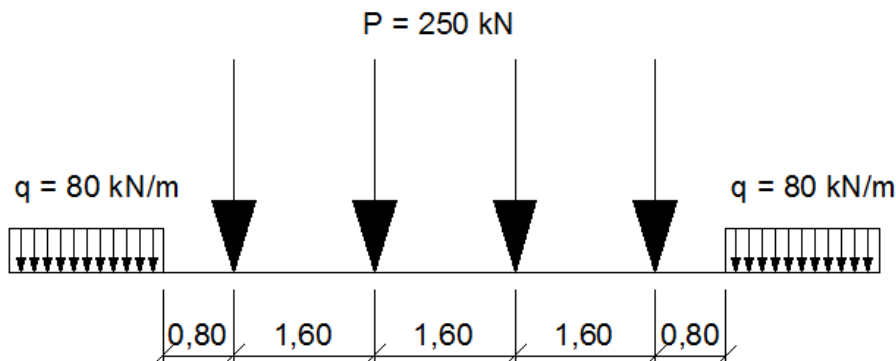
trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.2.4 Zatížení železniční dopravou – Model zatížení 71

Zatížení dle 6.3.2 ČSN EN 1991-2



$g_{Q,LM71} = 1,30$ (dle 4.3.13 metodického pokynu)

3.2.4.1 Stanovení dynamických součinitelů

Dynamické součinitele byly stanoveny dle odst. 6.4.5.2 v ČSN EN 1991-2 pro standardně udržovanou kolej (F_3).

$$L_m = 1/3 \times (33 + 39 + 33)$$

$$L_m = 35 \text{ m}$$

$$L_f = k \times 35 L_m$$

$$L_f = 1,3 \times 35$$

$$L_f = 45,5 \text{ m} > L_2 = 39 \text{ m}$$

Dynamický součinitel

Kvalita jízdní dráhy standardně udržovaná kolej

dyn.souč. f_3

Hlavní nosník - spojitý nosník o n polích

k x průměrné rozpětí L_m

Náhradní délka $L_f =$ 45,5 m

$1,3 \times 1/3 \times (33 + 39 + 33)$

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 1,06$$

$> f_{\min} = 1,05$

$< f_{\max} = 2,0$

$f = 1,06$

• Hlavní nosník

Náhradní délka $L_F = 45,5 \text{ m}$ β $d = 1,06$

3.2.4.2 Postavení LM71 na nosné konstrukci

Zatížení byla vložena na nosníky v kroku 1 m. Bylo uvažováno s roznášením zatížení kolejovým ložem. Nosníky byly zatíženy rovnoměrným spojitým zatížením následující velikosti:

$$q = 4 Q / l_q$$

$$q = 4 \cdot 250 / 6,4$$

$$q = 156,25 \text{ kN/m}$$

$$q / 2 = 156,25 / 2 = 78,125 \text{ kN/m}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Na zbývající části nosníků bylo uvažováno rovnoměrné spojitě zatížení $q = 80 / 2 = 40 \text{ kN/m}$.

3.2.5 Zatížení revizní lávky – LC6

Šířka lávky je uvažována 800 mm. Zatížení je uvažováno $5,0 \text{ kN/m}^2$. Délka pole lávky je 6,0 m. Reakce lávky, kterou je zatížena dolní příčel, je tedy $5 \times 0,8 \times 6,0 / 2 = 12 \text{ kN}$.

3.2.6 Vliv odstředivých sil – LC7

Kolej na mostě se nachází částečně v přechodnici, částečně v přímé. Vliv odstředivých sil je uvažován v prvním poli mostu. Poloměr oskulační kružnice změřený na začátku mostu v místě největší křivosti je přibližně 630 m. Poloměr oskulační kružnice nad pilířem P01 (na konci prvního pole) je přibližně 11 000 m, vliv odstředivých sil ve druhém a třetím poli je zanedbatelný a nebyl ve výpočtu uvažován.

Parametry oblouku pro účely výpočtu vlivu odstředivých sil byly uvažovány $R = 630 \text{ m}$, $D = 68 \text{ mm}$.

Charakteristická hodnota odstředivé síly

$V =$	75 km/h	maximální rychlost
$r =$	630 m	poloměr zakřivení oblouku
$f =$	1	redukční součinitel
$Q_{vk} =$	250 kN	charakteristická hodnota svislé síly
$q_{vk} =$	80 kN/m	charakteristická hodnota svislého zatížení

$$Q_{tk} = \frac{V^2}{127r} (Q_{vk} f) = 17,6 \text{ kN} \quad \text{odstředivá síla - vodorovná složka}$$

$$q_{tk} = \frac{V^2}{127r} (q_{vk} f) = 5,6 \text{ kN/m} \quad \text{odstředivé zatížení - vodorovná složka}$$

Přetížení svislou složkou odstředivých sil

Odstředivá síla se uvažuje ve výšce 1,80m spojnicí temen kolejnic

Pro 2 nosníky

$s =$	2,5 m	osová vzdálenost podporových prvků
$x =$	2,43 m	výška působíště nad vztaznou rovinou

$$Q_{tk,h} = \frac{Q_{tk} x}{s} = 17,1 \text{ kN} \quad \text{odstředivá síla - svislá složka (pouze na vnější nosník)}$$

$$q_{tk,h} = \frac{q_{tk} x}{s} = 5,5 \text{ kN/m} \quad \text{odstředivé zatížení - svislá složka (pouze vnější nosník)}$$

Hodnoty odstředivých sil s uvažováním roznášení kolejovým ložem:

vodorovná složka: $4 Q_{tk} / 6,4 = 4 \cdot 17,6 / 6,4 = 11,0 \text{ kN/m}$

svislá složka: $4 Q_{tk,h} / 6,4 = 4 \cdot 17,1 / 6,4 = 10,7 \text{ kN/m}$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

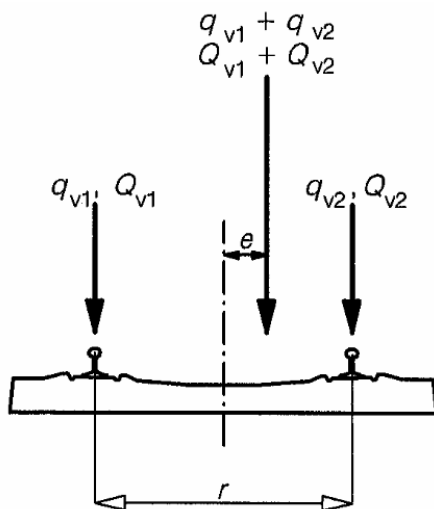
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.2.7 Vliv excentricity

Vliv excentricity svislého proměnného zatížení železniční dopravou je zohledněn zaměřením skutečné polohy koleje na mostním objektu. Současně se uvažuje i excentricita svislého proměnného zatížení v důsledku nerovnoměrnosti kolových sil podle 6.3.5 v krajní poloze dle 6.8.1 v ČSN EN 1991-2.

Kolej na mostě je vedena přibližně v ose nosné konstrukce.



$$q_{v1}, q_{v2}, Q_{v1}, Q_{v2} = (1)$$

$$q_{v1} + q_{v2}, Q_{v1} + Q_{v2} = (2)$$

$$\frac{q_{v2}}{q_{v1}}, \frac{Q_{v2}}{Q_{v1}} \leq 1,25$$

$$e \leq \frac{r}{18}$$

$$r = (3)$$

3.2.7.1 Excentricita na K01

Na začátku je excentricita osy koleje vůči ose konstrukce 94 mm vlevo, nad pilířem P01 143 mm vlevo, nad pilířem P02 130 mm vlevo a na konci 143 mm vlevo.

$e_{\text{teor}} = 1500 / 18 = 83,3 \text{ mm} < e_{\text{max}} = 143 \text{ mm}$; ve výpočtu je použita maximální teoretická excentricita, a sice $r/18$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vliv excentricity

Q	250 kN	zatížení
q	80 kN/m	
r	1500 mm	vzdálenost kolejnic
e	83,3333 mm	excentricita (max. 83,3 mm)
a1	666,6667 mm	
a2	833,3333 mm	

Teoretické hodnoty z podmínky rovnováhy momentů

Qv1	138,9 kN	qv1	44,4 kN
Qv2	111,1 kN	qv2	35,6 kN

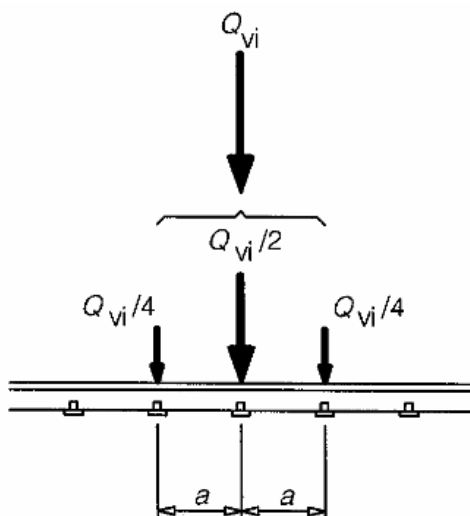
K odlehčování vlivem excentricity se nepřihlíží, proto budou použity následující hodnoty:

Qv1	138,9 kN	qv1	44,4 kN
Qv2	125,0 kN	qv2	40,0 kN
poměr	1,11	poměr	1,11

Vliv excentricity koleje vůči nosné konstrukci je do výpočtu zahrnut dodatečným součinitelem excentricity 1,11.

3.2.8 Kolová síla pro lokální účinky

Osamělé síly od dopravy lze pro lokální účinky dle metodického pokynu odst. 4.3.22 a obr. 6.4 v ČSN EN 1991-2 rozdělit na tři sousední kolejnicové podpory v poměru 0,25 : 0,5 : 0,25.



Rozdělení je uplatněno při posouzení lokálních účinků na hlavních nosnících.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE

Předpoklady výpočtu

Při výpočtu zatížitelnosti bylo postupováno dle metodického pokynu SŽDC a norem v něm odkazovaných.

Materiálové charakteristiky

Rok výroby nosné konstrukce je 1962. Zkouška materiálu byla provedena. Závěrem zkoušky materiálu bylo doporučení, aby byla pevnost oceli uvažována dle MPUZ tab. A.1. Materiál je uvažován bezpečně jako ocel 37 (S235).

K02-O-LSV	interní označení 31
K01-O-PS	interní označení 32
K01-O-LS	interní označení 33
K02-O-PS	interní označení 34
Šroub s hlavou	interní označení ŠI
Šroub s maticí	interní označení ŠII
Bet. výztuž	interní označení RI
Bet. výztuž	interní označení RII

přehled odebraných vzorků

Č. vzorku	E [GPa]	R_{eH} [N·mm ⁻²]	R_{eL} [N·mm ⁻²]	R_m [N·mm ⁻²]	A_g [%]	A [%]
31	165,6	295,7	282,7	455,0	20,5	32,8
32	138,0	286,7	278,0	426,3	16,9	26,7
33	153,8	325,3	321,0	413,3	18,9	32,1
34	153,1	259,3	251,7	340,7	23,7	40,7

Pozn.: Uvedeny jsou průměrné hodnoty ze tří měření

přehled výsledků zkoušky tahem

R_{eH} ... mez kluzu
 R_m ... mez pevnosti

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rok výroby	Materiál pevnostní třídy		Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa]	Zaručená mez kluzu f_y [MPa]	Mez pevnosti f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	Norma
do 1894	svárkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	
1895-1904	svárkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	Nařízení 97/1904
	plávková ocel		140	230	360	1,10	1,20	1,30	
1905-1937	plávková ocel		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1230
1938-1950	37 (S235)		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1232
	52 (S355)		195	335	490	1,10	1,25	1,30	
1951-1968	37 (S235)	tloušťka $t \leq 25$ mm	140	230	360	1,10	1,20	1,30	Směrnice pro navrhování mostů, ČSN 73 6202 ČSN 73 6204
		> 25	130	210	340	1,10	1,20	1,30	
	52 (S355)	≤ 16	210	360	510	1,10	1,25	1,30	
		> 17	200	340	490	1,10	1,25	1,30	
1969-1985	37 (S235)	≤ 25		235	360	1,00	1,10	1,25	ČSN 73 6205 ČSN ISO 13822 ČSN EN 10025-2
		> 25		215	360				
	52 (S355)	≤ 50		355	510				
1986-1998	37 (S235)	≤ 25		235	360	1,00	1,10	1,25	
		> 25		215	360				
	52 (S355)	≤ 25		355	510				
		> 25		335	470				
Po roku 1998	S235	≤ 40		235	360	1,00	1,10	1,25	
	S235	$40 < t \leq 80$		215	360				
	S275	≤ 40		275	430				
	S275	$40 < t \leq 80$		255	410				
	S355	≤ 40		355	510				
	S355	$40 < t \leq 80$		335	470				

Č. vzorku	E [GPa]	$R_{p0,2}$ [N·mm ⁻²]	F_{max} [kN]	R_m [N·mm ⁻²]	A_g [%]	A [%]
ŠI	229,9	1148	-	1254	2,68	7,21
ŠII	236,3	1236	-	1340	3,14	8,98
RI	-	-	96,5	-	-	-
RII	-	-	95,3	-	-	-

Pozn.: U vzorků RI a RII jsou uvedeny průměrné hodnoty ze tří měření

Pro materiál šroubů je bezpečně uvažována pevnost $f_{ub} = 1000$ MPa. Na základě výsledků zkoušek je uvažován materiál 10.9.

Zatížitelnost vypočtena pro zatěžovací model 71.

Dílčí součinitel bezpečnosti $\gamma_S = 1,25$

Dynamické součinitele zatížitelnosti

Hlavní nosník $d = 1,06$

Zatížitelnost prvku

Zatížitelnost Z_{LM71} prvku mostního objektu se stanoví podle obecného vztahu

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$$Z_{LM71} = \left(R_d - \sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,Ed,i} \right) / E_{LM71,Ed}$$

R_d návrhová hodnota únosnosti průřezu nebo prvku mostního objektu

$E_{LM71,Ed}$ návrhová hodnota účinků svislého proměnného zatížení železniční dopravou, reprezentovaného modelem zatížení 71 včetně dynamických vlivů

$SE_{rs,Ed,i}$ návrhové, kombinační nebo skupinové hodnoty účinků ostatních zatížení, které působí současně se svislým proměnným zatížením železniční dopravou.

Kombinace zatížení

Jednotlivá proměnná zatížení železniční dopravou, reprezentovaná modelem zatížení 71 včetně zatížení bočním rázem, rozjezdovými a brzdnými silami a odstředivou silou pro mostní objekty s koleji v oblouku, se v přepočtech stávajících mostních objektů považují za skupinové vícesložkové zatížení železniční dopravou s pravidly tvoření skupin podle tab. 6.11 v ČSN EN 1991-2. Každá z těchto skupin zatížení, vzájemně se vylučujících, představuje jedno charakteristické proměnné zatížení pro kombinaci s nedopravními zatíženími.

Kombinace zatížení současně se vyskytujících spolu se zatížením železniční dopravou se v přepočtech stávajících mostních objektů stanoví podle A2.2.4 v ČSN EN 1990. Součinitelé kombinace zatížení ψ pro trvalé a dočasné návrhové situace se určí z tab. A2.3 v ČSN EN 1990. V souladu s národní přílohou k ČSN EN 1990 se při výběru kombinačních pravidel z hlediska mezních stavů únosnosti upřednostňuje méně příznivá kombinace z (6.10a) nebo (6.10b) podle ČSN EN 1990. V mezních stavech použitelnosti se uvažují kombinace zatížení v trvalých a dočasných návrhových situacích podle A.2.4 v ČSN EN 1990.

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad (6.10b)$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Tabulka A2.4(B) – Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO) (Soubor B)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)		Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní		Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz (6.10))	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	(Výraz (6.10a))	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
							(Výraz (6.10b))	$\xi_j \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrnuje pouze stálá zatížení.^{NP20)}

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů γ a ξ lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů γ a ξ následující:^{NP20)}

$\gamma_{G,sup} = 1,35$ ¹⁾

$\gamma_{G,inf} = 1,00$

$\gamma_Q = 1,35$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,45$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26³⁾ a 27³⁾), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravou; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,20$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,50$ pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení;²⁾

$\xi = 0,85$ (takže $\xi_j \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$).

$\gamma_{Gset} = 1,20$ v případě pružné lineární analýzy a $\gamma_{Gset} = 1,35$ v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty γ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

γ_P = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

Pravidla kombinování účinků zatížení větrem s účinky proměnného zatížení železniční dopravou se uvažují v souladu s ČSN EN 1990. Součinitel kombinace zatížení větrem ψ_{w0} byl použit z tab. 11.3 uveden v [8].

Tab. 11.3 Doporučené hodnoty kombinačního součinitele ψ_{w0} ($\gamma_w = 1,5$).

Alternativa ověření spolehlivosti	Model zatížení dopravou	Součinitele tlaku větru	ψ_{w0}
Návrh a stanovení zatížitelnosti a přechodnosti - mosty mladší než 30 let	LM71, $\gamma_Q = 1,45$	větrný tunel	0,6
		ČSN EN 1991-1-4	
Stanovení zatížitelnosti a přechodnosti - mosty starší než 30 let	LM71, $\gamma_Q = 1,3$	větrný tunel	0,5
		ČSN EN 1991-1-4	
	Skutečný vlak, $\gamma_Q = 1,1$	větrný tunel	0,75
		ČSN EN 1991-1-4	0,65

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Tabulka A2.3 – Doporučené hodnoty součinitelů ψ železničních mostů

Zatížení			ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$
Jednotlivé složky zatížení dopravou ⁵⁾	LM 71		0,80	¹⁾	0
	SW/0		0,80	¹⁾	0
	SW/2		0	1,00	0
	Nezatížený vlak		1,00	–	–
	HSLM		1,00	1,00	0
	Rozjezdové a brzdné síly Odstředivé síly Síly interakce způsobené deformací od svislého zatížení		U jednotlivých složek zatížení dopravou v návrhových situacích, kde se zatížení dopravou uvažuje jako jedno vícesměrné hlavní zatížení a nikoli jako sestava zatížení, se mají použít stejné hodnoty součinitelů ψ jako u vedlejších svislých zatížení		
	Boční ráz		1,00	0,80	0
	Zatížení na neveřejných lávkách		0,80	0,50	0
	Skutečné vlaky		1,00	1,00	0
	Vodorovný zemní tlak způsobený přitížením od zatížení dopravou		0,80	¹⁾	0
	Aerodynamické účinky		0,80	0,50	0
Nejúčinnější zatížení dopravou (sestavy zatížení)	gr11 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 1 a max. podélné	0,80	0,8	0
	gr12 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 2 a max. příčné			
	gr13 (brzdění/rozjezd)	Max. podélné			
	gr14 (odstředivé/boční ráz)	Max. příčné			
	gr15 (nezatížený vlak)	Příčná stabilita s „nezatíženým“ vlakem	0,80	0,70	0
	gr16 (SW/2)	SW/2 a max. podélné			
	gr17 (SW/2)	SW/2 a maximální příčné			
	gr21 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 1 a max. podélné			
	gr22 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 2 a max. příčné			
	gr23 (brzdění/rozjezd)	Max. podélné			
	gr24 (odstředivé/boční ráz)	Max. příčné			
	gr26 (SW/2)	SW/2 a max. podélné			
	gr27 (SW2)	SW/2 a maximální příčné			
	gr31 (LM71 + SW/0)	Doplňkové zatěžovací stavy			
Ostatní provozní zatížení	Aerodynamické účinky		0,80	0,50	0
	Obecná zatížení pro údržbu na neveřejných lávkách		0,80	0,50	0
Zatížení větrem ²⁾	F_{wk}		0,75	0,50	0
	F_w^{**}		1,00	0	0
Zatížení teplotou ³⁾	T_k		0,60	0,60	0,50
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		0,80	–	0
Staveništní zatížení	Q_c		1,0	–	1,0

¹⁾ 0,8 pro zatížení pouze 1 koleje;
0,7 pro současně zatížené 2 koleje;
0,6 pro 3 a více současně zatížených kolejí.

²⁾ Pokud zatížení větrem působí současně se zatížením dopravou, nemá se zatížení větrem $\psi_0 F_{wk}$ uvažovat větší než F_w^{**} (viz EN 1991-1-4). Viz A2.2.4(4).

³⁾ Viz EN 1991-1-5.

⁴⁾ Pokud se v trvalých a dočasných návrhových situacích ověřují přetvoření, součinitel ψ_2 pro zatížení kolejovou dopravou se má uvažovat hodnotou 1,00. Pro seismické návrhové situace viz tabulka A2.5.

⁵⁾ Minimální hodnota současně příznivě působícího svislého zatížení s jednotlivými složkami zatížení železniční dopravou (např. odstředivými, rozjezdovými nebo brzdovými) je 0,5 LM71, atd.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Globální posouzení konstrukce

Programem SCIA ENGINEER byly stanoveny vnitřní síly na jednotlivých prutech modelu, které jsou dále použity v detailním výpočtu zatížitelnosti.

Konstrukce K02 není zatížena železničním zatížením, kolej byla z této konstrukce sнесena. Přesné stanovení zatížitelnosti tedy není možné. Vzhledem k tomu, že konstrukce K01 a K02 jsou konstrukčně shodné, lze předpokládat, že zatížitelnost obou konstrukcí bude stejná.

Nosné konstrukce nejsou v celé své délce přímé. Osa prvního pole nosné konstrukce K01 svírá s osou druhého a třetího pole půdorysný úhel přibližně $1,2676^\circ$. Tento úhel je z hlediska výpočtu zatížitelnosti považován za velmi malý a jeho vliv byl zanedbán.

Pro prokázání dostatečné únosnosti prvků, u kterých není zatížitelnost přímo stanovena (nebo ve smyslu vzorce 4.4 článku 4.7.6 metodického pokynu nemá její stanovení pro přechodnost význam) je provedeno posouzení celé konstrukce programem SCIA ENGINEER. Pro výpočet kombinací a posudek konstrukce byly uvažovány tyto předpoklady:

- mez kluzu materiálu $f_y = 230 \text{ MPa}$ (ocel 37, tloušťka $\leq 25 \text{ mm}$), $f_y = 210 \text{ MPa}$ (ocel 37, tloušťka $> 25 \text{ mm}$)
- mez pevnosti materiálu $f_u = 360 \text{ MPa}$ (ocel 37, tloušťka $\leq 25 \text{ mm}$), $f_u = 340 \text{ MPa}$ (ocel 37, tloušťka $> 25 \text{ mm}$)
- dílčí součinitele g účinků zatížení dle metodického pokynu SŽDC
- součinitele kombinací dle ČSN EN 1990/A1
- dynamický součinitel pro celou konstrukci dle hl. nosníku – tj. 1,06
- posouzení provedeno dle ČSN EN 1993-1-1, 1993-1-8, 1993-2
- vzpěrné délky a délky pro stanovení součinitele klopení zadány dle 6.3.1 a 6.3.2 v ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-2

Z výše uvedených předpokladů je zřejmé, že uvedené automatické posudky by bylo možno použít i pro stanovení zatížitelnosti dle metodického pokynu SŽDC, ale slouží pro orientační ověření únosnosti a určení prvků limitujících zatížitelnost.

Detailní stanovení zatížitelnosti je pro rozhodující profily provedeno ručně dle postupů a norem odkazovaných ve směrnici.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1 Hlavní nosník

4.1.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut v poli nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný (horní) pás průběžně zabezpečen proti vybočení betonovou deskou.

Posuzovaný prut nad podporou nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný (dolní) pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen příčnými ztužidly po vzdálenostech $L = 6000 \text{ mm}$.

• *Vliv klopení*

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 173,2 = \underline{6928 \text{ mm}} > 6000 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

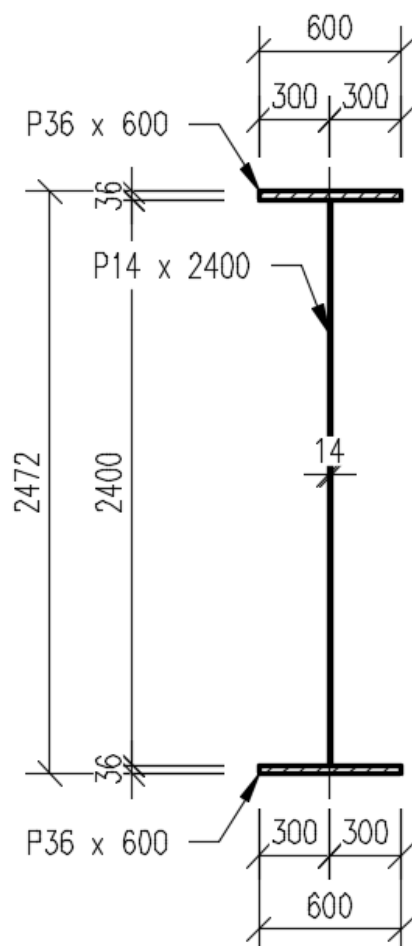
trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.2 Průřezové charakteristiky

Pro posouzení uvažovány průřezy s oslabením tažené části otvory pro šrouby.



HN1

A [mm²] = 7,6800e+04

A_y [mm²] = 3,9492e+04

A_z [mm²] = 3,5160e+04

AL [m²/m] = 7,3160e+00

AD [m²/m] = 7,3160e+00

c_{YUSS} [mm] = 300

c_{ZUSS} [mm] = 1236

α [deg] = 0,00

I_y [mm⁴] = 8,0221e+10

I_z [mm⁴] = 1,2965e+09

i_y [mm] = 1022

i_z [mm] = 130

W_{ely} [mm³] = 6,4904e+07

W_{elz} [mm³] = 4,3218e+06

W_{ply} [mm³] = 7,2778e+07

W_{plz} [mm³] = 6,5976e+06

I_t [mm⁴] = 2,0891e+07

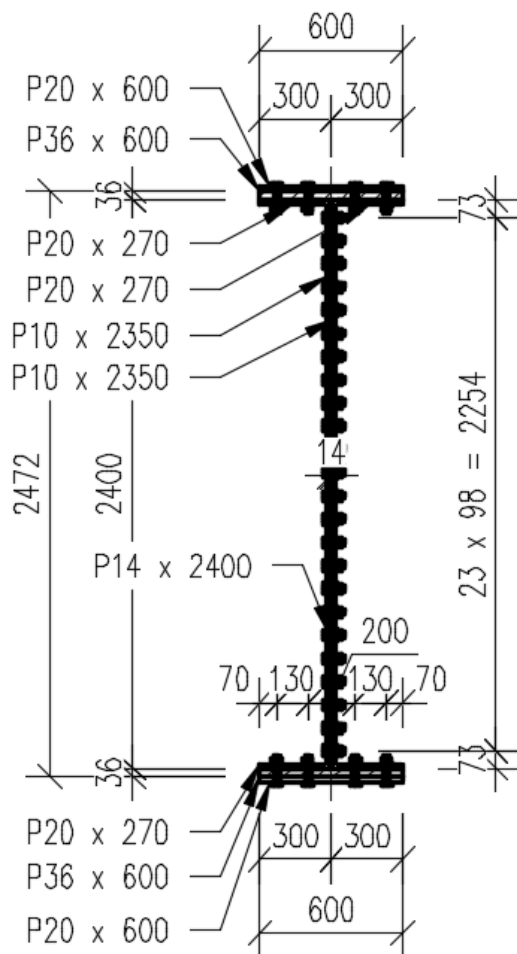
I_w [mm⁶] = 1,9226e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ŠROUBY M24

oslabeno otvory Ø26 mm

HN1 OSLAB

průřez bez příložek

A	[mm ²]	= 6,8688e+04
A _y	[mm ²]	= 4,3616e+04
A _z	[mm ²]	= 3,7016e+04
AL	[m ² /m]	= 7,1080e+00
AD	[m ² /m]	= 7,1080e+00
cYUSS	[mm]	= 300
cZUSS	[mm]	= 1340
α	[deg]	= 0,00
I _y	[mm ⁴]	= 7,1916e+10
I _z	[mm ⁴]	= 1,1785e+09
i _y	[mm]	= 1023
i _z	[mm]	= 131
W _{ely}	[mm ³]	= 5,3677e+07
W _{elz}	[mm ³]	= 3,9284e+06
W _{ply}	[mm ³]	= 6,4474e+07
W _{plz}	[mm ³]	= 5,9646e+06
I _t	[mm ⁴]	= 1,6502e+07
I _w	[mm ⁶]	= 1,5540e+15

HN1 OSLAB PRIL

průřez včetně příložek

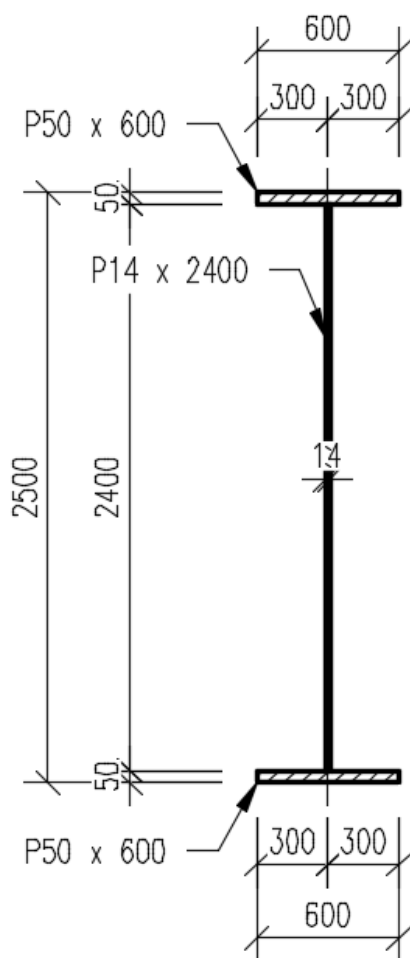
A	[mm ²]	= 1,5089e+05
A _y	[mm ²]	= 9,6953e+04
A _z	[mm ²]	= 9,1205e+04
AL	[m ² /m]	= 8,1880e+00
AD	[m ² /m]	= 8,1880e+00
cYUSS	[mm]	= 300
cZUSS	[mm]	= 1361
I _y	[mm ⁴]	= 1,5142e+11
I _z	[mm ⁴]	= 2,4929e+09
i _y	[mm]	= 1002
i _z	[mm]	= 129
W _{ely}	[mm ³]	= 1,1125e+08
W _{elz}	[mm ³]	= 8,3098e+06
W _{ply}	[mm ³]	= 1,3761e+08
W _{plz}	[mm ³]	= 1,2931e+07
I _t	[mm ⁴]	= 1,2010e+08
I _w	[mm ⁶]	= 3,4570e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN2

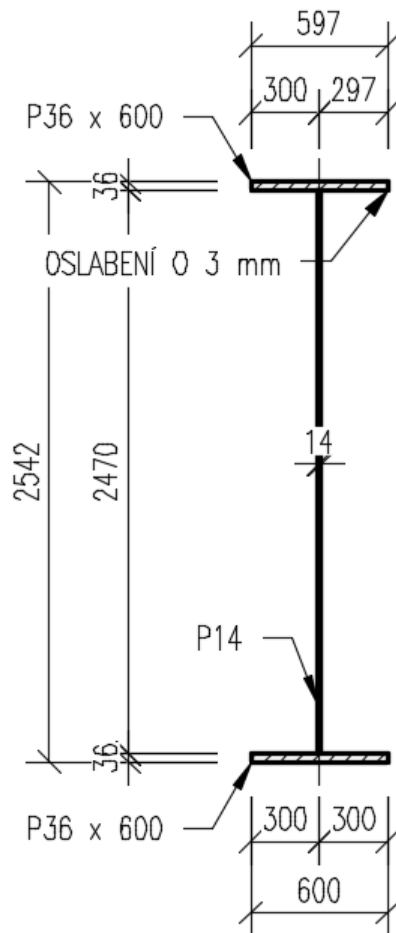
A [mm²] = 9,3600e+04
Ay [mm²] = 5,4716e+04
Az [mm²] = 3,5178e+04
AL [m²/m] = 7,3720e+00
AD [m²/m] = 7,3720e+00
cYUSS [mm] = 300
cZUSS [mm] = 1250
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,0618e+11
Iz [mm⁴] = 1,8005e+09
iy [mm] = 1065
iz [mm] = 139
Wely [mm³] = 8,4942e+07
Welz [mm³] = 6,0018e+06
Wply [mm³] = 9,3660e+07
Wplz [mm³] = 9,1176e+06
It [mm⁴] = 5,2241e+07
Iw [mm⁶] = 2,7011e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN3

A [mm²] = 7,7780e+04

A_y [mm²] = 3,9499e+04

A_z [mm²] = 3,6173e+04

AL [m²/m] = 7,4560e+00

AD [m²/m] = 7,4560e+00

cYUSS [mm] = 300

cZUSS [mm] = 1271

α [deg] = 0,00

I_y [mm⁴] = 8,5410e+10

I_z [mm⁴] = 1,2966e+09

i_y [mm] = 1048

i_z [mm] = 129

W_{ely} [mm³] = 6,7199e+07

W_{elz} [mm³] = 4,3219e+06

W_{ply} [mm³] = 7,5483e+07

W_{plz} [mm³] = 6,6010e+06

I_t [mm⁴] = 2,0955e+07

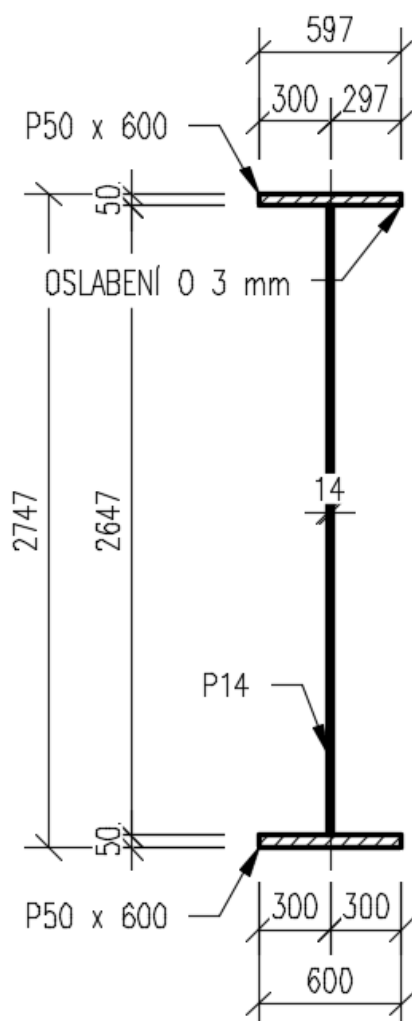
I_w [mm⁶] = 2,0347e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN4

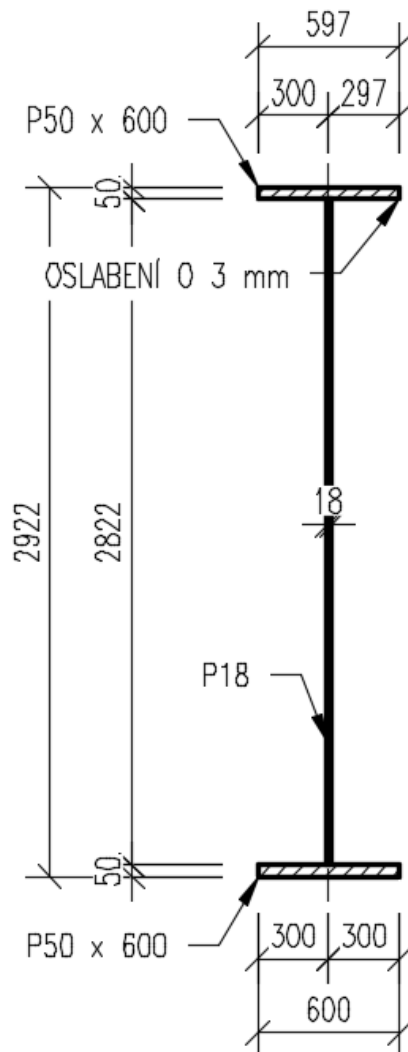
A [mm²] = 9,7058e+04
Ay [mm²] = 5,4759e+04
Az [mm²] = 3,8817e+04
AL [m²/m] = 7,8660e+00
AD [m²/m] = 7,8660e+00
cYUSS [mm] = 300
cZUSS [mm] = 1373
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,3076e+11
Iz [mm⁴] = 1,8006e+09
iy [mm] = 1161
iz [mm] = 136
Wely [mm³] = 9,5200e+07
Welz [mm³] = 6,0020e+06
Wply [mm³] = 1,0543e+08
Wplz [mm³] = 9,1297e+06
It [mm⁴] = 5,2467e+07
Iw [mm⁶] = 3,2732e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN5

A [mm²] = 1,1080e+05

A_y [mm²] = 5,4913e+04

A_z [mm²] = 5,2871e+04

AL [m²/m] = 8,2080e+00

AD [m²/m] = 8,2080e+00

cYUSS [mm] = 300

cZUSS [mm] = 1461

α [deg] = 0,00

I_y [mm⁴] = 1,5745e+11

I_z [mm⁴] = 1,8014e+09

i_y [mm] = 1192

i_z [mm] = 128

W_{ely} [mm³] = 1,0777e+08

W_{elz} [mm³] = 6,0046e+06

W_{ply} [mm³] = 1,2200e+08

W_{plz} [mm³] = 9,2286e+06

I_t [mm⁴] = 5,5583e+07

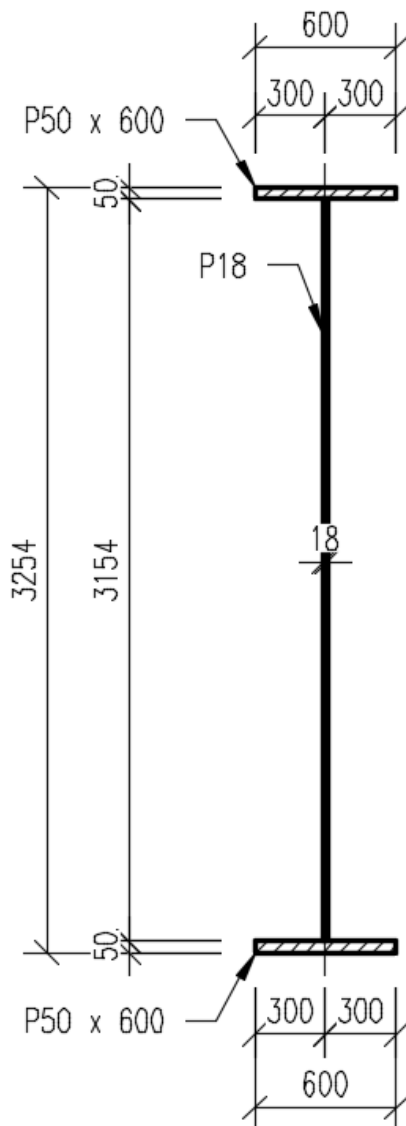
I_w [mm⁶] = 3,7118e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN6

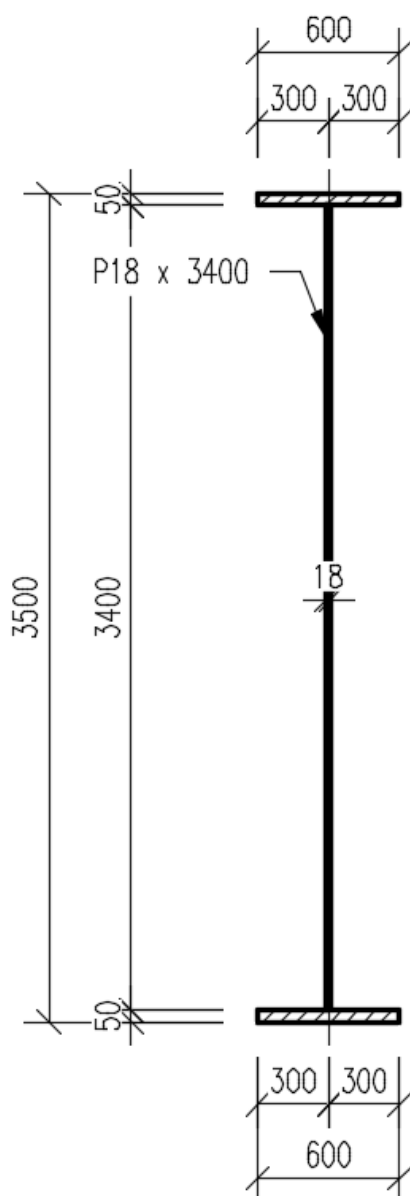
A [mm²] = 1,1677e+05
Ay [mm²] = 5,4954e+04
Az [mm²] = 5,9004e+04
AL [m²/m] = 8,8720e+00
AD [m²/m] = 8,8720e+00
cYUSS [mm] = 300
cZUSS [mm] = 1627
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,0106e+11
Iz [mm⁴] = 1,8015e+09
iy [mm] = 1312
iz [mm] = 124
Wely [mm³] = 1,2358e+08
Welz [mm³] = 6,0051e+06
Wply [mm³] = 1,4088e+08
Wplz [mm³] = 9,2555e+06
It [mm⁴] = 5,6229e+07
Iw [mm⁶] = 4,6195e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN7

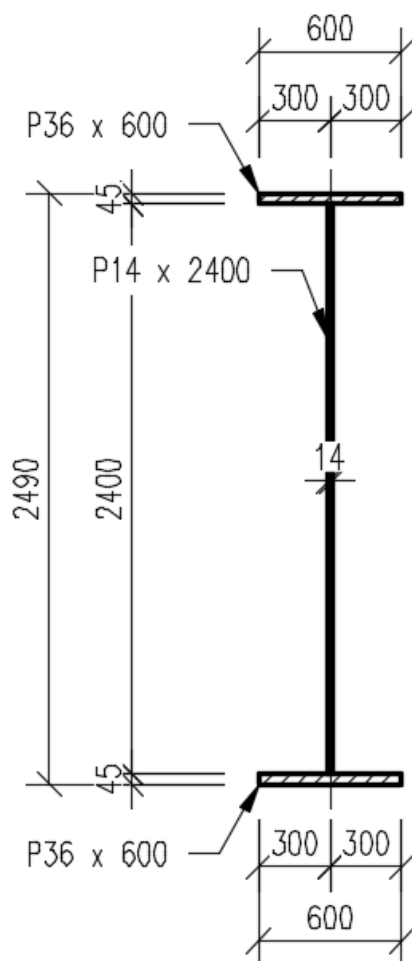
A [mm²] = 1,2120e+05
Ay [mm²] = 5,4981e+04
Az [mm²] = 6,3516e+04
AL [m²/m] = 9,3640e+00
AD [m²/m] = 9,3640e+00
cYUSS [mm] = 300
cZUSS [mm] = 1750
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,3751e+11
Iz [mm⁴] = 1,8017e+09
iy [mm] = 1400
iz [mm] = 122
Wely [mm³] = 1,3572e+08
Welz [mm³] = 6,0055e+06
Wply [mm³] = 1,5552e+08
Wplz [mm³] = 9,2754e+06
It [mm⁴] = 5,6707e+07
Iw [mm⁶] = 5,3561e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



HN8

A [mm²] = 8,7600e+04
Ay [mm²] = 4,9286e+04
Az [mm²] = 3,5196e+04
AL [m²/m] = 7,3520e+00
AD [m²/m] = 7,3520e+00
cYUSS [mm] = 300
cZUSS [mm] = 1245
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 9,6840e+10
Iz [mm⁴] = 1,6205e+09
iy [mm] = 1051
iz [mm] = 136
Wely [mm³] = 7,7783e+07
Welz [mm³] = 5,4018e+06
Wply [mm³] = 8,6175e+07
Wplz [mm³] = 8,2176e+06
It [mm⁴] = 3,8686e+07
Iw [mm⁶] = 2,4211e+15

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.3 Hlavní nosník HN1 v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE METODICKÉHO POKYNU

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	7,6800E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	8,0221E+10 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,2965E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1022,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	129,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	129,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	14 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2400 mm	výška stojiny účinná na smyk
$Av =$	33600 mm ²	smyková plocha
$d =$	2472 mm	celková výška průřezu
$zh =$	1236 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$zd =$	1236 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	600 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	6,4904E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	6,4904E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	4,3217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	4,3217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	4,3217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	4,3217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	15,39	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,155	poměrná štíhlost
$f =$	0,501	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	30,3	0,6	225,8	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	135,9	5,8	1374,3	1,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	18,9	495,7	265,5	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	16,8	125,0	53,1	55,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	19,8	107,7	103,7	29,7
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	18,0	1,1	207,9	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	4,9	55,7	33,4	2,1
392	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	214,1	23,1	4730,8	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
32,2	0,7	239,9	0,0
144,4	6,1	1460,2	1,5
12,3	322,2	172,6	0,0
21,8	162,4	69,1	72,7
13,3	72,7	70,0	20,1
18,7	1,1	216,2	0,0
6,4	72,3	43,4	2,8
327,5	35,4	7236,1	0,0

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 576,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$h_3 = 0,272 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

						$Z_{LM71} =$
1 $h_{1,rs} =$	$\frac{637618,2}{14661818,2}$	+	$\frac{2271366275,0}{12390710503}$	+	$\frac{97027000,0}{825045455}$	= 0,344 1,12
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{637618,2}{14661818,2}$	+	$\frac{2271366275,0}{12390710503}$	+	$\frac{97027000,0}{825045455}$	= 0,344 1,12
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{637618,2}{14661818,2}$	+	$\frac{2271366275}{12390710503}$	+	$\frac{97027000,0}{825045455}$	= 0,344 1,12
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{637618,2}{14661818,2}$	+	$\frac{2271366275}{12390710503}$	+	$\frac{97027000,0}{825045455}$	= 0,344 1,12

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1 $h_{1,LM71} =$	$\frac{35364,0}{14661818,2}$	+	$\frac{7236090103}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	= 0,586
2 $h_{1,LM71} =$	$\frac{35364,0}{14661818,2}$	+	$\frac{7236090103}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	= 0,586
3 $h_{1,LM71} =$	$\frac{35364,0}{14661818,2}$	+	$\frac{7236090103}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	= 0,586
4 $h_{1,LM71} =$	$\frac{35364,0}{14661818,2}$	+	$\frac{7236090103}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	= 0,586

$Z_{LM71} = 1,12$ z napětí v dolních levých vláknech

KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 615,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$h_3 = 0,290 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-3,5	0,0	0,0	-3,5	-3,5	0,0	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5
2	0,1	-21,2	0,3	0,3	-20,8	-20,8	0,1	21,2	0,3	0,3	21,6	21,6
3	6,5	-4,1	0,0	0,0	2,4	2,4	6,5	4,1	0,0	0,0	10,5	10,5
4	1,6	-0,8	12,9	12,9	13,7	13,7	1,6	0,8	12,9	12,9	15,4	15,4
5	1,4	-1,6	6,9	6,9	6,7	6,7	1,4	1,6	6,9	6,9	9,9	9,9
6	0,0	-3,2	0,0	0,0	-3,2	-3,2	0,0	3,2	0,0	0,0	3,2	3,2
7	0,7	-0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	1,7	1,7
392	0,3	-72,9	0,0	0,0	-72,6	-72,6	0,3	72,9	0,0	0,0	73,2	73,2

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-3,7	0,0	0,0	-3,7	-3,7	0,0	3,7	0,0	0,0	3,7	3,7
2	0,1	-22,5	0,3	0,3	-22,1	-22,1	0,1	22,5	0,3	0,3	22,9	22,9
3	4,2	-2,7	0,0	0,0	1,5	1,5	4,2	2,7	0,0	0,0	6,9	6,9
4	2,1	-1,1	16,8	16,8	17,9	17,9	2,1	1,1	16,8	16,8	20,0	20,0
5	0,9	-1,1	4,6	4,6	4,5	4,5	0,9	1,1	4,6	4,6	6,7	6,7
6	0,0	-3,3	0,0	0,0	-3,3	-3,3	0,0	3,3	0,0	0,0	3,3	3,3
7	0,9	-0,7	0,6	0,6	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,6	2,3	2,3
392	0,5	-111,5	0,0	0,0	-111,0	-111,0	0,5	111,5	0,0	0,0	112,0	112,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.4 Hlavní nosník HN1 v místě maximálního svislého záporného ohybového momentu

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

ZS	Zatížení	Gf	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	95,3	-1,2	-122,8	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	485,2	-6,2	-850,4	0,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	5,4	-497,8	-142,4	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,9	31,0	-11,1	-13,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	56,0	38,5	-43,8	-23,1
6	Užitné na revizní lavce	1,3	0,8	1	6,3	-1,0	-163,2	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	41,6	-187,6	-98,6	-47,9
145.7	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	140,9	-22,6	-3631,7	0,0

Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
101,3	-1,3	-130,4	0,0
515,5	-6,6	-903,5	0,3
3,5	-323,6	-92,5	0,0
19,3	40,2	-14,5	-17,1
37,8	26,0	-29,6	-15,6
6,6	-1,1	-169,8	0,0
54,0	-243,9	-128,2	-62,3
215,4	-34,6	-5555,0	0,0

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 953,5 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$h_3 = 0,450 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1 $h_{1,rs} =$	$\frac{510203,7}{14661818,2}$	+	$\frac{1468515725,0}{12390710503}$	+	$\frac{94646875,0}{825045455}$	=	0,268	1,62
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{510203,7}{14661818,2}$	+	$\frac{1468515725,0}{12390710503}$	+	$\frac{94646875,0}{825045455}$	=	0,268	1,62
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{510203,7}{14661818,2}$	+	$\frac{1468515725}{12390710503}$	+	$\frac{94646875,0}{825045455}$	=	0,268	1,62
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{510203,7}{14661818,2}$	+	$\frac{1468515725}{12390710503}$	+	$\frac{94646875,0}{825045455}$	=	0,268	1,62

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14661818,2}$	+	$\frac{5555044234}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	=	0,451
2 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14661818,2}$	+	$\frac{5555044234}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	=	0,451
3 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14661818,2}$	+	$\frac{5555044234}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	=	0,451
4 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14661818,2}$	+	$\frac{5555044234}{12390710503}$	+	$\frac{0,0}{825045455}$	=	0,451

$Z_{LM71} = 1,62$ z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S_h MPa						S_d MPa					
1	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	-1,9	0,0	0,0	-1,9	-1,9
2	-0,1	13,1	0,1	0,1	13,1	13,1	-0,1	-13,1	0,1	0,1	-13,1	-13,1
3	-6,5	2,2	0,0	0,0	-4,3	-4,3	-6,5	-2,2	0,0	0,0	-8,7	-8,7
4	0,4	0,2	-3,0	-3,0	-2,5	-2,5	0,4	-0,2	-3,0	-3,0	-2,8	-2,8
5	0,5	0,7	-5,3	-5,3	-4,2	-4,2	0,5	-0,7	-5,3	-5,3	-5,5	-5,5
6	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	-2,5	0,0	0,0	-2,5	-2,5
7	-2,4	1,5	-11,1	-11,1	-12,0	-12,0	-2,4	-1,5	-11,1	-11,1	-15,1	-15,1
145.7	-0,3	56,0	0,0	0,0	55,7	55,7	-0,3	-56,0	0,0	0,0	-56,3	-56,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S_h MPa						S_d MPa					
1	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	-2,0	0,0	0,0	-2,0	-2,0
2	-0,1	13,9	0,1	0,1	13,9	13,9	-0,1	-13,9	0,1	0,1	-13,9	-13,9
3	-4,2	1,4	0,0	0,0	-2,8	-2,8	-4,2	-1,4	0,0	0,0	-5,6	-5,6
4	0,5	0,2	-4,0	-4,0	-3,2	-3,2	0,5	-0,2	-4,0	-4,0	-3,7	-3,7
5	0,3	0,5	-3,6	-3,6	-2,8	-2,8	0,3	-0,5	-3,6	-3,6	-3,7	-3,7
6	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	-2,6	0,0	0,0	-2,6	-2,6
7	-3,2	2,0	-14,4	-14,4	-15,6	-15,6	-3,2	-2,0	-14,4	-14,4	-19,6	-19,6
145.7	-0,5	85,6	0,0	0,0	85,1	85,1	-0,5	-85,6	0,0	0,0	-86,0	-86,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.5 Hlavní nosník HN1 v místě maximální posouvající síly

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	gr	y o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,0625	1	1	83,1	88,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	404,4	429,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	38,7	25,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	20,2	26,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,75	1	85,6	86,7
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	24,2	25,2
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	88,5	115,1
202	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	813,1	1243,8

b = 220 mm

t = 10 mm

d_{vw} = 445 mm

délka spolupůsobící stojiny

h_w = 2400 mm

výška stěny

A_{sv} = 19634 mm²

plocha výztuhy včetně části stojiny

I = 8E+07 mm⁴

moment setrvačnosti výztuhy

i = 63,0 mm

poloměr setrvačnosti výztuhy

$$l = \frac{0,75 \cdot h_w}{i} = 29$$

$$l_1 = 93,9 \cdot e = 99,55$$

$$\bar{l} = \frac{l}{l_1} = 0,287$$

$$f = 0,562$$

$$c = 0,9558$$

$$N_{b,Rd} = 3924 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 2040 \text{ kN} < V_{ba,Rd} = 3924 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

výztuha příčné výztuhy (pásnice výztuhy)

a 180 mm

tl. 25 mm

n 2 počet

A 9000 mm²

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

PODPOROVÁ VÝZTUHA

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 2040,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 3923,8 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{3923,8 - 796,27}{1243,8}$$

$$Z_{LM71} = 2,51$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.6 Hlavní nosník HN2 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	9,3600E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,0618E+11 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8005E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1065,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	138,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	138,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	14 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2400 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	33600 mm ²	smyková plocha
$d =$	2500 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1250 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1250 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	600 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	8,4944E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	8,4944E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	6,0017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	6,0017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	6,0017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	6,0017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	14,42	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,145	poměrná štíhlost
$f =$	0,497	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	17,4	2,7	520,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	100,0	13,0	2463,2	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	18,2	1,4	267,4	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	16,9	202,4	9,8	13,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	4,1	163,5	8,5	6,9
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	0,0	1,2	217,7	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	1,7	24,0	26,4	0,0
290	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	8,5	30,5	5888,8	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
18,5	2,8	552,9	0,0
106,3	13,8	2617,1	0,0
11,8	0,9	173,8	0,0
22,0	263,1	12,8	17,6
2,8	110,4	5,8	4,7
0,0	1,2	226,4	0,0
2,2	31,2	34,3	0,0
13,0	46,7	9007,4	0,0

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 176,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$h_3 = 0,083 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}}$$

vlákna

						$Z_{LM71} =$
1 $h_{1,rs} =$	$\frac{423497,4}{17869090,9}$	+	$\frac{3623122675,0}{16216581818}$	+	$\frac{22239750,0}{1145772727}$	= 0,267 1,31
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{423497,4}{17869090,9}$	+	$\frac{3623122675,0}{16216581818}$	+	$\frac{22239750,0}{1145772727}$	= 0,267 1,31
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{423497,4}{17869090,9}$	+	$\frac{3623122675,0}{16216581818}$	+	$\frac{22239750,0}{1145772727}$	= 0,267 1,31
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{423497,4}{17869090,9}$	+	$\frac{3623122675,0}{16216581818}$	+	$\frac{22239750,0}{1145772727}$	= 0,267 1,31

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1 $h_{1,LM71} =$	$\frac{46683,0}{17869090,9}$	+	$\frac{9007381560}{16216581818}$	+	$\frac{0,0}{1145772727}$	= 0,558
2 $h_{1,LM71} =$	$\frac{46683,0}{17869090,9}$	+	$\frac{9007381560}{16216581818}$	+	$\frac{0,0}{1145772727}$	= 0,558
3 $h_{1,LM71} =$	$\frac{46683,0}{17869090,9}$	+	$\frac{9007381560}{16216581818}$	+	$\frac{0,0}{1145772727}$	= 0,558
4 $h_{1,LM71} =$	$\frac{46683,0}{17869090,9}$	+	$\frac{9007381560}{16216581818}$	+	$\frac{0,0}{1145772727}$	= 0,558

$Z_{LM71} = 1,31$ z napětí v dolních levých vláknech

KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 180,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$h_3 = 0,085 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-6,1	0,0	0,0	-6,1	-6,1	0,0	6,1	0,0	0,0	6,2	6,2
2	0,1	-29,0	0,0	0,0	-28,9	-28,9	0,1	29,0	0,0	0,0	29,1	29,1
3	0,0	-3,1	0,0	0,0	-3,1	-3,1	0,0	3,1	0,0	0,0	3,2	3,2
4	2,2	-0,1	2,3	2,3	4,3	4,3	2,2	0,1	2,3	2,3	4,5	4,5
5	1,7	-0,1	1,1	1,1	2,8	2,8	1,7	0,1	1,1	1,1	3,0	3,0
6	0,0	-2,6	0,0	0,0	-2,6	-2,6	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6	2,6
7	0,3	-0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,6	0,6
290	0,3	-69,3	0,0	0,0	-69,0	-69,0	0,3	69,3	0,0	0,0	69,7	69,7

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-6,5	0,0	0,0	-6,5	-6,5	0,0	6,5	0,0	0,0	6,5	6,5
2	0,1	-30,8	0,0	0,0	-30,7	-30,7	0,1	30,8	0,0	0,0	31,0	31,0
3	0,0	-2,0	0,0	0,0	-2,0	-2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,1	2,1
4	2,8	-0,2	2,9	2,9	5,6	5,6	2,8	0,2	2,9	2,9	5,9	5,9
5	1,2	-0,1	0,8	0,8	1,9	1,9	1,2	0,1	0,8	0,8	2,0	2,0
6	0,0	-2,7	0,0	0,0	-2,7	-2,7	0,0	2,7	0,0	0,0	2,7	2,7
7	0,3	-0,4	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,3	0,4	0,0	0,0	0,7	0,7
290	0,5	-106,0	0,0	0,0	-105,5	-105,5	0,5	106,0	0,0	0,0	106,5	106,5

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.7 Hlavní nosník HN3 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	7,7780E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	8,5410E+10 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,2966E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1047,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	129,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	129,1 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	14 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2470 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	34580 mm ²	smyková plocha
$d =$	2542 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1271 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1271 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	597 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	297 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	6,7199E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	6,7199E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	4,3220E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	4,3220E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	4,3657E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	4,3220E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	15,49	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,156	poměrná štíhlost
$f =$	0,501	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	107,3	-1,2	-325,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	553,0	-6,2	-1888,4	-0,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	5,4	-497,8	-135,7	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,9	31,0	-19,7	-18,9
5	Vitr - celkový účinek	1,35	0,5	1	68,3	-38,5	-79,1	-30,0
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	6,3	-1,0	-175,9	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	67,2	164,2	-44,7	-64,8
145.7	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	140,9	-22,6	-3912,6	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
114,0	-1,3	-345,7	0,0
587,5	-6,6	-2006,4	-0,6
3,5	-323,6	-88,2	0,0
19,3	40,2	-25,6	-24,5
46,1	-26,0	-53,4	-20,2
6,6	-1,1	-182,9	0,0
87,4	213,5	-58,1	-84,2
215,4	-34,6	-5984,7	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 1079,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2160,8 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$h_3 = 0,500 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna						$Z_{LM71} =$
1 $h_{1,rs} =$	$\frac{104839,2}{14848909,1}$	+	$\frac{2760328175,0}{12828910664}$	+	$\frac{129522000,0}{825109091}$	= 0,379 1,32
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{104839,2}{14848909,1}$	+	$\frac{2760328175,0}{12828910664}$	+	$\frac{129522000,0}{825109091}$	= 0,379 1,32
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{104839,2}{14848909,1}$	+	$\frac{2760328175,0}{12828910664}$	+	$\frac{129522000,0}{833443526}$	= 0,378 1,33
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{104839,2}{14848909,1}$	+	$\frac{2760328175,0}{12828910664}$	+	$\frac{129522000,0}{825109091}$	= 0,379 1,32
$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$						
1 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14848909,1}$	+	$\frac{5984705008}{12828910664}$	+	$\frac{0,0}{825109091}$	= 0,469
2 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14848909,1}$	+	$\frac{5984705008}{12828910664}$	+	$\frac{0,0}{825109091}$	= 0,469
3 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14848909,1}$	+	$\frac{5984705008}{12828910664}$	+	$\frac{0,0}{833443526}$	= 0,469
4 $h_{1,LM71} =$	$\frac{34599,2}{14848909,1}$	+	$\frac{5984705008}{12828910664}$	+	$\frac{0,0}{825109091}$	= 0,469

$Z_{LM71} = 1,32$ z napětí v dolních levých vláknech

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	4,8	0,0	0,0	4,8	4,8	0,0	-4,8	0,0	0,0	-4,9	-4,9
2	-0,1	28,1	-0,1	-0,1	27,9	27,9	-0,1	-28,1	-0,1	-0,1	-28,3	-28,3
3	-6,4	2,0	0,0	0,0	-4,4	-4,4	-6,4	-2,0	0,0	0,0	-8,4	-8,4
4	0,4	0,3	-4,4	-4,3	-3,7	-3,6	0,4	-0,3	-4,4	-4,4	-4,3	-4,3
5	-0,5	1,2	-6,9	-6,9	-6,2	-6,2	-0,5	-1,2	-6,9	-6,9	-8,6	-8,6
6	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	-2,6	0,0	0,0	-2,6	-2,6
7	2,1	0,7	-15,0	-14,8	-12,2	-12,1	2,1	-0,7	-15,0	-15,0	-13,5	-13,5
145.7	-0,3	58,2	0,0	0,0	57,9	57,9	-0,3	-58,2	0,0	0,0	-58,5	-58,5

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	5,1	0,0	0,0	5,1	5,1	0,0	-5,1	0,0	0,0	-5,2	-5,2
2	-0,1	29,9	-0,1	-0,1	29,6	29,6	-0,1	-29,9	-0,1	-0,1	-30,1	-30,1
3	-4,2	1,3	0,0	0,0	-2,8	-2,8	-4,2	-1,3	0,0	0,0	-5,5	-5,5
4	0,5	0,4	-5,7	-5,6	-4,8	-4,7	0,5	-0,4	-5,7	-5,7	-5,5	-5,5
5	-0,3	0,8	-4,7	-4,6	-4,2	-4,2	-0,3	-0,8	-4,7	-4,7	-5,8	-5,8
6	0,0	2,7	0,0	0,0	2,7	2,7	0,0	-2,7	0,0	0,0	-2,7	-2,7
7	2,7	0,9	-19,5	-19,3	-15,9	-15,7	2,7	-0,9	-19,5	-19,5	-17,6	-17,6
145.7	-0,4	89,1	0,0	0,0	88,6	88,6	-0,4	-89,1	0,0	0,0	-89,5	-89,5

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.8 Hlavní nosník HN3 v místě maximální posouvající síly

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	gr	y o	gr11	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,0625	1	1	92,5	98,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	479,9	509,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	34,0	44,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,0	11,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,75	1	79,5	80,5
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	30,0	31,2
7	Odstředivé síly	1,3	1	0,5	22,5	14,7
341	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	883,0	1350,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 2141,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2261,3 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{2261,3 - 790,39}{1350,6}$$

$$Z_{LM71} = 1,09$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.9 Hlavní nosník HN4 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	9,7058E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,3076E+11 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8006E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1160,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	136,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	136,2 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	14 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2647 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	37058 mm ²	smyková plocha
$d =$	2747 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1374 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1373 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	597 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	297 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	9,5167E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,5237E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	6,0020E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	6,0020E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	6,0626E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	6,0020E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	14,68	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,148	poměrná štíhlost
$f =$	0,498	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	115,9	-1,2	-453,6	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	591,9	-6,2	-2546,2	-1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	17,5	313,0	-100,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,9	31,0	-39,6	-37,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	75,4	-38,5	-158,3	-65,3
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	6,3	-1,0	-183,1	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	73,6	164,2	-140,1	-143,8
145.6	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	735,4	-17,0	-4426,5	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
123,1	-1,3	-481,9	0,0
628,9	-6,6	-2705,3	-1,1
11,3	203,5	-65,1	0,0
19,3	40,2	-51,4	-48,5
50,9	-26,0	-106,9	-44,0
6,6	-1,1	-190,4	0,0
95,6	213,5	-182,1	-186,9
1124,9	-26,0	-6770,7	0,0

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$h_{1,rs} = \frac{422187,3}{18529254,5} + \frac{3783084025,0}{18181553334} + \frac{280555125,0}{1145836364} = 0,476$	$Z_{LM71} = 1,40$
2	$h_{1,rs} = \frac{422187,3}{18529254,5} + \frac{3783084025,0}{18181553334} + \frac{280555125,0}{1145836364} = 0,476$	$Z_{LM71} = 1,40$
3	$h_{1,rs} = \frac{422187,3}{18529254,5} + \frac{3783084025,0}{18168320762} + \frac{280555125,0}{1157410468} = 0,473$	$Z_{LM71} = 1,41$
4	$h_{1,rs} = \frac{422187,3}{18529254,5} + \frac{3783084025,0}{18168320762} + \frac{280555125,0}{1145836364} = 0,476$	$Z_{LM71} = 1,40$

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{18529254,5} + \frac{6770744081}{18181553334} + \frac{0,0}{1145836364} = 0,374$	$Z_{LM71} = 0,374$
2	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{18529254,5} + \frac{6770744081}{18181553334} + \frac{0,0}{1145836364} = 0,374$	$Z_{LM71} = 0,374$
3	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{18529254,5} + \frac{6770744081}{18168320762} + \frac{0,0}{1157410468} = 0,374$	$Z_{LM71} = 0,374$
4	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{18529254,5} + \frac{6770744081}{18168320762} + \frac{0,0}{1145836364} = 0,374$	$Z_{LM71} = 0,374$

$Z_{LM71} = 1,40$ z napětí v horních levých vláknech

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

zs	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	4,8	0,0	0,0	4,8	4,8	0,0	-4,8	0,0	0,0	-4,8	-4,8
2	-0,1	26,8	-0,2	-0,2	26,5	26,5	-0,1	-26,7	-0,2	-0,2	-27,0	-27,0
3	3,2	1,1	0,0	0,0	4,3	4,3	3,2	-1,1	0,0	0,0	2,2	2,2
4	0,3	0,4	-6,2	-6,2	-5,5	-5,4	0,3	-0,4	-6,2	-6,2	-6,3	-6,3
5	-0,4	1,7	-10,9	-10,8	-9,6	-9,5	-0,4	-1,7	-10,9	-10,9	-12,9	-12,9
6	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	-1,9	0,0	0,0	-1,9	-1,9
7	1,7	1,5	-24,0	-23,7	-20,8	-20,6	1,7	-1,5	-24,0	-24,0	-23,7	-23,7
145.6	-0,2	46,5	0,0	0,0	46,3	46,3	-0,2	-46,5	0,0	0,0	-46,7	-46,7

zs	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	5,1	0,0	0,0	5,1	5,1	0,0	-5,1	0,0	0,0	-5,1	-5,1
2	-0,1	28,4	-0,2	-0,2	28,2	28,2	-0,1	-28,4	-0,2	-0,2	-28,7	-28,7
3	2,1	0,7	0,0	0,0	2,8	2,8	2,1	-0,7	0,0	0,0	1,4	1,4
4	0,4	0,5	-8,1	-8,0	-7,1	-7,0	0,4	-0,5	-8,1	-8,1	-8,2	-8,2
5	-0,3	1,1	-7,3	-7,3	-6,5	-6,4	-0,3	-1,1	-7,3	-7,3	-8,7	-8,7
6	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	-2,0	0,0	0,0	-2,0	-2,0
7	2,2	1,9	-31,1	-30,8	-27,0	-26,7	2,2	-1,9	-31,1	-31,1	-30,9	-30,9
145.6	-0,3	71,1	0,0	0,0	70,9	70,9	-0,3	-71,1	0,0	0,0	-71,4	-71,4

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.10 Hlavní nosník HN5 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,1080E+05 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,5745E+11 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8014E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1192,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	127,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	127,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	18 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2822 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	50796 mm ²	smyková plocha
$d =$	2922 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1461 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1461 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	597 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	297 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,0777E+08 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,0777E+08 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	6,0047E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	6,0047E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	6,0653E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	6,0047E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	15,69	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,158	poměrná štíhlost
$f =$	0,502	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	123,2	-1,2	-555,1	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	620,7	-6,2	-3061,0	-1,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	23,3	763,4	-112,9	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,9	31,0	-54,9	-50,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	80,6	-38,5	-221,2	-93,6
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	6,3	-1,0	-188,4	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	78,2	164,2	-218,9	-207,0
145.6	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	769,4	-17,0	-5064,6	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
130,8	-1,3	-589,8	0,0
659,5	-6,6	-3252,3	-1,5
15,1	496,2	-73,4	0,0
19,3	40,2	-71,4	-66,2
54,4	-26,0	-149,3	-63,2
6,6	-1,1	-195,9	0,0
101,7	213,5	-284,5	-269,0
1176,9	-26,0	-7746,8	0,0

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$h_{1,rs} = \frac{714908,3}{21152727,3} + \frac{4616548375,0}{20574015307} + \frac{399887875,0}{1146345455} = 0,607$	$Z_{LM71} = 1,04$
2	$h_{1,rs} = \frac{714908,3}{21152727,3} + \frac{4616548375,0}{20574015307} + \frac{399887875,0}{1146345455} = 0,607$	$Z_{LM71} = 1,04$
3	$h_{1,rs} = \frac{714908,3}{21152727,3} + \frac{4616548375,0}{20574015307} + \frac{399887875,0}{1157924702} = 0,604$	$Z_{LM71} = 1,05$
4	$h_{1,rs} = \frac{714908,3}{21152727,3} + \frac{4616548375,0}{20574015307} + \frac{399887875,0}{1146345455} = 0,607$	$Z_{LM71} = 1,04$

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{21152727,3} + \frac{7746757764}{20574015307} + \frac{0,0}{1146345455} = 0,378$	
2	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{21152727,3} + \frac{7746757764}{20574015307} + \frac{0,0}{1146345455} = 0,378$	
3	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{21152727,3} + \frac{7746757764}{20574015307} + \frac{0,0}{1157924702} = 0,378$	
4	$h_{1,LM71} = \frac{26048,9}{21152727,3} + \frac{7746757764}{20574015307} + \frac{0,0}{1146345455} = 0,378$	

$Z_{LM71} = 1,04$ z napětí v dolních levých vláknech

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	5,2	0,0	0,0	5,1	5,1	0,0	-5,2	0,0	0,0	-5,2	-5,2
2	-0,1	28,4	-0,2	-0,2	28,1	28,1	-0,1	-28,4	-0,2	-0,2	-28,7	-28,7
3	6,9	1,0	0,0	0,0	7,9	7,9	6,9	-1,0	0,0	0,0	5,8	5,8
4	0,3	0,5	-8,5	-8,4	-7,7	-7,6	0,3	-0,5	-8,5	-8,5	-8,7	-8,7
5	-0,3	2,1	-15,6	-15,4	-13,9	-13,7	-0,3	-2,1	-15,6	-15,6	-18,0	-18,0
6	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7	1,7	0,0	-1,7	0,0	0,0	-1,8	-1,8
7	1,5	2,0	-34,5	-34,1	-31,0	-30,6	1,5	-2,0	-34,5	-34,5	-35,0	-35,0
145.6	-0,2	47,0	0,0	0,0	46,8	46,8	-0,2	-47,0	0,0	0,0	-47,1	-47,1

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	5,5	0,0	0,0	5,5	5,5	0,0	-5,5	0,0	0,0	-5,5	-5,5
2	-0,1	30,2	-0,2	-0,2	29,9	29,9	-0,1	-30,2	-0,2	-0,2	-30,5	-30,5
3	4,5	0,7	0,0	0,0	5,2	5,2	4,5	-0,7	0,0	0,0	3,8	3,8
4	0,4	0,7	-11,0	-10,9	-10,0	-9,9	0,4	-0,7	-11,0	-11,0	-11,3	-11,3
5	-0,2	1,4	-10,5	-10,4	-9,4	-9,3	-0,2	-1,4	-10,5	-10,5	-12,1	-12,1
6	0,0	1,8	0,0	0,0	1,8	1,8	0,0	-1,8	0,0	0,0	-1,8	-1,8
7	1,9	2,6	-44,8	-44,4	-40,2	-39,8	1,9	-2,6	-44,8	-44,8	-45,5	-45,5
145.6	-0,2	71,9	0,0	0,0	71,6	71,6	-0,2	-71,9	0,0	0,0	-72,1	-72,1

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.11 Hlavní nosník HN5 v místě maximální posouvající síly

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

ZS	Zatížení	g _r	y _o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					V _z	V _z
					kN	kN
1	VI. tíha	1,0625	1	1	108,2	115,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	544,0	578,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	34,0	22,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,0	23,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,75	1	91,7	92,8
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	30,0	31,2
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	33,4	43,5
339	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	973,1	1488,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 2394,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 4103,0 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{4103,0 - 905,95}{1488,4}$$

$$Z_{LM71} = 2,15$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.12 Hlavní nosník HN6 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,1677E+05 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,0106E+11 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8015E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1312,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	124,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	124,2 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	18 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	3154 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	56772 mm ²	smyková plocha
$d =$	3254 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1627 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1627 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	600 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,2358E+08 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,2358E+08 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	6,0050E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	6,0050E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	6,0050E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	6,0050E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům
Vzpěr tlačných prvků		
vzpěrný tlak není uvažován		
c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	16,10	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,162	poměrná štíhlost
$f =$	0,504	
$c =$	1,000	
Ostatní součinitele		
$m_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	142,3	-2,6	-819,2	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	690,6	-13,7	-4580,5	-0,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	23,3	743,7	-238,1	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	24,9	34,7	-15,0	-10,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	109,9	-170,2	-63,9	-23,2
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	42,1	-0,9	-266,1	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	127,5	-112,2	-279,0	-48,2
145.6	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	849,4	-21,7	-6672,8	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
151,2	-2,8	-870,4	0,0
733,7	-14,6	-4866,8	-0,2
15,1	483,4	-154,8	0,0
32,3	45,1	-19,6	-13,4
74,2	-114,9	-43,1	-15,6
43,8	-0,9	-276,7	0,0
165,7	-145,9	-362,7	-62,7
1299,2	-33,1	-10206,6	0,0

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$h_{1,rs} = \frac{249400,3}{22292454,5}$	+	$\frac{6594024100,0}{23591998659}$	+	$\frac{91907625,0}{1146409091}$	=	0,371	$Z_{LM71} = 1,45$
2	$h_{1,rs} = \frac{249400,3}{22292454,5}$	+	$\frac{6594024100,0}{23591998659}$	+	$\frac{91907625,0}{1146409091}$	=	0,371	1,45
3	$h_{1,rs} = \frac{249400,3}{22292454,5}$	+	$\frac{6594024100,0}{23591998659}$	+	$\frac{91907625,0}{1146409091}$	=	0,371	1,45
4	$h_{1,rs} = \frac{249400,3}{22292454,5}$	+	$\frac{6594024100,0}{23591998659}$	+	$\frac{91907625,0}{1146409091}$	=	0,371	1,45

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$h_{1,LM71} = \frac{33130,8}{22292454,5}$	+	$\frac{10206623059}{23591998659}$	+	$\frac{0,0}{1146409091}$	=	0,434
2	$h_{1,LM71} = \frac{33130,8}{22292454,5}$	+	$\frac{10206623059}{23591998659}$	+	$\frac{0,0}{1146409091}$	=	0,434
3	$h_{1,LM71} = \frac{33130,8}{22292454,5}$	+	$\frac{10206623059}{23591998659}$	+	$\frac{0,0}{1146409091}$	=	0,434
4	$h_{1,LM71} = \frac{33130,8}{22292454,5}$	+	$\frac{10206623059}{23591998659}$	+	$\frac{0,0}{1146409091}$	=	0,434

$Z_{LM71} = 1,45$ z napětí v dolních levých vláknech

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	6,6	0,0	0,0	6,6	6,6	0,0	-6,6	0,0	0,0	-6,7	-6,7
2	-0,1	37,1	0,0	0,0	36,9	36,9	-0,1	-37,1	0,0	0,0	-37,2	-37,2
3	6,4	1,9	0,0	0,0	8,3	8,3	6,4	-1,9	0,0	0,0	4,4	4,4
4	0,3	0,1	-1,7	-1,7	-1,3	-1,3	0,3	-0,1	-1,7	-1,7	-1,5	-1,5
5	-1,5	0,5	-3,9	-3,9	-4,8	-4,8	-1,5	-0,5	-3,9	-3,9	-5,8	-5,8
6	0,0	2,2	0,0	0,0	2,1	2,1	0,0	-2,2	0,0	0,0	-2,2	-2,2
7	-1,0	2,3	-8,0	-8,0	-6,7	-6,7	-1,0	-2,3	-8,0	-8,0	-11,2	-11,2
145.6	-0,2	54,0	0,0	0,0	53,8	53,8	-0,2	-54,0	0,0	0,0	-54,2	-54,2

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	7,0	0,0	0,0	7,0	7,0	0,0	-7,0	0,0	0,0	-7,1	-7,1
2	-0,1	39,4	0,0	0,0	39,2	39,2	-0,1	-39,4	0,0	0,0	-39,5	-39,5
3	4,1	1,3	0,0	0,0	5,4	5,4	4,1	-1,3	0,0	0,0	2,9	2,9
4	0,4	0,2	-2,2	-2,2	-1,7	-1,7	0,4	-0,2	-2,2	-2,2	-2,0	-2,0
5	-1,0	0,3	-2,6	-2,6	-3,2	-3,2	-1,0	-0,3	-2,6	-2,6	-3,9	-3,9
6	0,0	2,2	0,0	0,0	2,2	2,2	0,0	-2,2	0,0	0,0	-2,2	-2,2
7	-1,2	2,9	-10,4	-10,4	-8,8	-8,8	-1,2	-2,9	-10,4	-10,4	-14,6	-14,6
145.6	-0,3	82,6	0,0	0,0	82,3	82,3	-0,3	-82,6	0,0	0,0	-82,9	-82,9

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.13 Hlavní nosník HN6 v místě maximální posouvající síly

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	gr	y o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,0625	1	1	127,4	135,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	610,9	649,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	34,0	22,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	29,9	38,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,75	1	121,9	123,4
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	42,0	43,7
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	53,3	69,3
337	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1063,5	1626,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 2708,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 4458,9 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{4458,9 - 1081,76}{1626,6}$$

$$Z_{LM71} = 2,08$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.14 Hlavní nosník HN7 v místě maximálního svislého ohybového momentu

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE METODICKÉHO POKYNU

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2120E+05 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,3751E+11 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8017E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1399,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	121,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	121,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	18 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	3400 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	61200 mm ²	smyková plocha
$d =$	3500 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1750 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1750 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	600 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,3572E+08 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3572E+08 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	6,0057E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	6,0057E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	6,0057E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	6,0057E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	16,40	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,165	poměrná štíhlost
$f =$	0,505	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	g _f	y _o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					V _z kN	N kN	M _y kNm	M _z kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	136,7	-2,7	-965,7	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	643,3	-13,9	-5242,0	-1,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	24,5	733,8	-328,7	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	29,9	-60,2	-41,2	-36,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	128,0	-168,2	-174,7	-72,1
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	42,0	-0,9	-308,1	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	58,8	-176,3	-321,8	-64,1
145.6	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1037,4	-20,9	-7541,0	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
145,3	-2,8	-1026,0	0,0
683,5	-14,8	-5569,6	-1,1
15,9	477,0	-213,7	0,0
38,8	-78,3	-53,6	-47,0
86,4	-113,5	-117,9	-48,6
43,7	-0,9	-320,4	0,0
76,5	-229,2	-418,4	-83,3
1586,9	-31,9	-11534,5	0,0

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$h_{1,rs} =$	$\frac{37431,4}{23138181,8}$	+	$\frac{7719627475,0}{25910181818}$	+	$\frac{180087000,0}{1146536364}$	=	0,457	$Z_{LM71} =$	1,22
2	$h_{1,rs} =$	$\frac{37431,4}{23138181,8}$	+	$\frac{7719627475,0}{25910181818}$	+	$\frac{180087000,0}{1146536364}$	=	0,457		1,22
3	$h_{1,rs} =$	$\frac{37431,4}{23138181,8}$	+	$\frac{7719627475,0}{25910181818}$	+	$\frac{180087000,0}{1146536364}$	=	0,457		1,22
4	$h_{1,rs} =$	$\frac{37431,4}{23138181,8}$	+	$\frac{7719627475,0}{25910181818}$	+	$\frac{180087000,0}{1146536364}$	=	0,457		1,22

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$h_{1,LM71} =$	$\frac{31937,8}{23138181,8}$	+	$\frac{11534533353}{25910181818}$	+	$\frac{0,0}{1146536364}$	=	0,447
2	$h_{1,LM71} =$	$\frac{31937,8}{23138181,8}$	+	$\frac{11534533353}{25910181818}$	+	$\frac{0,0}{1146536364}$	=	0,447
3	$h_{1,LM71} =$	$\frac{31937,8}{23138181,8}$	+	$\frac{11534533353}{25910181818}$	+	$\frac{0,0}{1146536364}$	=	0,447
4	$h_{1,LM71} =$	$\frac{31937,8}{23138181,8}$	+	$\frac{11534533353}{25910181818}$	+	$\frac{0,0}{1146536364}$	=	0,447

$Z_{LM71} =$ 1,22 z napětí v dolních levých vláknech

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	7,1	0,0	0,0	7,1	7,1	0,0	-7,1	0,0	0,0	-7,1	-7,1
2	-0,1	38,6	-0,2	-0,2	38,3	38,3	-0,1	-38,6	-0,2	-0,2	-38,9	-38,9
3	6,1	2,4	0,0	0,0	8,5	8,5	6,1	-2,4	0,0	0,0	3,6	3,6
4	-0,5	0,3	-6,0	-6,0	-6,2	-6,2	-0,5	-0,3	-6,0	-6,0	-6,8	-6,8
5	-1,4	1,3	-12,0	-12,0	-12,1	-12,1	-1,4	-1,3	-12,0	-12,0	-14,7	-14,7
6	0,0	2,3	0,0	0,0	2,3	2,3	0,0	-2,3	0,0	0,0	-2,3	-2,3
7	-1,5	2,4	-10,7	-10,7	-9,8	-9,8	-1,5	-2,4	-10,7	-10,7	-14,5	-14,5
145.6	-0,2	55,6	0,0	0,0	55,4	55,4	-0,2	-55,6	0,0	0,0	-55,7	-55,7

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	7,6	0,0	0,0	7,5	7,5	0,0	-7,6	0,0	0,0	-7,6	-7,6
2	-0,1	41,0	-0,2	-0,2	40,7	40,7	-0,1	-41,0	-0,2	-0,2	-41,4	-41,4
3	3,9	1,6	0,0	0,0	5,5	5,5	3,9	-1,6	0,0	0,0	2,4	2,4
4	-0,6	0,4	-7,8	-7,8	-8,1	-8,1	-0,6	-0,4	-7,8	-7,8	-8,9	-8,9
5	-0,9	0,9	-8,1	-8,1	-8,2	-8,2	-0,9	-0,9	-8,1	-8,1	-9,9	-9,9
6	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	-2,4	0,0	0,0	-2,4	-2,4
7	-1,9	3,1	-13,9	-13,9	-12,7	-12,7	-1,9	-3,1	-13,9	-13,9	-18,8	-18,8
145.6	-0,3	85,0	0,0	0,0	84,7	84,7	-0,3	-85,0	0,0	0,0	-85,3	-85,3

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.15 Hlavní nosník HN7 v místě maximální posouvající síly

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	g _r	y _o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					V _z	V _z
					kN	kN
1	VI. tíha	1,0625	1	1	136,7	145,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	643,3	683,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	34,0	22,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	29,9	38,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,75	1	128,0	129,6
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	42,0	43,7
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	58,8	76,5
336	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1108,3	1695,2

b = 254 mm

t = 20 mm

d_{vw} = 572 mm

délka spolupůsobící stojiny

h_w = 3400 mm

výška stěny

A_{sv} = 48865 mm²

plocha výztuhy včetně části stojiny

I = 2E+08 mm⁴

moment setrvačnosti výztuhy

i = 70,5 mm

poloměr setrvačnosti výztuhy

$$l = \frac{0,75 \cdot h_w}{i} = 36$$

$$l_1 = 93,9 \cdot e = 99,55$$

$$\bar{l} = \frac{l}{l_1} = 0,364$$

$$f = 0,606$$

$$c = 0,9164$$

$$N_{b,Rd} = 9363 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 2835 \text{ kN} < V_{ba,Rd} = 9363 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

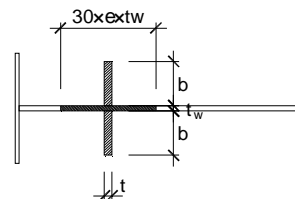
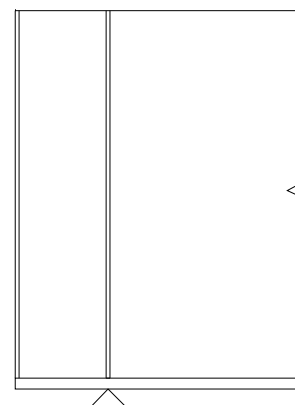
výztuha příčné výztuhy (pásnice výztuhy)

a 400 mm

b 35,5 mm

n 2 počet

A 28400 mm²



Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

PODPOROVÁ VÝZTUHA

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 2834,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 9363,2 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{9363,2 - 1139,46}{1695,2}$$

$$Z_{LM71} = 4,85$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.16 Hlavní nosník HN8 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37 nad 25 mm
$f_y =$	210 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	190,9 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	190,9 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2000 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	45,500 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,06	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,06	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	8,7600E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	9,6840E+10 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,6205E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1051,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	136,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	136,0 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	14 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2400 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	33600 mm ²	smyková plocha
$d =$	2490 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1245 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1245 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	600 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	7,7783E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	7,7783E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	5,4017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	5,4017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	5,4017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	5,4017E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2000 mm	kritická délka
$I =$	14,70	štíhlost
$I_1 =$	99,35	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,148	poměrná štíhlost
$f =$	0,498	
$c =$	1,000	

Ostatní součinitele

$m =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,85	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly			
					charakteristické			
					Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,0625	1	1	0,6	1,5	287,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	3,1	10,4	1762,6	0,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	18,9	1,0	214,1	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	8,5	208,4	37,7	40,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	1,2	145,4	15,8	3,2
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	6,0	1,3	233,0	0,0
7	Odstředivé síly	1,3	1	1	0,0	0,0	0,0	0,0
338	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	6,1	28,6	5176,9	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní síly			
návrhové			
Vz	N	My	Mz
kN	kN	kNm	kNm
0,6	1,6	305,2	0,0
3,3	11,1	1872,8	0,3
12,3	0,7	139,2	0,0
11,1	271,0	49,0	53,1
0,8	98,2	10,7	2,2
6,2	1,3	242,3	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0
9,3	43,7	7918,5	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 43,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$h_3 = 0,021 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna						$Z_{LM71} =$
1 $h_{1,rs} =$	$\frac{383802,1}{16723636,4}$	+	$\frac{2619120150,0}{14849507119}$	+	$\frac{55548500,0}{1031227273}$	$= 0,253$
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{383802,1}{16723636,4}$	+	$\frac{2619120150,0}{14849507119}$	+	$\frac{55548500,0}{1031227273}$	$= 0,253$
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{383802,1}{16723636,4}$	+	$\frac{2619120150,0}{14849507119}$	+	$\frac{55548500,0}{1031227273}$	$= 0,253$
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{383802,1}{16723636,4}$	+	$\frac{2619120150,0}{14849507119}$	+	$\frac{55548500,0}{1031227273}$	$= 0,253$
$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$						
1 $h_{1,LM71} =$	$\frac{43746,2}{16723636,4}$	+	$\frac{7918499707}{14849507119}$	+	$\frac{0,0}{1031227273}$	$= 0,536$
2 $h_{1,LM71} =$	$\frac{43746,2}{16723636,4}$	+	$\frac{7918499707}{14849507119}$	+	$\frac{0,0}{1031227273}$	$= 0,536$
3 $h_{1,LM71} =$	$\frac{43746,2}{16723636,4}$	+	$\frac{7918499707}{14849507119}$	+	$\frac{0,0}{1031227273}$	$= 0,536$
4 $h_{1,LM71} =$	$\frac{43746,2}{16723636,4}$	+	$\frac{7918499707}{14849507119}$	+	$\frac{0,0}{1031227273}$	$= 0,536$

$$Z_{LM71} = 1,39 \text{ z napětí v dolních levých vláknech}$$

KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 47,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 2119,9 \text{ kN}$$

$$h_3 = 0,022 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-3,7	0,0	0,0	-3,7	-3,7	0,0	3,7	0,0	0,0	3,7	3,7
2	0,1	-22,7	0,0	0,0	-22,5	-22,5	0,1	22,7	0,0	0,0	22,8	22,8
3	0,0	-2,8	0,0	0,0	-2,7	-2,7	0,0	2,8	0,0	0,0	2,8	2,8
4	2,4	-0,5	7,6	7,6	9,5	9,5	2,4	0,5	7,6	7,6	10,4	10,4
5	1,7	-0,2	0,6	0,6	2,1	2,1	1,7	0,2	0,6	0,6	2,5	2,5
6	0,0	-3,0	0,0	0,0	-3,0	-3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,0	3,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
338	0,3	-66,6	0,0	0,0	-66,2	-66,2	0,3	66,6	0,0	0,0	66,9	66,9

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-3,9	0,0	0,0	-3,9	-3,9	0,0	3,9	0,0	0,0	3,9	3,9
2	0,1	-24,1	0,1	0,1	-23,9	-23,9	0,1	24,1	0,1	0,1	24,3	24,3
3	0,0	-1,8	0,0	0,0	-1,8	-1,8	0,0	1,8	0,0	0,0	1,8	1,8
4	3,1	-0,6	9,8	9,8	12,3	12,3	3,1	0,6	9,8	9,8	13,6	13,6
5	1,1	-0,1	0,4	0,4	1,4	1,4	1,1	0,1	0,4	0,4	1,7	1,7
6	0,0	-3,1	0,0	0,0	-3,1	-3,1	0,0	3,1	0,0	0,0	3,1	3,1
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
338	0,5	-101,8	0,0	0,0	-101,3	-101,3	0,5	101,8	0,0	0,0	102,3	102,3

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.2 Průhyb hlavního nosníku

Při stanovení zatížitelnosti z hlediska použitelnosti bylo postupováno dle metodického pokynu SŽDC.

4.2.1 Průhyb v poli č. 1 a 3

Stanovení zatížitelnosti z průhybů

$L = 33,00$ m rozpětí pole mostu

$u_{nad} = 0,0$ mm uvažované výrobní nadvýšení

Mezní průhyb stanoven dle ČSN EN 1990/A1, příloha A2:

$$f_{\max} = \frac{L}{600} = 55,0 \text{ mm}$$

ZS	Zatížení	Deformace
1	VI. tíha	2,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	12,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,4
4	Boční rázy (ostatní)	0,1
5	Vítr - celkový účinek	0,3
6	Užitné na revizní lávce	1,2
7	Odstředivé síly	1,9
290	Nahod. krátkodobé vč. dyn. účinků	32,6

Zatížitelnost z průhybů

$$z_{UIC} = \frac{f_{\max} - f_{rs}}{f_{UIC}} = \underline{\underline{1,08}}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.2.2 Průhyb v poli č. 2

Stanovení zatížitelnosti z průhybů

$L = 39,00$ m rozpětí pole mostu

$u_{nad} = 0,0$ mm uvažované výrobní nadvýšení

Mezní průhyb stanoven dle ČSN EN 1990/A1, příloha A2:

$$f_{\max} = \frac{L}{600} = 65,0 \text{ mm}$$

ZS	Zatížení	Deformace
1	VI. tíha	1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	9,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,6
4	Boční rázy (ostatní)	0,2
5	Vítr - celkový účinek	0,4
6	Užitné na revizní lávce	1,7
7	Odstředivé síly	0,0
388	Nahod. krátkodobé vč. dyn. účinků	39,4

Zatížitelnost z průhybů

$$z_{UIC} = \frac{f_{\max} - f_{rs}}{f_{UIC}} = \underline{\underline{1,28}}$$

4.3 Křehký lom stěny

Na konstrukci K01 se v roce 1983 vyskytla porucha. Touto poruchou byla přibližně svislá trhлина stěny na celou její výšku podél svislé výztuhy. Porucha se nacházela v 1. poli přibližně 18 m od podpory (průřez HN2). Porucha byla odstraněna nahrazením dotčené části stojiny a jejím zesílením. Sousední hlavní nosník byl také preventivně zesílen.

Tloušťka stěny je 14 mm. Tloušťka příčných výztuh je také 14 mm. Připojeny jsou oboustranným koutovým svarem (křížový spoj), $a = 5/\sqrt{2} = 3,5$ mm.

4.3.1 Posouzení dle kapitoly 2 – volba materiálu s ohledem na lomovou houževnatost

Pokyny obsažené v kapitole 2 mají být použity při volbě materiálu pro novou konstrukci. Neuplatňují se při hodnocení materiálu při údržbě. Výsledky posouzení existující konstrukce dle této kapitoly jsou tudíž pouze orientační.

$$f_{y,nom} = 230 \text{ MPa}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$$f_y(t) = f_{y,nom} - 0,25 \frac{t}{t_0} \quad [\text{N/mm}^2]$$

kde t je tloušťka plechu v mm

$$t_0 = 1 \text{ mm}$$

$$f_y(t) = 230 - 0,25 \cdot 14 / 1$$

$$f_y(t) = 226,5 \text{ MPa}$$

Uvažované návrhové vnitřní síly v místě poruchy:

	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm
1	1751,7	11579,18	-59,39
2	-320,87	12119,67	-3,89
3	910,71	7057,37	-107,11

$$s_{Ed} = N/A + My/W_y + Mz / W_z$$

Průřezové charakteristiky HN2:

$$A \quad [\text{mm}^2] = 9,3600\text{e}+04$$

$$c_{YUSS} \quad [\text{mm}] = 300$$

$$c_{ZUSS} \quad [\text{mm}] = 1250$$

$$I_y \quad [\text{mm}^4] = 1,0618\text{e}+11$$

$$I_z \quad [\text{mm}^4] = 1,8005\text{e}+09$$

$$W_{ely} \quad [\text{mm}^3] = 8,4942\text{e}+07$$

$$W_{elz} \quad [\text{mm}^3] = 6,0018\text{e}+06$$

Průřezové charakteristiky na okraji stojiny:

d =	2500 mm	celková výška průřezu
zh =	1200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	1200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b _{hor} =	14 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	7 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	7 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	14 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	7 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	7 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	8,8483E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	8,8483E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	2,5721E+08 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	2,5721E+08 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	2,5721E+08 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	2,5721E+08 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Výsledné napětí v nejvíce zatížených krajních vláknech stojiny:

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



N/A	My/Wy	Mz/Wz	suma
MPa			
18,7	130,9	0,2	149,8
3,4	137,0	0,0	140,4
9,7	79,8	0,4	89,9

$$s_{Ed} = 149,8 \text{ MPa}$$

$$s_{Ed} / f_y(t) = 149,8 / 226,5$$

$$s_{Ed} / f_y(t) = 0,661$$

Hodnoty nárazové práce zjištěné na odebraných vzorcích ($T = -20^\circ\text{C}$):

Č. vzorku	Nárazová práce [J]	KCV [J.cm ⁻²]	Nárazová práce - průměr [J]	KCV - průměr [J.cm ⁻²]
31R1	8,5	10,6	10,3	12,6
31R2	11,5	13,4		
31R3	11	13,7		
32R1	10,5	12,8	7,5	9,3
32R2	5,5	6,9		
32R3	6,5	8,1		
33R1	8	9,8	7,2	9,5
33R2	6	9,7		
33R3	7,5	9,0		
34R1	11	13,0	10,7	13,2
34R2	10	12,1		
34R2	11	14,4		

Dle tabulky 2.1 i při referenční teplotě $T_{Ed} = -50^\circ\text{C}$ a $s_{Ed} = 0,75 f_y(t)$ je největší přípustná tloušťka části 20 mm pro ocel S235 JR, což je více než tloušťka stávající stojiny (14 mm). Nárazová práce zjištěná zkouškami je však menší, posouzení je tudíž neprůkazné.

Numerické vyhodnocení za použití lomové mechaniky výrazně přesahuje rámec běžného výpočtu zatížitelnosti železničního mostu.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.3.2 Posouzení dle kapitoly 3 – vlastnosti napříč tloušťkou

(1) Lamelární poškození může být zanedbáno, jestliže je splněna podmínka:

$$Z_{Ed} \leq Z_{Rd}$$

(2) Požadovaná návrhová hodnota Z_{Ed} může být určena pomocí vztahu:

$$Z_{Ed} = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d + Z_e$$

$$a_{eff} = 5 \text{ mm} < 7 \text{ mm}$$

$$Z_a = 0$$

Je předpokládán plně provařený svar.

$$Z_b = 5$$

$$s = 14 \text{ mm}$$

$$Z_c = 4$$

Nepřímé omezení smršťování po svařování jinou částí konstrukce je uvažováno jako střední omezení.

$$Z_d = 3$$

Vliv předeřevu nebyl uvažován.

$$Z_e = 0$$

$$Z_{Ed} = 0 + 5 + 4 + 3 + 0$$

$$Z_{Ed} = 12$$

Materiál je pro účely tohoto posouzení považován za S235 JR, dosažitelná návrhová hodnota Z je uvažována Z15.

$$12 < 15$$

Lamelární poškození může být zanedbáno.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4 Montážní spoj hlavního nosníku

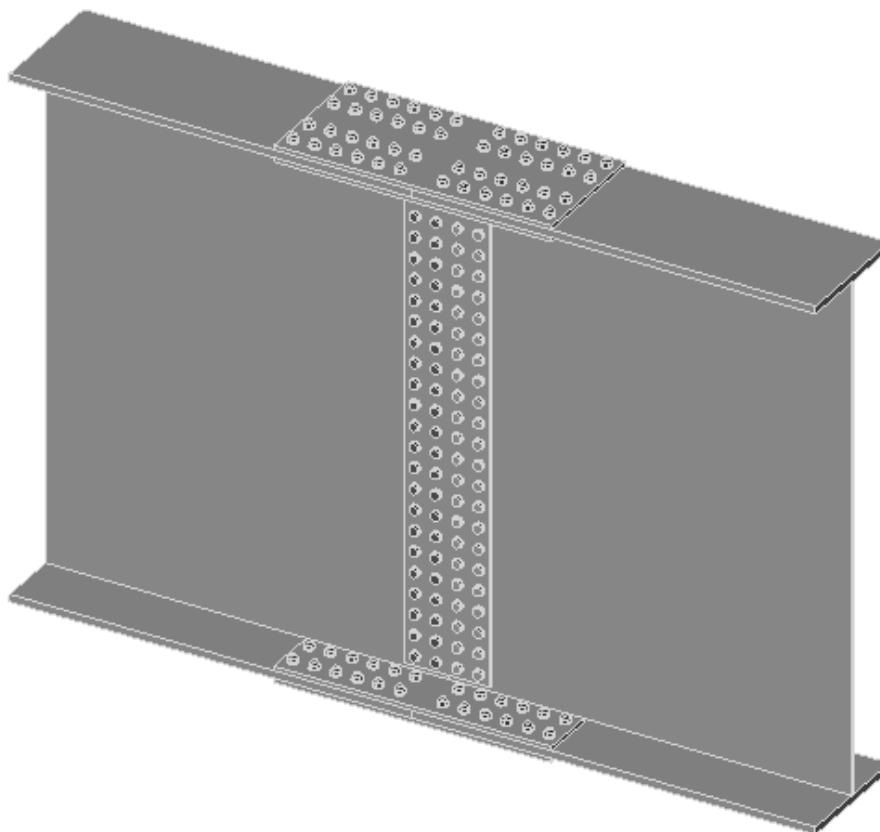
Přípoj je šroubovaný, s oboustrannými příložkami stojiny i pásnic. V přípoji jsou použity vysokopevnostní šrouby M24 pevnostní třídy 10.9. Průměr otvorů pro šrouby je uvažován 26 mm.

Nejprve byla stanovena zatížitelnost neoslabeného spoje, tzn. bez chybějících šroubů. Dále byla stanovena zatížitelnost spoje oslabeného chybějícími šrouby. Byly uvažovány 4 chybějící šrouby, a sice 3 ks u horní pásnice a 1 ks u dolní pásnice.



chybějící šrouby ve spoji

4.4.1 Model neoslabeného spoje



Přepočet zatížitelnosti

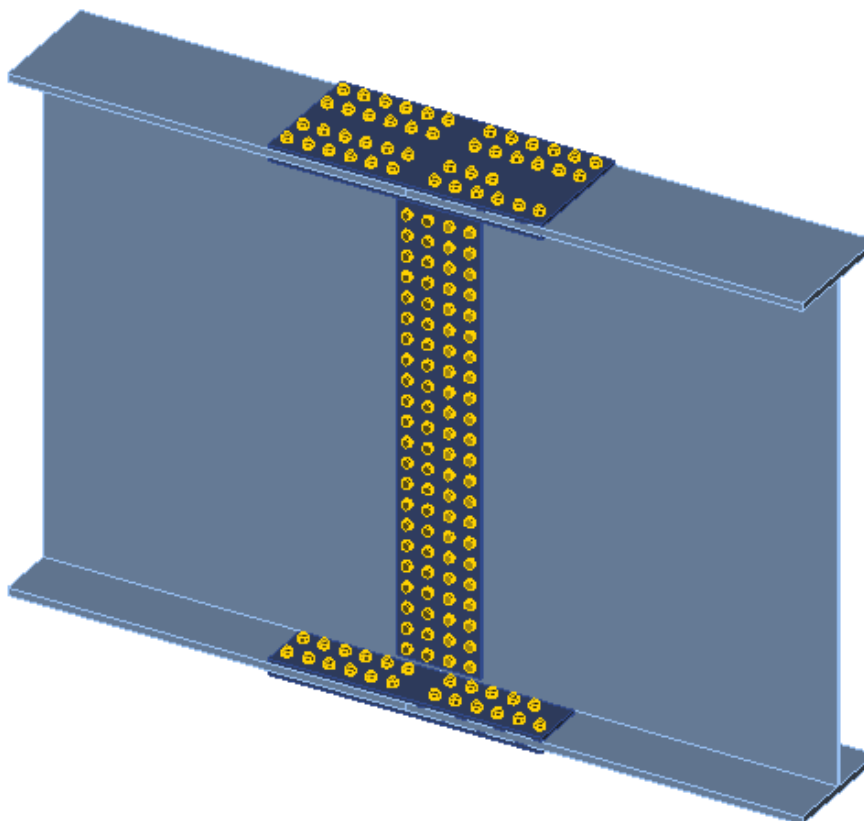
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.2 Model oslabeného spoje



4.4.3 Zatížení spoje

Působící síly byly stanoveny za použití výpočetního programu Scia Engineer.

		RS				LM71			
		N	Vz	My	Mz	N	Vz	My	Mz
		kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kNm	kNm
My+ My-	6.10a	1218,13	-725,2	-215,86	45,31	16,09	534,31	3909,27	0
		-42,21	-885,03	-119,65	39,87	-12,93	-896,23	-330,95	0
		-30,31	-802,38	75,16	218,19	15,82	613,19	3991,87	0
		439,68	-544,21	-1384,67	-27,29	-27,59	-171,83	-4241,7	0
		-31,37	-808,96	-87,37	218,19				0
My+ My-	6.10b	1219,54	-623,22	-147,72	45,16	20,17	670,07	4902,6	0
		-40,27	-770,79	-76,63	39,72	-16,21	-1123,96	-415,05	0
		-612,59	-688,32	218,09	27,95	19,84	769	5006,2	0
		441,37	-459,77	-1226,94	-27,54	-34,61	-215,49	-5319,5	0
		-29,95	-706,97	-19,24	218,04				0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.1 Výsledná napětí na neoslabeném spoji

4.4.1.1 RS 6.10a

	Status	Položka	Tl [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]
>	✓	B1-tfl 1	36,0	RS 6.10a	45,8	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	RS 6.10a	65,4	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	RS 6.10a	65,8	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	RS 6.10a	22,4	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	RS 6.10a	49,5	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	RS 6.10a	61,8	0,0
	✓	SPL1a	20,0	RS 6.10a	65,2	0,0
	✓	SPL1b	20,0	RS 6.10a	69,5	0,0
	✓	SPL1c	20,0	RS 6.10a	68,4	0,0
	✓	SPL2a	20,0	RS 6.10a	41,6	0,0
	✓	SPL2b	20,0	RS 6.10a	43,0	0,0
	✓	SPL3a	10,0	RS 6.10a	46,0	0,0
	✓	SPL3b	10,0	RS 6.10a	47,4	0,0

4.4.1.2 RS 6.10b

	Status	Položka	Tl [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]
>	✓	B1-tfl 1	36,0	RS 6.10b	39,6	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	RS 6.10b	59,8	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	RS 6.10b	58,1	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	RS 6.10b	19,8	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	RS 6.10b	46,4	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	RS 6.10b	54,1	0,0
	✓	SPL1a	20,0	RS 6.10b	58,4	0,0
	✓	SPL1b	20,0	RS 6.10b	62,0	0,0
	✓	SPL1c	20,0	RS 6.10b	61,0	0,0
	✓	SPL2a	20,0	RS 6.10b	35,2	0,0
	✓	SPL2b	20,0	RS 6.10b	36,8	0,0
	✓	SPL3a	10,0	RS 6.10b	40,9	0,0
	✓	SPL3b	10,0	RS 6.10b	42,3	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.1.3 LM71 6.10a

	Status	Položka	Tl [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]
>	✓	B1-tfl 1	36,0	LM71 6.10a	89,8	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	LM71 6.10a	121,3	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	LM71 6.10a	102,2	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	LM71 6.10a	87,0	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	LM71 6.10a	116,6	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	LM71 6.10a	98,3	0,0
	✓	SPL1a	20,0	LM71 6.10a	125,2	0,0
	✓	SPL1b	20,0	LM71 6.10a	125,4	0,0
	✓	SPL1c	20,0	LM71 6.10a	125,4	0,0
	✓	SPL2a	20,0	LM71 6.10a	87,8	0,0
	✓	SPL2b	20,0	LM71 6.10a	100,0	0,0
	✓	SPL3a	10,0	LM71 6.10a	81,4	0,0
	✓	SPL3b	10,0	LM71 6.10a	81,4	0,0

4.4.1.4 LM71 6.10b

	Status	Položka	Tl [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]
>	✓	B1-tfl 1	36,0	LM71 6.10b	112,7	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	LM71 6.10b	152,2	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	LM71 6.10b	128,1	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	LM71 6.10b	109,1	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	LM71 6.10b	146,3	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	LM71 6.10b	123,2	0,0
	✓	SPL1a	20,0	LM71 6.10b	157,0	0,0
	✓	SPL1b	20,0	LM71 6.10b	157,3	0,0
	✓	SPL1c	20,0	LM71 6.10b	157,3	0,0
	✓	SPL2a	20,0	LM71 6.10b	110,2	0,0
	✓	SPL2b	20,0	LM71 6.10b	125,5	0,0
	✓	SPL3a	10,0	LM71 6.10b	102,1	0,0
	✓	SPL3b	10,0	LM71 6.10b	102,1	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.2 Zatížitelnost spoje z napětí v krajních vláknech příločky na neoslabeném spoji

Nejvyšší napětí byla zjištěna na příložce SPL1, vlákna b.

Rekapitulace napětí a výpočet zatížitelnosti:

	RS	LM71	f _{yd}	Z _{LM71}
	MPa			
6.10a	69,5	125,4	230	1,28
6.10b	62,0	157,3	230	1,07

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (230 - 62,0) / 157,3$$

$$\underline{Z_{LM71} = 1,07}$$

Zjištěná zatížitelnost spoje je **$Z_{LM71} = 1,07$** z napětí v krajních vláknech příločky. Zatížitelnost byla stanovena za použití výpočetního programu IDEA StatiCa Connection.

4.4.3 Zatížitelnost spoje z únosnosti šroubu na neoslabeném spoji

Jako působící účinek byl použit podíl z interakce tahu a smyku dle ČSN EN 1993-1-8 tab. 3.4.

	RS	LM71	RD	Z _{LM71}
	MPa			
6.10a	0,117	0,258	1	3,42
6.10b	0,107	0,324	1	2,76

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (1,0 - 0,107) / 0,324$$

$$\underline{Z_{LM71} = 2,76}$$

Zjištěná zatížitelnost spoje je **$Z_{LM71} = 2,76$** z podílu interakce tahu a smyku pro nejvíce namáhaný šroub (B18). Zatížitelnost byla stanovena za použití výpočetního programu IDEA StatiCa Connection.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.4 Výsledná napětí na oslabeném spoji

4.4.4.1 RS 6.10a

	Status	Položka	TI [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]
	✓	B1-tfl 1	36,0	RS 6.10a	45,6	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	RS 6.10a	66,3	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	RS 6.10a	66,2	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	RS 6.10a	22,0	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	RS 6.10a	50,0	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	RS 6.10a	62,0	0,0
	✓	SPL1a	20,0	RS 6.10a	65,0	0,0
	✓	SPL1b	20,0	RS 6.10a	70,1	0,0
	✓	SPL1c	20,0	RS 6.10a	67,3	0,0
	✓	SPL2a	20,0	RS 6.10a	41,4	0,0
	✓	SPL2b	20,0	RS 6.10a	43,0	0,0
	✓	SPL3a	10,0	RS 6.10a	46,5	0,0
>	✓	SPL3b	10,0	RS 6.10a	47,8	0,0

4.4.4.2 RS 6.10b

	Status	Položka	TI [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]
	✓	B1-tfl 1	36,0	RS 6.10b	39,4	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	RS 6.10b	60,6	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	RS 6.10b	58,4	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	RS 6.10b	19,5	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	RS 6.10b	46,8	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	RS 6.10b	54,3	0,0
	✓	SPL1a	20,0	RS 6.10b	58,7	0,0
	✓	SPL1b	20,0	RS 6.10b	62,6	0,0
	✓	SPL1c	20,0	RS 6.10b	60,0	0,0
	✓	SPL2a	20,0	RS 6.10b	35,0	0,0
	✓	SPL2b	20,0	RS 6.10b	36,9	0,0
	✓	SPL3a	10,0	RS 6.10b	41,3	0,0
>	✓	SPL3b	10,0	RS 6.10b	42,7	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.4.3 LM71 6.10a

	Status	Položka	TI [mm]	Zatížení	σ, E_d [MPa]	ϵ, P_l [%]
	✓	B1-tfl 1	36,0	LM71 6.10a	102,0	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	LM71 6.10a	125,3	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	LM71 6.10a	106,8	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	LM71 6.10a	87,2	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	LM71 6.10a	117,2	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	LM71 6.10a	101,8	0,0
	✓	SPL1a	20,0	LM71 6.10a	126,8	0,0
	✓	SPL1b	20,0	LM71 6.10a	127,5	0,0
	✓	SPL1c	20,0	LM71 6.10a	123,5	0,0
	✓	SPL2a	20,0	LM71 6.10a	87,8	0,0
	✓	SPL2b	20,0	LM71 6.10a	101,9	0,0
	✓	SPL3a	10,0	LM71 6.10a	82,7	0,0
>	✓	SPL3b	10,0	LM71 6.10a	82,5	0,0

4.4.4.4 LM71 6.10b

	Status	Položka	TI [mm]	Zatížení	σ, E_d [MPa]	ϵ, P_l [%]
	✓	B1-tfl 1	36,0	LM71 6.10b	127,9	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	LM71 6.10b	157,2	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	LM71 6.10b	133,9	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	LM71 6.10b	109,3	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	LM71 6.10b	147,0	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	LM71 6.10b	127,7	0,0
	✓	SPL1a	20,0	LM71 6.10b	159,0	0,0
	✓	SPL1b	20,0	LM71 6.10b	159,9	0,0
	✓	SPL1c	20,0	LM71 6.10b	154,9	0,0
	✓	SPL2a	20,0	LM71 6.10b	110,1	0,0
	✓	SPL2b	20,0	LM71 6.10b	127,7	0,0
	✓	SPL3a	10,0	LM71 6.10b	103,7	0,0
>	✓	SPL3b	10,0	LM71 6.10b	103,5	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.5 Zatížitelnost spoje z napětí v krajních vláknech příločky na oslabeném spoji

Nejvyšší napětí byla zjištěna na příložce SPL1, vlákna b.

Rekapitulace napětí a výpočet zatížitelnosti:

	RS	LM71	f _{yd}	Z _{LM71}
	MPa			
6.10a	70,1	127,5	230	1,25
6.10b	62,6	159,9	230	1,05

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (230 - 62,6) / 159,9$$

$$\underline{Z_{LM71} = 1,05}$$

Zjištěná zatížitelnost spoje je **$Z_{LM71} = 1,05$** z napětí v krajních vláknech příločky. Zatížitelnost byla stanovena za použití výpočetního programu IDEA StatiCa Connection.

Ověření zatížitelnosti souhrnnou kombinací

Z_{LM71}

Souhrnná kombinace

		N	V _z	M _y	M _z
		kN	kN	kNm	kNm
1,05	6.10a	1235,0	-164,2	3888,9	45,3
1,05		-55,8	-1826,1	-467,1	39,9
1,05		-13,7	-158,5	4266,6	218,2
1,05		410,7	-724,6	-5838,5	-27,3
1,05		-60,3	-989,4	-4541,2	218,2
1,05	6.10b	1240,7	80,4	5000,0	45,2
1,05		-57,3	-1950,9	-512,4	39,7
1,05		-591,8	119,1	5474,6	28,0
1,05		405,0	-686,0	-6812,4	-27,5
1,05		-66,3	-933,2	-5604,7	218,0

Výsledná napětí

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



	Status	Položka	TI [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]
	✓	B1-tfl 1	36,0	SK 6.10b	153,4	0,0
	✓	B1-bfl 1	36,0	SK 6.10b	199,8	0,0
	✓	B1-w 1	14,0	SK 6.10b	163,4	0,0
	✓	B2-tfl 1	36,0	SK 6.10b	148,8	0,0
	✓	B2-bfl 1	36,0	SK 6.10b	210,2	0,0
	✓	B2-w 1	14,0	SK 6.10b	182,3	0,0
	✓	SPL1a	20,0	SK 6.10b	211,3	0,0
>	✓	SPL1b	20,0	SK 6.10b	211,2	0,0
	✓	SPL1c	20,0	SK 6.10b	205,1	0,0
	✓	SPL2a	20,0	SK 6.10b	151,4	0,0
	✓	SPL2b	20,0	SK 6.10b	165,0	0,0
	✓	SPL3a	10,0	SK 6.10b	150,0	0,0
	✓	SPL3b	10,0	SK 6.10b	151,1	0,0

ověření přesnosti výpočtu

1 - 211,2 / 210 . 100% = 0,6% < 1,0%

přesnost výpočtu je dostatečná

4.4.6 Zatížitelnost spoje z únosnosti šroubu na oslabeném spoji

Jako působící účinek byl použit podíl z interakce tahu a smyku dle ČSN EN 1993-1-8 tab. 3.4.

	RS	LM71	RD	ZLM71
	MPa			
6.10a	0,09	0,302	1	3,01
6.10b	0,078	0,378	1	2,44

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (1,0 - 0,078) / 0,378$$

$$Z_{LM71} = 2,44$$

Zjištěná zatížitelnost spoje je $Z_{LM71} = 2,44$ z podílu interakce tahu a smyku pro nejvíce namáhaný šroub (B122). Zatížitelnost byla stanovena za použití výpočetního programu IDEA StatiCa Connection.

Ověření zatížitelnosti souhrnnou kombinací

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Z LM71		Souhrnná kombinace			
		N	Vz	My	Mz
		kN	kN	kNm	kNm
2,44	6.10a	1257,4	578,5	9322,8	45,3
2,44		-73,8	-3071,8	-927,2	39,9
2,44		8,3	693,8	9815,3	218,2
2,44		372,4	-963,5	-11734,4	-27,3
2,44		-98,7	-1228,2	-10437,1	218,2
2,44	6.10b	1268,8	1011,8	11814,6	45,2
2,44		-79,8	-3513,3	-1089,4	39,7
2,44		-564,2	1188,0	12433,2	28,0
2,44		356,9	-985,6	-14206,5	-27,5
2,44		-114,4	-1232,8	-12998,8	218,0

Posudek šroubů pro aktuální účinek zatížení

		Status	Položka	Třída	Zatížení	Ft [kN]	V [kN]	Fb,Rd [kN]	Utt [%]	Uts [%]	Utts [%]
	+	✓	B117	M24 10.9 - 1	SK 6.10b z=2,44	28,0	121,6/128,7	622,1	11,0	91,1	99,0
	+	✓	B122	M24 10.9 - 1	SK 6.10b z=2,44	11,8	129,0/134,5	622,1	4,7	95,2	98,6

ověření přesnosti výpočtu

$$1 - 0,986 / 1 \cdot 100\% = 1,4\% > 1,0\%$$

přesnost výpočtu není dostatečná, bylo přistoupeno ke zpřesnění výpočtu iteračním způsobem

1. iterace

$$Z_{LM71} = 1,014 \cdot 2,44 = 2,47$$

Z LM71		Souhrnná kombinace			
		N	Vz	My	Mz
		kN	kN	kNm	kNm
2,47	6.10a	1257,9	594,5	9440,0	45,3
2,47		-74,1	-3098,7	-937,1	39,9
2,47		8,8	712,2	9935,1	218,2
2,47		371,5	-968,6	-11861,7	-27,3
2,47		-99,5	-1233,4	-10564,4	218,2
2,47	6.10b	1269,4	1031,9	11961,7	45,2
2,47		-80,3	-3547,0	-1101,8	39,7
2,47		-563,6	1211,1	12583,4	28,0
2,47		355,9	-992,0	-14366,1	-27,5
2,47		-115,4	-1239,2	-13158,4	218,0

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Posudek šroubů pro extrémní účinek zatížení

		Status	Položka	Třída	Zatížení	Ft [kN]	V [kN]	Fb,Rd [kN]	Utt [%]	Uts [%]	Utts [%]
	+	✓	B122	M24 10.9 - 1	SK 6.10b z=2,47	12,0	130,5/135,8	622,1	4,7	96,2	99,5

ověření přesnosti výpočtu

$$1 - 0,995 / 1 \cdot 100\% = 0,5\% < 1,0\%$$

přesnost výpočtu je dostatečná

Zatížitelnost spoje z únosnosti šroubů je **2,47**.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

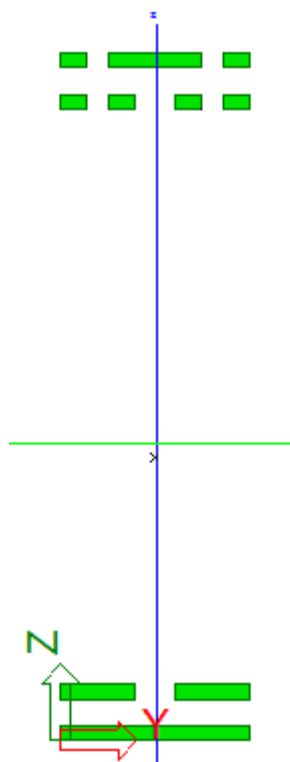
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.1 Zatížitelnost spoje z napětí v krajních vláknech příločky – ruční výpočet

Pro ověření byla zatížitelnost stanovena také zjednodušeným ručním výpočtem. Pro účely stanovení momentové únosnosti spoje byly uvažovány pouze příložky pásnic.

4.4.1.1 Zatížitelnost z normálového napětí v příložkách



Průřezové charakteristiky

A	[mm ²]	= 4,1440e+04
A _y	[mm ²]	= 3,4533e+04
A _z	[mm ²]	= 3,4535e+04
AL	[m ² /m]	= 4,7040e+00
AD	[m ² /m]	= 4,7040e+00
c _{YUSS}	[mm]	= 300
c _{ZUSS}	[mm]	= 1134
I _y	[mm ⁴]	= 6,1055e+10
I _z	[mm ⁴]	= 1,3082e+09
i _y	[mm]	= 1214
i _z	[mm]	= 178
W _{ely}	[mm ³]	= 4,4298e+07
W _{elz}	[mm ³]	= 4,3607e+06
W _{ply}	[mm ³]	= 4,5624e+07
W _{plz}	[mm ³]	= 6,4776e+06
d _y	[mm]	= 0
d _z	[mm]	= -59
I _t	[mm ⁴]	= 4,9647e+06
I _w	[mm ⁶]	= 1,7569e+15
β _y	[mm]	= 363
β _z	[mm]	= 0

Materiálové vlastnosti

druh oceli

ocel 37 nad 25 mm

f_y = 210 MPa

charakteristická mez kluzu

f_{y,d} = 190,9 MPa

návrhová mez kluzu

f_{y,w,d} = 190,9 MPa

návrhová pevnost ve smyku

E = 210000 MPa

modul pružnosti

g_{M0} = 1,10

g_{M1} = 1,20

g_{M2} = 1,30

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Průřezové charakteristiky

$A =$	4,1440E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	6,1055E+10 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,3082E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	1213,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	177,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	177,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	20 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	2350 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	47000 mm ²	smyková plocha
$d =$	2512 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	1378 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	1134 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	600 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	600 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	300 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	300 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	4,4307E+07 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,3840E+07 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	4,3607E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	4,3607E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	4,3607E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	4,3607E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

zs	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	-0,4	0,0	0,0	-0,4	-0,4
2	-0,2	7,6	0,2	0,2	7,6	7,6	-0,2	-6,3	0,2	0,2	-6,2	-6,2
3	9,2	3,5	0,0	0,0	12,7	12,7	9,2	-2,9	0,0	0,0	6,4	6,4
4	0,7	0,6	-7,1	-7,1	-5,7	-5,7	0,7	-0,5	-7,1	-7,1	-6,8	-6,8
5	0,9	2,3	-10,9	-10,9	-7,7	-7,7	0,9	-1,9	-10,9	-10,9	-11,9	-11,9
6	0,0	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5	0,0	-2,9	0,0	0,0	-2,9	-2,9
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
145.7	-0,5	78,5	0,0	0,0	77,9	77,9	-0,5	-64,6	0,0	0,0	-65,1	-65,1

zs	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h						S _d					
	MPa						MPa					
1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	-0,4	0,0	0,0	-0,5	-0,5
2	-0,2	8,1	0,2	0,2	8,1	8,1	-0,2	-6,7	0,2	0,2	-6,6	-6,6
3	12,0	4,5	0,0	0,0	16,6	16,6	12,0	-3,7	0,0	0,0	8,3	8,3
4	0,5	0,4	-4,6	-4,6	-3,7	-3,7	0,5	-0,3	-4,6	-4,6	-4,4	-4,4
5	0,6	1,5	-7,4	-7,4	-5,2	-5,2	0,6	-1,3	-7,4	-7,4	-8,0	-8,0
6	0,0	3,7	0,0	0,0	3,6	3,6	0,0	-3,0	0,0	0,0	-3,0	-3,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
145.7	-0,8	120,0	0,0	0,0	119,2	119,2	-0,8	-98,8	0,0	0,0	-99,6	-99,6

Zatížitelnost z napětí v horních pravých vláknech příločky:

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (230 - (0,5 + 8,1 + 16,6 - 3,7 - 5,2 + 3,6)) / 119,2$$

$$Z_{LM71} = (230 - 19,9) / 119,2$$

$$\underline{Z_{LM71} = 1,76}$$

4.4.1.2 Zatížitelnost z únosnosti šroubu v pásnici

rameno dvojice sil d = 2,472 m

$$M_{y,RS} = 830,8 \text{ kNm}$$

$$M_{LM,71} = 5318,1 \text{ kNm}$$

$$F_{Ed,RS} = 830,8 / 2,472 = 336,1 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,LM,71} = 5318,1 / 2,472 = 2151 \text{ kN}$$

n = 24 šroubů

oslabení o 3 šrouby

$$n = 24 - 3 = 21 \text{ šroubů}$$

$$N_{Ed,RS} = 336 / 21 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,RS} = 16,0 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,LM,71} = 2151 / 21 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,LM,71} = 102,4 \text{ kN}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Únosnost ve stříhu

Parametry spojovacích prvků

	10.9	pevnostní třída šroubu
M	24	šroub
střížná rovina prochází závitem šroubu		
n =	2	počet střížných ploch
f _{ub} =	1000 MPa	
e ₁ =	50 mm	rovnoběžně od kraje
p ₁ =	100 mm	rovnoběžně mezi šrouby
e ₂ =	70 mm	kolmo od kraje
p ₂ =	130 mm	kolmo mezi šrouby
d =	24 mm	jmenovitý průměr šroubu
d ₀ =	26 mm	průměr otvoru
A _s =	353,0 mm ²	

Spojovaný prvek

ocel	S235	
f _u =	360 MPa	
t =	20 mm	tloušťka spojovaného plechu
t _p =	0	tloušťka vložky
vložku není nutno zohledňovat		
g _{M2} =	1,25	dílčí součinitel spolehlivosti
a _v =	0,5	
b _p =	1,000	redukční součinitel

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v A f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5 \times 353 \times 1000}{1,25}$$

$$F_{v,Rd} = 141,20 \text{ kN} \quad \text{návrhová únosnost šroubu}$$

$$b_p \cdot F_{v,Rd} = 141,20 \text{ kN} \quad \text{návrhová únosnost vč. vložky}$$

$$b_p \cdot F_{v,Rd} \cdot n = 282,40 \text{ kN} \quad \text{návrhová únosnost spoje}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (282,40 - 16) / 102$$

$$\underline{Z_{LM71} = 2,60}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.1.3 Zatížitelnost z posouvající síly

Účinek posouvající síly je přisouzen příložkám stojiny.

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

ZS	Zatížení	gr	y o	gr11	Vnitřní síly	Vnitřní síly
					charakteristické	návrhové
					Vz kN	Vz kN
1	VI. tíha	1,0625	1	1	73,9	78,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0625	1	1	370,5	393,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	34,0	44,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,0	11,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,75	1	60,3	61,1
6	Užitné na revizní lávce	1,3	0,8	1	30,0	31,2
7	Odstředivé síly	1,3	1	0,5	4,9	3,2
431	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	734,6	1123,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 1747,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 3059,2 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{3059,2 - 623,50}{1123,6}$$

$$Z_{LM71} = 2,17$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.1.4 Zatížitelnost z únosnosti šroubu ve stěně

Únosnost ve střihu

Parametry spojovacích prvků

	10.9	pevnostní třída šroubu
M	24	šroub
střížná rovina prochází závitem šroubu		
n =	2	počet střížných ploch
f _{ub} =	1000 MPa	
e ₁ =	48 mm	rovnoběžně od kraje
p ₁ =	100 mm	rovnoběžně mezi šrouby
e ₂ =	50 mm	kolmo od kraje
p ₂ =	100 mm	kolmo mezi šrouby
d =	24 mm	jmenovitý průměr šroubu
d ₀ =	26 mm	průměr otvoru
A _s =	353,0 mm ²	

Spojovaný prvek

ocel	S235	
f _u =	360 MPa	
t =	10 mm	tloušťka spojovaného plechu
t _p =	0	tloušťka vložky
vložku není nutno zohledňovat		
g _{M2} =	1,25	dílčí součinitel spolehlivosti
a _v =	0,5	
b _p =	1,000	redukční součinitel

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v A f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5 \times 353 \times 1000}{1,25}$$

$$F_{v,Rd} = 141,20 \text{ kN} \quad \text{návrhová únosnost šroubu}$$

$$b_p \cdot F_{v,Rd} = 141,20 \text{ kN} \quad \text{návrhová únosnost vč. vložky}$$

$$b_p \cdot F_{v,Rd} \cdot n = 282,40 \text{ kN} \quad \text{návrhová únosnost spoje}$$

n = 48 šroubů

teoretické oslabení o 1 šroub

n = 48 - 1 = **47 šroubů**

$$N_{Ed,RS} = 623,5 / 47 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,RS} = 13,3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,LM,71} = 1123,6 / 47 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,LM,71} = 23,9 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{RS}) / E_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (282,40 - 13,3) / 23,9$$

$$\underline{\underline{Z_{LM71} = 11,2}}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.5 Vodorovné a příčné ztužení

Výpočtem na prostorovém modelu bylo zjištěno, že prvky ztužení vyhoví na všechny možné kombinace zatížení. Je tedy zřejmé, že nebudou limitujícím prvkem konstrukce.

Zatížitelnost těchto prvků ve smyslu vzorce 4.4 článku 4.7.6 metodického pokynu nebyla stanovena, protože nemá pro určení přechodnosti praktický význam.



5 POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI

Přepočtem byla zjištěná minimální zatížitelnost $Z_{\min} = 1,04$ na hlavním nosníku HN5 v místě přechodu průřezů z normálových napětí v dolních vláknech.

Vzhledem k tomu, že minimální zatížitelnost mostu $Z_{LM71} > 1,0$, nosná konstrukce vyhovuje z hlediska přechodnosti pro traťové třídy zatížení A, B1, B2, C2, C3, C4 a D2 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 160 km/h a pro traťové třídy zatížení D3 a D4 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 120 km/h.



6 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI SPODNÍ STAVBY

Při stanovování zatížitelnosti spodní stavby bylo v souladu s pokyny zadavatele využito čl. 4.8.2 Metodického pokynu. Mostní objekt nevykazuje viditelné statické poruchy. V souladu s čl. 2.6 tedy lze stanovit zatížitelnost v kategorii B. Vzhledem k tomu, že se nezvyšuje zatížení ZS a spodní stavba nevykazuje statické poruchy a příznaky nadměrného sedání, je zřejmé, že nebude limitujícím prvkem z hlediska zatížitelnosti.

Zatížitelnost spodní stavby určená dle 4.8.2 metodického pokynu je vyšší než 1,0. Zatížitelnost spodní stavby je dostatečná.

Pro přesný výpočet zatížitelnosti spodní stavby dle 4.8.3 v kategorii C, příp. D by bylo nutno provést inženýrsko-geologický průzkum a ověření stávajícího založení. Vzhledem k stavebně-technickému stavu spodní stavby se jeho provedení v rámci tohoto statického výpočtu nejeví jako účelné.



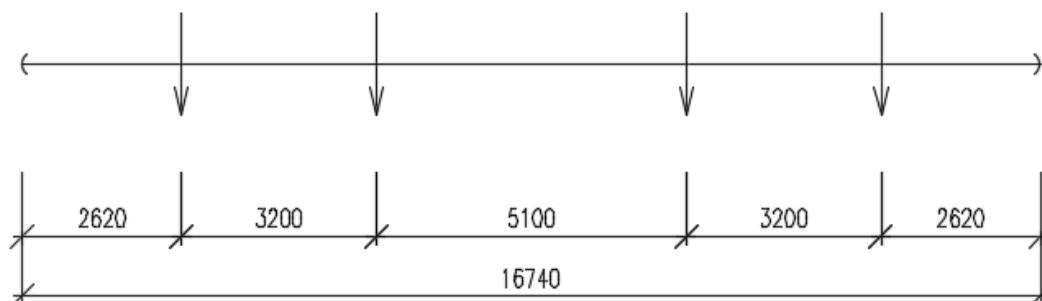
7 VYHODNOCENÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY

Předpoklady, průběh a hodnoty naměřené při zatěžovací zkoušce jsou podrobně uvedeny v dokumentu „*Statická a dynamická ověřovací zkouška mostu v TU 206, km 2,512 – Záběhlce*“.

V rámci přepočtu zatížitelnosti bylo provedeno posouzení shody výsledků zjištěných na výpočetním modelu s výsledky zjištěnými měření in situ.

7.1 Zatížení

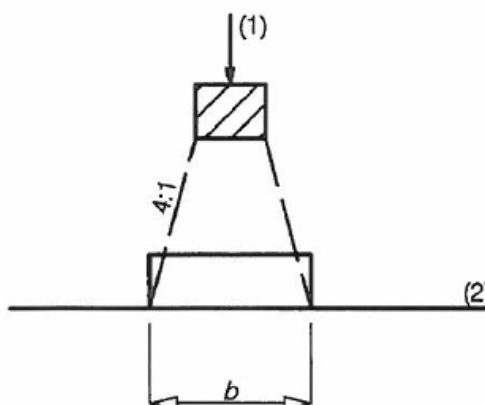
Byla použita lokomotiva ř. 363. Nápravový tlak je uvažován $87 / 4 = 21,75$ t. Zatížení pod kolem je $21,75 / 2 = 10,875$ t = 108,75 kN



Zatěžovací schéma lokomotivy řady 363

7.1.1 Roznášení zatížení

Zatížení se roznáší do třech sousedních prážců. Pro zjednodušení bylo zatížení v úrovni horního líce betonové desky uvažováno jako rovnoměrné. Pražce na mostě jsou železobetonové tvaru SB8 (šířka paty 278 mm) a vzdálenost prážců byla uvažována 533 mm. Výška kolejového lože je uvažována 350 mm, roznášení zatížení v kolejovém loži je uvažováno dle obr. 6.5.



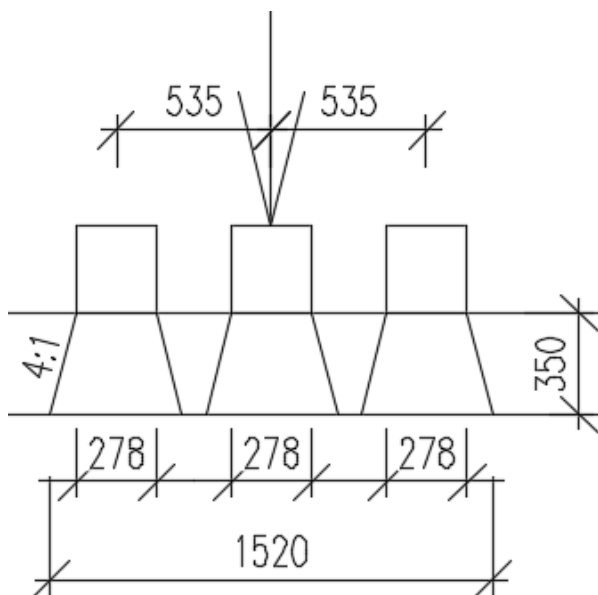
Obrázek 6.5 (ČSN EN 1991-2)

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

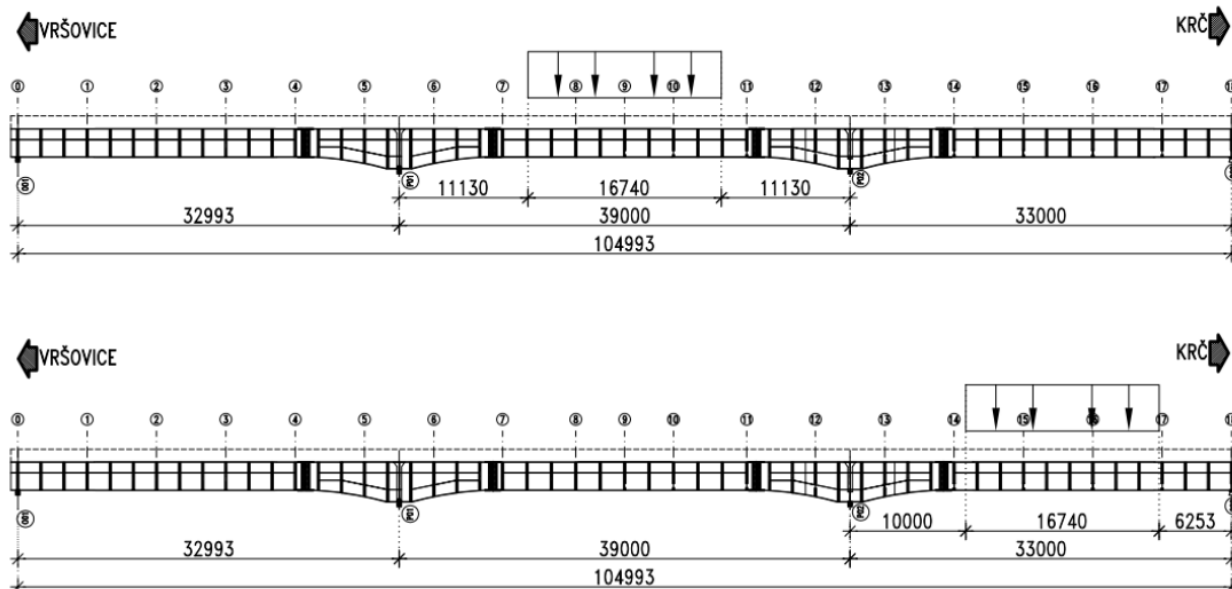


Rozměry uvažované pro roznášení zatížení na mostě

Hodnota uvažovaného zatížení s podélným roznesením je $q = 870 / 8 / 1,52 = 71,55 \text{ kN/m}$.

7.1.2 Umístění zatížení na mostě

Při zkoušce bylo použito postavení zatěžovacího vozidla ve dvou polohách – v prostředním a v krajním poli viz obr.:



7.2 Základní požadavky

Výsledky zatěžovací zkoušky se hodnotí podle poměru pružných složek průhybu S_e k teoretickým hodnotám průhybu S_{cal} a poměru trvalých složek průhybů S_r k celkovým hodnotám průhybů S_{tot} .

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Při statické zatěžovací zkoušce musí ocelová mostní konstrukce splňovat podle čl. 7.1.4 a příl. B.1. ČSN 73 6209 kritéria:

$$0,80 < S_e/S_{cal} < 1,05$$

$$S_r/S_{tot} \leq 0,10$$

přičemž

$$S_{tot} = S_r + S_e$$

7.3 Vyhodnocení průhybů

Jedná se o stávající most. Výsledky zkoušky prokázaly, že zkušební zatížení nevyvolilo trvalé průhyby, resp. trvalá část průhybu není prakticky měřitelná. Z tohoto důvodu:

$$S_r = 0$$

$$S_{tot} = S_e$$

Kanál NAMĚŘENÉ HODNOTY

4		4,242	
	2,844		2,861
		-2,954	

posun uzlu			
průměr	+	-	celkem
2,853	1,390	-5,807	7,196

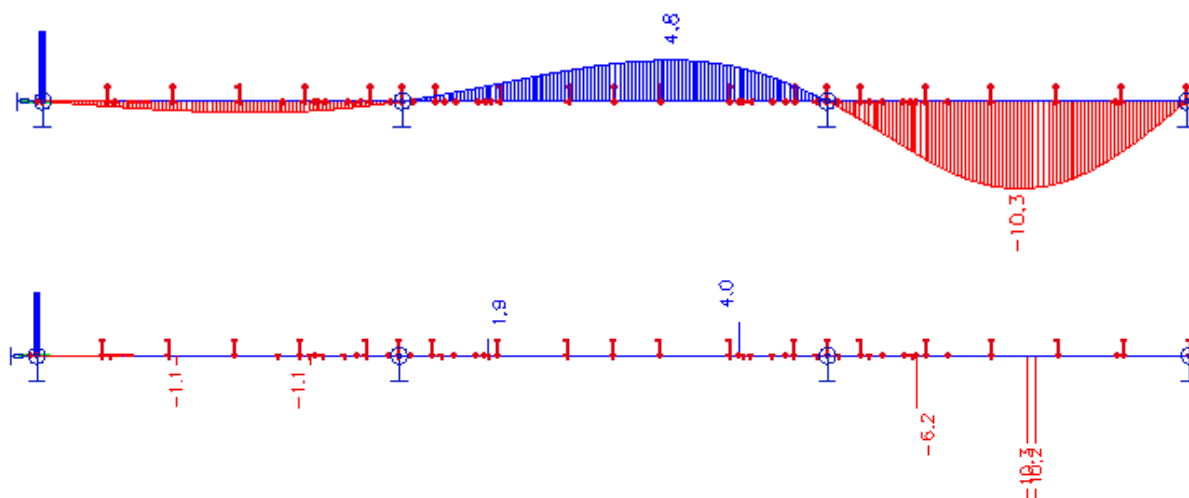
5		6,035	
	4,523		4,535
		-0,963	

4,529	1,506	-5,492	6,998
-------	-------	--------	-------

13		-4,317	
	-5,775		-5,754
		-9,889	

-5,765	1,448	-4,125	5,572
--------	-------	--------	-------

7.3.1 Průhyb v krajním poli



$$S_{cal} = 10,2 \text{ mm}$$

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



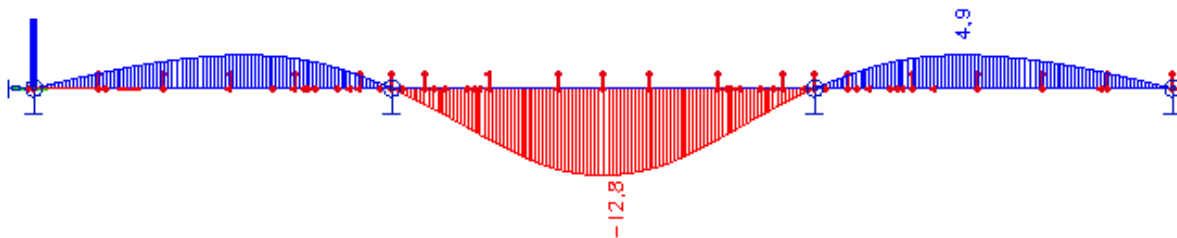
Uz61 (měřicí kanál #13): $S_{\text{tot}} = S_e = 4,125 \text{ mm}$

$S_e / S_{\text{cal}} = 4,125 / 10,2 = 0,404$

$0,8 > 0,404 < 1,05$

Kritérium není splněno.

7.3.2 Průhyb v prostředním poli



$S_{\text{cal}} = 12,8 \text{ mm}$

Uz31 (měřicí kanál #4): $S_{\text{tot}} = S_e = 5,807 \text{ mm}$

$S_e / S_{\text{cal}} = 5,807 / 12,8 = 0,454$

$0,8 > 0,454 < 1,05$

Kritérium není splněno.

Uz32 (měřicí kanál #5): $S_{\text{tot}} = S_e = 5,492 \text{ mm}$

$S_e / S_{\text{cal}} = 5,492 / 12,8 = 0,429$

$0,8 > 0,429 < 1,05$

Kritérium není splněno.

7.4 Vyhodnocení napětí

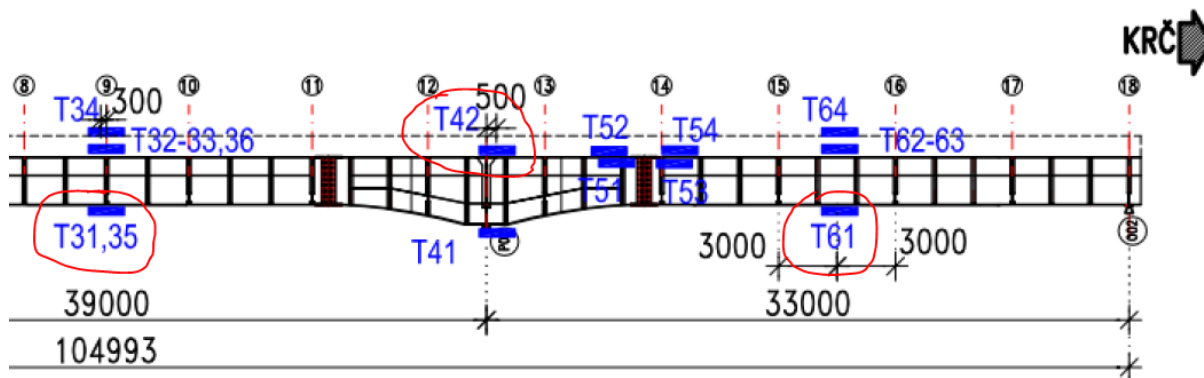


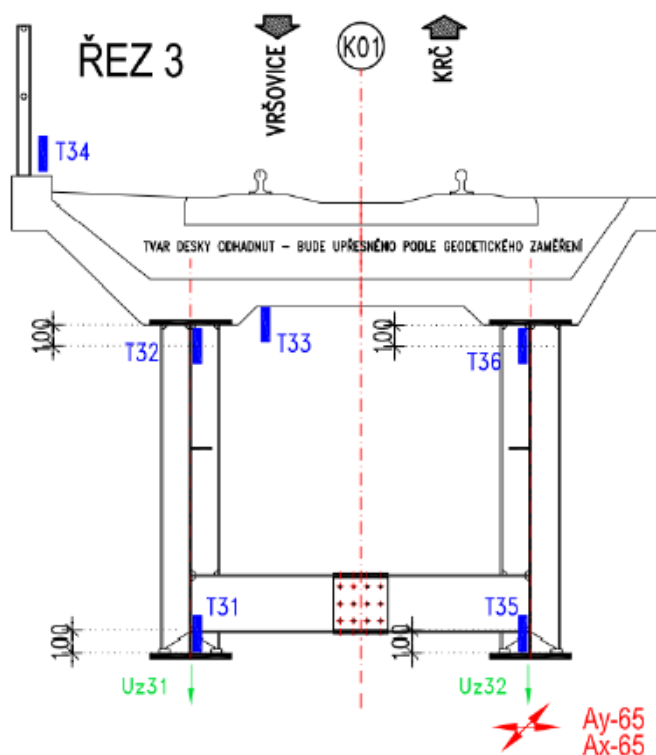
Schéma instrumentace zkoušky – umístění tenzometrů

Přepočet zatížitelnosti

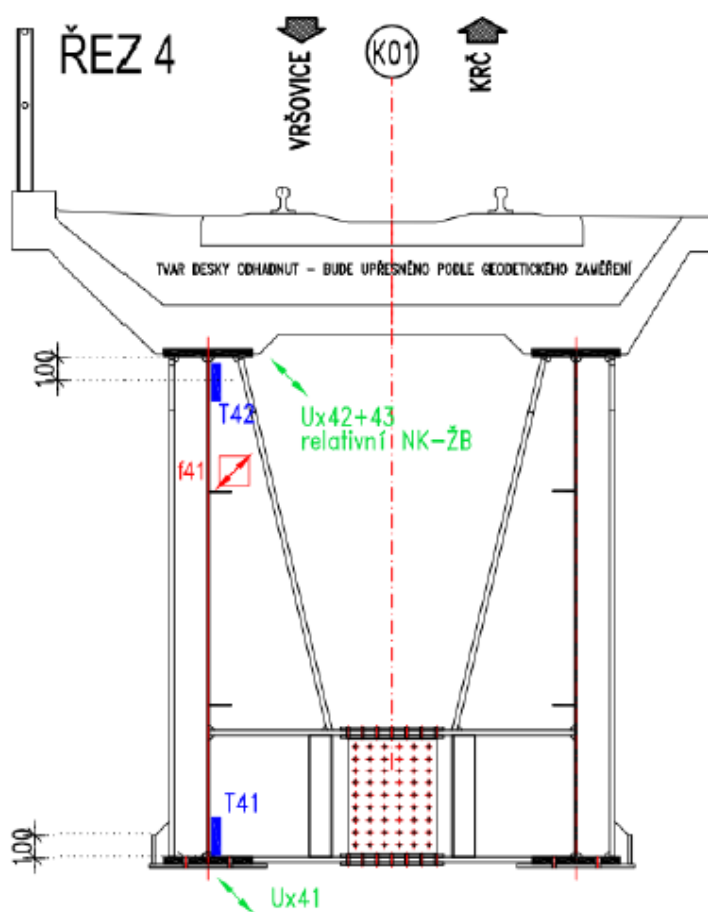
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Výšková poloha měřených míst – řez uprostřed vnitřního pole



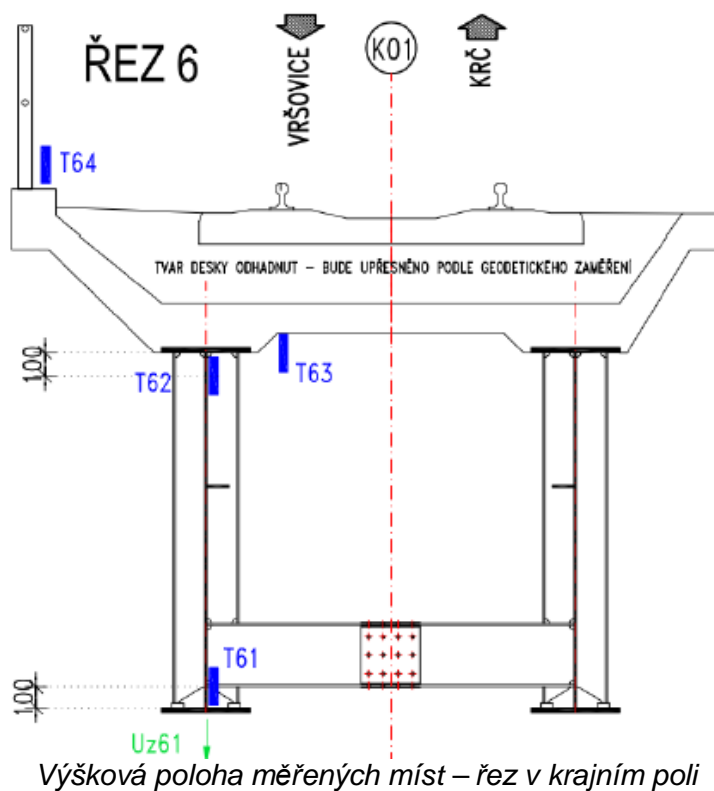
Výšková poloha měřených míst – řez u podpory

Přepočet zatížitelnosti

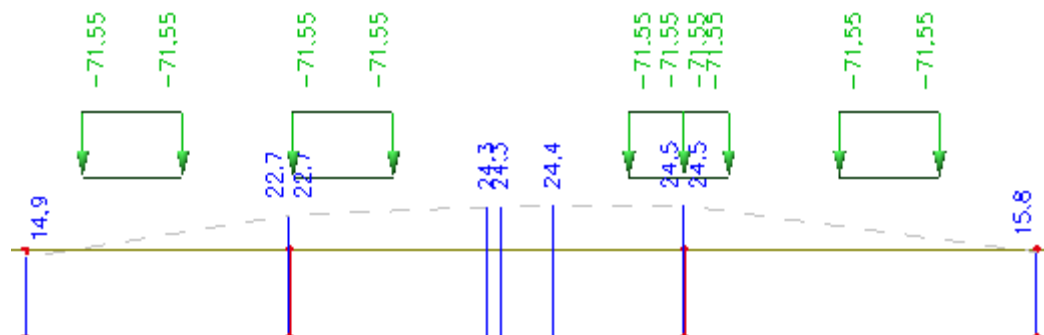
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



7.4.1 Napětí v krajním poli



Přepočet zatížitelnosti

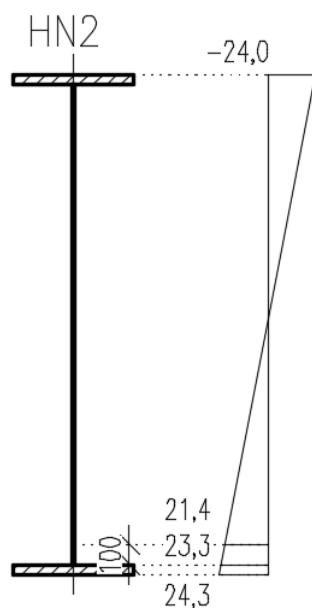
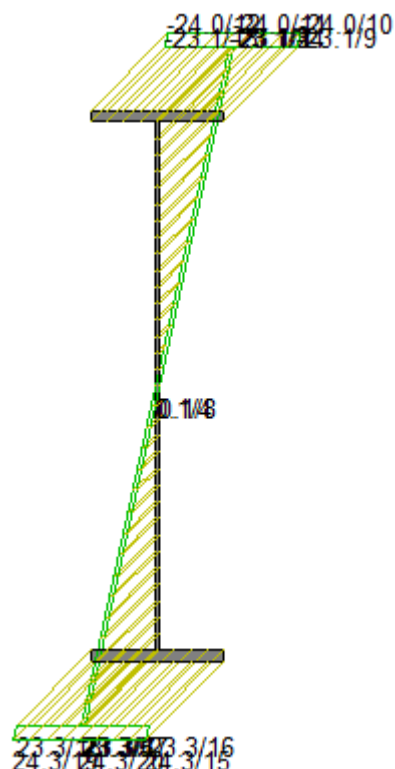
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



vlákno	kombi	Norm. napětí - / + MPa
1	LC502	-23.07
2	LC502	-23.07
3	LC502	-23.07
4	LC502	0.12
5	LC502	23.30
6	LC502	23.30
7	LC502	23.30
8	LC502	0.12
9	LC502	-23.07
10	LC502	-24.04
11	LC502	-24.04
12	LC502	-24.04
13	LC502	-23.07
14	LC502	-23.07
15	LC502	24.27
16	LC502	23.30
17	LC502	23.30
18	LC502	23.30
19	LC502	24.27
20	LC502	24.27



$$S_{cal} = 21,4 \text{ MPa}$$

Tenzometr T61: $S_{tot} = S_e = 16,8 \text{ MPa}$

$$S_e / S_{cal} = 16,8 / 21,4 = 0,785$$

$$0,8 > 0,785 < 1,05$$

Kritérium není splněno.

Přepočet zatížitelnosti

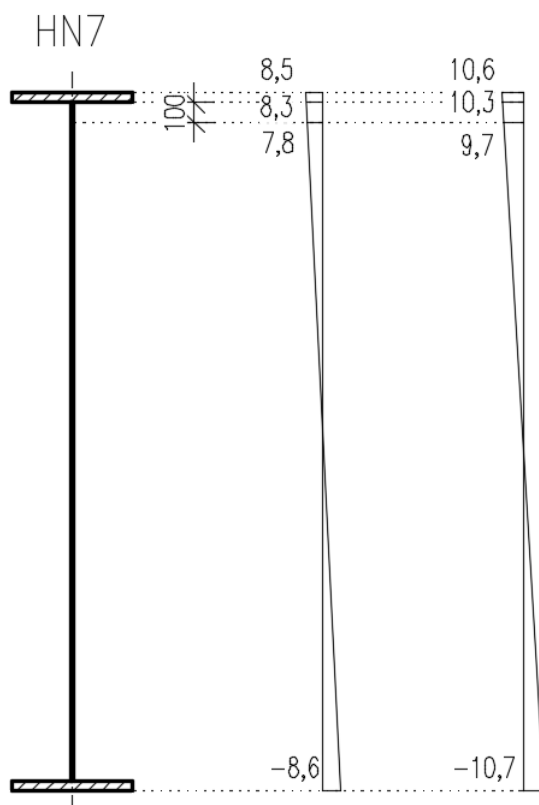
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

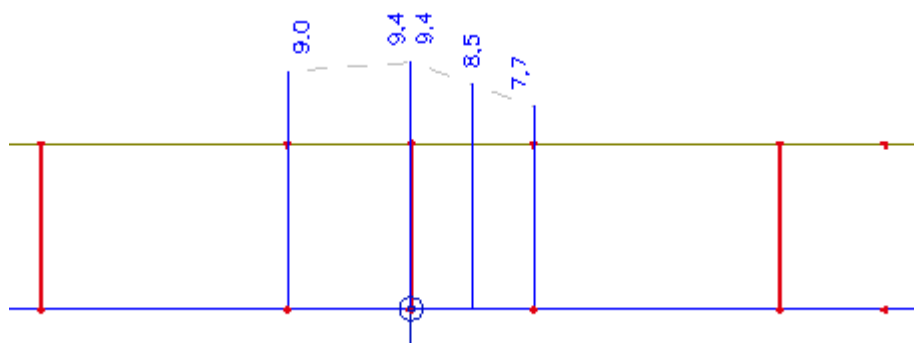
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



7.4.2 Napětí nad podporou



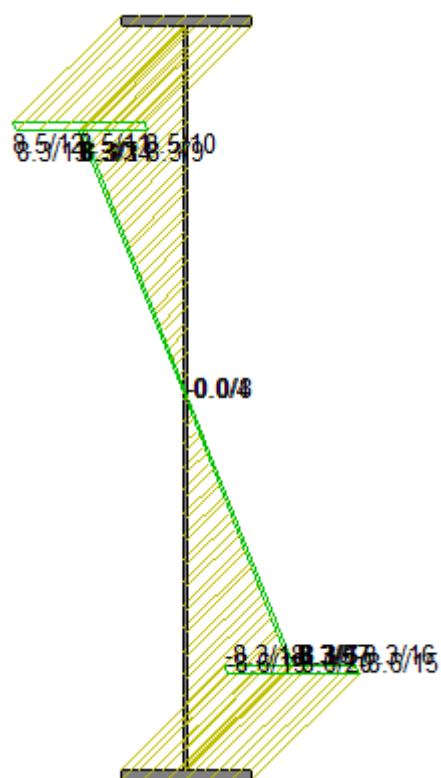
7.4.2.1 ZS5 v poloze 1 (v krajním poli)



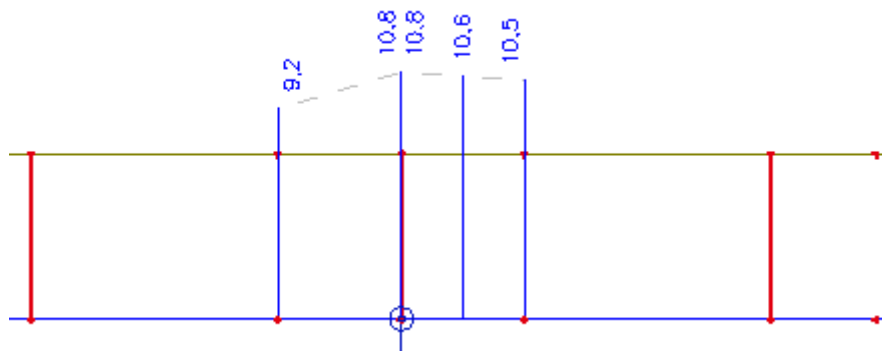


trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

vláknó	kombi	Norm. napětí - / + MPa
1	LC502	8.29
2	LC502	8.29
3	LC502	8.29
4	LC502	-0.03
5	LC502	-8.34
6	LC502	-8.34
7	LC502	-8.34
8	LC502	-0.03
9	LC502	8.29
10	LC502	8.53
11	LC502	8.53
12	LC502	8.53
13	LC502	8.29
14	LC502	8.29
15	LC502	-8.58
16	LC502	-8.34
17	LC502	-8.34
18	LC502	-8.34
19	LC502	-8.58
20	LC502	-8.58



7.4.2.2 ZS5 v poloze 2 (v prostředním poli)



Přepočet zatížitelnosti

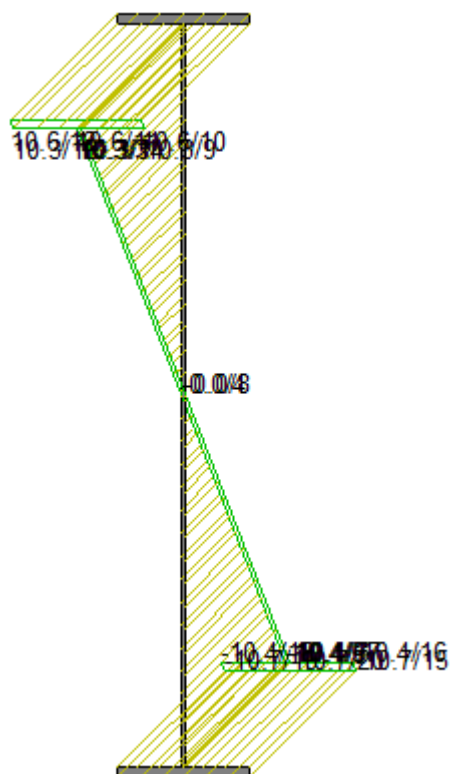
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



vlákn	kombi	Norm. napětí - / + MPa
1	LC501	10.31
2	LC501	10.31
3	LC501	10.31
4	LC501	-0.04
5	LC501	-10.39
6	LC501	-10.39
7	LC501	-10.39
8	LC501	-0.04
9	LC501	10.31
10	LC501	10.62
11	LC501	10.62
12	LC501	10.62
13	LC501	10.31
14	LC501	10.31
15	LC501	-10.70
16	LC501	-10.39
17	LC501	-10.39
18	LC501	-10.39
19	LC501	-10.70
20	LC501	-10.70



$S_{cal} = 9,7 \text{ MPa}$

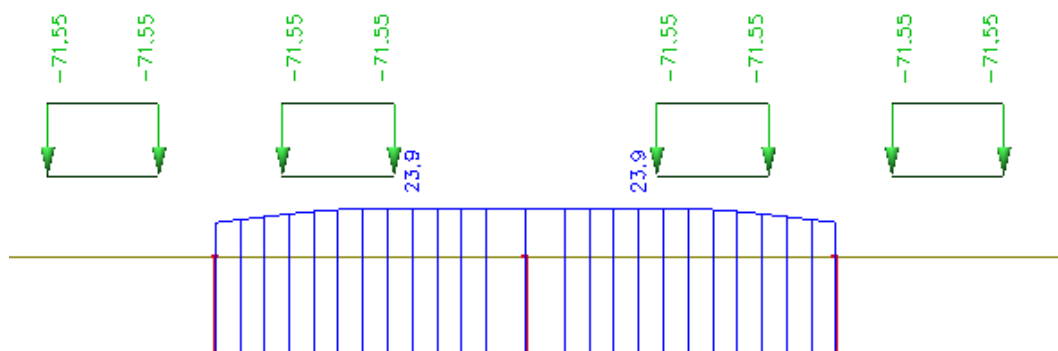
Tenzometr T42: $S_{tot} = S_e = 7,1 \text{ MPa}$

$S_e / S_{cal} = 7,1 / 9,7 = 0,73$

$0,8 > 0,73 < 1,05$

Kritérium není splněno.

7.4.3 Napětí v prostředním poli



Přepočet zatížitelnosti

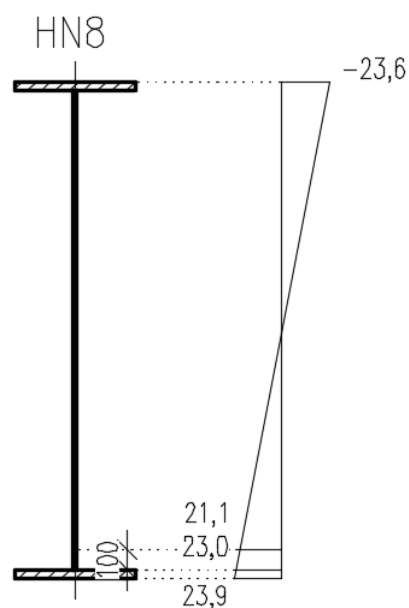
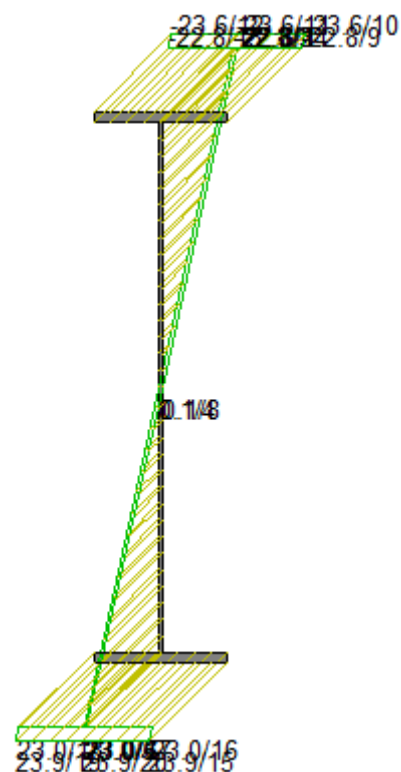
Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



vlákno	kombi	Norm. napětí - / + MPa
1	LC501	-22.76
2	LC501	-22.76
3	LC501	-22.76
4	LC501	0.12
5	LC501	23.00
6	LC501	23.00
7	LC501	23.00
8	LC501	0.12
9	LC501	-22.76
10	LC501	-23.62
11	LC501	-23.62
12	LC501	-23.62
13	LC501	-22.76
14	LC501	-22.76
15	LC501	23.86
16	LC501	23.00
17	LC501	23.00
18	LC501	23.00
19	LC501	23.86
20	LC501	23.86



$S_{cal} = 21,1 \text{ MPa}$

Tenzometr T31: $S_{tot} = S_e = 16,1 \text{ MPa}$

$S_e / S_{cal} = 16,1 / 21,1 = 0,763$

$0,8 > 0,763 < 1,05$

Kritérium není splněno.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Tenzometr T35: $S_{\text{tot}} = S_e = 14,8 \text{ MPa}$

$S_e / S_{\text{cal}} = 14,8 / 21,1 = 0,701$

$0,8 > 0,701 < 1,05$

Kritérium není splněno.

7.5 Shrnutí a zdůvodnění výsledků vyhodnocení

Bylo provedeno srovnání výsledků získaných na výpočetním modelu a reálných hodnot zjištěných zatěžovací zkouškou. Poměr naměřeného průhybu vůči vypočtenému je přibližně 0,40 (krajní pole) resp. 0,43 - 0,45 (prostřední pole). Tímto srovnáním bylo prokázáno, že skutečná tuhost konstrukce je vyšší, než předpokládá výpočetní model. Naměřená napětí jsou ve všech sledovaných řezech alespoň o 30% menší než napětí zjištěná na modelu.

Předpokládáme, že neshoda modelu s reálnou konstrukcí je způsobena hlavně konzervativním pojetím modelu jako pouze ocelové nosné konstrukce. Vzhledem k absenci spřahovacích prvků je deska v modelu uvažována pouze jako tuhý prvek sloužící pro zajištění vodorovné tuhosti konstrukce a pro přenos zatížení z kolejového lože. Části desky nejsou uvažovány jako součásti spřaženého průřezu ocel + beton. Dle výsledků zkoušky však deska s nosníky evidentně určitou měrou spolupůsobí. Míru tohoto spolupůsobení je ale obtížné určit a zahrnout do výpočtu. Její hodnota bude po délce konstrukce proměnná a bude zatížena velkým množstvím vstupních nejistot (proměnné materiálové charakteristiky, stupeň vyztužení, proměnná tloušťka apod.).

Vyhodnocením zatěžovací zkoušky bylo prokázáno, že předpoklady modelu jsou konzervativní a na stranu bezpečnou. Skutečná zatížitelnost mostu je zřejmě díky neuvažovanému částečnému spolupůsobení desky vyšší než vypočtená, ale její exaktní stanovení přesahuje rámec běžného statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8 ZÁVĚR

Přepočtem byla zjištěná minimální zatížitelnost $Z_{\min} = 1,04$ na hlavním nosníku HN5 v místě přechodu průřezů z normálových napětí v horních vláknech.

Nosná konstrukce je přechodná pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě D4 s přidruženou rychlostí 70 km/h dle EN 15528 a splňuje tak požadavek zadavatele.

Vzhledem k tomu, že minimální zatížitelnost mostu $Z_{LM71} > 1,0$, nosná konstrukce vyhovuje z hlediska přechodnosti pro traťové třídy zatížení A, B1, B2, C2, C3, C4 a D2 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 160 km/h a pro traťové třídy zatížení D3 a D4 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 120 km/h.

Zatížitelnost a přechodnost nosné konstrukce K02 nebyla stanovena, protože kolej byla z této konstrukce snesena a konstrukce tudíž není pojižděna. Vzhledem k tomu, že obě konstrukce jsou prakticky shodné, lze výsledky z konstrukce K01 vztáhnout i na konstrukci K02.

V Hradci Králové 05/2018

Ing. Zdeněk Lakmayer

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příloha č.1 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

MOST V KM 2,512

PRAHA-VRŠOVICE – PRAHA-RADOTÍN

Počet stran přílohy: 4



PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI MOSTU

A. Identifikace mostu

TÚ: **0206 Praha-Vršovice seř.n.-č.kol. (mimo) – Praha-Radotín (mimo) (vj.kol.)**

DÚ: **02 Praha-Vršovice seř.n.-čekací kol. – Praha-Krč km 2,512**

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř poř. číslo: **1** pod kolejí č. **1**
(ve směru staničení)

C. Doplnující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: **C**

Výpočetní model: **Prostorový model konstrukce**

Geometrie koleje:

Kolej v přechodnici

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	630 m	11 000 m	- m
převýšení koleje	68 mm	17 mm	0 mm
excentricita osy koleje	-0,094 m	-0,137 m	-0,143 m

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu

Na konstrukci byly objeveny následující závady:

- PKO konstrukce porušená na 30% plochy, popraskaná, odlupuje se, prostupuje koroze
- Od PPM 2014 došlo k viditelnému zhoršení stavu (+4 chybějící šrouby ve spojích hl. nosníků, +8 příčných trhlin z podhledu ŽB desky)

Hlavní nosníky:

- Horní pásnice jednotlivě silně korozně oslabené ve styku s ŽB deskou, v blízkosti podpory na horní hraně až o 5 mm
- Stojiny nad dolními pásy v koutech korodují, jednotlivé oslabení do 1 mm
- Dolní pásnice a vodorovné výztuhy místy silně zanesené holubím trusem
- V místě šroubových spojů před P01 chybí na levém nosníku 1 šroub
- V místě šroubových spojů za P01 chybí na levém nosníku 1 šroub
- V místě šroubových spojů před P02 chybí na levém nosníku 2 šrouby, na pravém 3 šrouby + 1 uvolněný
- V místě šroubových spojů za P02 chybí na levém nosníku 4 šrouby, na pravém 1 šroub

Příčné ztužení:

- Horní pásnice korodují, jednotlivě oslabení do 3 mm

ŽB deska:

- Z podhledu desky celkem 17 x příčná trhlina šířky až 1 mm, místy s průsaky vody a výluhy pojiva.
- Z podhledu desky místy nedostatečné krytí výztuže, koroze výztuže
- Na začátku desky odpadlý povrch podhledu v ploše cca 0,5 m², obnažená výztuž s korozi

Dne 29 / 05 / 2018, zatížitelnost určil:

Ing. Zdeněk Lakmayer

Dne ____ / ____ / _____, do databáze zadal:

.....

strana přehledu č.1 z celkem 4

Příloha č.1 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Most v km 2,512 trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín



- Nad pilířem P02 v místě dilatační spáry beton degradovaný do hloubky až 15 mm, část vzdutá, silná koroze výztuže
- Příčnými dilatačními a závěrnými spárami protéká voda

Ložiska:

- PKO ložisek na O01 porušená na 10% plochy, jednotlivě prostupuje koroze, horní desky vytlačují olověné podložky, betonová zálivka ložisek popraskaná, rozvolněná
- PKO ložisek na P01 porušená na 30% plochy, prostupuje koroze, betonová zálivka ložisek místy popraskaná, ložiska posunutá o 20 mm k P02
- PKO ložisek na P02 porušená na 50% plochy, prostupuje koroze, horní desky vytlačují olověné podložky, betonová zálivka ložisek místy popraskaná, ložiska posunutá o 30 mm k O02
- PKO ložisek na O02 porušená na 30% plochy, prostupuje koroze, ložiska posunutá o 35 mm k závěrné zdi, z vnější strany levého ložiska povolený šroub spřáhla, z vnitřní strany pravého ložiska utržený šroub spřáhla, válce pravého ložiska zkřížené

Římsy:

- V římsách místy příčné smršťovací trhliny, šířky do 0,2 m, místy přechází do bočních stran,
- jednotlivě s průsaky vody a výluhy pojiva

Do výpočtu byly závady zahrnuty následujícím způsobem:

- oslabení horní pásnice průřezu HN3 o 3 mm příčně z vnější strany
- oslabení horní pásnice průřezu HN4 o 3 mm příčně z vnější strany
- oslabení horní pásnice průřezu HN5 o 3 mm příčně z vnější strany
- vynechání chybějících šroubů při posouzení montážního spoje

Ostatní závady byly shledány jako staticky nevýznamné, popř. budou v rámci plánované opravy odstraněny.

Datum zjištění technického stavu mostu:

SŽDC, s.o.:

18. 04. 2017

zpracovatelem přepočtu:

15. 11. 2017

Poznámka k části mostu:

Nosná konstrukce K01 je konstrukčně shodná s konstrukcí K02.

Dne 29 / 05 / 2018, zatížitelnost určil:

Ing. Zdeněk Lakmayer

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

.....

strana přehledu č.2 z celkem 4

Příloha č.1 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI
 Most v km 2,512 trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	$g_{f,LM71}$	$g_{f,LM71,E}$	viz str.	Pozn.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Hlavní nosník HN1 v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu	dolní vlákna	Ohyb	1	M	39,00	1,06	45,50	1,30		55	B116 dx0	1,12	
2	Hlavní nosník HN1 v místě maximálního svislého záporného ohybového momentu	horní vlákna	Ohyb	1	M	33,00	1,06	45,50	1,30		58	B9 dx700	1,62	
3	Hlavní nosník HN1 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	Q	33,00	1,06	45,50	1,30		60	B1 dx0	2,51	
4	Hlavní nosník HN2 v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní vlákna	Ohyb	1	M	33,00	1,06	45,50	1,30		64	B135 dx3200	1,31	
5	Hlavní nosník HN3 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní vlákna	Ohyb	1	M	33,00	1,06	45,50	1,30		69	B10 dx2000	1,32	
6	Hlavní nosník HN3 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	Q	39,00	1,06	45,50	1,30		71	B107 dx0	1,09	
7	Hlavní nosník HN4 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní vlákna	Ohyb	1	M	33,00	1,06	45,50	1,30		74	B101 dx1150	1,40	
8	Hlavní nosník HN5 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní vlákna	Ohyb	1	M	33,00	1,06	45,50	1,30		78	B114 dx850	1,04	
9	Hlavní nosník HN5 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	Q	39,00	1,06	45,50	1,30		80	B106 dx0	2,15	
10	Hlavní nosník HN6 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní vlákna	Ohyb	1	M	33,00	1,06	45,50	1,30		83	B102 dx2000	1,45	
11	Hlavní nosník HN6 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	Q	39,00	1,06	45,50	1,30		85	B105 dx0	2,08	

Dne 29 / 05 / 2018, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.3 z celkem 4

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.1 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI
 Most v km 2,512 trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	$g_{f,LM71}$	$g_{f,LM71,E}$	viz str.	Pozn.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12	Hlavní nosník HN7 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní vlákna	Ohyb	1	M	39,00	1,06	45,50	1,30		88	B104 dx0	1,22	
13	Hlavní nosník HN7 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	Q	39,00	1,06	45,50	1,30		91	B104 dx0	4,85	
14	Hlavní nosník HN8 v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní vlákna	Ohyb	1	M	39,00	1,06	45,50	1,30		95	B113 dx0	1,39	
15	Hlavní nosník - průhyb pole 1 a 3	těžiště průřezu	Ohyb	1	S	33,00	1,06	45,50	1,00		97	B135 dx2133,5	1,08	
16	Hlavní nosník - průhyb pole 2	těžiště průřezu	Ohyb	1	S	39,00	1,06	45,50	1,00		98	B112 dx4224	1,28	
17	Šroubovaný montážní spoj	krajní vlákna	Tah + ohyb	1	S	33,00	1,06	45,50	1,00		109	·	1,05	
		šroub	Tah + střih	1	S	33,00	1,06	45,50	1,00		112	·	2,47	
18	Opěra O01		Smyk		S				1,30		121		> 1,0	
19	Pilíř P01		Smyk		S				1,30		121		> 1,0	
20	Pilíř P02		Smyk		S				1,30		121		> 1,0	
21	Opěra O02		Smyk		S				1,30		121		> 1,0	

Dne 29 / 05 / 2018, zatížitelnost určil:
 Dne ___ / ___ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.4 z celkem 4

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Přepočet zatížitelnosti

Výpočet zatížitelnosti mostu v km 2,512

trati Praha-Vršovice – Praha-Radotín

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příloha č.2 - STROJOVÝ VÝPOČET

SCIA ENGINEER 17

SCIA s.r.o.

Počet stran přílohy: 315