


							ČÍSLO SOUPRAVY:
1	12/19	PO PŘIPOMÍNKOVÉM ŘÍZENÍ					
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA					



MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
LEGIONÁŘSKÁ 1085/8 , 779 00 Olomouc

tel.: +420 585 570 444
IDS: kjee9md
e-mail: moravia@moravia.cz
http://www.moravia.cz

OBJEDNATEL		 Správa železniční dopravní cesty, státní organizace v zastoupení: SŽDC, Stavební správa východ, Nerudova 1, 772 58 Olomouc	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. JIŘÍ DOLEŽEL, Ph.D.	VEDOUcí TÝMU: ING. JIŘÍ DOLEŽEL, Ph.D.	
ODPOVĚDNÝ PROJ. OBJ., PS	NAVRHL, VYPRACOVAL	KONTRLOVAL	
ING. JIŘÍ DOLEŽEL, Ph.D. <i>Polize</i>	ING. JIŘÍ DOLEŽEL, Ph.D. <i>Polize</i>	ING. LADISLAV DORAZIL <i>Polize</i>	
KRAJ: JIHOMORAVSKÝ	POVĚŘENÝ OÚ: BLANSKO	OBEC: DOLNÍ LHOTA, RÁJEČKO	
"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová" SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618 Statický výpočet - nosná konstrukce		ZAK. ČÍSLO MCO	19 - 013 - 235 - SR
		ÚČEL	DSP
		DATUM	PROSINEC 2019
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	-
		ČÁST	POŘ.Č.
		D.2.1.4	3.1

Stavba:

„Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno – Česká Třebová“

SO 10-19-01 T.ú Blansko - Rájec Jestřebí, žel. most v km 182,618

Dokumentace pro stavební povolení Technická zpráva ke statickému výpočtu

Obsah

1. Identifikační údaje	2
2. Stávající stav objektu	3
3. Nový stav objektu	4
4. Statický model konstrukce	6
5. Použité výpočetní programy	6
6. Dotčené normy a předpisy, použitá literatura	6

V Olomouci, prosinec 2019

Zpracoval:
Ing. Jiří Doležel, Ph.D.
MORAVIA CONSULT Olomouc, a.s.
tel. 734 391 480
e-mail: dolezel@moravia.cz

1. Identifikační údaje

Stavba:	„Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno – Česká Třebová“
Objekt:	SO 10-19-01 T.ú Blansko - Rájec Jestřebí, žel. most v km 182,618
Stupeň dokumentace:	DSP – dokumentace pro stavební povolení
Objednatel:	SŽDC s.o, Stavební správa východ Nerudova 1, 772 58 Olomouc
Stávající vlastník objektu:	Správa železniční dopravní cesty, s.o.,
Nový vlastník objektu:	Správa železniční dopravní cesty, s.o.,
Správce mostního objektu:	SŽDC, s.o., Oblastní ředitelství Brno, SMT
Projektant stavby:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s. Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc
Odpovědný projektant stavby:	Ing. Jiří Doležel, Ph.D.
Projektant stavebního objektu:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s. Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Jiří Doležel, Ph.D.
Navrhl, vypracoval:	Ing. Jiří Doležel, Ph.D.
Kraj:	Jihomoravský
Obec:	Dolní Lhota (obec Blansko)
Katastrální území:	Dolní Lhota (okres Blansko);629529 Ráječko (okres Blansko);738913
Pověřený obecní úřad:	Blansko
Traťový úsek:	2002 Brno hl.n. (mimo) – Česká Třebová os.n. (mimo)
Definiční úsek:	10 Blansko – Rájec Jestřebí
Staničení:	Stávající km: 182,618 Nový km: 182,618

2. Stávající stav objektu

Mostní objekt v km 182,618 je tvořen dvěma samostatnými vzájemně odsazenými nosnými konstrukcemi pod každou kolejí. Spodní stavba je sdružená pro obě nosné konstrukce. Volná výška pod mostním objektem je není definována. Délka přemostění je proměnná 10,0m až 14,0m a vychází z půdorysného tvaru šikmých opěr.

Spodní stavba je tvořena železobetonovými úložnými prahy, závěrnými zídkami doplněnými o boční konzoly umožňující šířkové rozšíření štěrkového lože na VPM 2,5 v předpolí mostu. Dobetonované části spodní stavby z roku 1978 jsou spřaženy se stávajícím dřikem opěry z kamenného zdiva z roku 1931. Dřík opěry byl v roce 1978 doplněn o betonovou předbetonávku. Roku 1997 byla provedena reinjektáž spodní stavby. Základová spára opěr je situována cca. 1,50m pod úrovní dna vodního toku (dle archivní dokumentace). Základy jsou masivní kamenné cca. šířky 3,10m a výšky 1,50m. Na Brněnskou opěru vpravo navazuje masivní šikmé křídlo, pravděpodobně kamenné s předbetonávkou. Vlevo na opěru navazuje kolmé masivní křídlo, pravděpodobně kamenné s předbetonávkou. Na Třebovskou opěru navazuje vpravo masivní kolmé křídlo, pravděpodobně kamenné s předbetonávkou. Vlevo na opěru navazuje šikmé masivní křídlo, pravděpodobně kamenné s předbetonávkou.

Uložení nosné konstrukce je na vahadlových ložiscích pevných a pohyblivých osazených pod každým nosníkem. Statické působení nosné konstrukce je prostý nosník.

Obě nosné konstrukce z roku 1931 jsou tvořeny dvojicí plnostěnných nýtovaných ocelových I nosníků s příčným zavětrováním. Vzájemné odsazení nosných konstrukcí je 3,65m. Délka ocelové konstrukce je 14,00m, rozpětí nosné konstrukce je 13,50m. Osová vzdálenost plnostěnných ocelových I nosníků v příčném řezu je 1,79m. Výška ocelových nosníků je 1,290m. Hlavní ocelové nosníky jsou doplněny ocelovými bočními konzolami pro osazení pochozích plechů. Vnější konzola je 1,70m vyložena, vnitřní konzola je vyložena cca. 1,10m. Sanace nosné konstrukce byla provedena v roce 1997.

Volný mostní průřez je na mostě VMP 2,5m. Koleje jsou na mostě umístěny na dřevěné mostnici. Mostovka je provedena v podobě osazených pochozích plechů. Na vnějších stranách mostu je osazeno ocelové třímadlové zábradlí. Vpravo ve směru staničení jsou osazeny na zábradlí kabelové chráničky pro kabely VN, NN a kabely traťového sdělovacího a zabezpečovacího zařízení.

Pohledové plochy betonových částí a předbetonávek spodní stavby jsou místy degradovány a porušeny lokálně trhlinami s vápennými výluhy. Úložné prahy jsou silně zavlhlé a znečištěné od zatékání. Brněnská opěra je silně erodována v patě dříku protékajícím vodním tokem.

Ocel nosné konstrukce je v místě ztráty nátěru korodována. V místech napojení jednotlivých konstrukčních prvků dochází k jejímu znečištění a lokální korozi prvků.

Klasifikace dle správce objektu, nosná konstrukce 1, spodní stavba 2.

Zatížitelnost stávající nosné konstrukce $z_{LM71} = D4/120$. Zatížitelnost základové spáry $z_{LM71} = D4/120$.

3. Nový stav objektu

Základní údaje

Charakteristika objektu:

Mostní objekt je tvořen dvěma samostatnými nosnými konstrukci, deskami ze zabetonovaných ocelových nosníků, uložených na ŽB úložných prazích prostřednictvím ozubu. Úložné prahy jsou spřaženy se stávající masivní kamennou/betonovou opěrou a doplněny o rovnoběžná křídla. Stávající opěry jsou doplněny o kolmé a šikmé masivní kamenné/betonové křídla. Založení je plošné zesílené systémem mikropilot vrtaných přes dřík stávající opěry. Mikropiloty jsou spřaženy s novým úložným prahem.

Statické působení:

rozepřený prostý nosník

Min. zatížitelnost:

$Z_{LM71} = 1,00$ (nosná konstrukce)
 $Z_{LM71} = 1,00$ (spodní stavba a základová spára)

Údaje o mostním objektu:

úhel křížení s vodním tokem:	48,1°
výška mostu nad dnem toku:	cca 4,10m (pravý most) cca 4,10m (pravý most)
volná výška:	není definována
světlost otvoru:	prom. 10,0 – 14,0m (pravý most) prom. 10,0 – 14,0m (levý most)
délka přemostění:	prom. 10,0 – 14,0m (pravý most) prom. 10,0 – 14,0m (levý most)
rozpětí mostu:	13,5m (pravý most) 13,5m (levý most)
délka mostu:	25,63m (pravý most) 25,63m (levý most)
šířka mostu:	celková šířka mostního objektu 10,80m 5,40m (pravý most) 5,40m (levý most)
volná šířka na mostě:	VMP 3,0 (pravý most) VPM 3,0 (levý most)
vzdálenost zábradlí k ose koleje:	cca 3,125m (pravý most) cca 3,125m (levý most) cca 4,030m (osová vzdálenost kolejí)

Počet otvorů:

1 (pravý most)
1 (levý most)

Šikmost mostu:

kolmé uložení se vzájemným odsazením NK

Min. tl. kolejového lože:

350mm (pravý most)
360mm (levý most)

Počet kolejí na mostě:

1 (pravý most)
1 (levý most)

Železniční svršek na mostě:	v předpolí mostu 60E2 (UIC 60) na betonových pražcích B91S s bezpodkladnicovým pružným upevněním na mostě 60E2 (UIC 60) na betonových pražcích B91S s bezpodkladnicovým pružným upevněním
Poloměr oblouku:	v přímé (pravý most, kolej č. 2) R=16000m (levý most, kolej č. 1)
Převýšení:	D = 0mm (pravý most uprostřed rozpětí) D = 0mm (levý most uprostřed rozpětí)
Sklonové poměry:	stoupá 3,72‰ (pravý most, kolej č. 2) stoupá 3,72‰ (levý most, kolej č. 1)
Traťová rychlost:	140,0 km/h
Kategorie žel. tratě:	1.
Traťová třída zatížení:	D4
Trakce:	střídavá 25 kV

Na základě požadavku na splnění VMP 3,0m na mostním objektu a zvýšení traťové rychlosti na 140km/h a na požadavku zřízení průběžného šterkového lože je v rámci rekonstrukce mostu navrženo provedení těchto prací:

- odstranění stávající ocelové nosné konstrukce a nahrazení novou nosnou konstrukcí se zabetonovanými ocelovými nosníky
- zřízení nových úložných prahů a rovnoběžných křídel
- zesílení stávajícího založení systémem mikropilot
- očištění pohledových betonových ploch

Nová nosná konstrukce mostního objektu je navržena na účinky zatěžovacího vlaku LM71 s klasifikačním součinitelem **1,21** a návrhovou traťovou rychlost **160km/h**. Zátížitelnost ponechávaných částí spodní stavby musí vyhovět traťové třídě zatížení **D4/140**.

Nosná konstrukce

Mostní objekt je tvořen dvěma samostatnými vzájemně odsazenými nosnými konstrukcemi. Nosná konstrukce jednoho mostu celkové výšky 800mm je navržena z 8ks zabetonovaných ocelových nosníků HEB 600. Příčný řez nosné konstrukce je navržen proveden ve tvaru s konzolami. Délka nosné konstrukce je 14,84m. Nosná konstrukce je doplněna o koncové příčníky š. 1,14m a výšky 1,00m.

Horní povrch nosné konstrukce je proveden v podélném spádu 1,0% od středu k opěře. V příčném řezu je horní povrch nosné konstrukce proveden vodorovně. Na vnitřní straně nosné konstrukce je proveden náletek výšky 50mm a šířky 150mm pro zamezení zatékání vody z nosné konstrukce do podélné spáry. Vnější římsa bude dodatečně přibetonována a spřažena s navazující výztuží nosné konstrukce.

Nosná konstrukce bude v místě uložení na ozub doplněna o 4 ks kotevních trnů/úložný práh. Trny se budou dodatečně osazovat před betonáží nosné konstrukce.

Beton nosné konstrukce bude použit třídy **C35/45** a betonářská výztuž bude použita třídy **B500B**. Konstrukční ocel bude použita třídy **S355**.

Na horní povrch spodních pásnic ocelových nosníků bude uloženo ztracené bednění z cementotřískových desek. Použity budou desky s přírodním cementově šedým povrchem tl. min. 20 mm a šířky min. 450 mm, tak aby úložná šířka desek byla min. 50 mm, pokud nebudou proti příčnému posunu zajištěny jinak. Požadovaná min. pevnost v tahu za ohybu desek je 9 MPa, min. hodnota modulu pružnosti je 4.5 GPa.

Spodní stavba

Nové úložné prahy pod nosnou konstrukcí se provedou výšky 0,91m, šířky 1,8m a délky 4,29m

z monolitického železového betonu třídy **C35/45**. Betonářská výztuž bude použita třídy **B500B**. Spára tl. 20mm mezi úložnými prahy a dělicími stěnami se vyplnění tvrzeným polystyrenem. Úložné prahy budou spřaženy se stávající spodní stavbou, stávajícím dřikem opěry, prostřednictvím spřahujících ocelových trnů $\varnothing 25\text{mm}$ vlepovaných do předvrtaných vrtů $\varnothing 30\text{mm}$ dl. 500mm. Vrty se provedou ve vzdálenosti min. 300mm od líce odbouraného dříku opěry. Bude provedeno 12ks a 13ks vrtů/opěra, celkem 50ks vrtů.

Rovnoběžná křídla a dělicí stěna jsou navrženy z monolitického železového betonu třídy C35/45. Betonářská výztuž bude použita třídy B500B. Horní povrch křídel a dělicí stěny se provede v nulovém podélném spádu. Šířka dříku křídla a tloušťka dělicí stěny je 0,35m. Délka křídla je 6,75m a 4,0m. Délka dělicí stěny je 4,20m a 0,64m. Základ křídla je navržen šířky 1,50m, délky 3,61m a 1,36m, výšky 0,45m. Horní povrch základu je ukloněn ve sklonu 4,0% od dříku křídla. Tvar křídel může být potřeba přizpůsobit na základě odbouraných částí stávající spodní stavby.

Založení

Stávající spodní stavba je plošně založena na vrstvách ulehklých štěrků s příměsí jemnozrnných zemin G3. Zesílení založení je provedeno systémem mikropilot 5ks/opěra, které jsou 1,0m vetknuty do ulehklých křídových písků hlinitých S4 resp. do zcela zvětralého pískovce R6.

Tabulková únosnost zeminy v úrovni základové spáry dle neplatné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy je $R_{dt}=0,7 \cdot 700=490,0\text{kPa}$ pro základ šířky 3,0m a délky 5,0m a výskyt podzemní vody. Teoretická únosnost plošného založení je $U_d=15,0 \cdot 490,0=3260\text{kN}$.

Únosnost mikropiloty při délce kořene 6,0m a předpokládaného průměru kořene 0,5m je za předpokladu přípustného plášťového tření 150,0 kPa orientačně dáno:

- únosnosti na plášti kořene mikropiloty $U_{ms}=754,0\text{kN}$
- únosností na patě tlačené mikropiloty v R6 $U_{mp}=58,0\text{kN}$

4. Statický model konstrukce

Nová konstrukce – zabetonované válcované nosníky

Výpočet byl proveden pomocí tabulkového procesoru MS EXCEL . Konstrukce spočtena jako prostý nosník pro rozpětí 13,5m. Pro výpočet použit MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými nosníky. Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990, zatížení uvažováno příslušnou soustavou ČSN EN 1991. Posudek proveden podle MVL 511. Zatížitelnost dle metodického pokynu pro určování zatížitelnosti.

Svislé zatížení konstrukce tvoří vlastní tíha, tíha štěrkového lože a kolejového roštu a zatížení schématem $\alpha.LM71$ (při $\alpha=1,21$). Vodorovné zatížení představují odstředivé síly , brzdné síly a boční ráz. Mimořádná kombinace – vykolejený vlak . Výpočtem jsou určeny výsledné hodnoty vnitřních sil od kombinace zatížení, jež vyvozuje maximální účinky na konstrukci.

5. Použité výpočetní programy

Jednotlivé průřezy nosné konstrukce byly posouzeny výpočetními tabulkami zpracovanými programem MS EXCEL 2013 .

Vnitřní síly rozepřené opěry byly stanoveny prostřednictvím programového systému SCIA ESA 14.0 , s použitím prutových prvků.

Tuhosti podloží a únosnost mikropilotové zesílení založení byy stanoveny programem GEO 5.0 .

6. Dotčené normy a předpisy, použitá literatura

- 1) ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- 2) ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- 3) ČSN EN 1991-1-3 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, vč. Změny NA ed. A (2005), NA/Z1 ed. A (2006) a Z1 (2006)
- 4) ČSN EN 1991-1-4 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

- 5) ČSN EN 1991-1-5 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou, vč. Změny NA ed. A (2005)
- 6) ČSN EN 1991-1-6 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění, vč. Změny NA ed. A (2007)
- 7) ČSN EN 1991-1-7 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení - Mimořádná zatížení
- 8) ČSN EN 1991-2 (73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou", vč. Změny NA ed. A (2005)
- 9) ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, vč. Změny NA ed. A (2007)
- 10) ČSN EN 1992-2 (73 6208) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
- 11) ČSN EN 1997-1 (73 1000) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- 12) ČSN EN 1997-2 (73 1000) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy
- 13) ČSN EN 206-1 (73 2403) Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- 14) ČSN ISO 9696 (73 1215) Klasifikace podmínek agresivního prostředí působícího na beton a železobetonové konstrukce,

Statický výpočet

Seznam příloh

SPŘAŽENÁ NOSNÁ KONSTRUKCE - PROSTÝ NOSNÍK

1. Základní údaje.....	11
2. Materiálové charakteristiky.....	13
3. Geometrie.....	14
4. Zatížení.....	15
4.1. Zatížení stálé.....	16
4.2. Zatížení proměnné.....	17
4.3. Zatížení mimořádné.....	25
5. Vnitřní síly.....	26
6. Kombinace zatížení.....	27
7. Kombinace vnitřních sil.....	31
8. Posouzení průřezu.....	33
9. Zatížitelnost.....	37
10. MSP	38
10.1. Průřezové charakteristiky.....	38
10.2. Omezení napětí.....	41
11. MSP - Průhyb nosníku.....	42
12. MSP - ověření náchylnosti k rezonancím.....	43
13. Posouzení únavy.....	45
14. Posouzení desky v příčném směru.....	46
14.1. Náhradní příčný nosník.....	46
14.2. Konzola.....	56
15. Montážní stav.....	62
 Přehled zatížitelnosti	 67

1. Základní údaje

BETON

Rozpětí	13,50 m
Šířka desky:	$b_s = 4,15$ m
Tloušťka desky uprostřed:	$h_b = 0,80$ m *
Spád	1,00
Tloušťka desky na kraji:	0,73
Počet nosníků	$n = 8,00$
Vzdálenost mezi nosníky	0,519 m
Šířka prázce	2,600 m
Šterkové lože pod prázcem	0,350 m **
Třída betonu	C35/45
Násyp	0,000 m

NOSNÍKY

HEB 600

Výška nosníku:	$h_v = 0,60$ m
Šířka pásnice horní	$b_{fh} = 0,30$ m
tloušťka pásnice horní	$b_{fs} = 0,0300$ m
Šířka pásnice spodní	$b_{fs} = 0,30$ m
Tloušťka pásnice spodní	$t_{fs} = 0,0300$ m
Výška stěny	$b_{fs} = 0,540$ m
Tloušťka stěny	$t_{fs} = 0,0155$ m
Plocha nosníku	0,0264 m ²
Těžiště	0,3000 m
Moment setrvačnosti $I_y =$	1710,0 10 ⁶ mm ⁴
Průřezový modul $W_y =$	5700,0 10 ⁶ mm ⁴

* od spodní hr.pásnice po horní hranu betonu

** vč. izolace (po horní hr. desky)

Výška nosníku :

$\min = 200$ mm < $h_n = 600$ mm < $\max = 1100$ mm **VYHOVUJE**

Maximální vzdálenost nosníků :

$\max s_{w1} = 750$ mm
 $\max s_{w2} = h_{st}/3 + 600 = 800$ mm
 $s_w = 519$ mm < $\max = 750$ mm **VYHOVUJE**

Minimální vzdálenost nosníků :

Výška nosníku do 400 mm včetně :
 pro horní pásnici
 $b_{\min} = b_{fh} + 150 = 450$ mm
 pro spodní pásnici
 $b_{\min} = b_{fs} + 50 = 350$ mm
 $b_{\min} = 519$ mm < $\min = 550$ mm **NEVYHOVUJE**

Výška nosníku nad 400 mm :
 pro horní pásnici
 $b_{\min} = b_{fh} + 250 = 550$ mm
 pro spodní pásnici
 $b_{\min} = b_{fs} + 150 = 450$ mm

Maximální krytí nosníků :

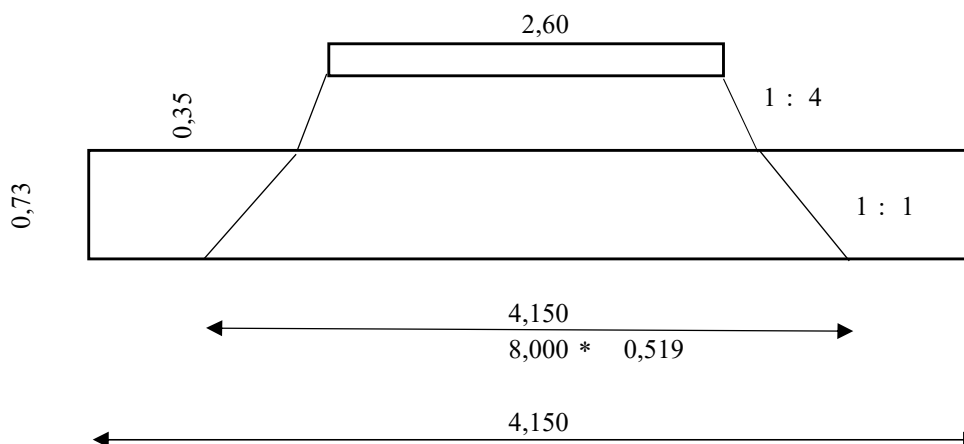
$\max c_{ft1} = 300$ mm
 $\max c_{ft2} = h_{st}/2 = 300$ mm
 $c_{ftn} = 200$ mm < $\max c_{ftn} = 200$ mm **VYHOVUJE**

Minimální krytí nosníků :

$\min c_{ft} = 75$ mm
 $c_{ftn} = 133$ mm > $\min c_{ftn} = 75$ mm **VYHOVUJE**

Název:	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	07.12.2019
SO:	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	Strana 12

Roznášecí šířka pro nosníky



Běžný provoz

Roznášecí šířka	4,150 m	(2,600 + 2 * 0,350 : 4 + 2 * 0,733)
Počet nosníků v R_s	9	POZN. Krajní nosníky přenáší pouze polovinu zatížení
Počet nosníků v R_s	8	Počet započítaných nosníků

Vykolejení

Vykolejení	Posun osy koleje o	1,500	m
$E_k =$	0,575	m	Osa koleje od hrany konstrukce
Max . $R_s = 2 * E_k =$	1,150	m	
Počet nosníků v R_s	3		

2. Materiálové charakteristiky

2.1. Beton

Třída betonu:	C35/45
Pevnost v tlaku: f_{ck} [MPa]	35,00
Pevnost v tahu: f_{ctm} [MPa]	3,20
Pevnost v tahu: $f_{ct0,05}$ [MPa]	2,20
Prům. pevnost v tlaku: f_{cm} [MPa]	43,00
Modul pružnosti: E_{cm} [GPa]	34,00
Mezní stlačení betonu: ϵ_{c2} [‰]	2,00
Mezní stlačení betonu: ϵ_{cu3} [‰]	3,50

Dílčí součinitel betonu: $\gamma_c = 1,5$ (EN 1992-1-1, 2.4.2.4, trvalé a dočasné situace)

Vliv dlouhodob. účinků: $\alpha_{cc} = 0,85$ (EN 1992, 3.1.6)

Vliv dlouhodob. účinků: $\alpha_{ct} = 1$ (EN 1992, 3.1.6)

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 35,00 / 1,5 = \mathbf{19,83 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

$$f_{ct} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctm} / \gamma_c = 1 \cdot 3,20 / 1,5 = \mathbf{1,47 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

Pracovní součinitele :

$n_{kr} = E_s / E_{cm}$	6,18	pro krátkodobá zatížení
$E_{cdl} = E_{cm} / 3$	11,3	GPa * podle MVL 511
$n_{dl} = E_s / E_{cdl}$	18,5	pro dlouhodobá zatížení

2.2. Výztuž

Třída oceli: B500B

Mez kluzu: $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Dílčí součinitel oceli: $\gamma_s = 1,15$ (EN 1992-1-1, 2.4.2.4, trvalé a dočasné situace)

Modul pružnosti oceli: $E_s = 200 \text{ GPa}$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200 = 2,17$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 3,50 / (3,50 + 2,17) = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 3,50 / (3,50 - 2,17) = 2,639$$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500,00 / 1,15 = \mathbf{434,78 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

2.3. Nosníky

Třída oceli: S355

Mez kluzu: $f_{yk} = 345,00 \text{ MPa}$ (tloušťka 16-40 mm)

Dílčí součinitel oceli: $\gamma_{M0} = 1,00$

Modul pružnosti oceli: $E_s = 210 \text{ GPa}$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 345,00 / 1,00 = \mathbf{345,00 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

2.4. Desky ztraceného bednění

Cementotřískové desky

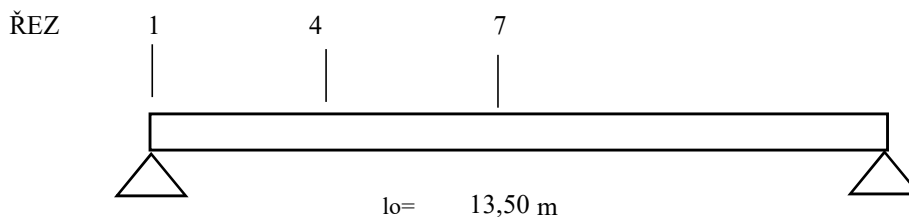
Pevnost v tahu za ohybu: $f_{fw} = 9,00 \text{ MPa}$ min.

Dílčí součinitel : $\gamma_s = 2,50$

Návrhová pevnost :

$$f_{yd} = f_{fk} / \gamma_s = 9,00 / 2,50 = \mathbf{3,60 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

3. Geometrie



Rozpěráková nosná konstrukce uložena na spodní stavbu prostřednicvím ozubu s výztužnými trnami.

Deska:

Světlost nosníku:	$l_s = 12,56 \text{ m}$	Šířka desky:	$b_s = 4,15 \text{ m}$
Délka NK :	$l = 14,84 \text{ m}$	Spád desky:	$s = 1,00 \text{ ‰}$
Rozpětí :	$l_o = 13,50 \text{ m}$	Šířka desky vč. říms:	$b_w = 5,35 \text{ m}$
Tloušťka desky (max):	$h_d = 0,80 \text{ m}$	NOSNÍKY	
Tloušťka desky (min):	$h_d = 0,73 \text{ m}$	Počet celkem	8,00
Vzd. hrany od osy koleje:	$L' = 3,00 \text{ m}$	Počet v roznášecí šířce	8,00
Objemová tíha desky:	$\gamma_d = 25,00 \text{ kN/m}^3$	Hmotnost nosníku	207 kg/m
		Osová vzdálenost $b_n =$	0,52 m

Železniční svršek:

Kolejnice:	$g_k = 1,20 \text{ kN/m}$
Pražce:	$g_p = 4,80 \text{ kN/m}$

Kolejové lože:

Výška kolejového lože:	$h_s = 0,35 \text{ m}$
Objem. tíha kol. lože:	$\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Plocha kol. lože v řezu	3,36 m ²

Konzola, Římsa

Plocha konzoly:	$A_k = 0,26 \text{ m}^2$
Plocha římsy:	$A_r = 0,35 \text{ m}^2$
Objem. tíha římsy:	$\gamma_r = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní zařízení:

Zábradlí (PHS):	$g_z = 1,00 \text{ kN/m}$
Kabely:	$g_k = 0,50 \text{ kN/m}$

Izolace:

Výška izolace:	$h_i = 0,01 \text{ m}$
Objem. tíha izolace:	$\gamma_i = 15,00 \text{ kN/m}^3$

Ochrana izolace

Výška ochrany iz.:	$h'_i = 0,05 \text{ m}$
Objem. tíha ochrany iz.:	$\gamma'_i = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Násyp:

Výška přesypávky:	$h_n = 0,00 \text{ m}$
Objem. tíha přesypávky.	$\gamma_n = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření:	$\varphi_n = 30,00^\circ$

Podloží: tř. S4

Objem. tíha podloží:	$\gamma_n = 18,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření:	$\varphi_n = 27,00^\circ$
Efektivní soudržnost:	$c = 4,00 \text{ kPa}$

Železniční zatížení:

Návrhová rychlost:	$V = 160 \text{ km/hod}$
Počet kolejí:	$N = 1$

Trat':

Třída trati:	3
Klasifikační součinitel:	$\alpha = 1,21$
Poloměr oblouku:	$r = 0 \text{ m}$

Prostředí:

Teplota vzduchu max.:	$T_{\max} = 38,0^\circ\text{C}$
Teplota vzduchu min.:	$T_{\min} = -32,0^\circ\text{C}$
Rel. vlhkost vzduchu:	$RH = 65,0 \text{ ‰}$
Hladina spodní vody:	$h_w = 0,0 \text{ m}$
Cement třídy	N

Výstavba/poloha:

Ošetřování betonu:	7 dní
Umístění ost. stálého zat:	45 dní
Kategorie terénu: (vesnice,les)	III
Větrová oblast:	I

4. Zatížení

Zatížení				ZS	G _{charakteristická} (k)		α	Φ	γ _G	γ _Q	G _{návrhová} (d)		
Stálé	Vlastní tíha			ZS1	25,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	33,75	kN/m ³	
	Ostatní stálé	Kolejnice			ZS2	1,20	kN/m	-	-	1,35	-	1,62	kN/m
		Pražce				4,80	kN/m	-	-	1,35	-	6,48	kN/m
		Kolejové lože				20,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	27,00	kN/m ³
		Násyp				19,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	25,65	kN/m ³
		Och. izolace				23,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	31,05	kN/m ³
		Izolace				15,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	20,25	kN/m ³
		Římsa				25,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	33,75	kN/m ³
		Zábradlí (PHS)				1,00	kN/m	-	-	1,35	-	1,35	kN/m
		Zemní tlak				ZS3	19,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	25,65
	Smršťování			ZS4	viz níže	kN/m'	-	-	1,35	-	prom.	kN/m'	
	Proměnné	Hlavní	LM71	Q _{vk,LM71}	ZS5	250,00	kN	1,21	1,35	-	1,45	592,90	kN
q _{vk,LM71}				80,00		kN/m	1,21	1,35	-	1,45	189,73	kN/m	
SW/2			q _{vk,SW/2}	ZS6	150,00	kN/m	-	1,35	-	1,20	243,31	kN/m	
Z. tlak LM71			ZS7	viz níže	kN/m ²	1,21	-	-	1,45	prom.	kN/m ²		
Z. tlak SW/2			ZS8	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,20	prom.	kN/m ²		
Brzdné síly LM71			ZS9	33,00	kN/m'	1,21	-	-	1,45	57,90	kN/m'		
Brzdné síly SW/2			ZS10	35,00	kN/m'	-	-	-	1,45	50,75	kN/m'		
Odstřed. síly LM71			ZS11	viz níže	kN/m'	1,21	1,00	-	1,45	prom.	kN/m'		
Odstřed. síly SW/2			ZS12	viz níže	kN/m'	-	1,00	-	1,20	prom.	kN/m'		
Boční ráz			ZS13	100,00	kN	1,21	-	-	1,45	175,45	kN		
Vedlejší			Únava - LM71	Q _{vk,LM71}	ZS14	250,00	kN	-	1,23	-	1,00	308,62	kN
				q _{vkLM,71}		80,00	kN/m	-	1,23	-	1,00	98,76	kN/m
			Únava - z. tlak LM71			ZS15	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,00	prom.
		Vítr			ZS16	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C
		Oteplení kon.			ZS17	viz níže	Δ°C	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C
		Ochlazení kon.			ZS18	viz níže	Δ°C	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C
Mimořádné	Vykojení - 1			ZS19	viz níže	kN	1,21	-	-	1,00	prom.	kN	
	Vykojení - 2			ZS20	viz níže	kN	1,21	-	-	1,00	prom.	kN	

Dynamický součinitel (EN 1991-2, 6.4.5.2):

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82 = 1,44 / (\sqrt{13,50 - 0,20}) + 0,73 = 1,23 \quad (\text{Pro MS použitelnosti})$$

$$\Phi_2 = \langle 1,00; 1,67 \rangle$$

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73 = 2,16 / (\sqrt{13,50 - 0,20}) + 0,73 = 1,35 \quad (\text{Pro MS únosnosti})$$

$$\Phi_3 = \langle 1,00; 2,0 \rangle$$

Náhradní délka (EN 1991-2, 6.4.5.3, prostý nosník):

$$L_\Phi = L_0 = 13,50 \text{ m}$$

Redukce dynamického součinitele (EN 1991-2, 6.4.5.4):

$$\text{red}\Phi_2 = \Phi_2 - (h-1)/10 =$$

$$\text{red}\Phi_2 \geq 1,0$$

$$\text{red}\Phi_3 = \Phi_3 - (h-1)/10 =$$

$$\text{red}\Phi_3 \geq 1,0$$

$$h = h_n + h_s = 0,06 + 0,35 = 0,41 \text{ m}$$

4.1. Zatížení stálé

ZS1 - Vlastní tíha

Beton: $G_b = \gamma_d \cdot t_d = 25,00 \cdot 0,80 \cdot 4,15 = 83,00$ kN/šířka desky
 Ocel: $207,0 \cdot 8,00 : 100 = 16,56$ kN/šířka desky
 Pro 8 nosníků $99,56 : 8 = 12,45$ kN/1 nosník

NOSNÍK N1-N8

$M1 = 0.125 \cdot q \cdot L \cdot L = 283,5$ kNm $Q1 = 0.5 \cdot q \cdot L = 84,0$ kN

M	x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	1,000	84,0
2	0,100	1,350	0,360	102,1	2	0,100	1,350	0,800	67,2
3	0,200	2,700	0,640	181,4	3	0,200	2,700	0,600	50,4
4	0,250	3,375	0,750	212,6	4	0,250	3,375	0,500	42,0
5	0,300	4,050	0,840	238,2	5	0,300	4,050	0,400	33,6
6	0,400	5,400	0,960	272,2	6	0,400	5,400	0,200	16,8
7	0,500	6,750	1,000	283,5	7	0,500	6,750	0,000	0,0

ZS2 - Ostatní stálé

Plošné

Přítížení desky od železničního svršku:

Kolejnice: $G_k = g_k / b_z = 1,20 / 3,00 = 0,40$ kN/m²
 Pražce: $G_p = g_p / b_z = 4,80 / 3,00 = 1,60$ kN/m²
 Svršek celkem: **2,00 kN/m²**

Přítížení desky od železničního spodku:

Kolejové lože: $G_s = g_s \cdot (A_s) / b_d = 20,00 \cdot 3,36 / b_d = 16,19$ kN/m²
 30% navýšení tl. kol. lože (EN 1991-1-1, 5.2.3) **21,05 kN/m²**

Přítížení desky od násypu:

Vrch: ($h_1 = h_n$) $G_n = \gamma_n \cdot h_1 = 19,00 \cdot 0,00 = 0,00$ kN/m²

Přítížení desky od izolačních vrstev:

Ochrana izolace: $G_i' = g_i' \cdot h_i' = 23,00 \cdot 0,05 = 1,15$ kN/m²
 40% navýšení tl. ochrany iz. (EN 1991-1-1, 5.2.3): **1,61 kN/m²**
 Izolace: $G_i = g_i \cdot h_i = 15,00 \cdot 0,01 = 0,15$ kN/m²
 20% navýšení tl. izolace (EN 1991-1-1, 5.2.3): **0,21 kN/m²**

Přítížení desky od římsy + zařízení MAX

Konzola: $G_k = \gamma_k \cdot A_k = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,26 = 13,00$ kN/m'
 Římsa: $G_r = \gamma_r \cdot h_r \cdot \bar{s}_r = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,35 = 17,50$ kN/m'
 Zábradlí (PHS): $g_z = 2 \cdot 1,00 = 2,00$ kN/m'
 Kably: $g_z = 2 \cdot 0,50 = 1,00$ kN/m'
 33,50 / 4,15 = **8,07 kN/m²**

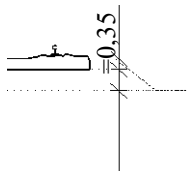
Přítížení desky od římsy + zařízení MIN

Římsa: $G_r = \gamma_r \cdot h_r \cdot \bar{s}_r = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,26 \cdot 0,35 = 4,55$ kN/m'
 4,55 / 4,15 = **1,10 kN/m²**

CELKEM :

32,94 kN/m² MAX
20,59 kN/m² MIN

Pro 1 nosník $32,94 \cdot 0,52 = 17,09$ kN/1 nosník MAX
 Pro 1 nosník $20,59 \cdot 0,52 = 10,68$ kN/1 nosník MIN



NOSNÍK N1-N8

$$M1 = 0.125 \cdot q \cdot L \cdot L =$$

$$389,3 \text{ kNm}$$

$$Q1 = 0.5 \cdot q \cdot L =$$

$$115,4 \text{ kN}$$

M	x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	1,000	115,4
2	0,100	1,350	0,360	140,2	2	0,100	1,350	0,800	92,3
3	0,200	2,700	0,640	249,2	3	0,200	2,700	0,600	69,2
4	0,250	3,375	0,750	292,0	4	0,250	3,375	0,500	57,7
5	0,300	4,050	0,840	327,0	5	0,300	4,050	0,400	46,1
6	0,400	5,400	0,960	373,7	6	0,400	5,400	0,200	23,1
7	0,500	6,750	1,000	389,3	7	0,500	6,750	0,000	0,0

ZS3 - Zemní tlak

Neuvažováno

ZS4 - Smršťování

Neuvažováno

4.2. Zatížení proměnné

ZS5 - LM71

Moment od vlaku LM71 $M_{Lm71} =$ 3107,3 kNm pro rozpětí $L_p =$ 13,50

Reakce od vlaku LM71 $Q_{Lm71} =$ 1007,1 kN pro rozpětí $L_p =$ 13,50

klasifikační součinitel $\alpha =$ 1,21

dynamický součinitel $\delta =$ 1,00

Počet nosníků v RŠ $n =$ 8,00

Moment od vlaku $\alpha \cdot \delta \cdot M_{Lm71} / n =$ 469,99 kNm

Reakce od vlaku $\alpha \cdot \delta \cdot Q_{Lm71} / n =$ 152,33 kN

Excentricita sv. zatížení $es =$ 0,08 m ČSN EN 1991-2 ($e_{max} = r/18$)

$r =$ 1,44 m

$n =$ 1,000

Příčinková pořadnice roznosu pro 2 sil

$1 + \Delta P = 1 + (n - P/m) \cdot ec / (r/2) =$ 1,056

$P = 1,0 \text{ kN}$

Moment od vlaku LM71 $M_{Lm71} =$ 496,1 kNm

zvýšení o excentricitu svislých zatížení

Reakce od vlaku LM71 $Q_{Lm71} =$ 160,8 kN

zvýšení o excentricitu svislých zatížení

Excentricita nosníků $en =$ 0,00 m

Osa výztužných nosníků v rozn. šířce vzhledem k ose koleje

$ek =$ 0,10 m

Odchylna osy koleje

Max. celková excentricita $ec =$ 0,10 m

$n =$ 0,333

Pořadnice příč. roznosu dle Tab. 17.1 Betonové mosty

$bn =$ 3,631 m

Osová vzdálenost krajních nosníků v rozn. šířce

$1 + \Delta P = 1 + (n - P/m) \cdot ec / (bp/2) =$ 1,011

$P = 1,0 \text{ kN}$

$1 + \Delta P = 1 + (n - P/m) \cdot (-ec) / (bp/2) =$ 0,989

$P = 1,0 \text{ kN}$

Moment od vlaku vč. excentricity 501,79 kNm

Reakce od vlaku vč. excentricity 162,63 kN

NOSNÍKY V ROZNÁŠECÍ ŠÍŘCE

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	x	Lx=L-x	Qpx	Qpx/Q	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	13,500	1007,1	1,000	162,6
2	0,100	1,350	0,395	198,2	2	0,100	1,350	12,150	849,34	0,843	137,2
3	0,200	2,700	0,691	346,7	3	0,200	2,700	10,800	702,34	0,697	113,4
4	0,250	3,375	0,802	402,4	4	0,250	3,375	10,125	632,89	0,628	102,2
5	0,300	4,050	0,889	446,1	5	0,300	4,050	9,450	566,14	0,562	91,4
6	0,400	5,400	0,988	495,8	6	0,400	5,400	8,100	440,74	0,438	71,2
7	0,500	6,750	1,000	501,8	7	0,500	6,750	6,750	326,14	0,324	52,7

ZS6 - SW/2

Neuvažováno

Rovnoměrné zatížení	150 kN/m	
Moment od vlaku SW/2	3417,2 kNm	pro rozpětí $L_p = 13,50$
Reakce od vlaku SW/2	1012,5 kN	
dynamický součinitel	$\delta = 1,00$	
Počet nosníků v RŠ	$n = 8,00$	
Moment od vlaku	$a \cdot d \cdot M_{Lm71}/n = 427,15$	kNm
Reakce od vlaku	$a \cdot d \cdot Q_{Lm71}/n = 126,56$	kN
Moment od vlaku	vč. excentricity 456,05	kNm
Reakce od vlaku	vč. excentricity 135,13	kN

NOSNÍKY V ROZNÁŠECÍ ŠÍŘCE

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	1,000	135,1
2	0,100	1,350	0,360	164,2	2	0,100	1,350	0,800	108,1
3	0,200	2,700	0,640	291,9	3	0,200	2,700	0,600	81,1
4	0,250	3,375	0,750	342,0	4	0,250	3,375	0,500	67,6
5	0,300	4,050	0,840	383,1	5	0,300	4,050	0,400	54,1
6	0,400	5,400	0,960	437,8	6	0,400	5,400	0,200	27,0
7	0,500	6,750	1,000	456,1	7	0,500	6,750	0,000	0,0

ZS7 - Z. tlak LM71

Neuvažováno

ZS8 - Z. tlak SW/2

Neuvažováno

Účinky kombinované odezvy bezstykové koleje a konstrukce (Příloha G ČSN EN 1991-2)

ZS9 - Brzdné síly LM71

ZS10 - Brzdné síly SW/2

Brzdná síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.3 , Příloha G):

$$L = 14,84 \quad \text{m}$$

$$K = 50000 \quad \text{kN/m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} = 0.126 * L^{0.9} * K^{0.4} =$$

odhad spodní stavby

$$108,21 \quad \text{kN} \quad L \leq 30 \text{ m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} = 0.082 * L^{0.9} * K^{0.4} =$$

$$70,42 \quad \text{kN} \quad L \geq 50 \text{ m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} =$$

$$108,21 \quad \text{kN} \quad \text{pro } L = 14,84 \text{ m}$$

$$\alpha * Q''_{lbk,LM71} = 1,21 * 108,21 = 130,93 \quad \text{kN}$$

Jednotková brzdná síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 130,93 / 14,84 = 8,82 \quad \text{kN/m'/m}$$

ZS9	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
	Brzdné síly	8,82

Bezstyková kolej (teplota)

Síla od bezstykové koleje (EN 1991-2, Příloha G):

$$L_T = 14,84 \quad \text{m}$$

$$k = 20 \quad \text{kN}$$

$$K = 50000 \quad \text{kN/m}$$

podélný plastický smykový odpor pro nezat. kolej

$$Q'_{lbk,LM71} = (0.34 + 0.013 * k) * L^{0.95} * K^{0.25} =$$

$$116,35 \quad \text{kN}$$

Jednotková síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 116,35 / 15 = 7,84 \quad \text{kN/m'/m}$$

	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
	BS kolej	7,84

Pootočení konců nosné konstrukce

Síla od pootočení konce (EN 1991-2, Příloha G):

$$L = 14,84 \quad \text{m}$$

$$K = 50000 \quad \text{kN/m} \quad \text{odhad spodní stavby}$$

$$H = 0,80 \quad \text{m} \quad \text{u pevného uložení}$$

$$\theta = 2,00 \quad \text{mrad} \quad \text{od LM71 dle MKP modelu}$$

$$\beta = 0,50 \quad \text{poměr vzdálenosti N.O. od horních povrchu NK k výšce H}$$

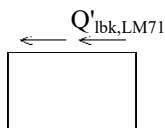
$$\theta H = 1,60 \quad \text{mm}$$

$$Q'_I = 0.11 * L^{0.22} * K^{0.5} * (1,1 - \beta) * \theta H = 42,74 \quad \text{kN}$$

Jednotková síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 42,74 / 15 = 2,88 \quad \text{kN/m'/m}$$

	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
		2,88



ZS11 - Odstřed. síly LM71

Odstředivá síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$Q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 0,85 \cdot 1,21 \cdot 250,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN}}$$

$$q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 0,85 \cdot 1,21 \cdot 80,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}}$$

$$\psi = 0,85 \quad (v=160 \text{ km/h, } l=13,5 \text{ m})$$

Excentricita zatížení (po střednici desky):

$$e = 1,8 + s + h_s + h_n + h_i + h_{ip}/2 = 1,8 + 0,40 + 0,35 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 3,01 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Excentricita svislých zatížení od převýšení (EN 1991-2 6-3-6):

$$u = 0,000 \text{ m}$$

$$eu = e \cdot (u/r) = - 3,01 \cdot 0,000 / 1,50 = 0,00 \text{ m}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Excentricita vlivem odstředivé síly:

$$V_{ef} = \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = 1,210 \cdot 250 = 302,50 \text{ kN}$$

$$C = Q_{tk,LM71} / (V_{ef} \cdot V_{ef}) = 0,0 / 302,5 = 0,000 \cdot V_{ef}$$

$$ec = e \cdot C = 3,010 \cdot 0,000 = 0,000 \text{ m}$$

Max (s ostředivou silou + převýšením)

$$\text{Celková excentricita } ec = 0,000 \text{ m} \quad \text{max}$$

Min (s převýšením)

$$\text{Celková excentricita } ec = 0,000 \text{ m} \quad \text{min}$$

Přetížení krajního nosníku

Přetížení se stanoví dle příčinkové čáry příčného rozložení např. dle Ocelové konstrukce, str.194.

$$\Delta P1 = (\xi - P/m) \cdot e_{max} / (B/2) = (0,33 - 0,13) \cdot 0,000 / 1,816 = 0$$

$$\Delta P2 = (\xi - P/m) \cdot e_{min} / (B/2) = (0,33 - 0,13) \cdot 0,000 / 1,816 = 0$$

$$P = 1,000 \text{ kN} \quad (\text{jednotkové zatížení})$$

$$m = 8 \quad (\text{počet nosníků})$$

$$B = 3,631 \text{ m} \quad (\text{osová vzdálenost krajních nosníků v roz. šířce})$$

$$\xi = 0,333 \quad (\text{pořadnice příč. roznosu dle Tab. 17.1 Betonové mosty})$$

$$\text{Moment od vlaku LM71} \quad M_{Lm71} = 3107,3 \text{ kNm} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 13,50$$

$$\text{Reakce od vlaku LM71} \quad Q_{Lm71} = 1007,1 \text{ kN} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 13,50$$

$$\text{klasifikační součinitel} \quad \alpha = 1,21$$

$$\text{Počet nosníků v RŠ} \quad n = 8,00$$

$$\text{Moment od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P1 \cdot M_{Lm71} / n = 0 \text{ kNm} \quad \text{max}$$

$$\text{Moment od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P2 \cdot M_{Lm71} / n = 0 \text{ kNm} \quad \text{min}$$

$$\text{Reakce od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P1 \cdot Q_{Lm71} / n = 0 \text{ kN} \quad \text{max}$$

$$\text{Reakce od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P2 \cdot Q_{Lm71} / n = 0 \text{ kN} \quad \text{min}$$

NOSNÍKY V ROZNÁŠECÍ ŠÍŘCE

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	x	Lx=L-x	Qpx	Qpx/Q	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	13,500	1007,1	1,000	0,0
2	0,100	1,350	0,395	0,0	2	0,100	1,350	12,150	849,34	0,843	0,0
3	0,200	2,700	0,691	0,0	3	0,200	2,700	10,800	702,34	0,697	0,0
4	0,250	3,375	0,802	0,0	4	0,250	3,375	10,125	632,89	0,628	0,0
5	0,300	4,050	0,889	0,0	5	0,300	4,050	9,450	566,14	0,562	0,0
6	0,400	5,400	0,988	0,0	6	0,400	5,400	8,100	440,74	0,438	0,0
7	0,500	6,750	1,000	0,0	7	0,500	6,750	6,750	326,14	0,324	0,0

ZS12 - Odstřed. síly SW/2 Neuvažováno

Odstředivá síla od SW2 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$q_{tk,SW2} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{sw2} \cdot q_{vk,sw2} = \frac{80^2}{127 \cdot 0} \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 150,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}}$$

$$f_{sw2} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-2, 6.5.1 Tabulka 6.7})$$

Excentricita zatížení (po střednici desky):

$$e = 1,8 + s + h_s + h_n + h_i + h_{ip/2} = 1,8 + 0,40 + 0,35 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 3,01 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Excentricita svislých zatížení od převýšení (EN 1991-2 6-3-6):

$$u = 0,000 \text{ m}$$

$$e_u = e \cdot (u/r) = - 3,01 \cdot 0,000 / 1,50 = 0,00 \text{ m}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Excentricita vlivem odstředivé síly:

$$V_{ef} = \alpha \cdot Q_{vk,LM7} = 1,000 \cdot 150 = 150,00 \text{ kN}$$

$$C = Q_{tk,SW2} / (V_{ef} \cdot V_{ef}) = 0,0 / 150,0 = 0,000 \cdot V_{ef}$$

$$e_c = e \cdot C = 3,010 \cdot 0,000 = 0,000 \text{ m}$$

Max (s ostředivou silou , převýšením)

$$\text{Celková excentricita } e_c = 0,000 \text{ m} \quad \text{max}$$

Min (s převýšením)

$$\text{Celková excentricita } e_c = 0,000 \text{ m} \quad \text{min}$$

Přetížení krajního nosníku

Přetížení se stanoví dle příčinkové čáry příčného roznášení např. dle Ocelové konstrukce, str.194.

$$\Delta P1 = (\xi - P/m) \cdot e_{\max} / (B/2) = (0,33 - 0,13) \cdot 0,000 / 1,816 = 0$$

$$\Delta P2 = (\xi - P/m) \cdot e_{\min} / (B/2) = (0,33 - 0,13) \cdot 0,000 / 1,816 = 0$$

$$P = 1,000 \text{ kN} \quad (\text{jednotkové zatížení})$$

$$m = 8 \quad (\text{počet nosníků})$$

$$B = 3,631 \text{ m} \quad (\text{osová vzdálenost krajních nosníků v roz. šířce})$$

$$\xi = 0,333 \quad (\text{pořadnice příč. roznosu dle Tab. 17.1 Betonové mosty})$$

$$\text{Moment od vlaku LM71} \quad M_{Lm71} = 3417 \text{ kNm} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 13,50$$

$$\text{Reakce od vlaku LM71} \quad Q_{Lm71} = 1012,50 \text{ kN} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 13,50$$

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

$$\text{Počet nosníků v RŠ} \quad n = 8,00$$

$$\text{Moment od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P1 \cdot M_{Lm71} / n = 0 \text{ kNm} \quad \text{max}$$

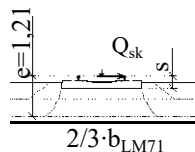
$$\text{Moment od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P2 \cdot M_{Lm71} / n = 0 \text{ kNm} \quad \text{min}$$

$$\text{Reakce od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P1 \cdot Q_{Lm71} / n = 0 \text{ kN} \quad \text{max}$$

$$\text{Reakce od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P2 \cdot Q_{Lm71} / n = 0 \text{ kN} \quad \text{min}$$

NOSNÍKY V ROZNÁŠECÍ ŠÍŘCE

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	1,000	0,0
2	0,100	1,350	0,360	0,0	2	0,100	1,350	0,800	0,0
3	0,200	2,700	0,640	0,0	3	0,200	2,700	0,600	0,0
4	0,250	3,375	0,750	0,0	4	0,250	3,375	0,500	0,0
5	0,300	4,050	0,840	0,0	5	0,300	4,050	0,400	0,0
6	0,400	5,400	0,960	0,0	6	0,400	5,400	0,200	0,0
7	0,500	6,750	1,000	0,0	7	0,500	6,750	0,000	0,0



Název:	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	07.12.2019
SO:	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	Strana 22

ZS13 - Boční ráz

Boční ráz (EN 1991-2, 6.5.2):

$$Q'_{sk} = \alpha \cdot Q_{sk} = 1,21 \cdot 100,00 = \mathbf{121,00 \text{ kN}}$$

Excentricita zatížení:

$$e = s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp}/2 = 0,40 + 0,35 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 1,21 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \text{ (výška žel. svršku)}$$

Přepočet na svislé zatížení (osamělá síla):

$$\xi = 0,208 \text{ (příčinková pořadnice pro 7 nosníků pro zatížení momentem)}$$

$$\Delta Q'_{sk} = \xi \cdot Q'_{sk} \cdot e / (b_i / 2) = 0,21 \cdot 121 \cdot 1,210 / 1,82 = 16,80 \text{ kN na 1 nosník}$$

$$b_i = (n-1) \cdot b_n = 7,000 \cdot 0,52 = 3,63$$

$$M_B = 0,25 \cdot Q \cdot L =$$

$$56,7 \text{ kNm}$$

$$Q_2 = 0,5 \cdot Q =$$

$$8,4 \text{ kN}$$

M	x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	1,000	8,4
2	0,100	1,350	0,200	11,3	2	0,100	1,350	1,000	8,4
3	0,200	2,700	0,400	22,7	3	0,200	2,700	1,000	8,4
4	0,250	3,375	0,500	28,3	4	0,250	3,375	1,000	8,4
5	0,300	4,050	0,600	34,0	5	0,300	4,050	1,000	8,4
6	0,400	5,400	0,800	45,4	6	0,400	5,400	1,000	8,4
7	0,500	6,750	1,000	56,7	7	0,500	6,750	1,000	8,4

ZS16 - Větr

Základní rychlost větru (EN 1991-1-4, 4.2):

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 22,50 = 22,5 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.2})$$

$$c_{season} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.2})$$

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s} \quad (\text{EN 1991-1-4, příloha, mapa vět. oblastí, oblast I})$$

Referenční výška nad terénem:

$$h_e = h' + t_{hp} + h_i + h'_i + h_s + s + 4,0 = 5,00 + 0,80 + 0,01 + 0,05 + 0,00 + 0,35 + 0,40 + 4,00 = 10,61 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \text{ m} \quad (\text{výška žel. svršku})$$

$$h' = 5,00 \text{ m}$$

Součinitel terénu (EN 1991-1-4, 4.3.2):

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,300 / 0,05)^{0,07} = 0,215$$

$$z_0 = 0,300 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu III})$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu II})$$

Součinitel drsnosti terénu (EN 1991-1-4, 4.3.2):

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,22 \cdot \ln(10,61 / 0,300) = 0,768$$

$$z = \max\{h_e; z_{min}\} = \max\{10,61; 5,00\} = 10,61 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5,00 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu III})$$

Střední rychlost větru (EN 1991-1-4, 4.3):

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,77 \cdot 1,00 \cdot 22,50 = 17,28 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3})$$

Intenzita turbulence (EN 1991-1-4, 4.4):

$$I_v(z) = k_r \cdot v_b \cdot k_I / v_m(z) = 0,22 \cdot 22,50 \cdot 1,00 / 17,28 = 0,28$$

$$k_I = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.4})$$

Základní dynamický tlak větru (EN 1991-1-4, 4.5):

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.5})$$

Maximální dynamický tlak (EN 1991-1-4, 4.5):

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,28] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 17,28^2 = 0,553 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel expozice (EN 1991-1-4, 4.5):

$$c_e = q_p(z) / q_b = 0,553 / 0,32 = 1,748$$

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 1,75 \cdot 2,20 = 3,845$$

Příčný vítr (směr X)

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2) - Doporučená hodnota:

$$b_w = 5,35 \text{ m} \quad d_{tot} = 5,61 \text{ m} \quad b_w / d_{tot} = (5,35 / 5,610) = 0,954$$

$$C = 6,30 \quad \text{Doporučená hodnota}$$

Síla od větru I (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 \cdot 6,30 \cdot 4,00 = 7,97 \text{ kN/m'}$$

$$d_{tot} = 4,00 \quad (\text{uvažována jen výška plochy vlaku=4 m, vítr desku neovlivní})$$

Síla od větru II (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 \cdot 6,30 \cdot 1,00 = 1,99 \text{ kN/m'}$$

$$d_{tot} = 1,00 \quad (\text{uvažována výška plochy konstrukce})$$

Excentricita zatížení:

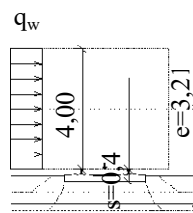
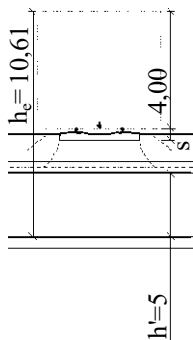
$$e = 2,0 + s + h_s + h_n + h_i + h'_i + t_{hp} / 2 = 2,0 + 0,40 + 0,35 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 3,21$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Přepočet na svislé zatížení: (na 1 nosník)

$$\xi = 0,208 \quad (\text{příčinková pořadnice pro 7 nosníků pro zatížení momentem})$$

$$\Delta q'_w = \xi \cdot q_w \cdot e / (b_i / 2) = 0,21 \cdot 7,97 \cdot 3,210 / 1,82 = 2,94 \text{ kN/m}$$



Svislý vítr (směr Z)

$$c_{f,z} = 0,90$$

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 1,75 \cdot 0,90 = 1,573$$

Síla od větru (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 \cdot 1,57 = \mathbf{0,50 \text{ kN/m}^2}$$

Přepočet na svislé zatížení: (na 1 nosník)

$$\Delta q'_w = q_w \cdot b_n = 0,498 \cdot 0,52 = 0,26 \text{ kN/m}$$

Příčný vítr + Svislý vítr

Pro 1 nosník **3,19 kN/m** nosníku

Svislé zatížení

NOSNÍKY V ROZNÁŠECÍ ŠÍŘCE

$$M_W = 0,125 \cdot q \cdot L \cdot L = 72,77 \text{ kNm}$$

$$Q_W = 0,5 \cdot q \cdot L = 21,6 \text{ kN}$$

M	x/L	L	Mgx/Ml	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	1,000	21,6
2	0,100	1,350	0,360	26,2	2	0,100	1,350	0,800	17,2
3	0,200	2,700	0,640	46,6	3	0,200	2,700	0,600	12,9
4	0,250	3,375	0,750	54,6	4	0,250	3,375	0,500	10,8
5	0,300	4,050	0,840	61,1	5	0,300	4,050	0,400	8,6
6	0,400	5,400	0,960	69,9	6	0,400	5,400	0,200	4,3
7	0,500	6,750	1,000	72,8	7	0,500	6,750	0,000	0,0

Vodorovné zatížení : Na vlak

$$M_{wz} = q_w \cdot L^2 / 8 = 181,59 \text{ kNm}$$

$$V_{wz} = q_w \cdot L / 2 = 53,81 \text{ kN}$$

$$N = M_{wz} / b_n = 181,59 / 0,52 = 350,06 \text{ kN}$$

Vodorovné zatížení : Na konstrukci

$$M_{wz} = q_w \cdot L^2 / 8 = 45,40 \text{ kNm}$$

$$V_{wz} = q_w \cdot L / 2 = 13,45 \text{ kN}$$

$$N = M_{wz} / b_n = 45,40 / 0,52 = 87,515 \text{ kN}$$

Podélný vítr (směr Y)

25 % příčného větru - plnostěnné konstrukce

Použito při výpočtu sil na ložiska

$$F_y = 0,25 \cdot (L \cdot q_w) = 0,25 \cdot 13,5 \cdot 1,99 = 6,7257 \text{ kN} \quad \text{Na konstrukci}$$

$$F_y = 0,25 \cdot (L \cdot q_w) = 0,25 \cdot 13,5 \cdot 7,97 = 26,903 \text{ kN} \quad \text{Na vlak}$$

ZS17 - Oteplení kon. ZS18 - Ochlazení kon.

Neuplatní se pro MSU v souladu s MVL 511, tab. 4.5

4.3. Zatížení mimořádné

Příčný roznos jednostranně omezen - vlak na okraji desky

Max . Rš = $2 \cdot E_k =$ 1,150 m

Počet nosníků v Rš 3

Moment od vlaku LM71 $M_{Lm71} =$ 3107,34 kNm pro rozpětí $L_p =$ 13,50

(ČSN 736203-Tab I.3)

Reakce od vlaku LM71 $Q_{Lm71} =$ 1007,11 kN pro rozpětí $L_p =$ 13,50

(ČSN 736203-Tab I.3)

klasifikační součinitel $\alpha =$ 1,21

dynamický součinitel $\delta =$ 1,00

mimořádné zatížení $\gamma =$ 1,40

Počet nosníků v Rš $n =$ 3,00

viz příčný roznos

Moment od vlaku $a \cdot d \cdot M_{Lm71}/n =$ 1754,6 kNm

Reakce od vlaku $a \cdot d \cdot Q_{Lm71}/n =$ 568,68 kN

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	x	Lx=L-x	Qpx	Qpx/Q	Qx
1	0,000	0,000	0,000	0,0	1	0,000	0,000	13,500	1007,1	1,000	568,7
2	0,100	1,350	0,395	693,1	2	0,100	1,350	12,150	849,34	0,843	479,6
3	0,200	2,700	0,691	1212,4	3	0,200	2,700	10,800	702,34	0,697	396,6
4	0,250	3,375	0,802	1407,2	4	0,250	3,375	10,125	632,89	0,628	357,4
5	0,300	4,050	0,889	1559,8	5	0,300	4,050	9,450	566,14	0,562	319,7
6	0,400	5,400	0,988	1733,6	6	0,400	5,400	8,100	440,74	0,438	248,9
7	0,500	6,750	1,000	1754,6	7	0,500	6,750	6,750	326,14	0,324	184,2

5. Vnitřní síly

NOSNÍK N1

Řez				1-1 (podpora)			4-4 (1/4 rozpětí)		
Zatížení		ZS	$\gamma_G \cdot \gamma_Q$	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Stálé	Vlastní tíha	ZS1	1,35		84,0	0,0		42,0	212,6
	Ostatní stálé	ZS2	1,35		115,4	0,0		57,7	292,0
	Zemní tlak	ZS3	1,35		0,0	0,0		0,0	0,0
	Smršťování	ZS4	1,35		0,0	0,0		0,0	0,0
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	1,45	162,6	0,0		102,2	402,4
		SW/2	ZS6	1,20	135,1	0,0		67,6	342,0
		Z. tlak LM71	ZS7	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Z. tlak SW/2	ZS8	1,20	0,0	0,0		0,0	0,0
		Brzdné síly LM71	ZS9	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Brzdné síly SW/2	ZS10	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Odstřed. síly LM71	ZS11	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Odstřed. síly SW/2	ZS12	1,20	0,0	0,0		0,0	0,0
		Boční ráz	ZS13	1,45	8,4	0,0		8,4	28,3
	Vedlejší	Vítr	ZS16	1,50	21,6	0,0		10,8	54,6
		Oteplení kon.	ZS17	1,50	0,0	0,0		0,0	0,0
		Ochlazení kon.	ZS18	1,50	0,0	0,0		0,0	0,0
Mimořádné	Vykolejení - 1	ZS19	1,00		568,7	0,0		357,4	1407,2
	Vykolejení - 2	ZS20	1,00		0,0	0,0		0,0	0,0
Únava - LM71	LM71	--	1,00		134,4	0,0		84,5	332,6
	Z. tlak LM71	--	1,00		0,0	0,0		0,0	0,0
	Brzdné síly LM71	--	1,00		0,0	0,0		0,0	0,0
	Odstřed. síly LM71	--	1,00		0,0	0,0		0,0	0,0

Řez							7-7 (1/2 rozpětí)		
Zatížení		ZS	$\gamma_G \cdot \gamma_Q$	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Stálé	Vlastní tíha	ZS1	1,35					0,0	283,5
	Ostatní stálé	ZS2	1,35					0,0	389,3
	Zemní tlak	ZS3	1,35					0,0	0,0
	Smršťování	ZS4	1,35					0,0	0,0
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	1,45				52,7	501,8
		SW/2	ZS6	1,20				0,0	456,1
		Z. tlak LM71	ZS7	1,45				0,0	0,0
		Z. tlak SW/2	ZS8	1,20				0,0	0,0
		Brzdné síly LM71	ZS9	1,45				0,0	0,0
		Brzdné síly SW/2	ZS10	1,45				0,0	0,0
		Odstřed. síly LM71	ZS11	1,45				0,0	0,0
		Odstřed. síly SW/2	ZS12	1,20				0,0	0,0
		Boční ráz	ZS13	1,45				8,4	56,7
	Vedlejší	Vítr	ZS16	1,50				0,0	72,8
		Oteplení kon.	ZS17	1,50				0,0	0,0
		Ochlazení kon.	ZS18	1,50				0,0	0,0
Mimořádné	Vykolejení - 1	ZS19	1,00					184,2	1754,6
	Vykolejení - 2	ZS20	1,00					0,0	0,0
Únava - LM71	LM71	--	1,00					43,5	414,7
	Z. tlak LM71	--	1,00					0,0	0,0
	Brzdné síly LM71	--	1,00					0,0	0,0
	Odstřed. síly LM71	--	1,00					0,0	0,0

Pozn.: Znaménková konvence: +N=tah, -N=tlak, +M=vyvozuje tah v dolních vláknech průřezu.

Pozn.: Zatížení na únavu bez klasifikačního součinitele α .

6. Kombinace zatížení

6.1 Součinitelé kombinací (EN 1990, změna A1, A2.2.6)

Zatížení		Zatěžovací stav	Sestava zatížení	Popis kombinace	Součinitelé komb.		
					ψ_0	ψ_1	ψ_2
Hlavní	Doprava	ZS5,ZS7,ZS9	gr11	LM71+max. podélné	0,8	0,8	0
		ZS5,ZS7,ZS11,ZS13	gr12	LM71+max. příčné	0,8	0,8	0
		ZS9,ZS10	gr13	Maximální podélné	0,8	0,8	0
		ZS11,ZS12,ZS13	gr14	Maximální příčné	0,8	0,8	0
		ZS6,ZS8,ZS10	gr16	SW/2+max.. podélné	0,8	0,8	0
		ZS6,ZS8,ZS12	gr17	SW/2+max. příčné	0,8	0,8	0
		ZS5,ZS7,ZS9	gr21	2 x LM71+max. podélné	0,8	0,7	0
		ZS10,ZS13,ZS11,ZS13	gr22	2 x LM71+max. příčné	0,8	0,7	0
		ZS9,ZS10	gr23	2 x brzdné a rozjezd. síly	0,8	0,7	0
		ZS11,ZS12,ZS13	gr24	2 x odst. síly, boční ráz	0,8	0,7	0
		ZS6,ZS8,ZS10	gr26	LM71+SW/2+max. podélné	0,8	0,7	0
		ZS6,ZS8,ZS12	gr27	LM71+SW/2+max. příčné	0,8	0,7	0
Vedlejší	Vítr	ZS16	F _{vk}	vítr	0,75	0,5	0
	Teplota	ZS17,ZS18	T _k	oteplení, ochlazení	0,6	0,6	0,5
	Sníh	-	Q _{sn,k}	sníh	0,8	0	0

Pozn.: Gr15 - nezatížený vlak neuvažován.

Součinitel pro stálé zatížení: $\xi = 0,85$

6.2 Sestavy zatížení (EN 1991-2, Tabulka 6.11)

Počet kolejí	Sestava zatížení	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	Popis kombinace
		LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	
1 kolej	gr11	1		1		1		0,5		0,5	LM71+max podélné
	gr12	1		1		0,5		1		1	LM71+max příčné
	gr13	0,5		0,5		1		0,5		0,5	Maximální podélné
	gr14	0,5		0,5		0,5		1		1	Maximální příčné
	gr16	0	1		1		1		0,5	0,5	SW/2+max podélné
	gr17	0	1		1		0,5		1	1	SW/2+max příčné
2 koleje	gr21	1		1		1		0,5		0,5	2 x LM71+max. podélné
		1		1		1		0,5		0,5	
	gr22	1		1		0,5		1		1	2 x LM71+max. příčné
		1		1		0,5		1		1	
	gr23	0,5		0,5		1		0,5		0,5	Maximální podélné
		0,5		0,5		1		0,5		0,5	
	gr24	0,5		0,5		0,5		1		1	Maximální příčné
		0,5		0,5		0,5		1		1	
	gr26	1		1		0,5		1		1	LM71+SW/2+max. podélné
			1		1		0,5		1	1	
	gr27	1		1		1		0,5		0,5	LM71+SW/2+max. příčné
			1		1		1		0,5	0,5	

Pozn.: Sestavy zatížení gr13 a gr14 odpovídají sestavám gr11 a gr12, ale dominantním zatížením jsou vodorovné síly. Na rámovou konstrukci nemůžeme vyvodit větší účinek než sestavy gr11 a gr12, proto nebudou posuzovány jako samostatná kombinace.

Pozn.: Roznos zatížení je omezen po osu os kolejí, sestavy zatížení gr21 - gr27 neuvažovány.

6.3 Mezní stavy únosnosti

Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4)

$$K_{6.10a} = \frac{\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}}{\sum \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}}$$

$$K_{6.10b} = \frac{\sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}}{\sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}}$$

$$K_{6.10} = \frac{\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}}{\sum \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}}$$

Zatížení		Stálé					Proměnné														
							Hlavní										Vedlejší				
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ_0	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ_0	ZS16	ψ_0	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM7	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM7	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
Dyn. s. Φ_3			-	-	-	-		1,35	1,35	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-
S. mat. γ_G, γ_Q			1,35	1,35	1,35	1,35		1,45	1,20	1,45	1,20	1,45	1,45	1,45	1,20	1,45		1,50		1,50	1,50
K _{6,10a}	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1
K _{6,10b}	gr11	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1
S. mat. γ_G, γ_Q		1,35 1			0,00		1,5 1,3											1,5 1,3		1,5 1,3	
K _{6,10}	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1

Pozn.: Pro posouzení základové spáry uvažována kombinace 6.10 (soubor A1/A2).

Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)

$$K_{\min} = \Sigma G_{k,i} + A_d + \psi_{1,i} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\min} = \Sigma \text{stálá} + \text{mimořádné} + \psi_{1,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

Zatížení		Stálé				Proměnné															
						Hlavní										Vedlejší					
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ ₀	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ ₀	ZS16	ψ ₀	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
K _{min}	K _{min1}	-	1	1	1	1	-	1	-								0,50	1	0,50	1	-
	K _{min1}	-	1	1	1	1	-	1	-								0,50	1	0,50	-	1
	K _{min2}	-	1	1	1	1	-	-	1								0,50	1	0,50	1	-
	K _{min2}	-	1	1	1	1	-	-	1								0,50	1	0,50	-	1

Pozn.: U dvoukolejných mostů není uvažována kombinace vykojení a provozu na vedlejší koleji.

6.4 Mezní stavy použitelnosti

Kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)

$$K_{\text{char}} = \Sigma G_{k,i} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\text{char}} = \Sigma \text{stálá} + \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

$$K_{\text{častá}} = \Sigma G_{k,i} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\text{častá}} = \Sigma \text{stálá} + \psi_{1,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

$$K_{\text{kvaz}} = \Sigma G_{k,i} + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\text{kvaz}} = \Sigma \text{stálá} + \psi_{2,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

Zatížení		Zatížení				Proměnné															
						Hlavní										Vedlejší					
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ ₀	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ ₀	ZS16	ψ ₀	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
Dyn. s. Φ ₂			-	-	-	-		1,23	1,23	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-
K _{charakteristická}	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1

Zatížení		Zatížení				Proměnné															
						Hlavní										Vedlejší					
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ ₀	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ ₀	ZS16	ψ ₀	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vitr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
Dyn. s. Φ ₂		✗	-	-	-	-	✗	1,23	1,23	-	-	-	-	-	-	-	✗	-	✗	-	-
K _{častá}	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	-	1
Kom. Šest. zatíže	ξ	0	0	0	0	ψ ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ψ ₂	0	ψ ₂	0	0	
Dyn. s. Φ ₂		✗	-	-	-	-	✗	1,23	1,23	-	-	-	-	-	-	-	✗	-	✗	-	-
K _{kvazistálá}	gr11	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	-	1
	bez t.	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	-	1

Pozn.: Pro posouzení na únavu uvažována kvazistálá kombinace bez vlivu teploty (ČSN EN 1992-2, NN.3.2).

Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)

$$K_{\text{únavu}} = \Sigma G_{k,i} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} + Q_{\text{fat}}$$

$$K_{\text{únavu}} = \Sigma \text{stálá} + \psi_{1,1} \cdot \text{hlavní necyklická proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná} + \text{cyklické zatížení}$$

Zatížení		Zatížení					Proměnné													
							Hlavní										Vedlejší			
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ ₀									ψ ₀	ZS16	ψ ₀	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	Z. tlak LM71	Brzdné síly LM71	Odstřed. síly LM71						Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.
Dyn. s. Φ ₂		✗	-	-	-	-	✗	1,23	1,00	-	-					✗	-	✗	-	-
K _{únavu}	-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	1					0,00	1	0,50	1	-
	-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	1					0,00	1	0,50	-	1

Pozn.: Další proměnná zatížení od větru a teploty neuvažována (ČSN EN 1992-2, NN.3.2).

7. Kombinace vnitřních sil

NOSNÍK N1

Řez			1-1(podpora)			4-4(1/4 rozpětí)			
Kombinace		Sestava	zatížení	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	N [kN]	V [kN]	M[kNm]
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10a)	gr11	LM71	0,0	553,3	0,0	0,0	311,8	1390,1
		gr11	LM71	0,0	553,3	0,0	0,0	311,8	1390,1
		gr12	LM71	0,0	558,1	0,0	0,0	316,7	1406,5
		gr12	LM71	0,0	558,1	0,0	0,0	316,7	1406,5
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10b)	gr11	LM71	0,0	577,9	0,0	0,0	332,9	1449,8
		gr11	LM71	0,0	577,9	0,0	0,0	332,9	1449,8
		gr12	LM71	0,0	584,0	0,0	0,0	339,0	1470,3
		gr12	LM71	0,0	584,0	0,0	0,0	339,0	1470,3
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
	MS únosnosti	Stálé		0,0	269,1	0,0	0,0	134,6	681,2
		ξ-Stálé		0,0	228,8	0,0	0,0	114,4	579,1
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	24,3	0,0	0,0	12,1	61,4
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	24,3	0,0	0,0	12,1	61,4
	Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)	K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	768,1	0,0	0,0	457,1	1911,8
		K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	768,1	0,0	0,0	457,1	1911,8
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	199,4	0,0	0,0	99,7	504,6
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	199,4	0,0	0,0	99,7	504,6
MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	420,5	0,0	0,0	238,1	1056,5
		gr11	LM71	0,0	420,5	0,0	0,0	238,1	1056,5
		gr12	LM71	0,0	424,7	0,0	0,0	242,3	1070,7
		gr12	LM71	0,0	424,7	0,0	0,0	242,3	1070,7
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
	Častá kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	363,3	0,0	0,0	204,0	913,4
		gr11	LM71	0,0	363,3	0,0	0,0	204,0	913,4
		gr12	LM71	0,0	336,2	0,0	0,0	188,2	849,2
		gr12	LM71	0,0	336,2	0,0	0,0	188,2	849,2
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-
	Kvazistálá kombinace (EN 1990, A1, Tab. A2.6)	-	Otep.	0,0	199,4	0,0	0,0	99,7	504,6
		-	Ochlaz.	0,0	199,4	0,0	0,0	99,7	504,6
		-	bez tepl.	0,0	199,4	0,0	0,0	99,7	504,6
	MS Použitelnosti	Stálé		0,0	199,4	0,0	0,0	99,7	504,6
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	16,2	0,0	0,0	8,1	40,9
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	16,2	0,0	0,0	8,1	40,9
	Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)	-	Otep.	0,0	365,3	0,0	0,0	203,9	915,2
		-	Ochlaz.	0,0	365,3	0,0	0,0	203,9	915,2
-		bez tepl.	0,0	365,3	0,0	0,0	203,9	915,2	

Řez						7-7 (1/2 rozpětí)				
Kombinace		Sestava	zatížení	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10a)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	87,5	1809,9	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	87,5	1809,9	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3	1842,8	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3	1842,8	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10b)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	109,3	1878,5	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	109,3	1878,5	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	115,4	1919,6	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	115,4	1919,6	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
	MS únosnosti	Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	908,3	
		ξ-Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	772,1	
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,9	
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,9	
	Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)	K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	0,0	0,0	0,0	184,2	2427,4	
		K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	0,0	0,0	0,0	184,2	2427,4	
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,8	
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,8	
MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	69,2	1375,2	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	69,2	1375,2	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	1403,5	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	1403,5	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
	Častá kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	1096,9	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	1096,9	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	1213,7	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	1213,7	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr16	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
		gr17	SW/2	-	-	-	-	-	-	
	Kvazistálá kombinace (EN 1990, A1, Tab. A2.6)	-	Otep.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,8	
		-	Ochlaz.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,8	
		-	bez tepl.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,8	
	MS Použitelnosti	Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,8	
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,6	
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,6	
	Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)		-	Otep.	0,0	0,0	0,0	0,0	53,7	1184,8
			-	Ochlaz.	0,0	0,0	0,0	0,0	53,7	1184,8
-			bez tepl.	0,0	0,0	0,0	0,0	53,7	1184,8	

	Název akce :	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	DATUM 07.12.2019
	SO-PS	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	STRANA 33

8. Posouzení průřezu

Geometrie konstrukce

L	13,50 m	rozpětí
spad	1,00 %	
h_c	0,770 m	tloušťka betonu uprostřed
$h_{c,L/4}$	0,736 m	tloušťka betonu ve čtvrtině rozpětí
$h_{c,0}$	0,703 m	tloušťka betonu v uložení
b_c	0,519 m	osová vzdálenost nosníků
n	9 ks	počet ve spolupůsobící šířce NK
m	8 ks	počet nosníků v celé desce

Ocelové nosníky

HEB 600

h_{st}	0,600 m	výška nosníku
b_{f1}	0,300 m	šířka horní pásnice
b_{f2}	0,300 m	šířka spodní pásnice
t_{f1}	0,030 m	tloušťka horní pásnice
t_{f2}	0,030 m	tloušťka spodní pásnice
b_{12}	0,540 m	výška stěny
t_w	0,0155 m	tloušťka stěny
A_{st}	0,02637 m ²	plocha nosníku
$I_{st,y}$	1,710E-03 m ⁴	moment setrvačnosti
$W_{st,el,y1}$	5,700E-03 m ³	modul průřezu
$W_{st,el,y2}$	5,700E-03 m ³	modul průřezu
c_{f1}	0,200 m	tloušťka betonu nad nosníky uprostřed rozpětí
z_{st}	0,300 m	poloha těžiště výztužného nosníku od spodku spodní pásnice
h	0,800 m	celková tloušťka desky (beton + spodní pásnice)

Ocel	S355	$f_{y,st,k}$	345 MPa	pro tloušťku 16- 40 mm
		$f_{y,st,k}$	335 MPa	pro tloušťku nad 40 mm

Návrhové hodnoty meze kluzu a meze pevnosti

$$f_{y,st,d} = f_{y,st,k} / \gamma_{m0,st} = 313,6 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m0,st} = 1,1 \quad \text{pro základní kombinaci zatížení}$$

$$E_{st} = 210000 \text{ MPa}$$

Beton	C35/45	$f_{c,k}$	35,0 MPa	
	$f_{c,d} = \lambda \cdot f_{c,k} / \gamma_{m0,c}$		19,83 MPa	
	$\gamma_{m0,c} =$	1,5		pro základní kombinaci zatížení
	$\lambda =$	0,85		
		n_s	6,18	
		n_l	18,5	

	Název akce :	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	DATUM 07.12.2019
	SO-PS	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	STRANA 34

Klasifikace průřezů ocelových nosníků

STABILITA HORNÍ PÁSNICE

	$f_y =$	355 MPa		
OCEL $\varepsilon =$		0,814		
tloušťka pásnice	$t_p =$	30 mm	$b_f = 0.5*b - 0.5*t_s =$	142,25 mm
tloušťka stojiny	$t_s =$	15,5 mm	$b_f / t_p =$	4,74
šířka pásnice	$b =$	300 mm	$9*\varepsilon_{ps} =$	7,32 1
			$10*\varepsilon_{ps} =$	8,14 2
třída 1	$\rho =$	1	$14*\varepsilon_{ps} =$	11,39 3

STABILITA STĚNY OHYB

stojina	$f_{yd} =$	355		
OCEL $\varepsilon =$		0,814		
tloušťka pásnice	$t_p =$	30 mm	$c = l =$	540 mm
tloušťka stojiny	$t_s =$	15,5 mm	$c / t_s =$	34,84
délka stojiny	$c =$	540 mm	$72*\varepsilon_{ps} =$	58,58 1
poř bc		270,00 mm	$83*\varepsilon_{ps} =$	67,53 2
poř bt		270,00 mm	$124*\varepsilon_{ps} =$	100,89 3
psi =		-1,00		
$\psi =$	-1,00	$\lambda_p =$	$c/(t_s*28,4*\varepsilon*(k_r)^{1/2}) =$	0,309
$k_p =$	23,88	$\rho =$	$\lambda_p - 0,055*(3+\psi)/(\lambda_p*\lambda_p) =$	2,086
$b_{eff} = \rho*c/(1-\psi) =$	270,00 mm	$\rho_{max} =$		1
$b_{e1} = 0,4*b_{eff}$	108,00 mm	$h_o =$		270,0 mm
$b_{e2} = 0,6*b_{eff}$	162,00 mm	$o =$	$poř1 - b_{eff} =$	0,0 mm

třída 1

STABILITA SPODNÍ PÁSNICE

	$f_y =$	355		
OCEL $\varepsilon =$		0,814		
tloušťka pásnice	$t_p =$	30 mm	$b_f = 0.5*b - 0.5*t_s =$	142,25 mm
tloušťka stojiny	$t_s =$	15,5 mm	$b_f / t_p =$	4,74
šířka pásnice	$b =$	300 mm	$9*\varepsilon_{ps} =$	7,32 1
			$10*\varepsilon_{ps} =$	8,14 2
třída 1	$\rho =$	1	$14*\varepsilon_{ps} =$	11,39 3

HEB 600

splňuje klasifikaci průřezu tř. 1

	Název akce :	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	DATUM 07.12.2019
	SO-PS	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	STRANA 35

Mezní stav únosnosti pro základní kombinaci zatížení

Podmínka mezní únosnosti:

$$M_{y,d} < M_{Rd} \quad \text{kNm}$$

M_{Rd} mezní moment únosnosti

$$M_{Rd} = (F_{st}^+ \cdot x_{st,pl}^+ + F_{st}^- \cdot x_{st,pl}^- + F_c \cdot x_{c,pl})$$

F_{st}^+ normálová síla v tažené části ocelového průřezu

F_{st}^- normálová síla v tlačené části ocelového průřezu

F_c normálová síla vtlačené části betonového průřezu

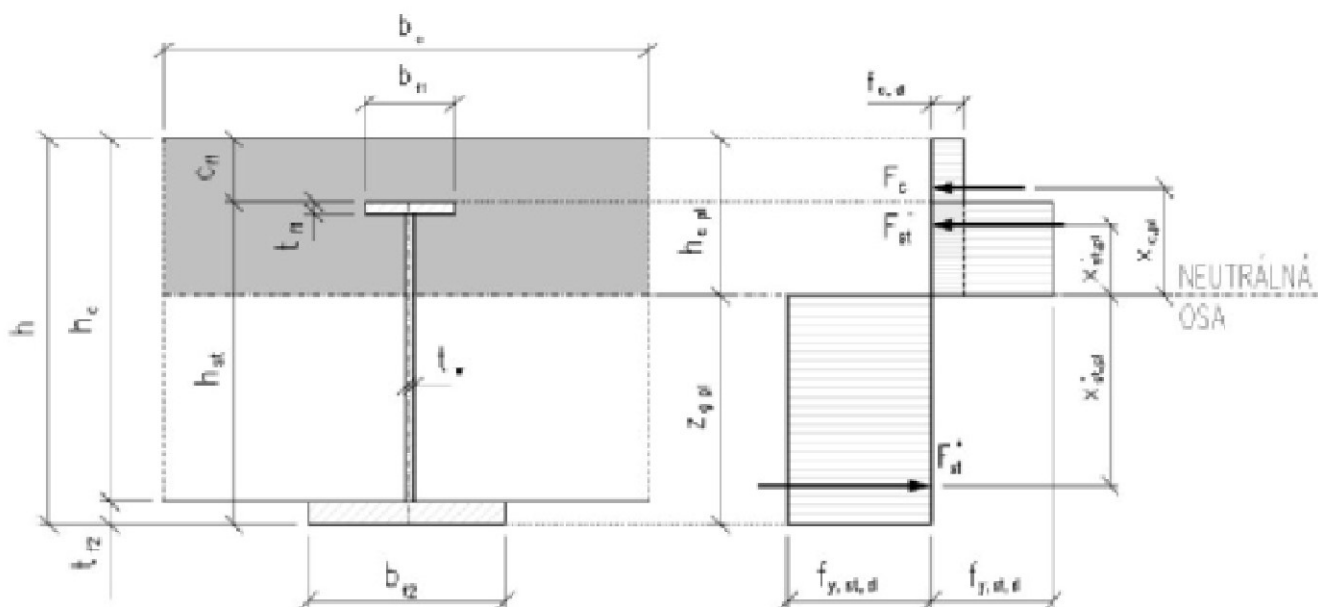
$x_{st,pl}^+$ vzdálenost těžiště tažené části ocelového průřezu od těžišťové osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$x_{st,pl}^-$ vzdálenost těžiště tlačené části ocelového průřezu od těžišťové osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$x_{c,pl}$ vzdálenost těžiště tlačené části betonového průřezu od těžišťové osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$z_{g,pl}$ poloha neutrální osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$$b_c = b_{eff} = b_1$$



Pokud neutrální osa plně zplastizovaného ocelobet. průřezu namáhaného kladným ohybovým momentem prochází stojnou ocelového nosníku tzn. pokud platí :

$$h_{c,pl} > c_{f1} + t_{f1}$$

$$h_{c,pl} = h_c + t_{f2} - z_{g,pl} = 0,252 \text{ m}$$

$$0,252 > 0,230 \text{ m}$$

**VYHOVUJE
N.O. PROCHÁZÍ STOJINOU**

	Název akce :	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	DATUM 07.12.2019
	SO-PS	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	STRANA 36

potom lze normálové síly vyčíslit následujícím postupem :

$$Z_{g,pl} = \frac{(f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} + t_{f2}) - b_{f2} \cdot t_{f2}] + (\lambda \cdot f_{c,k}/\gamma_{M0,c}) \cdot [b_c \cdot h - b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (t_{f1} - h_{st})]}{2 \cdot (f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot t_w + (\lambda \cdot f_{c,k}/\gamma_{M0,c}) \cdot [b_c - t_w]} =$$

$$Z_{g,pl} = \frac{10793,92}{19703,85} = 0,548 \text{ m}$$

$$F_{st}^+ = f_{y,st,d} \cdot A_{st,pl}^+ = (f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (Z_{g,pl} - t_{f2})]$$

$$F_{st}^- = f_{y,st,d} \cdot A_{st,pl}^- = (f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})]$$

$$F_c = f_{c,d} \cdot A_{c,pl} = (\lambda \cdot f_{c,k}/\gamma_{M0,c}) \cdot [b_c \cdot (h - Z_{g,pl}) - b_{f1} \cdot t_{f1} - t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})]$$

$$F_{st}^+ = 5339,98 \text{ kN}$$

$$F_{st}^- = 2930,61 \text{ kN}$$

$$F_c = 2409,37 \text{ kN}$$

$$F_{st}^+ = F_{st}^- + F_c$$

Vzdálenosti těžišť jednotlivých částí plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu jsou dány vztahy:

$$x_{st,pl}^+ = \frac{b_{f2} \cdot t_{f2} (Z_{g,pl} - t_{f2}/2) + t_w \cdot (Z_{g,pl} - t_{f2})^2/2}{b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (Z_{g,pl} - t_{f2})}$$

$$x_{st,pl}^- = \frac{b_{f1} \cdot t_{f1} (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1}/2) + t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})^2/2}{b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})}$$

$$x_{c,pl} = \frac{b_c \cdot (h - Z_{g,pl})^2 \cdot 0,5 - b_{f1} \cdot t_{f1} \cdot (h - Z_{g,pl} - t_{f1}/2) - t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} - Z_{g,pl})^2 \cdot 0,5}{b_c \cdot (h - Z_{g,pl}) - b_{f1} \cdot t_{f1} - t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} - Z_{g,pl})}$$

$$x_{st,pl}^+ = 0,404 \text{ m}$$

$$x_{st,pl}^- = 0,036 \text{ m}$$

$$x_{c,pl} = 0,133 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = 2582,344 \text{ kNm} > 1919,65 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

	Název akce :	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	DATUM 07.12.2019
	SO-PS	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	STRANA 37

Posouzení smyku

V_{zmax} = 768,05 kN

Boulení od smykového napětí

OCEL S355 epsilon	0,8136		
tloušťka stojiny	t _s = 15,5 mm	d _s / t _s =	34,8
délka stojiny	d _s = 540,0 mm	124*ε =	100,9
h _{w1} =	540,0 mm		
a _w =	2000 mm	a _w /h _w =	3,7037
n _y =	1		
k _{st} =	0		
k _t =4,00+5,34*(h _w /a _w) ² +k _{st} =	4,389	l _{w1} =	h _w /37,4*t*ε*odm(k _t) = 0,546
0,83/n _y =	0,830		
kappa=0,83/lw1 =	1,000	příspěvek pásnic zanedbán	
A _{eff} = t _s *d _s *kappa =	8370,0 mm ²		
V _{max} =	768,1 kN	f _y =	345,0 MPa
		γ _f =	1
		f _{yd} =	345,0 MPa
V _u = A _{eff} *0,577*f _{yd} =	1666,17 kN		
0,5 * V _u =	833,09 kN		

V _{max}	<	V _u	VYHOVUJE
V _{max}	<	0,5*V _u	0,461 *V _u

Není nutno posuzovat interakci s ohyb. momentem

r = ((2*V _{ed} /V _{pl,Rd})-1) ² =	0,0E+00	f _{ydr} =	345,0 MPa
---	---------	--------------------	-----------

9. Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (U_{lim} - U_{rs}) / U_{LM71}$$

U_{lim} mezní hodnota posuzovaného účinku

U_{LM71} hodnota posuzovaného účinku od svislého zatížení železniční dopravou zatěž. schématem LM - 71 se součinitelem zatížení 1,25, včetně dynamického součinitele a součinitele kombinace zatížení

U_{rs} hodnota posuzovaného účinku od všech ostatních zatížení

Mezní stav únosnosti ohybovým momentem - zatížitelnost

M _{lim}	2582,3 kNm	viz str.	36
M(α _{LM71})	735,0 kNm		
M _{LM71} =	607,4 kNm		
	1,45	součinitel zatížení pro nepříznivá zatížení dopravou pro stanovení zatížitelnosti	
M _{LM71}	880,8 kNm		
M(α _{LM71})	1065,7 kNm		
Med =	1919,65 kNm		
M _{rs}	853,93 kNm		
Z _{LM71} = (M _{lim} - M _{rs}) / M _{LM71} =			1,96

Mezní stav únosnosti - smyk - zatížitelnost

VZ _{lim}	1666,2 kN	viz str.	
Vz(α _{LM71})	228,2 kN	viz str.	
VZ _{LM71} =	188,6 kN		
	1,45	součinitel zatížení pro nepříznivá zatížení dopravou pro stanovení zatížitelnosti	
VZ _{LM71}	273,5 kN		
Vz(α _{LM71})	330,9 kN		
V _{Ed} =	583,97 kN		
V _{rs}	253,02 kN		
Z _{LM71} = (V _{lim} - V _{rs}) / V _{LM71} =			5,17

10. MSP

10.1. Průřezové charakteristiky

BETONOVÁ DESKA

BETON C35/45

$$f_{cm} = 43,00 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 34,00 \text{ GPa}$$

PRŮŘEZ V POLI

$$\begin{aligned} \text{Šířka desky } b_{eff} &= 0,52 \text{ m} \\ \text{Tloušťka desky } h &= 0,77 \text{ m} \\ \text{Plocha } A_{eff} &= 0,399 \text{ m}^2 \\ \text{Těžiště } t = h/2 &= 0,39 \text{ m} \\ S_y = A_{eff} * h/2 &= 0,1538 \text{ m}^3 \\ I_y = A_{eff} * h^3/12 &= 0,01973554 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

PRŮŘEZ NAD PODPOROU

$$\begin{aligned} \text{Šířka desky } b_{eff} &= 0,52 \text{ m} \\ \text{Tloušťka desky } h &= 0,77 \text{ m} \\ \text{Plocha } A_{eff} &= 0,399 \text{ m}^2 \\ \text{Těžiště } t = h/2 &= 0,39 \text{ m} \\ S_y = A_{eff} * h/2 &= 0,1538 \text{ m}^3 \\ I_y = A_{eff} * h^3/12 &= 0,01973554 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

$$\begin{aligned} b_h &= 0,300 \text{ m} \\ h_h &= 0,030 \text{ m} \\ t_s &= 0,0155 \text{ m} \\ h_s &= 0,540 \text{ m} \\ b_d &= 0,300 \text{ m} \\ h_d &= 0,030 \text{ m} \\ e_{h,0} &= 0,585 \text{ m} \\ e_{s,0} &= 0,300 \text{ m} \\ e_{d,0} &= 0,015 \text{ m} \\ h_n &= 0,600 \text{ m} \end{aligned}$$

Plochy :

$$\begin{aligned} A_h &= 0,00900 \text{ m}^2 \\ A_s &= 0,00837 \text{ m}^2 \\ A_d &= 0,00900 \text{ m}^2 \\ A &= 0,02637 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Statický moment + těžiště

$$\begin{aligned} S_y &= 0,007911 \text{ m}^3 \\ t_d = S_y/A &= 0,300 \text{ m} \\ t_h = h - t_d &= 0,300 \text{ m} \end{aligned}$$

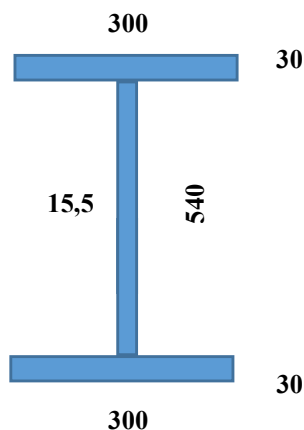
STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

$$\varepsilon \text{ (ocel S 355)} = 0,8136$$

Horní pásnice - tlak

$$\begin{aligned} c = (b_h - t_s)/2 &= 0,142 \text{ m} \\ c/t &= 4,74 \end{aligned}$$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ



Průřezové moduly

$$\begin{aligned} W_{yh} &= -5,5560E-03 \text{ m}^3 \\ W_{yd} &= 5,5560E-03 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Momenty setrvačnosti

$$\begin{aligned} I_y &= 1,6668E-03 \text{ m}^4 \\ I_z &= 1,3517E-04 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 33\varepsilon &= 26,85 \\ 38\varepsilon &= 30,92 \\ 42\varepsilon &= 34,17 \end{aligned}$$

Stojina - ohyb (spočteno pro spřažený průřez viz dále)

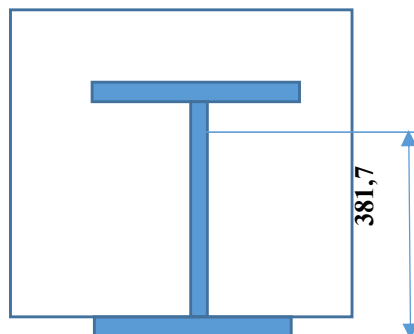
SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

PŘI PŮSOBENÍ BETONU V TAHU

1/ V POLI

Krátkodobé zat.

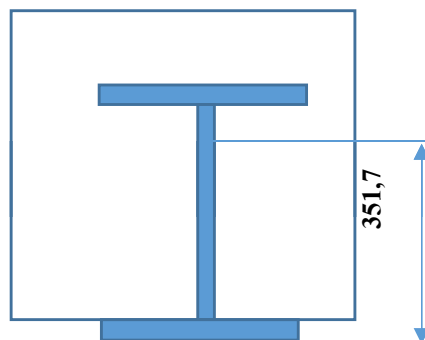
$n =$	6,18	
$Ab = A_{eff} =$	0,39944	
$h_{sp} = h_d + h_n =$	0,80	
$As_p = Ab/n + A_s =$	0,09104	
$S_{bsp} =$	0,03475	
$t_{sp,d} = S_{bsp}/As_p =$	0,382	m
$t_{sp,h} = h - t_{sp,d} =$	0,418	m
$eb' =$	0,033	m
$es' =$	0,082	m
$Ib' = Ib/n + Ab \cdot eb'^2/n$	0,0032670	m ⁴
$Is' = Is + As \cdot es'^2$	0,0018428	m ⁴
$I_{sp} = Ib' + Is' =$	0,0051098	m ⁴



$W_{bh} \cdot n =$	-0,0754477	m ³
$W_{bd} \cdot n =$	-0,1445676	m ³
$W_{sh} =$	-0,0234062	m ³
$W_{sd} =$	0,0133873	m ³

Dlouhodobé zat. (36500 dní)

$n =$	18,53	
$Ab = A_{eff} =$	0,39944	
$h_{sp} = h_d + h_n =$	0,80	
$As_p = Ab/n + A_s =$	0,04793	
$S_{bsp} =$	0,01686	
$t_{sp,d} = S_{bsp}/As_p =$	0,352	m
$t_{sp,h} = h - t_{sp,d} =$	0,448	m
$eb' =$	0,063	m
$es' =$	0,052	m
$Ib' = Ib/n + Ab \cdot eb'^2/n$	0,0011514	m ⁴
$Is' = Is + As \cdot es'^2$	0,0017373	m ⁴
$I_{sp} = Ib' + Is' =$	0,0028887	m ⁴



$W_{bh} \cdot n =$	-0,1194062	m ³
$W_{bd} \cdot n =$	-0,2155950	m ³
$W_{sh} =$	-0,0116353	m ³
$W_{sd} =$	0,0082131	m ³

SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

BEZ PŮSOBENÍ BETONU V TAHU

V POLI

1/ Krátkodobé zat.

$$x_c = \frac{-A_{st} \cdot n / bc + \sqrt{A_{st}^2 \cdot n^2 / bc^2 + [A_{st} \cdot n / bc]^2}}{2 \cdot n} = \frac{-0,0264 \cdot 6,18 / 0,52 + \sqrt{[0,0264 \cdot (0,80 - 0,300) \cdot 2 \cdot 6,18 / 0,52]^2 + [0,0264 \cdot 6,18 / 0,52]^2}}{2} = -0,31397 + 0,6423 = 0,328 \text{ m}$$

Šířka desky $b_{eff} = 0,52 \text{ m}$

Tloušťka desky $h = 0,328 \text{ m}$

Plocha $A_{eff} = 0,170 \text{ m}^2$

Těžiště $t = h/2 = 0,164 \text{ m}$

$S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,0280 \text{ m}^3$

$I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00153005 \text{ m}^4$

$n = 6,18$

$A_b = A_{eff} = 0,17032$

$h_{sp} = h_d + h_n = 0,80$

$A_{sp} = A_b/n + A_s = 0,05395$

$S_{bsp} = 0,02544$

$t_{sp,d} = S_{bsp}/A_{sp} = 0,472 \text{ m}$

$t_{sp,h} = h - t_{sp,d} = 0,328 \text{ m}$

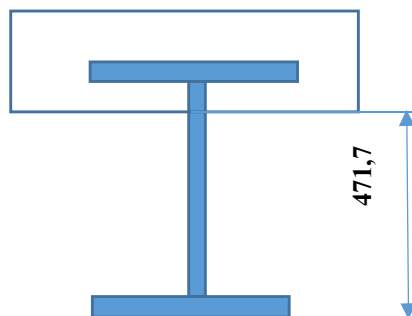
$eb' = 0,164 \text{ m}$

$es' = 0,172 \text{ m}$

$I_b' = I_b/n + A_b \cdot eb'^2/n = 0,0009909 \text{ m}^4$

$I_s' = I_s + A_s \cdot es'^2 = 0,0024439 \text{ m}^4$

$I_{sp} = I_b' + I_s' = 0,0034348 \text{ m}^4$



$W_{bh} \cdot n = -0,0646154 \text{ m}^3$

$W_{bd} \cdot n = -0,1653179 \text{ m}^3$

$W_{sh} = -0,0267658 \text{ m}^3$

$W_{sd} = 0,0072823 \text{ m}^3$

2/ Dlouhodobé zat.

$$x_c = \frac{-A_{st} \cdot n / bc + \sqrt{A_{st}^2 \cdot n^2 / bc^2 + [A_{st} \cdot n / bc]^2}}{2 \cdot n} = \frac{-0,0264 \cdot 18,53 / 0,52 + \sqrt{[0,0264 \cdot (0,80 - 0,300) \cdot 2 \cdot 18,53 / 0,52]^2 + [0,0264 \cdot 18,53 / 0,52]^2}}{2} = -0,94192 + 1,35245 = 0,411 \text{ m}$$

Šířka desky $b_{eff} = 0,519 \text{ m}$

Tloušťka desky $h = 0,411 \text{ m}$

Plocha $A_{eff} = 0,213 \text{ m}^2$

Těžiště $t = h/2 = 0,205 \text{ m}$

$S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,0437 \text{ m}^3$

$I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00299106 \text{ m}^4$

$n = 18,53$

$A_b = A_{eff} = 0,21296$

$h_{sp} = h_d + h_n = 0,80$

$A_{sp} = A_b/n + A_s = 0,03786$

$S_{bsp} = 0,01475$

$t_{sp,d} = S_{bsp}/A_{sp} = 0,389 \text{ m}$

$t_{sp,h} = h - t_{sp,d} = 0,411 \text{ m}$

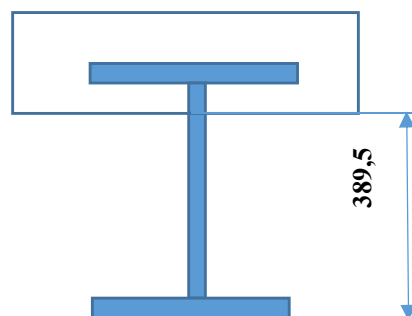
$eb' = 0,205 \text{ m}$

$es' = 0,089 \text{ m}$

$I_b' = I_b/n + A_b \cdot eb'^2/n = 0,0006457 \text{ m}^4$

$I_s' = I_s + A_s \cdot es'^2 = 0,0018779 \text{ m}^4$

$I_{sp} = I_b' + I_s' = 0,0025235 \text{ m}^4$



$W_{bh} \cdot n = -0,1139000 \text{ m}^3$

$W_{bd} \cdot n = -0,2221008 \text{ m}^3$

$W_{sh} = -0,0119864 \text{ m}^3$

$W_{sd} = 0,0064795 \text{ m}^3$

10.2. Omezení napětí SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

BEZ PŮSOBNÍ BETONU V TAHU

Průřez 7 - v poli

Konec životnosti

Bez skruže

Se skruží

Napětí Mpa				Napětí Mpa			
Montáž	My	283,51	kNm	Montáž	My	0	kNm
Wybh	0	0,000		Wybh	0	0,000	
Wybd	0	0,000		Wybd	0	0,000	
Wysh	-5,5560E-03	-51,029	MPa	Wysh	-5,5560E-03	0,000	MPa
Wysd	5,5560E-03	51,029	MPa	Wysd	5,5560E-03	0,000	MPa
Dlouhodobé	My	389,31	kNm	Dlouhodobé	My	672,83	kNm
Wybh	-0,1139000	-3,418	MPa	Wybh	-0,1139000	-5,907	MPa
Wybd	-0,2221008	-1,753	MPa	Wybd	-0,2221008	-3,029	MPa
Wysh	-0,0119864	-32,479	MPa	Wysh	-0,0119864	-56,132	MPa
Wysd	0,0064795	60,083	MPa	Wysd	0,0064795	103,839	MPa
Krátkodobé	My	730,7	kNm	Krátkodobé	My	730,7	kNm
Wybh	-0,0646154	-11,309	MPa	Wybh	-0,0646154	-11,309	MPa
Wybd	-0,1653179	-4,420	MPa	Wybd	-0,1653179	-4,420	MPa
Wysh	-0,0267658	-27,301	MPa	Wysh	-0,0267658	-27,301	MPa
Wysd	0,0072823	100,343	MPa	Wysd	0,0072823	100,343	MPa
CELKEM S DOPRAVOU				CELKEM S DOPRAVOU			
	My	1403,5	kNm		My	1403,5	kNm
obh		-14,73	MPa	obh		-17,22	MPa
obd		-6,17	MPa	obd		-7,45	MPa
osh		-110,81	MPa	osh		-83,43	MPa
osd		211,45	MPa	osd		204,18	MPa
MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ				MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ			
Horní vlákna desky		-14,73	MPa	Horní vlákna desky		-17,22	MPa
Spodní vlákna desky		-6,17	MPa	Spodní vlákna desky		-7,45	MPa
Horní vlákna nosníku		-83,43	MPa	Horní vlákna nosníku		-110,81	MPa
Spodní vlákna nosníku		211,45	MPa	Spodní vlákna nosníku		204,18	MPa
f _{yk} , lim =		345,00	MPa	f _{ck} , lim = 0,6* f _{ck} =		21,00	MPa

11. MSP - Průhyb nosníku

NOSNÍK N1

Rozpětí $L = 13,50 \text{ m}$
 $E = 210000 \text{ Mpa}$

Konec životnosti

Průhyb v mm

Vlastní váha - montáž

$M_{yd} = 0,2835 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0016668 \quad f_z = 15,377 \text{ mm}$

Ostatní stálé a dlouhodobé

$M_{yd} = 0,3893 \text{ MNm}$
 $I_{y,d1} = 0,0028887$
 $I_{y,d2} = 0,0025235$
 $I_{y,prum} = 0,0027061 \quad f_z = 13,005 \text{ mm}$

Krátkodobé

Doprava $\alpha * (\delta * LM71 + \text{odstřed. síla})$
 $M_{yd} = 0,6194 \text{ MNm}$
 $I_{y,kr1} = 0,0051098$
 $I_{y,kr2} = 0,0034348$
 $I_{y,prum} = 0,0042723 \quad f_z = 13,107 \text{ mm}$

Pootočení konce

$\theta = M_y * L / (3 * E * I_y) = 3,107 \text{ mrad}$
 $\theta * H = 3,107 * 0,80 = 2,486 \text{ mm} < (\theta * H)_{lim} = 8,000 \text{ mm}$

CELKEM S DOPRAVOU

$M_{yd} = 1,2923 \text{ MNm}$
Svislý průhyb $f_z = 41,490 \text{ mm}$

Ověření pohody cestujících

Krátkodobé

Doprava $\delta * LM71 + \text{odstřed. síla}$
 $M_{yd} = 0,5119 \text{ MNm}$
 $I_{ykr,prum} = 0,004272 \quad f_z = 10,833 \text{ mm}$

$L / \delta = 900$ pro rozpětí 10,8 m a rychlost 160 km/h (z grafu)
 $0,7 * L / \delta = 630$ prostý nosník
 $f_{lim} = L / 630 = 21,429 \text{ mm}$ limitní průhyb

$f_{zmax} = 10,833 \text{ mm} < f_{lim} = 21,429 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Zatížitelnost

$Z_{LM71} = f_{lim} / f_{max, LM71} = 1,98$

NADVÝŠENÍ (V 1/2 Rozpětí)

$u = f_{z1} + f_{z2} + 0,25 * f_{z,lm71} = 31,70 \text{ mm (zaokrouhleno)}$ **Nebude provedeno**

12. MSP - ověření náchylnosti k rezonancím

Deska:

Rozpětí :	$l_o = 13,50 \text{ m}$	Šířka desky:	$b_s = 4,15 \text{ m}$
Tloušťka desky :	$h_d = 0,80 \text{ m}$	Počet celkem	8,00
Objemová tíha desky:	$\gamma_d = 25,00 \text{ kN/m}^3$	Hmotnost nosníku	207 kg/m

Železniční svršek:

Kolejnice:	$g_k = 1,20 \text{ kN/m}$
Pražce:	$g_p = 4,80 \text{ kN/m}$

Kolejové lože:

Výška kolejového lože:	$h_s = 0,40 \text{ m}$
Objem. tíha kol. lože:	$\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Plocha kol. lože v řezu	3,33 m ²

Konzola, Římsa

Plocha konzoly:	$A_k = 0,26 \text{ m}^2$
Plocha římsy:	$A_r = 0,35 \text{ m}^2$
Objem. tíha římsy:	$\gamma_r = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní zařízení:

Zábradlí (PHS):	$g_z = 1,00 \text{ kN/m}$
Kabely:	$g_z = 0,00 \text{ kN/m}$

Izolace:

Výška izolace:	$h_i = 0,01 \text{ m}$
Objem. tíha izolace:	$\gamma_i = 15,00 \text{ kN/m}^3$

Ochrana izolace

Výška ochrany iz.:	$h'_i = 0,05 \text{ m}$
Objem. tíha ochrany iz.:	$\gamma'_i = 23,00 \text{ kN/m}^3$

2.1. Zatížení stálé

Vlastní váha

Beton:	$G_b = \gamma_d \cdot t_d = 25,00 \cdot 0,80 \cdot 4,15 = 83,00 \text{ kN/šířka desky}$
Ocel :	$207,0 \cdot 8,00 : 100 = 16,56 \text{ kN/šířka desky}$

Stálé

Přítížení desky od železničního spodku:

$$G_s = g_s \cdot (A_s) / b_d = 20,00 \cdot 3,33 / b_d = 16,05 \text{ kN/m}^2$$

Přítížení desky od izolačních vrstev:

$$\text{Ochrana izolace: } G'_i = g'_i \cdot h'_i = 23,00 \cdot 0,05 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Izolace: } G_i = g_i \cdot h_i = 15,00 \cdot 0,01 = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

CELKEM :

$$17,35 \text{ kN/m}^2$$

$$72,00 \text{ kN/šířka desky}$$

Název:	"Rekonstrukce mostu v km 182,618 trati Brno - Česká Třebová"	07.12.2019
SO:	SO 10-19-01 T.ú. Blansko - Rájec Jestřebí žel. most v km 182,618	Strana 44

Plošné (omezené)

Přetížení desky od železničního svršku:

Kolejnice:	$G_k = g_k / b_z = 1,20 / 3,00 = 0,40$	kN/m^2
Pražce:	$G_p = g_p / b_z = 4,80 / 3,00 = 1,60$	kN/m^2
Svršek celkem:	$G_s = 2,00$	kN/m^2 v příčném směru na délce 3,0 m
	6,00	kN/šířka desky

Přetížení desky od římsy a ostatních zařízení (oboustranné):

Konzola:	$G_k = \gamma_k \cdot A_k = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,26 = 13,00$	kN/m'
Římsa:	$G_r = \gamma_r \cdot A_r = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,35 = 17,50$	kN/m'
Kabely	$2 \cdot 0,00 = 0,00$	kN/m'
Zábradlí (PHS):	$g_z = 2 \cdot 1,00 = 2,00$	kN/m'
CELKEM	32,50	kN/šířka desky

CELKEM STÁLÉ :

Pro nosník N1 110,50 kN/m nosníku

CELKEM STÁLÉ + VLASTNÍ TÍHA:

Pro nosník N1 210,06 kN/m nosníku

POSOUZENÍ NÁCHYLNOSTI K REZONANCÍM

NOSNÍK N1

<u>Rozpětí L =</u>	12,50 m
$E_{cs} =$	210000 Mpa
$I_{l,s,p} =$	0,04088 m ⁴
$m =$	21,006 t/m
$\delta_o =$	7,7786 mm

Prosté nosníky nevykazují náchylnost k rezonancím

pokud jejich 1. vlastní frekvence ne leží v mezních hodnotách :

$\max n_o = 94,76 \times L^{-0,748} = 14,326$	pro $4 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$
$\min n_o = 80 / L = 6,400$	pro $4 \text{ m} < L < 20 \text{ m}$
$\min n_o = 23,58 \times L^{-0,592} = 5,287$	pro $20 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$

$$n_o = 17,75 / (\delta_o)^{1/2} = (\pi / (2 \times L^2)) \times (E_{cs} \times I_{l,s} / m)^{1/2} : 6,427 > 6,400$$

VYHOVUJE

13. Posouzení únavy

NOSNÍK

UPROSTŘED ROZPĚTÍ

Konec životnosti

ROZKMIT NAPĚTÍ Napětí Mpa

Krátkodobé $\delta \cdot L_{M71} + \text{odstřed. síla}$

M_{yd} 0,5119 MNm

W_{ybh} -0,064615 -7,92 MPa

W_{ybd} -0,165318 -3,10 MPa

W_{ysh} -0,026766 -19,13 MPa

W_{ysd} 0,0072823 70,30 MPa

POSOUZENÍ ÚNAVY

součinitel spolehlivosti 1,00

dílčí součinitel únavové pevnosti 1,35

dynamický součinitel 1,23

délka příčinkové čáry (rozpětí) 13,50 m

součinitel ekvivalentního poškození

l_1 součinitel tvaru příčinkové čáry 0,84 $E_c \text{ mix pro } L=10.8 \text{ m}$

l_2 součinitel objemu dopravy 0,83 pro $1.0E7$

l_3 součinitel návrhové doby života mostu 1,00 (100 let)

l_4 součinitel vlivu dopravy v dalších jízdních pruzích 1,00 (1 kolej)

$\Lambda = l_1 \cdot l_2 \cdot l_3 \cdot l_4 =$ 0,70

Základní materiál- válcovaný průřez

kategorie detailu tab . 8.1 pol .2 160 MPa

rozkmít napětí 70,30 MPa

ekvivalentní rozkmít 49,01 MPa

max .napětí 118,52 MPa

využití 0,41 VYHOVUJE

$Z_{LM71} =$ 2,42

Díry pro šrouby (tyče)

kategorie detailu tab . 8.1 90 MPa

rozkmít napětí 70,30 MPa

ekvivalentní rozkmít 49,01 MPa

max .napětí 66,67 MPa

využití 0,74 VYHOVUJE

$Z_{LM71} =$ 1,36

SOUHRN :

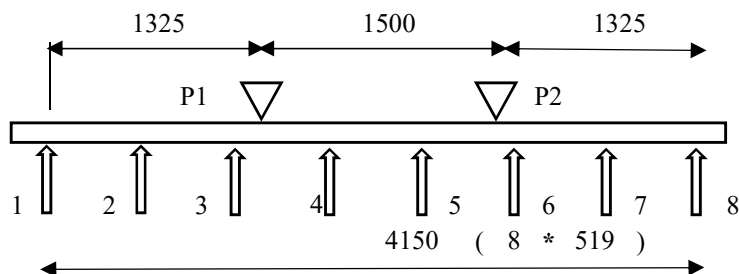
ZLM71 - MIN

1,36

14. Posouzení desky v příčném směru

14.1. Náhradní příčný nosník

Běžný provoz



Vzdálenosti nosníků k podpoře P1

$a_1 =$	1,325	m
$a_2 =$	0,806	m
$a_3 =$	0,288	m
$a_4 =$	-0,231	m

Vzdálenosti nosníků k podpoře P2

$a_8 =$	1,325	m
$a_7 =$	0,806	m
$a_6 =$	0,288	m
$a_5 =$	-0,231	m

Krátkodobé zatížení

ZS5 - LM71

Prímkové zatížení LM71 =	156,0	kNm
Klasifikační součinitel $\alpha =$	1,21	
Dynamický součinitel $\delta =$	1,35	
Roznášecí šířka $b_{ef} =$	4,150	m
Rovnoměrné zatížení	61,482	kN/m ² (charakteristické)

Excentricita svislých zatížení (EN 1991-2 6.3.5):

$$e \leq r/18 = 1,500 / 18 = 0,083 \text{ m}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Přírůstek svislého zatížení od excentricity:

$$\Delta Q'_{LM71} = 6 \cdot Q'_{LM71} \cdot e / b_{LM71} = 6 \cdot 61,48 \cdot 0,083 / 4,15 = 7,41 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení na rám s vlivem excentricity zatížení:

$$Q'_{LM71, \max} = Q'_{LM71} + 2/3 \cdot \Delta Q'_{LM71} = 61,48 + 2/3 \cdot 7,41 = 66,42 \text{ kN/m}^2$$

$$Q'_{LM71, \min} = Q'_{LM71} - 2/3 \cdot \Delta Q'_{LM71} = 61,48 - 2/3 \cdot 7,41 = 56,54 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Uvažováno
rovn. zatížení
2/3 ΔQ .

ZS5 -	Zatížení	$Q'_{LM71} [\text{kN/m}^2]$
	LM71 _{max}	66,42

ZS11 - Odstřed. síly LM71

Odstředivá síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$Q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot R} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot \frac{Q_{vk,LM71}}{1,6} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 0,85 \cdot 1,21 \cdot \frac{250,00}{1,6} = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}}$$

$$q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot R} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 0,85 \cdot 1,21 \cdot 80,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}}$$

$$f_{LM71} = [1 - ((V-120)/1000) \cdot (814/V+1,75) \cdot (1 - \sqrt{(2,88/L_p)})] = 1 [1 - ((160-120)/1000) \cdot (814/160+1,75) \cdot (1 - \sqrt{(2,88/13,50)})] = 0,85$$

Excentricita zatížení:

$$e = t_{hp}/2 + h_i + h_i' + h_n + h_s + k + 1,8 = 0,80/2 + 0,01 + 0,05 + 0,00 + 0,35 + 0,40 + 1,8 = 3,01 \text{ m}$$

$$k = 0,40 \text{ m (výška žel. svršku)}$$

Přepočet na svislé zatížení:

$$\Delta Q'_{tk,LM71} = 6 \cdot Q_{tk,LM71} \cdot e / b_{LM71}^2 = 6 \cdot 0,00 \cdot 3,010 / 4,15^2 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta q'_{tk,LM71} = 6 \cdot q_{tk,LM71} \cdot e / b_{LM71}^2 = 6 \cdot 0,00 \cdot 3,010 / 4,15^2 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Svislé zatížení na desku od odstředivé síly:

$$Q'_{tk,LM71,max} = +2/3 \cdot \Delta Q'_{tk,LM71} = +2/3 \cdot (0,00) = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}^2}$$

ZS13 - Boční ráz

Boční ráz (EN 1991-2, 6.5.2):

$$Q'_{sk} = \alpha \cdot Q_{sk} = 1,21 \cdot 100,00 = 121,00 \text{ kN}$$

Excentricita zatížení:

$$e = t_{hp}/2 + h_i + h_i' + h_n + h_s + k = 0,80/2 + 0,01 + 0,05 + 0,35 + 0,40 = 1,21 \text{ m}$$

$$k = 0,40 \text{ m (výška žel. svršku)}$$

Přepočet na svislé zatížení:

$$\Delta Q'_{sk} = 6 \cdot Q'_{sk} \cdot e / (b'_{LM71}^2 \cdot l'_{LM71}) = 6 \cdot 121,00 \cdot 1,210 / (4,15^2 \cdot 6,40) = 7,97 \text{ kN/m}^2$$

Svislé zatížení na desku od bočního rázu:

$$Q'_{sk,max} = +2/3 \cdot \Delta Q'_{sk} = +2/3 \cdot 7,97 = \mathbf{5,31 \text{ kN/m}^2}$$

ZS16 - Větr

Síla od větru II (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 7,97 \text{ kN/m}^2 \quad \text{viz str.} \quad 23$$

Excentricita zatížení:

$$e = 3,21 \text{ m} \quad \text{viz str.} \quad 23$$

Přepočet na svislé zatížení:

$$\Delta q'_w = 6 \cdot q_w \cdot e / b'_{LM71}^2 = 6 \cdot 7,97 \cdot 3,210 / 4,15^2 = 8,91 \text{ kN/m}^2$$

Svislé zatížení na desku od větru:

$$q'_{w,max} = +2/3 \cdot \Delta q'_w = +2/3 \cdot 8,91 = \mathbf{5,94 \text{ kN/m}^2}$$

REAKCE

Charakteristické plošné zatížení :

$$q = Q'_{LM71,max1} + \Delta Q'_{LM71} + Q_{sk} + \psi * Q_w = 66,42 + 0,00 + 5,31 + 5,94 * 0,75 = 76,19 \text{ kN/m}^2$$

Návrhové plošné zatížení :

$$q_r = 1,45 * (Q'_{LM71,max1} + \Delta Q'_{LM71} + Q_{sk}) + 1,5 * \psi * Q_w = 96,31 + 0,00 + 7,70 + 0,75 * 8,91 = 110,70 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristické síly :

$$P1 = P8 = 0,5 * b1 * q = 0,50 * 0,519 * 76,19 = 19,76 \text{ kN}$$

$$P2-P7 = 1,0 * b1 * q = 1,00 * 0,519 * 76,19 = 39,52 \text{ kN}$$

Návrhové síly :

$$P1 = P8 = 0,5 * b1 * q_r = 0,50 * 0,519 * 110,70 = 28,71 \text{ kN}$$

$$P2-P7 = 1,0 * b1 * q_r = 1,00 * 0,519 * 110,70 = 57,43 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY

Charakteristické

$$M_a = P1 * a1 + P2 * a2 + P3 * a3 = 19,76 * 1,325 + 39,52 * 0,806 + 39,52 * 0,288 = 69,41 \text{ kNm}$$

$$Q_a = P1 + P2 + P3 = 19,76 + 39,52 + 39,52 = 98,8 \text{ kN}$$

Návrhové

$$M_a = P1 * a1 + P2 * a2 + P3 * a3 = 28,71 * 1,325 + 57,43 * 0,806 + 57,43 * 0,288 = 100,9 \text{ kNm}$$

$$Q_a = P1 + P2 + P3 = 28,71 + 57,43 + 57,43 = 143,6 \text{ kN}$$

MSU

Náhradní nosník - spodní povrch

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,00 \text{ kN (odp. } V_{max}) \quad V_{ed} = 143,56 \text{ kN (max)} \quad M_{ed} = 100,85 \text{ kNm (max)}$$

Průřezové a materiálové charakteristiky:

Šířka průřezu:	$b_w = 1000 \text{ mm}$	Beton:	C35/45
Výška průřezu:	$h = 703 \text{ mm}$	Výztuž:	B500B

Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

Profil výztuže:	$\phi_1 = 12 \text{ mm}$	$\phi_1' = 0 \text{ mm}$	
Vzdálenost výztuže:	$s_1 = 100 \text{ mm}$	$s_1' = 0 \text{ mm}$	
Krytí výztuže:	$c_1 = 80 \text{ mm}$	$c_1' = 0 \text{ mm}$	$\hat{c} = 86 \text{ mm}$
Počet prutů výztuže:	$N = 10 \text{ ks/m}$	$N' = 0 \text{ ks/m}$	
Plocha výztuže:	$A_{s1} = 1131 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$A_{s1}' = 0 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$\Sigma A_{s1} = 1131 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Účinná výška:

$$d = h - \hat{c} = 703 - 86 = 617 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 3,20 \cdot 1000 \cdot 617 / 500,00 = 1026 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 617 = 801 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} > A_{smin} \quad \{ 1131 > 1026 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 703 = 28100 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} < A_{smax} \quad \{ 1131 < 28100 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 703 = 1405 ; 250 \} = 250 \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ 100 < 250 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1131 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1,000 \cdot 19,83 \cdot 10^6} = 0,031 \text{ m}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 0,031 / 0,617 = 0,050$$

$$\xi < \xi_{bal,1} \quad \{ 0,050 < 0,617 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,617 - 0,4 \cdot 0,031 = 0,604 \text{ m}$$

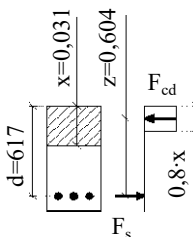
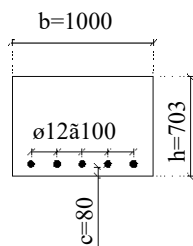
Únosnost průřezu:

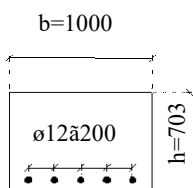
$$M_{Rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z = 1131 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,604 = 297,05 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{|M_{ed}|}{\{ 100,85 < 297,05 \} \text{ kNm}} < M_{Rd} \quad \text{Vyhovuje} \quad \text{Využití průřezu: 0,34}$$

Nosná výztuž: $\Phi 12 \text{ a } 100 \text{ mm}$.





Rozdělovací výztuž:

Profil výztuže: $\phi_r = 12 \text{ mm}$
Vzdálenost výztuže: $s_r = 200 \text{ mm}$
Počet prutů výztuže: $N = 5 \text{ ks/m'}$
Plocha výztuže: $A_{sr} = 565 \text{ mm}^2/\text{m'}$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$A_{sr,min} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 1131 = 226,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{sr} > A_{sr,min} \quad \{ \quad 565 > 226 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 3 \cdot h; 400 \text{ mm} \} = \min \{ 3 \cdot 703 = 2108 ; 400 \} = 400 \text{ mm}$$

$$s_r < s_{max} \quad \{ \quad 200 < 400 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Rozdělovací výztuž: $\Phi 12$ a 200 mm.

Posouzení průřezu na smyk:

Součinitel výšky průřezu:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/617)^{1/2} = 1,57$$

$$k \leq 2$$

Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 1131 \cdot 10^{-6} / (1000 \cdot 0,617) = 0,002$$

$$\rho_1 \leq 0,02$$

Vliv normálové síly:

$$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = 0,00 \cdot 10^3 / (1000 \cdot 0,703) = 0,00 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{cp} < 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 19,83 = 3,97 \text{ Mpa}$$

Minimální smyková pevnost betonu:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,57^{3/2} \cdot 35,00^{1/2} = 0,407 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2, 6.2.2):

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,57 \cdot (100 \cdot 0,002 \cdot 35,00 \cdot 10^6)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 1000 \cdot 0,617 = 215,82 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,min} = [v_{min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,41 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 1000 \cdot 0,617 = 251,02 \text{ kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k_1 = 0,15$$

Požadavek návrhu smykové výztuže:

$$|V_{Ed}| < V_{Rd,c}$$

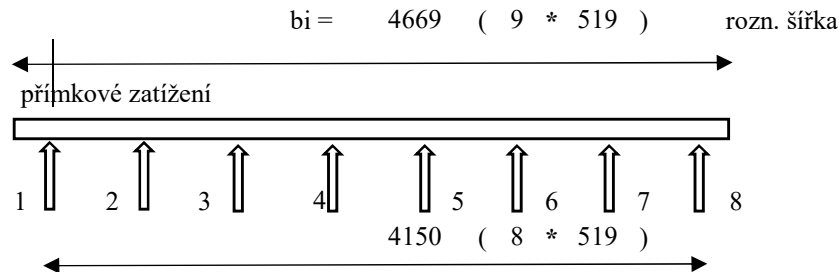
$$\{ \quad 143,56 < 251,02 \quad \} \text{ kN} \quad \text{Smyková výztuž není nutná.}$$

Posouzení desky v příčném směru

2/ Podporový příčník

Uložen spojitě na ozubu

Běžný provoz



Krátkodobé zatížení

ZS5 - LM71

Přímkové zatížení LM71 =	156,0 kNm
Klasifikační součinitel $\alpha =$	1,21
Dynamický součinitel $\delta =$	2,00
Roznášecí šířka $b_{ef} =$	4,150 m
Rovnoměrné zatížení	90,969 kN/m ² (charakteristické)

Excentricita svislých zatížení (EN 1991-2 6.3.5):

$$e \leq r/18 = 1,500 / 18 = 0,083 \text{ m}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Přírůstek svislého zatížení od excentricity:

$$\Delta Q'_{LM71} = 6 \cdot Q'_{LM71} \cdot e / b'_{LM71} = 6 \cdot 90,97 \cdot 0,083 / 4,15 = 10,96 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení na rám s vlivem excentricity zatížení:

$$Q'_{LM71, \max} = Q'_{LM71} + 2/3 \cdot \Delta Q'_{LM71} = 90,97 + 2/3 \cdot 10,96 = 98,28 \text{ kN/m}^2$$

$$Q'_{LM71, \min} = Q'_{LM71} - 2/3 \cdot \Delta Q'_{LM71} = 90,97 - 2/3 \cdot 10,96 = 83,66 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Uvažováno
rovn. zatížení
2/3 ΔQ .

ZS5 -	Zatížení	$Q'_{LM71} [\text{kN/m}^2]$
	LM71 _{max}	98,28

ZS11 - Odstřed. síly LM71

Svislé zatížení na desku od odstředivé síly:

$$Q'_{tk, LM71, \max} = +2/3 \cdot \Delta Q'_{tk, LM71} = +2/3 \cdot (0,00) = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{viz str. 47}$$

ZS13 - Boční ráz

Svislé zatížení na desku od bočního rázu:

$$Q'_{sk, \max} = +2/3 \cdot \Delta Q'_{sk} = +2/3 \cdot 7,97 = 5,31 \text{ kN/m}^2 \quad \text{viz str. 47}$$

ZS16 - Vítr

Svislé zatížení na desku od větru:

$$q'_{w, \max} = +2/3 \cdot \Delta q'_w = +2/3 \cdot 8,91 = 5,94 \text{ kN/m}^2 \quad \text{viz str. 47}$$

REAKCE

Charakteristické plošné zatížení :

$$q = Q'_{LM71,max1} + \Delta Q'_{LM71} + Q_{sk} + \psi * Q_w = 98,28 + 0,00 + 5,31 + 5,94 * 0,75 = 108,05 \text{ kN/m}^2$$

Návrhové plošné zatížení :

$$q_r = 1,45 * (Q'_{LM71,max1} + \Delta Q'_{LM71} + Q_{sk}) + 1,5 * \psi * Q_w = 142,50 + 0,00 + 7,70 + 0,75 * 8,91 = 156,89 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristické síly :

$$P1 = P8 = 0,5 * b1 * q = 0,50 * 0,519 * 108,05 = 28,02 \text{ kN}$$

$$P2 - P7 = 1,0 * b1 * q = 1,00 * 0,519 * 108,05 = 56,05 \text{ kN}$$

$$CELKEM P = \Sigma P1 - P8 = 392,34 \text{ kN}$$

$$\text{Reakce pro polovinu rozpětí } Lo/2 = P * Lo/2 = 2648,30 \text{ kN}$$

$$\text{Přímkové zatížení } p = (P * Lo/2) / b_i = 567,24 \text{ kN/m}$$

Návrhové síly :

$$P1 = P8 = 0,5 * b1 * q_r = 0,50 * 0,519 * 156,89 = 40,69 \text{ kN}$$

$$P2 - P7 = 1,0 * b1 * q_r = 1,00 * 0,519 * 156,89 = 81,39 \text{ kN}$$

$$CELKEM P = \Sigma P1 - P8 = 569,70 \text{ kN}$$

$$\text{Reakce pro polovinu rozpětí } Lo/2 = P * Lo/2 = 3845,50 \text{ kN}$$

$$\text{Přímkové zatížení } p = (P * Lo/2) / b_i = 823,67 \text{ kN/m}$$

VNITŘNÍ SÍLY

Charakteristické

$$M_a = 1/12 * p * b1 * b1 = 0,083 * 567,240 * 0,519 * 0,519 = 12,72 \text{ kNm}$$

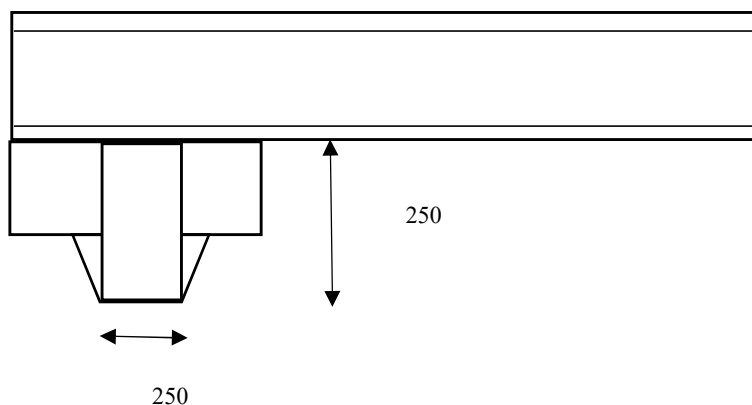
$$Q_a = 0,5 * p * b1 = 0,50 * 567,240 * 0,519 = 147,1 \text{ kN}$$

Návrhové

$$M_a = 1/12 * p * b1 * b1 = 0,083 * 823,668 * 0,519 * 0,519 = 18,47 \text{ kNm}$$

$$Q_a = 0,5 * p * b1 = 0,50 * 823,668 * 0,519 = 213,6 \text{ kN}$$

POSUZOVANÝ PRŮŘEZ



12. Mezní stav únosnosti

12.1. Náhradní nosník - horní i spodní povrch

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,00 \text{ kN (odp. } V_{max}) \quad V_{ed} = 213,64 \text{ kN (max)} \quad M_{ed} = 18,47 \text{ kNm (max)}$$

Průřezové a materiálové charakteristiky:

Šířka průřezu: $b_w = 250 \text{ mm}$ Beton: **C35/45**
Výška průřezu: $h = 250 \text{ mm}$ Výztuž: **B500B**

Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

Profil výztuže:	$\sigma_1 = 20 \text{ mm}$	$\sigma_1 = 0 \text{ mm}$	
Vzdálenost výztuže:	$s_1 = 100 \text{ mm}$	$s_1 = 0 \text{ mm}$	
Krytí výztuže:	$c_1 = 60 \text{ mm}$	$c_1 = 0 \text{ mm}$	$\hat{c} = 70 \text{ mm}$
Počet prutů výztuže:	$N = 2,5 \text{ ks/m}$	$N' = 0 \text{ ks/m}$	
Plocha výztuže:	$A_{sl} = 785 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$A_{sl}' = 0 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$\Sigma A_{sl} = 785 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Účinná výška:

$$d = h - \hat{c} = 250 - 70 = 180 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 3,20 \cdot 250 \cdot 180 / 500,00 = 75 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 250 \cdot 180 = 59 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl} > A_{smin} \quad \{ 785 > 75 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 250 \cdot 250 = 2500 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl} < A_{smax} \quad \{ 785 < 2500 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 250 = 500 ; 250 \} = 250 \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ 100 < 250 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{sl} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{785 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 0,250 \cdot 19,83 \cdot 10^6} = 0,086 \text{ m}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 0,086 / 0,180 = 0,478$$

$$\xi < \xi_{bal,1} \quad \{ 0,478 < 0,617 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,180 - 0,4 \cdot 0,086 = 0,146 \text{ m}$$

Únosnost průřezu:

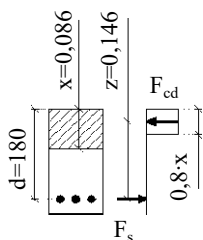
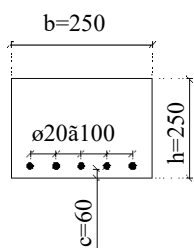
$$M_{Rd} = A_{sl} \cdot f_{yd} \cdot z = 785 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,146 = 49,71 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{|M_{ed}|}{M_{Rd}} < 1$$

$$\{ 18,47 < 49,71 \} \text{ kNm} \quad \text{Vyhovuje} \quad \text{Využití průřezu: 0,37}$$

Nosná výztuž: $\Phi 20 \text{ a } 100 \text{ mm}$.



Smyk příčnicku

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,00 \text{ kN (odp. } V_{max}) \quad V_{ed} = 213,64 \text{ kN (max)} \quad M_{ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

Průřezové a materiálové charakteristiky:

Šířka průřezu:	$b_w = 250 \text{ mm}$	Beton:	C35/45
Výška průřezu:	$h = 250 \text{ mm}$	Výztuž:	B500B

Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

Profil výztuže:	$\sigma_1 = 20 \text{ mm}$	$\sigma_1' = 0 \text{ mm}$	
Vzdálenost výztuže:	$s_1 = 100 \text{ mm}$	$s_1' = 0 \text{ mm}$	
Krytí výztuže:	$c_1 = 60 \text{ mm}$	$c_1' = 0 \text{ mm}$	$\hat{c} = 70 \text{ mm}$
Počet prutů výztuže:	$N = 2,5 \text{ ks/m}$	$N' = 0 \text{ ks/m}$	
Plocha výztuže:	$A_{s1} = 785 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$A_{s1}' = 0 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$\Sigma A_{s1} = 785 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Účinná výška:

$$d = h - \hat{c} = 250 - 70 = 180 \text{ mm}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{785 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 0,250 \cdot 19,83 \cdot 10^6} = 0,086 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,180 - 0,4 \cdot 0,086 = 0,146 \text{ m}$$

Posouzení průřezu na smyk:

Součinitel výšky průřezu:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/180)^{1/2} = 2,05$$

$$k \leq 2 = 2,00$$

Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 785 \cdot 10^{-6} / (0,250 \cdot 0,180) = 0,017$$

$$\rho_1 \leq 0,02$$

Vliv normálové síly:

$$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = 0,00 \cdot 10^3 / (0,250 \cdot 0,250) = 0,00 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{cp} < 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ Mpa}$$

Minimální smyková pevnost betonu:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,00^{3/2} \cdot 35,00^{1/2} = 0,586 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2, 6.2.2):

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,017 \cdot 35,00 \cdot 10^6)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 0,250 \cdot 0,180 = 42,53 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,min} = [v_{min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,59 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 0,250 \cdot 0,180 = 26,35 \text{ kN}$$

$$C_{rdc} = 0,18/\gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k_1 = 0,15$$

Požadavek návrhu smykové výztuže:

$$\frac{|V_{ed}|}{\{ 213,64 > 42,53 \} \text{ kN}}$$

Smyková výztuž je nutná.

Smyková výztuž - třmínky:

Profil výztuže:	$\sigma_{w,l} = 12$ mm
Vzdálenost v řadě:	$s_{w,l} = 150$ mm (Rastr 100 mm)
Vzdálenost řad:	$s_l = 100$ mm
Sklon třmínků:	$\alpha_l = 90^\circ$
Počet třmínků:	$N_l = 1,67$ ks/m'/řada
Plocha výztuže:	$A_{sw,l} = 188$ mm ² /řada

Smyková výztuž - ohyby:

Profil výztuže:	$\sigma_{w,b} = 0$ mm
Vzdálenost v řadě:	$s_{w,b} = 0$ mm
Vzdálenost řad:	$s_b = 0$ mm
Sklon ohybů:	$\alpha_b = 60^\circ$
Počet ohybů:	$N_b = 0,00$ ks/řada
Plocha výztuže:	$A_{sw,b} = 0$ mm ² /řada

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_{w,l} = A_{sw,l} / (s_{st} \cdot b_{w,st} \cdot \sin \alpha_{st}) = 188 / (100 \cdot 250 \cdot \sin 90^\circ) = 0,0075$$

$$\rho_{w,b} = A_{sw,b} / (s_b \cdot b_{w,b} \cdot \sin \alpha_b) = 0 / (0 \cdot 250 \cdot \sin 60^\circ) = 0,0000$$

$$\rho_w = \rho_{w,l} + \rho_{w,b} = 0,0075 + 0,0000 = 0,0075$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 6.2.3, 9.2.2):

$$\rho_{w,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 \cdot \sqrt{35,00}) / 500,00 = 0,0009$$

$\rho_w > \rho_{min}$ { **0,0075 > 0,0009** } **Vyhovuje**

$$\rho_{w,max} = 0,5 \cdot v_1 \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot 19,83 / 434,78 = 0,0137$$

$\rho_w < \rho_{max}$ { **0,0075 < 0,0137** } **Vyhovuje**

$\rho_{w,l} > \rho_{w,b}$

$\rho_{w,l} > \rho_{w,b}$ { **0,0075 > 0,0000** } **Vyhovuje**

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.2.2, 9.3.2):

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 180 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 135 \text{ mm}$$

$s_l < s_{l,max}$ { **100 < 135** } mm **Vyhovuje**

$$s_{b,max} = 1,0 \cdot d = 1,0 \cdot 180 = 180 \text{ mm}$$

$s_b < s_{l,max}$ { **0 < 180** } mm **Vyhovuje**

$$s_{t,max} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 180 = 270 \text{ mm}$$

$s_{w,l} < s_{t,max}$ { **150 < 270** } mm **Vyhovuje**

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2, 6.2.3):

$$V_{Rd,s,l} = A_{sw,l} \cdot z \cdot f_{y,wd} \cdot \cot \theta / s_l = 188 \cdot 10^{-6} \cdot 0,146 \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 1,5 / 0,100 = \mathbf{178,95 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s,b} = A_{sw,b} \cdot z \cdot f_{y,wd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha_b) \cdot \sin \alpha / s_b = 0 \cdot 10^{-6} \cdot 0,146 \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot (1,5 + 0,6) \cdot 0,9 / 0,000 = \mathbf{0,00 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,00 \cdot 0,250 \cdot 0,146 \cdot 0,60 \cdot 19,83 \cdot 10^6}{1,5 + 0,667} = \mathbf{199,87 \text{ kN}}$$

$\alpha_{cw} = 1$ (nepředpjatá konstrukce (EN 1992-2, 6.2.3))

$$v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250] = 0,6 \cdot [1 - 0,00 / 250] = 0,6 \text{ MPa}$$

$\cot \theta = 1,5 < 1; 2,5 >$ (EN 1992-1-1, 6.2.3)

Posouzení průřezu:

$$\frac{|V_{Ed}|}{V_{Rd,s}} > \frac{V_{Rd,s}}{V_{Rd,s}}$$

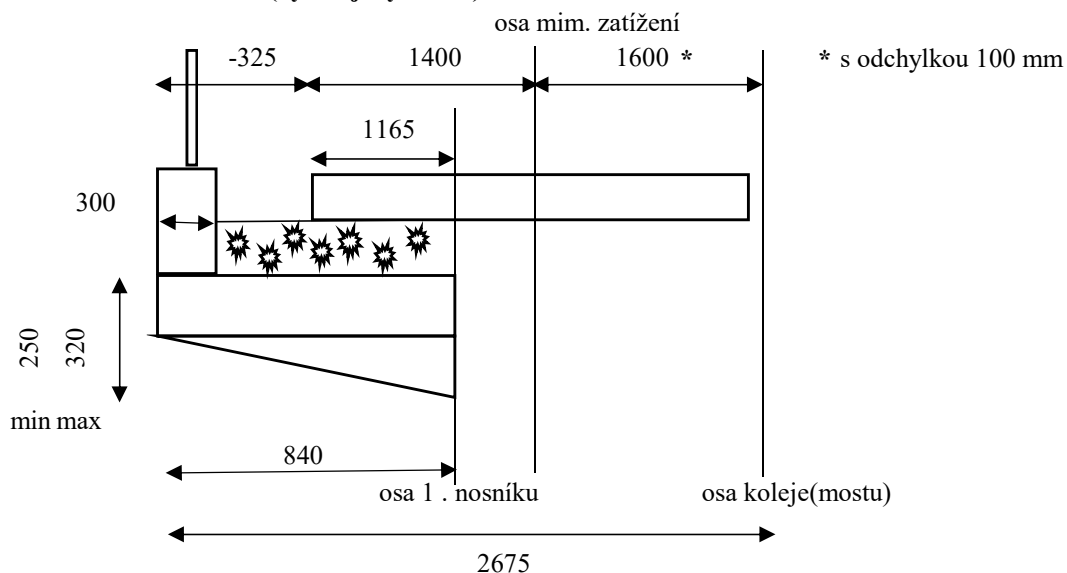
{ **213,64 > 178,95** } kN **Nevyhovuje!** Využití průřezu: 1,19

Třmínky: Φ 12 a 100 mm podélně, 150 mm příčně.

Posouzení desky v příčném směru

14.2. Konzola

Mimořádné zatížení (vykolejený vlak I)



Dlouhodobé zatížení

Vlastní váha			
Plocha římsy max	0,35 m ²	Obj. hmotnost	25,0 kN/m ³
Plocha konzoly max	0,70 m ²	Obj. hmotnost	25,0 kN/m ³
Vlastní váha římsy	8,8 kN/m		
Vlastní váha konzoly	17,5 kN/m		

Šterkové lože

Výška šterkového lože	0,35 m	Obj. hmotnost	20,0 kN/m ³
Šířka šterkového lože	0,54 m		
Vlastní váha šterk. lože	3,78 kN/m		

Ostatní zařízení

Zábradlí	1,00 kN/m
----------	-----------

Krátkodobé zatížení (mimořádné)

ZS19

Přímkové zatížení LM71 =	156,0 kNm	
Klasifikační součinitel α =	1,21	
Součinitel mim. zat.	1,40	
Roznášecí šířka b_{ef} =	2,800 m	
Rovnoměrné zatížení	94,380 kN/m ²	(charakteristické)
Přímkové zatížení $1,17 * 94,4$ =	109,953 kN/m	(charakteristické)

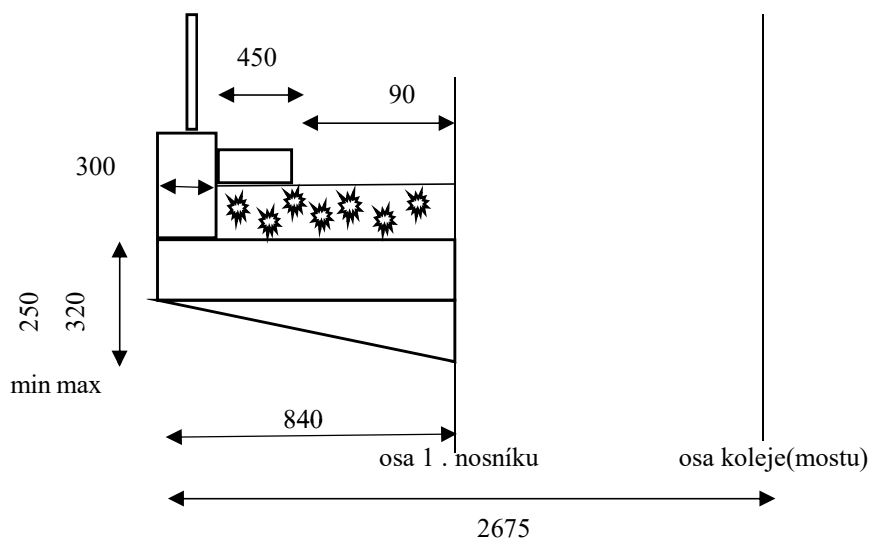
Excentricity zatížení (k ose 1. nosníku)

Římsa	0,690 m
Konzola	0,840 m
Šterkové lože	0,270 m
Zábradlí	0,690 m
Vykolejený vlak	0,583 m

VNITŘNÍ SÍLY

	F	e	M=F*e
Římsa	8,75	0,690	6,038
Konzola	17,50	0,840	14,700
Štěrkové lože	3,78	0,270	1,021
Zábradlí	1,00	0,690	0,690
Vykolejený vlak	109,95	0,583	64,047
CELKEM	140,98 kN		86,50 kNm

Mimořádné zatížení (vykolejený vlak II)



Krátkodobé zatížení (mimořádné)

ZS20

Přímkové zatížení LM71 =	80,0 kNm
Klasifikační součinitel α =	1,21
Součinitel mim. zat.	1,40
Roznášecí šířka b_{ef} =	0,450 m
Rovnoměrné zatížení	301,156 kN/m ² (charakteristické)
Přímkové zatížení $0,45 * 301,2$ =	135,520 kN/m (charakteristické)

Excentricita zatížení (k ose 1 . nosníku)

Vykolejený vlak	0,315 m
-----------------	---------

VNITŘNÍ SÍLY

	F	e	M=F*e
Římsa	8,75	0,690	6,038
Konzola	17,50	0,840	14,700
Štěrkové lože	3,78	0,270	1,021
Zábradlí	1,00	0,690	0,690
Vykolejený vlak	135,52	0,315	42,689
CELKEM	166,55 kN		65,14 kNm

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,00 \text{ kN (odp. } V_{max}) \quad V_{ed} = 166,55 \text{ kN (max)} \quad M_{ed} = 86,50 \text{ kNm (max)}$$

Průřezové a materiálové charakteristiky:

Šířka průřezu: $b_w = 1000 \text{ mm}$ Beton: **C35/45**
Výška průřezu: $h = 320 \text{ mm}$ Výztuž: **B500B**

Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

Profil výztuže:	$\phi_1 = 16 \text{ mm}$	$\phi_1' = 0 \text{ mm}$	
Vzdálenost výztuže:	$s_1 = 100 \text{ mm}$	$s_1' = 0 \text{ mm}$	
Krytí výztuže:	$c_1 = 70 \text{ mm}$	$c_1' = 0 \text{ mm}$	$\hat{c} = 78 \text{ mm}$
Počet prutů výztuže:	$N = 10 \text{ ks/m}$	$N' = 0 \text{ ks/m}$	
Plocha výztuže:	$A_{sl} = 2011 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$A_{sl}' = 0 \text{ mm}^2/\text{m}'$	$\Sigma A_{sl} = 2011 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Účinná výška:

$$d = h - \hat{c} = 320 - 78 = 242 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 3,20 \cdot 1000 \cdot 242 / 500,00 = 403 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 242 = 315 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl} > A_{smin} \quad \{ 2011 > 403 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 320 = 12800 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl} < A_{smax} \quad \{ 2011 < 12800 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 320 = 640 ; 250 \} = 250 \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ 100 < 250 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{sl} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2011 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1,000 \cdot 19,83 \cdot 10^6} = 0,055 \text{ m}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 0,055 / 0,242 = 0,228$$

$$\xi < \xi_{bal,1} \quad \{ 0,228 < 0,617 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,242 - 0,4 \cdot 0,055 = 0,220 \text{ m}$$

Únosnost průřezu:

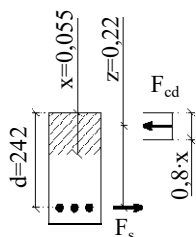
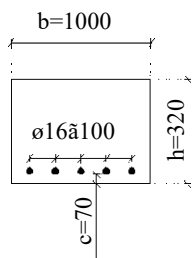
$$M_{Rd} = A_{sl} \cdot f_{yd} \cdot z = 2011 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,220 = 192,29 \text{ kNm}$$

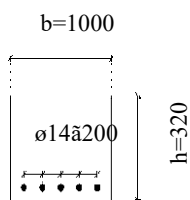
Posouzení průřezu:

$$\frac{|M_{ed}|}{\{ 86,50 < 192,29 \} \text{ kNm}}$$

Vyhovuje Využití průřezu: 0,45

Nosná výztuž: $\Phi 16 \text{ a } 100 \text{ mm}$.





Rozdělovací výztuž:

Profil výztuže: $\phi_r = 14 \text{ mm}$
Vzdálenost výztuže: $s_r = 200 \text{ mm}$
Počet prutů výztuže: $N = 5 \text{ ks/m'}$
Plocha výztuže: $A_{sr} = 770 \text{ mm}^2/\text{m'}$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$A_{sr, \min} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 2011 = 402,1 \text{ mm}^2$$

$$A_{sr} > A_{sr, \min} \quad \{ \quad 770 > 402 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.3.1.1):

$$s_{\max, \text{slabs}} = \min \{ 3 \cdot h; 400 \text{ mm} \} = \min \{ 3 \cdot 320 = 960 ; 400 \} = 400 \text{ mm}$$

$$s_r < s_{\max} \quad \{ \quad 200 < 400 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Rozdělovací výztuž: $\Phi 14$ a 200 mm .

Posouzení průřezu na smyk:

Součinitel výšky průřezu:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/242)^{1/2} = 1,91$$

$$k \leq 2$$

Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 2011 \cdot 10^{-6} / (1,000 \cdot 0,242) = 0,008$$

$$\rho_1 \leq 0,02$$

Vliv normálové síly:

$$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = 0,00 \cdot 10^3 / (1,000 \cdot 0,320) = 0,00 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{cp} < 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 19,83 = 3,97 \text{ Mpa}$$

Minimální smyková pevnost betonu:

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,91^{3/2} \cdot 35,00^{1/2} = 0,546 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2, 6.2.2):

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,91 \cdot (100 \cdot 0,008 \cdot 35,00 \cdot 10^6)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 1,000 \cdot 0,242 = 170,48 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \min} = [v_{\min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,55 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 1,000 \cdot 0,242 = 132,18 \text{ kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k_1 = 0,15$$

Požadavek návrhu smykové výztuže:

$$\frac{|V_{Ed}|}{V_{Rd,c}} < 1$$

$$\{ \quad 166,55 < 170,48 \quad \} \text{ kN} \quad \text{Smyková výztuž není nutná.}$$

Smyk konzoly (nejužší místo)

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,00 \text{ kN (odp. } V_{max}) \quad V_{ed} = 119,70 \text{ kN (max)} \quad M_{ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

Průřezové a materiálové charakteristiky:

Šířka průřezu: $b_w = 1000 \text{ mm}$ Beton: **C35/45**
 Výška průřezu: $h = 250 \text{ mm}$ Výztuž: **B500B**

Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

Profil výztuže: $\sigma_1 = 16 \text{ mm}$ $\sigma_1' = 0 \text{ mm}$
 Vzdálenost výztuže: $s_1 = 100 \text{ mm}$ $s_1' = 0 \text{ mm}$
 Krytí výztuže: $c_1 = 70 \text{ mm}$ $c_1' = 0 \text{ mm}$ $\hat{c} = 78 \text{ mm}$
 Počet prutů výztuže: $N = 10 \text{ ks/m}$ $N' = 0 \text{ ks/m}$
 Plocha výztuže: $A_{s1} = 2011 \text{ mm}^2/\text{m}'$ $A_{s1}' = 0 \text{ mm}^2/\text{m}'$ $\Sigma A_{s1} = 2011 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Účinná výška:

$$d = h - \hat{c} = 250 - 78 = 172 \text{ mm}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2011 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1,000 \cdot 19,83 \cdot 10^6} = 0,055 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,172 - 0,4 \cdot 0,055 = 0,150 \text{ m}$$

Posouzení průřezu na smyk:

Součinitel výšky průřezu:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/172)^{1/2} = 2,08$$

$$k \leq 2 \quad = 2,00$$

Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 2011 \cdot 10^{-6} / (1,000 \cdot 0,172) = 0,012$$

$$\rho_1 \leq 0,02$$

Vliv normálové síly:

$$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = 0,00 \cdot 10^3 / (1,000 \cdot 0,250) = 0,00 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{cp} < 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 19,83 = 3,97 \text{ Mpa}$$

Minimální smyková pevnost betonu:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,00^{3/2} \cdot 35,00^{1/2} = 0,586 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2, 6.2.2):

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,012 \cdot 35,00 \cdot 10^6)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 1,000 \cdot 0,172 = 142,24 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,min} = [v_{min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,59 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 0,00 \cdot 10^6] \cdot 1,000 \cdot 0,172 = 100,73 \text{ kN}$$

$$C_{rdc} = 0,18/\gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k_1 = 0,15$$

Požadavek návrhu smykové výztuže:

$$\frac{|V_{ed}|}{V_{Rd,c}} < 1$$

$$\{ 119,70 < 142,24 \} \text{ kN}$$

Smyková výztuž není nutná.

Smyková výztuž - třmínky:

Profil výztuže:	$\sigma_{w,l} = 8$	mm
Vzdálenost v řadě:	$s_{w,l} = 200$	mm
Vzdálenost řad:	$s_l = 200$	mm
Sklon třmínků:	$\alpha_l = 90$	°
Počet třmínků:	$N_l = 5,00$	ks/m'/řada
Plocha výztuže:	$A_{sw,l} = 251$	mm ² /řada

Smyková výztuž - ohyby:

Profil výztuže:	$\sigma_{w,b} = 0$	mm
Vzdálenost v řadě:	$s_{w,b} = 0$	mm
Vzdálenost řad:	$s_b = 0$	mm
Sklon ohybů:	$\alpha_b = 60$	°
Počet ohybů:	$N_b = 0,00$	ks/řada
Plocha výztuže:	$A_{sw,b} = 0$	mm ² /řada

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_{w,l} = A_{sw,l} / (s_{st} \cdot b_{w,st} \cdot \sin \alpha_{st}) = 251 / (200 \cdot 1000 \cdot \sin 90^\circ) = 0,0013$$

$$\rho_{w,b} = A_{sw,b} / (s_b \cdot b_{w,b} \cdot \sin \alpha_b) = 0 / (0 \cdot 1000 \cdot \sin 60^\circ) = 0,0000$$

$$\rho_w = \rho_{w,l} + \rho_{w,b} = 0,0013 + 0,0000 = 0,0013$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1, 6.2.3, 9.2.2):

$$\rho_{w,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 \cdot \sqrt{35,00}) / 500,00 = 0,0009$$

$$\rho_w > \rho_{min} \quad \{ 0,0013 > 0,0009 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_{w,max} = 0,5 \cdot v_1 \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,5 \cdot 0,52 \cdot 19,83 / 434,78 = 0,0118$$

$$\rho_w < \rho_{max} \quad \{ 0,0013 < 0,0118 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_{w,l} > \rho_{w,b}$$

$$\rho_{w,l} > \rho_{w,b} \quad \{ 0,0013 > 0,0000 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1, 9.2.2, 9.3.2):

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 172 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 129 \text{ mm}$$

$$s_l < s_{l,max} \quad \{ 200 > 129 \} \text{ mm} \quad \text{Nevyhovuje!}$$

$$s_{b,max} = 1,0 \cdot d = 1,0 \cdot 172 = 172 \text{ mm}$$

$$s_b < s_{l,max} \quad \{ 0 < 172 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$s_{t,max} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 172 = 258 \text{ mm}$$

$$s_{w,l} < s_{t,max} \quad \{ 200 < 258 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2, 6.2.3):

$$V_{Rd,s,l} = A_{sw,l} \cdot z \cdot f_{y,wd} \cdot \cot \theta / s_l = 251 \cdot 10^{-6} \cdot 0,150 \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 2,0 / 0,200 = 163,87 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s,b} = A_{sw,b} \cdot z \cdot f_{y,wd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha_b) \cdot \sin \alpha / s_b = 0 \cdot 10^{-6} \cdot 0,150 \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot (2,0 + 0,6) \cdot 0,9 / 0,000 = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,00 \cdot 1,000 \cdot 0,150 \cdot 0,52 \cdot 19,83 \cdot 10^6}{2,0 + 0,5} = 613,88 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{nepředpjatá konstrukce (EN 1992-2, 6.2.3)})$$

$$v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250] = 0,6 \cdot [1 - 35,00 / 250] = 0,516 \text{ MPa}$$

$$\cot \theta = 2,0 < 1; 2,5 > \quad (\text{EN 1992-1-1, 6.2.3})$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{|V_{Ed}|}{V_{Rd,s}} < 1$$

$$\{ 119,70 < 163,87 \} \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje} \quad \text{Využití průřezu: 0,73}$$

Třmínky: $\Phi 8$ a 200 mm podélně, 200 mm příčně.

15. Montážní stav

Zatížení

Stálé

Deska:	$G_d = \gamma_b \cdot a \cdot t_h = 26,00 \cdot 0,52 \cdot 0,77 =$	10,39	kN/m	1,35	14,02	kN/m
Nosník	$G_s = \gamma_s \cdot A_s = 80,00 \cdot 0,02637 =$	2,11	kN/m	1,35	2,848	kN/m
Konzoly	$G_k = 2 \cdot \gamma_s \cdot A_k / n = 2 \cdot 26,00 \cdot 0,26 / 4 =$	3,38	kN/m	1,35	4,563	kN/m

* roznos zatížení konzol uvažován vždy na 2 krajní nosníky (celkem 4)

Celkem	15,87	kN/m	21,43	kN/m
---------------	--------------	-------------	--------------	-------------

Staveništní zatížení

$q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$ pomocné prvky při betonáži

Rovnoměrné na nosník

Užitné $f_k = q_k \cdot a = 1,00 \cdot 0,52 =$ **0,52** kN/m 1,5 **0,7781** kN/m

Vnitřní síly

Rozpětí L 13,50 m

Charakteristické

$$M = 1/8 \cdot (f_s + f_k) \cdot L^2 =$$

$$Q = 1/2 \cdot (f_s + f_k) \cdot L =$$

Charakteristické

373,5 kNm

110,66 kN

Návrhové

505,96 kNm

149,91 kN

OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

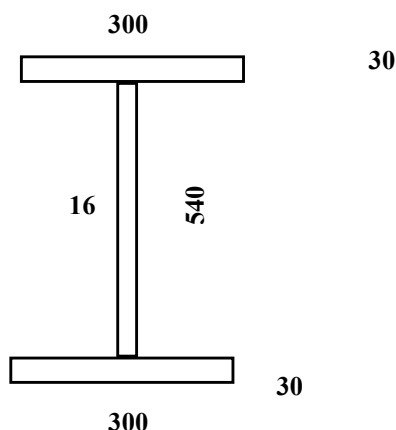
$b_h =$	0,300	m
$h_h =$	0,030	m
$t_s =$	0,016	m
$h_s =$	0,540	m
$b_d =$	0,300	m
$h_d =$	0,030	m
$e_{h,0} =$	0,585	m
$e_{s,0} =$	0,300	m
$e_{d,0} =$	0,015	m
$h_n =$	0,600	m

Plochy :

$A_h =$	0,00900	m ²
$A_s =$	0,00837	m ²
$A_d =$	0,00900	m ²
$A =$	0,02637	m²

Statický moment + těžiště

$S_y =$	0,007911	m ³
$t_d = S_y / A =$	0,300	m
$t_h = h - t_d =$	0,300	m



Průřezové moduly

$W_{yh} = -5,5560E-03$ m³

$W_{yd} = 5,5560E-03$ m⁴

Momenty setrvačnosti

$I_y = 1,6668E-03$ m⁴

$I_z = 1,3517E-04$ m⁴

STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

ϵ (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

$c = (b_h - t_s) = 0,142 \text{ m}$ $33\epsilon = 26,85$

$c/t = 9,18$ $38\epsilon = 30,92$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ $42\epsilon = 34,17$

Stojina - ohyb

$c = h_s = 0,540 \text{ m}$ $36*\epsilon/\alpha = 58,58$

$c/t = 34,84$ $41,5*\epsilon/\alpha = 67,53$

$w_1 = t_d - h_d = 0,270 \text{ m}$ $62\epsilon*(1-\psi)*ODM(-\psi) = 100,89$

$w_2 = t_h - h_h = 0,270 \text{ m}$

$\alpha = w_2/c = 0,500$

$\psi = -w_1/w_2 = -1,000$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

Stojina - smyk

$c = h_s = 0,540 \text{ m}$ $\eta = 1,20$

$c/t = 34,84$ $< 72\epsilon/\eta = 48,82$

PRŮŘEZ NEBOULÍ

STOJINA BOULENÍ

$\psi = -1,000$

$k_o = 23,88$

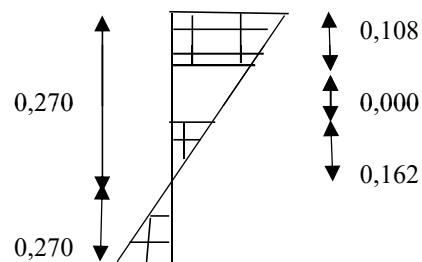
$\lambda_p = (b/t)/(28,4*\epsilon*ODM(k_o)) = 0,309$

$\rho = (\lambda_p - 0,055*(3+\psi))/\lambda_p^2 = 1,000$

$b_{eff} = (\rho*b)/(1-\psi) = 0,270 \text{ m}$

$b_{e1} = 0,4*b_{eff} = 0,108 \text{ m}$

$b_{e2} = 0,6*b_{eff} = 0,162 \text{ m}$



BOULENÍ OD SMYKOVÉHO NAPĚTÍ

$h_w = h_s = 0,540$

$t_s = 0,016$

$a_w = L_p = 4,0 *$

$a_w/h_w = 7,4 > 1$

$0,83/\eta = 0,69 > \lambda_w$

$\kappa = 0,83/\lambda_w = 1,20 < \kappa_{max}$

* 2 x vzdálenost výztuh

$\eta = 1,2$

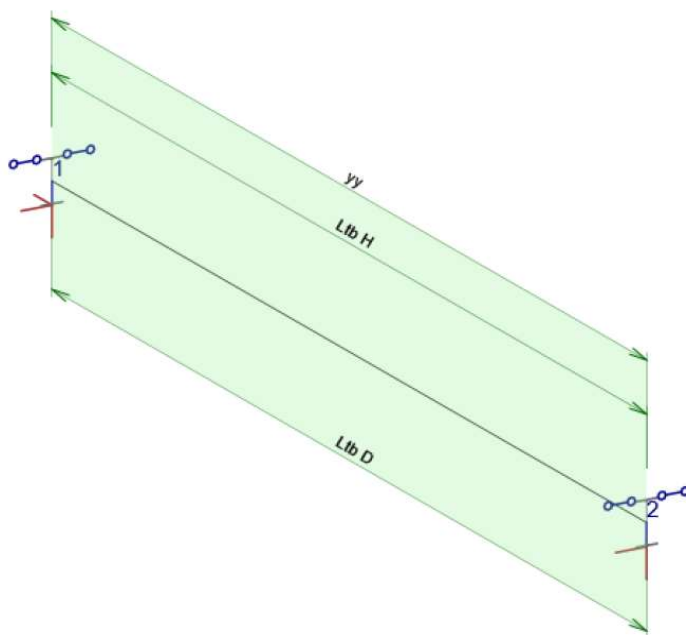
$k_s = 0$ bez podélných výztuh

$k_t = 4,00 + 5,34(h_w/a)^2 + k_s = 5,413$

$\lambda_w = h_w/(37,4*t*\epsilon*ODM(k_t)) = 0,492$


$\kappa_{max} = 1,200$

KLOPENÍ (PROGRAM IDEA)



Směry	Součinitele
yy	$k_y = 1,00$, $L_y = 13,50$
Ltb H	$k_z = 1,00$, $k_w = 1,00$, $L_y = 13,50$
Ltb D	$k_z = 1,00$, $k_w = 1,00$, $L_z = 13,50$

Posouzení na klopení - válcovaný nebo odpovídající svařovaný průřez

Jméno položky	Symbol	Hodnota	Jednotka	Článek/rovnice
Redukční součinitel	$\chi_{LT,mod}$	0,56	-	(6.58)
Štíhlost	λ_{LT}	1,25	-	6.3.2.2 (1)
Opravný součinitel	k_c	0,94	-	Table 6.6
	f	0,98	-	6.3.2.3 (2)
	$\lambda_{LT,0}$	0,40	-	6.3.2.3 (1)
	β	0,75	-	6.3.2.3 (1)
Vzpěrnostní křivka pro klopení		b		Table 6.5
	α_{LT}	0,34	-	Table 6.3
Součinitel vzpěru	k_w	1,00	-	EN1999-1-1:1.1.2 (1)
Součinitel vzpěru	k_z	1,00	-	EN1999-1-1:1.1.2 (1)
Délka mezi podporami proti klopení	L	13,50	m	
Uvažovaný momentový diagram				
C1		1,13	-	
C2		0,46	-	
C3		0,53	-	
Součinitel symetrie	z_j	0	mm	EN1999-1-1:1.1.2 (1)
Pozice zatížení vzhledem ke středu smyku	z_g	-300	mm	EN1999-1-1:1.1.2 (1)
Kritický moment	M_{cr}	1406,4	kNm	6.3.2.2 (2)
Momentová únosnost	$M_{b,Rd}$	1235,8	kNm	6.3.2.1 (3)
Využití	UC	47,6	%	6.3.2.1 (1)

Stabilizující zatížení - převažující zatížení (betonová směs) působí na spodní pásnici nosníku

ÚNOSNOST PRŮŘEZU

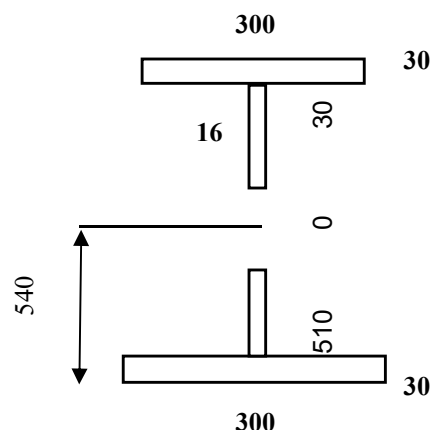
OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

$b_h = 0,300$ m
 $h_h = 0,030$ m
 $t_s = 0,016$ m
 $h_s = 0,540$ m
 $b_d = 0,300$ m
 $h_d = 0,030$ m
 $e_{h,0} = 0,585$ m
 $e_{s,0} = 0,300$ m
 $e_{d,0} = 0,015$ m
 $e_{h,z} = 0,150$ m
 $e_{s,z} = 0,008$ m
 $o = 0,000$ m
 $e_{o,0} = 0,540$ m

$h_n = 0,600$

$b_n = 0,300$



Plochy :

$A_h = 0,00900$ m²
 $A_s = 0,00837$ m²
 $A_d = 0,00900$ m²
 $A_o = 0,00000$ m²
 $A = 0,02637$ m²

Statický moment + těžiště

$S_y = 0,007911$ m³
 $t_d = S_y/A = 0,300$ m
 $t_h = h - t_d = 0,300$ m
 $S_z = 0,003956$ m³
 $t_{zl} = S_z/A = 0,150$ m
 $t_{zp} = h - t_d = 0,150$ m

Průřezové moduly

$W_{yh} = -5,5560E-03$ m³
 $W_{yd} = 5,5560E-03$ m³
 $W_z = 9,0112E-04$ m³

Moment setrvačnosti

$I_y = 1,6668E-03$ m⁴
 $I_z = 1,3517E-04$ m⁴

Statický moment - smyk

$S_{max} = 0,003130$ m³
 $S_h = 0,002565$ m³
 $S_d = 0,002565$ m

ÚNOSNOST

$f_{yd} = 323$ MPa

$\kappa = 0,560$ součinitel klopení dle výpočtu IDEA

$M_{uy} = \kappa \cdot f_{yd} \cdot W_{y,min} = 0,56 \cdot 322727 \cdot 0,00556 = 1004,12$ kNm

$M_{uz} = \kappa \cdot f_{yd} \cdot W_{z,min} = 1,00 \cdot 322727 \cdot 0,00090 = 290,815$ kNm

$N_u = \kappa \cdot f_{yd} \cdot A = 1,00 \cdot 322727 \cdot 0,02637 = 8510,32$ kN

$M_{yd} = 506,0$ kNm $M_{zd} = 0,0$ kNm $N_{ed} = 0$ kN

$M_{yd}/M_{uy} + M_{zd}/M_{uz} + N_{ed}/N_u =$

$506,0 / 1004,1 + 0,0 / 290,8 + 0 / 8510,3 = 0,5 < 1,00$ VYHOVUJE

NAPĚTÍ MAX

$\sigma_{h1} = M_{yd}/W_{yh} + M_z/W_z + N_d/\chi A = -91,07 + 0,00 + 0 = -91,07$ MPa

$\sigma_{h2} = M_{yd}/W_{yh} - M_z/W_z + N_d/\chi A = -91,07 - 0,00 + 0 = -91,07$ MPa

$\sigma_{d1} = M_{yd}/W_{yd} + M_z/W_z + N_d/\chi A = 91,07 + 0,00 + 0 = 91,07$ MPa

$\sigma_{d2} = M_{yd}/W_{yd} - M_z/W_z + N_d/\chi A = 91,07 - 0,00 + 0 = 91,07$ MPa

SMYK

$f_{yd} = 355$ MPa

$A_{eff} = \kappa \cdot (h_s) \cdot t_s = 0,01004$ m²

$\kappa = 1,200$

$Q_u = (f_{yd}/\sqrt{3}) \cdot A_{eff} = 204959 \cdot 0,01004 = 2058,6$ kN

$Q_{ed} = 149,9$ kN $< Q_u$ VYHOVUJE

$Q_{ed}/Q_u = 0,073 < 0,5$

DESKY ZTRACENÉHO BEDNĚNÍ

Zatížení

Stálé

Vlastní váha CETRIS desek

TLoušťka desek: $h_f = 0,022 \text{ m}$

Objem. tíha desek: $\gamma_i = 15,00 \text{ kN/m}^3$

Návrhová pevnost : $3,60 \text{ MPa}$

Bet. deska:	$G_d = \gamma_b \cdot t_h =$	$26,00 \cdot 0,77 =$	20,02	kN/m²	1,35	27,027	kN/m²
Desky CETRIS	$G_s = \gamma_d \cdot t_d =$	$15,00 \cdot 0,02 =$	0,33	kN/m²	1,35	0,4455	kN/m²

Celkem	20,35	kN/m²	27,47	kN/m²
---------------	--------------	-------------------------	--------------	-------------------------

Staveništní zatížení

$q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$ pomocné prvky při betonáži

Rovnoměrné na nosník

Užitné = **1,00** kN/m 1,5 **1,5** kN/m

Vnitřní síly

Vzdálenost nosníků $0,52 \text{ m}$

Šířka spodní pásnice $0,30 \text{ m}$

Rozpětí $L_d = a_n - b_p + 0,05 = 0,27 \text{ m}$

Charakteristické

$M = 1/8 \cdot (f_s + f_k) \cdot L^2 =$

$Q = 1/2 \cdot (f_s + f_k) \cdot L =$

Charakteristické

0,2 kNm

2,87 kN

Návrhové

0,26 kNm

3,89 kN

1000

22

Průřezové moduly

$W_{yh} = -8,0667E-05 \text{ m}^3$

$W_{yd} = 8,0667E-05 \text{ m}^3$

Moment setrvačnosti

$I_y = 8,8733E-07 \text{ m}^4$

Plocha :

$A = 0,02200 \text{ m}^2$

NAPĚTÍ MAX

$\sigma_{h1} = M_{yd}/W_{yh} + M_z/W_z + N_d/A = -3,24 + + = -3,24 \text{ MPa}$

$\sigma_{d1} = M_{yd}/W_{yd} + M_z/W_z + N_d/A = 3,24 + + = 3,24 \text{ MPa}$

3,24 < 3,60 VYHOVUJE

POZN. Desky ztraceného bednění nelze považovat za pochozí

Přehled zatížitelnosti mostu

List č. 1

A. Identifikace mostu

TÚ: 2002 Brno h.n. (mimo) - Česká Třebová os.n. (mimo) DÚ: 10 Evidenční km: **182,618** km

B. Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, poř. číslo ve směru staničení: ---- ,pod koleji č.: 1,2

C. Doplnující data pro část mostu:

Kat. zatížitelnosti: D4 Výpočetní model: prostý nosník

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu ve směru staničení:

poloha na mostě ve směru staničení	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku (m)	0	0	0
převýšení koleje (mm)	---	---	---
excentricita vůči ose mostu (m)	---	---	---

Popis závad uvažovaných v přepočtu: bez závad

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu orgány SŽDC: ----- ,zpracovatelem přepočtu: 07.12.2019

Poznámka k části mostu: nová konstrukce

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	Φ	L_Φ	viz. str.	Poznámky	Z_{LM71}
NOSNÁ KONSTRUKCE											
1	ZBN	7-7	MSU-Ohyb	1	M	13,50	1,35	13,50	37	----	1,96
2	ZBN	1-1	MSU-Smyk	1	Q	13,50	1,35	13,50	37	----	5,17
3	ZBN	průhyb	MSP	1	M	13,50	1,23	13,50	42	----	1,98
4	ZBN	únava		1	M	13,50	1,23	13,50	45	----	1,36

Dne: 07.12.2019

Zpracoval: Ing. Jiří Doležel, Ph.D.