

D.1 Stavební část


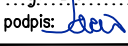

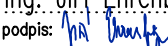
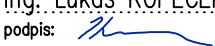
D.1.2 Mostní objekty a zdi

SO 201

Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv

Objednatel:	KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ PIVOVARSKÉ NÁMĚSTÍ 1245 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ	 KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ
-------------	---------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hlavní inženýr projektu: Ing. Lukáš KOPEČEK Čís. akce: 17 289 2	Společnost PRAGOPROJEKT/M-PROJEKCE – rozvoj centrální a průmyslové zóny SPRÁVCE SPOLEČNOSTI:  PRAGOPROJEKT PRAGOPROJEKT, a.s., K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4	SPOLEČNÍK SPOLEČNOSTI:  M - PROJEKCE M-PROJEKCE s.r.o., Resslova 956, 500 02 Hradec Králové
--------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Zhotovitel PD: M-PROJEKCE s.r.o., Resslova 956, 500 02 Hradec Králové, IČ: 05061415, www.m-projekce.cz, datová schránka: wk8u9eq Zpracovatelský útvar: Pracoviště Praha – Poděbradská 540/26, 190 00 Praha 9, Tel.: +420 495 842 403, E-mail: info@m-projekce.cz			
Navrhl/vypracoval: Ing. Miroslav Kubín podpis: 	Zodpovědný projektant: Ing. Dominik Jareš podpis: 	Vedoucí pracoviště: Ing. Jiří Ehrenberger	
Technická kontrola: Ing. Jiří Ehrenberger podpis: 	Hlavní inženýr projektu: Ing. Lukáš KOPEČEK podpis: 		

Kraj:	KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ	Číslo zakázky:	17 289 2
Místo stavby:	SOLNICE – PZ JIH, KVASINY – PZ SEVER	Číslo akce:	17 289
Objednatel:	KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ; PIVOVARSKÉ NÁMĚSTÍ 1245; 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ	Datum:	06/2021
Název stavby:	ROZVOJ CENTRÁLNÍ PRŮMYSLVÉ ZÓNY A DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY, Solnice jih v rámci projektu "Rozšíření strategické průmyslové zóny Solnice - Kvasiny a zlepšení veřejné infrastruktury v Královéhradeckém regionu"	Formát:	—
		Měřítko:	—
		Stupeň:	PDPS
		Souprava:	
Část:	SO 201 Železniční most v km 13,804 Statický výpočet	Číslo přílohy:	D.1.2.1.1

Obsah

1	Identifikační údaje	3
1.1	Označení stavby	3
1.2	Stavebník	3
1.3	Správce	3
1.4	Zhotovitel projektové dokumentace	3
1.5	Staničení	4
1.6	Převáděná komunikace	4
1.7	Přemostňovaná překážka	4
2	Základní údaje	4
2.1	Návrhové a konstrukční charakteristiky	4
2.2	Schéma nosné konstrukce	5
3	Komentář ke statickému výpočtu	7
3.1	Rozsah a účel výpočtu	7
3.2	Metodika výpočtu	7
3.3	Použité výpočetní programy	8
3.4	MSouvisející normy a předpisy	8
4	Materiálové charakteristiky	9
4.1	Ocel konstrukční	9
4.2	Betonářská výztuž	9
4.3	Beton	9
4.4	Desky ztraceného bednění	10
5	Geometrie nosné konstrukce	11
5.1	Geometrie příčného řezu nosnou konstrukcí	11
5.2	Geometrie podélného řezu nosnou konstrukcí	11
5.3	Geometrie ocelových nosníků	11
6	Zatížení	13
6.1	Zatížení stálá	13
6.2	Zatížení nahodilá	16
6.3	Kombinace zatížení	23
7	Výpočtový model	25
7.1	Horní rámová příčel (nosná konstrukce)	25
7.2	Rámové stojky	26
7.3	Základy	26
8	Posuzované průřezy	26
9	Průřezové charakteristiky rozhodujících průřezů	27
9.1	Nosník, polovina rozpětí kombinace zatížení základní	27
10	Mezní stavy únosnosti	39
10.1	Mezní stav únosnosti – únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro normálové napětí	39
10.2	Mezní stav únosnosti – únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro smykové napětí	41
11	Mezní stavy použitelnosti	42
11.1	Mezní stav použitelnosti - omezení napětí	42
11.2	Nadvýšení ocelových nosníků ZBN	43
11.3	Mezní stav použitelnosti - svislý průhyb ZBN z hlediska bezpečnosti dopravy	43
12	Zatížitelnost	44
13	Posouzení železobetonových průřezů	44
13.1	Rámová příčel v rámovém rohu	44
13.2	Základ	57
14	Posouzení základové spáry	72
15	Pažení stavební jámy	73
15.1	Předpoklady výpočtu	73
15.2	Výpočet	73
16	Závěr	87



1 Identifikační údaje

1.1 Označení stavby

Název akce:	Rozvoj centrální průmyslové zóny a dopravní infrastruktury – zpracování projektové dokumentace a zajištění autorského dozoru v rámci projektu "Rozšíření strategické průmyslové zóny Solnice – Kvasiny a zlepšení veřejné infrastruktury v Královéhradeckém regionu"
Číslo stavebního objektu:	201
Název stavebního objektu:	Železniční most v km 13,804
Stupeň dokumentace:	PDPS – Projektová dokumentace pro provádění stavby
Druh stavby:	novostavba
Typ objektu:	most
Kraj:	Královéhradecký; CZ052
Okres:	Rychnov nad Kněžnou; CZ0524
Obec:	Rychnov nad Kněžnou; 576069
Katastrální území:	Litohrady; 684732

1.2 Stavebník

Název organizace:	Královéhradecký kraj
Sídlo:	Pivovarské náměstí 1245, 500 03 Hradec Králové
IČ:	70889546

1.3 Správce

Název organizace:	Správa železnic, státní organizace
Sídlo:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
IČ:	70994234

1.4 Zhotovitel projektové dokumentace

1.4.1 Generální projektant

Společnost:	PRAGOPROJEKT/M-PROJEKCE – rozvoj centrální průmyslové zóny
-------------	------------------------------------------------------------

1.4.1.1 Správce společnosti

Název organizace:	PRAGOPROJEKT, a.s.
Sídlo:	K Ryšánc 1668/16, 147 54 Praha 4
IČ:	45272387

1.4.1.2 Společník společnosti

Název organizace:	M – PROJEKCE s.r.o.
Sídlo:	Resslova 956/13, 500 02 Hradec Králové
IČ:	05061415

Pracoviště:	Freyova 82/27, 190 00 Praha 9
-------------	-------------------------------

1.4.1.3 Hlavní inženýr projektu

Hlavní inženýr projektu:	Ing. Lukáš Kopeček
--------------------------	--------------------

1.4.2 Zhotovitel projektové dokumentace objektu

Název organizace:	M – PROJEKCE s.r.o.
Sídlo:	Resslova 956/13, 500 02 Hradec Králové
IČ:	05061415

Pracoviště:	Lípová 665/1, 460 01 Liberec IV-Perštýn
-------------	-----------------------------------------



Autor statického výpočtu: Ing. Miroslav Kubín

1.5 Staničení

1.5.1.1 Provozní

Mostní objekt: žkm 13,804

1.5.1.2 Projektové

Opěra O1: km 13,798 296

Opěra O2: km 13,814 384

1.6 Převáděná komunikace

	stávající stav	výhledový stav
Komunikace:	železniční dráha	
Kategorie dráhy:	regionální dráha	
Trať:	Častolovice–Solnice	
Číslo trati:	022	
Elektrifikace	ne	ano
Evidenční staničení:	žkm 13,804	
Tabulka traťových poměrů:	513C	
Traťový úsek:	1311	
Definiční úsek:	06	
Počet kolejí:	1	2
Traťová rychlost:	60 km/h	
Volný mostní průřez:	VMP 2,5	VMP 3,0
Traťová třída zatížení:	C2(20 t/6,4 t)	D4(22,5 t/8,0 t)
Kategorie z hlediska mostů:	3. a 4. třída	

1.7 Přemostovaná překážka

Pozemní komunikace	Staničení:	0,318 892
	Typ pozemní komunikace:	silnice
	Pole:	-
	Úhel křížení:	85 °
	Volná výška:	5,35 m
	Označení:	-
	Návrhová kategorie:	S9,5/70

2 Základní údaje

2.1 Návrhové a konstrukční charakteristiky

Návrhové a konstrukční charakteristiky dle kapitoly 5 ČSN 73 6200:

Uspořádání:	dvoukolejný most s jednou nosnou konstrukcí
Statické působení:	trámové, polorám
Nosná konstrukce:	ocelobetonové konstrukce se zabetonovanými nosníky, s kolejovým ložem, šikmé uložení
Spodní stavba:	železobetonové monolitické rámové stojky s rovnoběžnými křídly a přechodovými zídками, založení plošné

Počet polí	1
Délka přemostění:	15,07 m
Délka rozpětí pole:	16,37 m
Délka nosné konstrukce:	17,68 m
Délka mostu	26,01 m

Šířka mezi římsami	12,05 m
Šířka mezi zábradlími	12,47 m
Šířka nosné konstrukce:	12,45 m
Šířka mostu:	13,00 m

Šikmost: levá 85 °

Stavební výška: 1,72 m (bez průhybu)

Konstrukční výška: 0,95 m

Volná výška na mostě: neomezená

Výška mostu: 5,52 m

Volná výška pod mostem: 5,52 m

Volná výška na mostě: neomezená

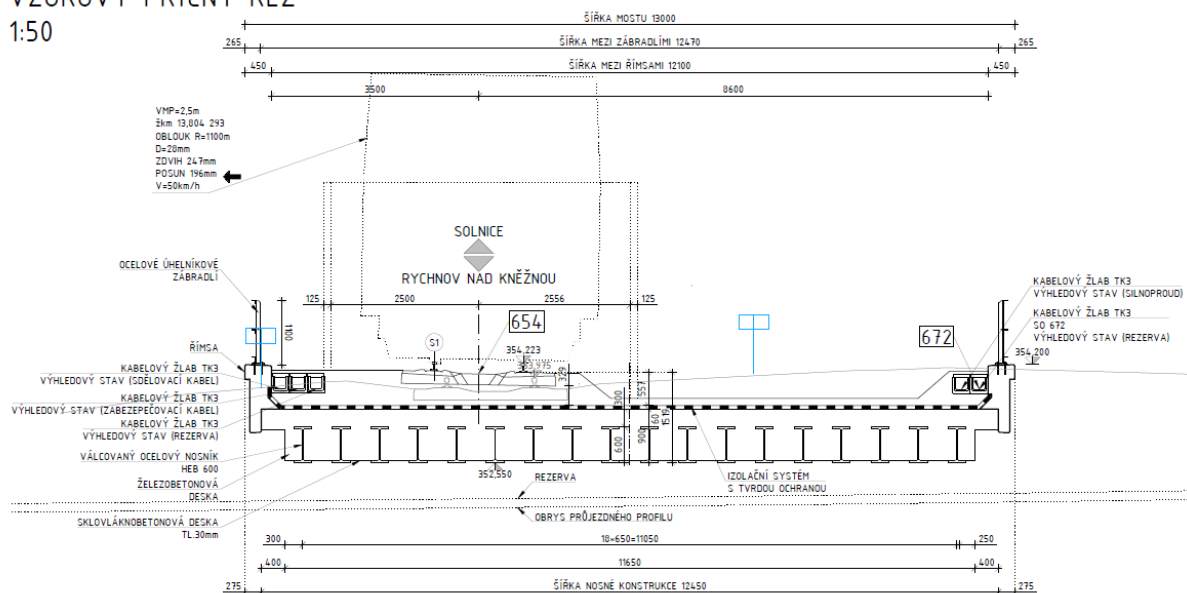
Výška mostu: 5,52 m

Volná výška pod mostem: 5,52 m

2.2 Schéma nosné konstrukce

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

1:50



3 Komentář ke staticému výpočtu

3.1 Rozsah a účel výpočtu

Tento statický výpočet je nedílnou součástí projektové dokumentace SO 201. Statický výpočet ověřuje rozhodující nosné prvky mostního objektu. Ve výpočtu je posouzena nosná konstrukce mostu (horní rámová příčel) nejvíce zatíženého nosníku ve středu rozpětí a v rámovém rohu, vyztužení rámových stojek objektu a jejich základů a posouzení základové spáry při rozhodujících účincích příslušných kombinací zatížení.

Statický výpočet je zpracován pro konstrukci v jejím výhledovém stavu (kvoukolejná trať).

Statický výpočet je zpracován v rozsahu projektové dokumentace ve stupni DSP a PDPS. Souží tak pro vydání stavebního povolení a výběr zhotovitele stavebního objektu. V rámci projektové dokumentace RDS je nutné provést detailní posouzení všech konstrukčních detailů.

3.2 Metodika výpočtu

Statický výpočet mostu byl proveden podle mostního vzorového listu ČD MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky:

- dle mezních stavů
 - za předpokladu spolupůsobení ocelových nosníků s betonem desky
 - za předpokladu plastického působení ocelobetonového průřezu při posouzení mezního stavu únosnosti průřezu
- Ve statickém výpočtu jsou posouzeny tyto mezní stavy:
- mezní stav únosnosti:
 - únosnost ocelobetonových průřezů ZBN pro normálové napětí
 - únosnost ocelobetonových průřezů ZBN pro smykové napětí
 - únosnost svarových spojů
 - únosnost při únavovém zatížení
 - únosnost při provádění ZBN
 - stabilita ZBN proti překlopení
 - únosnost ocelobetonových průřezů ZBN pro normálové a smykové napětí
 - únosnost stojek a základů spodní stavby v ohybu
 - mezní stavby použitelnosti
 - omezení napětí od charakteristického zatížení v ocelobetonových průřezích ZBN
 - svislý průhyb ZBN z hlediska bezpečnosti dopravy
 - svislý průhyb ZBN z hlediska pohodlí cestujících
 - zkroucení koleje na ZBN
 - deformace koncového průřezu ZBN
 - omezení šířky trhlin v ocelobetonových průřezích ZBN
 - ověření náchylnosti ZBN k rezonancím
 - omezení šířky trhlin v železobetonových průřezích ZBN
 - omezení napětí od charakteristického zatížení v železobetonových průřezích ZBN

Ve statickém výpočtu je dále stanoveno

- nadvýšení nosné konstrukce
- posouzení kontaktního napětí v základové spáře



3.3 Použité výpočetní programy

3.4 MSouvisející normy a předpisy

Statický výpočet je zpracován na základě platných technických předpisů pro navrhování konstrukcí (Eurokod, ČD MVL, apod.).

4 Materiálové charakteristiky

Materiál ZBN

nosník

S355

svařovaný

beton

C30/37

betonářská výztuž

B500 B

4.1 Ocel konstrukční

Nosník

HEB 600

Ocel

S355

J2G3

tloušťka materiálu

t ≤ 40 mm

mez kluzu charakteristická

$$f_{y,st,k} = 355,0 \text{ MPa}$$

mez kluzu návrhová, pro základní kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,10 \quad f_{y,st,d} = 322,7 \text{ MPa}$$

mez kluzu návrhová, pro mimořádnou kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,00 \quad f_{y,st,d} = 355,0 \text{ MPa}$$

mez pevnosti charakteristická

$$f_{u,st,k} = 510,0 \text{ MPa}$$

mez pevnosti návrhová, pro základní kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,10 \quad f_{u,st,k} = 463,6 \text{ MPa}$$

mez pevnosti návrhová, pro mimořádnou kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,00 \quad f_{u,st,k} = 510,0 \text{ MPa}$$

tloušťka materiálu

t > 40 mm

mez kluzu charakteristická

$$f_{y,st,k} = 335,0 \text{ MPa}$$

mez kluzu návrhová, pro základní kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,10 \quad f_{y,st,d} = 304,5 \text{ MPa}$$

mez kluzu návrhová, pro mimořádnou kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,00 \quad f_{y,st,d} = 335,0 \text{ MPa}$$

mez pevnosti charakteristická

$$f_{u,st,k} = 490,0 \text{ MPa}$$

mez pevnosti návrhová, pro základní kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,10 \quad f_{u,st,k} = 445,5 \text{ MPa}$$

mez pevnosti návrhová, pro mimořádnou kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,st} = 1,00 \quad f_{u,st,k} = 490,0 \text{ MPa}$$

obecně

modul pružnosti v tahu a tlaku

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

modul pružnosti ve smyku

$$G_{st} = 81000 \text{ MPa}$$

součinitel příčné deformace (Poissonův součinitel)

$$\nu_{st} = 0,3$$

součinitel délkové roztlačnosti

$$\alpha_{st} = 1,20E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

objemová

tíha

$$\rho_{st} = 78,5 \text{ kNm}^{-3}$$

4.2 Betonářská výztuž

Výztuž

B500 B

mez kluzu

charakteristická

$$f_{y,s,k} = 500,0 \text{ MPa}$$

mez kluzu návrhová, pro základní kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,s} = 1,15 \quad f_{y,st,d} = 434,8 \text{ MPa}$$

mez kluzu návrhová, pro mimořádnou kombinaci zatížení

$$\gamma_{m,0,s} = 1,00 \quad f_{y,st,d} = 500,0 \text{ MPa}$$

modul pružnosti v tahu a tlaku

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

součinitel délkové roztlačnosti

$$\alpha_s = 1,20E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

objemová

tíha

$$\rho_s = 78,5 \text{ kNm}^{-3}$$

4.3 Beton

Beton

C30/37

XD1, XF2

pevnost v tlaku charakteristická

$$f_{c,k} = 30,0 \text{ MPa}$$

redukční součinitel pevnosti betonu v tlaku

$$\alpha_{cc} = 0,90$$



pevnost v tlaku návrhová, pro základní kombinaci zatížení	$\gamma_{m,0,c} = 1,50$	$f_{c,d} = 18,0 \text{ MPa}$
pevnost v tlaku návrhová, pro mimořádnou kombinaci zatížení	$\gamma_{m,0,c} = 1,30$	$f_{c,d} = 20,8 \text{ MPa}$
pevnost v tahu, střední hodnota		$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
modul pružnosti pro krátkodobé zatížení		$E_c = 32000 \text{ MPa}$
pracovní součinitel pro krátkodobé zatížení		$n_{c,s} = 6,6$
součinitel vlivu smršťování a dotvarování betonu		$K_{fl} = 2,0$
modul pružnosti pro dlouhodobé zatížení		$E_c = 32000 \text{ MPa}$
pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení		$n_{c,s} = 6,6$
součinitel příčné deformace (Poissonův součinitel)		
pro beton nenarušený trhlinami		$\nu_c = 0,2$
pro beton narušený trhlinami		$\nu_c = 0,0$
součinitel délkové roztažnosti		$\alpha_c = 1,20E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
objemová tíha		$\rho_c = 25,0 \text{ kNm}^{-3}$

4.4 Desky ztraceného bednění

Desky

pevnost v tahu za ohybu, minimální
 pevnost v tahu za ohybu návrhová
 modul pružnosti v tahu a tlaku
 součinitel délkové roztažnosti
 objemová
 tíha

CETRIS

	$f_{fw,min} = 9,0 \text{ MPa}$
$\gamma_{m,fw} = 2,50$	$f_{c,d} = 3,6 \text{ MPa}$
	$E_{fw} = 4500 \text{ MPa}$
	$\alpha_{fw} = 1,20E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
	$\rho_{fw} = 25,0 \text{ kNm}^{-3}$

5 Geometrie nosné konstrukce

5.1 Geometrie příčného řezu nosnou konstrukcí

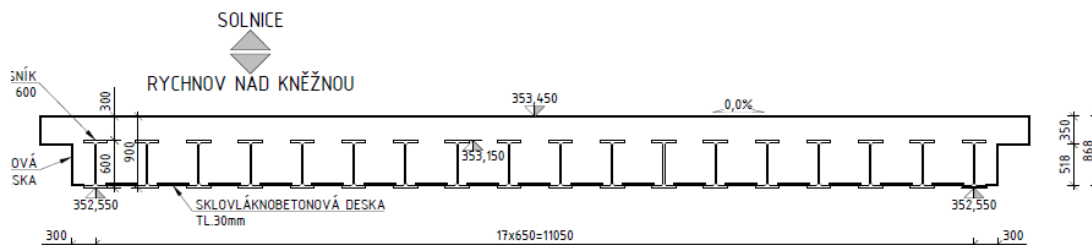
počet nosníků v nosné konstrukci	$n_y =$	18 ks
osová vzdálenost ocelových nosníků	$s_w =$	650 mm
vzdálenost okraje desky ZBN od osy krajního ocelového nosníku vlevo	$s_{wr,l} =$	300 mm
vzdálenost okraje desky ZBN od osy krajního ocelového nosníku vlevo	$s_{wr,p} =$	300 mm
šířka desky nosné konstrukce	$b_{nk} =$	11650 mm
spolupůsobící šířka betonu b_c pro jednotlivé nosníky		
krajní nosník levý	$b_{c,1} =$	625 mm
vnitřní nosník	$b_{c,i} =$	650 mm
krajní nosník pravý	$b_{c,18} =$	625 mm

příčný roznos zatížení na jednotlivé nosníky na deskovém modelu ZBN

příčný roznos na jednotlivé nosíky ZBN je v programu Midas Civil zajištěn pomocí betonové ortotropní desky s vyloučeným působením betonu v podélném směru nosníků

příčné spády žlabu ZBN

tloušťka nad horní pásnici ocelových nosníků	$C_{f,1} =$	300 mm
příčný spád		
podélný sklon ZBN		0,00 %



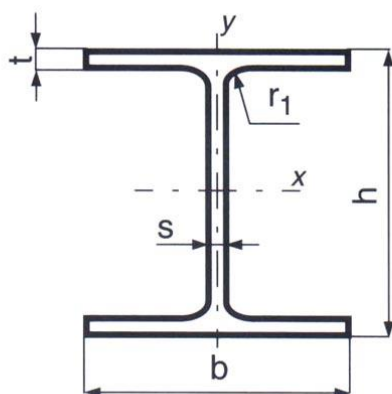
5.2 Geometrie podélného řezu nosnou konstrukcí

rozpětí ZBN	$L =$	16373 mm
délka ZBN	$l_{NK} =$	17679 mm
statické uspořádání - nosník	polorám	
podélný sklon ZBN		0,00 %
způsob provádění	bez provizorního podepření	
podélný sklon		0,00 %
podélný spád povrchu desky k O1 včetně podélného sklonu ZBN		1,00 %
podélný spád povrchu desky k O2 včetně podélného sklonu ZBN		-1,00 %

5.3 Geometrie ocelových nosníků

Ocelový nosník	HEB 600	
šířka příruby	$b =$	300 mm
výška průřezu	$h =$	600 mm

tloušťka příruby	$t =$	30 mm
tloušťka stojiny	$s =$	16 mm
plocha průřezu	$F =$	270,0 cm ²
hmotnost	$G =$	212,0 kg/m
statický moment poloviny průřezu	$S_x =$	3210,0 cm ³
poloměr vnitřního zaoblení	$r_1 =$	27,0 mm
moment setrvačnosti k ose ohybu x	$I_x =$	171000,0 cm ⁴
moment setrvačnosti k ose ohybu y	$I_y =$	13530,0 cm ⁴
rameno vnitřních sil	$s_x =$	53,2 cm
průřezový modul k ose ohybu x pro beton nenarušený trhlinami	$W_x =$	5700,0 cm ³
poloměr setrvačnosti k ose ohybu x pro beton narušený trhlinami	$i_x =$	25,2 cm
poloměr setrvačnosti k ose ohybu y	$i_y =$	7,1 cm
průřezový modul k ose ohybu y	$W_y =$	902,0 cm ³



6 Zatížení

6.1 Zatížení stálá

6.1.1 Zatížení vlastní tíhou nosníků ZBN

Zatížení nosníků ZBN je automaticky generováno programem Midas Civil.

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup} = 1,35$
základní kombinace zatížení, účinek zatížení příznivý	$\gamma_{G,inf} = 1,00$
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_A = 1,00$

roznos zatížení

Každý ocelový nosník HEB přenáší svoji vlastní tíhu a vlastní tíhu čerstvého betonu včetně ztraceného bednění.

6.1.2 Zatížení vlastní tíhou čerstvého betonu

vstupní parametry

zatížení čerstvým betonem včetně betonářské výztuže, charakteristická hodnota	$g_{c,k} = 11,90 \text{ kN/m}$
-------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup} = 1,35$
základní kombinace zatížení, účinek zatížení příznivý	$\gamma_{G,inf} = 1,00$
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_A = 1,00$

roznos zatížení

Každý ocelový nosník HEB přenáší vlastní tíhu čerstvého betonu včetně ztraceného bednění.

6.1.3 Zatížení systémem vodotěsné izolace nosné konstrukce

vstupní parametry

izolace z tvrdou ochrannou	
skladební tloušťka	$t_{SVI} = 0,06 \text{ m}$
objemová tíha	$\rho_{SVI} = 23,0 \text{ kN/m}^3$
zatížení systémem vodotěsné izolace, charakteristická hodnota	$g_{SVI,0,k} = 1,38 \text{ kN/m}^2$

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup} = 1,35$
základní kombinace zatížení, účinek zatížení příznivý	$\gamma_{G,inf} = 1,00$
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_A = 1,00$

roznos zatížení

Zatížení je aplikováno jako spojitě plošné na ortotorpní desce nosné konstrukce.

6.1.4 Zatížení kolejovým ložem

vstupní parametry



tloušťka lože	t_{KL}	=	0,80 m
objemová			
tíha	ρ_{KL}	=	20,0 kN/m ³
zatížení systémem vodotěsné izolace, charakteristická hodnota	$g_{KL,0,k}$	=	16,00 kN/m ²

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup}$	=	1,35
základní kombinace zatížení, účinek zatížení příznivý	$\gamma_{G,inf}$	=	1,00
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	γ_A	=	1,00

roznos zatížení

Zatížení je aplikováno jako spojitě plošné na ortotorpní desce nosné konstrukce.

6.1.5 Zatížení kolejovým roštem**vstupní parametry**

kolejová svršek UIC-60 na betonových pražcích			
přítížení kolejového lože betonovými pražci	$g_{kra,k}$	=	1,50 kN/m
tíha páru kolejnic UIC-60	$g_{krb,k}$	=	1,20 kN/m
celkem	$g_{kr,k}$	=	2,70 kN/m

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup}$	=	1,35
základní kombinace zatížení, účinek zatížení příznivý	$\gamma_{G,inf}$	=	1,00
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	γ_A	=	1,00

roznos zatížení

Zatížení je aplikováno jako spojitě liniová na ortotorpní desce nosné konstrukce.

Zatížení je umístěno do polohy os kolejnic.

6.1.6 Zatížení mostním vybavením**vstupní parametry**

vlastní tíha římsy a zábradlí, charakteristická hodnota	$g_{mv,k}$	=	13,50 kN/m
---------------------------------------------------------	------------	---	------------

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup}$	=	1,35
základní kombinace zatížení, účinek zatížení příznivý	$\gamma_{G,inf}$	=	1,00
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	γ_A	=	1,00

roznos zatížení

Zatížení je aplikováno jako spojitě liniová na okraji ortotorpní desky nosné konstrukce.

6.1.7 Zatížení cizím zařízením na nosné konstrukci

není uvažováno



6.1.8 Zatížení tlakem zeminy za opěrami

vstupní parametry

objemová tíha
zeminy
součinitel tlaku
zeminy

$$P_z = 18,00 \text{ kN/m}^3$$

$$K = 0,5$$

aplikace zatížení

Zatížení zemním tlakem je regenerováno programem Midas Civil.

6.1.9 Zatížení nerovnoměrným sedáním

není uvažováno

Most je založen v úrovni hornin třídy R5 (O1) a R2 (O2).

6.1.10 Zatížení účinky smršťováním betonu

Zatížení smršťováním betonu je automaticky generováno programem Midas Civil pomocí časové analýzy modelu.

6.1.11 Zatížení účinky dotvarováním betonu

Zatížení dotvarováním betonu je automaticky generováno programem Midas Civil pomocí časové analýzy modelu.

6.2 Zatížení nahodilá

6.2.1 Svislá zatížení železniční dopravou

vstupní parametry

trať: Častolovice - Solnice (022)

třída trati z hlediska mostů

3 a 4

návrhové zatěžovací schéma

LM-71 SW/0

klasifikační součinitel

$\alpha = 1,10$

největší traťová rychlost

$v = 60,00 \text{ km/h}$

nosná konstrukce uspořádána jako polorám

návrhové svhéma SW/ bude uplatněno

dynamický součinitel

dynamický součinitel se uplatní pro všechna svislá zatížení železniční dopravou

hodnota dynamického součinitele závisí na náhradní délce posuzovaného prvku

na trati se pravidelně nesleduje geometrická poloha koleje

Ize použít dynamický součitel ϕ_3 $\phi_3 = 2,16/(L_\phi^{0,5} - 0,2) + 0,73$

max

$\phi_3 = 2,00$

náhradní délka

$L_\phi = 12,6 \text{ m}$

$\phi_3 = 1,37$

6.2.1.1 Zatěžovací schéma LM-71 klasifikované součinitelem α

vstupní parametry

odlehčující účinky se neuvažují

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý

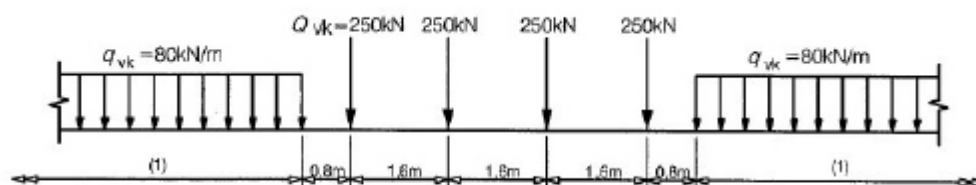
$\gamma_{G,sup} = 1,45$

mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý

$\gamma_{A,sup} = 1,00$

účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)

$\gamma_{G,inf} = 0,00$



Legenda

(1) bez omezení

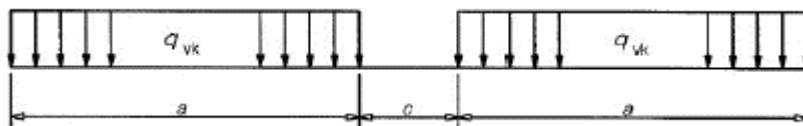
6.2.1.2 Zatěžovací schéma SW/0 klasifikované součinitelem α

konstrukce je uspořádána jako polorám

schéma SW/0 se uplatní

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý
 mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý
 účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)

$$\begin{aligned} \gamma_{G,sup} &= 1,45 \\ \gamma_{A,sup} &= 1,00 \\ \gamma_{G,inf} &= 0,00 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} q_{vk} &= 133 \text{ kN/m} \\ a &= 15,00 \text{ m} \\ c &= 5,30 \text{ m} \end{aligned}$$

6.2.1.3 Zatěžovací schéma "nezatížený vlak"

vstupní parametry

zatěžovací schéma "nezatížený vlak" dle ČSN EN 1991-2 se uplatní výhradně pro posouzení stability
 dynamický součinitel se při posouzení stability neuplatní

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý
 mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý
 účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)

$$\begin{aligned} \gamma_{G,sup} &= 1,45 \\ \gamma_{A,sup} &= 1,00 \\ \gamma_{G,inf} &= 0,00 \end{aligned}$$

zatěžovací schéma "nezatížený vlak"

rovnoměrné zatížení, charakteristická hodnota

$$q_{nv,v,k} = 10,00 \text{ kN/m koleje}$$

6.2.2 Zatížení odstředivými silami

vstupní parametry

návrhová traťová rychlost
 poloměr koleje (výtažná)
 redukcční součinitel

$$\begin{aligned} v &= 50,00 \text{ km/h} \\ R &= 300,00 \text{ m} \\ f &= 1,00 \end{aligned}$$

odstředivé síly - vodorovná složka

působí jako rovnoměrné zatížení vodorovně, kolmo na osu koleje ve výšce 1,80 m nad TK
 odstředivé síly se kombinují s příslušným svislým zatížením železniční dopravou
 velikovodorovné složky odstředivých sil $q_{cf,h}$ se odvodí ze svislého zatížení železniční dopravou q_v dle vztahu

$$q_{cf,h} = q_v \cdot (v^2 \cdot f) / (127 \cdot R)$$



6.2.2.1 Odstředivé síly od zatěžovacího schématu LM-71, klasifikovaného součinitelem α

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup} = 1,45$
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{A,sup} = 1,00$
účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)	$\gamma_{G,inf} = 0,00$

odstředivé síly od zatěžovacího schématu LM-71, klasifikovaného součinitelem α

odstředivé síly od zatěžovacího schématu LM-71, náhradního rovnoměrného zatížení skupinou náprav

$$\begin{aligned}
 q_{cf,LM1,h,k} &= q_{LM1,v,k} \cdot (v^2 \cdot f) / (127 \cdot R) \\
 &= 171,9 \cdot 0,066 \\
 &= 11,35 \text{ kN/m koleje}
 \end{aligned}$$

odstředivé síly od zatěžovacího schématu LM-71, rovnoměrného zatížení mimo skupinu náprav

$$\begin{aligned}
 q_{cf,LM2,h,k} &= q_{LM2,v,k} \cdot (v^2 \cdot f) / (127 \cdot R) \\
 &= 88,0 \cdot 0,066 \\
 &= 5,81 \text{ kN/m koleje}
 \end{aligned}$$

6.2.2.2 Odstředivé síly od zatěžovacího schématu SW/0, klasifikovaného součinitelem α

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup} = 1,45$
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{A,sup} = 1,00$
účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)	$\gamma_{G,inf} = 0,00$

odstředivé síly od zatěžovacího schématu SW/0, klasifikovaného součinitelem α

odstředivé síly od zatěžovacího schématu SW/0, rovnoměrného zatížení mimo skupinu náprav

$$\begin{aligned}
 q_{cf,SW,h,k} &= q_{SW,v,k} \cdot (v^2 \cdot f) / (127 \cdot R) \\
 &= 146,3 \cdot 0,066 \\
 &= 9,66 \text{ kN/m koleje}
 \end{aligned}$$

6.2.2.3 Odstředivé síly od zatěžovacího schématu SW/2 není uvažováno

6.2.2.4 Odstředivé síly od zatěžovacího schématu "nezatížený vlak"

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup} = 1,45$
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{A,sup} = 1,00$
účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)	$\gamma_{G,inf} = 0,00$

odstředivé síly od zatěžovacího schématu "nezatížený vlak"

odstředivé síly od zatěžovacího schématu "nezatížený vlak"

$$\begin{aligned}
 q_{cf,nv,h,k} &= q_{nv,v,k} \cdot (v^2 \cdot f) / (127 \cdot R) \\
 &= 10,0 \cdot 0,066 \\
 &= 0,66 \text{ kN/m koleje}
 \end{aligned}$$

6.2.3 Zatížení bočním rázem

působí jako osamělá síla na temeno kolejnice vodorovně, kolmo na osu koleje,
v nejnepříznivější poloze

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek

zatížení nepříznivý

$$\gamma_{G,sup} = 1,45$$

mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení

nepříznivý

$$\gamma_{A,sup} = 1,00$$

účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)

$$\gamma_{G,inf} = 0,00$$

boční ráz

vodorovná složka, charakteristická

hodnota základní

$$Q_{nf,0,h,k} = 100,00 \text{ kN}$$

klasifikační součinitel

$$\alpha = 1,10$$

vodorovná složka, charakteristická hodnota

klasifikovaná

$$Q_{nf,h,k} = 110,00 \text{ kN}$$

6.2.4 Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami

vstupní parametry

působí na temena kolejnic v podélném směru koleje

vliv spolusúsobení železničního svršku za opěrami udává redukční součinitel ξ

kolej bezстыková

délka nonsné konstrukce

$$L_{nk} = 17,68 \text{ m}$$

redukční součinitel

$$\xi = 1,0$$

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení

nepříznivý

$$\gamma_{G,sup} = 1,45$$

mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý

$$\gamma_{A,sup} = 1,00$$

účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)

$$\gamma_{G,inf} = 0,00$$

6.2.4.1 Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami pro zatěžovací schéma LM-71, klasifikované součinitelem α

rozjezdová síla pro zatěžovací schéma LM-71, klasifikované součinitelem α

charakteristická

hodnota

$$Q_{Ia,LM,I,k} = \alpha \cdot 33,0 \cdot L_{nk} \cdot \xi$$

$$= 1,10 \cdot 33,0 \cdot 17,68 \cdot 1,0$$

$$= 641,8 \text{ kN} \leq Q_{Ia,LM,I,k, \text{lim}} = 1000 \text{ kN}$$

$$Q_{Ia,LM,I,k} = 641,8 \text{ kN/kolej}$$

brzdná síla pro zatěžovací schéma LM-71, klasifikované součinitelem α

charakteristická

hodnota

$$Q_{Ib,LM,I,k} = \alpha \cdot 20,0 \cdot L_{nk} \cdot \xi$$

$$= 1,10 \cdot 20,0 \cdot 17,68 \cdot 1,0$$

$$= 389,0 \text{ kN} \leq Q_{Ib,LM,I,k, \text{lim}} = 6000 \text{ kN}$$

$$Q_{Ib,LM,I,k} = 389,0 \text{ kN/kolej}$$

rozhodující rozjezdová / brzdná síla pro zatěžovací schéma LM-71, klasifikované součinitelem α

charakteristická

hodnota

$$Q_{Iab,LM,I,k} = 641,8 \text{ kN/kolej}$$

6.2.4.2 Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami pro zatěžovací schéma SW/0, klasifikované součinitelem α **rozjezdová síla pro zatěžovací schéma SW/0, klasifikované součinitelem α**

charakteristická

hodnota

$$\begin{aligned}
 Q_{Ia,SW,I,k} &= \alpha \cdot 33,0 \cdot L_{nk} \cdot \xi \\
 &= 1,10 \cdot 33,0 \cdot 17,68 \cdot 1,0 \\
 &= 641,8 \text{ kN} \leq Q_{Ia,SW,I,k, \text{lim}} = 1000 \text{ kN} \\
 Q_{Ia,LM,I,k} &= 641,8 \text{ kN/kolej}
 \end{aligned}$$

brzdná síla pro zatěžovací schéma SW/0, klasifikované součinitelem α

charakteristická

hodnota

$$\begin{aligned}
 Q_{Ib,SW,I,k} &= \alpha \cdot 20,0 \cdot L_{nk} \cdot \xi \\
 &= 1,10 \cdot 20,0 \cdot 17,68 \cdot 1,0 \\
 &= 389,0 \text{ kN} \leq Q_{Ib,SW,I,k, \text{lim}} = 6000 \text{ kN} \\
 Q_{Ib,LM,I,k} &= 389,0 \text{ kN/kolej}
 \end{aligned}$$

rozhodující rozjezdová / brzdná síla pro zatěžovací schéma SW/0, klasifikované součinitelem α

charakteristická

hodnota

$$Q_{Iab,SW,I,k} = 641,8 \text{ kN/kolej}$$

6.2.4.3 Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami pro zatěžovací schéma SW/2

není uvažováno

6.2.4.4 Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami pro zatěžovací "nezatížený vlak"

rozjezdová síla pro zatěžovací schéma "nezatížený vlak"

charakteristická hodnota

$$Q_{Ia,nv,I,k} = 0,0 \text{ kN/kolej}$$

brzdná síla pro zatěžovací schéma "nezatížený vlak"

charakteristická hodnota

$$\begin{aligned}
 Q_{Ib,nv,I,k} &= 2,5 \cdot L_{nk} \cdot \xi \\
 &= 2,5 \cdot 17,68 \cdot 1,0 \\
 &= 44,2 \text{ kN/kolej}
 \end{aligned}$$

rozhodující rozjezdová / brzdná síla pro zatěžovací schéma "nezatížený vlak"

charakteristická hodnota

$$Q_{Iab,nv,I,k} = 44,2 \text{ kN/kolej}$$

6.2.5 Zatížení zemním tlakem na opěry od zatížení dopravou

vstupní parametry

od zatěžovací sschéma LM-71

$$Q_{z,LM,k} = 6,90 \text{ kN/m}^2$$

od zatěžovací sschéma SW/0

$$Q_{z,SW,k} = 11,50 \text{ kN/m}^3$$

6.2.6 Zatížení teplotním rozdílem mezi kolejí a nosnou konstrukcí

kolej bezstyková

dilatační délka nosné konstrukce

$$L_T = 17,68 \text{ m}$$

dílčí součinitele zatížení

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý

$$\gamma_{G,sup} = 1,45$$

mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý

$$\gamma_{A,sup} = 1,00$$

účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)

$$\gamma_{G,inf} = 0,00$$

účinek teplotního rozdílu mezi kolejí a nosnou konstrukcí pro kolej nezatíženou

odpor proti podélnému posunutí, pro kolej nezatíženou

$$k_1 = 20 \text{ kN/kolej}$$

charakteristická hodnota podélné síly (1 kolej)

$$\begin{aligned}
 Q_{It,I,k} &= 1,0 \cdot K_1 \cdot L_T \\
 &= 1,0 \cdot 20 \cdot 17,68 \\
 &= 353,6 \text{ kN/kolej}
 \end{aligned}$$

**účinek teplotního rozdílu mezi kolejí a nosnou konstrukcí pro kolej zatíženou**

odpor proti podélnému posunutí, pro kolej zatíženou	k_1	=	60	kN/kolej
charakteristická hodnota podélné síly (1 kolej)	$Q_{lt,l,k}$	=	$1,0 \cdot K_1 \cdot L_T$	
		=	$1,0 \cdot 60 \cdot 17,68$	
		=	1060,8	kN/kolej

6.2.7 Zatížení rovnoměrnou složkou teploty**dílčí součinitele zatížení**

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup}$	=	1,45
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{A,sup}$	=	1,00
účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)	$\gamma_{G,inf}$	=	0,00

maximální rozsah kladných účinných teplot

charakteristická hodnota	$\Delta T_{n,pos,k}$	=	27,00	°C
návrhová hodnota	$\Delta T_{n,pos,d}$	=	47,00	°C

maximální rozsah záporných účinných teplot

charakteristická hodnota	$\Delta T_{n,neg,k}$	=	-34,00	°C
návrhová hodnota	$\Delta T_{n,neg,d}$	=	-54,00	°C

6.2.8 Zatížení nerovnoměrnou složkou teploty**dílčí součinitele zatížení**

základní kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{G,sup}$	=	1,45
mimořádné kombinace zatížení, účinek zatížení nepříznivý	$\gamma_{A,sup}$	=	1,00
účinek zatížení příznivý (neuvažuje se)	$\gamma_{G,inf}$	=	0,00

rozdl mezi horním a dolním povrchem kladný

základní charakteristická hodnota	$\Delta T_{m,pos,k}$	=	15,00	°C
součinitel vlivu kolejového lože	k_{sur}	=	0,80	
redukována charakteristická teplota	$\Delta T_{m,pos,k}$	=	$k_{sur} \cdot 15,00$	°C

rozdl mezi horním a dolním povrchem záporný

základní charakteristická hodnota	$\Delta T_{m,neg,k}$	=	-8,00	°C
součinitel vlivu kolejového lože	k_{sur}	=	1,20	
redukována charakteristická teplota	$\Delta T_{m,neg,k}$	=	$k_{sur} \cdot -8,00$	°C

6.2.9 Zatížení nelineární složkou teploty**není uvažováno****6.2.10 Zatížení větrem****není uvažováno****6.2.11 Zatížení aerodynamickými účinky projíždějícího vlaku****není uvažováno****6.2.12 Zatížení služebních chodníků****není uvažováno**



6.2.13 Zatížení zábradlí
není uvažováno

6.3 Kombinace zatížení

Zatížení se kombinují podle zásad ČSN EN 1990, pří. A2 a ČSN EN 1991-2

6.3.1 Sestavy zatížení železniční dopravou

Zatížení železniční dopravou se sdružují do sestav zatížení dopravou, které se z hlediska dalších kombinací považují za jedno zatížení.

Součinitele kombinace Ψ_{gr} , které se uplatní pro jednotlivá zatížení železniční dopravou při tvorbě sestav zatížení železniční dopravou, jsou uvedeny v tabulce níže:

Počet kolejí na konstrukci			Sestavy zatížení			Svislé síly			Vodorovné síly			Poznámka
			odkazy EN 1991-2			6.3.2/ 6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	≥ 3	počet zatíže- ných kolejí	sestava zatížení ⁽⁸⁾	zatížená kolej	LM71 ⁽¹⁾ SW/0 ^{(1),(2)} HSLM ^{(6),(7)}	SW/2 ^{(1),(3)}	neza- tížený vlak	rozjezd, brzdění ⁽¹⁾	odstředivá síla ⁽¹⁾	boční ráz ⁽¹⁾	
			1	gr11	T ₁	1			1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	max. svislá 1 s max. podélnou
			1	gr 12	T ₁	1			0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	max. svislá 2 s max. příčnou
			1	gr 13	T ₁	1 ⁽⁴⁾			1	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	max. podélná
			1	gr 14	T ₁	1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾	1	1	max. boční
			1	gr 15	T ₁			1		1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	boční stabilita s „nezatíženým vlakem“
			1	gr 16	T ₁		1		1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. podélnou
			1	gr 17	T ₁		1		0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. příčnou
			2	gr 21	T ₁ T ₂	1 1			1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	max. svislá 1 s max. podélnou
			2	gr 22	T ₁ T ₂	1 1			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	max. svislá 2 s max. příčnou
			2	gr 23	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			1 1	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	max. podélná
			2	gr 24	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 1	1 1	max. boční
			2	gr 26	T ₁ T ₂	1 1	1		1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. podélnou
			2	gr 27	T ₁ T ₂	1 1	1		0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. příčnou
			≥ 3	gr 31	T _i	0,75			0,75 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾	přídavný zatě- žovací případ

(1) všechny odpovídající součinitele (α , ϕ , f , ...) se musí uvažovat.

(2) SW/0 se musí uvažovat jen pro spojitě trémové konstrukce.

(3) SW/2 je třeba uvažovat jen pro určené tratě.

(4) Při příznivém účinku se může součinitel redukovat na 0,5, nemůže být nula.

(5) V příznivých případech se tyto nedominantní hodnoty musí uvažovat rovné nule.

(6) HSLM a skutečné vlaky, pokud se požadují podle 6.4.4 a 6.4.6.1.1.


(7) Pokud se požaduje dynamická analýza podle 6.4.4, viz také 6.4.6.5(3) a 6.4.6.1.2.

(8) Viz také tabulka A2.3 v EN 1990

 příslušná dominantní složka zatížení

 uvažuje se při navrhování konstrukce podírající jednu kolej (sestavy zatížení 11 až 17)

 uvažuje se při navrhování konstrukce podírající dvě koleje (sestavy zatížení 11 až 27 kromě 15); každá ze dvou kolejí se musí uvažovat buď jako T₁ (kolej jedna) nebo T₂ (kolej dva)

 uvažuje se při navrhování konstrukce podírající tři nebo více kolejí; (sestavy zatížení 11 až 31 kromě 15); kterákoliv jedna kolej se musí uvažovat jako T₁, kterákoliv jiná kolej jako T₂ se všemi ostatními kolejemi nezatíženými; Navíc se uvažuje sestava zatížení 31 jako přídavný zatěžovací případ, kde všechny nepříznivé délky koleje T_i jsou zatíženy

Pro návrh nosné konstrukce se uplatní sestavy gr21 a gr22 (při LM-71 a SW/0).

6.3.2 Pravidla kombinace pro nahodilá zatížení

Zatížení se kombinují podle zásad ČSN E 1990, přílohy A2 a ČSN EN 1991-2.

Pro návrh ZBN se uplatní kombinace pro trvalé a dočasné návrhové situace.

Kombinace pro trvalé a dočasné situace:

$$\Sigma \gamma_{g,j} \cdot G_{kj} + \gamma_{q,1} \cdot Q_{k1} + \Sigma \gamma_{q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_{kj} jednotlivá stálá zatížení

Q_{k1} hlavní nahodilá zatížení

$Q_{k,i}$ vedlejší nahodilá zatížení

$\gamma_{g,j}, \gamma_{q,1}, \gamma_{q,i}$ součinitele zatížení pro jednotlivé zatížení

$\psi_{0,i}$ součinitel kombinace zatížení

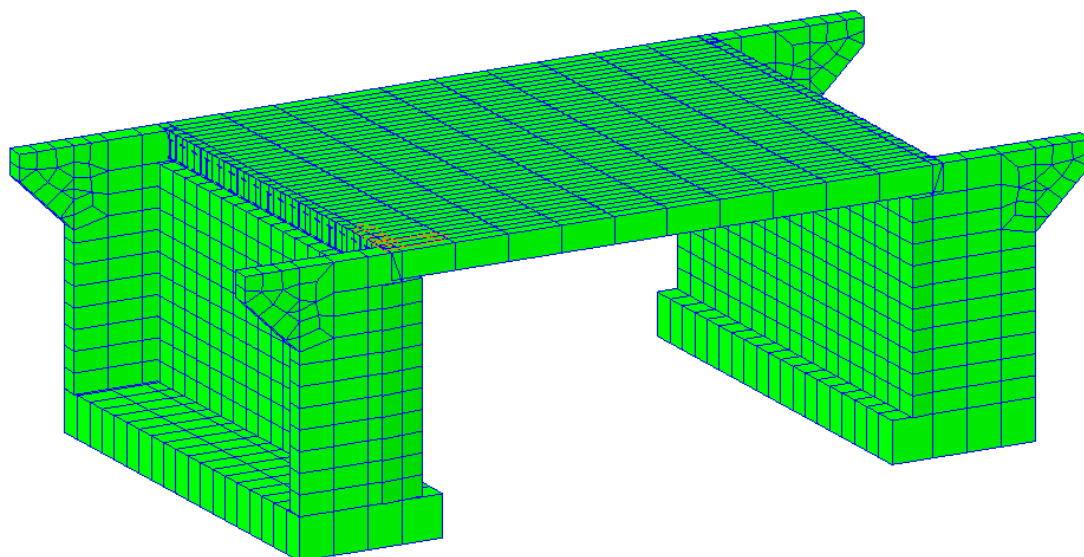
Zatížení			ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$
Jednotlivé složky zatížení dopravou ²⁾	LM 71		0,80	1)	0
	SW/0		0,80	1)	0
	SW/2		0	1,00	0
	Nezatížený vlak		1,00	—	—
	HSLM		1,00	1,00	0
	Rozjezdové a brzděné síly Odstředivé síly Síly interakce způsobené deformací od svislého zatížení		U jednotlivých složek zatížení dopravou v návrhových situacích, kde se zatížení dopravou uvažuje jako jedno vícesměrné hlavní zatížení a nikoli jako sestava zatížení, se mají použít stejné hodnoty součinitelů ψ jako u vedlejších svislých zatížení		
	Boční ráz		1,00	0,80	0
	Zatížení na neveřejných lávkách		0,80	0,50	0
	Skutečné vlaky		1,00	1,00	0
	Vodorovný zemní tlak způsobený přetížením od zatížení dopravou		0,80	1)	0
	Aerodynamické účinky		0,80	0,50	0
Nejúčinnější zatížení dopravou (sestavy zatížení)	gr11 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 1 a max. podélné	0,80	0,8	0
	gr12 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 2 a max. příčné			
	gr13 (brzdění/rozjezd)	Max. podélné			
	gr14 (odstředivé/boční ráz)	Max. příčné			
	gr15 (nezatížený vlak)	Příčná stabilita s „nezatíženým“ vlakem			
	gr16 (SW/2)	SW/2 a max. podélné	0,80	0,70	0
	gr17 (SW/2)	SW/2 a maximální příčné			
	gr21 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 1 a max. podélné			
	gr22 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 2 a max. příčné			
	gr23 (brzdění/rozjezd)	Max. podélné			
	gr24 (odstředivé/boční ráz)	Max. příčné			
	gr26 (SW/2)	SW/2 a max. podélné			
	gr27 (SW/2)	SW/2 a maximální příčné			

Zatížení			ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$
	gr31 (LM71 + SW0)	Doplňkové zatěžovací stavy	0,80	0,60	0
Ostatní provozní zatížení	Aerodynamické účinky		0,80	0,50	0
	Obecná zatížení pro údržbu na neveřejných lávkách		0,80	0,50	0
Zatížení větrem ²⁾	F_{wk}		0,75	0,50	0
	F_w^{**}		1,00	0	0
Zatížení teplotou ³⁾	T_k		0,60	0,60	0,50
Zatížení sněhem	$Q_{sk,k}$ (během provádění)		0,80	–	0
Staveništní zatížení	Q_c		1,0	–	1,0

¹⁾ 0,8 pro zatížení pouze 1 koleje;
0,7 pro současně zatížené 2 koleje;
0,6 pro 3 a více současně zatížených kolejí.
²⁾ Pokud zatížení větrem působí současně se zatížením dopravou, nemá se zatížení větrem $\psi_0 F_{wk}$ uvažovat větší než F_w^{**} (viz EN 1991-1-4). Viz A2.2.4(4).
³⁾ Viz EN 1991-1-5.
⁴⁾ Pokud se v trvalých a dočasných návrhových situacích ověřují přetvoření, součinitel ψ_2 pro zatížení kolejovou dopravou se má uvažovat hodnotou 1,00. Pro seismické návrhové situace viz tabulka A2.5.
⁵⁾ Minimální hodnota současně příznivě působícího svislého zatížení s jednotlivými složkami zatížení železniční dopravou (např. odstředivými, rozjezdovými nebo brzdnými) je 0,5 LM71, atd.

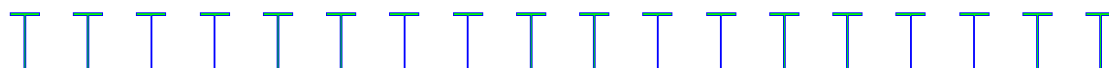
7 Výpočtový model

Vnitřní síly vyvolané účinky všech zatížení byly stanoveny pomocí modelu v programu Midas Civil. Most byl vymodelován jako rámová konstrukce.

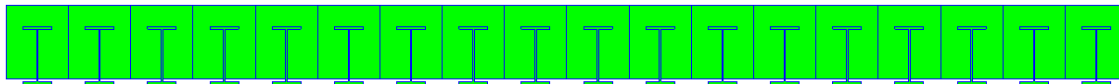


7.1 Horní rámová příčel (nosná konstrukce)

Horní rámová příčel je vymodelována pomocí 18 ks spřažených nosníků (ZBN) ocel x beton. Příčný roznos mezi jednotlivými nosníky je zajištěn pomocí ortotropní desky s vyloučením působení v podélném směru. Rámová příčel je vetknutá do rámových stojek.



Horní rámový příčel – montážní stav



Horní rámový příčel – po spřažení

7.2 Rámové stojky

Rámové stojky jsou vymodelovány jako deskostěnové prvky.

7.3 Základy

Základy opěr mostu jsou vymodelovány jako deskostěnové prvky. Uložení základů je vlivem umístění základové spáry v oblasti výskytu hornin jako plošné.

8 Posuzované průřezy

Mostní objekt byl posouzen v následujících řezech:

- Polovina rozpětí nejvíce zatíženého nosníku – ocelobetonový průřez
- Uložení nejvíce zatíženého nosníku (rámový roh) – ocelobetonový průřez
- Rámová stojka v místě rámového rohu – železobetonový průřez
- Rámová stojka v místě vetknutí základu – železobetonový průřez
- Základová spára

9 Průřezové charakteristiky rozhodujících průřezů

9.1 Nosník, polovina rozpětí kombinace zatížení základní

9.1.1 Geometrie a materiál průřezu

9.1.1.1 Ocelový průřez

Nosník

HEB 600 (válcovaný)

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

horní pásnice

ocel

S355

tloušťka

$t_{f1} = 25 \text{ mm}$

šířka

$b_{f1} = 300 \text{ mm}$

charakteristická mez kluzu

$f_{y,st,k} = 355,0 \text{ MPa}$

součinitel materiálu

$\gamma_{m,0,st} = 1,10$

návrhová mez kluzu

$f_{y,st,d} = f_{y,st,k} / \gamma_{m,0,st}$

$f_{y,st,d} = 322,7 \text{ MPa}$

stojina

ocel

S355

tloušťka

$t_w = 16 \text{ mm}$

výška

$b_w = 550 \text{ mm}$

charakteristická mez kluzu

$f_{y,st,k} = 355,0 \text{ MPa}$

součinitel materiálu

$\gamma_{m,0,st} = 1,10$

návrhová mez kluzu

$f_{y,st,d} = f_{y,st,k} / \gamma_{m,0,st}$

$f_{y,st,d} = 322,7 \text{ MPa}$

dolní pásnice

ocel

S355

tloušťka

$t_{f2} = 25 \text{ mm}$

šířka

$b_{f2} = 300 \text{ mm}$

charakteristická mez kluzu

$f_{y,st,k} = 355,0 \text{ MPa}$

součinitel materiálu

$\gamma_{m,0,st} = 1,10$

návrhová mez kluzu

$f_{y,st,d} = f_{y,st,k} / \gamma_{m,0,st}$

$f_{y,st,d} = 322,7 \text{ MPa}$

celková výška ocelového nosníku

$h_{st} = t_{f1} + h_w + t_{f2}$

$h_{st} = 600 \text{ mm}$

9.1.1.2 Betonová část průřezu

Beton

C30/37

tloušťka betonu nad horní pásnicí

$c_{f1} = 300 \text{ mm}$

spolupůsobící šířka betonu

$b_c = 650 \text{ mm}$

výška

betonu

$h_c = t_{f1} + h_w + c_{f1}$

$h_c = 875 \text{ mm}$

celková výška ocelobetonového průřezu

$h = h_{st} + c_{f1}$

$h = 900 \text{ mm}$

charakteristická pevnost v tlaku

$f_{c,k} = 30,0 \text{ MPa}$

součinitel materiálu

$\gamma_{m,0,c} = 1,50$

redukční součinitel pevnosti betonu v tlaku	$\alpha_{cc} =$	0,90
návrhová pevnost v tlaku		
$f_{c,d} = \alpha_{cc} \cdot f_{c,k} / \gamma_{m,0,c}$	$f_{c,d} =$	18,0 MPa
modul pružnosti pro krátkodobé zatížení	$E_{c,s} =$	32000 MPa
modul pružnosti	$E_{c,l} =$	10667 MPa
pracovní součinitel pro krátkodobé zatížení		
$n_s = E_{st} / E_{c,s}$	$n_{c,s} =$	6,6
pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení		
$n_l = E_{st} / E_{c,l}$	$n_{c,l} =$	19,7

Betonářská výztuž**B500 B**

tloušťka betonu krycí vrstvy, nominální	$C_{nom} =$	50 mm
horní podélná výztuž desky ZBN		
průměr horní podélné výztuže	$\varnothing_{s,l} =$	12 mm
průměr horní příčné výztuže	$\varnothing_{s,q} =$	16 mm
minimální vzdálenost těžiště horní podélné výztuže od povrchu desky ZBN		72 mm
výpočtová vzdálenost těžiště horní podélné výztuže od povrchu desky ZBN		75 mm
dolní podélná výztuž desky ZBN		
průměr dolní podélné výztuže	$\varnothing_{s,l} =$	12 mm
průměr dolní příčné výztuže	$\varnothing_{s,q} =$	16 mm
vzdálenost osy příčné výztuže ocelobetonového průřezu		130 mm
minimální vzdálenost těžiště dolní podélné výztuže od dolních ocelobetonového průřezu		144 mm
výpočtová vzdálenost těžiště dolní podélné výztuže od dolních ocelobetonového průřezu		145 mm
horní podélná výztuž desky ZBN - rámový roh		
průměr horní podélné výztuže	$\varnothing_{s,l} =$	28 mm
plocha výztuže	$A_s =$	4926,02 mm ² (2x4ks/150mm)
minimální vzdálenost těžiště horní podélné výztuže od povrchu desky ZBN		180 mm
výpočtová vzdálenost těžiště horní podélné výztuže od povrchu desky ZBN		180 mm
charakteristická mez kluzu	$f_{y,s,k} =$	500,0 MPa
součinitel materiálu	$\gamma_{m,0,s} =$	1,15
návrhová mez kluzu	$f_{y,s,d} = f_{y,s,k} / \gamma_{m,0,s}$	$f_{y,t,d} =$ 434,8 MPa



9.1.2 Klasifikace průřezu

9.1.2.1 Základní údaje

klasifikace pro nosník

válcovaný

poloměr zaoblení mezi stjinou a pásnicí

horní

$$d_{0,1} = 27 \text{ mm}$$

dolní

$$d_{0,2} = 27 \text{ mm}$$

horní pásnice a stojina jsou oboustranně obetonovány

dolní pásnice je jednostranně obetonována

9.1.2.2 Klasifikace horní pásnice při namáhání tlakovou silou

přečnávající část pásnice c

pro válcovaný nosník

$$c = b_{f1}/2$$

$$c = 150 \text{ mm}$$

tloušťka pásnice

$$t_{f1} = 25 \text{ mm}$$

štíhlost přečnávající

$$c / t_{f1}$$

$$= 6,00$$

vliv meze kluzu oceli

$$\epsilon = (235/f_{y,st,k,f1})^{0,5}$$

$$= 0,81362$$

Limitní hodnoty štíhlosti horní pásnice pro průřez ocelový (montážní stav)

třída průřezu	1	$\beta_{lim} = \epsilon \cdot 10$	8,14
	2	$\beta_{lim} = \epsilon \cdot 11$	8,95
	3	$\beta_{lim} = \epsilon \cdot 15$	12,20

třída průřezu tlačené pásnice ocelového průřezu (pro montážní stav):

$$c / t_{f1} < \beta_{lim} \quad 6,00 < 8,13617$$

třída 1

Limitní hodnoty štíhlosti horní pásnice pro průřez ocelobetonový

třída průřezu	1	$\beta_{lim} = \epsilon \cdot 10$	8,14
	2	$\beta_{lim} = \epsilon \cdot 15$	12,20
	3	$\beta_{lim} = \epsilon \cdot 21$	17,09

třída průřezu tlačené pásnice ocelového průřezu (pro montážní stav):

$$c / t_{f1} < \beta_{lim} \quad 6,00 < 8,13617$$

třída 1

9.1.2.3 Klasifikace stojiny při namáhání ohybem

rozhodující výška stojiny d

$$d = h_w - d_{0,1} - d_{0,2}$$

$$d = 496 \text{ mm}$$

tloušťka stojiny

$$t_w = 16 \text{ mm}$$

štíhlost stojiny

$$d / t_w$$

$$= 31,00$$

vliv meze kluzu oceli

$$\epsilon = (235/f_{y,st,k,f1})^{0,5}$$

$$= 0,81362$$

Limitní hodnoty štíhlosti stojiny pro průřez ocelový (montážní stav)

poloha plastické neutrální osy

$$z_{g,pl} = 300 \text{ mm}$$

stojina v tlaku

$$\alpha_{pl} \cdot d = t_{f2} + h_w - d_{0,1} - z_{g,pl}$$

$$= 275 \text{ mm}$$

koeficient α_{pl} v intervalu <0;1>

$$= 0,55444$$



při plastické analýze je účinná část stojiny v tahu i tlaku

poloha pružné neutrální osy $z_{g,el} = 300 \text{ mm}$
 stojina v tlaku $\alpha_{el} \cdot d = t_{f2} + hw - d_0 - z_{g,el} = 275 \text{ mm}$
 koeficient α_{el} v intervalu $\langle 0;1 \rangle = 0,55444$
 při pružné analýze je účinná část stojiny v tahu i tlaku

α	třída	α	limitní hodnoty β_{lim}	
pl	1	$\leq 0,5$	$\beta_{lim} = 36 \cdot \varepsilon / \alpha_{pl} =$	52,8
pl	1	$> 0,5$	$\beta_{lim} = 396 \cdot \varepsilon / (13 \alpha_{pl} - 1) =$	51,9
pl	2	$\leq 0,5$	$\beta_{lim} = 41,5 \cdot \varepsilon / \alpha_{pl} =$	60,9
pl	2	$> 0,5$	$\beta_{lim} = 456 \cdot \varepsilon / (13 \alpha_{pl} - 1) =$	59,8
el	3	$\leq 0,5$	$\beta_{lim} = 62 \cdot \varepsilon / \alpha_{el} =$	52,8
el	3	$> 0,5$	$\beta_{lim} = 42 \cdot \varepsilon \cdot 3 \cdot \alpha_{el} / (3 \alpha_{el} - 1) =$	86,3

třída průřezu pro stojinu ocelového průřezu dle plastické analýzy

$d / t_w < \beta_{lim}; \quad 31,00 < 51,9$

třída 1

výsledná třída průřezu stojiny ocelového průřezu (pro montážní stav):

třída 1

Limitní hodnoty štíhlosti stojiny pro průřez ocelobetonový - v poli

poloha plastické neutrální osy $z_{g,pl} = 579 \text{ mm}$
 stojina v tlaku $\alpha_{pl} \cdot d = t_{f2} + hw - d_0 - z_{g,pl} = -4 \text{ mm}$
 koeficient α_{pl} v intervalu $\langle 0;1 \rangle = 0$
 při plastické analýze je účinná část stojiny v tahu

poloha pružné neutrální osy $z_{g,el} = 444 \text{ mm}$
 stojina v tlaku $\alpha_{el} \cdot d = t_{f2} + hw - d_0 - z_{g,el} = 131 \text{ mm}$
 koeficient α_{el} v intervalu $\langle 0;1 \rangle = 0,26$
 při pružné analýze je účinná část stojiny v tahu i tlaku

α	třída	α	limitní hodnoty β_{lim}	
pl	1	$\leq 0,5$	$\beta_{lim} = 36 \cdot \varepsilon / \alpha_{pl} =$	-
pl	1	$> 0,5$	$\beta_{lim} = 396 \cdot \varepsilon / (13 \alpha_{pl} - 1) =$	-
pl	2	$\leq 0,5$	$\beta_{lim} = 41,5 \cdot \varepsilon / \alpha_{pl} =$	-
pl	2	$> 0,5$	$\beta_{lim} = 456 \cdot \varepsilon / (13 \alpha_{pl} - 1) =$	-
el	3	$\leq 0,5$	$\beta_{lim} = 62 \cdot \varepsilon / \alpha_{el} =$	111,0
el	3	$> 0,5$	$\beta_{lim} = 42 \cdot \varepsilon \cdot 3 \cdot \alpha_{el} / (3 \alpha_{el} - 1) =$	-

třída průřezu pro stojinu ocelobetonového průřezu dle plastické analýzy

třída 1

výsledná třída průřezu stojiny ocelobetonového průřezu v poli:

třída 1

9.1.2.4 Klasifikace průřezu jako celku

výsledná třída průřezu



ocelový průřez

TŘÍDA 1

ocelobetonový
průřez

TŘÍDA 1



9.1.3 Mezní únosnost ve smyku

mezní únosnost ve smyku ocelobetonového ve svislém smyku se stanoví jako mezní únosnost ocelového

průřezu ve svislém smyku

oslabení stojiny otvory je v tomto stupni zanedbáno

stabilita stojiny při namáháním smykem

stojina bez výztuh

štíhlost stojiny ocelového nosníku

$$d / t_w = 31,00$$

vliv meze kluzu

$$\varepsilon = (235 / f_{y,st,k})^{0,5} = 0,814$$

posouzení stability neobetonované stojiny bez výztuh (stavební stav):

$$d / t_w < 69 \cdot \varepsilon \quad 31,00 < 56,14$$

stojina nevybočí

posouzení stability obetonované stojiny bez výztuh (provozní stav):

$$d / t_w < 124 \cdot \varepsilon \quad 31,00 < 100,89$$

stojina nevybočí

stanoven mezní únosnosti stojiny ve smyku

plocha stojiny

$$A_w = h_w \cdot t_w = 8800 \text{ mm}^2$$

návrhová smyková pevnost stojiny

$$f_{y,st,d} / 3^{0,5} = 186,3 \text{ MPa}$$

mezní únosnost průřezu ve svislém smyku

$$V_{Rd} = A_w \cdot f_{y,st,d} / 3^{0,5} = 1639,7 \text{ kN}$$

9.1.4 Analýza průřezu namáhaného ohybem

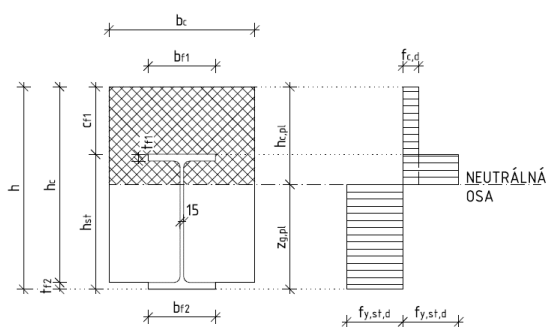
9.1.4.1 Vstupní předpoklady pro analýzu průřezu namáhaného ohybem

Obecné

- vliv tlačené betonářské výztuže je zanedbán
- vliv tažené betonářské výztuže je zanedbán
- plocha tlačeného betonu kolidující s ocelovým průřezem se obecně neodečítá
- válcované nosníky jsou zjednodušeně uvažovány bez zaoblení

plastická analýza průřezu

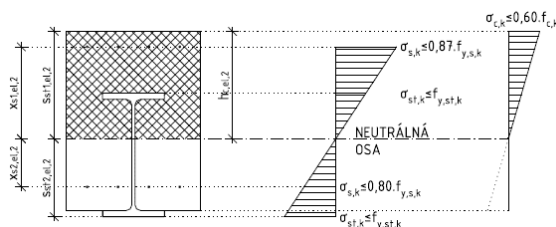
- průřez je plně zplastizován, působení betonu v tahu se neuvažuje
- průřez je namáhán ohybovým momentem a případně smykovou silou nikoli však normálovou silou



Průřez v poli

pružná analýza průřezu

- provádí se na ideálním ocelobetonovém průřezu
- průřezové charakteristiky ideálního průřezu jsou vztaženy k jeho ocelové části
- průběh normálových napětí ve všech částech průřezu je lineární
- uvažuje se historie zatížení
- průřezové charakteristiky se stanovují:
 - pro průřez bez působení betonu v tahu
- průřezové charakteristiky se stanovují:
 - pro dlouhodobé zatížení



Průřez v poli

9.1.4.2 Plastická analýza ocelového průřezu (montážní stav)

mezí normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$\begin{aligned}
 F_{st,f1} &= t_{f1} \cdot b_{f1} \cdot f_{y,st,d,f1} = & 2420 & \text{ kN} \\
 F_{st,w} &= h_w \cdot t_w \cdot f_{y,st,d,w} = & 2840 & \text{ kN} \\
 F_{st,f2} &= t_{f2} \cdot b_{f2} \cdot f_{y,st,d,f2} = & 2420 & \text{ kN}
 \end{aligned}$$

poloha neutrální osy



stanoví se z vodorovné podmínky rovnováhy:

$$\Sigma F^+ = \Sigma F^-$$

pokud je neutrální osa ve stojině nebo v dolní pásnici, platí:

$$F_{st,f1} < F_{st,w} + F_{st,f2}$$

$$2420 < 5260 \text{ kN}$$

pokud je neutrální osa v dolní pásnici, platí:

$$F_{st,f1} + F_{st,w} < F_{st,f2}$$

$$5260 > 2420 \text{ kN}$$

neutrální osa prochází stojinou

výpočet polohy neutrálné osy

vzdálenost neutrálné osy od horních vláken vrstvy i, ve které je neutrální osa obsažena se stanoví z podmínky vodorovné rovnováhy

$$\Sigma F^+ = \Sigma F^-$$

$$F_i^+ - z_i \cdot y_{st,i} \cdot f_{y,st,d,i} = F_i^- + z_i \cdot y_{st,i} \cdot f_{y,st,d,i}$$

$$z_i = (F_i^+ - F_i^-) / (2 \cdot y_{st,i} \cdot f_{y,st,d,i})$$

normálová tahová síla v průřezu včetně celé i-té vrstvy, kde je neutrální osa

$$F_i^+ = F_{st,w} + F_{st,f2} = 5260 \text{ kN}$$

normálová tlaková síla v průřezu bez celé i-té vrstvy, kde je neutrální osa

$$F_i^- = F_{st,f1} = 2420 \text{ kN}$$

šířka části průřezu, kde je neutrální osa

$$y_{st,i} = 16 \text{ mm}$$

návrhová mez kluzu oceli v části průřezu,

kde je neutrální osa

$$f_{y,st,d,i} = 322,7 \text{ MPa}$$

vzdálenost neutrálné osy od horní hrany části průřezu,

kde je neutrální osa

$$z_i = 275 \text{ mm}$$

vzdálenost neutrálné osy od dolních vláken průřezu

$$z_g = 300 \text{ mm}$$

výpočet mezního plastického momentu únosnosti ocelového průřezu

výpočet mezního plastického momentu únosnosti ocelového průřezu									
Část průřezu	tlak	dim z_i mm	dim y_i mm	A_i mm ²	$f_{d,i}$ MPa	$F_{d,i}$ kN	$z_{i,pl}$ mm	$x_{i,pl}$ mm	$F_{d,i} \cdot x_{i,pl}$ kNm
horní pásnice	f1-	25,0	300	7500	322,7	2420,5	587,5	287,5	695,9
	f1+	0,0	300	0	322,7	0,0	0,0	0,0	0,0
stojina	w-	275,0	16	4400	322,7	1420,0	437,5	137,5	195,3
	w+	275,0	16	4400	322,7	1420,0	162,5	-137,5	-195,3
dolní pásnice	f2-	0,0	300	0	322,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	f2+	25,0	300	7500	322,7	2420,5	12,5	-287,5	-695,9
průřez ocelový celkem									
tlak v ocelovém nosníku					$F_{st}^- =$	3840,5	$x_{st,pl}^- =$	232,0	891,1
tah v ocelovém nosníku					$F_{st}^+ =$	3840,5	$x_{st,pl}^+ =$	-232,0	-891,1

dim z_i svislý rozměr taženého nebo tlačené části průřezu

dim y_i vodorovný rozměr taženého nebo tlačené části průřezu

A_i plocha taženého nebo tlačené části průřezu

$f_{d,i}$ mezní normálové napětí v části prvku průřezu

$F_{d,i}$ mezní normálová síla v části prvku průřezu

vzdálenost těžiště tažené nebo tlačené části prvku průřezu od dolních vláken

$z_{i,pl}$



$X_{i,pl}$ vzdálenost těžiště tažené nebo tlačené části prvku průřezu od neutrálné osy

mezni plastický moment únosnosti ocelového průřezu

$$M_{pl,Rd} = \Sigma F_{d,i} \cdot X_{i,pl} = 1782,3 \text{ kNm}$$

9.1.4.3 Plastická analýza ocelobetonového průřezu - v poli

mezni normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

provádí se na ideálním ocelobetonovém průřezu

$$\begin{aligned} F_{c,1} &= c_{f1} \cdot b_c \cdot f_{c,d} = &= 3510 \text{ kN} \\ F_{c,2} &= t_{f1} \cdot (b_c - b_{f1}) \cdot f_{c,d} = &= 157,5 \text{ kN} \\ F_{c,3} &= h_w \cdot (b_c - t_w) \cdot f_{c,d} = &= 6277 \text{ kN} \\ F_{st,f1} &= t_{f1} \cdot b_{f1} \cdot f_{y,st,d,f1} = &= 2420 \text{ kN} \\ F_{st,w} &= h_w \cdot t_w \cdot f_{y,st,d,w} = &= 2840 \text{ kN} \\ F_{st,f2} &= t_{f2} \cdot b_{f2} \cdot f_{y,st,d,f2} = &= 2420 \text{ kN} \end{aligned}$$

poloha neutrální osy

stanoví se z vodorovné podmínky rovnováhy:

$$\Sigma F^+ = \Sigma F^-$$

pokud je neutrální osa v ocelovém nosníku

$$F_{c,1} < F_{st,f1} + F_{st,w} + F_{st,f2} \quad 3510 < 7681$$

pokud je neutrální osa pod horní pásnicí

$$F_{c,1} + F_{c,2} + F_{st,f1} < F_{st,w} + F_{st,f2} \quad 9944 > 5260 \text{ kN}$$

neutrální osa prochází horní pásnicí

výpočet polohy neutrálné osy

vzdálenost neutrálné osy od horních vláken vrstvy i, ve které je neutrální osa obsažena se stanoví z podmínky vodorovné rovnováhy

$$\Sigma F^+ = \Sigma F^-$$

$$F_i^+ - Z_i \cdot \gamma_{st,i} \cdot f_{y,st,d,i} = F_i^- + Z_i \cdot (\gamma_{st,i} \cdot f_{y,st,d,i} + \gamma_{c,i} \cdot f_{c,d,i})$$

$$Z_i = (F_i^+ - F_i^-) / (2 \cdot \gamma_{st,i} \cdot f_{y,st,d,i} + \gamma_{c,i} \cdot f_{c,d,i})$$

normálová tahová síla v průřezu včetně celé i-té vrstvy, kde je neutrální osa

$$F_i^+ = F_{st,f1} + F_{st,w} + F_{st,f2} = 7681 \text{ kN}$$

normálová tlaková síla v průřezu bez celé i-té vrstvy, kde je neutrální osa

$$F_i^- = F_{c1} = 3510 \text{ kN}$$

šířka betonu ve vrstvě i

$$\gamma_{c,i} = 350 \text{ mm}$$

návrhová pevnost betonu v části průřezu,

$$f_{c,d,i} = 18 \text{ MPa}$$

šířka oceli ve vrstvě i

$$\gamma_{st,i} = 300 \text{ mm}$$

návrhová mez kluzu oceli v části průřezu,

$$f_{y,st,d,i} = 322,7 \text{ MPa}$$

kde je neutrální osa

vzdálenost neutrálné osy od horní hrany části průřezu,

kde je neutrální osa

$$Z_i = 20,9 \text{ mm}$$

vzdálenost neutrálné osy od dolních vláken průřezu

$$Z_g = 579,1 \text{ mm}$$

výpočet mezního plastického momentu únosnosti ocelobetonového průřezu v poli

Část průřezu	tlak tah	dim z_i mm	dim y_i mm	A_i mm ²	$f_{d,i}$ MPa	$F_{d,i}$ kN	$z_{i,pl}$ mm	$x_{i,pl}$ mm	$F_{d,i} \cdot x_{i,pl}$ kNm
beton	c1-	300,0	650	195000	18,0	3510,0	750,0	170,9	599,7
	c2-	20,9	350	7301	18,0	131,4	610,4	31,3	4,1
	c3-	0,0	0	0	18,0	0,0	0,0	-579,1	0,0
horní pásnice	f1-	20,9	300	6258	322,7	2019,7	597,9	18,8	38,0
	f1+	4,1	300	1242	322,7	400,7	577,1	-2,1	-0,8
stojina	w-	0,0	16	0	322,7	0,0	0,0	-579,1	0,0
	w+	550,0	16	8800	322,7	2840,0	300,0	-279,1	-792,8
dolní pásnice	f2-	0,0	300	0	322,7	0,0	0,0	-579,1	0,0
	f2+	25,0	300	7500	322,7	2420,5	12,5	-566,6	-1371,5
průřez ocelový celkem									
tlak v betonu					$F_c =$	3641,4	$x_{c,pl} =$	165,8	603,8
tlak v ocelovém nosníku					$F_{st}^- =$	2019,7	$x_{st,pl}^- =$	18,8	38,0
tah v ocelovém nosníku					$F_{st}^+ =$	5661,2	$x_{st,pl}^+ =$	-382,4	-2165,1

dim z_i	svislý rozměr taženého nebo tlačené části průřezu
dim y_i	vodorovný rozměr taženého nebo tlačené části průřezu
A_i	plocha taženého nebo tlačené části průřezu
$f_{d,i}$	mezni normálové napětí v části prvku průřezu
$F_{d,i}$	mezni normálová síla v části prvku průřezu
$z_{i,pl}$	vzdálenost těžiště tažené nebo tlačené části prvku průřezu od dolních vláken
$x_{i,pl}$	vzdálenost těžiště tažené nebo tlačené části prvku průřezu od neutrální osy

mezni plastický moment únosnosti ocelového průřezu

$$M_{pl,Rd} = \Sigma F_{d,i} \cdot x_{i,pl} = 2806,9 \text{ kNm}$$

9.1.4.4 Pružná analýza ocelového průřezu

průřezové charakteristiky jednotlivých částí průřezu, vztažené k dolním vláknům

Část průřezu	index	dim z_i mm	dim y_i mm	A_i mm ²	$z_{i,el}$ mm	$A_i \cdot z_{i,el}$ mm ²	$I_{o,i}$ mm ⁴	$A_i \cdot z_{i,el}^2$ mm ⁴	$I_{d,i}$ mm ⁴
horní p	f1	25,0	300	7500	587,5	4,406E+06	3,906E+05	2,589E+09	2,589E+09
stojina	w	550,0	16	8800	300,0	2,640E+06	2,218E+08	7,920E+08	1,014E+09
dolní p	f2	25,0	300	7500	12,5	9,375E+04	3,906E+05	1,172E+06	1,563E+06
Celkem:			ΣA_i	2,380E+04	$\Sigma A_i \cdot z_{i,el}$	7,140E+06		$\Sigma I_{d,i}$	3,604E+09

dim z_i	svislý rozměr taženého nebo tlačené části průřezu
dim y_i	vodorovný rozměr taženého nebo tlačené části průřezu
A_i	plocha části průřezu
$z_{i,el}$	vzdálenost těžiště průřezu od dolních vláken
$I_{o,i}$	moment setrvačnosti prvku průřezu k vlastní těžišťové ose
$I_{d,i}$	moment setrvačnosti prvku průřezu k dolním vláknům průřezu

průřezové charakteristiky ocelového průřezu

vzdálenost neutrální osy od dolních vláken průřezu

$$z_{g,el} = 300,0 \text{ mm}$$

plocha průřezu

$$A_{st} = 23800,0 \text{ mm}^2$$

moment setrvačnosti průřezu k neutrální ose

$$I_{st} = 1,462E+09 \text{ mm}^4$$



horní vlákna ocelového průřezu

průřezová modul

$$W_{el,st,1} = 4,875E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,1} = -300,0 \text{ mm}$$

dolní vlákna ocelového průřezu

průřezová modul

$$W_{el,st,2} = 4,875E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,2} = 300,0 \text{ mm}$$

horní vlákna stojiny ocelovho průřezu

průřezová modul

$$W_{el,st,3} = 5,318E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,3} = -275,0 \text{ mm}$$

dolní vlákna stojiny ocelovho průřezu

průřezová modul

$$W_{el,st,4} = 5,318E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,4} = 275,0 \text{ mm}$$

moment únosnosti ocelového průřezu při pružném působení

charakteristická hodnota

$$M_{el,Rk} = 1730,6 \text{ kNm}$$

návrhová hodnota

$$M_{el,Rd} = 1573,3 \text{ kNm}$$

9.1.4.5 Pružná analýza ocelobetonového průřezu - v poli

výpočet polohy neutrálné osy

$$z_{g,el} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{b_c} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_c \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

celková výška ocelobetonového průřezu

$$h = 900 \text{ mm}$$

pracovní součinitel

$$n_l = 19,7$$

plocha ocelového průřezu

$$A_{st} = 23800,0 \text{ mm}^2$$

splupůsobící šířka nosníku

$$b_c = 650 \text{ mm}$$

vzdálenost těžiště ocelového průřezu od dolních vláken průřezu

$$Z_{st} = 300,0 \text{ mm}$$

vzdálenost neutrálné osy od dolních vláken průřezu

$$Z_{g,el,2} = 444,1 \text{ mm}$$

tloušťka tlaceného betonu

$$h_{c,el,3} = 455,9 \text{ mm}$$

ověření polohy neutrální osy

vzdálenost horních vláken stojiny od dolních vláken průřezu

$$Z_{w,h} = 600,0 \text{ mm}$$

vzdálenost dolních vláken stojiny od dolních vláken průřezu

$$Z_{w,d} = 25,0 \text{ mm}$$

$$Z_{w,d} < Z_{g,el,2} < Z_{w,h}$$

$$25,0 \quad 444,1 \quad 600,0$$

neutrálná osa prochází stojinou

průřezové charakteristiky jednotlivých částí průřezu, vztažené k dolním vláknům

Část průřezu	index	dim z_i mm	dim y_i mm	A_i mm^2	$z_{i,el}$ mm	$A_i \cdot z_{i,el}$ mm^2	$I_{o,i}$ mm^4	$A_i \cdot z_{i,el}^2$ mm^4	$I_{d,i}$ mm^4
beton	c1	300,0	650	9905	750,0	7,429E+06	7,429E+07	5,572E+09	5,646E+09
	c2	25,0	350	444	587,5	2,611E+05	2,315E+04	1,534E+08	1,534E+08
	c3	130,9	634	4214	90,4	3,811E+05	6,014E+06	3,446E+07	4,047E+07
ocel	st	-	-	23800	300,0	7,140E+06	3,906E+05	2,142E+09	2,142E+09
Celkem:			ΣA_i	3,836E+04	$\Sigma A_i \cdot z_{i,el}$	1,521E+07		$\Sigma I_{d,i}$	7,982E+09

průřezové charakteristiky ocelového průřezu

vzdálenost neutrální osy od dolních vláken průřezu

$$z_{g,el} = 444,1 \text{ mm}$$

plocha průřezu

$$A_{2,+} = 38363,7 \text{ mm}^2$$

moment setrvačnosti průřezu k neutrální ose

$$I_{st} = 1,332E+09 \text{ mm}^4$$

horní vlákna betonu

-

průřezová modul

$$W_{el,st,1} = 2,922E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,1} = -455,9 \text{ mm}$$

horní vlákna ocelového průřezu

-

průřezová modul

$$W_{el,st,2} = 8,545E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,2} = -155,9 \text{ mm}$$

dolní vlákna ocelového průřezu

průřezová modul

$$W_{el,st,3} = 2,999E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,3} = 444,1 \text{ mm}$$

horní vlákna stojiny ocelového průřezu

-

průřezová modul

$$W_{el,st,4} = 1,018E+07 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,4} = -130,9 \text{ mm}$$

dolní vlákna betonu

průřezová modul

$$W_{el,st,5} = 3,177E+06 \text{ mm}^3$$

excentricita od neutrálné osy

$$S_{el,st,5} = 419,1 \text{ mm}$$

10 Mezní stavy únosnosti

10.1 Mezní stav únosnosti – únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro normálové napětí

10.1.1 Nosník v poli - montážní stav

Návrhové hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení

Průběhy vnitřních sil působících na konstrukci byly stanoveny v programu Midas Civil. Dále v kapitolách pro posouzení konstrukce budou uvedeny již výsledné hodnoty kombinací rozhodujících zatížení.

$$\begin{aligned} \text{Ohybový moment:} & \quad M_{Ed} = 559 \text{ kNn} \\ \text{Posouvající síla:} & \quad V_{Ed} = 0 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Mezní plastický moment:} \quad M_{pl,Rd} = 1782 \text{ kNn}$$

$$\text{Návrhová únosnost ve vstředním smyku:} \quad V_{pl,Rd} = 1640 \text{ kN}$$

Vliv interakce ohybového momentu a vstřední síly:

$$\begin{aligned} \text{Posouzení únosnosti ve vstředním smyku:} & \quad V_{Ed} < V_{pl,Rd} \\ & \quad 0 < 1640 \text{ kN} \end{aligned}$$

mezní únosnost průřezu ve vstředním smyku VYHOVUJE

Posouzení interakce smyku s ohybem:

$$\begin{aligned} 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= 819,8 \text{ kN} \\ V_{Ed} &< 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ 0 &< 819,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

mezní plastický moment **není nutno redukovat**

Redukce mezního plastického momentu únosnosti ocelového průřezu

$$\begin{aligned} \text{součinitel } \rho - \text{redukce využití stojiny} & \quad \rho = (2 \cdot V_d / V_{pl,Rd} - 1)^2 \\ & \quad = 1 \end{aligned}$$

mezní plastický moment únosnosti ocelobetonového průřezu:

$$M_{pl,Rd} = 1782 \text{ kNn}$$

redukováný plastický moment únosnosti:

$$M_{pl,Rd,red} = 1782 \text{ kNn}$$

$$\begin{aligned} \text{Posouzení:} & \quad M_{Ed} < M_{pl,Rd,red} \\ & \quad 559 < 1782 \text{ kNm} \end{aligned}$$

mezní únosnost průřezu v ohybu VYHOVUJE

10.1.2 Nosník v poli

10.1.2.1 Návrhové hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení

$$\begin{aligned} \text{Ohybový moment:} & \quad M_{Ed} = 1602 \text{ kNn} \\ \text{Posouvající síla:} & \quad V_{Ed} = 0 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Mezní plastický moment:} \quad M_{pl,Rd} = 2807 \text{ kNn}$$



Návrhová únosnost ve vsmělu smyku:

$$V_{pl,Rd} = 1640 \text{ kN}$$

Vliv interakce ohybového momentu a vsmělé síly:

Posouzení únosnosti ve vsmělu smyku:

$$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$$

$$0 < 1640 \text{ kN}$$

mezní únosnost průřezu ve vsmělu smyku VYHOVUJE

Posouzení interakce smyku s ohybem:

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 819,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$0 < 819,8 \text{ kN}$$

mezní plastický moment **není nutno redukovat**

Redukce mezního plastického momentu únosnosti ocelobetonového průřezu

součinitel ρ - redukce využití stojiny

$$\rho = (2 \cdot V_d / V_{pl,Rd} - 1)^2$$

$$= 1$$

mezní plastický moment únosnosti ocelobetonového průřezu:

$$M_{pl,Rd} = 2807 \text{ kNm}$$

redukováný plastický moment únosnosti:

$$M_{pl,Rd,red} = 2807 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$M_{Ed} < M_{pl,Rd,red}$$

$$1602 < 2807 \text{ kNm}$$

mezní únosnost průřezu v ohybu VYHOVUJE

10.1.2.2 Stanovení zatížitelnosti prvku

mezní hodnota posuzovaného prvku

$$R_d = 2807 \text{ kNm}$$

vsmělé zatížení železniční dopravou od LM-71

$$E_{LM71,Ed} = 303 \text{ kNm}$$

rozhodující hodnota posuzovaného účinku od všech

ostatních účinků zatížení

$$E_{rs,Ed} = 1200 \text{ kNm}$$

stanovení zatížitelnosti pro daný účinek:

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

$$Z_{LM71} = 5,30$$

10.2 Mezní stav únosnosti – únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro smykové napětí

10.2.1 Nosník v montážním stavu

Posouvající síla: $V_{Ed} = 157 \text{ kN}$

Návrhová únosnost ve svislém smyku: $V_{pl,Rd} = 1640 \text{ kN}$

Vliv interakce ohybového momentu a svislé síly:

Posouzení únosnosti ve svislém smyku: $V_{Ed} < V_{pl,Rd}$
 $157 < 1640 \text{ kN}$

mezní únosnost průřezu ve svislém smyku VYHOVUJE

10.2.2 Nosník v rámovém rohu

10.2.2.1 Návrhové hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení

Posouvající síla: $V_{Ed} = 762 \text{ kN}$

Návrhová únosnost ve svislém smyku: $V_{pl,Rd} = 1640 \text{ kN}$

Vliv interakce ohybového momentu a svislé síly:

Posouzení únosnosti ve svislém smyku: $V_{Ed} < V_{pl,Rd}$
 $762 < 1640 \text{ kN}$

mezní únosnost průřezu ve svislém smyku VYHOVUJE

10.2.2.2 Stanovení zatížitelnosti prvku

Zatížitelnost pro zatížení smykovou silou

mezní hodnota posuzovaného prvku $R_d = 1640 \text{ kNm}$

svislé zatížení železniční dopravou od LM-71 $E_{LM71,Ed} = 161 \text{ kNm}$

rozhodující hodnota posuzovaného účinku od všech ostatních účinků zatížení $E_{rs,Ed} = 713 \text{ kNm}$

stanovení zatížitelnosti pro daný účinek:

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

$$Z_{LM71} = 5,76$$

11 Mezní stavy použitelnosti

11.1 Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

11.1.1 Omezení napětí v betonu

Průřez nosníků při charakteristickém zatížení působí pružně bez uvažování betonu v tahu.

Beton v tlaku nesmí přesáhnout hodnotu $0,6 f_{ck}$.

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$0,6 \cdot f_{ck} = 18 \text{ MPa}$$

11.1.2 Omezení napětí v ocelovém nosníku

Průřez nosníků při charakteristickém zatížení působí pružně bez uvažování betonu v tahu.

Napětí ve vláknech ocelového nosníku nesmí přesáhnout hodnotu $f_{y,st,k}$.

$$f_{y,st,k} = 355 \text{ MPa}$$

11.1.3 Posouzení napětí

Prvek	Rozhoufící vnitřní síly [kNm]	Plocha ideálního průřezu [mm ²]	Horní vlákna betonu				Horní vlákna oceli				Dolní vlákna oceli			
			Průřezový modul ideální [mm ³]	Normálová napětí [MPa]	Limit napětí $0,6 \cdot f_{ck}$ [MPa]	VYHOVUJE	Průřezový modul ideální [mm ³]	Normálová napětí [MPa]	Limit napětí $f_{y,st,k}$ [MPa]	VYHOVUJE	Průřezový modul ideální [mm ³]	Normálová napětí [MPa]	Limit napětí $f_{y,st,k}$ [MPa]	VYHOVUJE
Ocelový průřez montážní stav	414	23800	-	-	-	-	-4,875E+06	-84,93	355	OK	4,875E+06	84,93	355	OK
Ocelobetonový nosník v poli	846	38363,72	-5,752E+07	-14,71	-18	OK	-8,545E+06	-99,01	355	OK	2,999E+06	282,13	355	OK

11.1.4 Stanovení zatížitelnosti prvku od charakteristického zatížení v horních vláknech betonu desky

Zatížitelnost pro zatížení normálovým napětím

$$\text{mezní hodnota posuzovaného prvku} \quad R_d = 18 \text{ MPa}$$

$$\text{svislé zatížení železniční dopravou od LM-71} \quad E_{LM71,Ed} = 13 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} &\text{rozhodující hodnota posuzovaného účinku od všech} \\ &\text{ostatních účinků zatížení} \quad E_{rs,Ed} = 4 \text{ MPa} \end{aligned}$$

stanovení zatížitelnosti pro daný účinek:

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

$$Z_{LM71} = 1,15$$

11.1.5 Stanovení zatížitelnosti prvku od charakteristického zatížení v horních vláknech ocelového nosníku

Zatížitelnost pro zatížení normálovým napětím

$$\text{mezní hodnota posuzovaného prvku} \quad R_d = 355 \text{ MPa}$$

$$\text{svislé zatížení železniční dopravou od LM-71} \quad E_{LM71,Ed} = 24 \text{ MPa}$$



rozhodující hodnota posuzovaného účinku od všech
ostatních účinků zatížení

$$E_{rs,Ed} = 88 \text{ MPa}$$

stanovení zatížitelnosti pro daný účinek:

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

$$Z_{LM71} = 10,92$$

11.1.6 Stanovení zatížitelnosti prvku od charakteristického zatížení v dolních vláknech ocelového nosníku

Zatížitelnost pro zatížení normálovým napětím

mezní hodnota posuzovaného prvku $R_d = 355 \text{ MPa}$

svislé zatížení železniční dopravou od LM-71 $E_{LM71,Ed} = 70 \text{ MPa}$

rozhodující hodnota posuzovaného účinku od všech
ostatních účinků zatížení

$$E_{rs,Ed} = 250 \text{ MPa}$$

stanovení zatížitelnosti pro daný účinek:

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

$$Z_{LM71} = 1,51$$

11.2 Nadvýšení ocelových nosníků ZBN

Průhyb od stálého zatížení 33 mm
průhyb od schématu LM-71 2 mm
průhyb od 25 % LM-71 0,5 mm

teoretická hodnota nadvýšení 33,5 mm

výrobní nadvýšení nosníků ZBN 30 mm

11.3 Mezní stav použitelnosti - svislý průhyb ZBN z hlediska bezpečnosti dopravy

11.3.1 Stanovení průhybu

Rozpětí 16373 mm

Rozhodující průhyb od zatížení železniční dopravou

$$\delta_{p,k} = 2,6 \text{ mm}$$

Mezní hodnota svislého průhybu ZBN z hlediska bezpečnosti dopravy

$$\delta_{p,lim} = L/600$$

$$= 27,3 \text{ mm}$$

$$\delta_{p,k} < \delta_{p,lim}$$

$$2,6 < 27,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

11.3.2 Stanovení zatížitelnosti

průhyb od zatěžovacího schématu LM71, včetně dynamického součinitele

$$\delta_{LM71,k} = \delta_{p,k} / \alpha = 2,1 \text{ mm}$$

$$Z_{LM71} = \delta_{p,lim} / \delta_{LM71,k} = 12,7$$

12 Zatížitelnost

Poř. číslo	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	Typ	L_p	ϕ_i	$\gamma_{Q,LM71}$	Viz číslo	Z_{LM71}	Poznámka
1	Hlavní nosník uprostřed rozpětí	MSÚ	Ohyb	1,0	M	16,37	1,37	1,45	40	5,30	
2	Hlavní nosník rámový roh	MSÚ	Smyk	1,0	V	16,37	1,37	1,45	41	5,76	
3	Hlavní nosník uprostřed rozpětí	MSP	Omezení napětí horní vlákna betonu	1,0	M	16,37	1,37	1,00	42	1,15	
4	Hlavní nosník uprostřed rozpětí	MSP	Omezení napětí horní vlákna ocel. nosníku	1,0	M	16,37	1,37	1,00	43	10,92	
5	Hlavní nosník uprostřed rozpětí	MSP	Omezení napětí dolní vlákna ocel. nosníku	1,0	M	16,37	1,37	1,00	43	1,51	
6	Hlavní nosník uprostřed rozpětí	MSP	Průhyb	1,0	M	16,37	1,37	1,00	44	12,7	

13 Posouzení železobetonových průřezů

Posouzení železobetonových průřezů bylo provedeno programem Idea Statica.

13.1 Rámová příčel v rámovém rohu

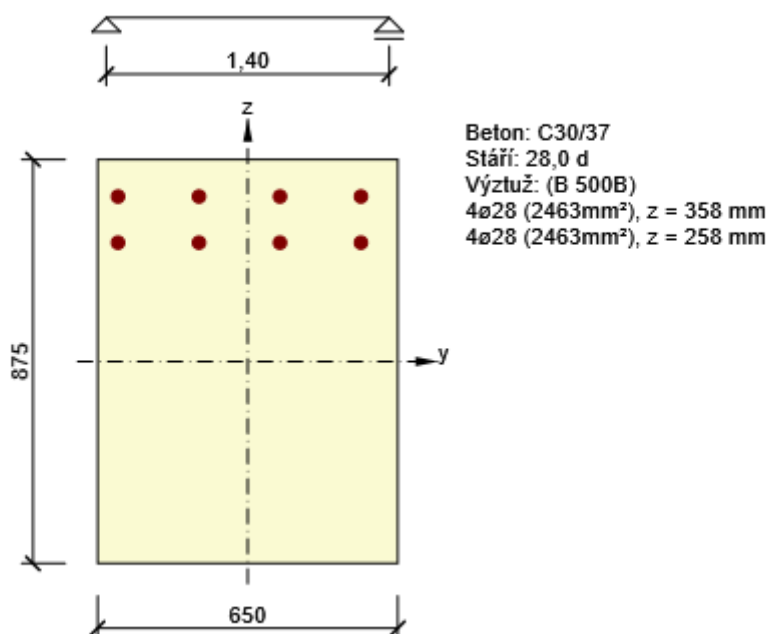
Horní rámová příčel byla posouzena jako železobetonový průřez namáhaný ohybem bez vlivu smyku. Posouvající síla v rámovém rohu bude přenesena ocelovým profilem HEB (viz kapitola 10.2.2).

1 Posouzení řezů

1.1 Řez S 1

1.1.1 Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



1.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	0,0	0,0	0,0	0,0	-998,0	0,0
Celkové	Charakteristická	0,0	0,0	0,0	0,0	-713,0	0,0
Celkové	Kvazistálá	0,0	0,0	0,0	0,0	-444,0	0,0







1.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	0,0	-713,0	0,0			87,4	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	-998,0	0,0			70,2	OK
Smyk	0,0			0,0	0,0	0,0	OK
Kroucení					0,0	0,0	OK
Interakce	0,0	-998,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK
Omezení napětí	0,0	-713,0	0,0			87,4	OK

Šířka trhliny	0,0	-444,0	0,0			54,7	OK
Ohybová štíhlost	0,0	-444,0	0,0			5,2	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Upozornění

	Upozornění
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2
	Není možné vytvořit ekvivalentní tenkostěnný průřez pro posudek kroucení, ale tento průřez není nutný, protože krouticí moment je nulový.
	Posouzení interakce smyku, krutu a ohybu nebylo provedeno. Posudek není nutný, protože smyková síla a krouticí moment jsou nulové.
	Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvodila napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu v posudcích MSP pro všechny kombinace daného extrému. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.
	Beton v tahu je vyloučen z působení, protože je průřez porušen trhlínami, viz čl. 7.1 (2)
	Poměr rozpětí k účinné výšce splňuje podmínky podle čl. 7.4.2 EN 1992-1-1. Proto není třeba průhyb určit výpočtem.

1.1.1.3 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

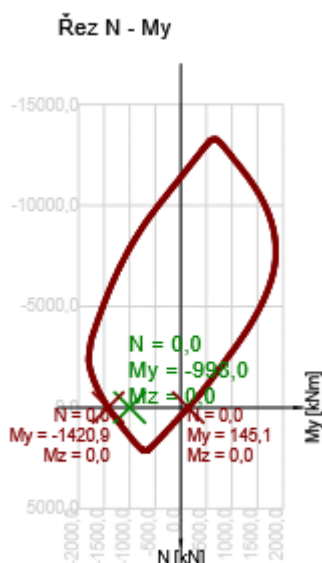
N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	-998,0	0,0	Nu-Mu-Mu	70,2	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	0,0	0,0	0,0
M _y [kNm]	-998,0	-1420,9	145,1
M _z [kNm]	0,0	0,0	0,0

Upozornění

Žádná upozornění



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
N_{Ed}	Návrhová hodnota působící normálové síly od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,y}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,z}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
Typ	Nu-Mu-Mu: Únosnost průřezu je určena za předpokladu proporcionální změny všech složek působících vnitřních sil (excentricita normálové síly zůstává konstantní) až do okamžiku dosažení interakční plochy. Změnu působících vnitřních sil lze interpretovat jako pohyb podél přímky spojující počátek souřadné soustavy (0,0,0) a bod určený působícími vnitřními silami (N_{Ed} , $M_{Ed,y}$, $M_{Ed,z}$). Dva průsečíky této přímky s interakční plochou, které lze nalézt, reprezentují dvě sady sil na mezi únosnosti. V každém průsečíku určí program tři síly na mezi únosnosti: návrhovou únosnost N_{Rd} a odpovídající návrhové únosnosti v ohybu $M_{Rd,y}$, $M_{Rd,z}$.
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
F_{Ed}	Návrhová hodnota působící síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
F_{Rd1}	První sada sil na mezi únosnosti odpovídající prvnímu průsečíku na interakční ploše
F_{Rd2}	Druhá sada sil na mezi únosnosti odpovídající druhému průsečíku na interakční ploše

1.1.1.4 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	0,0	276,7	bez redukce	6.2.2(1)	0,0	100,0	OK


Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
0,0	276,7	2533,7	2575,6	0,0	276,7

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
0	0	4926	650	750	650	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0,12	1,52	0,15	0,01	0,0	0,0	0,4	0,53	0,60

Upozornění

Upozornění	
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
V_{Ed}	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
N_{Ed}	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
V_{Rd}	Výsledná návrhová únosnost ve smyku
Posudek zóny	Typ zóny, ve které se provádí posouzení
Článek	Číslo ustanovení normy (typ metody) použité pro posouzení smyku
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztahovaná k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$V_{Rd,r}$	Maximální návrhová hodnota posouvající síly, kterou prvek může přenést bez uplatnění redukce součinitelem Beta podle (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést při namáhání vzdorující smykové výztuže na mezi kluzu
n_c	Počet větví smykové výztuže
a_{sw}	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky
A_{sl}	Průřezová plocha tažené podélné výztuže
b_w	Šířka průřezu v místě těžiště průřezu
d	Účinná výška průřezu
z	Rameno vnitřních sil
θ	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
α	Úhel mezi smykovou výztuží a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
α_{cw}	Součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlačeném pásu
$C_{Rd,c}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
k	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
k_1	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže

ρ_l	Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží
σ_{cp}	Normálové napětí v průřezu od zatížení nebo předpětí omezené 0.2 fcd
σ_{wd}	Návrhové napětí smykové výztuže podle poznámky 2 čl. 6.2.3 (3)
V_{min}	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
v	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku
V_1	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku

1.1.1.5 Kroucení

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	160,9	0,0	100,0	OK


Návrhové hodnoty krouticího momentu a únosnosti v kroucení

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0,0	160,9	628,5	0,0	160,9

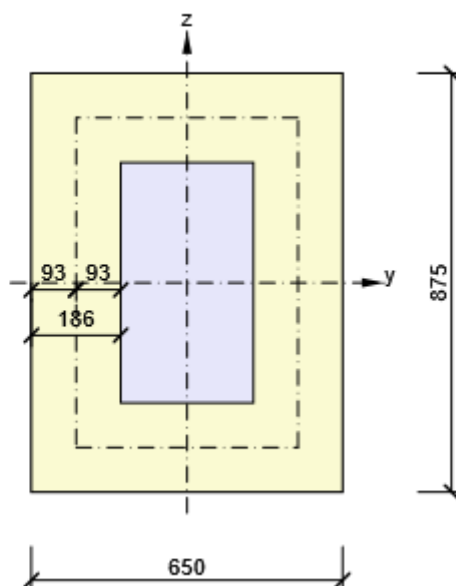
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení kroucení

A_k [mm ²]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	A_{sp} [mm ²]	θ [°]
319148	2304	186	0	0	0	45,0

Upozornění

Upozornění	
	Není možné vytvořit ekvivalentní tenkostěnný průřez pro posudek kroucení, ale tento průřez není nutný, protože krouticí moment je nulový.

Náhradní tenkostěnný průřez pro posouzení kroucení




Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
T_{Ed}	Návrhová hodnota působícího krouticího momentu (s účinky předpětí)
T_{Rd}	Rozhodující návrhový krouticí moment na mezi únosnosti
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$T_{Rd,c}$	Návrhový krouticí moment při vzniku trhlin
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
$T_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximálního krouticího momentu, kterou prvek může přenést při namáhání výztuže vzdorující kroucení na mezi kluzu
A_k	Plocha omezená střednicemi spojených stěn průřezu, včetně ploch vnitřních otvorů
U_k	Obvod plochy A_k
t_{eff}	Účinná tloušťka stěny
a_{sw}	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky použité k posouzení kroucení
A_{sl}	Plocha podélné výztuže nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
A_{sp}	Plocha předpínací výztuže nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
θ	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu

1.1.1.6 Interakce

Upozornění

	Upozornění
	Posouzení interakce smyku, krutu a ohybu nebylo provedeno. Posudek není nutný, protože smyková síla a krouticí moment jsou nulové.

1.1.1.7 Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláknó betonu	1	-15,7	-18,0	87,4	100,0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	1	260,7	400,0	65,2	100,0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vláknó	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-325	-438	0,0	-713,0	0,0	-15,7	-18,0	87,4	OK
7.2(3)-Quasi	1	-325	-438	0,0	-444,0	0,0	-9,8	-13,5	72,6	OK

Podrobné posouzení výztuže - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	1	245	358	0,0	-713,0	0,0	239,4	400,0	59,8	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-325	-438	0,0	-713,0	0,0	-11,1	-18,0	61,5	OK
7.2(3)-Quasi	1	-325	-438	0,0	-444,0	0,0	-6,9	-13,5	51,1	OK



Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	1	245	358	0,0	-713,0	0,0	260,7	400,0	65,2	OK

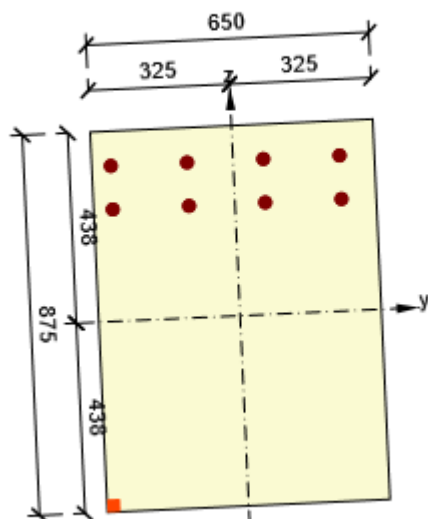
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Použit γ_{lt}	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatické	373	568750	3050	36500,0	28,0	7,0	70	Ne	1,76

Upozornění

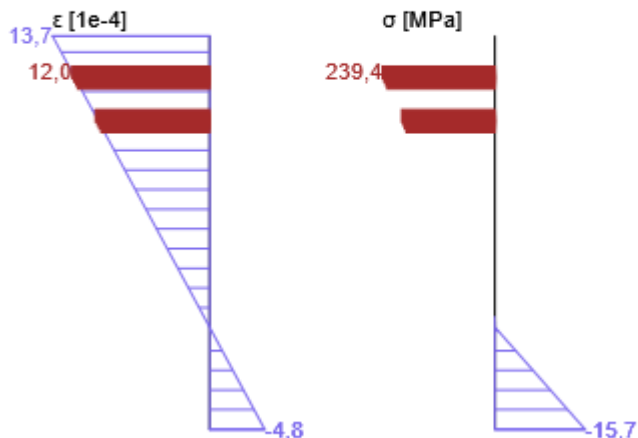
Upozornění	
	Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvodila napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu v posudcích MSP pro všechny kombinace daného extrému. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.
	Beton v tahu je vyloučen z působení, protože je průřez porušen trhlinami, viz čl. 7.1 (2)

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu

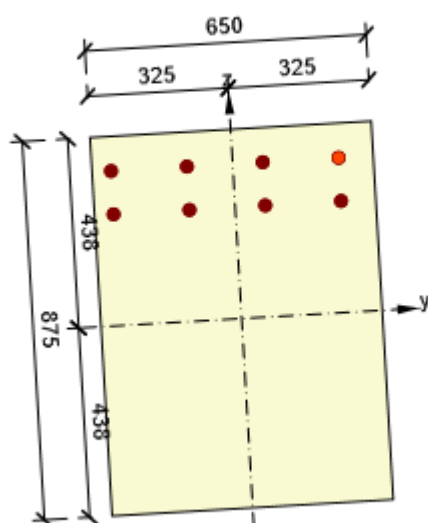


Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky

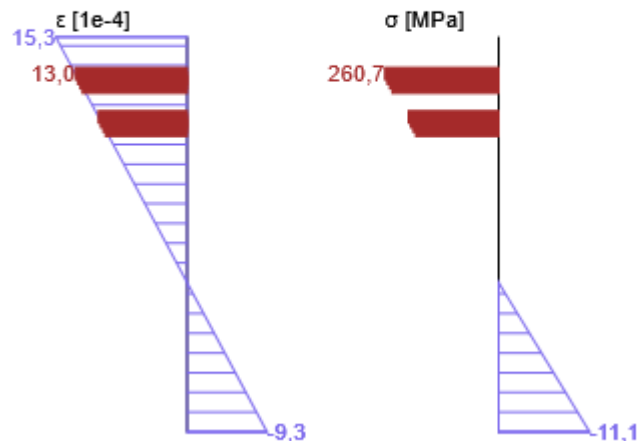


Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Typ posudku	Číslo ustanovení normy a typ kombinace použité pro posouzení omezení napětí
Část průřezu	Specifikace části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel), ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Index	Číslo vlákna betonu, výztužné vložky nebo předpjatého kabelu, ve kterých byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
σ	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení

σ_{lim}	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
y_i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z_i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
N	Normálová síla pro příslušnou kombinaci zatížení
M_y	Ohybový moment okolo osy y pro příslušnou kombinaci zatížení
M_z	Ohybový moment okolo osy z pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
h_0	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$, kde A_c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A_c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
t_0	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
t_s	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabýváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použít γ_{lt}	Použít součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\phi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

1.1.1.8 Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	0,0	-444,0	0,0	0,113	0,300	37,5	100,0	OK

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	0,0	-444,0	0,0	0,164	0,300	54,7	100,0	OK

Mezivýsledky a součinitele pro výpočet šířky trhlin - krátkodobé účinky

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
234	223	763	135502	4926	0,04
k_t [-]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0,60	4,5	0,80	0,50	1,78	0,43
c [mm]	ϵ_1 [1e-4]	ϵ_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
66	8,5	-3,0	248	28	149,1


Mezivýsledky a součinitele pro výpočet šířky trhlin - dlouhodobé účinky

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
345	189	797	110666	3079	0,03
k_t [-]	$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0,40	5,7	0,80	0,50	1,78	0,43
c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
66	9,5	-5,8	289	28	162,4

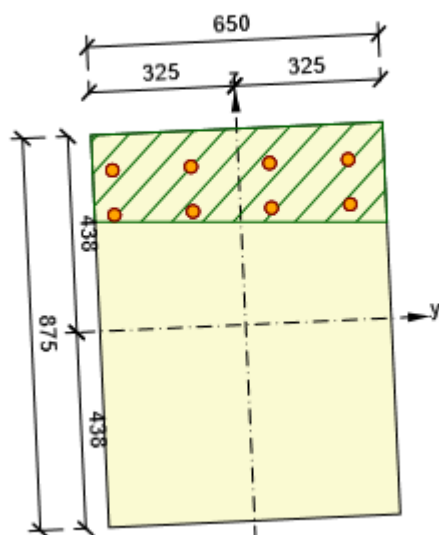
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Použít γ_{lt}	$\phi(t,t_0)$ [-]
Automatické	373	568750	3050	36500,0	28,0	7,0	70	Ne	1,76

Upozornění

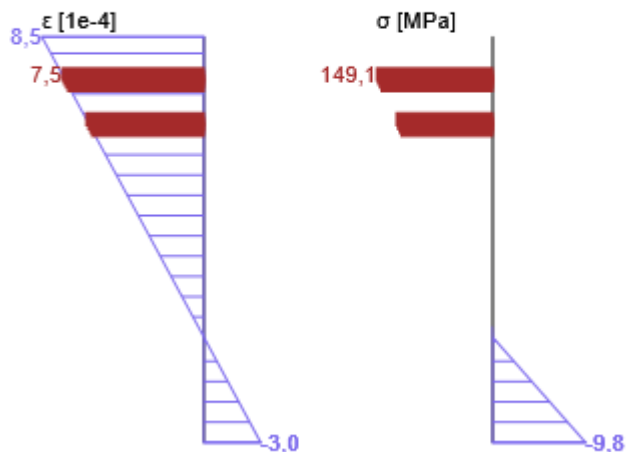
	Upozornění
	Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvodila napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu v posudcích MSP pro všechny kombinace daného extrému. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu

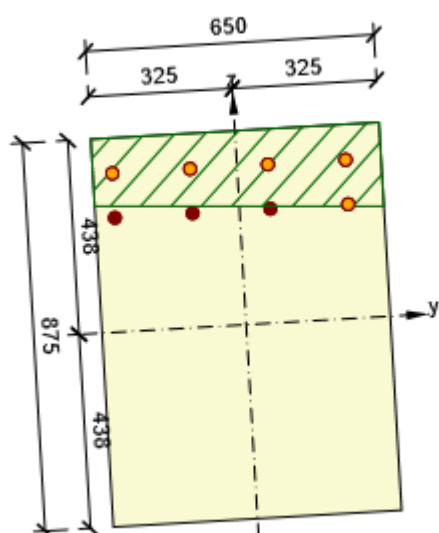


Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky

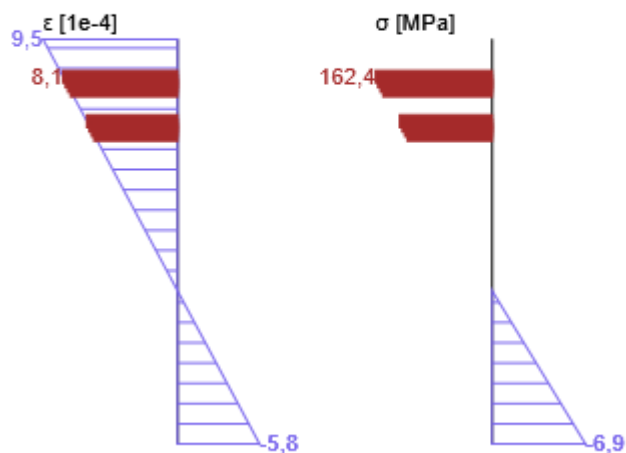


Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Kombinace	Kombinace použitá pro výpočet včetně součinitelů r_{snp} nebo r_{inf} podle čl. 5.10.9
N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
M_y	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení
M_z	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
w_k	Šířka trhlin vypočtená podle čl. 7.3.4
w_{lim}	Mezní hodnota šířky trhlin podle tabulky 7.1N
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztahená k mezní hodnotě

Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
x	Výška zóny tláčeného betonu (poloha neutrální osy)
$h_{c,eff}$	Výška účinné plochy taženého betonu obklopující betonářskou nebo předpínací výztuž (7.3.2 (3))
d	Účinná výška průřezu
$A_{c,eff}$	Účinná plocha taženého betonu obklopující betonářskou nebo předpínací výztuž
$A_{s,eff}$	Účinná plocha betonářské a předpínací výztuže nacházející se uvnitř účinné plochy betonu
$\rho_{p,eff}$	Poměr účinné plochy betonářské a předpínací výztuže a účinné plochy taženého betonu
k_t	Součinitel závisící na době trvání zatížení (7.3.4 (2))
k_1	Součinitel, kterým se zohledňují vlastnosti výztuže se soudržností (7.3.4 (3))
k_2	Součinitel, kterým se zohledňuje rozdělení poměrného přetvoření (7.3.4 (3))
c	Tloušťka krycí vrstvy podélné výztuže
ε_1	Větší tahové poměrné přetvoření na okrajích vyšetřovaného průřezu, stanovené v průřezu, který je celý oslaben trhlinou
ε_2	Menší tahové poměrné přetvoření na okrajích vyšetřovaného průřezu, stanovené v průřezu, který je celý oslaben trhlinou
$s_{r,max}$	Maximální výsledná vzdálenost trhlin
Φ	Průměr výztužné vložky nebo ekvivalentní průměr výztužné vložky, pokud jsou v průřezu použity vložky různých průměrů
σ_s	Maximální napětí v tahové výztuži stanovené v průřezu porušeném trhlinou
h_0	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$, kde A_c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A_c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
t_0	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
t_s	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabýváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použít γ_{lt}	Použít součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

1.1.1.9 Ohybová štíhlost

N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	λ [-]	λ_d [-]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	-444,0	0,0	1,83	35,00	5,2	100,0	OK
I_n [mm]	I_{eff} [mm]	d [mm]	K	ρ [%]	ρ_0 [%]	ρ' [%]	σ_s
1000	1400	763	1	0,7	0,5	0,0	149,1

13.2 Základ

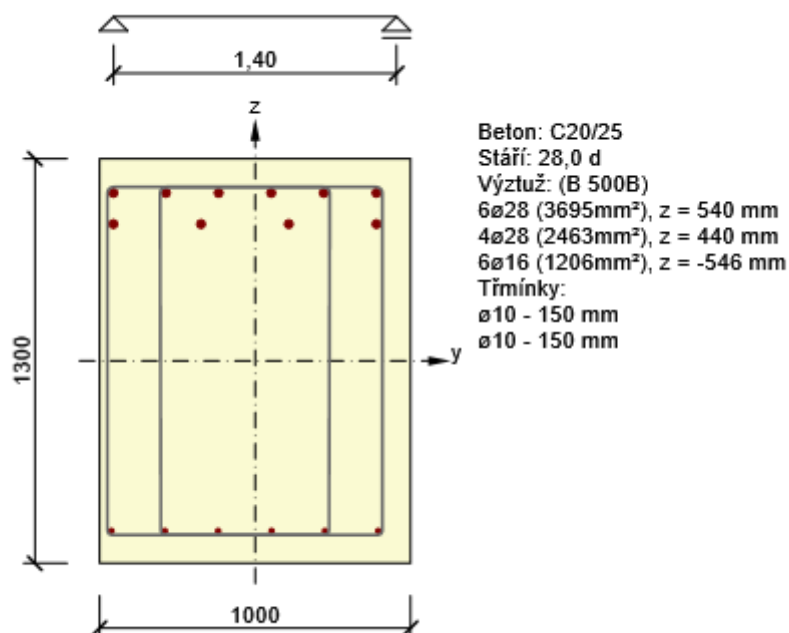
Základ mostního objektu byl posouzen jako železobetonový průřez namáhaný ohybem a posouvající silou.

1 Posouzení řezů

1.1 Řez S 1

1.1.1 Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



1.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	0,0	0,0	-815,0	0,0	-2518,0	0,0
Celkové	Charakteristická	0,0	0,0	0,0	0,0	-1453,0	0,0
Celkové	Kvazistálá	0,0	0,0	0,0	0,0	-1158,0	0,0






1.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	0,0			815,0	0,0	95,7	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	-2518,0	0,0			87,5	OK
Smyk	0,0			815,0	0,0	95,7	OK

Kroucení					0,0	0,0	OK
Interakce	0,0	-2518,0	0,0	815,0	0,0	93,7	OK
Omezení napětí	0,0	-1158,0	0,0			95,3	OK
Šířka trhliny	0,0	-1158,0	0,0			89,8	OK
Ohybová štíhlost	0,0	-1158,0	0,0			3,9	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Upozornění

	Upozornění
	Není možné vytvořit ekvivalentní tenkostěnný průřez pro posudek kroucení, ale tento průřez není nutný, protože krouticí moment je nulový.
	Posouzení interakce smyku a kroucení podle čl. 6.3.2 (5) nevyhovuje, proto bylo třeba provést posouzení mezní únosnosti při interakci všech složek vnitřních sil.
	Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvodila napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu v posudcích MSP pro všechny kombinace daného extrému. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.
	Beton v tahu je vyloučen z působení, protože je průřez porušen trhlinami, viz čl. 7.1 (2)
	Poměr rozpětí k účinné výšce splňuje podmínky podle čl. 7.4.2 EN 1992-1-1. Proto není třeba průhyb určit výpočtem.

1.1.1.3 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

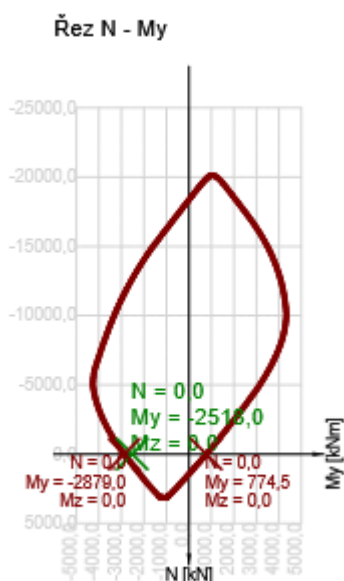
N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	-2518,0	0,0	Nu-Mu-Mu	87,5	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	0,0	0,0	0,0
M _y [kNm]	-2518,0	-2879,0	774,5
M _z [kNm]	0,0	0,0	0,0

Upozornění

Žádná upozornění



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
N_{Ed}	Návrhová hodnota působící normálové síly od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,y}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,z}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
Typ	$N_u-M_u-M_u$: Únosnost průřezu je určena za předpokladu proporcionální změny všech složek působících vnitřních sil (excentricita normálové síly zůstává konstantní) až do okamžiku dosažení interakční plochy. Změnu působících vnitřních sil lze interpretovat jako pohyb podél přímky spojující počátek souřadné soustavy (0,0,0) a bod určený působícími vnitřními silami (N_{Ed} , $M_{Ed,y}$, $M_{Ed,z}$). Dva průsečíky této přímky s interakční plochou, které lze nalézt, reprezentují dvě sady sil na mezi únosnosti. V každém průsečíku určí program tři síly na mezi únosnosti: návrhovou únosnost N_{Rd} a odpovídající návrhové únosnosti v ohybu $M_{Rd,y}$, $M_{Rd,z}$.
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
F_{Ed}	Návrhová hodnota působící síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
F_{Rd1}	První sada sil na mezi únosnosti odpovídající prvnímu průsečíku na interakční ploše
F_{Rd2}	Druhá sada sil na mezi únosnosti odpovídající druhému průsečíku na interakční ploše

1.1.1.4 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
815,0	0,0	851,8	bez redukce	6.2.3(3)	95,7	100,0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
815,0	431,6	4066,9	4243,6	851,8	851,8

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
4	2094	6158	1000	1153	1017	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0,12	1,42	0,15	0,01	0,0	382,7	0,3	0,55	0,60

Upozornění

Žádná upozornění

Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
V_{Ed}	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
N_{Ed}	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
V_{Rd}	Výsledná návrhová únosnost ve smyku
Posudek zóny	Typ zóny, ve které se provádí posouzení
Článek	Číslo ustanovení normy (typ metody) použité pro posouzení smyku
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$V_{Rd,r}$	Maximální návrhová hodnota posouvající síly, kterou prvek může přenést bez uplatnění redukce součinitelem Beta podle (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést při namáhání vzdorující smykové výztuže na mezi kluzu
n_c	Počet větví smykové výztuže
a_{sw}	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky
A_{sl}	Průřezová plocha tažené podélné výztuže
b_w	Šířka průřezu v místě těžiště průřezu
d	Účinná výška průřezu
z	Rameno vnitřních sil
θ	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
α	Úhel mezi smykovou výztuží a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
α_{cw}	Součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlačném pásu
$C_{Rd,c}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
k	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
k_1	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
ρ_l	Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží
σ_{cp}	Normálové napětí v průřezu od zatížení nebo předpětí omezené $0.2 f_{cd}$

σ_{wd}	Návrhové napětí smykové výztuže podle poznámky 2 čl. 6.2.3 (3)
V_{min}	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
v	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku
v_1	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku

1.1.1.5 Kroucení

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	425,5	0,0	100,0	OK


Návrhové hodnoty krouticího momentu a únosnosti v kroucení

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0,0	425,5	1518,1	0,0	425,5

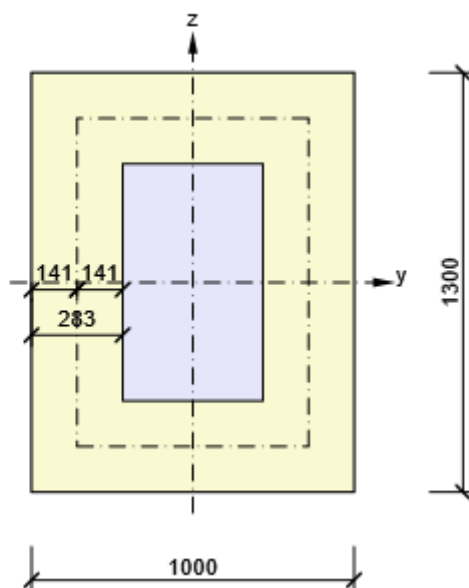
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení kroucení

A_k [mm ²]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	A_{sp} [mm ²]	θ [°]
729868	3470	283	0	0	0	45,0

Upozornění

Upozornění	
	Není možné vytvořit ekvivalentní tenkostěnný průřez pro posudek kroucení, ale tento průřez není nutný, protože krouticí moment je nulový.

Náhradní tenkostěnný průřez pro posouzení kroucení



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
T_{Ed}	Návrhová hodnota působícího krouticího momentu (s účinky předpětí)
T_{Rd}	Rozhodující návrhový krouticí moment na mezi únosnosti
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$T_{Rd,c}$	Návrhový krouticí moment při vzniku trhlin
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
$T_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximálního krouticího momentu, kterou prvek může přenést při namáhání výztuže vzdorující kroucení na mezi kluzu
A_k	Plocha omezená střednicemi spojených stěn průřezu, včetně ploch vnitřních otvorů
U_k	Obvod plochy A_k
t_{eff}	Účinná tloušťka stěny
a_{sw}	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky použité k posouzení kroucení
A_{sl}	Plocha podélné výztuže nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
A_{sp}	Plocha předpínací výztuže nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
θ	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu

1.1.1.6 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota V+T [%]	Hodnota V+T+M [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	-2518,0	0,0	815,0	0,0	88,0	93,7	93,7	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
431,6	425,5	4066,9	1518,1	188,8	20,0	20,0	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

A_{sl} [mm ²]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7364	815,0	3431,1	23,8	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

a_{sw} [mm ² /m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
524	200,4	227,7	88,0	100,0	OK


Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \varepsilon_t$ [1e-4]	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
2287,8	815,0	0,0	25,0	0,0	1	93,7	100,0	OK

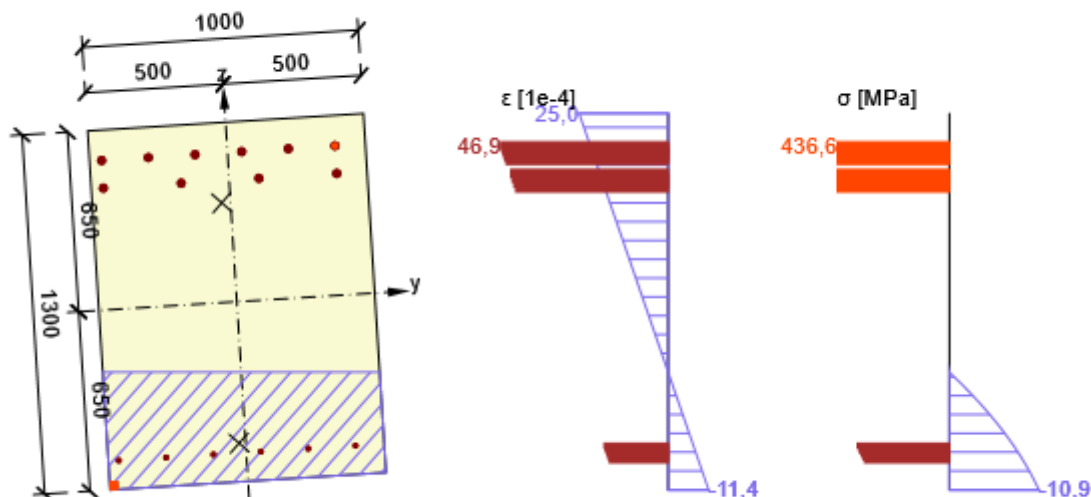
Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	390	540	25,0	46,9	450,0	1,8	436,6	465,9	93,7	OK

Upozornění

	Upozornění
	Posouzení interakce smyku a kroucení podle čl. 6.3.2 (5) nevyhovuje, proto bylo třeba provést posouzení mezní únosnosti při interakci všech složek vnitřních sil.

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
N_{Ed}	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
M_{Edy}	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
M_{Edz}	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
V_{Ed}	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
T_{Ed}	Návrhová hodnota působícího krouticího momentu (s účinky předpětí)
Hodnota $V+T$	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota $V+T+M$	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk, ohyb a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$T_{Rd,c}$	Návrhový krouticí moment při vzniku trhlin
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
rce. 6.31	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.31) EN 1992-1-1

rce. 6.29	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.29) EN 1992-1-1
A_{sl}	Průřezová plocha podélné výztuže použita pro posouzení smyku a/nebo kroucení. V případě kroucení je to plocha výztuže uvnitř třmínku, která je účinná na únosnost v krutu.
F_{sl}	Tahová síla způsobená posouvající silou a kroucením v podélné výztuži nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
$F_{sl,lim}$	Mezní hodnota tahové síly v podélné výztuži nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení ($F_{sl,lim}=A_{sl}*f_{yd}$)
a_{sw}	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky použita k posouzení interakce smyku a kroucení
F_{sw}	Tahová síla způsobená posouvající silou a kroucením ve smykové výztuži použité k posouzení interakce smyku a kroucení
$F_{sw,lim}$	Mezní hodnota tahové síly ve smykové výztuži účinné na interakci smyku a kroucení ($F_{sw,lim}=A_{sw}*f_{ywd}$)
F_b	Výslednice sil v podélné výztuži od ohybu a normálové síly
$\Delta F_{td,s}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená posouvající silou spočtená jako $V_{Ed} * \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená kroucením
$\Delta \epsilon_s$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou
$\Delta \epsilon_t$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené kroucením
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
y_i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z_i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$\Delta \epsilon_{st}$	Přídavné poměrné přetvoření podélné výztuže způsobené posouvající silou a kroucením
ϵ	Poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
ϵ_{lim}	Mezní hodnota poměrného přetvoření podélné výztuže/kabelu
$\Delta \sigma_{st}$	Přídavné tahové napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou a kroucením
σ	Napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
σ_{lim}	Mezní hodnota napětí v podélné výztuži/kabelu

1.1.1.7 Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(3)-Quasi	Vlákno betonu	1	-8,6	-9,0	95,3	100,0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	1	252,0	400,0	63,0	100,0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-500	-650	0,0	-1453,0	0,0	-10,8	-12,0	89,7	OK
7.2(3)-Quasi	1	-500	-650	0,0	-1158,0	0,0	-8,6	-9,0	95,3	OK

Podrobné posouzení výztuže - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	1	390	540	0,0	-1453,0	0,0	236,5	400,0	59,1	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-500	-650	0,0	-1453,0	0,0	-6,8	-12,0	56,8	OK
7.2(3)-Quasi	1	-500	-650	0,0	-1158,0	0,0	-5,4	-9,0	60,4	OK



Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	1	390	540	0,0	-1453,0	0,0	252,0	400,0	63,0	OK

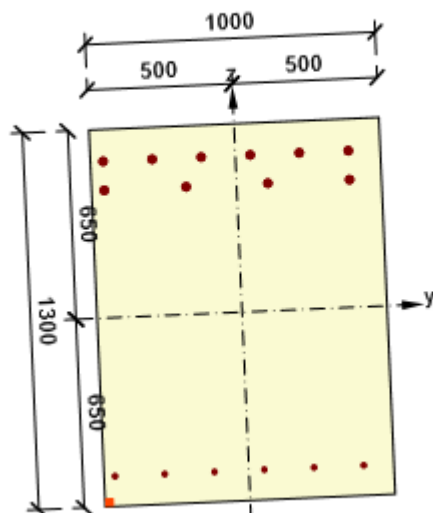
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Použit γ_{lt}	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatické	565	1300000	4600	36500,0	28,0	7,0	70	Ne	2,04

Upozornění

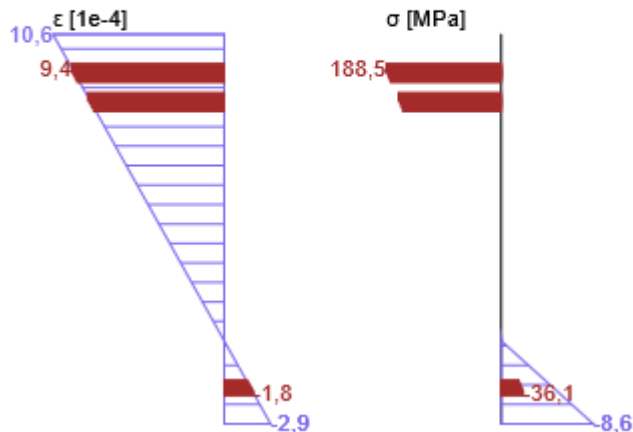
Upozornění	
	Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvodila napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu v posudcích MSP pro všechny kombinace daného extrému. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.
	Beton v tahu je vyloučen z působení, protože je průřez porušen trhlinami, viz čl. 7.1 (2)

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu

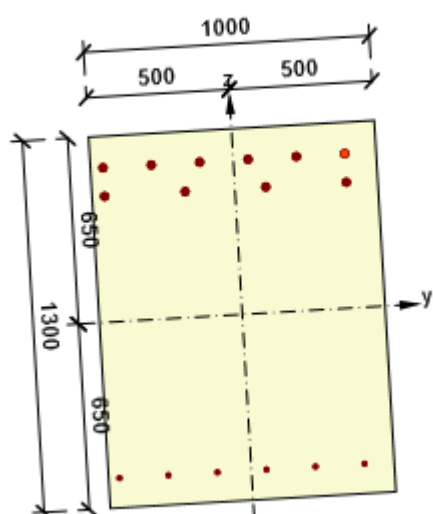


Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky

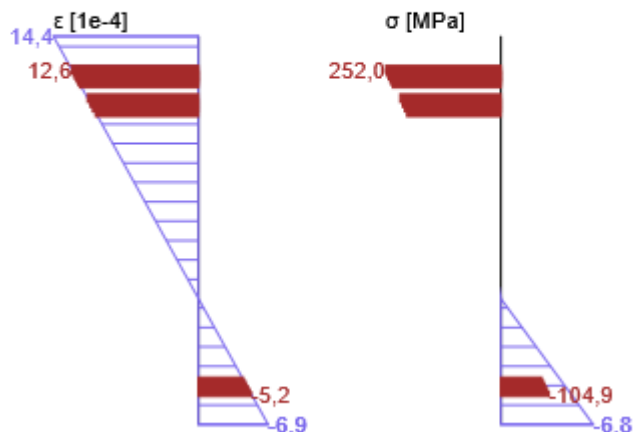


Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Typ posudku	Číslo ustanovení normy a typ kombinace použité pro posouzení omezení napětí
Část průřezu	Specifikace části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel), ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Index	Číslo vlákna betonu, výztužné vložky nebo předpjatého kabelu, ve kterých byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
σ	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
σ_{lim}	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení

Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
y_i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z_i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
N	Normálová síla pro příslušnou kombinaci zatížení
M_y	Ohybový moment okolo osy y pro příslušnou kombinaci zatížení
M_z	Ohybový moment okolo osy z pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
h_0	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$, kde A_c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A_c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
t_0	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
t_s	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabýváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použití γ_{lt}	Použití součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\phi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

1.1.1.8 Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	0,0	-1158,0	0,0	0,220	0,300	73,3	100,0	OK

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	0,0	-1158,0	0,0	0,269	0,300	89,8	100,0	OK

Mezivýsledky a součinitele pro výpočet šířky trhlin - krátkodobé účinky

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
286	352	1172	330608	6158	0,02
k_t [-]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0,60	5,7	0,80	0,50	1,39	0,43
c [mm]	ϵ_1 [1e-4]	ϵ_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
96	10,6	-2,9	389	28	188,5


Mezivýsledky a součinitele pro výpočet šířky trhlin - dlouhodobé účinky

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
439	306	1179	276894	6158	0,02
k_t [-]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0,40	7,8	0,80	0,50	1,39	0,43
c [mm]	ϵ_1 [1e-4]	ϵ_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
96	11,5	-5,5	347	28	200,8

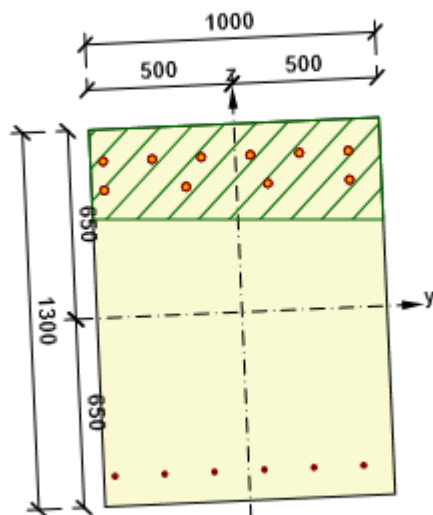
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Použit γ_{lt}	$\phi(t,t_0)$ [-]
Automatické	565	1300000	4600	36500,0	28,0	7,0	70	Ne	2,04

Upozornění

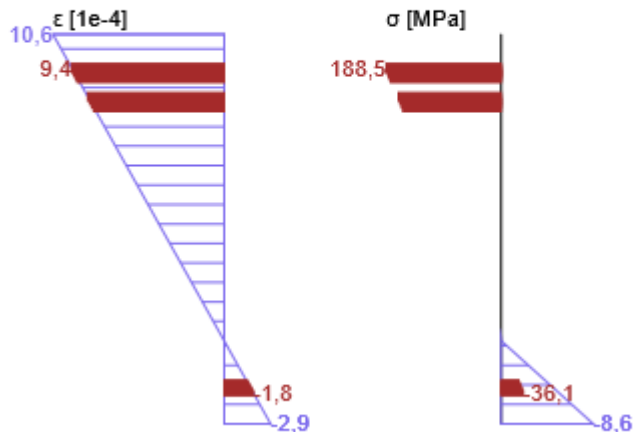
	Upozornění
	Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvodila napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu v posudcích MSP pro všechny kombinace daného extrému. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu

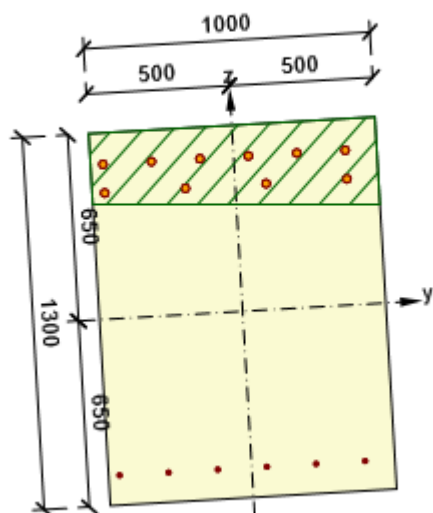


Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky

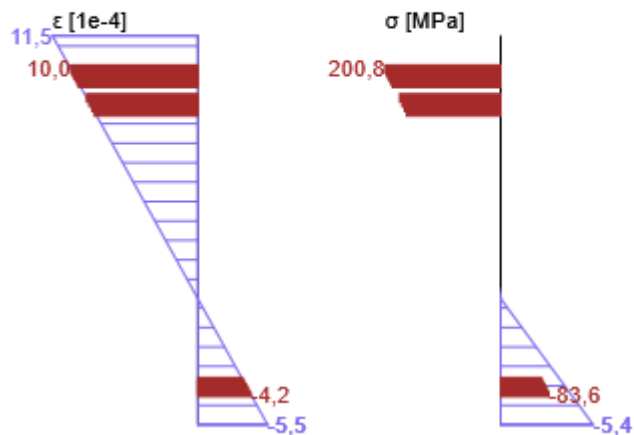


Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



Vysvětlení


Symbol	Vysvětlení
Kombinace	Kombinace použitá pro výpočet včetně součinitelů r_{sup} nebo r_{inf} podle čl. 5.10.9
N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
M_y	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení
M_z	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
w_k	Šířka trhlin vypočtená podle čl. 7.3.4
w_{lim}	Mezní hodnota šířky trhlin podle tabulky 7.1N
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu

x	Výška zóny tlačného betonu (poloha neutrální osy)
$h_{c,eff}$	Výška účinné plochy taženého betonu obklopující betonářskou nebo předpínací výztuž (7.3.2 (3))
d	Účinná výška průřezu
$A_{c,eff}$	Účinná plocha taženého betonu obklopující betonářskou nebo předpínací výztuž
$A_{s,eff}$	Účinná plocha betonářské a předpínací výztuže nacházející se uvnitř účinné plochy betonu
$\rho_{p,eff}$	Poměr účinné plochy betonářské a předpínací výztuže a účinné plochy taženého betonu
k_t	Součinitel závisící na době trvání zatížení (7.3.4 (2))
k_1	Součinitel, kterým se zohledňují vlastnosti výztuže se soudržností (7.3.4 (3))
k_2	Součinitel, kterým se zohledňuje rozdělení poměrného přetvoření (7.3.4 (3))
c	Tloušťka krycí vrstvy podélné výztuže
ε_1	Větší tahové poměrné přetvoření na okrajích vyšetřovaného průřezu, stanovené v průřezu, který je celý oslaben trhlinou
ε_2	Méně tahové poměrné přetvoření na okrajích vyšetřovaného průřezu, stanovené v průřezu, který je celý oslaben trhlinou
$s_{r,max}$	Maximální výsledná vzdálenost trhlin
Φ	Průměr výztužné vložky nebo ekvivalentní průměr výztužné vložky, pokud jsou v průřezu použity vložky různých průměrů
σ_s	Maximální napětí v tahové výztuži stanovené v průřezu porušeném trhlinou
h_0	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$, kde A_c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A_c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
t_0	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
t_s	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabýváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použít γ_{lt}	Použít součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

1.1.1.9 Ohybová štíhlost

N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	λ [-]	λ_d [-]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	-1158,0	0,0	1,19	30,83	3,9	100,0	OK
I_n [mm ⁴]	I_{eff} [mm ⁴]	d [mm]	K	ρ [%]	ρ_0 [%]	ρ' [%]	σ_s
1000	1400	1172	1	0,5	0,4	0,1	188,5

Upozornění

Upozornění	
	Poměr rozpětí k účinné výšce splňuje podmínky podle čl. 7.4.2 EN 1992-1-1. Proto není třeba průhyb určit výpočtem.

Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
M_y	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení

M_z	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
λ	Poměr rozpětí k účinné výšce
λ_d	Mezní poměr rozpětí k účinné výšce spočtený dle 7.16a a 7.16b, vynásobený opravnými součiniteli vyjadřujícími druh použité výztuže a další veličiny dle 7.4.2 (2)
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
l_n	Světla vzdálenost mezi líci podpor
l_{eff}	Účinné rozpětí prvku
d	Účinná výška průřezu
K	Součinitel, kterým se zohledňují různé nosné systémy
ρ	Požadovaný stupeň vyztužení tahovou výztuží ve středu rozpětí na ohybový moment vyvozený návrhovým zatížením (u konzoly ve vetknutí)
ρ_0	Referenční stupeň vyztužení
ρ'	Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží ve středu rozpětí (u konzoly ve vetknutí) na ohybový moment vyvozený návrhovým zatížením
σ_s	Tahové napětí ve výztuži ve středu rozpětí (ve vetknutí konzoly) při návrhovém zatížení v mezním stavu použitelnosti

1.1.1.10 Konstrukční zásady

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Využití _{dlouhý} [%]	Využití _{smyk} [%]	Rozhodující [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	-2518,0	0,0	46,7	90,5	90,5	100,0	OK

Kontrola konstrukčních zásad pro podélnou výztuž

Typ	Hodnota _{vyp}	Hodnota _{mez}	Využití [%]	Posudek
Minimální stupeň vyztužení podélnou výztuží (9.2.1.1 (1)) [%]	0,53	0,13	24,4	OK
Maximální stupeň vyztužení podélnou výztuží (9.2.1.1(3)) [%]	0,57	4,00	14,2	OK
Minimální světla vzdálenost podélné výztuže (8.2 (2)) [mm]	72	34	46,7	OK
Maximální osová vzdálenost podélné výztuže (9.2.3 (4)) [mm]	-	350	0,0	Vypnuto

Kontrola konstrukčních zásad pro smykovou výztuž

Typ	Hodnota _{vyp}	Hodnota _{mez}	Využití [%]	Posudek
Minimální stupeň vyztužení smykovou výztuží (9.2.2 (5)) [%]	0,21	0,07	34,2	OK
Maximální vzdálenost třmínků (9.2.2 (6)) [mm]	150	400	37,5	OK
Maximální příčná vzdálenost větví třmínků (9.2.2 (8)) [mm]	543	600	90,5	OK
Minimální vnitřní průměr zaoblení třmínku (8.3 (2)) [-]	0,00	0,00	0,0	Vypnuto

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení konstrukčních zásad

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm ²]	$b_t \cdot d$ [mm ²]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
1000	1153	1300000	1154152	500,0	434,8	20,0	2,2	13,3

14 Posouzení základové spáry

Napětí od rozhodující kombinace zatížení:

$$\sigma_{Ed} = 730 \text{ kPa}$$

Základová spára

Slínovec silně zvětralý (R5)

$$\sigma_c = 1500 \text{ kPa}$$

Posouzení napětí v ákladové spáře

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{Ed} & > & \sigma_c \\ 730 & < & 1500,0 \end{array} \text{ mm}$$

VYHOVUJE

15 Pažení stavební jámy

15.1 Předpoklady výpočtu

Pro výpočet pažní podél železniční trati jsou uvažovány následující předpoklady:

- » je posouzen 1 bm pažení,
- » zatížení od dopravy
 - pro zatížení od dopravy je použito klasifikované svislé zatížení modelu zatížení 71 (bodová síla 1,10×250 kN roznesena na 1 bm),
 - zatížení je uvažováno 0,70 m pod pojezďenou plochou koleje
 - roznášecí šířka v příčném směru je 3,0 m
- » je posouzeno nejnepríznivější místo po délce pažení, v dalších stupních projektové dokumentace lze pažení optimalizovat
- » geologické podmínky vycházejí z inženýrskogeologického průzkumu

15.2 Výpočet

Posouzení pažící konstrukce

Vstupní data

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2 (2) - Doprava

Materiály a normy

Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 :	standardní
Ocelové konstrukce :	EN 1993-1-1 (EC3)
Dílní součinitel únosnosti ocelového průřezu :	$\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce :	EN 1995-1-1 (EC5)
Dílní součinitel vlastností dřeva :	$\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) :	$k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) :	$k_{cr} = 0,67$

Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
 Metoda výpočtu : závislé tlaky
 Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
 Modul reakce podloží : standardní
 Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)				
Dočasná návrhová situace				
		Nepříznivé		Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,35 [-]	0,00 [-]	
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]		

Součinitele redukce odporu (R)		
Dočasná návrhová situace		
Součinitel redukce stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,10 [-]
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce		
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_s =$	1,35 [-]
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$\gamma_e =$	1,35 [-]

Součinitele redukceSoučinitel redukce na vytržení ze zálivky : $\gamma_c = 1,35$ [-]**Geometrie konstrukce**

Délka konstrukce = 10,00 m

Název průřezu : I-průřez : HE 220 B; a = 1,00 m

Spočtený koeficient redukce tlaku pod dnem jámy = 0,83

Plocha průřezu A = 9,10E-03 m²/mMoment setrvačnosti I = 8,09E-05 m⁴/m

Modul pružnosti E = 210000,00 MPa

Modul pružnosti ve smyku G = 81000,00 MPa

Průřezový modul W = 7,355E-04 m³/mPlastický průřezový modul $W_{pl} = 8,270E-04$ m³/m**Materiál konstrukce****Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 235**Mez kluzu $f_y = 235,00$ MPa

Modul pružnosti E = 210000,00 MPa

Modul pružnosti ve smyku G = 81000,00 MPa

Modul reakce podloží

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	R6		33,00	15,00	19,00	9,00	10,00
2	R3		30,00	4,00	24,00	14,00	10,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	R6		0,40	7,20	-
2	R3		0,30	300,00	-

Parametry zemin**R6**Objemová tíha : $\gamma = 19,00$ kN/m³

Napjatost : efektivní

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 33,00^\circ$ Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 15,00$ kPaTřecí úhel kce-zemina : $\delta = 10,00^\circ$

Zemina : nesoudržná

Edometrický modul : $E_{oed} = 7,20$ MPaObj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00$ kN/m³**R3**Objemová tíha : $\gamma = 24,00$ kN/m³

Napjatost : efektivní

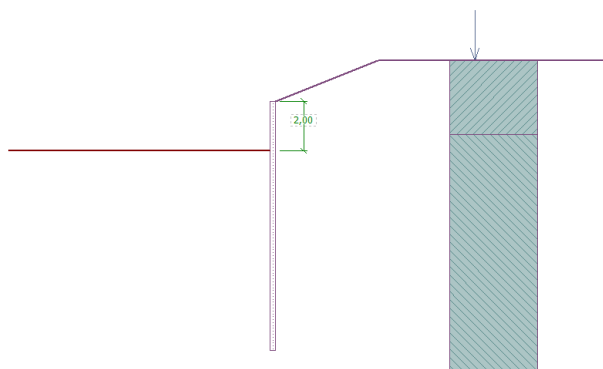
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$ Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 4,00$ kPaTřecí úhel kce-zemina : $\delta = 10,00^\circ$

Zemina : nesoudržná

Edometrický modul : $E_{oed} = 300,00$ MPa

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 24,00 \text{ kN/m}^3$



Geologický profil a přiřazení zemin



Informace o umístění

Kóta povrchu = 251,70 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,35	0,00 .. 1,35	251,70 .. 250,35	R6	
2	-	1,35 .. ∞	250,35 .. -	R3	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,50 (úhel sklonu je 21,80 °).

Výška náspu je 1,64 m, délka náspu je 4,10 m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení nové změna	Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Hloubka z [m]
1	Ano	proměnné	275,00	6,50	3,00	1,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava

Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 40

Vlastní výpočet mezních tlaků : redukovat podle nastavení

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{a,\text{min}} = 0,20\sigma_z$

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu (Fáze budování 1)

Maximální posouvající síla = 15,99 kN/m

Maximální moment = 11,62 kNm/m

Maximální deformace = 2,3 mm

Sednutí terénu za konstrukcí

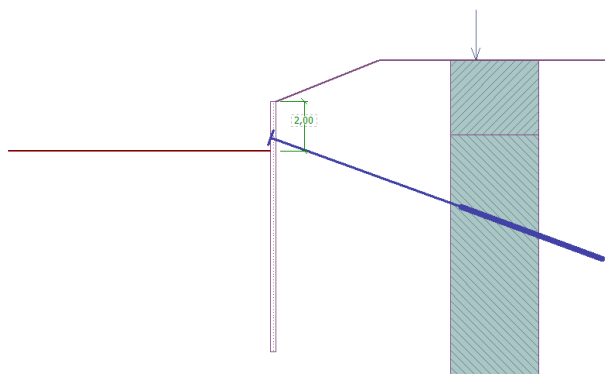
Sednutí terénu $\delta_{\text{max}} = 0,4 \text{ mm}$

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0,00	1,1

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
2	0,63	1,2
3	1,25	1,2
4	1,88	1,2
5	2,50	1,1
6	3,13	1,0
7	3,75	0,9
8	4,38	0,7
9	5,00	0,5
10	5,63	0,3
11	6,25	0,0
12	6,25	0,0

Vstupní data (Fáze budování 2)



Geologický profil a přiřazení zemin



Informace o umístění

Kóta povrchu = 251,70 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,35	0,00 .. 1,35	251,70 .. 250,35	R6	
2	-	1,35 .. ∞	250,35 .. -	R3	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,50 (úhel sklonu je 21,80 °).

Výška náspu je 1,64 m, délka náspu je 4,10 m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení nové změna	Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b[m]	Hloubka z [m]
1	Ano	proměnné	275,00	6,50	3,00	0,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava



Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ano	1,50	Kotva č. : 1 (uživatelská)		100,00

Seznam nových kotev

Kotva č. : 1 (uživatelská)

Typ kotvy : nedefinováno

Výrobní řada : uživatelská

Hloubka : z = 1,50 m

Volná délka : l = 8,00 m

Délka kořene : l_k = 6,00 mSklon : α = 20,00 °

Vzd. mezi : b = 2,00 m

Průměr : d_s = 32,00 mm

Modul pružnosti : E = 210000,00 MPa

Předpínací síla : F = 100,00 kN

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu (Fáze budování 2)

Maximální posouvající síla = 27,54 kN/m

Maximální moment = 10,22 kNm/m

Maximální deformace = 2,1 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,50	-0,9	100,00

Sednutí terénu za konstrukcí

Sednutí terénu δ_{\max} = 0,4 mm

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0,00	1,0
2	0,63	1,1
3	1,25	1,1
4	1,88	1,1
5	2,50	1,0
6	3,13	0,9
7	3,75	0,8
8	4,38	0,7
9	5,00	0,5
10	5,63	0,3
11	6,25	0,0
12	6,25	0,0

Posouzení vnitřní stability jednotlivých kotev

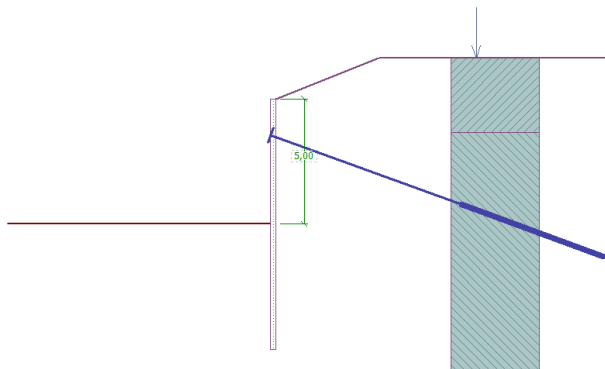
Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	100,00	1650,32	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla F_{\max} = 1650,32 kN > 100,00 kN = F_{zad} **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

Vstupní data (Fáze budování 3)


Geologický profil a přiřazení zemin



Informace o umístění

Kóta povrchu = 251,70 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,35	0,00 .. 1,35	251,70 .. 250,35	R6	
2	-	1,35 .. ∞	250,35 .. -	R3	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,50 (úhel sklonu je 21,80 °).

Výška náspu je 1,64 m, délka náspu je 4,10 m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení nové změna	Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b[m]	Hloubka z [m]
1	Ano	proměnné	275,00	6,50	3,00	0,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ne	1,50	Kotva č. : 1 (uživatelská)		188,76

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu (Fáze budování 3)

Maximální posouvající síla = 65,21 kN/m

Maximální moment = 75,16 kNm/m

Maximální deformace = 15,0 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,50	-5,1	188,76

Sednutí terénu za konstrukcíSednutí terénu $\delta_{\max} = 16,0$ mm

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0,00	-1,0
2	0,63	4,8
3	1,25	9,4
4	1,88	12,7
5	2,50	14,7
6	3,13	15,4
7	3,75	14,9
8	4,38	13,1
9	5,00	10,0
10	5,63	5,6
11	6,25	0,0
12	6,25	0,0

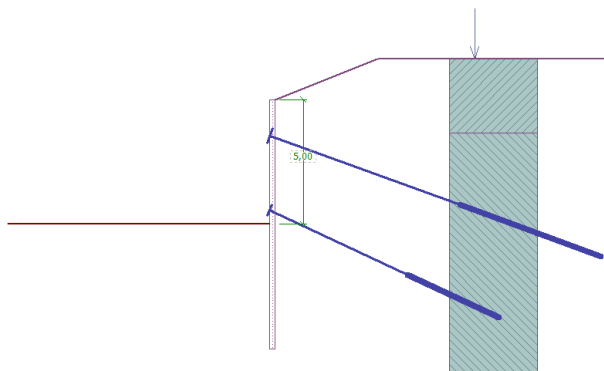
Vnitřní stabilita jednotlivých kotev - mezivýsledky $E_A = 170,67$ kN/m $\delta = 9,80^\circ$ Hloubka teoretické paty pod dnem jámy $H_0 = 1,70$ m

Řada kotev	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK _{MAX} [kN]
1	121,21	26,07	1672,23	41,74	7,92		1555,35	729,32	1458,64

Posouzení vnitřní stability jednotlivých kotev


Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	188,76	1326,04	Vyhovuje


Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla $F_{\max} = 1326,04$ kN > $188,76$ kN = F_{zad} **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE****Vstupní data (Fáze budování 4)****Geologický profil a přiřazení zemin****Informace o umístění**

Kóta povrchu = 251,70 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,35	0,00 .. 1,35	251,70 .. 250,35	R6	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
2	-	1,35 .. ∞	250,35 .. -	R3	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,50 (úhel sklonu je 21,80 °).

Výška náspu je 1,64 m, délka náspu je 4,10 m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení nové změna	Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Hloubka z [m]
1	Ano	proměnné	275,00	6,50	3,00	0,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ne	1,50	Kotva č. : 1 (uživatelská)		182,90
2	Ano	4,50	Kotva č. : 2 (uživatelská)		100,00

Seznam nových kotev**Kotva č. : 2 (uživatelská)**

Typ kotvy : nedefinováno

Výrobní řada : uživatelská

Hloubka : z = 4,50 m

Volná délka : l = 6,00 m

Délka kořene : l_k = 4,00 m

Sklon : α = 25,00 °

Vzd. mezi : b = 1,00 m

Průměr : d_s = 32,00 mm

Modul pružnosti : E = 210000,00 MPa

Předpínací síla : F = 100,00 kN

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu (Fáze budování 4)

Maximální posouvající síla = 65,96 kN/m

Maximální moment = 78,22 kNm/m

Maximální deformace = 14,3 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,50	-4,8	182,90
2	4,50	-13,7	100,00

Sednutí terénu za konstrukcí

Sednutí terénu δ_{max} = 15,4 mm

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0,00	-1,0
2	0,63	4,7
3	1,25	9,1

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
4	1,88	12,2
5	2,50	14,2
6	3,13	14,9
7	3,75	14,4
8	4,38	12,6
9	5,00	9,7
10	5,63	5,4
11	6,25	0,0
12	6,25	0,0

Posouzení vnitřní stability jednotlivých kotev

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	182,90	1156,68	Vyhovuje
2	100,00	856,82	Vyhovuje

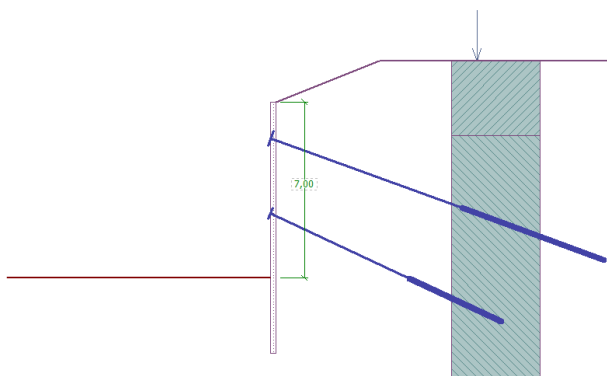
Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla $F_{\max} = 1156,68 \text{ kN} > 182,90 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$

Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE

Vstupní data (Fáze budování 5)



Geologický profil a přiřazení zemin



Informace o umístění

Kóta povrchu = 251,70 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,35	0,00 .. 1,35	251,70 .. 250,35	R6	
2	-	1,35 .. ∞	250,35 .. -	R3	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 7,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,50 (úhel sklonu je 21,80 °).

Výška náspu je 1,64 m, délka náspu je 4,10 m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.



Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení nové změna	Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Hloubka z [m]
1	Ano	proměnné	275,00	6,50	3,00	0,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ne	1,50	Kotva č. : 1 (uživatelská)		189,31
2	Ne	4,50	Kotva č. : 2 (uživatelská)		225,91

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu (Fáze budování 5)

Maximální posouvající síla = 128,12 kN/m
 Maximální moment = 98,61 kNm/m
 Maximální deformace = 24,3 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,50	-5,1	189,31
2	4,50	-18,2	225,91

Sednutí terénu za konstrukcí

Sednutí terénu $\delta_{\max} = 33,7$ mm

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0,00	-2,1
2	0,63	10,3
3	1,25	19,9
4	1,88	26,9
5	2,50	31,1
6	3,13	32,7
7	3,75	31,5
8	4,38	27,7
9	5,00	21,2
10	5,63	11,9
11	6,25	0,0
12	6,25	0,0

Posouzení vnitřní stability jednotlivých kotev

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	189,31	636,17	Vyhovuje
2	225,91	587,51	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 2

Max. dovolená síla $F_{\max} = 587,51$ kN > 225,91 kN = F_{zad} **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

Dimenzace čís. 1

Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace = -24,3 mm
 Minimální deformace = 2,4 mm
 Maximální ohybový moment = 52,18 kNm/m



Minimální ohybový moment = -98,61 kNm/m
 Maximální posouvající síla = 128,12 kN/m

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.
 Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 I-profil

$M_{\max} = 98,61 \text{ kNm}$; $Q = 8,09 \text{ kN}$
 $Q_{\max} = 128,12 \text{ kN}$; $M = 44,32 \text{ kNm}$

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,570 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,032 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 114,56 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 3,78 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,238 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$M/M_{c,Rd} = 0,256 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,508 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 51,49 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 59,85 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,243 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Posouzení pažin č. 1

Vstupní data

Dřevo : S13 (C30) - jehličnaté

Typ průřezu : obdélník

$b \times h = 100,0 \times 100,0 \text{ mm}$

Typ zatížení : obdélník

Součinitel redukce tlaku : 0,67

Posouzení dřevěného průřezu podle EN 1995-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Posouzení tlaku a ohybu

$N = 0,00 \text{ kN}$; $M = 1,44 \text{ kNm}$

Normálové napětí v tlaku $\sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$

Normálové napětí v ohybu $\sigma_{m,d} = 8,64 \text{ MPa}$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,d}/f_{m,d} = 0,749 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku

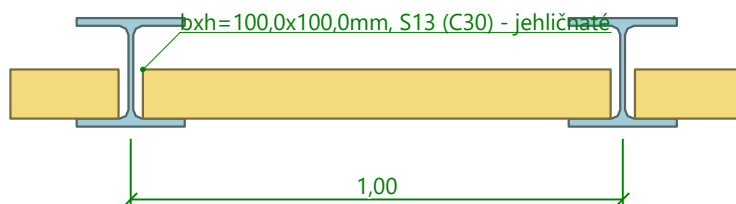
$Q_{\max} = 5,76 \text{ kN}$

Smykové napětí $\tau_d = 0,86 \text{ MPa}$

$\tau_d/k_{cr}/f_{v,d} = 0,838 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Schéma pažiny



Posouzení převázky č. 1

Vstupní data

Ocel konstrukční: EN 10025 : Fe 360

Průřez : 2 x U(UPN) 220

Natočení α : natočení podle kotvy

Typ nosníku : prostý

Typ zatížení : spojitě

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 složený profil

$M_{\max} = 94,66 \text{ kNm}$; $Q = 0,00 \text{ kN}$

$Q_{\max} = 189,31 \text{ kN}$; $M = 0,00 \text{ kNm}$

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,824 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,000 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 171,54 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 0,00 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,533 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$M/M_{c,Rd} = 0,000 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,420 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

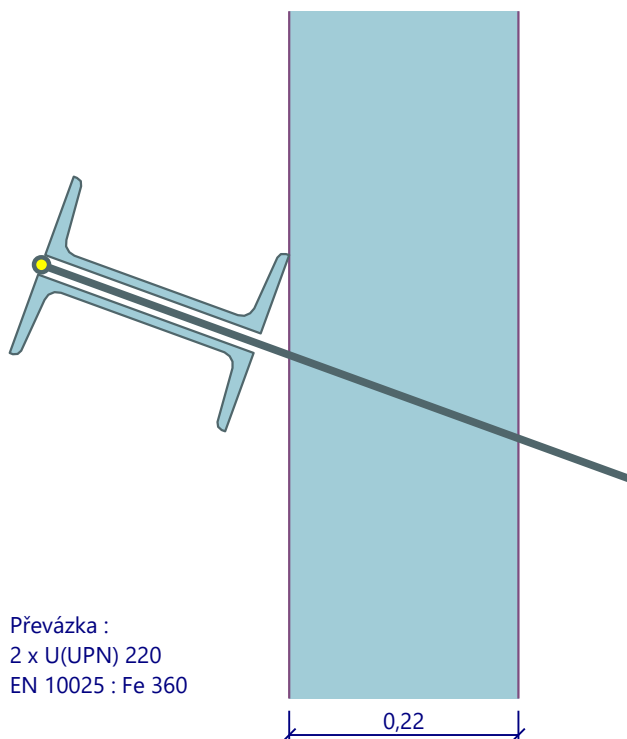
Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 0,00 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 40,56 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,089 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Schéma převázky



Převázka :
2 x U(UPN) 220
EN 10025 : Fe 360

Posouzení převázky č. 2

Vstupní data

Ocel konstrukční: EN 10025 : Fe 360

Průřez : 2 x U(UPN) 180

Natočení α : natočení podle kotvy

Typ nosníku : prostý

Typ zatížení : spojitý

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 složený profil

$M_{\max} = 56,48 \text{ kNm}$; $Q = 0,00 \text{ kN}$

$Q_{\max} = 225,91 \text{ kN}$; $M = 0,00 \text{ kNm}$

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,801 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,000 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 165,25 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 0,00 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,494 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$M/M_{c,Rd} = 0,000 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,690 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 0,00 \text{ MPa}$

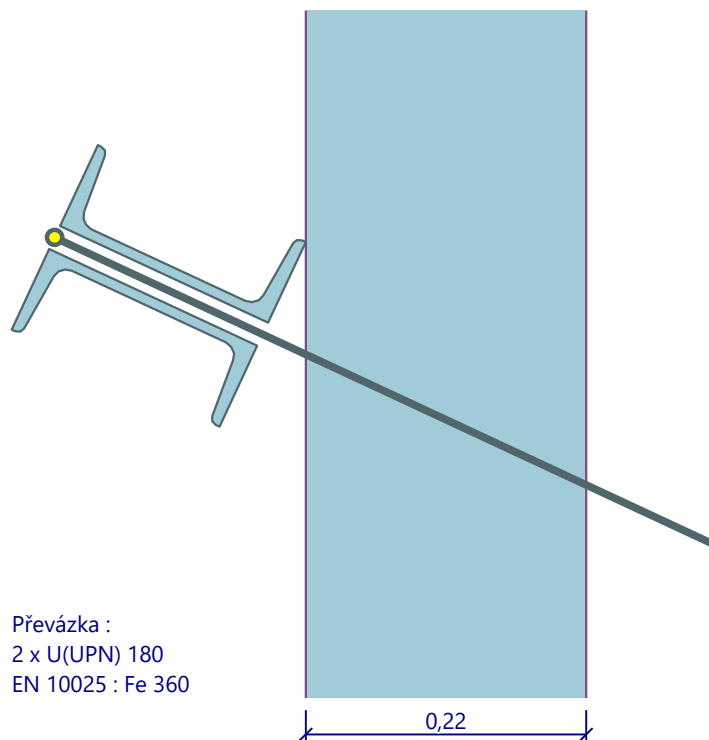
Smykové napětí $\tau_{Ed} = 68,05 \text{ MPa}$



Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,252 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Schéma převázky





16 Závěr

Statickým výpočtem byly posouzeny základní dimenze nosných prvků, založení a pažení stavební jámy. Mostní objekt je navržen jako polorám plošně založený v úrovni hornin třídy R5.

Nosnou konstrukci tvoří horní rámová příčel, kterou tvoří 18 ocelobetonových nosníků ZBN. Zabetonovaný ocelový nosník je HEB 600. Rámový roh byl posouzen jako železobetonový průřez. Pro vyztužení rámového rohu je navržena betonářská výztuž $\varnothing 28$ po 150 mm uložená ve dvou řadách.

Založení mostu je plošné. Základy byly posouzeny na ohyb s interakcí s posouvající silou. Hlavní betonářská výztuž základu bude z $\varnothing 28$.

Statickým výpočtem bylo stanoveno nadvýšení ZBN o velikosti 30 mm.

Posouzení všech uvedených částí bylo dle mezních stavů. Posouzení je provedeno dle platných technických předpisů.

Statický výpočet je zpracován jako příloha dokumentace pro vydání stavebního povolení. Před realizací objektu je nutné posoudit ostatní části konstrukce.

V Liberci, 05/2021

Miroslav Kubín