



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:

Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
V00	-	Dokumentace po připomínkách	Ing. Štěpán Kameš

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa východ		
Adresa:	Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc		

Zhotovitel díla:	DMC Havlíčkův Brod s.r.o.	
Adresa:	Průmyslová 941, 580 01 Havlíčkův Brod	
Kontakt:	T: +420 724 155 348 E: kverek@dmchb.cz	
Zhotovitel části/objektu:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.	
Adresa:	Kounicova 688/26, 611 36 Brno	
Kontakt:	T: +420 972625804 E: sudop@sudop-brno.cz	
Hlavní projektant (HIP):	Radek Kverek Dis.	Specialista: Ing. Štěpán Kameš

Název stavby/akce:	Rekonstrukce mostu v km 138,187 TÚ 1201 na trati Znojmo - Okříšky	Označení investora: S622000247
		Zakázka: 21072-01-0223
Název části:	Mosty, propustky a zdi	Označení části: D.2.1.04
Název objektu/dílní části:	Most v km 138,187	Označení objektu/komplexu: SO 11-20-01
Název přílohy:	Statický výpočet	Číslo přílohy (typ/pořadí): 3. 001
Název dílní části přílohy:		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy: Ing. Aleš Tichý	Měřítka: Formáty:
Kraj:	Katastrální území: Moravské Budějovice	TUDU: 1201
Vysočina		
		Smluvní datum zpracování: 31.03.2024

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podoblast:	Příloha:	Revize:
S 6 2 2 0 0 0 2 4 7		- D 2 1 0 4	- S O 1 1 2 0 0 1	- X X	- 3 - 0 0 1 - V 0 0	

Rekonstrukce mostu v km 138,187 TÚ 1201 na trati Znojmo - Okříšky

SO 11-20-01 Most v km 138,187

Statický výpočet

Obsah

Obsah	2
1 Technická zpráva ke statickému výpočtu	3
1.1 Identifikační údaje	3
1.2 Základní údaje o mostním objektu	3
1.3 Základní technické údaje	3
1.4 Koncepce řešení	4
1.5 Použité podklady	4

1 Technická zpráva ke statickému výpočtu

1.1 Identifikační údaje

Stavba:	Rekonstrukce mostu v km 138,187 TÚ 1201 na trati Znojmo - Okříšky
Objekt:	SO 11-20-01 Most v km 138,187
Objednatel:	Správa železnic, státní organizace, Stavební správa východ se sídlem v Olomouci, Nerudova 1, 772 58 Olomouc
Stávající vlastník objektu:	Správa železnic, s.o.
Nový vlastník objektu:	Správa železnic, s.o.
Správce mostního objektu:	SŽ, s.o., Oblastní ředitelství Brno, Kounicova 26, Brno, správa mostů a tunelů
Projekt stavby:	SUDOP BRNO spol. s r.o., Kounicova 26, 611 36 Brno
Odpovědný projektant stavby:	Radek Kverek Dis.
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Štěpán Kameš
Překonávaná překážka:	místní komunikace – III/36069
Katastrální území:	Moravské Budějovice (698903)
Obec:	Moravské Budějovice (591181)
Kraj:	Vysočina
Dotčené parcely	1682/41 – Vlastnické právo: České dráhy, a.s., nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, Nové Město, 11000 Praha 1 1682/1 – Vlastnické právo: České dráhy, a.s., nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, Nové Město, 11000 Praha 1 1682/75 - Vlastnické právo: České dráhy, a.s., nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, Nové Město, 11000 Praha 1 4348/45 - Vlastnické právo: České dráhy, a.s., nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, Nové Město, 11000 Praha 1
Traťový úsek:	1201 Retz - Kolín
Definiční úsek:	G1 ŽST Moravské Budějovice

1.2 Základní údaje o mostním objektu

Staničení:	evidenční km 138,187 přesný km - kol. č.1 – 138,194 287 přesný km - kol. č.3 – 138,191 300
Situování mostního objektu v terénu:	Stávající mostní objekt se nachází v intravilánu v městě Moravské Budějovice
Účel objektu, překonávané překážky:	Most převádí 2 traťové koleje přes místní komunikaci III/36069
Počet otvorů:	1
Šikmost mostu:	58°
Šírá trať / staniční obvod:	staniční obvod

Kategorie trati dle ČSN EN 1991-2: 2. třída
Trakce: -
Prostorové uspořádání: VMP 3,0 (ZG-C)

	Stávající stav		Nový stav	
	Kolej č.1	Kolej č.3	Kolej č.1	Kolej č.3
Úhel křížení	59°	59°	58°	58°
Směrové poměry	V přechodnici	V přímé	V přechodnici	V přímé
Sklonové poměry	Klesá 0,70 ‰	Klesá 0,70 ‰	Klesá 1,21‰	Klesá 1,21‰
Železniční svršek	49E1, dřevěné výhybkové pražce	49E1, dřevěné výhybkové pražce	49E1, betonové výhybkové pražce	49E1, betonové výhybkové pražce
Rychlost	75 km/h	55 km/h	80 km/h	55 km/h
Rozpětí	11,33m		14,575m	
Volná výška	3,982m		4,304m	
Světlost	10,63m		13,39m	

1.3 Základní technické údaje

druh nosné konstrukce	Polorámová kce se zabetonovanými nosníky
popis spodní stavby včetně křídel	ŽB masivní opěry a ŽB základ, hlubinné založení, ŽB křídla rovnoběžná
počet mostních otvorů	1
rozpětí nosné konstrukce	14575mm
stavební výška	1160mm
způsob uložení koleje	ve šterkovém loži
obrys kolejového lože	uzavřené kolejové lože
volná výška pod mostním objektem	5653mm
světlost kolmá	11337mm
úhel křížení s přemostňovanou překážkou	58°
šířka mostního objektu	11900mm
délka přemostění	13395mm
délka mostu	35173mm
údaje o zatížitelnosti nebo návrhovém parametru	$Z_{LM71}=1,68$

1.4 Koncepce řešení

Na základě zbudování nového mostu je navrženo provedení těchto prací:

- odstranění kolejového lože

- provedení výkopu s postupným odstraněním stávající nosné konstrukce v celém rozsahu
- odbourání opěr
- zřízení pilot pod budoucími základy
- provedení opěr a křídel a jejich izolace
- provedení nové nosné konstrukce mostu a její izolace
- provedení zásypu a provedení betonových bloků za opěrami + římsy
- provedení odláždění svahových kuželů
- zřízení ZKPP za rubem opěr
- osazení nového svršku a nového zábradlí na římsy mostu
- zavedení provozu

1.5 Výpočetní modely

Výpočet vnitřních sil nosné konstrukce byl proveden na deskostěnovém modelu s uložením na pilotách ve výpočetním programu Scia Engineer.

Návrh a posouzení spodní stavby bylo provedeno v programu GEO5 modulem „Opěra“. Založení bylo navrženo modulem „Skupina pilot“.

1.6 Použité podklady (v platném znění)

- 1) ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- 2) ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb
- 3) ČSN EN 1991-2 – Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- 4) ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 5) ČSN EN 1992-2 - Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
- 6) ČSN EN 1997-1 - Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- 7) ČSN EN 206+A1 – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- 8) SŽDC MP S30135/2015-O13 - Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů
- 9) ČSN 73 6201 – Projektování mostních objektů,
- 10) MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky

Nosná konstrukce

Úvod

- ZBN polorámová konstrukce a založení na pilotách jsou navrženy na účinky zatížení od vlastní tíhy, zemního tlaku a železniční dopravy.
- Byl vytvořen deskostěnový model ve výpočetním programu Scia Engineer z důvodů značné šikmosti 58°.
- Zemní prostředí bylo uvažováno podle výsledků inženýrskogeologického průzkumu.

Předpoklady výpočtu:

- Výpočet je proveden na nejnamáhanější nosník.
- Zatížení od vlaku je rozneseno jak podélně, tak příčně dle ČSN EN 1991-2 a MP pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů.
- NK a opěry jsou zmonolitněny a podepřeny pilotami.
- Uložení polorámové konstrukce na pilotách je vymodelováno včetně pilot s odpovídajícími tuhostmi dle IGP.

1. Základní údaje o nosné konstrukci

Počet polí:		1
Šířka nosné konstrukce:	š	11,750 m
Délka nosné konstrukce:	L_{nk}	15,575 m
Rozpětí:	L	14,575 m
Tloušťka desky nad opěrou:	t_1	530 mm
Tloušťka desky v polovině rozpětí:	t_2	600 mm
Průměrná tloušťka desky:	t	565 mm
Osová vzdálenost nosníků:	b_e	750 mm
Tloušťka kolejového lože:	t_{kl}	550 mm
Spolupůsobící šířka nosné k.	b_{ef}	3790 mm
Počet nosníků ve spolupůsobící šířce	n	5

2. Průřezové charakteristiky

Tvar ocelobetonového průřezu

		v poli	nad podporou
Výška ocel. nosníku	h_{st}	415 mm	415 mm
Tloušťka betonu nad horní pásnicí	c_{f1}	175 mm	95 mm
Spolupůsobící šířka bet. desky	b_c	750 mm	750 mm
Výška betonové desky	h_c	570 mm	490 mm
Celková výška průřezu	h	590 mm	510 mm

Tvar ocelového průřezu v poli

horní pásnice		stojina		dolní pásnice		
t_{f1}	20	t_w	12	t_{f2}	20	mm
b_{f1}	150	h_w	375	b_{f2}	300	mm
A_{t1}	3000	A_w	4500	A_{t2}	6000	mm ²
z_{t1}	405	z_w	207,5	z_{t2}	10	mm
S_{t1}	1215000	S_w	933750	S_{t2}	60000	mm ³

Tvar ocelového průřezu v podpoře

horní pásnice		stojina		dolní pásnice		
t_{f1}	20	t_w	12	t_{f2}	20	mm
b_{f1}	300	h_w	375	b_{f2}	300	mm
A_{t1}	6000	A_w	4500	A_{t2}	6000	mm ²
z_{t1}	405	z_w	207,5	z_{t2}	10	mm
S_{t1}	2430000	S_w	933750	S_{t2}	60000	mm ³

$$z_{st} = 207,5 \text{ mm}$$

Krční svar horní	d_{o1}	5 mm
Krční svar dolní	d_{o2}	5 mm
Otvory ve stojně	d_{o3}	30 mm

Plocha otvoru	A_{o3}	$= t_w \cdot d_{o3} = 12 \cdot 30 =$	360 mm ²
Plocha stojiny	A_w	$= h_w \cdot t_w = 375 \cdot 12 =$	4500 mm ²
Plocha stojiny oslabená otvory	$A_{w,net}$	$= A_w - A_{o3} = 4500 - 360 =$	4140 mm ²

Vzdálenost těžiště od spodní hrany dolní pásnice	z_{st}	163,61	mm
Plocha průřezu	A_{st}	13500	mm ²
Statický moment plochy	S_y	2,2088E+06	mm ³

c_1	241,39	c_w	43,89	c_2	-153,61	mm
I_{t1}	174905787	I_w	61402431	I_{t2}	141778240,7	mm ⁴

Moment setrvačnosti	$I_{y,st}$	3,78E+08	mm ⁴
Pružný průřezový modul	W_y	2,31E+06	m ³

3. Klasifikace průřezů

Klasifikace ocelového průřezu (montážní stav)

$$\varepsilon = \sqrt{(235/f_yk)} = \sqrt{(235/355)} = 0,814$$

Pásnice

Třída	β_{lim}
1	$9 * \varepsilon = 7,3$
2	$10 * \varepsilon = 8,1$
3	$14 * \varepsilon = 11,4$

$$c/t = 69/20 = 3,2 \quad \text{Třída 1}$$

Stojina

Třída	α	β_{lim}
1	$\leq 0,5$	$36 * \varepsilon/\alpha = 34,2$
	$> 0,5$	$396 * \varepsilon/(13\alpha-1) = 31,8$
2	$\leq 0,5$	$41,5 * \varepsilon/\alpha = 39,4$
	$> 0,5$	$456 * \varepsilon/(13\alpha-1) = 36,6$

Třída 1
Třída 1

$$\begin{aligned} c &= hw-do1-do2 = 375-5-5 = 365 \text{ mm} \\ ac &= tf2+hw-zg = 20+375-82,5 = 313 \text{ mm} \\ \alpha &= ac/c = 313/365 = 0,86 \end{aligned}$$

$$c/t = 375/12 = 30,4 \quad \text{Třída 1}$$

Klasifikace ocelobetonového průřezu (provozní stav)

$$\varepsilon = \sqrt{(235/f_yk)} = \sqrt{(235/355)} = 0,814$$

Pásnice

Třída	β_{lim}
1	$9 * \varepsilon = 7,3$
2	$10 * \varepsilon = 8,1$
3	$14 * \varepsilon = 11,4$

$$\begin{aligned} c &= 69 \\ c/t &= 69/20 = 3,2 \quad \text{Třída 1} \end{aligned}$$

Stojina

Třída	α	β_{lim}
1	$\leq 0,5$	$36 * \varepsilon/\alpha = 972,4$
	$> 0,5$	$396 * \varepsilon/(13\alpha-1) = -530,0$
2	$\leq 0,5$	$41,5 * \varepsilon/\alpha = 1120,9$
	$> 0,5$	$456 * \varepsilon/(13\alpha-1) = -610,3$

$$\begin{aligned} c &= hw-do1-do2 = 375-5-5 = 365 \text{ mm} \\ ac &= tf2+hw-zg,pl = 20+375-384,2 = 11 \text{ mm} \\ \alpha &= ac/c = 11/365 = 0,03 \end{aligned}$$

$$c/t = 375/12 = 30,4 \quad \text{Třída 1}$$

Třída 1
Třída 3

4. Materiálové charakteristiky

Beton C 30/37				
Pevnost betonu v tlaku	f_{ck}			30 MPa
	f_{cd}	$= acc \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 30 / 1,5 =$		17,0 MPa
Modul pružnosti	E_{cm}			32,0 GPa

Ocel S 355				
Mez kluzu	f_{yk}			355 MPa
	f_{yd}	$= f_{yk} / \gamma_s = 355 / 1,0 =$		355 MPa
Pevnost	f_{uk}			510 MPa
Modul pružnosti	E_{st}			210 GPa

5. Zatížení

Souč. stálého zatížení nepříznivý:	$Y_{G,sup} =$	1,35	
Souč. stálého zatížení příznivý:	$Y_{G,inf} =$	1,00	
Souč. nahodil. zatížení:	$Y_{Q,LM71} =$	1,45	
	$Y_Q =$	1,50	
Součinitel α :	$\alpha =$	1,21	... 2. třída tratí (dle zadávacích podmínek)
Rozpětí nosné kce:	$L =$	14,58	m
Max. rychlost na mostním objektu:	$v =$	80,00	km/h

5.1 Stálá zatížení

5.1.1 Vlastní tíha

ZS1

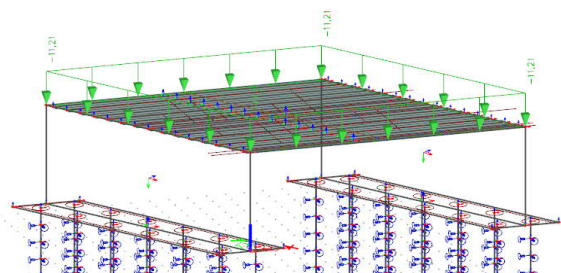
• Generuje výpočetní program Scia Engineer

5.1.2 Ostatní stálé

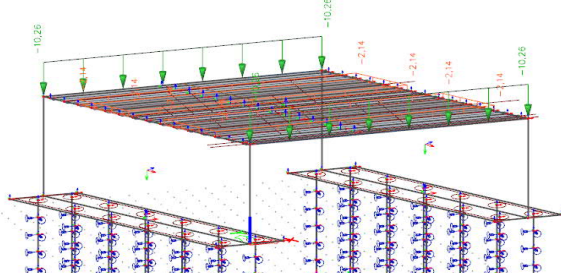
ZS2

Typ konstrukce	Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost [kN/m ³]	Zatížení [kN/m ²]	Zatížení na nosník [kN/m]
Kolejový rošt	-	6 kN.m ⁻¹ / 2,8	2,14	0,43
Štěrkové lože ($\pm 30\%$)	570	19	10,83	8,12
Římsa	-	10,26 kN.m ⁻¹		
Hydroizolace včetně ochrany ($\pm 20\%$)	30	23	0,69	0,52
$\Sigma g_{k,sup}$			17,05	11,61
$\Sigma g_{k,inf}$			10,28	6,53

Obrázek ZS2.1



Obrázek ZS2.2



5.1.3 Tlak zeminy za opěrami

ZS3

Zemní tlak				
Uhel vnitřního tření ϕ	30 °	Obj. tíha γ	21 kN/m ³	
Souč. zemního tlaku v klidu K_r	0,50 -			
Výška přesyp. nad vrcholem opěry h_{pv}	0,400 m			
Výška přesypávky nad patou opěry h_{pp}	5,900 m			
σ_1 u opěry	g_k [kN.m ⁻²] =	4,20	g_d [kN.m ⁻²] =	5,67
σ_2 v patě opěry	g_k [kN.m ⁻²] =	61,95	g_d [kN.m ⁻²] =	83,63

5.2 Proměnná zatížení

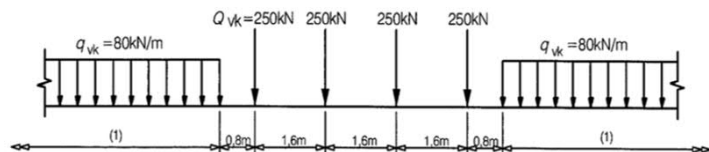
- Jedná se most s dvěma kolejemi a výhybkou. Pro dvoukolejnou nosnou kce (dle ČSN EN 1991-2, tab. 6.11) se pro návrh uvažuje železniční sestava gr22 - zatížení dvěma vlaky LM71.

5.2.1 Model zatížení LM71 - železniční doprava

ZS4

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$



obr. Model zatížení LM71 a charakteristické hodnoty svislých zatížení

ZS4 - Proměnné - zatížení běžnou železniční dopravou LM 71

Parametry nosné konstrukce			
Délka L_{nk} [m]			15,58
Rozpětí L [m]			14,58
Dilatační délka L_T [m]			14,58
Náhradní délka L_ϕ [m]			10,74
Parametry koleje			
Poloměr oblouku r [m]			0,0
Maximální rychlost V [km/h]			90
Redukční součinitel f [-]			1,0
Redukční součinitel ξ [-]			0,6
Parametry zatížení			
Součinitel α [-]			1,21
Dynamický součinitel Φ_3 [-]	$2,16/(\sqrt{L\Phi}-0,2)+0,73 =$	$2,16/(\sqrt{10,735833333333333}-0,2) \cdot$	1,432
Osamělé zatížení Q_{vk} [kN]			250,00
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]			80,00
Svislá zatížení			
Osamělé zatížení Q_{vk} [kN]	$Q_{vk} \cdot \alpha \cdot \Phi_3 =$	$250 \cdot 1,21 \cdot 1,432 =$	433,18
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]	$q_{vk} \cdot \alpha \cdot \Phi_3 =$	$q_{vk1} \quad 80 \cdot 1,21 \cdot 1,432 =$	138,62
Vodorovná zatížení			
Brzdná síla Q_{lbk} [kN]	$20 \cdot \alpha \cdot \xi \cdot L_{nk} =$	$20 \cdot 1,21 \cdot 0,6 \cdot 15,575 =$	226,15
Rozjezdová síla Q_{lak} [kN]	$33 \cdot \alpha \cdot \xi \cdot L_{nk} =$	$33 \cdot 1,21 \cdot 0,6 \cdot 15,575 =$	373,15
Boční ráz Q_{sk} [kN]	$100 \cdot \alpha =$	$100 \cdot 1,21 =$	121,00

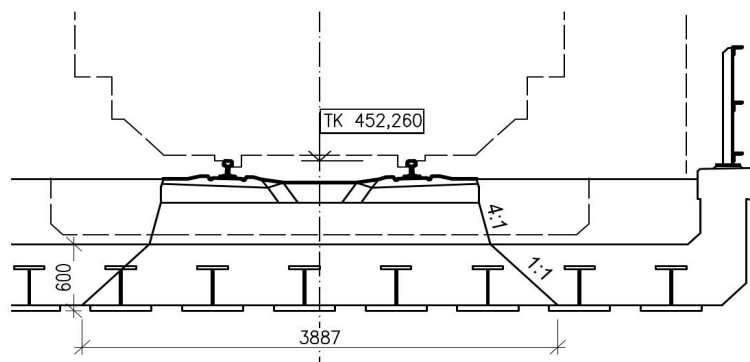
Přetížení vlivem excentricity svislých zatížení			
Skupina náprav v poměry 1,25:1,00	Q_{vk1}	$433,18/2,25 =$	192,52
	Q_{vk2}	$1,25/2,25 \cdot 433,182 =$	240,66
Zatížení na nosník [kN]		$(192,52+240,66)/5 =$	86,64
Rovnoměrné spojité zatížení v poměry 1,25:1,00	q_{vk1}	$138,62/2,25 =$	61,61
	q_{vk2}	$1,25/2,25 \cdot 138,62 =$	77,01
Zatížení na nosník [kN/m]		$(61,61+77,01)/5 =$	27,72

Příčný roznos zatížení

Roznos zatížení od LM71 na 1bm ZBN

Šířka pražce	2,60	m
Roznos v násypu	4:1	
Roznos v ŽB desce	1:2	

$$br = 3,89 \text{ m}$$



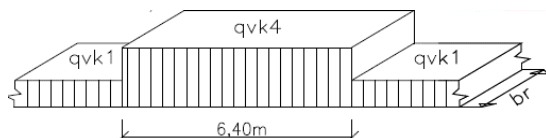
obr. Příčný roznos

Podélný roznos zatížení

○ Uvažuje sa rovnomerný roznos přes štěrkové lože v podélném směru na šířku "b_r"

$$q_{vk1} = q_{vk}/b_r = 80/3,89 = 20,6 \text{ kN/m}^2 \quad 41,1$$

$$q_{vk4} = 4 \cdot Q_{vk}/(6,4 \cdot b_r) = 4 \cdot 250/(6,4 \cdot 3,89) = 40,2 \text{ kN/m}^2 \quad 80,3$$



obr. Podélný roznos zatížení bez zohlednění pražců

Excentricita svislého zatížení pro LM-71:

$$r = 1,50 \text{ m} \quad \dots \text{ vzdálenost kolejnic}$$

$$e = r/18 = 1,5/18 = 0,083 \text{ m}$$

Zatížení vyjádříme na délku mostu 1bm

$$P_1 = 1 \text{ kN} \quad \dots \text{ jednotková nápravová síla}$$

$$M_1 = P_1 \cdot e = 1 \cdot 0,083 = 0,083 \text{ kNm}$$

$$p_1 = P_1/b_r - 6 \cdot M_1/b_r^2 = (1/3,89) - (6 \cdot 0,083/(3,89^2)) = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = P_1/b_r + 6 \cdot M_1/b_r^2 = (1/3,89) + (6 \cdot 0,083/(3,89^2)) = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

$$p_s = P_1/b_r = 1/3,89 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

k _i	
0,871	1
1,129	2
1,000	

Průběžné zatížení LM-71:

$$q_{vk1,1} = q_{vk1} \cdot k_1 = 20,6 \cdot 0,87 = 17,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk1,2} = q_{vk1} \cdot k_2 = 20,6 \cdot 1,13 = 23,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk1,s} = q_{vk1} = 20,6 \text{ kN/m}^2$$

Při zohlednění excentricity je $q_{vk1} = 20,6 \text{ kN/m}^2$

Lokální zvětšené zatížení LM-71:

$$q_{vk4,1} = q_{vk4} \cdot k_1 = 40,2 \cdot 0,87 = 35,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk4,2} = q_{vk4} \cdot k_2 = 40,2 \cdot 1,13 = 45,3 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk4,s} = q_{vk4} = 40,2 \text{ kN/m}^2$$

Při zohlednění excentricity je $q_{vk4} = 40,2 \text{ kN/m}^2$

Změny zemního tlaku za opěrami vlivem zatížení železniční dopravou

ZS4.3

Zemní tlak			
Úhel vnitřního tření φ	30 °		
Souč. zemního tlaku v klidu K_r	0,50 -		
Přítížení od vlaku	80 kN/m ²		
Šířka ovlivněné plochy (1/2 opěry)	5,875 m		
σ_{LM71} na rub opěry	$q_k \text{ [kN.m}^{-1}] =$	6,81	$q_d \text{ [kN.m}^{-1}] =$ 9,19

Kombinovaná odezva konstrukce a koleje od teplotní změny

ZS5

Parametry nosné konstrukce		
Dilatační délka L_T [m]		14,58
Parametry koleje		
Smykový odpor koleje k pro nezatíženou kolej [kN]		12,00
Smykový odpor koleje k pro zatíženou kolej [kN]		25,00
Vodorovné síly		
Síla od BK pro nezatíženou kolej F_{Tk} [kN]	$0,6 * k * L_T =$	104,94
Síla od BK pro zatíženou kolej F_{Tk} [kN]	$0,6 * k * L_T =$	218,63

5.3 Zatížení ostatní

5.3.1. Zatížení větrem

součinitel zatížení	
$\gamma_F =$	1,5
součinitel kombinace	
$\psi_0 =$	1,00

$V_{b0} =$		25,00 m/s
$C_{dir} =$		1,00
$C_{season} =$		1,00
$Z_e =$		8,1 m
... vzdálenost od povrchu terénu do středu nosné konstrukce		
$V_b = V_{b0} * C_{dir} * C_{season}$	$= 25 * 1 * 1 =$	25 m/s
$C_0 =$		1,00
$Z_{0II} =$		0,05
$Z_0 =$		0,30 ... kategorie terénu III
$k_r = 0,19 * (Z_0 / Z_{0II})^{0,07}$	$= 0,19 * (0,3 / 0,05)^{0,07} =$	0,215
$c_r = k_r * \ln(Z_e / Z_0)$	$= 0,215 * \ln(8,1 / 0,3) =$	0,709
$V_m = V_b * C_0 * c_r$	$= 25 * 1 * 0,709 =$	17,73
$k_f =$		1,00
$\sigma_v = k_r * k_f * V_b =$	$= 0,215389331563413 * 1 * 25 =$	5,39
$I_v = \sigma_v / V_m =$	$= 5,385 / 17,725 =$	0,30
$\rho =$		1,25 kg/m ³

maximální dynamický tlak		
$q_p = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^{0,2}$	$= (1 + 7 \cdot 0,304) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,725^{0,2} =$	614,213 N/m ²

součinitel síly		
b =	11,750 m	... šířka mostu
d _{tot} =	6,200 m	... od spodní hrany NK po horní hranu vlaku
k = b/d _{tot} =	= 11,75 / 6,2 =	1,90
součinitel síly stanovený dle obrázku 8.3 normy		
c _{fx0} =	2,2	
výsledný tlak větru		
q _w = c _{fx0} *q _p /1000 =	2,2 * 614,213 / 1000 =	1,351 kN/m ²

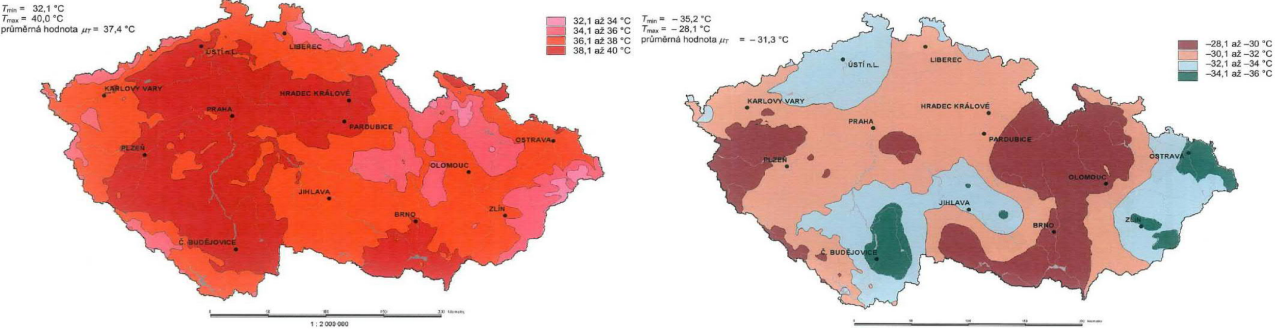
Zatížení na konstrukci včetně vlaku			
Výška působíště nad vztáznou rovinou $h_{sl/2} + c_{t1} + 1,8$ [m]	$x_{h,1}$	1,8	
Spolupůsobící šířka b_{ef} [m]	b_{ef}	3,79	
Počet nosníků, na které se roznese jedna ze dvojice sil	n_1	3	
Zatěžovací plocha [m ² /m]	A_{w1}	6,2	
Svislá složka sil $q_{w1,v,k}$ [kN/m koleje]	$(q_w * A_{w1} * x_{h,1}) / (b_{ef} / 2)$	$(1,351 * 6,2 * 1,8) / (3,79 / 2) =$	1,99
Zatížení na nosník [kN/m]	$q_{cf,v} / n_1$	$(1,99 / 3) =$	0,66

Zatížení větrem je pro posouzení nosné konstrukce zanedbatelné.

5.3.2 - Zatížení teplotou

ZS6

Zatížení rovnoměrnou složkou teploty			
$T_{min} =$	-32 °C	z obr. 6.1	$T_{e,min} =$ -27,5 °C
$T_{max} =$	38 °C	==>>	$T_{e,max} =$ 42,5 °C
průměrná teplota v době kompletace konstrukce			
$T_0 =$	15 °C		
teplotní rozsahy včetně zohlednění rezervy = 10°C			
$\Delta T_{N,con} = (T_0 - T_{e,min}) + 10 =$			52,5 °C
$\Delta T_{N,exp} = (T_{e,max} - T_0) + 10 =$			37,5 °C
$\alpha_T =$	1,20E-05 m°C		



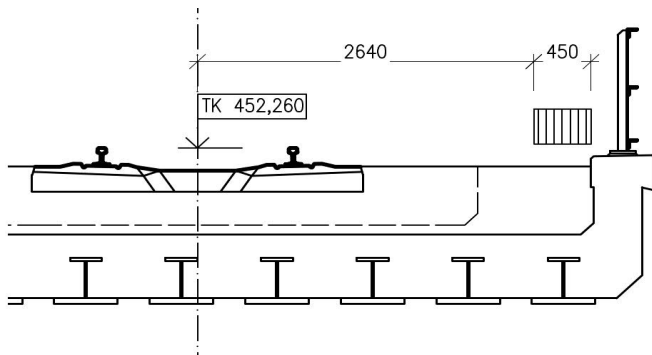
dilatace mostu	podélně
$\Delta_{max} = L * \Delta T_{N,exp} * \alpha_T = 14,575 * 37,5 * 1,2E-05 =$	6,6 mm
$\Delta_{min} = L * \Delta T_{N,con} * \alpha_T = 14,575 * 52,5 * 1,2E-05 =$	9,2 mm
$\Delta = \Delta_{max} + \Delta_{min} = 6,6 + 9,2 =$	15,8 mm

5.4 Zatížení mimořádná

5.4.1. Vykolejení vlaku

ZS7

Parametry zatížení				
Součinitel α [-]				1,21
Součinitel působení k				1,4
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]				80,00
Svislá zatížení				
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]	$q_{vk} \cdot \alpha \cdot k =$	q_{vk1}	$80 \cdot 1,21 \cdot 1,4 =$	135,5
roznašecí šířka $b_{l,dr}$ [m]				0,45
rovnoměrné plošné zatížení [kN/m ²]	$q_{vk} / b_{l,dr}$			301,2
dílič součinitel zatížení, mimořádná kombinace $\gamma_{a,sup}$				1,0



6 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

6.1 Výpis zatěžovacích stavů

ZS1	Vlastní tíha konstrukce
ZS2	Ostatní stálé
ZS2.1	Štěrkové lože + hydroizolace
ZS2.2	Kolejový rošt + římsy
ZS3	Zemní tlak za opěrou
ZS4	Zatížení dopravou - gr22
ZS4.1	LM71-Mmax (včetně bočních rázů a rozjezdových a brzdnych sil)
ZS4.2	LM71-Vmax (včetně bočních rázů a rozjezdových a brzdnych sil)
ZS4.3	Zemní tlak od vlaku
ZS5	Teplotní rozdíl mezi kolejí a nosnou kci
ZS6	Účinky od teploty
ZS6.1	Účinky rovnoměrné složky teploty T_{min}
ZS6.2	Účinky rovnoměrné složky teploty T_{max}
ZS6.3	Účinky nerovnoměrné lineární složky teploty - horní
ZS6.4	Účinky nerovnoměrné lineární složky teploty - spodní
ZS7	Vykolejení železničních vozidel

6.2 Pravidla pro sestavování kombinací pro mezní stav únosnosti (MSÚ)

- Kombinace zatěžovacích stavů generuje Scia Engineer 18.1
- Typ STR/GEO Soubor B

Rovnice 6.10a:

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

Rovnice 6.10b:

$$\sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

6.3 Pravidla pro sestavování kombinací pro mezní stav použitelnosti (MSP)

Kombinace charakteristická:

$$\sum G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinace častá:

$$\sum G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinace kvazistálá:

$$\sum G_{k,j} + P_k + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Součinitele spolehlivosti:

$\gamma_{Gj,sup}$ =	1,35	stále zatížení nepříznivé
$\gamma_{Gj,inf}$ =	1,00	stále zatížení příznivé
ξ =	0,85	redukční součinitel stálého zatížení
$\gamma_{Q,LM71}$ =	1,45	proměnné zatížení pro model zatížení LM71
γ_Q =	1,50	proměnné zatížení ostatní

Kombinační součinitele nahodilých zatížení:

Zatížení	ψ_0	ψ_1	ψ_2
LM 71	0,80	0,80	0,00
Boční ráz	1,00	0,80	0,00
Odstředivé síly	0,80	0,80	0,00
Vítr F_{wk}	0,75	0,50	0,00

6.4 Vnitřní síly - kombinace

- Vnitřní síly vypočteny programem Scia Engineer na deskostěnovém modelu se žebry
- Modelováno jako polorámová konstrukce
- Byly vytvořeny kombinace pro pozici vlaků umístěných uprostřed rozpětí a u podpory
- Výsledky jsou pro nejvíce namáhaný krajní nosník

Kombinace	N_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm] - v poli	M_{Ed} [kNm] - v podpoře
C01 pro MSÚ	459,20	716,65	850,85	-915,62
C02 pro MSP	303,60	236,72	176,25	-243,42

Zatěžovací stavy	N_{Ek} [kN]	V_{Ek} [kN]	M_{Ek} [kNm] - v poli	M_{Ek} [kNm] - v podpoře
ZS1 - Vlastní tíha	-107,45	136,08	132,67	-104,68
ZS2 - Ostatní stálé zatížení	-106,13	136,38	114,5	-98,8
ZS3 - Zemní tlak za opěrou	-166,45	35,75	-70,90	-39,94
ZS4- Soustava gr22	-162,46	125,50	182,37	-174,78

6.5 Reakce

Kombinace	R_z [kN]	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
Kombinace užitná pro výpočet sedání	7500,00	230,00	236,00	1660,00	2396,00	170,00
Kombinace návrhová pro návrh pilot	9750,00	20,00	340,00	2360,00	3410,00	174,00

7. MSÚ - Únosnost průřezů

7.1 Únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro normálová napětí - v poli

Poloha neutrálné osy

Mezní normálové síly plně zplastizovaného průřezu

$F_{c,1}$	$= cf_1 \cdot bc \cdot f_{cd} = 175 \cdot 750 \cdot 17 =$	2231,25 kN
$F_{c,2}$	$= tf_1 \cdot (bc - bf_1) \cdot f_{cd} = 20 \cdot (750 - 150) \cdot 17 =$	204,00 kN
$F_{c,3}$	$= hw \cdot (bc - tw) \cdot f_{cd} = 375 \cdot (750 - 12) \cdot 17 =$	4704,75 kN
$F_{st,f1}$	$= tf_1 \cdot bf_1 \cdot f_{yd} = 20 \cdot 150 \cdot 355 =$	1065,00 kN
$F_{st,w}$	$= hw \cdot tw \cdot f_{yd} = 375 \cdot 12 \cdot 355 =$	1597,50 kN
$F_{st,f2}$	$= tf_2 \cdot bf_2 \cdot f_{yd} = 20 \cdot 300 \cdot 355 =$	2130,00 kN

Pokud neutrální osa prochází ocelovým profilem platí:

$F_{c,1}$	$<$	$F_{st,f1} + F_{st,w} + F_{st,f2} = 1065 + 1597,5 + 2130$
2231,25 kN	$<$	4792,50 kN

Neutrální osa prochází ocelovým profilem

Pokud neutrální osa prochází ocelovým profilem pod horní pásnici platí:

$F_{c,1} + F_{c,2} + F_{st,f1} = 2231,25 + 204 + 1065$	$<$	$F_{st,w} + F_{st,f2} = 1597,5 + 2130$
3500,25 kN	$<$	3727,50 kN

Neutrální osa prochází stojinou nebo dolní pásnicí

Pokud neutrální osa prochází dolní pásnicí platí:

$F_{st,f2}$	$>$	$F_{c,1} + F_{c,2} + F_{c,3} + F_{st,f1} + F_{st,w} = 2231,25 + 204 + 4704,75 + 1065 + 1597,5$
2130,00 kN	$<$	9802,50 kN

Neutrální osa prochází stojinou

Z toho plyne, že: *Neutrální osa prochází stojinou*

$z_{g,pl}$ 384,2 mm

Normálová síla v tažené části ocelového průřezu

$$F_{st}^+ = f_{yd} \cdot A = f_{yd} \cdot [bf_2 \cdot tf_2 + tw \cdot (z_{g,pl} - tf_2)] = 355 \cdot [300 \cdot 20 + 12 \cdot (384,2 - 20)] = 3681,49 \text{ kN}$$

Normálová síla v tlačené části ocelového průřezu

$$F_{st}^- = f_{yd} \cdot A = f_{yd} \cdot [bf_1 \cdot tf_1 + tw \cdot (h_{st} - tf_1 - z_{g,pl})] = 355 \cdot [150 \cdot 20 + 12 \cdot (415 - 20 - 384,2)] = 1111,01 \text{ kN}$$

Normálová síla v tlačené části betonového průřezu

$$F_c^- = f_{cd} \cdot A_c = \alpha \cdot f_{cd} \cdot [bc \cdot (h - z_{g,pl}) - bf_1 \cdot tf_1 - tw \cdot (h_{st} - tf_1 - z_{g,pl})] = 0,8 \cdot 17 \cdot [750 \cdot (590 - 384,2) - 150 \cdot 20 - 12 \cdot (415 - 20 - 384,2)] = 2570,75 \text{ kN}$$

Kontrola

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

3681 kN	=	1111,01 + 2570,75 =	3682 kN
---------	---	---------------------	---------

Vzdálenost těžišť jednotlivých částí od neutrálné osy

$$x_{st,pl}^+ = [bf_2 \cdot tf_2^2 \cdot (z_{g,pl} - tf_2/2) + tw \cdot (z_{g,pl} - tf_2)^2] / [bf_2 \cdot tf_2 + tw \cdot (z_{g,pl} - tf_2)] = [300 \cdot 20 \cdot (384,2 - 20/2) + 12 \cdot (384,2 - 20)^2] / [300 \cdot 20 + 12 \cdot (384,2 - 20)] = 293,2 \text{ mm}$$

$$x_{st,pl}^- = [bf_1 \cdot tf_1 \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - tf_1/2) + tw \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - tf_1)^2] / [bf_1 \cdot tf_1 + tw \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - tf_1)] = [150 \cdot 20 \cdot (415 - 384,2 - 20/2) + 12 \cdot (415 - 384,2 - 20)^2] / [150 \cdot 20 + 12 \cdot (415 - 384,2 - 20)] = 20,2 \text{ mm}$$

$$x_{c,pl} = [bc \cdot (h - h_{st}) \cdot ((h + h_{st})/2 - z_{g,pl}) + (bc - bf_1) \cdot tf_1 \cdot ((h_{st} - tf_1)/2 - z_{g,pl}) + 0,5 \cdot (bc - tw) \cdot (h_{st} - tf_1 - z_{g,pl})^2] / [bc \cdot (h - z_{g,pl}) - bf_1 \cdot tf_1 - tw \cdot (h_{st} - tf_1 - z_{g,pl})] = [750 \cdot (590 - 415) \cdot ((590 + 415)/2 - 384,2) + (750 - 150) \cdot 20 \cdot ((415 - 20)/2 - 384,2) + 0,5 \cdot (750 - 12) \cdot (415 - 20 - 384,2)^2] / [750 \cdot (590 - 384,2) - 150 \cdot 20 - 12 \cdot (415 - 20 - 384,2)] = 104,6 \text{ mm}$$

7.2 Únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro normálová napětí - nad podporou

Mezní únosnost rozpěráků a rámu je nutno stanovit s přihlédnutím k vlivu normálové síly.
Normálovou sílu je nutno začlenit do podmínek rovnováhy.

$$\begin{aligned} N_{ed+} &= 459 \text{ kN} \\ N_{ed-} &= 2173 \text{ kN} \end{aligned}$$

Interakce smyku s ohybem

$$\begin{aligned} V_{ed} &\leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ 716,65 \text{ kN} &< 0,5 \cdot 848,53 = 424,27 \text{ kN} \end{aligned}$$

Mezní moment únosnosti je nutno redukovat!

$$\rho = ((2 \cdot V_{ed} / V_{pl,Rd}) - 1)^2 = 0,474936738$$

Redukce pevnosti oceli ve smykové ploše (stojině):

$$f_{y,st,d,red} = (1 - \rho) \cdot f_{yd} = 186 \text{ MPa}$$

Pro průřez namáhaný záporným ohybovým momentem lze předpokládat, že těžišťová osa plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu prochází vždy stojinou ocelového nosníku, platí tedy:

$$\begin{aligned} z_{g,pl} &= \frac{(f_{y,st,k} / \gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f1} \cdot t_{f1} - b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} + t_{f2})] + (f_{y,s,k} / \gamma_{M0,s}) \cdot A_s + (\lambda \cdot f_{c,k} / \gamma_{M0,c}) \cdot (b_c - t_w) \cdot (t_{f2} + t_{fw})}{2(f_{y,st,k} / \gamma_{M0,st}) \cdot t_w + (\lambda \cdot f_{c,k} / \gamma_{M0,c}) \cdot [b_c - t_w]} \quad \pm N_{ed} & 205,1 \text{ mm} \\ & & 50,4 \text{ mm} \\ x_{st,pl}^+ &= \frac{b_{f1} \cdot t_{f1} \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - t_{f1}/2) + t_w \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - t_{f1})^2 / 2}{b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - t_{f1})} & \text{pro } N_{ed+} & 171,0 \text{ mm} \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 280,2 \text{ mm} \\ x_{st,pl}^- &= \frac{b_{f2} \cdot t_{f2} \cdot (z_{g,pl} - t_{f2}/2) + t_w \cdot (z_{g,pl} - t_{f2})^2 / 2}{b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (z_{g,pl} - t_{f2})} & \text{pro } N_{ed+} & 167,4 \text{ mm} \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 39,0 \text{ mm} \\ x_{s,pl} &= h - z_{g,pl} - c_{s1}, & \text{pro } N_{ed+} & 242,4 \text{ mm} \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 397,1 \text{ mm} \\ x_{c,pl} &= 0,5 \cdot (z_{g,pl} - t_{f2} - t_{fw}), & \text{pro } N_{ed+} & 82,5 \text{ mm} \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 5,2 \text{ mm} \\ F_{st}^+ &= (f_{y,st,k} / \gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} - z_{g,pl})], & \text{pro } N_{ed+} & 2554,86 \text{ kN} & 4614,74 & F_{st}^+ + F_s^+ \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 2900,78 \text{ kN} & 4614,73 & F_{st}^- + F_c^- \\ & & & & 0,01 \text{ kN} & \text{kontrola} \\ F_{st}^- &= (f_{y,st,k} / \gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (z_{g,pl} - t_{f2})], & \text{pro } N_{ed+} & 2543,93 \text{ kN} & & \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 2198,01 \text{ kN} & & \\ F_s^+ &= (f_{y,s,k} / \gamma_{M0,s}) \cdot A_s & \text{pro } N_{ed+} & 1600,68 \text{ kN} & 4501,46 & F_{st}^+ + F_s^+ \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 1600,68 \text{ kN} & 4501,45 & F_{st}^- + F_c^- \\ & & & & 0,01 \text{ kN} & \text{kontrola} \\ F_c^- &= (\lambda \cdot f_{c,k} / \gamma_{M0,c}) \cdot (b_c - t_w) \cdot (z_{g,pl} - t_{f2} - t_{fw}), & \text{pro } N_{ed+} & 2070,80 \text{ kN} & & \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 130,54 \text{ kN} & & \\ M_{Rd} &= F_{st}^+ \cdot x_{st,pl}^+ + F_{st}^- \cdot x_{st,pl}^- + F_s \cdot x_{s,pl} + F_c \cdot x_{c,pl}, & \text{pro } N_{ed+} & 1422,84 \text{ kNm} & & \\ & & \text{pro } N_{ed-} & 1193,43 \text{ kNm} & & \end{aligned}$$

7.1.1 Mezní moment únosnosti plně zplastizovaného průřezu - v poli

$$\begin{aligned} M_{pl,Rd} &= F_{st+} \cdot x_{st,pl} + F_{st-} \cdot x_{st,pl} + F_c \cdot x_{c,pl} = 3681,49 \cdot 293,24 + 1111,01 \cdot 20,2 + 2570,75 \cdot 104,6 = 1370,90 \text{ kNm} \\ M_{pl,net,Rd} &= 95\% \cdot M_{pl,Rd} = 95\% \cdot 1370,9 = 1302,36 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ed} &\leq M_{pl,net,Rd} \\ 850,85 \text{ kNm} &< 1302,36 \text{ kNm} \end{aligned} \quad \text{Vyhovuje!} \quad \text{Využití průřezu na} \quad 65\%$$

Zatížitelnost

$$\begin{aligned} R_d &= 1302,36 \text{ kNm} \\ E_{rs,Ed} &= \gamma_G \cdot E_{rs} = 459,96 = 459,96 \text{ kNm} \\ E_{LM71,Ed} &= \gamma_Q \cdot E_{LM71} / \alpha = 391,37 = 391,37 \text{ kNm} \\ Z_{LM71} &= (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed} = (1302,36 - 459,96) / 391,37 = 2,15 \end{aligned}$$

7.2.1 Mezní moment únosnosti plně zplastizovaného průřezu - nad podporou

$$M_{pl,Rd} = F_{st}^+ \cdot X_{st,pl}^+ + F_{st}^- \cdot X_{st,pl}^- + F_s \cdot X_{s,pl} + F_c \cdot X_{c,pl} = 1193,43 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,net,Rd} = 95\% \cdot M_{pl,Rd} = 95\% \cdot 1193,43 = 1133,76 \text{ kNm}$$

$$\begin{array}{llll} M_{Ed} & \leq & M_{pl,net,Rd} & \\ 915,62 \text{ kNm} & < & 1133,76 \text{ kNm} & \text{Vyhovuje!} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Využití průřezu na} \\ 81\% \end{array}$$

Zatížitelnost

$$\begin{array}{llll} R_d & 1133,76 \text{ kNm} & & \\ E_{rs,Ed} & = \gamma G \cdot E_{rs} = 586,4 = & 586,40 & \text{kNm} \\ E_{LM71,Ed} & = \gamma Q \cdot E_{LM71}/\alpha = 385,6 = & 385,60 & \text{kNm} \\ Z_{LM71} & = (R_d - E_{rs,Ed})/E_{LM71,Ed} = (1133,76 - 586,4)/385,6 = & 1,42 & \end{array}$$

7.3 Únosnost ocelobetonového průřezu ZBN pro smyková napětí

Interakce smyku s ohybem

$$\begin{array}{llll} V_{Ed} & \leq & 0,5 \cdot V_{pl,Rd} & \\ 716,65 \text{ kN} & < & 0,5 \cdot 848,53 = 424,27 \text{ kN} & \text{Mezní moment únosnosti je nutno redukovat!} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} V_{Ed} & \leq & V_{pl,Rd} & \\ 716,65 \text{ kN} & < & 848,53 \text{ kN} & \text{Vyhovuje!} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Využití průřezu na} \\ 84\% \end{array}$$

$$V_{pl,Rd} = A_w \cdot \eta \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 4140 \cdot 355 / \sqrt{3} = 848,53 \text{ kN}$$

Zatížitelnost

$$\begin{array}{llll} R_d & 848,53 \text{ kN} & & \\ E_{rs,Ed} & = \gamma G \cdot E_{rs} = 595,2 = & 595,20 & \text{kN} \\ E_{LM71,Ed} & = \gamma Q \cdot E_{LM71}/\alpha = 167,38 = & 167,38 & \text{kN} \\ Z_{LM71} & = (R_d - E_{rs,Ed})/E_{LM71,Ed} = (848,53 - 595,2)/167,38 = & 1,51 & \end{array}$$

8. MSÚ - Posouzení svarových spojů

Posouzení krčných svarů

Pevnost svaru

$$\begin{array}{llll} \beta_w & 0,9 & & \\ \gamma_{M2} & 1,25 & & \\ f_{vw,d} & = f_{uk}/(\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}) = 510/(0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}) = & 261,7 \text{ MPa} & \end{array}$$

Svar dolní pásnice - stojina

Účinná tloušťka svaru	a	5 mm
Plocha pásnice	A _f	6000 mm ²
Vzdálenost těžišť pásnice a ocelového průřezu	e	198 mm
Statický moment plochy pásnice	S _y	= A _f · e = 6000 · 197,5 = 1185000 mm ³

$$\tau_{II} = (V_{Ed} \cdot S_y) / (2 \cdot a \cdot I_y) = (716,65 \cdot 1185000) / (2 \cdot 5 \cdot 378086458,333333) = 224,6 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{llll} \tau_{II} = 224,61 & \leq & f_{vw,d} & \\ 224,6 \text{ MPa} & < & 261,7 \text{ MPa} & \text{Vyhovuje!} \end{array}$$

Svar horní pásnice - stojina

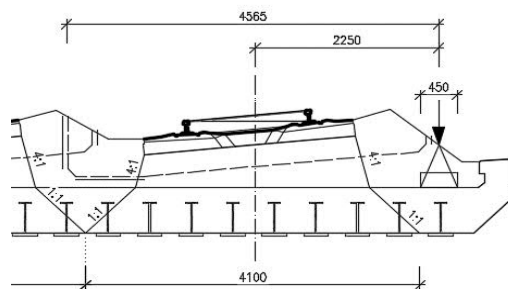
Účinná tloušťka svaru	a	5 mm
Plocha pásnice	A _f	6000 mm ²
Vzdálenost těžišť pásnice a ocelového průřezu	e	198 mm
Statický moment plochy pásnice	S _y	= A _f · e = 6000 · 197,5 = 1185000 mm ³

$$\tau_{II} = (V_{Ed} \cdot S_y) / (2 \cdot a \cdot I_y) = (716,65 \cdot 1185000) / (2 \cdot 5 \cdot 378086458,333333) = 224,6 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{llll} \tau_{II} = 224,61 & \leq & f_{vw,d} & \\ 224,6 \text{ MPa} & < & 261,7 \text{ MPa} & \text{Vyhovuje!} \end{array}$$

9. MSÚ - stabilita ZBN proti překlpení pro mimořádnou kombinaci vykojení vozidla

Nosná konstrukce je založená liniově a i pro II návrhovou kategorii dle ČSN EN 1991-2 **je stabilní proti překlpení**, protože výslednice mimořádného zatížení nepůsobí mimo osu uložení. Ze způsobu uložení nedochází vlivem tohoto zatížení ke klopení nosné konstrukce.



10. MSÚ - stabilita ZBN proti posunutí pro mimořádnou kombinaci nárazu vozidla

Výška pod mostem je větší než 4,2m -> **není nutno posuzovat na náraz vozidla.**

11. MSÚ - Únavové zatížení

součinitel únavové pevnosti	γ_{Mf}	1,35	
	γ_{Ff}	1,00	
Náhradní délka	L_Φ	10,736 m	
Dynamický součinitel	Φ_2	$= 1,44/(\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82 = 1,44/(\sqrt{10,7358333333333 - 0,2}) + 0,82 =$	1,29
Součinitel ekvivalentního poškození	λ	$= \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 = 0,85 * 1 * 1 * 1 =$	0,85
	λ_1	0,85	
	λ_2	1,00	
	λ_3	1,00	
	λ_4	1,00	
Základní materiál ocelového nosníku			
Maximální napětí od $\alpha.LM71$	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/l2 * z_{g,el,2} = 182,37/1358733610 * 369,5 =$	49,6 MPa
Minimální napětí od $\alpha.LM71$	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 49,6 - 0 =$	49,6 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda * \Phi_2 * \Delta\sigma_p = 0,85 * 1,29 * 49,6 =$	54,4 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	140,0 MPa	
$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E2} = 1 * 54,4$	\leq	$\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf} = 140 / 1,35$	
54,4 MPa	$<$	103,7 MPa	Vyhovuje!
Krční svary ocelového nosníku			
Maximální napětí od $\alpha.LM71$	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/l2 * (z_{g,el,2} - t_{f2}) = 182,37/1358733610 * (369,5 - 20) =$	46,9 MPa
Minimální napětí od $\alpha.LM71$	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 46,9 - 0 =$	46,9 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda * \Phi_2 * \Delta\sigma_p = 0,85 * 1,29 * 46,9 =$	51,4 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	125,0 MPa	
$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E2} = 1 * 51,4$	\leq	$\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf} = 125 / 1,35$	
51,4 MPa	$<$	92,6 MPa	Vyhovuje!
Z_{LM71}	$= (\Delta\sigma_c - \Delta\sigma_{p,min}) / \Delta\sigma_{p,max} = (92,6 - 0) / 51,4 / 1,21 =$		2,18
Otvory ve stojně ocelového nosníku			
Vzdálenost otvoru od spodní pásnice	d_{ot}	60 mm	
Maximální napětí od $\alpha.LM71$	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/l2 * (z_{g,el,2} - d_{ot}) = 182,37/1358733610 * (369,5 - 60) =$	41,5 MPa
Minimální napětí od $\alpha.LM71$	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 41,5 - 0 =$	41,5 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda * \Phi_2 * \Delta\sigma_p = 0,85 * 1,29 * 41,5 =$	45,5 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	90,0 MPa	
$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E2} = 1 * 45,5$	\leq	$\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf} = 90 / 1,35$	
45,5 MPa	$<$	66,7 MPa	Vyhovuje!

12. MSÚ - Únosnost ocelového průřezu při provádění

Poloha neutrálné osy

Mezní normálové síly plně zplastizovaného průřezu

$F_{st,f1}$	$= f_{yd} \cdot t_{f1} \cdot b_{f1} = 355 \cdot 20 \cdot 150 =$	1065,00 kN
$F_{st,w}$	$= f_{yd} \cdot t_w \cdot h_w = 355 \cdot 12 \cdot 375 =$	1597,50 kN
$F_{st,f2}$	$= f_{yd} \cdot t_{f2} \cdot b_{f2} = 355 \cdot 20 \cdot 300 =$	2130,00 kN

Pokud neutrální osa prochází stojinou nebo dolní pásnicí platí:

$F_{st,f1}$	<	$F_{st,w} + F_{st,f2} = 1597,5 + 2130$	
1065,00 kN	<	3727,50 kN	Neutrální osa prochází stojinou nebo spodní pásnicí

Pokud neutrální osa prochází dolní pásnicí platí:

$F_{st,f2}$	>	$F_{st,w} + F_{st,w} = 1065 + 1597,5$	
2130,00 kN	<	2662,50 kN	Neutrální osa neprochází spodní pásnicí

Vnitřní síly

Typ zatížení	g [kN/m]	Q [kN]	γ_G	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
Ocelový nosník	1,06	-	1,35	10,43	38,00
Čerstvý beton	8,02	-	1,35	78,90	287,50
Nahodilé	-	1,00	1,50	1,50	5,47
				90,83	330,96

Ocelový profil třídy: 2 Uvažována plastická únosnost

Únosnost ocelového průřezu pro normálová napětí

λ_{LT}	0,30		
$M_{b,Rd}$	$= \lambda_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd} = 0,3 \cdot 2310884,97453311 \cdot 355 =$	246,11 kNm	

M_{Ed}	\leq	$M_{b,Rd}$	
330,96 kNm	>	246,11 kNm	Nevyhovuje!

Využití průřezu na 134%

Nosníky budou podopřeny!!

Únosnost ocelového průřezu pro smyková napětí

Plocha horní pásnice	A_{f1}	3000 mm ²
Plocha dolní pásnice	A_{f2}	6000 mm ²
Plocha stojiny	$A_{w,net}$	4140 mm ²

$A_{f1}/A_{w,net} = 3000/4140 =$	0,72	>	0,6
$A_{f2}/A_{w,net} = 6000/4140 =$	1,45	>	0,6

τ_{Ed}	$= V_{Ed}/A_{w,net} = 90,83/4140 =$	21,9 MPa
-------------	-------------------------------------	----------

$\tau_{Ed}/(f_{yd}/\sqrt{3})$	\leq	1,0
0,11	<	1,0

Vyhovuje!

$h_w/t_w = 375/12 =$	31,3	<	$72 \cdot \epsilon/\eta = 72 \cdot 0,814/1,00 =$	58,6	Stojina nebude boulit
----------------------	------	---	--	------	-----------------------

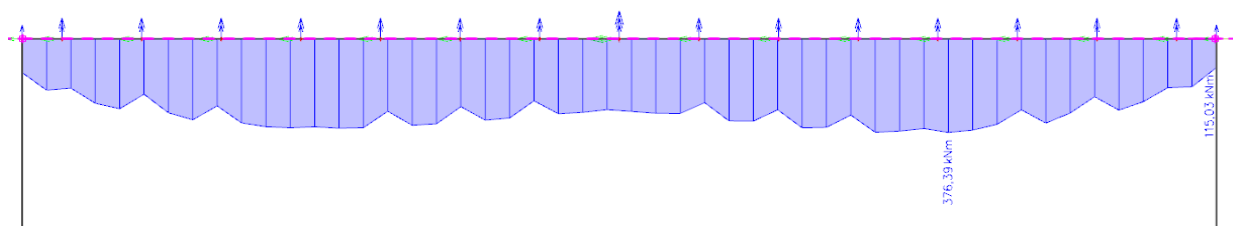
Posouzení desek ztraceného bednění

Zatížení tíhou čerstvého betonu	q_d	$= \gamma_f \cdot p \cdot h = 1,35 \cdot 25 \cdot 590 =$	19,91 kN/m
Osamělá síla	Q_d	$= \gamma_q \cdot 1 = 1,0 \cdot 1 =$	1,00 kN
Rozpětí	l	$= b_e - b_{f2} + 50 = 750 - 300 + 50 =$	500 mm

Použita bude deska o tloušťce 30 mm za předpokladu pevnosti v tahu za ohybu min. 9N/mm² a modulu pružnosti min. 4500N/mm².

13. MSÚ - Železobetonový průřez desky v příčném směru

Maximální ohybový moment v příčném směru:



Maximální ohybový moment M_{ed} 376,00 kNm

→ **Betonářská výztuž při spodním povrchu**

profil prutu \emptyset 20 mm po 150 mm

krytí betonem C_{nom} 40 mm

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=376,00\text{kNm}$; $V_z=0,00\text{kN}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 2\,094 / (1\,000 \times 500) = 0,00419$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 2\,094 / 550,103 = 0,00381$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 2\,094 / 550,103 = 0,00381$$

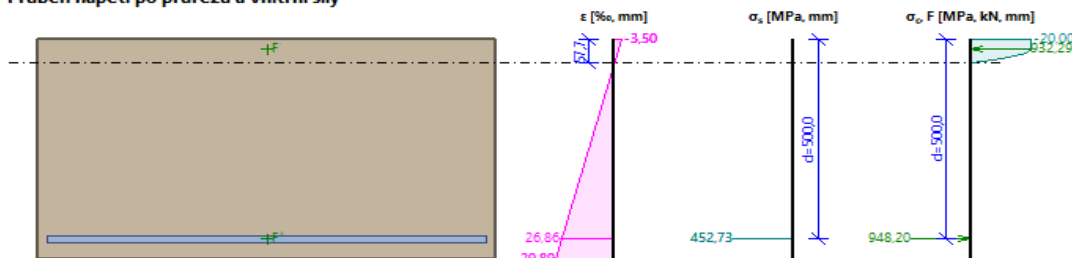
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00419 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00381 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00381 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 29,89 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 26,86 ‰

Největší deformace ve výztuži: 26,86 ‰

Směr neutrální osy: 360,00 °

Výška tlačené části průřezu: $x = 57,7$ mm

Efektivní výška průřezu: $d = 500,0$ mm

$\xi = 0,12 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$M_{Edy} = 376,00 \leq M_{Rdy} = 450,57$ kNm

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 83,5 %

$$Z_{LM71} = (M_{Rd} - M_{ed,st}) / M_{ed,LM71} = (450,57 - 94,21) / 257,43 / 1,21 =$$

1,68

14. MSP - Svislý průhyb ZBN

Ideální průřez ocelobetonového nosníku

součinitel pro dlouhodobé zatížení

$$n = Est/(E_{cm}/3) = 210/(32/3) =$$

19,688

součinitel pro krátkodobé zatížení

$$n = Est/E_{cm} = 210/32 =$$

6,563

Moment setrvačnosti ocelového průřezu

$$I_{st} = 3,78E+08 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu pro dlouhodobá zatížení

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu při působení betonu v tahu

$$Z_{g,el,1} = [Ast \cdot zst + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot (tf2 + hc/2)] / (Ast + 1/n \cdot bc \cdot hc) = 250,8 \text{ mm}$$

$$X_{st,el,1} = z_{g,el,1} - zst = 250,8 - 163,611111111111 = 87,2 \text{ mm}$$

$$X_{c,el,1} = 0,5 \cdot hc + tf2 - z_{g,el,1} = 0,5 \cdot 570 + 20 - 250,8 = 54,2 \text{ mm}$$

$$I_1 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,1}^2 + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot [x_{c,el,1}^3/12 + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot x_{c,el,1} \cdot x_{st,el,1}] = 1132424788 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu bez působení betonu v tahu

$$Z_{g,el,2} = h + n \cdot Ast/bc \cdot [1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot bc \cdot (h - zst)/(n \cdot Ast))}] = 290,3 \text{ mm}$$

$$X_{st,el,2} = z_{g,el,2} - zst = 290,3 - 163,611111111111 = 126,7 \text{ mm}$$

$$I_2 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,2}^2 + bc \cdot (3 \cdot n) \cdot (h - z_{g,el,2})^3 = 936583383 \text{ mm}^4$$

$$I_l = (I_1 + I_2)/2 = (1132424788 + 936583383)/2 = 1034504085 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu pro krátkodobá zatížení

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu při působení betonu v tahu

$$Z_{g,el,1} = [Ast \cdot zst + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot (tf2 + hc/2)] / (Ast + 1/n \cdot bc \cdot hc) = 280,7 \text{ mm}$$

$$X_{st,el,1} = z_{g,el,1} - zst = 280,7 - 163,611111111111 = 117,1 \text{ mm}$$

$$X_{c,el,1} = 0,5 \cdot hc + tf2 - z_{g,el,1} = 0,5 \cdot 570 + 20 - 280,7 = 24,3 \text{ mm}$$

$$I_1 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,1}^2 + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot [x_{c,el,1}^3/12 + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot x_{c,el,1} \cdot x_{st,el,1}] = 2365275755 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu bez působení betonu v tahu

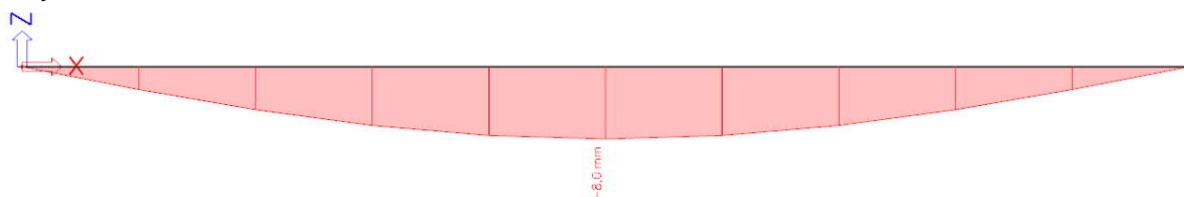
$$Z_{g,el,2} = h + n \cdot Ast/bc \cdot [1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot bc \cdot (h - zst)/(n \cdot Ast))}] = 369,5 \text{ mm}$$

$$X_{st,el,2} = z_{g,el,2} - zst = 369,5 - 163,611111111111 = 205,9 \text{ mm}$$

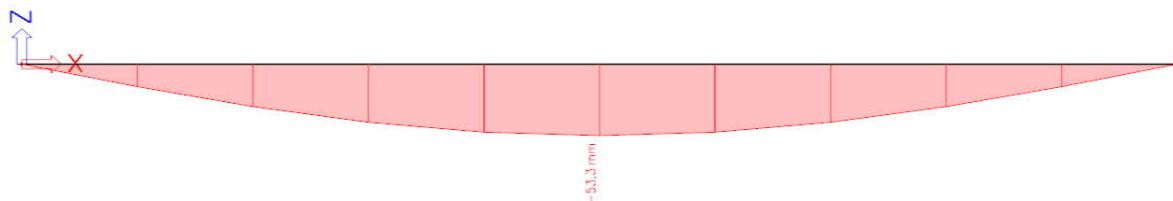
$$I_2 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,2}^2 + bc \cdot (3 \cdot n) \cdot (h - z_{g,el,2})^3 = 1358733610 \text{ mm}^4$$

$$I_l = (I_1 + I_2)/2 = (2365275755 + 1358733610)/2 = 1862004683 \text{ mm}^4$$

Průhyb ocelového nosníku - vlastní tíha:



Průhyb ocelového nosníku - vlastní tíha ŽB desky:



Průhyb ocelobetonového průřezu - ostatní stálé zatížení:

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}

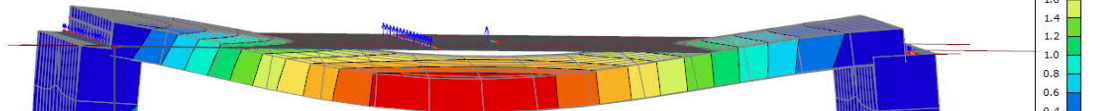
Lineární výpočet

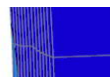
Kombinace: Průhyb-ostatní stálé

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku síť

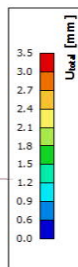
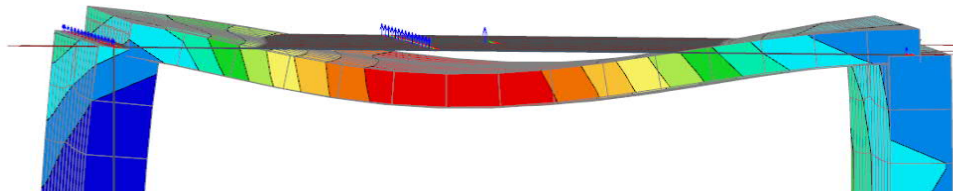




Průhyb ocelobetonového průřezu - LM71:

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS4.1
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Svislý průhyb ZBN

ZS1 - Vlastní tíha ZBN	$\delta_{stálé,1}$	=	61,3 mm
vlastní tíha ocelových nosníků		=	8,0 mm
vlastní tíha ŽB desky		=	53,3 mm
ZS2 - Ostatní stálé	$\delta_{stálé,2}$	=	2,4 mm
ZS3 - LM71	δ_{LM71}	= $\delta_{LM71} * \Phi 2 * \alpha = 3,5 * 1,288 * 1,21$	5,5 mm

Omezení průhybu z hlediska bezpečnosti dopravy

δ_{LM71}	\leq	$\delta_{lim} = L/600 = 14,575/600$
5,5 mm	<	24,3 mm

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\delta_{lim} - \delta_{rs}) / (\delta_{LM71} / \alpha) = (24,3 - 0) / (5,45468 / 1,21) = 5,39$$

Omezení průhybu z hlediska pohodlí cestujících

$$L/\delta = 800$$

$$k = 0,7$$

průhyb od LM71 pro $\alpha = 1,0$

$$\delta_{LM71} = \delta_{LM71} / 1,21 = 5,45468 / 1,21 = 4,5 \text{ mm}$$

δ_{LM71}	\leq	$\delta_{lim} = L / (L/\delta * k) = 14,575 / (800 * 0,7)$
4,5 mm	<	26,0 mm

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\delta_{lim} - \delta_{rs}) / (\delta_{LM71} / \alpha) = (26 - 0) / (4,5 / 1,21) = 6,99$$

Nadvýšení ocelových nosníků

Nosníky budou do vytvrdnutí betonu podepřeny, průhyb na ocelovém průřezu se tedy rovná 0mm!

Teoretické nadvýšení = průhyb od stálého zatížení a 25% od LM71

$$\delta = 1,4 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$$

Navržené výrobní nadvýšení = 0,0

15. MSP - Omezení normálového napětí od charakteristického zatížení

Omezení napětí v ocelovém nosníku

$$\sigma_{st} = M_{EK}/I \cdot z$$

Tahová napětí ve spodních vláknech nosníku

Zatížení	M_{EK}	I	z	σ_{st}
ZS1 - Vlastní tíha ZBN	132,67	3,781E+08	164	57,4
ZS2 - Ostatní stálé	114,50	9,366E+08	290	35,5
ZS4 - LM71	182,37	1,359E+09	370	49,6
ZS6 - Tmax	83,35	1,359E+09	370	22,7
				165,2

$$\sigma_{st} \leq 1,00 \cdot f_{yk} = 1,00 \cdot 355$$

$$165,2 \text{ MPa} < 355,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

Tlaková napětí v horních vláknech nosníku

Zatížení	M_{EK}	I	z	σ_{st}
ZS1 - Vlastní tíha ZBN	104,68	3,781E+08	251	69,6
ZS2 - Ostatní stálé	98,80	9,366E+08	125	13,2
ZS3 - zemní tlak	39,94	9,366E+08	125	5,3
ZS4 - LM71	174,78	1,359E+09	46	5,9
ZS6 - Tmin	161,95	1,359E+09	46	5,4
				99,4

$$\sigma_{st} \leq 1,0 \cdot f_{yk} = 1,0 \cdot 355$$

$$99,4 \text{ MPa} < 355,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

Omezení tlakového napětí v betonové desce

$$\sigma_c = 1/n \cdot M_{EK}/I \cdot z$$

Zatížení	M_{EK}	n	I	z	σ_c
ZS1 - Vlastní tíha ZBN					
ZS2 - Ostatní stálé	132,67	19,688	9,366E+08	300	2,2
ZS4 - LM71	182,37	6,563	1,359E+09	221	4,5
ZS6 - Tmax	83,35	6,563	1,359E+09	221	2,1
					8,8

$$\sigma_c \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30$$

$$8,8 \text{ MPa} < 18,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\sigma_c - \lim - \sigma_c, rs) / (\sigma_c, LM71 / \alpha) = (18 - (2,2)) / ((4,5/1,21) + 2,1) = 2,72$$

Omezení tahového napětí v dolní výztuži betonové desky

$$\sigma_s = 1/n \cdot M_{EK}/I \cdot z$$

Zatížení	M_{EK}	n	I	z	σ_s
ZS1 - Vlastní tíha ZBN					
ZS2 - Ostatní stálé	132,67	19,688	9,366E+08	220	1,6
ZS4 - LM71	182,37	6,563	1,359E+09	300	6,1
ZS6 - Tmax	83,35	6,563	1,359E+09	300	2,8
					10,5

$$\sigma_s \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 0,8 \cdot 355$$

$$10,5 \text{ MPa} < 284,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

MSP - Ověření náchylnosti k rezonancím

V_{max} 90 km/h Konstrukce není náchylná k rezonancím

Norma

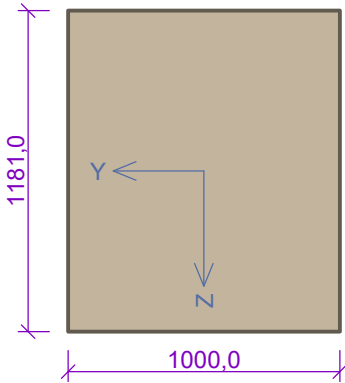
Norma **EN 1992-2/Česko**.
Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

1 opěra - roh

1.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna
Prostředí: XD3, XF4

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37
 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: B500B
 $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$
Ocel příčná: B500B
 $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	max N	-2604,33	-934,80	-408,58	-383,24	-142,83	88,54	1,0
2	min N	2482,26	-365,68	545,10	-8,82	-167,07	-288,37	1,0
3	max M	-2349,72	-1568,06	-292,09	-306,91	-208,14	-33,90	1,0
4	min M	-222,95	-206,46	-20,45	-39,38	-60,76	-12,72	1,0
5	max Vz	-2604,33	-934,80	-408,58	-383,24	-142,83	88,54	1,0
6	min Vz	2482,26	-365,68	545,10	-8,82	-167,07	-288,37	1,0

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	max N	-1726,82	-850,24	-243,95	1,0
2	min N	867,42	-673,35	258,11	1,0
3	max M	-1726,82	-850,24	-243,95	1,0
4	min M	867,42	-673,35	258,11	1,0

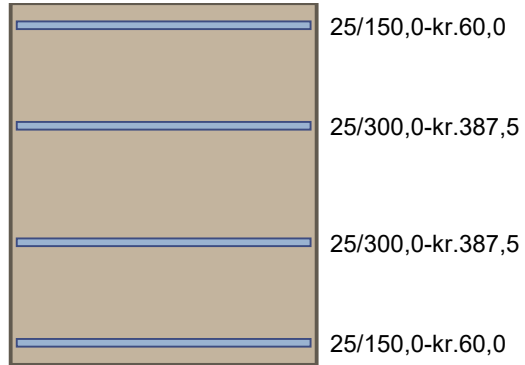
Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Max N	-1071,08	-414,64	-158,23
2	Min N	580,07	-369,69	166,19
3	max M	-1071,08	-414,64	-158,23
4	min M	580,07	-369,69	166,19

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	25	60,0	horní výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
3,333	25	387,5	horní výztuž
6,667	25	60,0	dolní výztuž
3,333	25	387,5	dolní výztuž



S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Obvodové třmínky

Profil: 16 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Spony svislé

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 300,0 mm; Střihy: 3

Minimální krytí

60,0 mm (uživ.)

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 1,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 590,5 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 149 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 104 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 0 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

2: **min N** - základní návrhová

$N=2482,26\text{kN}$; $M_y=-365,68\text{kNm}$; $M_z=545,10\text{kNm}$; $V_z=-8,82\text{kN}$; $V_y=-167,07\text{kN}$; $T=-288,37\text{kNm}$

Podrobné posouzení TAH A OHYB: min N

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$\rho_s = A_s / A_c = 9\,817 / 1,18 \cdot 10^6 = 0,00831$

$\rho_s = A_s / A_c = 9\,817 / 1,18 \cdot 10^6 = 0,00831$

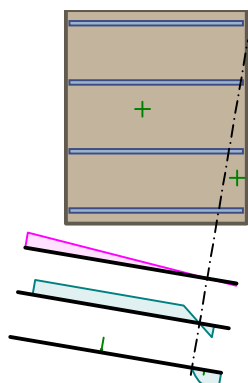
$\rho_{s,min} = 0,002$

$\rho_s = 0,00831 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

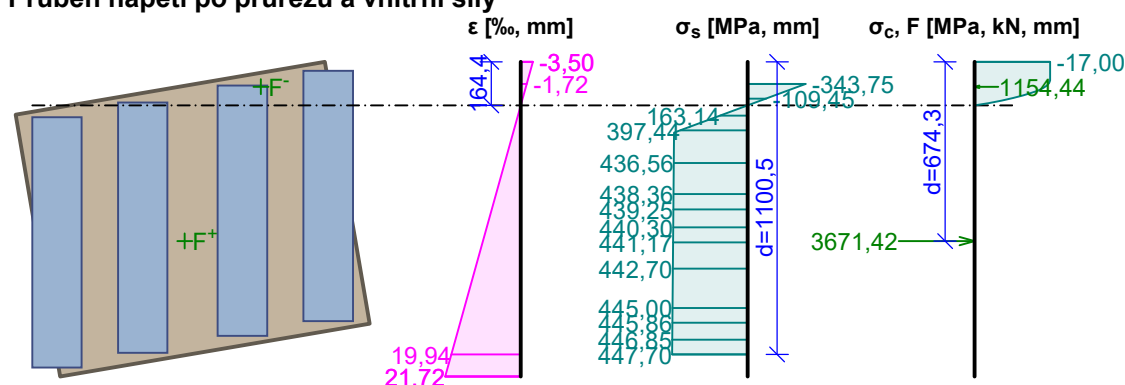
$\rho_s = 0,00831 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 2\,454 \text{ mm}^2$

Orientace neutrální osy



Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰
 Největší deformace v betonu: 21,72 ‰
 Nejmenší deformace ve výztuži: -1,72 ‰
 Největší deformace ve výztuži: 19,94 ‰
 Směr neutrálné osy: 260,33 °

$$N_{Ed} = 2482,26 \text{ kN} \leq N_{Rd} = 4574,25 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = -365,68 \leq M_{Rdy} = -543,86 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 545,10 \leq M_{Rdz} = 810,68 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na tah a ohyb Vyhovuje

Využití: 67,2 %

Podrobné posouzení SMYK: min N

Posouzení konstrukčních zásad třmínků - Posouzení svisle

Minimální průměr třmínků $d = 8 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Použit model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály : $\theta = 45^\circ$

Plocha obvodových třmínků pro výpočet smykové únosnosti : $A_{sw} = 139 \text{ mm}^2$

Únosnost betonu

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 791,8)}; 2) = \min(1,503; 2) = 1,503$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(4\,909 / (1\,177 \times 791,8); 0,02) = \min(0,00527; 0,02) = 0,00527$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,503^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,353 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-2\,482 / 1,18 \cdot 10^6; 0,2 \times 17) = \min(-2,102; 3,4) = -2,102 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times 3\sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 1,503 \times 3\sqrt{(100 \times 0,00527 \times 30)}; 0,353) + 0,15 \times (-2,102)) \times 1\,177 \times 791,8 = 127,8 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 139 / 150 \times 729,3 \times 434,8 \times 1 = 293,8 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 1\,177 \times 729,3 \times 0,528 \times 17 / (1 + 1) = 3\,854 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(127,8; \min(3\,854; 293,8)) = \max(127,8; 293,8) = 293,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 167,3 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 293,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 57,0 %

Podrobné posouzení KROUCENÍ: min N

Maximální vzdálenost třmíneků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 30 / 1,5 = 17 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 1\,177 \times 729,3 \times 0,528 \times 17 / (1 + 1) = 3\,854 \text{ kN}$$

$$v = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$t_{ef} = \max(0,145; A / u) = \max(0,145; 1,181 / 4,362) = \max(0,145; 0,271) = 0,271 \text{ m}$$

$$T_{Rdmax} = 2 \times v \times \alpha_{cw} \times f_{cd} \times A_k \times t_{ef} \times \sin \theta \times \cos \theta = 2 \times 0,528 \times 1 \times 17 \times 0,664 \times 0,271 \times 0,707 \times 0,707 = 1\,613 \text{ kNm}$$

$$V_{Edt} = T_{Ed} / (2 \times A_k) = 288,4 / (2 \times 0,664) = 217,2 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdt} = A_{sw} \times f_{yd} \times \cot \theta / s = 131,6 \times 434,8 \times 1 / 0,15 = 381,4 \text{ kN}$$

$$\max(V_{Ed} / V_{Rdmax} + T_{Ed} / T_{Rdmax}; V_{Edt} / V_{Rdt}) < 1$$

$$\max(167,3 / 3\,854 + 288,4 / 1\,613; 217,2 / 381,4) < 1$$

$$0,57 < 1$$

Požadovaná plocha podélné výztuže pro přenesení kroutícího momentu: $A_{sl,sum} = 1\,638 \text{ mm}^2$

$$A_{sl,sum} = T_{Ed} \times \cot(\theta) \times u_k / (2 \times A_k \times f_{yd}) = 288,4 \times \cot(45) \times 3,279 / (2 \times 0,664 \times 434,8) = 1\,638 \text{ mm}^2$$

Plocha podélné výztuže uvažovaná pro přenesení kroutícího momentu: $A_{sl} = 2\,538 \text{ mm}^2$

Únosnost průřezu v kroucení Vyhovuje

Využití: 57,0 %

8: min N - charakteristická

$$N=867,42\text{kN}; M_y=-673,35\text{kNm}; M_z=258,11\text{kNm}$$

Podrobné posouzení - Omezení napětí: min N

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 1,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 590,5 \text{ mm}$$

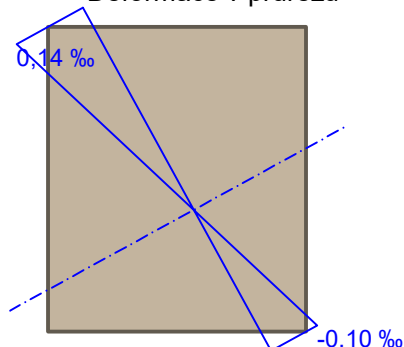
Moment setrvačnosti:

$$I_y = 149 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 104 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

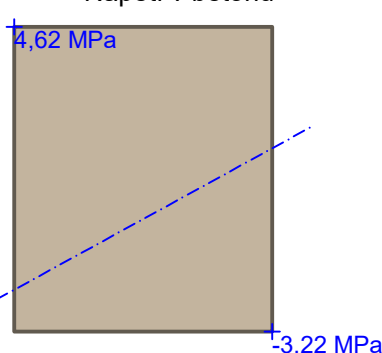
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 0 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

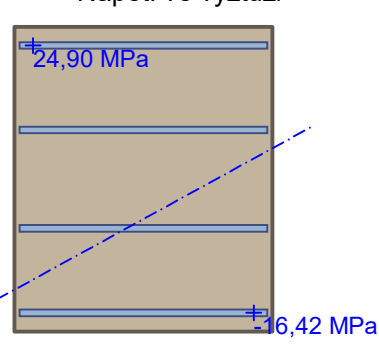
Deformace v průřezu



Napětí v betonu



Napětí ve výztuži



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 157.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 683 \text{ mm}$; $z_t = 289,6 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

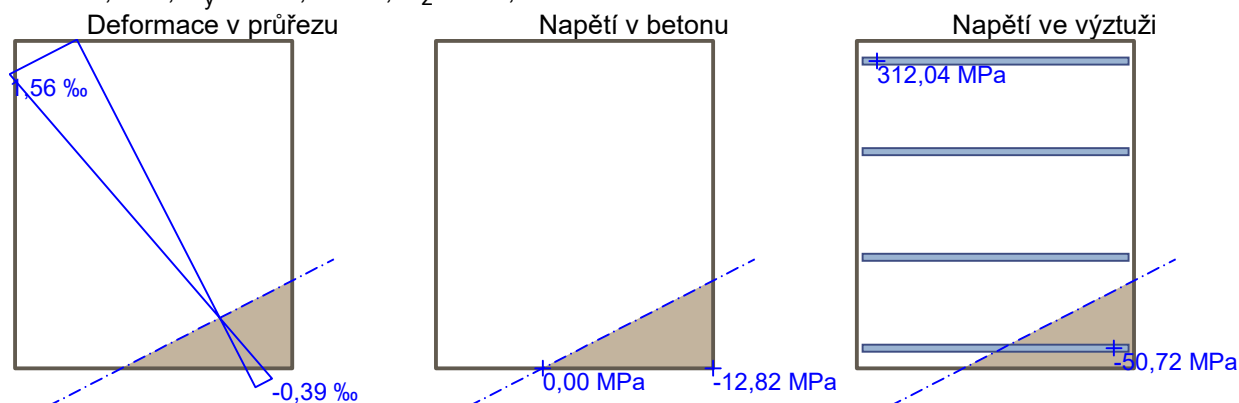
$I_y = 20,6.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 10,7.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 2,95.10^9 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = -1,80.10^9 \text{ mm}^4$

Vnitřní síly po přepočtu vůči těžišti průřezu:

$N = 867,4 \text{ kN}$; $M_y = -934,4 \text{ kNm}$; $M_z = 416,8 \text{ kNm}$



Maximální tlakové napětí v betonu

$\sigma_c = 12,82 \text{ MPa}$

Omezení tlakového napětí v betonu

$k_1 \times f_{ck} = 18,00 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí v betonu

$\sigma_{c,max} = 4,62 \text{ MPa}$

Maximální tlakové napětí ve výztuži

$\sigma_{s,min} = 50,72 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí ve výztuži

$\sigma_{s,max} = 312,04 \text{ MPa}$

Omezení tahového napětí ve výztuži

$k_3 \times f_{yk} = 400,00 \text{ MPa}$

Výška tlačené části průřezu

$h = 281,1 \text{ mm}$

Využití průřezu: 78,0 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje

12: Min N - kvazistálá

$N = 580,07 \text{ kN}$; $M_y = -369,69 \text{ kNm}$; $M_z = 166,19 \text{ kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Min N

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 1,24.10^6 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

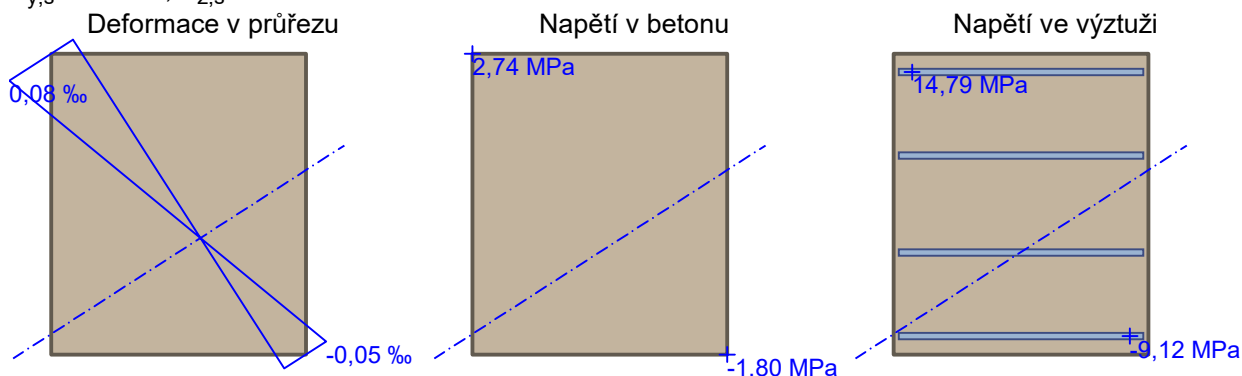
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 590,5 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 149.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 104.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 0 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 145.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 695,7 \text{ mm}$; $z_t = 309,5 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

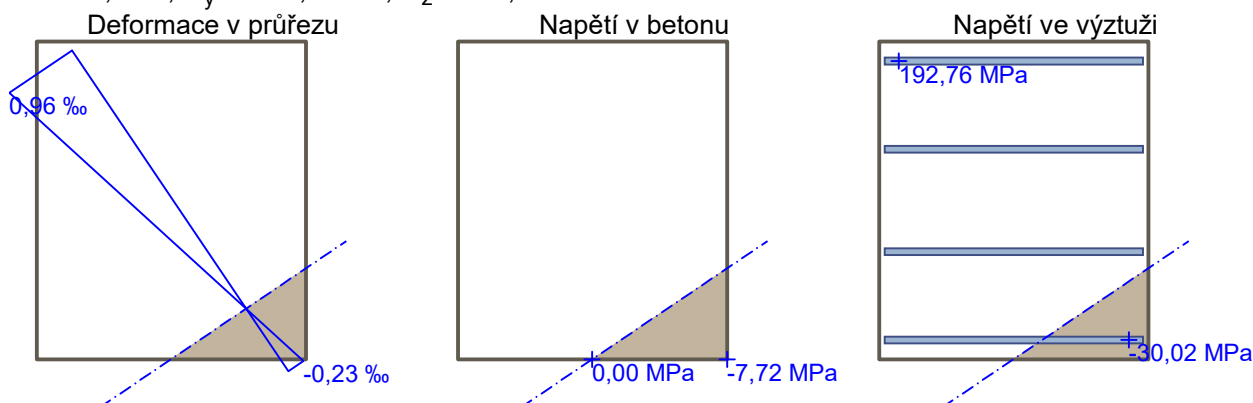
$I_y = 19,9.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 10,5.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 2,76.10^9 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = -1,92.10^9 \text{ mm}^4$

Vnitřní síly po přepočtu vůči těžišti průřezu:

$N = 580,1 \text{ kN}$; $M_y = -532,7 \text{ kNm}$; $M_z = 279,7 \text{ kNm}$



Trhliny jsou počítány pouze při horním/spodním povrchu průřezu.

$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,00491 / 0,591 = 0,00831$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200.10^3 / 33\ 000 = 6,061$

$\epsilon_s - \epsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 140,6 / 200.10^3; [140,6 - 0,4 \times 2,9 / 0,00831 \times (1 + 6,061 \times 0,00831)] / 200.10^3) = \max(0,000422; -30,1.10^{-6}) = 0,000422$

$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 60)^{0,667}; 3,4) = \min(1,897; 3,4) = 1,897$

$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 1,897 \times 60 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 25 / 0,00831 = 625,1 \text{ mm}$

$w = \epsilon_s - \epsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000422 \times 625,1 = 0,264 \text{ mm}$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,300mm (Prostředí - XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XD3, XS1, XS2 nebo XS3)

Výška tlačené části průřezu: $x = 280,8 \text{ mm}$

Využití průřezu: 87,9 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$\rho_s = 0,00831 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00831 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 2\ 454 \text{ mm}^2$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků - Posouzení svisle

Minimální průměr třmínků $d = 8 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Využití [%]	Posouzení
1	max N	-2604,33	-934,80	-408,58	-383,24	-142,83	88,54	33,8	Vyhovuje
		-24003,99	-2768,74	-1210,09	-1799,22	-670,55	415,67		
2	min N	2482,26	-365,68	545,10	-8,82	-167,07	-288,37	67,2	Vyhovuje
		4574,25	-543,86	810,68	-15,49	-293,35	-506,33		

--

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Využití [%]	Posouzení
3	max M	-2349,72 -24003,99	-1568,06 -3075,50	-292,09 -572,83	-306,91 -1626,52	-208,14 -1103,07	-33,90 -179,66	51,0	Vyhovuje
4	min M	-222,95 -24003,99	-206,46 -2371,21	-20,45 -234,85	-39,38 -839,34	-60,76 -1295,02	-12,72 -271,11	8,7	Vyhovuje
5	max Vz	-2604,33 -24003,99	-934,80 -2768,74	-408,58 -1210,09	-383,24 -1799,22	-142,83 -670,55	88,54 415,67	33,8	Vyhovuje
6	min Vz	2482,26 4574,25	-365,68 -543,86	545,10 810,68	-8,82 -15,49	-167,07 -293,35	-288,37 -506,33	67,2	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 67,2 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	max N	-1726,82	-850,24	-243,95	8,95	56,68	46,65	49,7	Vyhovuje
2	min N	867,42	-673,35	258,11	12,82	312,04	50,72	78,0	Vyhovuje
3	max M	-1726,82	-850,24	-243,95	8,95	56,68	46,65	49,7	Vyhovuje
4	min M	867,42	-673,35	258,11	12,82	312,04	50,72	78,0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Max N	-1071,08	-414,64	-158,23	54,1.10 ⁻⁶	0,388	0,021	7,0	Vyhovuje
2	Min N	580,07	-369,69	166,19	422.10 ⁻⁶	0,625	0,264	87,9	Vyhovuje
3	max M	-1071,08	-414,64	-158,23	54,1.10 ⁻⁶	0,388	0,021	7,0	Vyhovuje
4	min M	580,07	-369,69	166,19	422.10 ⁻⁶	0,625	0,264	87,9	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 87,9 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 87,9 %

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
Smyk kruhových pilot : zjednodušená metoda

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Posouzení tažené patky : standardní postup
Dovolená excentricita : 0,333
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	Y _G =	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	Y _{Rvs} =	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	Y _{Rhs} =	1,10 [-]	

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu h_z = 2,80 m
Hloubka základové spáry d = 1,20 m
Tloušťka základu t = 1,20 m
Sklon upraveného terénu s₁ = 0,00 °
Sklon základové spáry s₂ = 0,00 °

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu
Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky x = 3,00 m
Šířka patky y = 13,80 m
Tvar sloupu obdélník
Šířka sloupu ve směru x c_x = 1,00 m
Šířka sloupu ve směru y c_y = 13,80 m

Objem patky = 49,68 m³
Objem výkopu = 49,68 m³
Objem zásypu = 0,00 m³

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

Výztuž podélná: B500B

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

Výztuž příčná: B500B

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění

Kóta povrchu = 447,50 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,30	0,00 .. 0,30	447,50 .. 447,20	Třída F1, konzistence tuhá	
2	0,80	0,30 .. 1,10	447,20 .. 446,40	Třída F1, konzistence tuhá	
3	1,60	1,10 .. 2,70	446,40 .. 444,80	Třída F2, konzistence tuhá	
4	1,30	2,70 .. 4,00	444,80 .. 443,50	Třída F4, konzistence tuhá	
5	1,20	4,00 .. 5,20	443,50 .. 442,30	Třída F2, konzistence tuhá	
6	2,30	5,20 .. 7,50	442,30 .. 440,00	GT3 - R6	
7	2,00	7,50 .. 9,50	440,00 .. 438,00	GT2 - R6	
8	-	9,50 .. ∞	438,00 .. -	GT4 - R6/R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1 - fáze 1	Užitné	7500,00	170,00	2396,00	236,00	230,00
2	Ano		Zatížení č. 2 fáze 2	Návrhové	674,00	64,00	64,00	46,00	6,00
3	Ano		Zatížení č. 3 - návrhové 1.fáze	Návrhové	9748,00	174,00	3410,00	340,00	20,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,20 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 2 fáze 2	Ano	-0,01	-0,05	38,27	299,74	12,77	Ano
Zatížení č. 2 fáze 2	Ne	0,00	-0,04	45,83	301,79	15,19	Ano
Zatížení č. 3 - návrhové 1.fáze	Ano	-0,28	-0,02	317,45	277,12	114,55	Ne
Zatížení č. 3 - návrhové 1.fáze	Ne	-0,27	-0,02	324,62	278,15	116,70	Ne

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 1207,22 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (Zatížení č. 3 - návrhové 1.fáze)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 4,05 \text{ m}$

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 11,32 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 278,15 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 324,62 \text{ kPa}$

Svislá únosnost NEVYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,094 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,003 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,094 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (Zatížení č. 3 - návrhové 1.fáze)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 24,15 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 3726,14 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 340,59 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu NEVYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 894,24 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00 \text{ kN}$

Sednutí středu hrany x - 1 = 40,8 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 38,9 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 72,2 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 52,8 mm

Sednutí středu základu = 87,3 mm

Sednutí charakterist. bodu = 62,3 mm
(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 8,28 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=255,17$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=2,62$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,084 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,004 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,084 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 62,3 mm

Hloubka deformační zóny = 11,25 m

Natočení ve směru x = 6,479 ($\tan \cdot 1000$); ($3,7\text{E}-01^\circ$)

Natočení ve směru y = 0,137 ($\tan \cdot 1000$); ($7,9\text{E}-03^\circ$)

Plošné založení nevyhovuje na svislou únosnost a příliš velké sedání -> návrh skupiny pilot!

Posouzení skupiny pilot

Vstupní data

Parametry zemín

GT2 - R6

Objemová tíha :	γ	=	20,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	26,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	11,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	4,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

Třída F1, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	19,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	29,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	8,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	24,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

GT4 - R6/R5

Objemová tíha :	γ	=	20,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	21,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	30,00 kPa
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	20,00 MPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,40
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

Třída F2, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	19,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	27,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	10,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	17,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19,50 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

Třída F4, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	18,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	24,50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	14,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	8,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	18,50 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

GT3 - R6

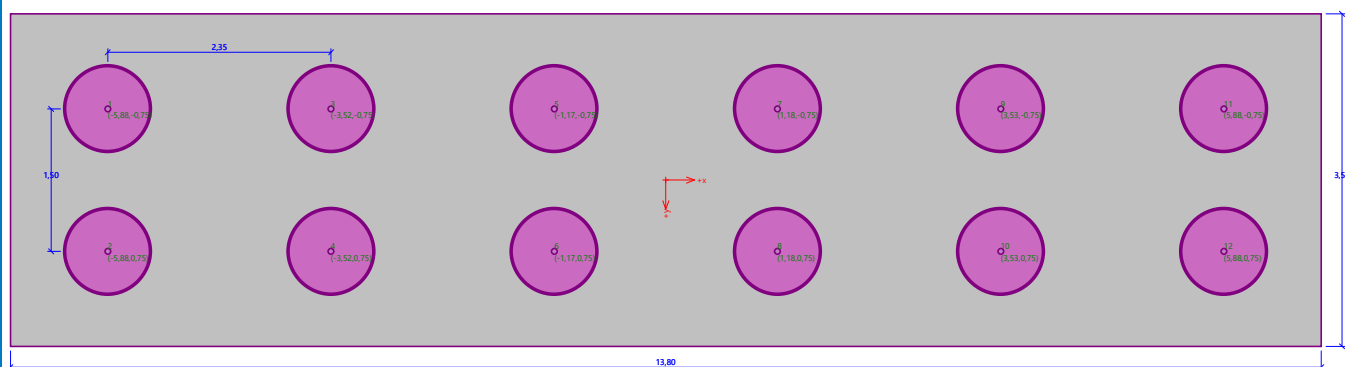
Objemová tíha :	γ	=	20,90 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	30,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	4,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	4,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		

Konstrukce

Šířka základové desky $b_x = 13,80$ m
 $b_y = 3,50$ m
Průměr piloty $d = 0,90$ m
Počet pilot $n_x = 6$
 $n_y = 2$
Osová vzdálenost $s_x = 2,35$ m
 $s_y = 1,50$ m

Název : Konstrukce

Fáze - výpočet : 1 - 0

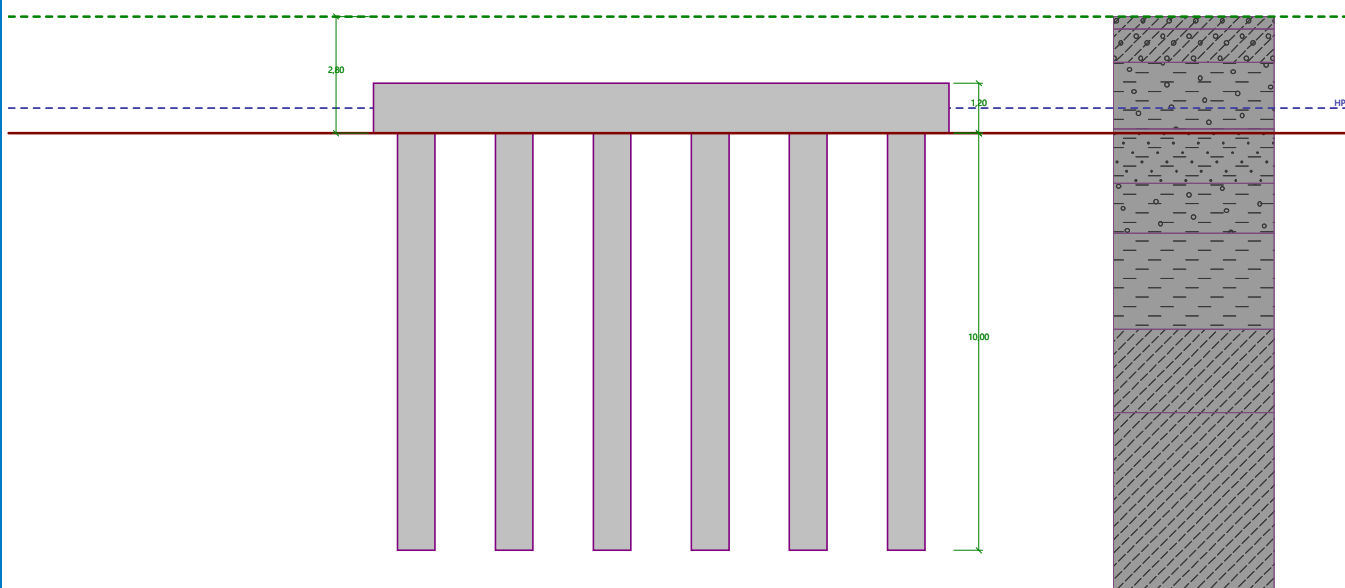


Geometrie

Hloubka založení $h_z = 2,80$ m
Vysazení piloty $h = 0,00$ m
Tloušťka základové desky $t = 1,20$ m
Délka pilot $l = 10,00$ m
Účinnost skupiny pilot $\eta_g = 1,00$

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 7,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku

$G = 12500,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu

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

Ocel příčná: B500B

Mez kluzu

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

Stanovení svislých pružin

Typické zatížení (pro výpočet tuhosti svislých pružin) : Zatížení č. 1 - fáze 1

Geologický profil a přiřazení zemín

Informace o umístění

Kóta povrchu = 447,50 m

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,30	0,00 .. 0,30	447,50 .. 447,20	Třída F1, konzistence tuhá	
2	0,80	0,30 .. 1,10	447,20 .. 446,40	Třída F1, konzistence tuhá	
3	1,60	1,10 .. 2,70	446,40 .. 444,80	Třída F2, konzistence tuhá	
4	1,30	2,70 .. 4,00	444,80 .. 443,50	Třída F4, konzistence tuhá	
5	1,20	4,00 .. 5,20	443,50 .. 442,30	Třída F2, konzistence tuhá	
6	2,30	5,20 .. 7,50	442,30 .. 440,00	GT3 - R6	
7	2,00	7,50 .. 9,50	440,00 .. 438,00	GT2 - R6	
8	-	9,50 .. ∞	438,00 .. -	GT4 - R6/R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
	nové	změna								
1	Ano		Zatížení č. 1 - fáze 1	Užitné	7500,00	170,00	2396,00	236,00	230,00	1660,00
2	Ano		Zatížení č. 2 fáze 2	Návrhové	674,00	64,00	64,00	46,00	6,00	4,00
3	Ano		Zatížení č. 3 - návrhové 1.fáze	Návrhové	9750,00	174,00	3410,00	340,00	20,00	2360,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,20 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : pružinová metoda

Okrajové podmínky : plovoucí piloty - tuhosti pružin dopočítat z parametrů zemin
Připojení pilot k desce : tuhé
Modul reakce podloží : podle ČSN 73 1004

Výsledky výpočtu

Maximální vnitřní síly (všechna zatížení)

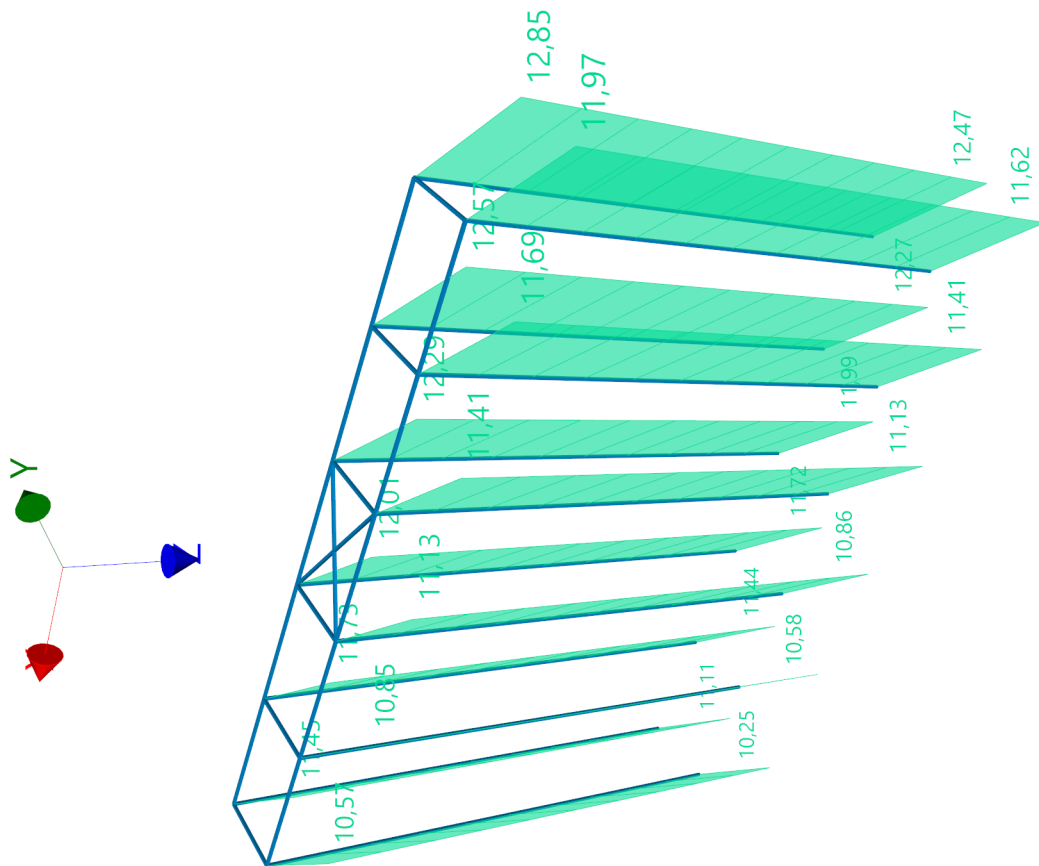
Maximální tlaková síla = -1051,86 kN
Minimální tlaková síla = -78,37 kN
Maximální moment = 298,43 kNm
Maximální posouvající síla = 93,26 kN

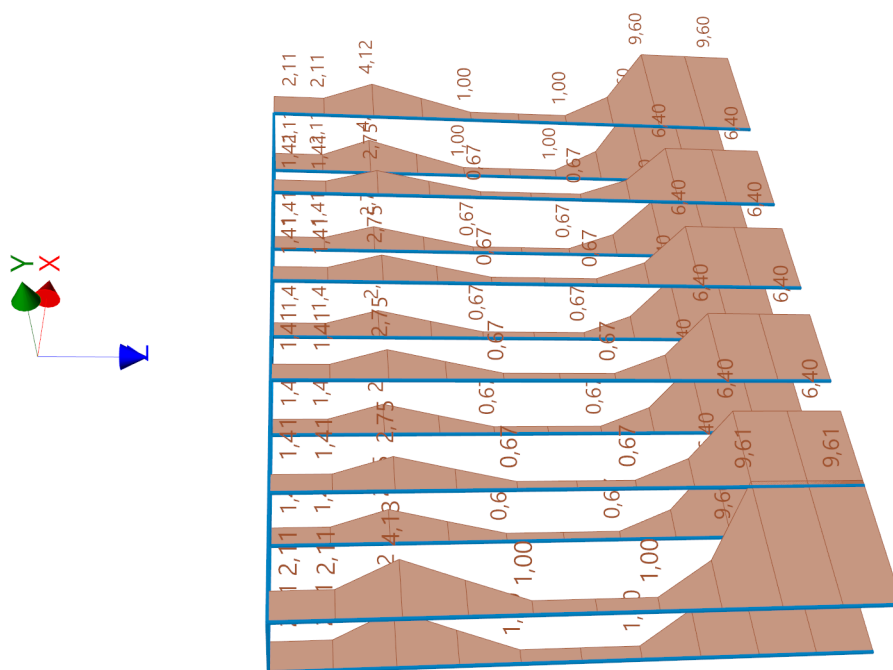
Maximální deformace (jen užitná zatížení)

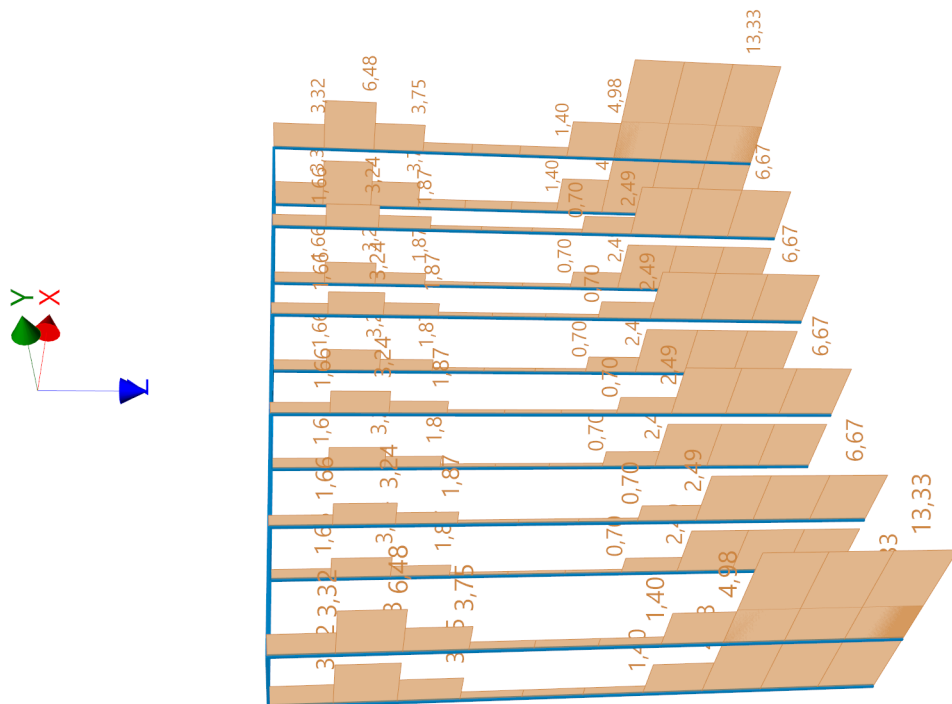
Maximální sednutí = 13,6 mm
Maximální vodorovný posun desky = 6,9 mm
Maximální natočení desky = 3,4E-02 °

Maximální vnitřní síly na pilotách

Pilota	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	M _{max} [kNm]	Q _{max} [kN]
pilota 1 - 1	-1051,86	-84,92	269,43	78,46
pilota 1 - 2	-812,17	-79,05	152,98	32,63
pilota 1 - 3	-796,77	-80,32	104,38	19,97
pilota 1 - 4	-781,43	-81,65	92,72	23,32
pilota 1 - 5	-766,21	-83,08	128,49	35,08
pilota 1 - 6	-947,71	-91,75	243,05	87,47
pilota 2 - 1	-1046,38	-83,95	298,43	87,25
pilota 2 - 2	-810,15	-78,37	183,71	40,43
pilota 2 - 3	-795,16	-79,74	145,74	31,13
pilota 2 - 4	-780,18	-81,17	137,63	31,57
pilota 2 - 5	-765,43	-82,72	163,88	41,44
pilota 2 - 6	-944,27	-91,32	274,85	93,26



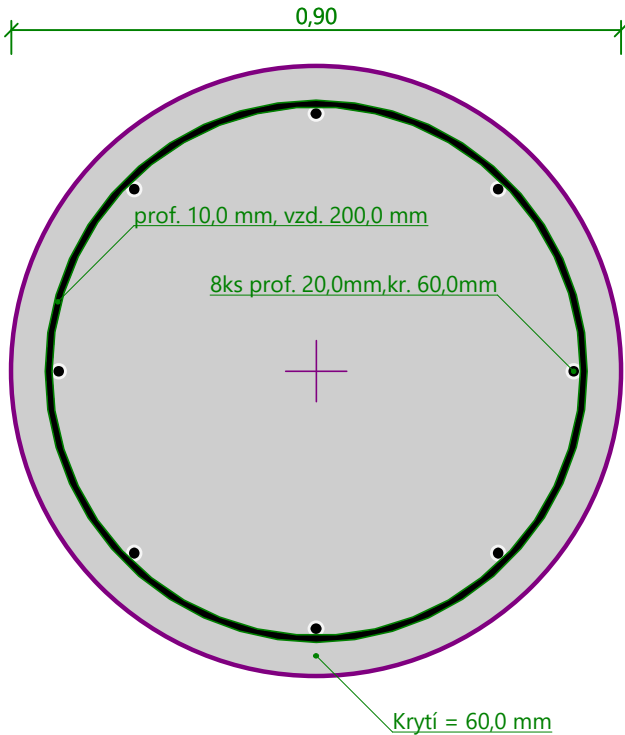




pouze konstrukční smyková výztuž
Průběhy vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	91.44	207.95	-579.12	-844.43
1.00	71.76	171.62	-575.96	-835.36
2.00	37.96	139.28	-557.97	-799.99
3.00	26.03	111.61	-538.49	-761.95
4.00	24.48	86.58	-530.24	-743.88
5.00	22.99	63.06	-527.53	-735.63
6.00	21.66	41.02	-524.84	-727.43
7.00	17.71	24.33	-513.04	-703.09
8.00	10.84	16.74	-470.80	-624.89
9.00	9.90	5.72	-407.35	-509.16
10.00	0.00	0.00	-377.88	-453.60

Schéma vyztužení



Posouzení piloty

Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 :	standardní
Ocelové konstrukce :	EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu :	$\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce :	EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva :	$\gamma_M = 1,30$

Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
 Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$

Piloty

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Výpočet pro odvozené podmínky : NAVFAC DM 7.2
 Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)
 Vodorovná únosnost : pružný poloprostor
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu




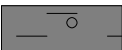
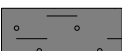
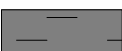
Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	GT2 - R6		20,00	0,40
2	Třída F1, konzistence tuhá		19,00	0,35
3	GT4 - R6/R5		20,00	0,40
4	Třída F2, konzistence tuhá		19,50	0,35
5	Třída F4, konzistence tuhá		18,50	0,35
6	GT3 - R6		20,90	0,40

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	GT2 - R6		4,50	-	20,00	-	-
2	Třída F1, konzistence tuhá		24,00	-	19,00	-	-
3	GT4 - R6/R5		-	20,00	20,00	-	-
4	Třída F2, konzistence tuhá		17,50	-	19,50	-	-
5	Třída F4, konzistence tuhá		8,00	-	18,50	-	-
6	GT3 - R6		4,50	-	21,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	δ [°]	K [-]	c_u [kPa]	α [-]
1	GT2 - R6		-	-	-	30,00	0,80
2	Třída F1, konzistence tuhá		-	-	-	70,00	0,65
3	GT4 - R6/R5		-	-	-	90,00	0,70
4	Třída F2, konzistence tuhá		-	-	-	60,00	0,70
5	Třída F4, konzistence tuhá		-	-	-	50,00	0,75
6	GT3 - R6		-	-	-	25,00	0,85

Parametry zemín

GT2 - R6

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Edometrický modul : $E_{oed} = 4,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Soudržnost zeminy : $c_u = 30,00 \text{ kPa}$
Součinitel adheze : $\alpha = 0,80$

Třída F1, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
Edometrický modul : $E_{oed} = 24,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Soudržnost zeminy : $c_u = 70,00 \text{ kPa}$
Součinitel adheze : $\alpha = 0,65$

GT4 - R6/R5

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Soudržnost zeminy : $c_u = 90,00 \text{ kPa}$
Součinitel adheze : $\alpha = 0,70$

Třída F2, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
Edometrický modul : $E_{oed} = 17,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Soudržnost zeminy : $c_u = 60,00 \text{ kPa}$
Součinitel adheze : $\alpha = 0,70$

Třída F4, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
Edometrický modul : $E_{oed} = 8,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Soudržnost zeminy : $c_u = 50,00 \text{ kPa}$

Součinitel adheze : $\alpha = 0,75$

GT3 - R6

Objemová tíha : $\gamma = 20,90 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Edometrický modul : $E_{\text{oed}} = 4,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Soudržnost zeminy : $c_u = 25,00 \text{ kPa}$
Součinitel adheze : $\alpha = 0,85$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,90 \text{ m}$

Délka $l = 10,00 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 6,36\text{E-}01 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti $I = 3,22\text{E-}02 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0,00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 7,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{\text{ck}} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{\text{ctm}} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{\text{cm}} = 30000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 12500,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

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

Ocel příčná: B500B





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

Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění

Kóta povrchu = 447,50 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,20	0,00 .. 1,20	447,50 .. 446,30	Třída F4, konzistence tuhá	
2	1,20	1,20 .. 2,40	446,30 .. 445,10	Třída F2, konzistence tuhá	
3	2,30	2,40 .. 4,70	445,10 .. 442,80	GT3 - R6	
4	2,00	4,70 .. 6,70	442,80 .. 440,80	GT2 - R6	
5	-	6,70 .. ∞	440,80 .. -	GT4 - R6/R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		ZS 1	Návrhové	1051,86	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		ZS 2	Návrhové	78,37	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Ano		ZS 3	Užitné	844,43	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ano		ZS 4	Užitné	377,88	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce -0,60 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Svislá únos. čís.1 - Plovoucí pilota

Posouzení svislé únosnosti piloty, metoda NAVFAC DM 7.2 - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Zemina pod patou piloty je soudržná

Návrhová neodvodněná smyková pevnost $c_u = 90,00$ kPa

Plocha příčného řezu piloty $A_p = 6,36E-01$ m²

Únosnost na plášti piloty:

Hloubka [m]	Mocnost [m]	c_{ud} [kPa]	α [-]	K [-]	δ [°]	σ_{or} [kPa]	R_{si} [kN]
0,00	-	-	-	-	-	-	-
0,90	0,90	50,00	0,75	-	-	3,83	86,75
0,90	-	-	-	-	-	-	-
1,20	0,30	50,00	0,75	-	-	7,65	28,92
1,20	-	-	-	-	-	-	-
2,40	1,20	60,00	0,70	-	-	7,65	129,55
2,40	-	-	-	-	-	-	-
4,70	2,30	25,00	0,85	-	-	7,65	125,63
4,70	-	-	-	-	-	-	-
6,70	2,00	30,00	0,80	-	-	7,65	123,38
6,70	-	-	-	-	-	-	-
10,00	3,30	90,00	0,70	-	-	7,65	534,38

Posouzení svislé únosnosti : NAVFAC DM 7.2

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Účinnost skupiny pilot $\eta_g = 1,00$

Součinitel výpočtu kritické hloubky $k_{dc} = 1,00$

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1028,61$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 468,45$ kN

Únosnost piloty $R_c = 1497,06$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 1051,86$ kN

$$R_c = 1497,06 \text{ kN} > 1051,86 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

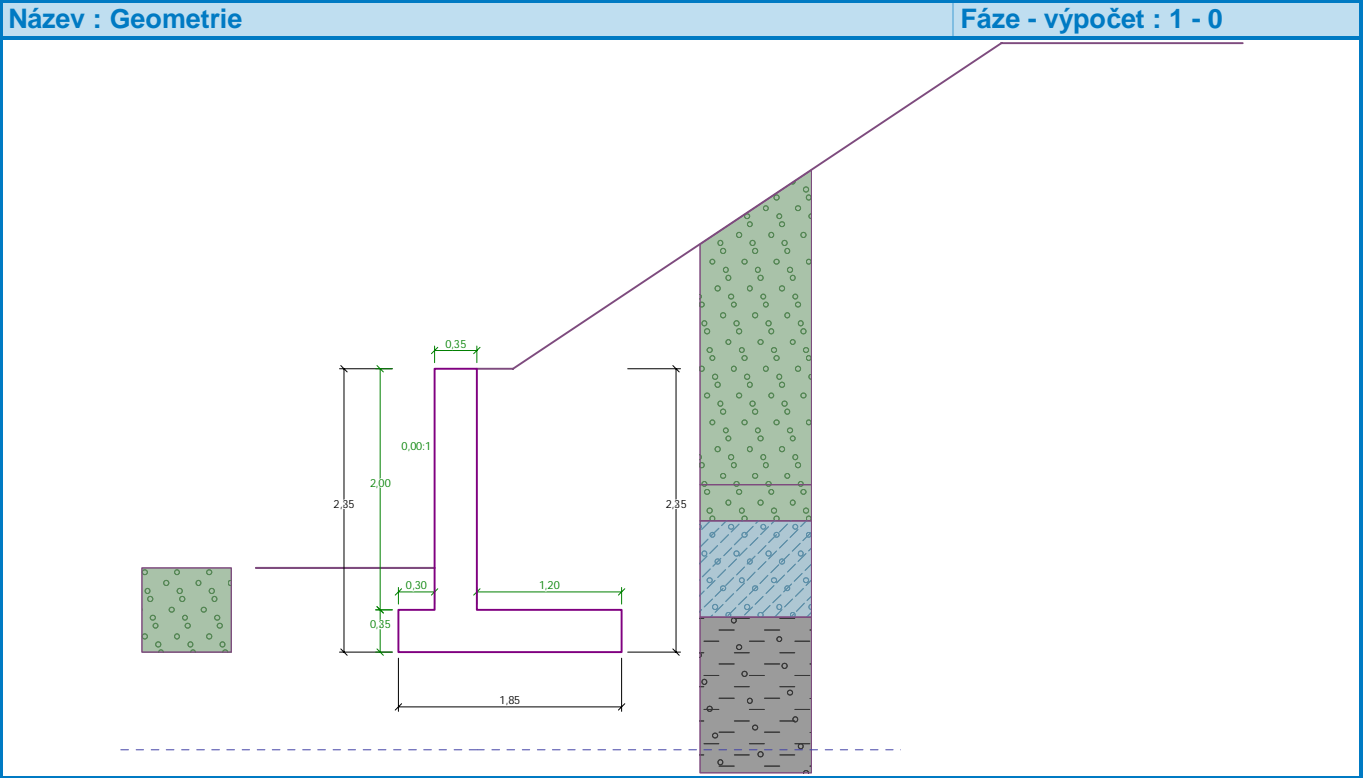
Výztuž podélná: B500B

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

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	2,00
3	1,20	2,00
4	1,20	2,35
5	-0,65	2,35
6	-0,65	2,00
7	-0,35	2,00
8	-0,35	0,00






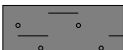

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 1,35 m².



Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída G3, středně ulehlá		30,00	1,00	19,00	9,00	20,00
2	GT2 - R6		26,00	11,00	20,00	10,00	12,00
3	Třída F1		29,00	8,00	19,00	9,00	22,00
4	GT4 - R6/R5		21,00	30,00	20,00	10,00	20,00
5	Třída F2		27,00	10,00	19,50	9,50	17,00
6	Třída F4		24,50	14,00	18,50	8,50	22,00
7	GT3 - R6		30,00	4,00	20,90	11,00	22,00

Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		nesoudržná	30,00	-	-	-
2	GT2 - R6		soudržná	-	0,40	-	-
3	Třída F1		nesoudržná	29,00	-	-	-
4	GT4 - R6/R5		nesoudržná	21,00	-	-	-
5	Třída F2		soudržná	-	0,40	-	-
6	Třída F4		nesoudržná	24,50	-	-	-
7	GT3 - R6		soudržná	-	0,40	-	-

Parametry zemin

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 20,00^\circ$
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

GT2 - R6

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 11,00 \text{ kPa}$

Třecí úhel kce-zemina :	$\delta = 12,00^\circ$
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F1

Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{\text{ef}} = 29,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{\text{ef}} = 8,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta = 22,00^\circ$
Zemina :	nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

GT4 - R6/R5

Objemová tíha :	$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{\text{ef}} = 21,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{\text{ef}} = 30,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta = 20,00^\circ$
Zemina :	nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F2

Objemová tíha :	$\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{\text{ef}} = 27,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{\text{ef}} = 10,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta = 17,00^\circ$
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{\text{sat}} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Třída F4

Objemová tíha :	$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{\text{ef}} = 24,50^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{\text{ef}} = 14,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta = 22,00^\circ$
Zemina :	nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{\text{sat}} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

GT3 - R6


Objemová tíha :	$\gamma = 20,90 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{\text{ef}} = 30,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{\text{ef}} = 4,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta = 22,00^\circ$
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

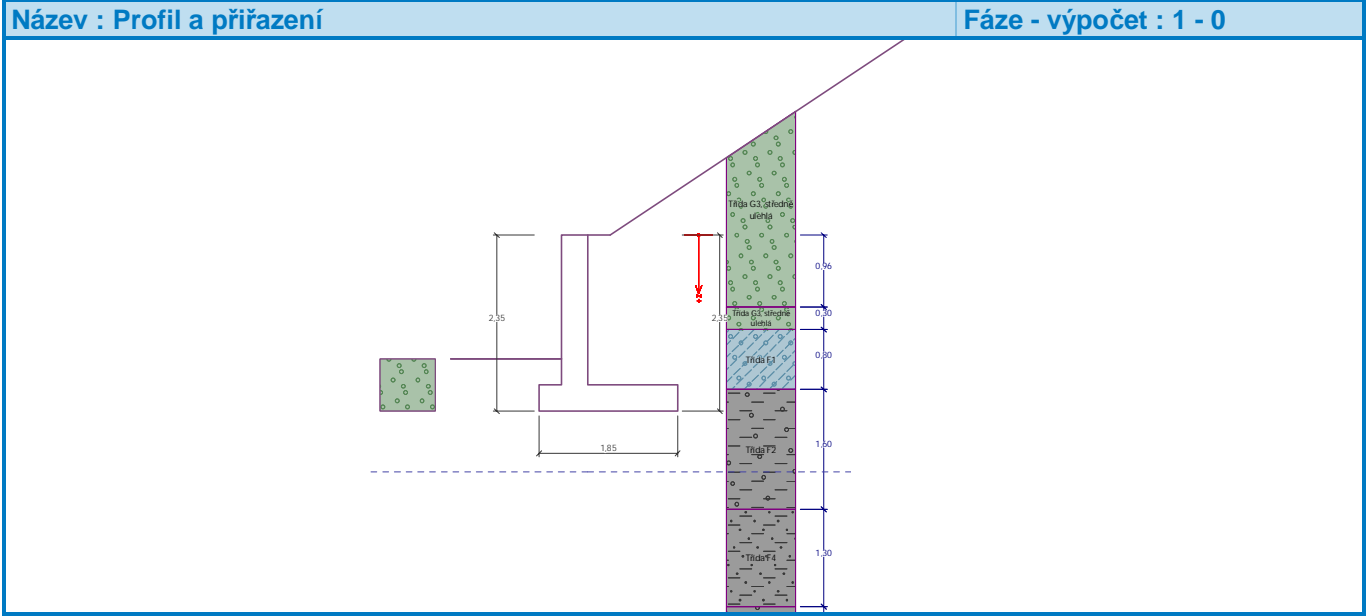
Geologický profil a přiřazení zemín

Informace o umístění

Kóta povrchu = 448,46 m

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,96	0,00 .. 0,96	448,46 .. 447,50	Třída G3, středně ulehlá	
2	0,30	0,96 .. 1,26	447,50 .. 447,20	Třída G3, středně ulehlá	
3	0,80	1,26 .. 2,06	447,20 .. 446,40	Třída F1	
4	1,60	2,06 .. 3,66	446,40 .. 444,80	Třída F2	
5	1,30	3,66 .. 4,96	444,80 .. 443,50	Třída F4	
6	1,20	4,96 .. 6,16	443,50 .. 442,30	Třída F2	
7	2,30	6,16 .. 8,46	442,30 .. 440,00	GT3 - R6	
8	2,00	8,46 .. 10,46	440,00 .. 438,00	GT3 - R6	
9	-	10,46 .. ∞	438,00 .. -	GT4 - R6/R5	



Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	0,30	0,00
3	4,35	-2,70
4	5,35	-2,70

Počátek [0,0] je v umístěn v pravém horním rohu konstrukce.
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 3,16 m
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 3,16 m
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.
Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: není uvažován
Zemina na líci konstrukce - Třída G3, středně ulehlá
Výška zeminy před zdí $h = 0,70 \text{ m}$

Terén před konstrukcí je rovný.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.
Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-0,79	30,99	0,69	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemina	0,00	-0,52	1,99	0,15	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,47	50,73	1,28	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	39,76	-1,18	20,94	1,85	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-2,35	0,00	1,85	1,000	1,000	1,350

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 99,27 \text{ kNm/m}$
Moment klopící $M_{ovr} = 63,48 \text{ kNm/m}$

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 64,13 \text{ kN/m}$
Vodor. síla posunující $H_{act} = 53,68 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 94,31 kPa

Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	24,86	141,29	53,68	0,095	94,31
2	28,09	111,99	53,68	0,136	83,06

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	18,41	104,66	39,76

Dimenzace čís. 1

Posouzení dříku - přední výztuž

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-1,00	16,09	0,17	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	33,01	-0,61	0,00	0,35	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	0,00	-2,00	0,00	0,35	1,000	1,000	1,000

Posouzení dříku - přední výztuž

Přední výztuž není nutná.

Posouzení dříku - zadní výztuž

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-1,00	16,09	0,17	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	33,01	-0,61	0,00	0,35	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	0,00	-2,00	0,00	0,35	1,000	1,000	1,000

Posouzení dříku - zadní výztuž

Posouzení zdi v pracovní spáře 2,00 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

5 ks profil 12,0 mm, krytí 50,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 565,5 mm²

Nutná plocha výztuže = 421,0 mm²

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,35 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,19 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,04 \text{ m} < 0,18 \text{ m} = x_{max}$

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 113,44 \text{ kN} > 44,56 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 75,35 \text{ kNm} > 52,56 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení výstupku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0,00	-0,79	30,99	0,69	1,350
Tíh.- zemina	0,00	-0,52	1,99	0,15	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,47	50,73	1,28	1,350
Aktivní tlak	39,76	-1,18	20,94	1,85	1,350
Tlak vody	0,00	-2,35	0,00	1,85	1,350

Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu

5 ks profil 12,0 mm, krytí 50,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 565,5 mm²

Nutná plocha výztuže = 382,2 mm²

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,35 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,19 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,18 \text{ m} = x_{\max}$
Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 113,44 \text{ kN} > 31,45 \text{ kN} = V_{Ed}$
Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 70,02 \text{ kNm} > 4,82 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

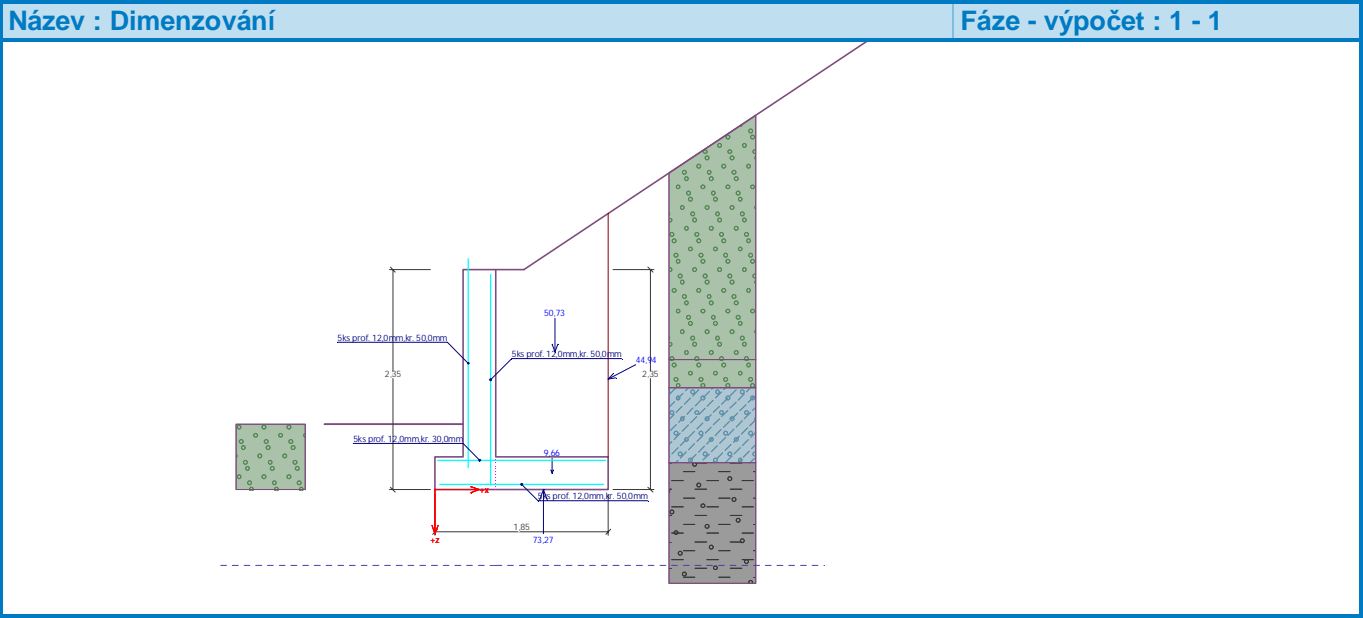
Posouzení paty
Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0,00	-0,17	9,66	1,25	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,47	50,73	1,28	1,350
Aktivní tlak	39,76	-1,18	20,94	1,85	1,350
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-73,27	1,16	1,000

Posouzení paty

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 12,0 mm, krytí 30,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 565,5 mm²
Nutná plocha výztuže = 408,2 mm²
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 0,35 m
Stupeň vyztužení $\rho = 0,18 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$
Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,19 \text{ m} = x_{\max}$
Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 118,50 \text{ kN} > 36,52 \text{ kN} = V_{Ed}$
Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 74,93 \text{ kNm} > 47,74 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.



Přehled zatížitelnosti pro část mostu

A Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 1201 Retz - Kolín DÚ: G1 km: 138,137

B Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce, spodní stavba pod kolejí č. 1

C Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: C Výpočetní model: Deskostěnový model
Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
směrové poměry		v přímé	
převýšení koleje		0mm	
excentricita vůči ose mostu		2360mm	

Popis závad uvažovaných v přepočtu:
Datum zjištění zpracovaného stavu mostu - orgány SŽDC: zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k části mostu:
Nosná konstrukce je polorámová se zabetonovanými ocelovými nosníky.
Rozpětí nosné konstrukce je 14575mm, tloušťka desky je 600mm.
Spodní stavba je tvořena masivními železobetonovými opěrami podporovanými pilotami průměru 900mm. Křídla mostu jsou rovnoběžná a vetknutá do opěr.

Poř. č.	Prvek (včetně umístění)	Detail	Namáhání	k _i	typ	L _p	Φ _i	L _Φ	V _{Q,LM71}	viz. str.	Z _{LM71}	Poznámka
Mezní stavy únosnosti												
1	Nosná konstrukce (ohyb)	polovina rozpětí	σ	1	S	-	1,43	10,74	1,45		2,15	
2	Nosná konstrukce (ohyb)	kraj desky	σ	1	S	-	1,43	10,74	1,45		1,42	
3	Nosná konstrukce (smyk)	kraj desky	τ	1	S	-	1,43	10,74	1,45		1,51	
4	Ocelový nosník	dolní krční svar	τ	1	S	-	1,43	10,74	1,45		2,18	
5	Nosná konstrukce (dolní příčná výztuž)	v poli	τ	1	S	-	1,43	10,74	1,45		1,68	
6	Skupina pilot (svislá únosnost)	základová spára	σ	1	R	-	-	10	1,45		3,12	
Mezní stavy použitelnosti												
6	Nosná konstrukce (omezení napětí)	polovina rozpětí	σ	1	S	-	1,43	10,74	1		2,72	
7	Nosná konstrukce (svislý průhyb)	polovina rozpětí	σ	1	S	-	1,43	10,74	1		5,39	

Dne: 15.03.2024 Zatížitelnost určil: Ing. Aleš Tichý Dne: do databáze zadal: