

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	



SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Kounicova 26
611 36 Brno

OBJEDNAVATEL:	Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ (organizační jednotka)		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz	
PROFESNÍ SKUPINA:	12 Mosty	VEDOUČÍ PROF. SKUPINY Ing. Karel Pukl	ŘEDITEL Ing. Kamil Chmela	
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Radoslav Molák		ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO Ing. Pavel Lhotský	NAVRHL, VYPRACOVAL Ing. Jan Dvořák	KONTROLOVAL Ing. Radomír Hanák
KRAJ: Jihomoravský		POVĚŘENÝ OÚ: Židlochovice		STUPEŇ: DSPS
Modernizace a elektrizace trati Hrušovany u Brna - Židlochovice SO 01-19-02 žst. Hrušovany u Brna, most v km 125,879			ZAK. ČÍSLO 20059-01-0820	ARCH. ČÍSLO 2020340003
			MĚŘÍTKO	POČET FORMÁTŮ
			DATUM: 10/2020	
			ČÁST DOKUM. E.1.4.2	
Statický výpočet				

Modernizace a elektrizace trati Hrušovany u Brna - Židlochovice

**SO 01-19-02 žst. Hrušovany u Brna, most v km
125,879**

Statický výpočet podchodu

Obsah

Obsah	2
1 Technická zpráva ke statickému výpočtu	4
1.1 Identifikační údaje	4
1.2 Základní údaje o mostním objektu	4
1.3 Koncepce řešení	5
1.4 Výpočetní model	5
1.5 Použité podklady	5
2 Posouzení rámového podchodu	7
2.1 Popis konstrukce	7
2.2 Materiály	7
2.3 Geometrie	7
2.4 Zatížení	7
2.4.1 Zatížení stálé	7
2.4.2 Zatížení proměnné	9
2.5 Kombinace	10
2.6 Vnitřní síly	10
2.7 Kontrola výpočetního modelu	16
2.7.1 Celková reakce	16
2.8 Návrh výztuže a posouzení průřezu	17
2.8.1 Hlavní nosná výztuž	17
2.8.2 Návrh rozdělovací výztuže	30
3 Posouzení rámu výstupního schodiště	31
3.1 Popis konstrukce	31
3.2 Materiály	31
3.3 Geometrie	31
3.4 Zatížení	31
3.4.1 Zatížení stálé	31
3.4.2 Zatížení proměnné	33
3.5 Kombinace	34
3.6 Vnitřní síly	34
3.7 Návrh výztuže a posouzení průřezu	38
3.7.1 Hlavní nosná výztuž	38
3.7.2 Návrh rozdělovací výztuže	51
4 Posouzení polorámu výstupního schodiště	52
4.1 Popis konstrukce	52
4.2 Materiály	52
4.3 Geometrie	52
4.4 Zatížení	52

4.4.1	Zatížení stálé	52
4.4.2	Zatížení proměnné.....	53
4.5	Kombinace	54
4.6	Vnitřní síly.....	55
4.7	Návrh výztuže a posouzení průřezu	57
4.7.1	Hlavní nosná výztuž.....	57
4.7.2	Návrh rozdělovací výztuže	59
5	Posouzení výtahové šachty.....	61
5.1	Popis konstrukce	61
5.2	Materiály.....	61
5.3	Geometrie.....	61
5.4	Zatížení	61
5.4.1	Zatížení stálé	61
5.4.2	Zatížení proměnné.....	62
5.5	Kombinace	63
5.6	Vnitřní síly.....	63
5.7	Návrh výztuže a posouzení průřezu	65
5.7.1	Hlavní nosná výztuž (ve směru x i y)	65

1 Technická zpráva ke statickému výpočtu

1.1 Identifikační údaje

Stavba:	“Modernizace a elektrizace trati Hrušovany u Brna - Židlochovice”
Objekt:	SO 01-19-02 žst. Hrušovany u Brna, most v km 125,879
Objednatel:	SŽDC s.o, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1, Stavební správa východ (organizační jednotka)
Stávající vlastník objektu:	SŽDC s.o.
Nový vlastník objektu:	SŽDC s.o.
Správce mostního objektu:	SŽDC, s.o., Oblastní ředitelství Brno, Kounicova 26, Brno, Správa mostů a tunelů
Projekt stavby:	SUDOP Brno s.r.o., Kounicova 26, 611 36 Brno
Odpovědný projektant stavby:	Ing. Radoslav Molák, Ing. Igor Kekely
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Pavel Lhotský
Kraj:	Jihomoravský
Obec:	Hrušovany u Brna
Katastrální území:	Hrušovany u Brna (648833)
Traťový úsek:	2001 Břeclav předn.(mimo) – Brno hl.n. (včetně)
Definiční úsek:	F1 žst. Hrušovany u Brna
Dotčené pozemky stavbou:	862/4 ČD, a.s.

1.2 Základní údaje o mostním objektu

Staničení:	evidenční km 125,879 přesný km 125,878 394
-------------------	---

Situování mostního objektu v terénu:

Most (podchod) se nachází v intravilánu ve stanici Hrušovany u Brna, katastrálním území Hrušovany u Brna.

Účel objektu:

úhel křížení:	90°
volná výška:	2,500 m
rozpětí kolmé:	3,300 m
rozpětí šikmé:	3,300 m
světlost otvoru kolmá:	3,000 m
světlost otvoru šikmá:	3,000 m
Počet otvorů:	1
Šikmost mostu:	kolmý 90°
Šírá trať / staniční obvod:	staniční obvod
Počet kolejí:	5

Železniční svršek (stávající):	kolej 1, 2, 5 – UIC60 na betonových pražcích B91 S
Železniční svršek (nový):	kolej 4, 6 - 49 E1 na betonových pražcích B91 S/2
Směrové poměry stávající:	kolej 1, 2, 4, 5, 6 - přímá
Směrové poměry nové:	kolej 1, 4, 5, 6 - přímá kolej 2 – přechodnice k oblouku o R=5500m
Sklonové poměry stávající:	kolej 1, 2, 4, 5, 6 - stoupá 2,53‰
Sklonové poměry nové:	kolej 2, 4, 6 - stoupá 2,50‰
Rychlost na objektu stávající:	kolej 1, 2 - 160 kmh ⁻¹ kolej 4, 5 - 60 kmh ⁻¹ kolej 6, 8 - 40 kmh ⁻¹
Rychlost na objektu nová:	kolej 1, 2 - 160 kmh ⁻¹ kolej 4 - 80 kmh ⁻¹ kolej 5, 6 - 60 kmh ⁻¹
Kategorie žel. trati:	1. třída
Traťová třída:	D4
Prostorové uspořádání:	VMP 3,0
Trakce:	střídavá 25 kV 50 Hz

1.3 Koncepce řešení

Vzhledem k tomu, že:

- stavebnětechnický stav objektu je dobrý
- bude realizováno nové nástupiště mezi kolejemi 2 a 4

navrhuje se rekonstrukce mostního objektu,

která zahrnuje:

- vybourání části tubusu podchodu nad plánovaným nástupištěm
- následná realizace nového dilatačního celku podchodu se schodištěm a výtahovou šachtou
- částečná rekonstrukce izolace podchodu nad demontovanými kolejemi

1.4 Výpočetní model

Model železobetonového otevřeného nebo uzavřeného rámu byl proveden jako prutový 2D model v programu Scia Engineer. Model byl zadán tak, aby co nejvěrohodněji vystihoval reálnou konstrukci.

Zatížení je stanoveno ručním výpočtem, pouze vlastní tíha je vygenerována výpočetním programem.

1.5 Použité podklady

- 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 užitné 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 - Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

2 Posouzení rámového podchodu

2.1 Popis konstrukce

Podchod bude proveden jako rámová konstrukce z železobetonu vnitřní světlosti otvoru 3000 mm a výšce 2500 mm. Na konstrukci působí zatížení od její vlastní tíhy a vybaven podchodu, tíhy okolní zeminy, tíhy od kolejiště (kolejové lože, kolejový rošt) a kolejové dopravy.

2.2 Materiály

Beton C30/37	charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30\text{MPa}$
	návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20\text{MPa}$
	střední pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$
		$f_{ctk;0,05} = 2,0\text{MPa}$
Ocel B500B	přetvoření betonu	$\epsilon_{cu2} = 0,0035$
	charakteristická pevnost výztuže v tahu	$f_{yk} = 500\text{MPa}$
	návrhová pevnost výztuže v tahu	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,8\text{MPa}$

2.3 Geometrie

rozměry rámu	$\text{\textit{š}} \times \text{\textit{v}} = 3300 \times 2900\text{mm}$ (uvažováno ke střednici prvku)
tloušťka stěny	$h = 300\text{mm}$
tloušťka horní příčle	$h = 300\text{--}350\text{mm}$ (z toho nosná část 300-350mm)
tloušťka dolní příčle	$h = 300\text{mm}$

2.4 Zatížení

2.4.1 Zatížení stálé

2.4.1.1 Vlastní tíha

Vygenerováno výpočetním programem.

2.4.1.2 Ostatní stálé zatížení

izolace	$= 0,01 \times 22 \times 1 =$	$0,22 \text{ kNm}^{-1}$
ochranná vrstva	$= 0,05 \times 25 \times 1 =$	$1,25 \text{ kNm}^{-1}$
nadnásyp	$= 0,45 \times 20 \times 1 =$	$9,00 \text{ kNm}^{-1}$
šterkové lože	$= 0,35 \times 20 \times 1 =$	$7,00 \text{ kNm}^{-1}$
pražce včetně upevnění	$= 1,5 =$	$1,50 \text{ kNm}^{-1}$
kolejnice	$= 1,2 =$	$1,20 \text{ kNm}^{-1}$
$\Sigma g_{k,sup} =$	$= I+OV+N+1,3 \times \text{\textit{š}}L+P+K = 0,22+1,25+9+1,3 \times 7+1,5+1,2 =$	$22,27 \text{ kNm}^{-1}$
$\Sigma g_{k,inf} =$	$= I+OV+N+0,7 \times \text{\textit{š}}L+P+K = 0,22+1,25+9+0,7 \times 7+1,5+1,2 =$	$18,07 \text{ kNm}^{-1}$

2.4.1.3 Zemní tlak

objemová tíha γ	$\gamma =$	20,00 kNm ⁻³	
úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	$\phi_{ef} =$	26,00 °	
	$\gamma_{\phi'} =$	1,25	
úhel vnitřního tření ϕ_u	$\phi' =$	20,80 °	
součinitel tlak v klidu K_r	$= 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$		0,65
hloubka	$h_1 =$	1,20 m	
	$h_2 =$	4,10 m	
tlak v klidu	$\sigma_1 = h * \gamma * K_r = 1,2 * 20 * 0,65 =$		15,60 kNm ⁻¹
	$\sigma_2 = h * \gamma * K_r = 4,1 * 20 * 0,65 =$		53,30 kNm ⁻¹

2.4.1.4 Zatížení na spodní příčel

Geometrie konstrukce

rozpětí	$L_1 =$	3,30 m
tloušťka desky	$h_{1h} =$	0,40 m
	$h_{1d} =$	0,30 m
výška stěny	$L_2 =$	2,90 m
	$L_3 =$	2,90 m
tloušťka stěny	$h_2 =$	0,30 m
	$h_3 =$	0,30 m

Vlastnosti materiálů

objemová hmotnost betonu	$\gamma_c =$	25,0 kNm ⁻³
-----------------------------	--------------	------------------------

Zatížení od vlastní tíhy

$$g_{st,k} = V * \gamma_c / L_1 = (3,3 * (0,4 + 0,3) * 1 + 2,9 * 0,3 * 1 + 2,9 * 0,3 * 1) * 25 / 3,3 = 30,69 \text{ kNm}^{-1}$$

2.4.2 Zatížení proměnné

2.4.2.1 Load model 71

součinitel α	$\alpha =$	1,21	
rozpětí	$L_1 =$	3,30 m	
výška stěny	$L_2 =$	2,90 m	
	$L_3 =$	2,90 m	
počet teoretických polí	$n =$	3	
	$k =$	1,3	
náhradní délka	$L_m = 1/n * (L_1 + L_2 + L_3) = 1/3 * (3,3 + 2,9 + 2,9) =$		3,03 m
	$L_\Phi = k * L_m = 1,3 * 3,03 =$		3,93 m
dynamický součinitel	$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73 = 2,16 / (\sqrt{3,93 - 0,2}) + 0,73 =$		1,95
Load model 71	$Q'_{vk} =$	250 kN	
	$q'_{vk} =$	80 kNm ⁻¹	
roznos v příčném směru je s ohledem na výpočetní model uvažován do střednice prvku			
	$L_r =$	3,30 m	
	$Q_{vk} = Q'_{vk} * \alpha * \Phi_3 / L_r = 250 * 1,21 * 1,95 / 3,3 =$		178,75 kN
	$q_{vk} = q'_{vk} * \alpha * \Phi_3 / L_r = 80 * 1,21 * 1,95 / 3,3 =$		57,20 kNm ⁻¹
Boční ráz	$Q'_{sk} =$	100 kN	
	$Q_{sk} = Q_{sk} * \alpha = 100 * 1,21 =$		121,00 kN
Rozjezdová síla	$Q'_{lak} =$	33 kNm ⁻¹	
	$Q_{lak} = Q'_{lak} * \alpha * 1 / L_r = 33 * 1,21 * 1/3,3 =$		12,10 kNm ⁻¹
Brzdná síla	$Q'_{lbk} =$	20 kNm ⁻¹	
	$Q_{lbk} = Q'_{lbk} * \alpha * 1 / L_r = 20 * 1,21 * 1/3,3 =$		7,34 kNm ⁻¹
Přetížení spodní příčle	$q_{Qvk} = Q_{vk} * (4/6,4) / \Phi_3 = 178,75 * (4/6,4) / 1,95 =$		57,30 kNm ⁻¹
Přetížení za opěrou			
objemová tíha γ	$\gamma =$	20,00 kNm ⁻³	
úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	$\phi_{ef} =$	26,00 °	
	$\gamma_{\phi'} =$	1,25	
úhel vnitřního tření ϕ_u	$\phi' =$	20,80 °	
součinitel tlak v klidu	$K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$		0,65
	$\sigma_{LM71} = q_{Qvk} * K_r = 57,3 * 0,65 =$		37,25 kNm ⁻¹

2.4.2.2 Load model SW/2

rozpětí	$L_1 =$	3,30 m	
výška stěny	$L_2 =$	2,90 m	
	$L_3 =$	2,90 m	
počet teoretických polí	$n =$	3	
	$k =$	1,3	
náhradní délka	$L_m = 1/n*(L_1+L_2+L_3) = 1/3*(3,3+2,9+2,9) =$		3,03 m
	$L_\Phi = k*L_m = 1,3*3,03 =$		3,93 m
dynamický součinitel	$\Phi_3 = 2,16/(\sqrt{L_\Phi-0,2})+0,73 = 2,16/(\sqrt{3,93-0,2})+0,73 =$		1,95
Load model SW/2	$q'_{vk} =$	150 kNm ⁻¹	
<small>roznos v příčném směru je s ohledem na výpočetní model uvažován do střednice prvku</small>			
	$L_r =$	3,30 m	
	$q_{vk} = q'_{vk}*\Phi_3/L_r = 150*1,95/3,3 =$		88,64 kNm ⁻¹
Boční ráz	$Q'_{sk} =$	100 kN	
Rozjezdová síla	$Q'_{lak} =$	33 kNm ⁻¹	
Brzdná síla	$Q'_{lbk} =$	35 kNm ⁻¹	
Přetížení spodní příčle	$q_{qvk} = q_{vk}/\Phi_3 = 88,64/1,95 =$		45,46 kNm ⁻¹
Přetížení za opěrou			
objemová tíha γ	$\gamma =$	20,00 kNm ⁻³	
úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	$\phi_{ef} =$	26,00 °	
	$\gamma_{\phi'} =$	1,25	
úhel vnitřního tření ϕ_u	$\phi' =$	20,80 °	
součinitel tlak v klidu	$K_r = 1-\sin\phi' = 1-\sin 20,8 =$		0,65
	$\sigma_{SW/2} = q_{qvk}*K_r = 45,46*0,65 =$		29,55 kNm ⁻¹
Přetížení spodní příčle	$q_{qvk} = q_{vk}/\Phi_3 = 88,64/1,95 =$		45,46 kNm ⁻¹

2.5 Kombinace

redukční součinitel pro stálé zatížení			$\xi = 0,85$
součinitel zatížení	stálé	nepříznivé zatížení	$\gamma_{G,sup} = 1,35$
		příznivé zatížení	$\gamma_{G,inf} = 1,00$
	nahodilé	nepříznivé zatížení	$\gamma_Q = 1,45$
		příznivé zatížení	$\gamma_Q = 0,00$

Návrhové hodnoty zatížení: rovnice 6.10a, 6.10b

2.6 Vnitřní síly

1. Mezní stav únosnosti

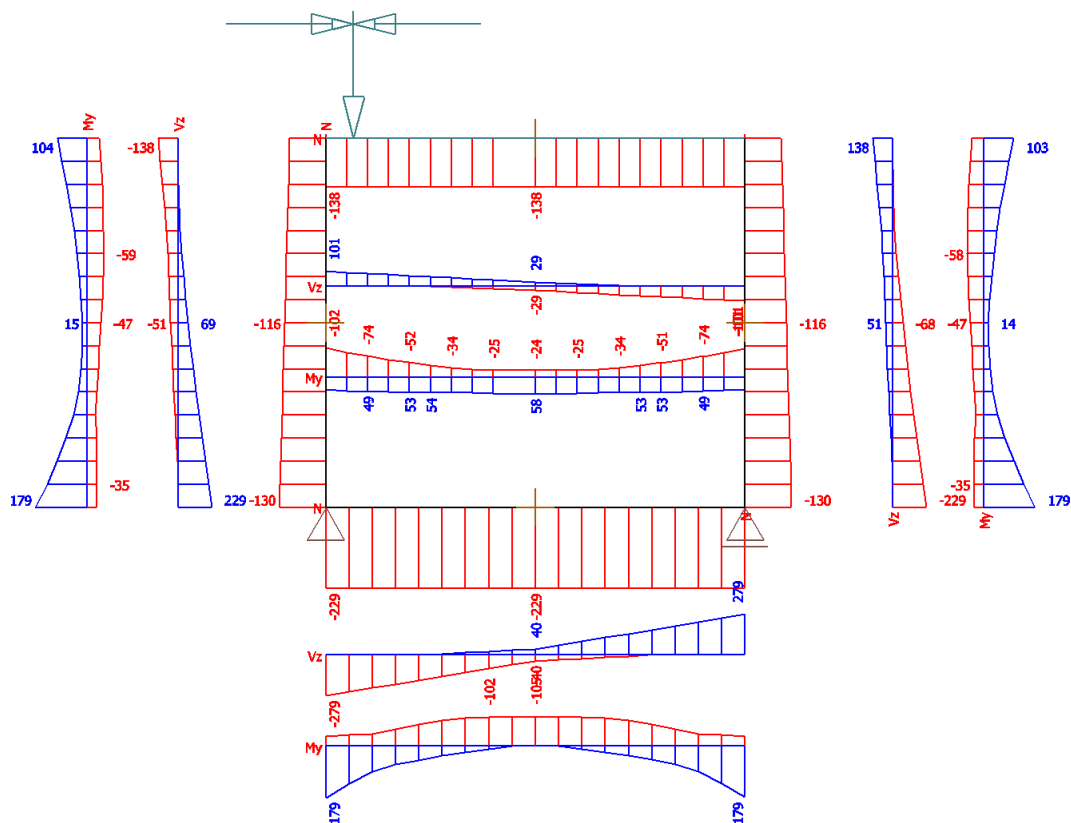
Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/1	-73	-138	70
B1	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/2	-90	-92	104
B1	Stěna - Obdélník	0,906	CO1/3	-41	-2	-59
B1	Stěna - Obdélník	2,719	CO1/4	-102	3	-35
B1	Stěna - Obdélník	2,900	CO1/5	-130	67	39
B1	Stěna - Obdélník	2,900	CO1/6	-73	229	179
B1	Stěna - Obdélník	2,900	CO1/7	-73	229	179
B2	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/7	-130	-73	46
B2	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/8	-73	-229	179
B2	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/9	-73	-229	179
B2	Stěna - Obdélník	0,181	CO1/10	-102	-4	-35
B2	Stěna - Obdélník	1,994	CO1/11	-41	3	-58
B2	Stěna - Obdélník	2,900	CO1/12	-73	138	70
B2	Stěna - Obdélník	2,900	CO1/13	-90	92	103
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	CO1/14	-138	73	-67
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	CO1/5	-68	101	-75
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	CO1/2	-92	90	-102
B3	Horní příčel - Obdélník	0,330	CO1/15	-46	15	49
B3	Horní příčel - Obdélník	0,330	CO1/2	-92	78	-74
B3	Horní příčel - Obdélník	0,660	CO1/16	-51	9	53
B3	Horní příčel - Obdélník	0,660	CO1/17	-87	61	-52
B3	Horní příčel - Obdélník	0,825	CO1/16	-51	3	54
B3	Horní příčel - Obdélník	0,825	CO1/16	-51	3	54
B3	Horní příčel - Obdélník	0,990	CO1/17	-87	50	-34
B3	Horní příčel - Obdélník	1,320	CO1/18	-129	11	-25
B3	Horní příčel - Obdélník	1,650	CO1/19	-9	0	58
B3	Horní příčel - Obdélník	1,980	CO1/20	-129	-11	-25
B3	Horní příčel - Obdélník	2,310	CO1/21	-87	-50	-34
B3	Horní příčel - Obdélník	2,475	CO1/22	-52	-3	53
B3	Horní příčel - Obdélník	2,475	CO1/22	-52	-3	53
B3	Horní příčel - Obdélník	2,640	CO1/21	-87	-61	-51
B3	Horní příčel - Obdélník	2,640	CO1/22	-52	-9	53
B3	Horní příčel - Obdélník	2,970	CO1/13	-92	-78	-74
B3	Horní příčel - Obdélník	2,970	CO1/23	-46	-15	49
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	CO1/12	-138	-73	-67
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	CO1/24	-85	-101	-80
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	CO1/13	-92	-90	-101

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/8	-229	-198	46
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/7	-73	-279	179
B4	spodní příčel - Obdélník	1,283	CO1/25	-218	-13	-102
B4	spodní příčel - Obdélník	1,650	CO1/26	-103	0	-105
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	CO1/25	-218	279	166
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	CO1/9	-229	279	179



2. Mezní stav použitelnosti (charakteristická kombinace)

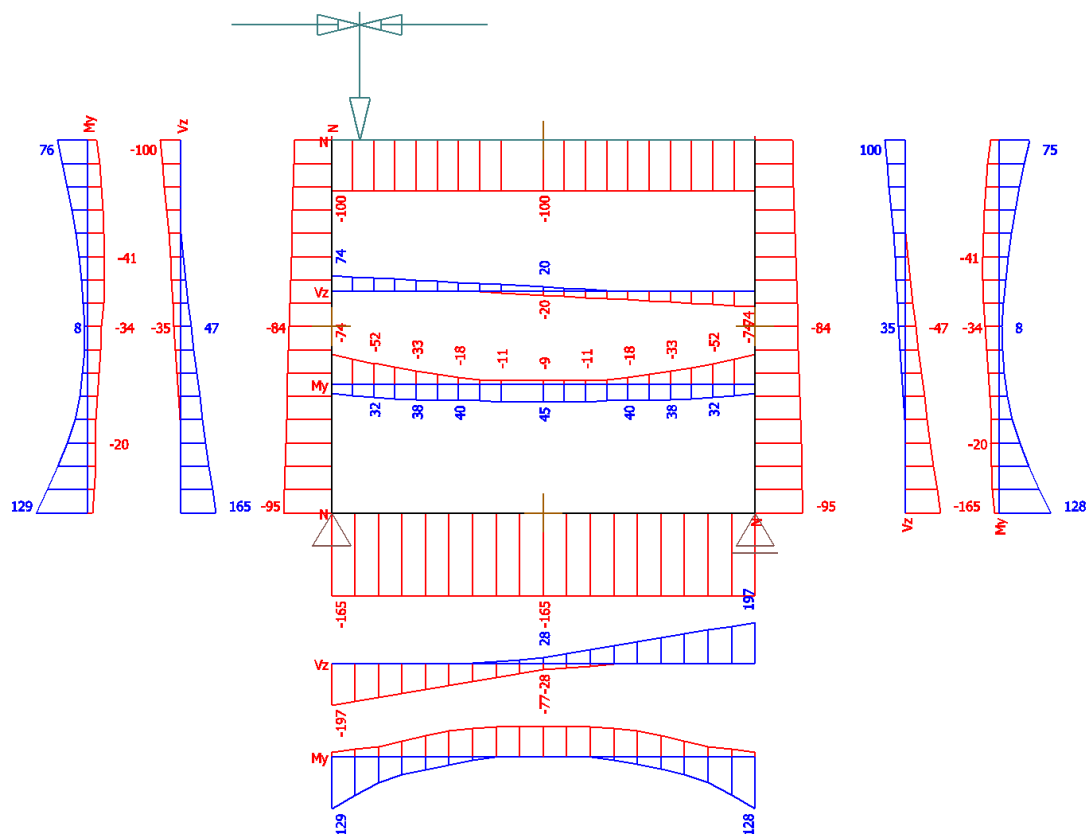
Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : C9

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C9/27	-54	-100	54
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C9/28	-74	-71	76
B1	Stěna - Obdélník	0,906	C9/29	-41	-5	-41

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	2,356	C9/30	-91	2	-20
B1	Stěna - Obdélník	2,900	C9/31	-95	51	30
B1	Stěna - Obdélník	2,900	C9/32	-56	165	129
B1	Stěna - Obdélník	2,900	C9/33	-56	165	129
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C9/34	-95	-54	34
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C9/35	-56	-165	128
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C9/36	-56	-165	128
B2	Stěna - Obdélník	0,544	C9/37	-91	-2	-20
B2	Stěna - Obdélník	1,994	C9/38	-41	6	-41
B2	Stěna - Obdélník	2,900	C9/39	-54	100	54
B2	Stěna - Obdélník	2,900	C9/40	-74	71	75
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C9/41	-100	54	-52
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C9/31	-49	74	-53
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C9/28	-71	74	-74
B3	Horní příčel - Obdélník	0,330	C9/32	-43	24	32
B3	Horní příčel - Obdélník	0,330	C9/28	-71	63	-52
B3	Horní příčel - Obdélník	0,660	C9/32	-43	13	38
B3	Horní příčel - Obdélník	0,660	C9/28	-71	52	-33
B3	Horní příčel - Obdélník	0,990	C9/32	-43	2	40
B3	Horní příčel - Obdélník	0,990	C9/28	-71	41	-18
B3	Horní příčel - Obdélník	1,320	C9/27	-100	11	-11
B3	Horní příčel - Obdélník	1,650	C9/42	-14	0	45
B3	Horní příčel - Obdélník	1,980	C9/39	-100	-11	-11
B3	Horní příčel - Obdélník	2,310	C9/40	-71	-41	-18
B3	Horní příčel - Obdélník	2,310	C9/35	-43	-2	40
B3	Horní příčel - Obdélník	2,640	C9/40	-71	-52	-33
B3	Horní příčel - Obdélník	2,640	C9/35	-43	-13	38
B3	Horní příčel - Obdélník	2,970	C9/40	-71	-63	-52
B3	Horní příčel - Obdélník	2,970	C9/35	-43	-24	32
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	C9/43	-61	-74	-57
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	C9/40	-71	-74	-74
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C9/35	-165	-142	37
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C9/34	-54	-197	126
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C9/33	-57	-197	129
B4	spodní příčel - Obdélník	1,650	C9/44	-73	0	-77
B4	spodní příčel - Obdélník	1,650	C9/44	-73	0	-77
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	C9/45	-165	197	128
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	C9/46	-155	197	117
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	C9/36	-165	197	128



3. Mezní stav použitelnosti (kvazistálá kombinace)

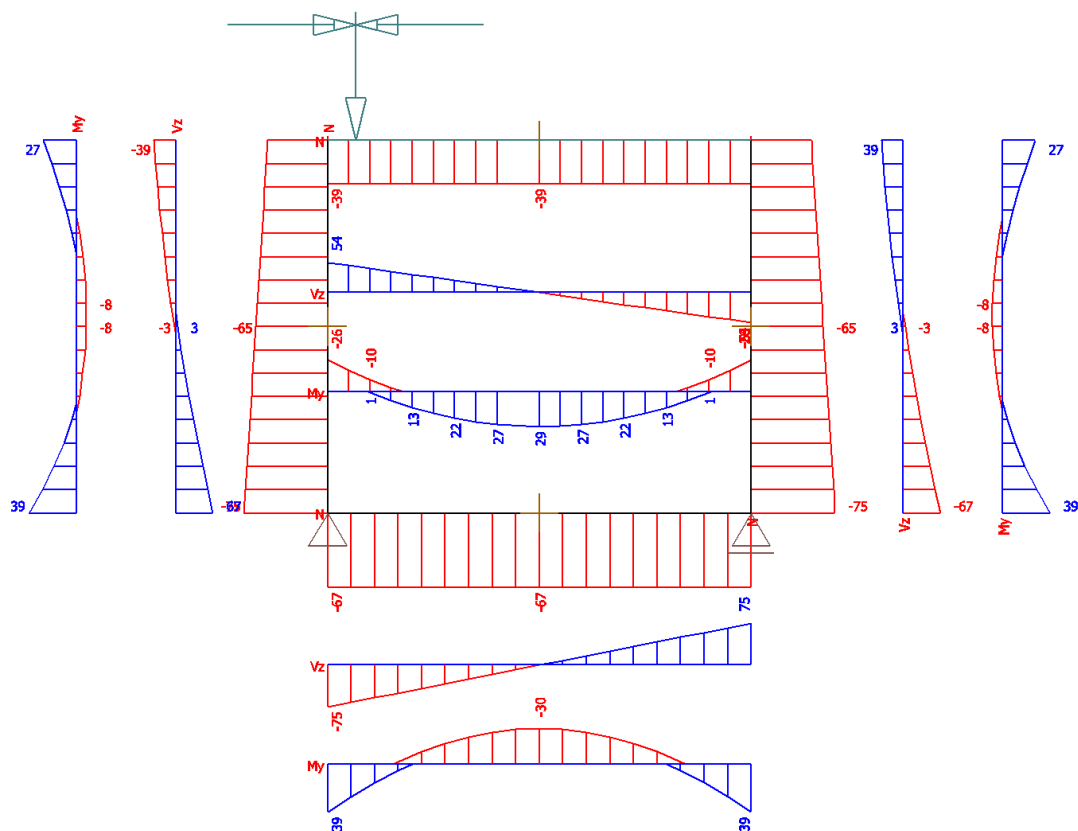
Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : C10

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C10/47	-54	-39	27
B1	Stěna - Obdélník	1,269	C10/48	-63	-3	-8
B1	Stěna - Obdélník	2,900	C10/49	-75	64	36
B1	Stěna - Obdélník	2,900	C10/48	-75	67	39
B1	Stěna - Obdélník	2,900	C10/50	-75	67	39
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C10/50	-75	-67	39
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C10/48	-75	-67	39
B2	Stěna - Obdélník	1,631	C10/50	-63	3	-8
B2	Stěna - Obdélník	2,900	C10/51	-54	39	27
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C10/52	-39	54	-26
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C10/49	-36	54	-21
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C10/47	-39	54	-26
B3	Horní příčel - Obdélník	0,330	C10/48	-33	43	1

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B3	Horní příčel - Obdélník	0,330	C10/47	-39	43	-10
B3	Horní příčel - Obdélník	0,660	C10/48	-33	33	13
B3	Horní příčel - Obdélník	0,990	C10/48	-33	22	22
B3	Horní příčel - Obdélník	1,320	C10/48	-33	11	27
B3	Horní příčel - Obdélník	1,650	C10/48	-33	0	29
B3	Horní příčel - Obdélník	1,980	C10/50	-33	-11	27
B3	Horní příčel - Obdélník	2,310	C10/50	-33	-22	22
B3	Horní příčel - Obdélník	2,640	C10/50	-33	-33	13
B3	Horní příčel - Obdélník	2,970	C10/51	-39	-43	-10
B3	Horní příčel - Obdélník	2,970	C10/50	-33	-43	1
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	C10/50	-33	-54	-16
B3	Horní příčel - Obdélník	3,300	C10/51	-39	-54	-26
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C10/50	-67	-75	39
B4	spodní příčel - Obdélník	1,650	C10/51	-61	0	-30
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	C10/53	-67	75	39
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	C10/49	-64	75	36
B4	spodní příčel - Obdélník	3,300	C10/48	-67	75	39



2.7 Kontrola výpočetního modelu

2.7.1 Celková reakce

Geometrie konstrukce

rozpětí $L_1 = 3,30 \text{ m}$
tloušťka desky $h_{1h} = 0,35 \text{ m}$
 $h_{1d} = 0,30 \text{ m}$

výška stěny $L_2 = 2,90 \text{ m}$
 $L_3 = 2,90 \text{ m}$
tloušťka stěny $h_2 = 0,30 \text{ m}$
 $h_3 = 0,30 \text{ m}$

Vlastnosti materiálů

objemová hmotnost
betonu $\gamma_c = 25,0 \text{ kNm}^{-3}$

Výslednice reakcí od vlastní tíhy - ruční výpočet

$$R_{\text{cel},rv} = V \cdot \gamma_c = 97,13 \text{ kN}$$

Výslednice reakcí od vlastní tíhy - výpočetní model

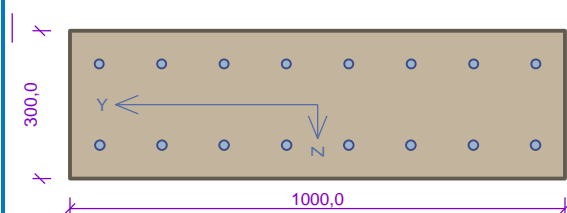
$$R_{\text{cel},vm} = 100,37 \text{ kN}$$

$$R_{\text{cel},rv}/R_{\text{cel},vm} \cdot 100 = 97,125/100,37 \cdot 100 = 96,77 \%$$

2.8 Návrh výztuže a posouzení průřezu

2.8.1 Hlavní nosná výztuž

dolní rámový roh



Typ prvku: stěna

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 8

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,0152 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0152 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 1\,137\text{ mm}^2$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

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

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 270,0\text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-218,00	166,00	0,00	279,00	0,00	70,7	Vyhovuje
		-5100,00	234,96	0,00	470,33	0,00		
2	Zat. případ 2 - Mmax+	-73,00	179,00	0,00	229,00	0,00	79,8	Vyhovuje
		-5100,00	224,44	0,00	480,95	0,00		
3	Zat. případ 3 - Mmax-	-102,00	-35,00	0,00	3,00	0,00	18,1	Vyhovuje
		-5100,00	-193,50	0,00	496,64	0,00		
4	Zat. případ 4 - Nmax-	-229,00	46,00	0,00	198,00	0,00	42,2	Vyhovuje
		-5100,00	235,67	0,00	469,46	0,00		
9	Zat. případ 5 - Nmax+	61,00	32,00	0,00	-69,00	0,00	24,7	Vyhovuje
		2119,52	213,53	0,00	-279,65	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 79,8 %

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
5	Zat. případ 6 - Nmax	-165,00	128,00	0,00	17,21	209,54	13,69	95,6	Vyhovuje
6	Zat. případ 7 - Mmax+	-57,00	129,00	0,00	17,47	234,38	7,61	97,0	Vyhovuje
7	Zat. případ 8 - Mmax-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

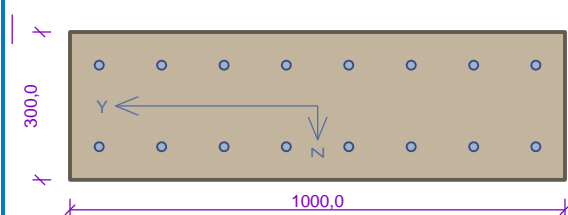
dolní rámový roh

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
8	Zat. případ 9	-75,00	39,00	0,00	$176 \cdot 10^{-6}$	0,214	0,038	12,5	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 97,0 %

97,0 % VYHOVUJE

polovina stojky



Typ prvku: stěna

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

polovina stojky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,0136 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0136 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 1\,018\text{ mm}^2$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-46,00 -5100,00	-29,00 -188,60	0,00 0,00	69,00 165,36	0,00 0,00	41,7	Vyhovuje
2	Zat. případ 2 - Mmax+	-93,00 -5100,00	15,00 192,71	0,00 0,00	-28,00 -170,84	0,00 0,00	16,4	Vyhovuje
3	Zat. případ 3 - Mmax-	-59,00 -5100,00	-47,00 -189,74	0,00 0,00	43,00 166,88	0,00 0,00	25,8	Vyhovuje
4	Zat. případ 4 - Nmax	-116,00 -5100,00	9,00 194,67	0,00 0,00	-19,00 -173,52	0,00 0,00	10,9	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 41,7 %

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
5	Zat. případ 5 - Nmax	-84,00	8,00	0,00	0,88	1,51	3,38	4,9	Vyhovuje
6	Zat. případ 6 - Mmax+	-84,00	8,00	0,00	0,88	1,51	3,38	4,9	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	-45,00	-34,00	0,00	4,93	66,99	2,03	27,4	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

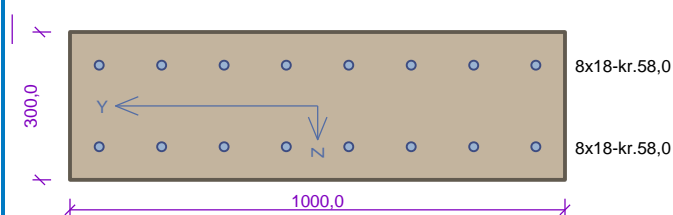
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
8	Zat. případ 8	-65,00	-8,00	0,00	$11,3 \cdot 10^{-6}$	0,223	0,003	0,8	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 27,4 %

41,7 % VYHOVUJE

horní rámový roh



Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 8

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00874 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00679 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0136 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00322 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{l,max} = 174,8 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků} \quad s_{t,max} = 349,5 \text{ mm}$$

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Nmax+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
		-5100,00	184,57	0,00	0,00	0,00		
2	Zat. případ 2 - Nmax-	-138,00	-67,00	0,00	73,00	0,00	34,1	Vyhovuje
		-5100,00	-196,52	0,00	493,87	0,00		
3	Zat. případ 3 - Vmax	-73,00	70,00	0,00	138,00	0,00	36,7	Vyhovuje
		-5100,00	190,96	0,00	497,94	0,00		
4	Zat. případ 4 - Mmax+	-90,00	104,00	0,00	92,00	0,00	54,0	Vyhovuje
		-5100,00	192,45	0,00	497,18	0,00		
5	Zat. případ 5 - Mmax-	-25,00	-42,00	0,00	46,00	0,00	22,5	Vyhovuje
		-5100,00	-186,76	0,00	500,15	0,00		

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 54,0 %**

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
6	Zat. případ 6 - Mmax+	-74,00	76,00	0,00	11,08	156,65	2,79	61,5	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	-43,00	-23,00	0,00	3,31	42,08	2,18	18,4	Vyhovuje
8	Zat. případ 8 - Nmax	-100,00	-43,00	0,00	6,13	73,68	5,27	34,0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

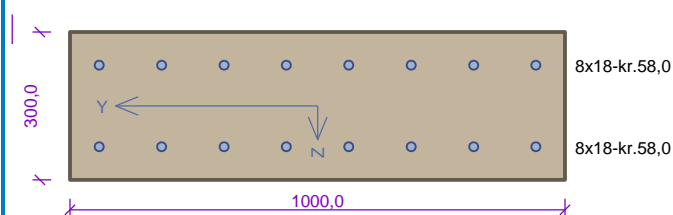
horní rámový roh

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
9	Zat. případ 9	-54,00	27,00	0,00	$145 \cdot 10^{-6}$	0,225	0,033	10,9	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 61,5 %

61,5 % VYHOVUJE

polovina horního příčle



Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

polovina horního příčle

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00874 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00679 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0136 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-77,00 -5100,00	21,00 191,31	0,00 0,00	-29,00 -168,98	0,00 0,00	17,2	Vyhovuje
2	Zat. případ 2 - Mmax+	-9,00 -5100,00	58,00 185,36	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	31,3	Vyhovuje
3	Zat. případ 3 - Mmax-	-129,00 -5100,00	-24,00 -195,77	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	12,3	Vyhovuje
4	Zat. případ 4 - Nmax	-138,00 -5100,00	-67,00 -196,52	0,00 0,00	73,00 176,08	0,00 0,00	41,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 41,5 %

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
5	Zat. případ 5 - Nmax	-100,00	-52,00	0,00	7,47	94,42	5,09	41,5	Vyhovuje
6	Zat. případ 6 - Mmax+	-14,00	45,00	0,00	6,61	100,58	-0,37	36,7	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	-100,00	-9,00	0,00	0,98	1,26	3,89	5,5	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

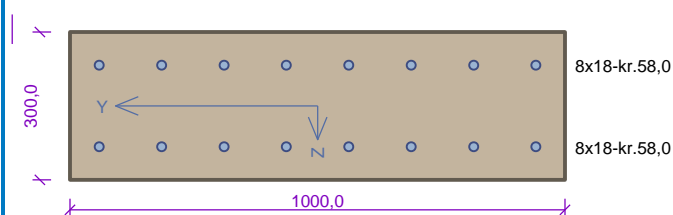
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
8	Zat. případ 8	-33,00	29,00	0,00	176.10 ⁻⁶	0,338	0,059	19,8	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 41,5 %

41,5 % VYHOVUJE

polovina spodní příčle



Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00874 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00679 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0136 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Nmax+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
		-5100,00	184,57	0,00	0,00	0,00		
2	Zat. případ 2 - Nmax-	-229,00	-84,00	0,00	40,00	0,00	41,2	Vyhovuje
		-5100,00	-203,98	0,00	186,68	0,00		
3	Zat. případ 3 - Vmax	-60,00	-79,00	0,00	-40,00	0,00	41,6	Vyhovuje
		-5100,00	-189,82	0,00	-166,99	0,00		
4	Zat. případ 4 - Mmax+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
		-5100,00	184,57	0,00	0,00	0,00		
5	Zat. případ 5 - Mmax-	-103,00	-105,00	0,00	0,00	0,00	54,2	Vyhovuje
		-5100,00	-193,58	0,00	0,00	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 54,2 %

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
6	Zat. případ 6 - Mmax+	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	-73,00	-77,00	0,00	11,23	159,23	2,70	62,4	Vyhovuje
8	Zat. případ 8 - Nmax	-165,00	-57,00	0,00	8,02	89,52	8,91	44,6	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
9	Zat. případ 9	-61,00	-30,00	0,00	$161 \cdot 10^{-6}$	0,225	0,036	12,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 62,4 %

polovina spodní příčle

62,4 % VYHOVUJE

2.8.2 Návrh rozdělovací výztuže

- minimální plocha výztuže $A = 0,25 \cdot A_s = 0,25 \cdot 4549 = 1137 \text{ mm}^2$
- návrh výztuž $\varnothing 16/125 \text{ mm} - A = 1608 \text{ mm}^2$

3 Posouzení rámu výstupního schodiště

3.1 Popis konstrukce

Část schodišťového ramene bude tvořit rámová konstrukce z železobetonu vnitřní světlosti otvoru 1800 mm a výšce 2500 mm. Na konstrukci působí zatížení od její vlastní tíhy a vybavení schodiště, tíhy okolní zeminy, tíhy konstrukce nástupiště, tíhy chodců na nástupišti a kolejové dopravy.

3.2 Materiály

Beton C30/37	charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30\text{MPa}$
	návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20\text{MPa}$
	střední pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$
		$f_{ctk;0,05} = 2,0\text{MPa}$
Ocel B500B	přetvoření betonu	$\epsilon_{cu2} = 0,0035$
	charakteristická pevnost výztuže v tahu	$f_{yk} = 500\text{MPa}$
	návrhová pevnost výztuže v tahu	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,8\text{MPa}$

3.3 Geometrie

rozměry rámu	$\text{š} \times \text{v} = 2100 \times 3100\text{mm}$ (uvažováno ke střednici prvku)
tloušťka stěny	$h = 300\text{mm}$
tloušťka horní příčle	$h = 400\text{--}450\text{mm}$ (z toho nosná část 300-350mm)
tloušťka dolní příčle	$h = 400\text{mm}$ (průměrná)

3.4 Zatížení

3.4.1 Zatížení stálé

3.4.1.1 Vlastní tíha

Vygenerováno výpočetním programem.

3.4.1.2 Ostatní stálé zatížení

izolace	$= 0,01 \times 22 \times 1 =$	$0,22 \text{ kNm}^{-1}$
ochranná vrstva	$= 0,05 \times 25 \times 1 =$	$1,25 \text{ kNm}^{-1}$
nadnásyp (včetně k-ce nástupiště)	$= 1,7 \times 20 \times 1 =$	$34,00 \text{ kNm}^{-1}$
betonová dlažba	$= 0,2 \times 24 \times 1 =$	$4,80 \text{ kNm}^{-1}$
$\Sigma g_k =$		$40,27 \text{ kNm}^{-1}$

3.4.1.3 Zemní tlak

objemová tíha γ	$\gamma =$	20,00 kNm ⁻³	
úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	$\phi_{ef} =$	26,00 °	
	$\gamma_{\phi'} =$	1,25	
úhel vnitřního tření ϕ_u	$\phi' =$	20,80 °	
součinitel tlak v klidu K_r	$= 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$		0,65
hloubka	$h_1 =$	0,80 m	
	$h_2 =$	3,90 m	
tlak v klidu	$\sigma_1 = h * \gamma * K_r = 0,8 * 20 * 0,65 =$		10,40 kNm ⁻¹
	$\sigma_2 = h * \gamma * K_r = 3,9 * 20 * 0,65 =$		50,70 kNm ⁻¹

3.4.1.4 Zatížení na spodní příčel

Geometrie konstrukce

rozpětí	$L_1 =$	2,10 m
tloušťka desky	$h_{1h} =$	0,40 m
	$h_{1d} =$	0,40 m
výška stěny	$L_2 =$	3,10 m
	$L_3 =$	3,10 m
tloušťka stěny	$h_2 =$	0,30 m
	$h_3 =$	0,30 m

Vlastnosti materiálů

objemová hmotnost betonu	$\gamma_c =$	25,0 kNm ⁻³
-----------------------------	--------------	------------------------

Zatížení od vlastní tíhy

$$g_{st,k} = V * \gamma_c / L_1 = (2,1 * (0,4 + 0,4) * 1 + 3,1 * 0,3 * 1 + 3,1 * 0,3 * 1) * 25 / 2,1 = 42,15 \text{ kNm}^{-1}$$

3.4.2 Zatížení proměnné

3.4.2.1 Load model 71 na zemní těleso

součinitel α $\alpha = 1,21$

Load model 71

$Q'_{vk} = 250 \text{ kN}$

$q'_{vk} = 80 \text{ kNm}^{-1}$

roznos v příčném směru je s ohledem
na výpočetní model uvažován do
střednice prvku

$L_r = 3,30 \text{ m}$

$Q_{vk} = Q'_{vk} \cdot \alpha / L_r = 250 \cdot 1,21 / 3,3 =$

91,67 kNm⁻¹

$q_{vk} = q'_{vk} \cdot \alpha / L_r = 80 \cdot 1,21 / 3,3 =$

29,34 kNm⁻¹

Přetížení za rubem

objemová tíha γ $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření ϕ_{ef} $\phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření ϕ_u $\phi' = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$

0,65

$\sigma_{LM71} = Q_{vk} \cdot 4/6,4 \cdot K_r = 91,67 \cdot 4/6,4 \cdot 0,65 =$

37,25 kNm⁻¹

3.4.2.2 Load model SW/2 na zemní těleso

Load model 71

$q'_{vk} = 150 \text{ kNm}^{-1}$

roznos v příčném směru je s ohledem
na výpočetní model uvažován do
střednice prvku

$L_r = 3,30 \text{ m}$

$q_{vk} = q'_{vk} / L_r = 150 / 3,3 =$

45,46 kNm⁻¹

Přetížení za rubem

objemová tíha γ $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření ϕ_{ef} $\phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření ϕ_u $\phi' = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$

0,65

$\sigma_{LM71} = q_{vk} \cdot 4/6,4 \cdot K_r = 45,46 \cdot 4/6,4 \cdot 0,65 =$

18,47 kNm⁻¹

3.4.2.3 Zatížení chodci

Chodci $q'_k = 5,00 \text{ kNm}^{-1}$

Přítížení za rubem

objemová tíha $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření $\phi_u = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 = 0,65$

$\sigma_{qk} = q'_k \cdot K_r = 5 \cdot 0,65 = 3,25 \text{ kNm}^{-1}$

3.5 Kombinace

redukční součinitel pro stálé zatížení

$\xi = 0,85$

součinitel zatížení

stálé

nepříznivé zatížení

$\gamma_{G,sup} = 1,35$

příznivé zatížení

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

nahodilé

nepříznivé zatížení

$\gamma_Q = 1,45$

příznivé zatížení

$\gamma_Q = 0,00$

Návrhové hodnoty zatížení: rovnice 6.10a, 6.10b

3.6 Vnitřní síly

1. Mezní stav únosnosti

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/1	-67	-133	64
B1	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/2	-114	-87	94
B1	Stěna - Obdélník	1,033	CO1/3	-23	-5	-55
B1	Stěna - Obdélník	2,756	CO1/4	-126	-4	-49
B1	Stěna - Obdélník	3,100	CO1/5	-142	48	-16
B1	Stěna - Obdélník	3,100	CO1/6	-40	207	143
B2	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/7	-142	-48	-16
B2	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/8	-40	-206	143
B2	Stěna - Obdélník	0,344	CO1/9	-126	3	-49
B2	Stěna - Obdélník	2,067	CO1/10	-23	5	-55
B2	Stěna - Obdélník	3,100	CO1/1	-67	133	64
B2	Stěna - Obdélník	3,100	CO1/11	-114	86	93

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	CO1/1	-133	67	-61
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	CO1/12	-86	114	-92
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	CO1/2	-87	114	-92
B3	Horní příčel - Obdélník	0,210	CO1/13	-81	0	12
B3	Horní příčel - Obdélník	0,210	CO1/10	-86	96	-70
B3	Horní příčel - Obdélník	0,420	CO1/10	-86	84	-52
B3	Horní příčel - Obdélník	0,630	CO1/14	-81	69	-36
B3	Horní příčel - Obdélník	0,840	CO1/15	-47	16	11
B3	Horní příčel - Obdélník	0,840	CO1/16	-128	11	-33
B3	Horní příčel - Obdélník	1,050	CO1/15	-47	0	13
B3	Horní příčel - Obdélník	1,260	CO1/16	-128	-11	-33
B3	Horní příčel - Obdélník	1,260	CO1/15	-47	-16	11
B3	Horní příčel - Obdélník	1,470	CO1/17	-81	-69	-36
B3	Horní příčel - Obdélník	1,680	CO1/3	-86	-84	-51
B3	Horní příčel - Obdélník	1,890	CO1/3	-86	-96	-70
B3	Horní příčel - Obdélník	1,890	CO1/18	-81	0	12
B3	Horní příčel - Obdélník	2,100	CO1/1	-133	-67	-61
B3	Horní příčel - Obdélník	2,100	CO1/19	-86	-114	-91
B3	Horní příčel - Obdélník	2,100	CO1/11	-86	-114	-91
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/8	-206	-5	-43
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/6	-23	-181	143
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/4	-197	12	-48
B4	spodní příčel - Obdélník	1,050	CO1/15	-81	0	-19
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	CO1/8	-206	181	143
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	CO1/12	-206	181	143
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	CO1/9	-13	-12	-47

2. Mezní stav použitelnosti (charakteristická kombinace)

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Třída : MSP charakteristická

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C12/20	-57	-97	47
B1	Stěna - Obdélník	1,550	C12/20	-69	-4	-35
B1	Stěna - Obdélník	3,100	C13/21	-81	111	48
B1	Stěna - Obdélník	3,100	C12/20	-80	121	52
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C13/21	-81	-111	48
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C12/20	-80	-121	52

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B2	Stěna - Obdélník	1,550	C12/20	-69	4	-35
B2	Stěna - Obdélník	3,100	C12/20	-57	97	47
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C12/20	-97	57	-45
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C13/21	-87	58	-41
B3	Horní příčel - Obdélník	0,210	C12/20	-97	46	-35
B3	Horní příčel - Obdélník	0,420	C12/20	-97	35	-27
B3	Horní příčel - Obdélník	0,630	C12/20	-97	23	-21
B3	Horní příčel - Obdélník	0,840	C12/20	-97	12	-18
B3	Horní příčel - Obdélník	1,260	C12/20	-97	-12	-18
B3	Horní příčel - Obdélník	1,470	C12/20	-97	-23	-21
B3	Horní příčel - Obdélník	1,680	C12/20	-97	-35	-27
B3	Horní příčel - Obdélník	1,890	C12/20	-97	-46	-35
B3	Horní příčel - Obdélník	2,100	C12/20	-97	-57	-45
B3	Horní příčel - Obdélník	2,100	C13/21	-87	-58	-41
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C12/20	-121	-80	52
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C13/21	-111	-81	48
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	C12/20	-121	80	52
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	C13/21	-111	81	48

3. Mezní stav použitelnosti (kvazistálá kombinace)

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Třída : MSP kvazistálá

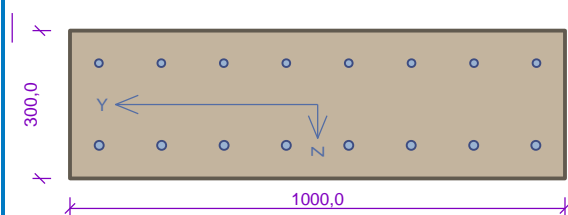
Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C14/22	-53	-35	21
B1	Stěna - Obdélník	1,722	C14/22	-66	2	-13
B1	Stěna - Obdélník	3,100	C14/22	-76	60	28
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C14/22	-76	-60	28
B2	Stěna - Obdélník	1,378	C14/22	-66	-2	-13
B2	Stěna - Obdélník	3,100	C14/22	-53	35	21
B3	Horní příčel - Obdélník	0,000	C14/22	-35	53	-20
B3	Horní příčel - Obdélník	0,210	C14/22	-35	43	-10
B3	Horní příčel - Obdélník	0,420	C14/22	-35	32	-2
B3	Horní příčel - Obdélník	0,630	C14/22	-35	21	3
B3	Horní příčel - Obdélník	0,840	C14/22	-35	11	7
B3	Horní příčel - Obdélník	1,050	C14/22	-35	0	8
B3	Horní příčel - Obdélník	1,260	C14/22	-35	-11	7
B3	Horní příčel - Obdélník	1,470	C14/22	-35	-21	3

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B3	Horní příčel - Obdélník	1,680	C14/22	-35	-32	-2
B3	Horní příčel - Obdélník	1,890	C14/22	-35	-43	-10
B3	Horní příčel - Obdélník	2,100	C14/22	-35	-53	-20
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C14/22	-60	-76	28
B4	spodní příčel - Obdélník	1,050	C14/22	-60	0	-12
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	C14/22	-60	76	28

3.7 Návrh výztuže a posouzení průřezu

3.7.1 Hlavní nosná výztuž

dolní rámový roh



Typ prvku: stěna

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 8

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,0121 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0121 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 911,1 \text{ mm}^2$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

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

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 240,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-40,00	143,00	0,00	207,00	0,00	76,1	Vyhovuje
		-5100,00	188,00	0,00	500,06	0,00		
2	Zat. případ 2 - Mmax+	-40,00	143,00	0,00	207,00	0,00	76,1	Vyhovuje
		-5100,00	188,00	0,00	500,06	0,00		
3	Zat. případ 3 - Mmax-	-126,00	-49,00	0,00	-4,00	0,00	29,8	Vyhovuje
		-5100,00	-164,27	0,00	-506,76	0,00		
4	Zat. případ 4 - Nmax-	-206,00	143,00	0,00	181,00	0,00	70,7	Vyhovuje
		-5100,00	202,22	0,00	489,00	0,00		
9	Zat. případ 5 - Nmax+	61,00	32,00	0,00	-69,00	0,00	23,9	Vyhovuje
		1697,96	179,04	0,00	-288,58	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 76,1 %

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
5	Zat. případ 6 - Nmax	-121,00	52,00	0,00	7,43	88,94	7,07	41,3	Vyhovuje
6	Zat. případ 7 - Mmax+	-121,00	52,00	0,00	7,43	88,94	7,07	41,3	Vyhovuje
7	Zat. případ 8 - Mmax-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

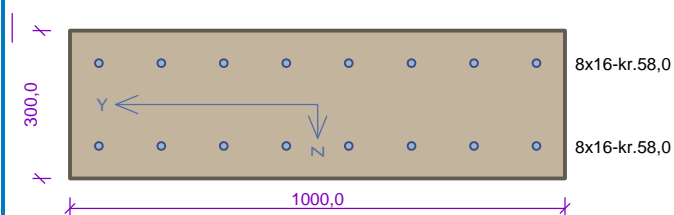
dolní rámový roh

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
8	Zat. případ 9	-76,00	28,00	0,00	$135 \cdot 10^{-6}$	0,223	0,030	10,1	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 41,3 %

76,1 % VYHOVUJE

polovina horní příčle



Typ prvku: stěna

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

polovina horní příčle

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,0107 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0107 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 804,2 \text{ mm}^2$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-81,00 -5100,00	-12,00 -160,09	0,00 0,00	-47,00 -157,67	0,00 0,00	29,8	Vyhovuje
2	Zat. případ 2 - Mmax+	-47,00 -5100,00	13,00 157,08	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	8,3	Vyhovuje
3	Zat. případ 3 - Mmax-	-128,00 -5100,00	-32,00 -164,26	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	19,5	Vyhovuje
4	Zat. případ 4 - Nmax	-133,00 -5100,00	-28,00 -164,70	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	17,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 29,8 %

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
5	Zat. případ 5 - Nmax	-97,00	-17,00	0,00	2,35	18,59	4,96	13,0	Vyhovuje
6	Zat. případ 6 - Mmax+	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	-97,00	-17,00	0,00	2,35	18,59	4,96	13,0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

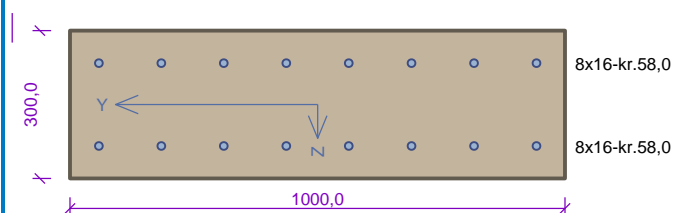
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
8	Zat. případ 8	-35,00	8,00	0,00	$35,3 \cdot 10^{-6}$	0,235	0,008	2,8	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 13,0 %

29,8 % VYHOVUJE

horní rámový roh



Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 8

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00687 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00536 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0107 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00322 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{l,max} = 175,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků} \quad s_{t,max} = 351,0 \text{ mm}$$

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Nmax+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
		-5100,00	152,90	0,00	0,00	0,00		
2	Zat. případ 2 - Nmax-	-133,00	-61,00	0,00	67,00	0,00	37,0	Vyhovuje
		-5100,00	-164,70	0,00	507,72	0,00		
3	Zat. případ 3 - Vmax	-67,00	64,00	0,00	-133,00	0,00	40,3	Vyhovuje
		-5100,00	158,85	0,00	-509,75	0,00		
4	Zat. případ 4 - Mmax+	-114,00	94,00	0,00	-87,00	0,00	57,7	Vyhovuje
		-5100,00	163,02	0,00	-508,29	0,00		
5	Zat. případ 5 - Mmax-	-87,00	-92,00	0,00	114,00	0,00	57,3	Vyhovuje
		-5100,00	-160,62	0,00	509,12	0,00		

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 57,7 %**

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
6	Zat. případ 6 - Mmax+	-57,00	47,00	0,00	7,46	116,26	-0,32	41,5	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
8	Zat. případ 8 - Nmax	-97,00	-45,00	0,00	7,01	97,40	3,01	38,9	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

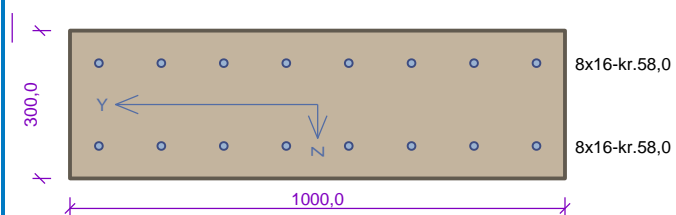
horní rámový roh

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
9	Zat. případ 9	-53,00	21,00	0,00	$129 \cdot 10^{-6}$	0,366	0,047	15,7	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 41,5 %

57,7 % VYHOVUJE

polovina stěny



Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

polovina stěny

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00687 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00536 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0107 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-127,00 -5100,00	-17,00 -164,17	0,00 0,00	-50,00 -163,05	0,00 0,00	30,7	Vyhovuje
2	Zat. případ 2 - Mmax+	0,00 -5100,00	0,00 152,90	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,0	Vyhovuje
3	Zat. případ 3 - Mmax-	-74,00 -5100,00	-48,00 -159,47	0,00 0,00	-5,00 -156,85	0,00 0,00	30,1	Vyhovuje
4	Zat. případ 4 - Nmax	-127,00 -5100,00	-17,00 -164,17	0,00 0,00	-50,00 -163,05	0,00 0,00	30,7	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 30,7 %

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
5	Zat. případ 5 - Nmax	-70,00	-31,00	0,00	4,81	66,07	2,31	26,7	Vyhovuje
6	Zat. případ 6 - Mmax+	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	-65,00	-35,00	0,00	5,49	79,16	1,54	30,5	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

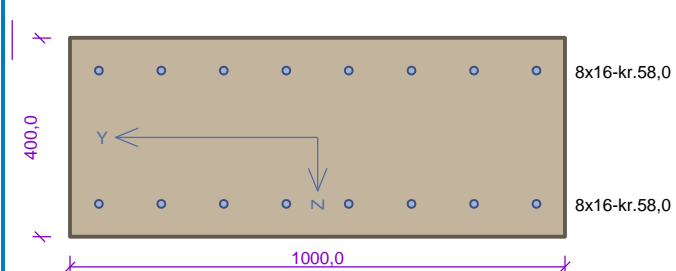
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
8	Zat. případ 8	-65,00	-13,00	0,00	$50,3 \cdot 10^{-6}$	0,235	0,012	3,9	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 30,5 %

30,7 % VYHOVUJE

polovina spodní příče



Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00482 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00402 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00804 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Nmax+	0,00 -6800,00	0,00 225,61	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,0	Vyhovuje
2	Zat. případ 2 - Nmax-	-206,00 -6800,00	3,00 → 4,12 253,86	0,00 0,00	88,00 198,96	0,00 0,00	44,2	Vyhovuje
3	Zat. případ 3 - Vmax	-206,00 -6800,00	1,00 → 4,12 253,86	0,00 0,00	88,00 198,96	0,00 0,00	44,2	Vyhovuje
4	Zat. případ 4 - Mmax+	-151,00 -6800,00	24,00 246,33	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	9,7	Vyhovuje
5	Zat. případ 5 - Mmax-	-81,00 -6800,00	-19,00 -236,73	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	8,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 44,2 %

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
6	Zat. případ 6 - Mmax+	-121,00	10,00	0,00	0,65	-0,25	3,20	3,6	Vyhovuje
7	Zat. případ 7 - Mmax-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,0	Vyhovuje
8	Zat. případ 8 - Nmax	-121,00	10,00	0,00	0,65	-0,25	3,20	3,6	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]	Δs [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
9	Zat. případ 9	-60,00	-12,00	0,00	20,0.10 ⁻⁶	0,254	0,005	1,7	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 3,6 %

polovina spodní příčle

44,2 % VYHOVUJE

3.7.2 Návrh rozdělovací výztuže

- minimální plocha výztuže $A = 0,25 \cdot A_s = 0,25 \cdot 4549 = 1137 \text{ mm}^2$
- návrh výztuž $\varnothing 16/125 \text{ mm} - A = 1608 \text{ mm}^2$

4 Posouzení polorámu výstupního schodiště

4.1 Popis konstrukce

Část schodišťového ramene bude tvořit polorámová konstrukce z železového betonu tvaru písmene „U“ o vnitřní světlosti otvoru 1800 mm a proměnné výšce. Tato část konstrukce bude ze shora zastřešena lehkou ocelovou konstrukcí. Na konstrukci působí zatížení od její vlastní tíhy a vybavení schodiště, tíhy okolní zeminy, tíhy konstrukce nástupiště, tíhy chodců na nástupišti a kolejové dopravy a síly od zastřešení.

4.2 Materiály

Beton C30/37	charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30\text{MPa}$
	návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20\text{MPa}$
	střední pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$
		$f_{ctk;0,05} = 2,0\text{MPa}$
Ocel B500B	přetvoření betonu	$\epsilon_{cu2} = 0,0035$
	charakteristická pevnost výztuže v tahu	$f_{yk} = 500\text{MPa}$
	návrhová pevnost výztuže v tahu	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,8\text{MPa}$

4.3 Geometrie

rozměry polorámu 1	$\bar{s}^*v = 2100 \times 3000\text{mm}$ (uvažováno ke střednici prvku)
rozměry polorámu 2	$\bar{s}^*v = 2100 \times 4500\text{mm}$ (uvažováno ke střednici prvku)
tloušťka stěny	$h = 300\text{mm}$
tloušťka dolní příčle	$h = 400\text{mm}$ (průměrná)

4.4 Zatížení

4.4.1 Zatížení stálé

4.4.1.1 Vlastní tíha

Vygenerováno výpočetním programem.

4.4.1.2 Zemní tlak

objemová tíha γ	$\gamma =$	20,00 kNm ⁻³	
úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	$\phi_{ef} =$	26,00 °	
	$\gamma_{\phi'} =$	1,25	
úhel vnitřního tření ϕ_u	$\phi' =$	20,80 °	
součinitel tlak v klidu K_r	$= 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$		0,65
hloubka	$h_1 =$	0,00 m	
	$h_1 =$	0,50 m	
	$h_2 =$	1,90 m	
	$h_3 =$	3,40 m	
tlak v klidu	$\sigma_1 = h * \gamma * K_r = 0 * 20 * 0,65 =$		0,00 kNm ⁻¹
	$\sigma_2 = h * \gamma * K_r = 0,5 * 20 * 0,65 =$		6,50 kNm ⁻¹
	$\sigma_3 = h * \gamma * K_r = 1,9 * 20 * 0,65 =$		24,70 kNm ⁻¹
	$\sigma_4 = h * \gamma * K_r = 3,4 * 20 * 0,65 =$		44,20 kNm ⁻¹

4.4.2 Zatížení proměnné

4.4.2.1 Load model 71 na zemní těleso

součinitel α	$\alpha =$	1,21	
Load model 71	$Q'_{vk} =$	250 kN	
	$q'_{vk} = 250 / 1,6 =$		156,25 kNm ⁻¹
	$L_r =$	3,00 m	
	$Q_{vk} = Q'_{vk} * \alpha / L_r = 156,25 * 1,21 / 3$		63,03 kN

Rozložení zatížení po výšce stěny:

Bod čís.	Hloubka [m]		Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00		0,00	0,00
2	0,11		0,00	0,00
3	0,22		0,00	0,00
4	0,33		0,00	0,00
5	0,44		0,00	0,00
6	0,55		0,00	0,00
7	0,56		0,13	0,00
8	0,67		2,80	0,00
9	0,78		5,41	0,00
10	0,89		7,92	0,00
11	1,00		10,29	0,00
12	1,11		12,48	0,00
13	1,22		14,47	0,00

Bod čís.	Hloubka [m]		Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
14	1,33		16,23	0,00
15	1,44		17,77	0,00
16	1,50		18,45	0,00
17	1,56		19,08	0,00
18	1,67		20,16	0,00
19	1,78		21,03	0,00
20	1,89		21,70	0,00
21	2,00		22,18	0,00
22	2,11		22,50	0,00
23	2,22		22,67	0,00
24	2,33		22,71	0,00
25	2,44		22,63	0,00
26	2,56		22,46	0,00
27	2,67		22,21	0,00
28	2,78		21,89	0,00
29	2,89		21,51	0,00
30	3,00		21,08	0,00

4.4.2.2 Zatížení chodci

Chodci $q'_k = 5,00 \text{ kNm}^{-1}$

Přítížení za rubem

objemová tíha $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření $\phi_{ef} \quad \phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření $\phi_u \quad \phi' = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin\phi' = 1 - \sin 20,8 = 0,65$

$\sigma_{qk} = q'_k \cdot K_r = 5 \cdot 0,65 = 3,25 \text{ kNm}^{-1}$

4.4.2.3 Zatížení od zastřešení

Reakce sloupků zastřešení do schodišťové zdi jsou převzaty ze statického výpočtu k objektu zastřešení SO 01-15-06.

Maximální svislá reakce $R_z = 1,49 \text{ kN}$

Maximální vodorovná reakce $R_x = 1,94 \text{ kN}$

4.5 Kombinace

redukční součinitel pro stálé zatížení $\xi = 0,85$

součinitel zatížení	stálé	nepříznivé zatížení	$\gamma_{G,sup} = 1,35$
		příznivé zatížení	$\gamma_{G,inf} = 1,00$
	nahodilé	nepříznivé zatížení	$\gamma_Q = 1,45$

příznivé zatížení

$\gamma_Q = 0,00$

Návrhové hodnoty zatížení: rovnice 6.10a, 6.10b

4.6 Vnitřní síly

1. Mezní stav únosnosti

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Třída : MSU

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/3	-9	-1	-4
B1	Stěna část 2 - Obdélník	0,250	CO1/5	-11	1	-4
B1	Stěna část 2 - Obdélník	3,000	CO1/1	-40	107	132
B1	Stěna část 2 - Obdélník	3,000	CO1/8	-35	159	191
B1	Stěna část 2 - Obdélník	3,000	CO1/7	-40	158	192
B2	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/1	-40	-103	114
B2	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/9	-35	-159	191
B2	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/11	-40	-158	192
B2	Stěna část 2 - Obdélník	2,750	CO1/10	-11	-1	-4
B2	Stěna část 2 - Obdélník	3,000	CO1/10	-9	1	-4
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/9	-159	-24	172
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/13	-87	-80	191
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/7	-154	-49	192
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	CO1/15	-159	78	191
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	CO1/11	-158	47	192
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/1	-11	4	-3
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/6	-10	6	-5
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/5	-9	-1	4
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,500	CO1/47	-7	-3	3
B5	Stěna část 1 - Obdélník	1,500	CO1/6	-2	3	0
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/1	-11	0	-3
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/21	-10	-6	5
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/10	-9	1	-4
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/12	-10	-6	5
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,500	CO1/48	-7	3	-3
B6	Stěna část 1 - Obdélník	1,500	CO1/21	-2	-3	0
B7	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/3	-9	-1	-4
B7	Stěna část 2 - Obdélník	0,250	CO1/30	-11	1	-4
B7	Stěna část 2 - Obdélník	1,500	CO1/1	-25	36	29
B7	Stěna část 2 - Obdélník	1,500	CO1/13	-22	60	44

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B7	Stěna část 2 - Obdélník	1,500	CO1/29	-25	58	44
B8	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/1	-25	-32	17
B8	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/31	-22	-60	44
B8	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	CO1/33	-25	-58	44
B8	Stěna část 2 - Obdélník	1,250	CO1/32	-11	-1	-4
B8	Stěna část 2 - Obdélník	1,500	CO1/38	-9	1	-4
B9	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/9	-60	-14	31
B9	spodní příčel - Obdélník	0,000	CO1/29	-32	-38	44
B9	spodní příčel - Obdélník	2,100	CO1/33	-58	37	44
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/1	-11	4	-3
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/40	-10	6	-5
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/6	-10	6	-5
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/5	-9	-1	4
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,500	CO1/41	-7	-3	3
B10	Stěna část 1 - Obdélník	1,500	CO1/42	-2	3	0
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/1	-11	0	-3
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/43	-10	-6	5
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/10	-9	1	-4
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	CO1/12	-10	-6	5
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,500	CO1/45	-7	3	-3
B11	Stěna část 1 - Obdélník	1,500	CO1/44	-2	-3	0

2. Mezní stav použitelnosti (charakteristická kombinace)

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Třída : MSP charakteristická

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna část 2 - Obdélník	3,000	C12/49	-32	124	144
B2	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	C12/49	-32	-124	144
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C12/49	-124	-30	144
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	C12/49	-124	30	144
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C12/49	-10	3	-1
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C13/50	-10	3	-1
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C12/49	-10	-3	1
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C13/50	-10	-3	1
B7	Stěna část 2 - Obdélník	1,500	C12/49	-21	45	30
B8	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	C12/49	-21	-45	30
B9	spodní příčel - Obdélník	0,000	C12/49	-45	-19	30

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B9	spodní příčel - Obdélník	2,100	C12/49	-45	19	30
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C12/49	-10	3	-1
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C13/50	-10	3	-1
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C12/49	-10	-3	1
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C13/50	-10	-3	1

3. Mezní stav použitelnosti (kvazistálá kombinace)

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

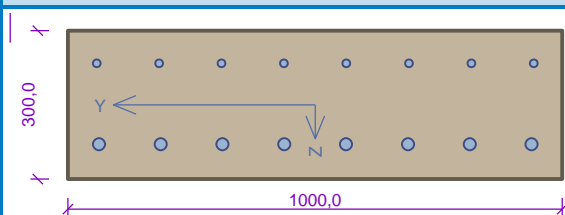
Třída : MSP kvazistálá

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna část 2 - Obdélník	3,000	C14/2	-29	78	91
B2	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	C14/2	-29	-78	91
B4	spodní příčel - Obdélník	0,000	C14/2	-78	-29	91
B4	spodní příčel - Obdélník	2,100	C14/2	-78	29	91
B5	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C14/2	-7	2	0
B6	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C14/2	-7	-2	0
B7	Stěna část 2 - Obdélník	1,500	C14/2	-18	25	17
B8	Stěna část 2 - Obdélník	0,000	C14/2	-18	-25	17
B9	spodní příčel - Obdélník	0,000	C14/2	-25	-18	17
B9	spodní příčel - Obdélník	2,100	C14/2	-25	18	17
B10	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C14/2	-7	2	0
B11	Stěna část 1 - Obdélník	0,000	C14/2	-7	-2	0

4.7 Návrh výztuže a posouzení průřezu

4.7.1 Hlavní nosná výztuž

dolní rámový roh_výška stěny 3-4,5m



Typ prvku: stěna
Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 8

Posouzení min. a max. stupně výztužení

Stěna (celková výztuž):

$\rho_s = 0,0185 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,0185 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 1\,384 \text{ mm}^2$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

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

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 240,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1 - Vmax	-35,00 -5100,00	191,00 305,39	0,00 0,00	159,00 432,48	0,00 0,00	62,5	Vyhovuje
2	Zat. případ 2 - Mmax	-158,00 -5100,00	192,00 310,10	0,00 0,00	47,00 423,22	0,00 0,00	61,9	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 62,5 %**

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
3	Zat. případ 7	-32,00	144,00	0,00	16,78	178,47	21,13	93,2	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

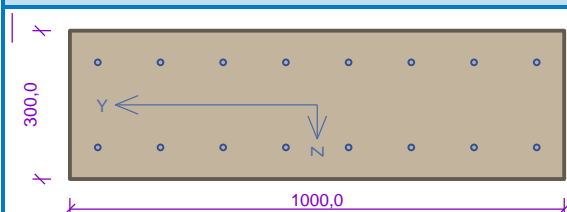
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
4	Zat. případ 9	-78,00	91,00	0,00	375.10^{-6}	0,196	0,074	24,5	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 93,2 %**

Využití: 93,2 %

93,2 % VYHOVUJE

dolní rámový roh_výška stěny 0-3m



Typ prvku: deska
Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00383 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00302 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00603 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 3	0,00	44,00	0,00	60,00	0,00	48,9	Vyhovuje
		0,00	97,59	0,00	122,77	0,00		

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 48,9 %**

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
2	Zat. případ 6	0,00	30,00	0,00	6,13	147,74	-12,98	36,9	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
3	Zat. případ 9	0,00	17,00	0,00	$251 \cdot 10^{-6}$	0,451	0,113	37,7	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 37,7 %**

Využití: 48,9 %

48,9 % VYHOVUJE

4.7.2 Návrh rozdělovací výztuže

Pro stěnu výšky 3-4,5m

- minimální plocha výztuže $A = 0,25 \cdot A_s = 0,25 \cdot 3927 = 982 \text{ mm}^2$

- návrh výztuž $\emptyset 16/125 \text{ mm} - A = 1608 \text{ mm}^2$

Pro stěnu výšky 0-3m

- minimální plocha výztuže $A = 0,25 \cdot A_s = 0,25 \cdot 905 = 227 \text{ mm}^2$

- návrh výztuž $\emptyset 10/125 \text{ mm} - A = 628 \text{ mm}^2$

5 Posouzení výtahové šachty

5.1 Popis konstrukce

Výtahovou šachtu bude tvořit rámová konstrukce z železobetonu vnitřní světlosti otvoru 1600 mm a výšce 2500 mm a výšce 9,00 m. Na konstrukci působí zatížení od její vlastní tíhy a vybavení výtahové šachty (ve výpočtu se neuplatní), tíhy okolní zeminy, tíhy konstrukce nástupiště, tíhy chodců na nástupišti a kolejové dopravy.

5.2 Materiály

Beton C30/37	charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30\text{MPa}$
	návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20\text{MPa}$
	střední pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$
Ocel B500B	přetvoření betonu	$f_{ctk;0,05} = 2,0\text{MPa}$
	charakteristická pevnost výztuže v tahu	$\epsilon_{cu2} = 0,0035$
	návrhová pevnost výztuže v tahu	$f_{yk} = 500\text{MPa}$
		$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,8\text{MPa}$

5.3 Geometrie

půdorysné rozměry	2780x1880 mm (uvažováno ke střednici prvku)
tloušťka stěny	$h = 280\text{ mm}$

5.4 Zatížení

5.4.1 Zatížení stálé

5.4.1.1 Zemní tlak

objemová tíha γ	$\gamma =$	20,00 kNm ⁻³	
úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	$\phi_{ef} =$	26,00 °	
	$\gamma_{\phi'} =$	1,25	
úhel vnitřního tření ϕ_u	$\phi' =$	20,80 °	
součinitel tlak v klidu	K_r	$= 1 - \sin\phi' = 1 - \sin 20,8 =$	0,65
hloubka	$h_1 =$	0,00 m	
	$h_1 =$	6,00 m	
tlak v klidu	σ_1	$= h \cdot \gamma \cdot K_r = 0 \cdot 20 \cdot 0,65 =$	0,00 kNm ⁻¹
	σ_2	$= h \cdot \gamma \cdot K_r = 6 \cdot 20 \cdot 0,65 =$	78,00 kNm ⁻¹

5.4.2 Zatížení proměnné

5.4.2.1 Load model 71 na zemní těleso

součinitel α $\alpha = 1,21$

Load model 71

$Q'_{vk} = 250 \text{ kN}$

$q'_{vk} = 80 \text{ kNm}^{-1}$

roznos v příčném směru je s ohledem
na výpočetní model uvažován do
střednice prvku

$L_r = 3,00 \text{ m}$

$Q_{vk} = Q'_{vk} \cdot \alpha / L_r = 250 \cdot 1,21 / 3 =$

100,84 kNm⁻¹

$q_{vk} = q'_{vk} \cdot \alpha / L_r = 80 \cdot 1,21 / 3 =$

32,27 kNm⁻¹

Přetížení za rubem

objemová tíha $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření $\phi_{ef} \phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření $\phi_u \phi' = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$

0,65

$\sigma_{LM71} = Q_{vk} \cdot 4/6,4 \cdot K_r = 100,84 \cdot 4/6,4 \cdot 0,65 =$

40,97 kNm⁻¹

5.4.2.2 Load model SW/2 na zemní těleso

Load model 71

$q'_{vk} = 150 \text{ kNm}^{-1}$

roznos v příčném směru je s ohledem
na výpočetní model uvažován do
střednice prvku

$L_r = 3,00 \text{ m}$

$q_{vk} = q'_{vk} / L_r = 150 / 3 =$

50,00 kNm⁻¹

Přetížení za rubem

objemová tíha $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření $\phi_{ef} \phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření $\phi_u \phi' = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 =$

0,65

$\sigma_{LM71} = q_{vk} \cdot 4/6,4 \cdot K_r = 50 \cdot 4/6,4 \cdot 0,65 =$

20,32 kNm⁻¹

5.4.2.3 Zatížení chodci

Chodci $q'_k = 5,00 \text{ kNm}^{-1}$

Přetížení za rubem

objemová tíha $\gamma = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$

úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 26,00^\circ$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

úhel vnitřního tření $\phi_u = 20,80^\circ$

součinitel tlak v klidu $K_r = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 20,8 = 0,65$

$\sigma_{qk} = q'_k \cdot K_r = 5 \cdot 0,65 = 3,25 \text{ kNm}^{-1}$

5.5 Kombinace

redukční součinitel pro stálé zatížení

$\xi = 0,85$

součinitel zatížení

stálé

nepříznivé zatížení

$\gamma_{G,sup} = 1,35$

příznivé zatížení

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

nahodilé

nepříznivé zatížení

$\gamma_Q = 1,45$

příznivé zatížení

$\gamma_Q = 0,00$

Návrhové hodnoty zatížení: rovnice 6.10a, 6.10b

5.6 Vnitřní síly

1. Mezní stav únosnosti

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/1	-145	-215	78
B1	Stěna - Obdélník	1,390	CO1/1	-145	0	-71
B1	Stěna - Obdélník	2,780	CO1/1	-145	215	78
B2	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/1	-145	-215	78
B2	Stěna - Obdélník	1,390	CO1/1	-145	0	-71
B2	Stěna - Obdélník	2,780	CO1/1	-145	215	78
B4	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/1	-215	-145	78
B4	Stěna - Obdélník	1,880	CO1/1	-215	145	78
B5	Stěna - Obdélník	0,000	CO1/1	-215	145	-78
B5	Stěna - Obdélník	1,880	CO1/1	-215	-145	-78

2. Mezní stav použitelnosti (charakteristická kombinace)

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : C12

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C12/2	-114	-169	61
B1	Stěna - Obdélník	1,390	C12/2	-114	0	-56
B1	Stěna - Obdélník	2,780	C12/2	-114	169	61
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C12/2	-114	-169	61
B2	Stěna - Obdélník	1,390	C12/2	-114	0	-56
B2	Stěna - Obdélník	2,780	C12/2	-114	169	61
B4	Stěna - Obdélník	0,000	C12/2	-169	-114	61
B4	Stěna - Obdélník	1,880	C12/2	-169	114	61
B5	Stěna - Obdélník	0,000	C12/2	-169	114	-61
B5	Stěna - Obdélník	1,880	C12/2	-169	-114	-61

3. Mezní stav použitelnosti (kvazistálá kombinace)

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : LSS

Výběr : Vše

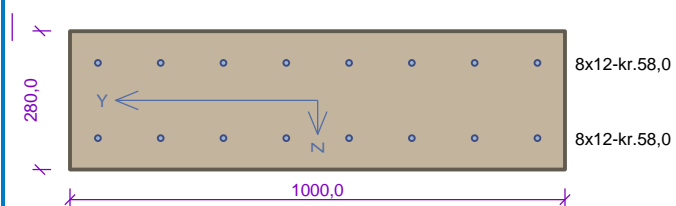
Kombinace : C14

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Stěna - Obdélník	0,000	C14/3	-73	-108	39
B1	Stěna - Obdélník	1,390	C14/3	-73	0	-36
B1	Stěna - Obdélník	1,390	C14/3	-73	0	-36
B1	Stěna - Obdélník	2,780	C14/3	-73	108	39
B2	Stěna - Obdélník	0,000	C14/3	-73	-108	39
B2	Stěna - Obdélník	1,390	C14/3	-73	0	-36
B2	Stěna - Obdélník	1,390	C14/3	-73	0	-36
B2	Stěna - Obdélník	2,780	C14/3	-73	108	39
B4	Stěna - Obdélník	0,000	C14/3	-108	-73	39
B4	Stěna - Obdélník	1,880	C14/3	-108	73	39
B5	Stěna - Obdélník	0,000	C14/3	-108	73	-39
B5	Stěna - Obdélník	1,880	C14/3	-108	-73	-39

5.7 Návrh výztuže a posouzení průřezu

5.7.1 Hlavní nosná výztuž (ve směru x i y)

výtahová šachta



Typ prvku: stěna

Prostředí: XC4, XF3

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: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 4

výtahová šachta

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00646 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00646 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 452,4 \text{ mm}^2$

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

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

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 180,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

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]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-145,00	78,00	0,00	215,00	0,00	90,2	Vyhovuje
		-4760,00	101,77	0,00	238,28	0,00		

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 90,2 %**

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
2	Zat. případ 8	-114,00	61,00	0,00	13,77	257,94	-17,71	76,5	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
3	Zat. případ 9	-73,00	39,00	0,00	$495 \cdot 10^{-6}$	0,428	0,212	70,6	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 76,5 %**

90,2 % VYHOVUJE