







			ČÍSLO SOUPRAVY:
		PO PŘIPOMÍNKOVÉM ŘÍZENÍ	
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	

		EXPROJEKT s.r.o. Heršpická 758/13 619 00 Brno	tel. : +420 533 312 000 E-mail: info@exprojekt.cz ID: dh84e85
---	--	--	---

OBJEDNATEL:		 Správa železnic, státní organizace Stavební správa východ, Nerudova 1, 779 00 Olomouc	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU		ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO	VYPRACOVAL
Ing. Martin Chaloupka 		Ing. Martin Chaloupka 	Ing. Denis Ujházy 
Ing. Petr Libosvár 		KONTROLOVAL	
		Ing. Martin Chaloupka 	
KRAJ: Moravskoslezský		POVĚŘENÝ MŮ: Opava / k.ú. Jaktář	
Rekonstrukce mostu v km 110,701 trati Krnov - Opava východ SO 01 Most v km 110,701		STUPEŇ: DUSP	
		ZAK. ČÍSLO 2020-052	
		MĚŘITKO 1:19	POČET FORMÁTŮ 60 x A4
Statický výpočet spodní stavby		DATUM: 04/2021	
		ČÁST DOKUM. D.2.1.4.1	PŘÍLOHA 12.2

STAVBA: Rekonstrukce mostů v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

OBJEKT: SO 01 Most v km 110,71

STUPEŇ: DUSP

Statický výpočet spodní stavby

Obsah:

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE, ZÁKLADNÍ INFORMACE	3
2.	ÚVOD, OKRAJOVÉ PODMÍNKY A POUŽITÉ VÝPOČETNÍ MODEL Y	4
2.1	Úvod	4
2.2	PODKLADY PRO VÝPOČET	4
2.3	POUŽITÁ LITERATURA	4
3.	VÝPOČETNÍ MODEL Y	5
4.	ZATÍŽENÍ A KOMBINACE ZATÍŽENÍ	5
4.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	5
4.2	VÝPOČET ZATÍŽENÍ	5
4.2.1	Stálé zatížení	5
4.2.2	Proměnné zatížení	5
5.	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	6
6.	POSOUZENÍ SPODNÍ STAVBY	8
6.1	OPĚRA	8
6.1.1	Dimenzování výztuže dříku opěry	11
6.2	ZÁKLADY	16
6.3	ZÁVĚRNÁ ZEĎ	24
6.4	ZAVĚŠENÁ KŘÍDLA	31
6.4.1	Zatížení působící na křídla	31
6.4.2	Model zatížení a vnitřní síly	31
6.4.3	Posouzení průřezu	33
6.5	ÚLOŽNÉ BLOKY	41
6.5.1	Posouzení úložného bloku pod podélně pevným ložiskem L1L	41
6.5.2	Posouzení úložného bloku pod pevným ložiskem L1P	43
6.5.3	Posouzení úložného bloku pod všesměrně pohyblivým ložiskem L2L	45
6.5.4	Posouzení úložného bloku pod příčně pevným ložiskem	47
6.6	ÚLOŽNÝ PRÁH	49
6.6.1	PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL	50
6.6.2	POSOUZENÍ	51
7.	ZÁVĚRY VÝPOČTU	58
8.	TABULKA ZATÍŽITELNOSTI	59

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE, ZÁKLADNÍ INFORMACE

A) IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba:	Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ
Objekt:	SO 01 Most v km 110,701
Katastrální území:	Jaktař [711730]
Obec:	Opava [505927]
Kraj:	Moravskoslezský
Pověřený obecní úřad:	MÚ Opava
Stupeň dokumentace:	DUSP
Investor, objednatel:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové Město zastoupena organizační jednotkou: Stavební správa východ Nerudova 1, 779 00 Olomouc
Správce mostního objektu:	Správa mostů a tunelů Oblastní ředitelství Ostrava Muglinovská 1038/5, 702 00 Ostrava
Vlastník mostního objektu:	Česká republika, s právem hospodaření Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové město
Zpracovatel dokumentace:	EXprojekt s.r.o., Heršpická 758/13, 619 00 Brno
HIP:	Ing. Martin Chaloupka, ČKAIT 1006556
Zástupce HIPa:	Ing. Petr Libosvár
Odpovědný projektant SO:	Ing. Martin Chaloupka, ČKAIT 1006556

Trať Správy železnic:	trať č. 310, 3. třída tratí, Olomouc hl.n.– Opava východ
Trafový úsek:	2252 Krnov (včetně) – Opava východ (mimo)
Definiční úsek:	12 vl. Cukrovar – Opava západ
Staničení:	evidenční km 110,701
Šírá trať / staniční obvod:	staniční obvod
Překonávané překážky:	1. mostní otvor (K01): most překonává místní komunikaci skupiny C (obslužná komunikace)
Počet kolejí na mostě:	
- stávající stav:	1 kolej
- nový stav:	1 kolej
Směrové poměry:	
- stávající stav:	v přímé
- nový stav:	v přímé
Sklonové poměry:	
- stávající stav:	niveleta koleje č. 1 stoupá ve sklonu +10,60 ‰
- nový stav:	niveleta koleje č. 1 stoupá ve sklonu + 11,452 ‰

- stávající: C3
- výhledová: C3

- mimo most ve stávajícím stavu: před mostem 75 km/hod, za mostem 75 km/hod
- mimo most v novém stavu: před mostem 75 km/hod, za mostem 75 km/hod
- na mostě ve stávajícím stavu: 75 km/hod
- na mostě v novém stavu: 75 km/hod

nezávislá

Opěry O 01 a O 02 jsou zrcadlově symetrické.

- ČSN EN 1990 ed.2 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-4 ed.2 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- ČSN EN 1991-2 ed.2 Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

- ČSN EN 1992-2 ed.2 Navrhování betonových konstrukcí – Betonové mosty
- S 30135/2015- 13 Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů

3. VÝPOČETNÍ MODEL

Pro výpočet spodní stavby jsou použity moduly programu GEO5 pro získání účinků na jednotlivé prvky spodní stavby a dále program IDEA StatiCa pro posouzení jednotlivých železobetonových průřezů.

Zemní tlaky na závěrnou zídku jsou vypočteny pomocí programu GEO5. Posouzení v místě napojení na úložný práh je provedeno pomocí Idea StatiCa modul RCS.

4. ZATÍŽENÍ A KOMBINACE ZATÍŽENÍ

4.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Konstrukce je posouzena na účinky zatížení dle ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-4 ed.2 ČSN EN 1991-1-5, ČSN EN 1991-2 ed.2 a ČSN EN 1990 ed.2. Pro výpočet zatížitelnosti byla veškerá zatížení upravena dle SŽ/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů.

Mostní objekt leží na trati Krnov – Opava východ a dle ČSN EN 1991-2 ed.2 je zařazen do 4. třídy tratí. Klasifikační součinitel α je tedy roven 1,10 (použití dle čl. 6.3.2 v ČSN EN 1991-2 ed.2).

Konstrukce je posuzována na účinky od dopravního zatížení představené modely zatížení LM71.

4.2 VÝPOČET ZATÍŽENÍ

4.2.1 Stálé zatížení

Ø Vlastní tíha

Vlastní tíha byla ve všech případech generována programem.

Součinitel zatížení $\gamma_{g0} = 1,35$.

Ø Ostatní stálé

Železniční svršek

Tíha železničního svršku $g_1 = 6 \text{ kN/m}$ na jednu kolej.

Součinitel zatížení $\gamma_{g1} = 1,35$.

Kolejové lože

Kolejové lože je počítáno na tl. 0,94 m, objemová hmotnost $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$.

Tíha kolejového lože je tak $g_2 = 4,7 \text{ kN/m}^2$.

Součinitel zatížení $\gamma_{g2} = 1,35$.

4.2.2 Proměnné zatížení

Ø LM71

Zatížení dle schématu LM71 bylo zadáno v souladu s normou ČSN EN 1991 – 2 ed.2. Nápravové zatížení je podélně rozneseno na tři bodové podpěry a následně rozneseno kolejovým ložem dle čl. 6.3.6 ČSN EN 1991-2 ed.2.

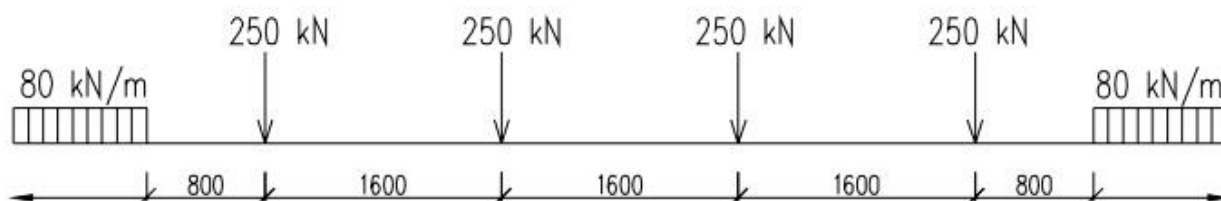
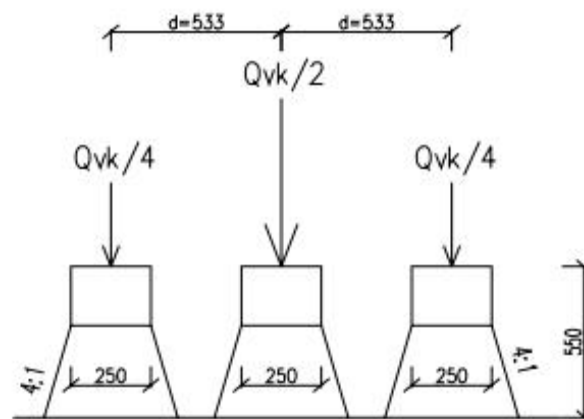


Schéma zatížení



Roznos zatížení

Ø Boční ráz

Účinky od zatížení bočním rázem jsou uvažovány v reakci na ložisko.

Ø Zatížení větrem na vozidlo

Viz příloha 13. Statický výpočet NK mostu.

Zatížení bylo zadáno dle rozmístění zatížení dopravou.

$$A_{\text{ref},x} = \boxed{4.00} \text{ m}^2/1\text{mb}$$

... větrem je zatížena celá plocha vozidla

$$f_{w,y} = (0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{\text{ref},x}) / 1000$$

$$f_{w,y} = (0.5 \cdot 1.25 \cdot 27.5^2 \cdot 2 \cdot 2.79 \cdot 4) / 1000$$

$$f_{w,y} = 5.3 \quad \text{kN/m}$$

... vodorovné zatížení působící na vozidlo na mostě

Toto spojitě vodorovné zatížení působí ve výšce 2,0 m nad temenem kolejnice a na nosnou konstrukci působí ve směru vodorovném i ve směru svislém.

5. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace 6.10a:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_G G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \Psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace 6.10b:

$$\sum_{j \geq 1} \xi \gamma_G G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Charakteristická kombinace zatížení:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Součinitele zatížení použité v kombinacích:

Stálá zatížení		
----------------	--	--

Vlastní tíha	γ_{g0}	1,35
Ostatní stálé	γ_g	1,35

Proměnná zatížení		
-------------------	--	--

LM71	γ_{LM71}	1,45
Boční ráz	γ_{BR}	1,45
Zatížení větrem	γ_W	1,50
Zatížení teplotou	γ_T	1,50
Síly kombinované odezvy kolej - most	γ_{K-M}	1,45
Zvýšení zem. tlaku přitížením od LM71	$\gamma_{P,LM71}$	1,50

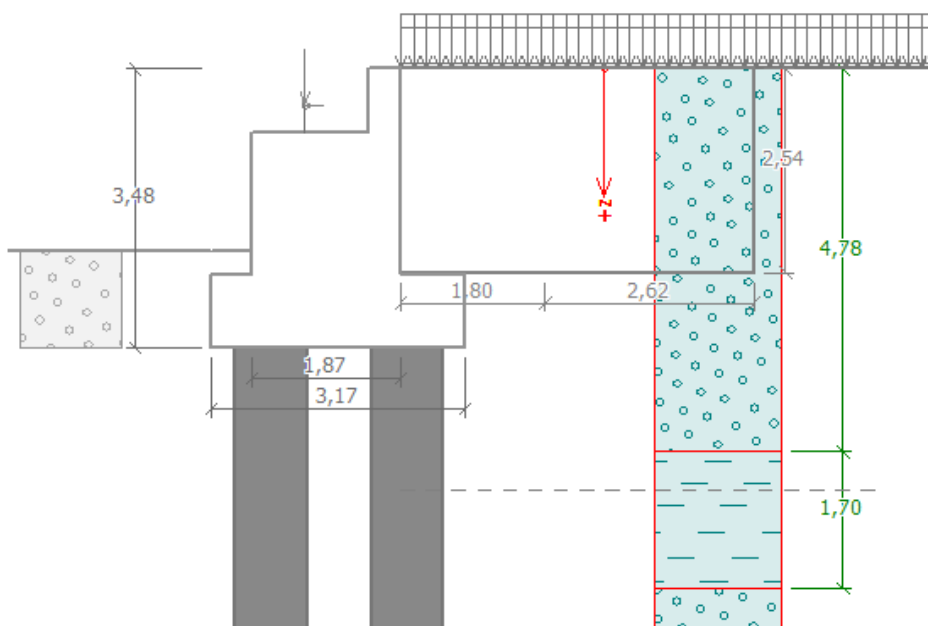
Součinitele ψ_0 použité v kombinacích:

LM71	0,80
Boční ráz	1,00
Zatížení větrem	0,75
Zatížení teplotou	0,60
Síly kombinované odezvy kolej - most	Dle jednotlivých složek zatížení

6. POSOUZENÍ SPODNÍ STAVBY

6.1 OPĚRA

Při posudcích jsou uvažována různá postavení vlaku na mostě / za opěrou. Zavěšená křídla byla zadána ekvivalentním obdélníkovým tvarem se stejnou tíhou a se stejným momentovým účinkem působícím na opěru. V GEO5 nelze zadat přesné parametry, křídla jsou zde limitována výškou závěrné zdi. Opěra nebyla posouzena na posunutí, pootočení ani na únosnost v základové spáře vzhledem k hlubinnému založení na vrtaných pilotách.



Vstupní data

Akce : Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov - Opava východ
Část : Posouzení spodní stavby
Popis : Opěra
Vypracoval : Ing. Denis Ujházy
Datum : 14.02.2018

Křídla opěry - zavěšená symetrická

Tloušťka křídla = 0,60 m
Délka křídla za závěr. zídou = 4,42 m
Výška křídla = 2,54 m

Materiál konstrukce

Objemová tíha $g = 25,00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90$ MPa

Ocel podélná : B500

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

Zatížení

Zatěžovací stav, zatížení od mostu

Název : LM 71.

Typ zatěžovacího stavu : provozní stav.

Síly od mostu




Svislá síla $F_S = 1950,00$ kN

Vodorovná síla $F_V = -714,00$ kN

Umístění $a_1 = 0,67$ m

Výška $v = 0,35$ m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,78	Třída G3, ulehlá	
2	1,70	Třída F6, konzistence tuhá	
3	-	Třída G3, ulehlá	

Založení

Typ založení : pilotový základ

Objemová tíha $g = 25,00$ kN/m³

Geometrie pilot

Délka $l = 10,00$ m

Odsazení $d = 0,90$ m

Průměr $x = 0,30$ m

Rozestup $b = 0,80$ m

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 5,26 m

Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Hloubka z [m]
	nové	změna			
1	ANO		stálé	18,80	na terénu
2	ANO		proměnné	13,80	na terénu
3	ANO		stálé	0,93	na terénu
4	ANO		proměnné	2,20	na terénu

Číslo	Název
1	lože za opěrou
2	LM71
3	Svršek
4	vítr

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: klidový

Zemina na líci konstrukce - Třída G3, ulehlá

Výška zeminy před zdí

$$h = 1,20 \text{ m}$$

Terén před konstrukcí je rovný.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Zed' se nemůže přemístit, je počítána na zatížení tlakem v klidu.

Spočítané 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	-0,99	89,81	1,00	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-0,25	-0,08	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	21,04	-0,85	0,00	1,87	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	0,00	-2,55	0,00	1,87	1,000	1,000	1,000
lože za opěrou	16,33	-1,27	0,00	1,87	1,350	1,000	1,350
LM71	11,99	-1,27	0,00	1,87	1,500	0,000	1,500
Svršek	0,81	-1,27	0,00	1,87	1,350	1,000	1,350
vítr	1,91	-1,27	0,00	1,87	1,500	0,000	1,500
Křídla opěry	0,00	-1,28	52,63	4,08	1,000	1,350	1,000
Reakce mostu	111,56	-2,10	304,69	0,67	-	-	-

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

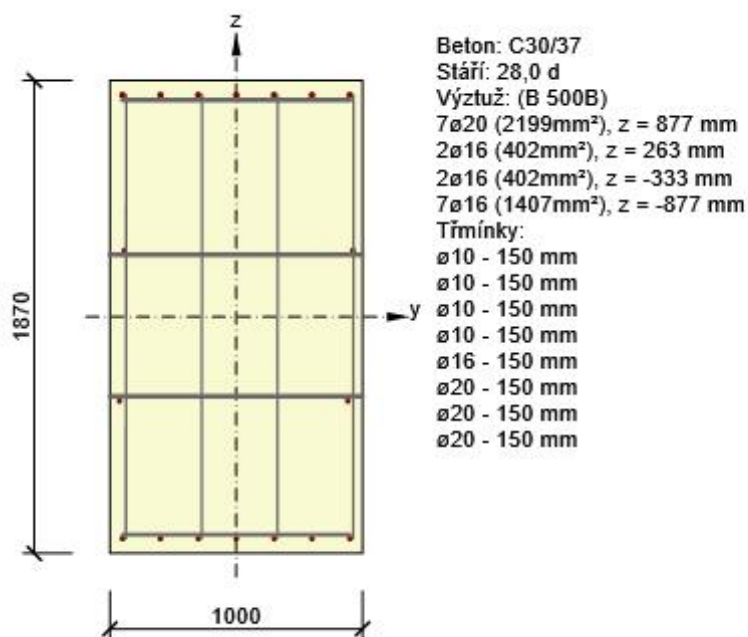
Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Reakce přech.desky	0,00	-2,55	0,00	1,87	-	-	-

Vnitřní síly : $M = 223,83$ kNm/m; $N = -447,12$ kN/m; $V = 183,71$ kN/m

6.1.1 Dimenzování výztuže dříku opěry

• Dřík

Dimenzována část dříku v pracovní spáře nad základem. Uvažován jako vetknutá stěna o délce 1 m.



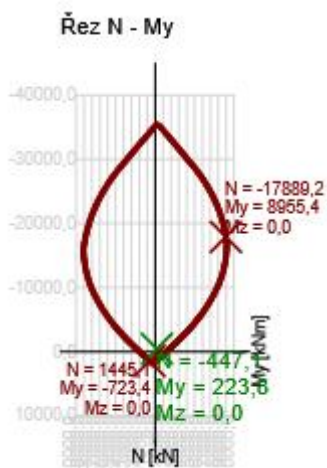
• Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-447,1	223,8	0,0	Nu-Mu-Mu	2,5	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-447,1	-17889,2	1445,1
M_y [kNm]	223,8	8955,4	-723,4
M_z [kNm]	0,0	0,0	0,0



• Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
183,7	-447,1	1145,4	bez redukce	6.2.3(3)	16,0	100,0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
183,7	599,1	7479,9	8610,6	1145,4	1145,4

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
4	2094	1407	1000	1812	1367	45,0	90,0	1,01
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	V_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0,12	1,33	0,15	0,00	0,2	64,2	0,3	0,53	0,60

Smyk je přenesen betonem

• Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota V+T [%]	Hodnota V+T+M [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-447,1	223,8	0,0	183,7	0,0	14,8	10,1	14,8	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
599,1	916,9	7479,9	3265,8	30,7	2,5	2,5	100,0	OK

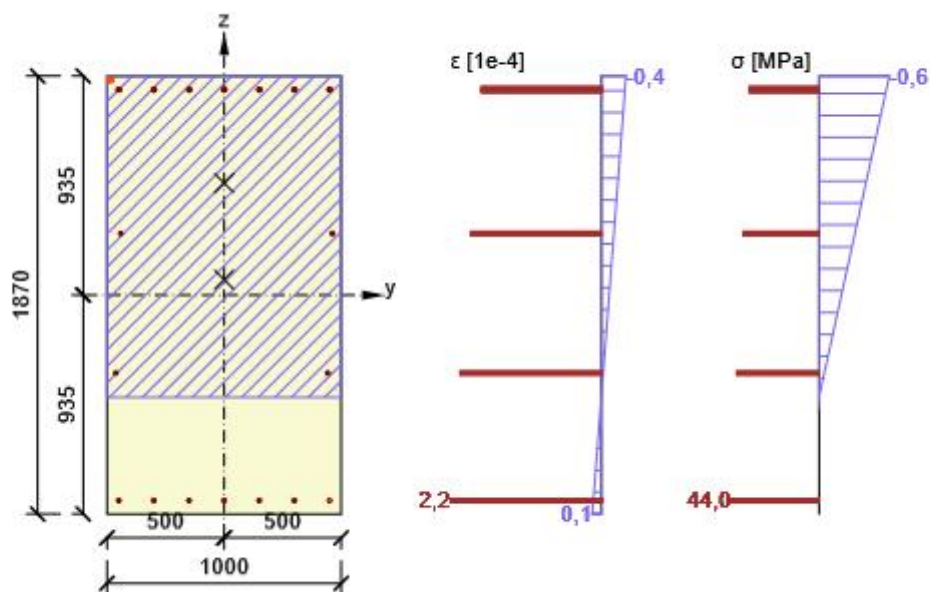
Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \varepsilon_t$ [1e-4]	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-13,6	183,7	0,0	2,1	0,0	21	10,1	100,0	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
21	450	-877	2,1	2,2	∞	41,7	44,0	434,8	10,1	OK

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



• Zatížitelnost

Zatížitelnost byla určena iterační metodou

$Z_{LM71} > 3,0$

Výztuž proti smršťování

Omezení trhlin nad pracovní spárou - opěra nad základem

Beton **C30/37 XD3, XF4**

$$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 38.00 \text{ MPa}$$

Výztuž **B500B**

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

Krytí

$$c = 65 \text{ mm}$$

$$h = 1145 \text{ mm} \quad \dots \text{ výška prvku}$$

$$b = 1870 \text{ mm} \quad \dots \text{ šířka prvku}$$

$$A_c = b \cdot h = 1870 \cdot 1145 = 2141150 \text{ mm}^2$$

Kontrola vyztužení

Nejmenší průřezová plocha svislé vyztuže

$$A_{svmin} = 0.002 \cdot h \cdot 1000 = 0.002 \cdot 1145 \cdot 1000 = 2290 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nejmenší průřezová plocha vodorovné vyztuže u každého povrchu

$$A_{shmin} = 0.001 \cdot A_c = 0.001 \cdot 2141150 = 2141 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = 0.25 \cdot A_{svmin} = 0.25 \cdot 2290 = 573 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = 2141 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 2141150 = 85646 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = A_{shmin} = 2141 = 2141 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Navržená vodorovná výztuž ve stěně u povrchů

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

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

$$A_{sh} = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot h / a = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 1145 / 150 = 1535 \text{ mm}^2$$

Navržená výztuž u dolního povrchu

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

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$A_{sh} = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot b / a = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 1870 / 100 = 3760 \text{ mm}^2$$

Přidání vodorovné vyztuže

$$D_1 = 16 \text{ mm}$$

$$a_1 = 100 \text{ mm}$$

$$D_2 = 0 \text{ mm}$$

$$a_2 = 100 \text{ mm}$$

$$A_{sh} = \pi \cdot D_1^2 / 4 \cdot b / a_1 + \pi \cdot D_2^2 / 4 \cdot b / a_2 = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 1870 / 100 + \pi \cdot 0^2 / 4 \cdot 1870 / 100 = 3760 \text{ mm}^2$$

Celková výztuž v dířku proti smršťování

A_{sh}	=	10590	mm^2
----------	---	-------	---------------

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

$$\begin{aligned} k_c &= 1.00 \quad \dots \text{pro prostý tah} \\ k &= (800-b)*0.35/500+0.65 = (800-1870)*0.35/500+0.65 = -0.10 \\ k &= 0.65 \\ k &= 1 \\ k &= 0.65 \end{aligned}$$

Pevnost v tahu v čase $t = 3$ dnů.

$$\begin{aligned} t &= 3 \text{ dny} \\ s &= 0.38 \quad \dots \text{pro cement CEM 32,5 N} \\ \alpha &= 1.000 \\ \beta_{cct} &= \exp(s*(1-(28/t)^{0.5})) = \exp(0.38*(1-(28/3)^{0.5})) = 0.458 \\ f_{ctm,t} &= \beta_{cct}^{\alpha} f_{ctm} = 0.458^1 * 2.9 = 1.328 \text{ MPa} \\ f_{cteff} &= f_{ctm,t} = 1.33 = 1.328 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Napětí ve výtuzi při vzniku trhliny

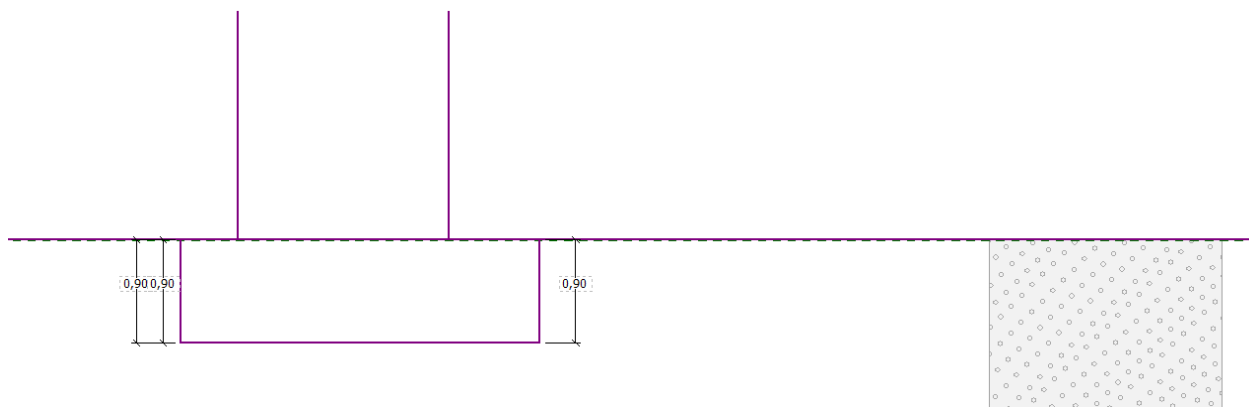
$$\begin{aligned} A_s &= 10590 \text{ mm}^2/\text{m} \\ A_{ct} &= A_c = 2141150 = 2141150 \text{ mm}^2 \\ \sigma_s &= k_c * k * f_{cteff} * A_{ct} / A_s = 1 * 0.65 * 1.328 * 2141150 / 10590 = 174.5 \text{ MPa} < 500 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Napětí od vynucených přetvoření je při $D = 16$ mm:

$$\begin{aligned} d &= 1027 \text{ mm} \\ h_{cr} &= h = 1145 = 1145 \text{ mm} \\ \Phi_{s-} &= D * 2.9 * 4 * (h-d) / (f_{cteff} * k * h_{cr}) = 16 * 2.9 * 4 * (1145-1027) / (1.328 * 0.65 * 1145) = 22.2 \text{ mm} \\ w_k &= 0.2 \text{ mm} \\ \sigma_s &= 177.5 \text{ MPa} \quad \dots \text{interpolací v tab. 7.2N} \\ A_{smin} &= k_c * k * f_{cteff} * A_c / \sigma_s = 1 * 0.65 * 1.328 * 2141150 / 177.5 = 10413 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

6.2 ZÁKLADY

Posouzení základů bylo provedeno v softwaru GEO5.



• Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997


Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

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

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$g_{RVS} =$	1,40	[-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$g_{Rhs} =$	1,10	[-]

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	j_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	g [kN/m ³]	g_u [kN/m ³]	d [°]
1	Třída G3, ulehlá		35,50	0,00	19,00	9,00	

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

Třída G3, ulehlá

Objemová tíha : $g = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $j_{ef} = 35,50^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Edometrický modul : $E_{oed} = 114,00 \text{ MPa}$

Obj.tíha sat.zeminy : $g_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: základový pas na pilotách

Hloubka od původního terénu $h_z = 0,90 \text{ m}$

Hloubka základové spáry $d = 0,90 \text{ m}$

Tloušťka základu $t = 0,90 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: základový pas

Celková délka pasu = 2,00 m

Šířka pasu (x) = 3,16 m

Šířka sloupu ve směru x = 1,86 m

Objem pasu = 2,84 m³/m

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm délky pasu.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $g = 25,00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00$ MPa


Ocel podélná : B500

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

Ocel příčná: B500

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	Třída G3, ulehlá	

Zatížení

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíšť ě z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíšť ě x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0	0.99	89.81	0.05	1	1.35	1
Odpor na líci	0.25	0.08	0	0	1	1	1
Tlak v klidu	21.04	0.85	0	1.87	1.35	1	1.35
Tlak vody	0	2.55	0	1.87	1	1	1
lože za opěrou	16.33	1.27	0	1.87	1.35	1	1.35
LM71	11.99	1.27	0	1.87	1.5	0	1.5
Svršek	0.81	1.27	0	1.87	1.35	1	1.35
vítr	1.91	1.27	0	1.87	1.5	0	1.5
Křídla opěry	0	1.28	52.63	3.14	1	1.35	1
Reakce mostu	111.56	2.1	304.69	0.27	-	-	-

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN/m]	M_y [kNm/m]	H_x [kN/m]
	nové	změna					
1	ANO		Zatížení č. 1	Návrhové	497,00	162,00	-180,00

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Posouzení svíslé únosnosti

Základový pás je založen na pilotách - nepočítáno

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,222 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,222 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 3,23 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 371,32 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 180,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

Profil vložky = 20,0 mm

Počet vložek = 6

Krytí výztuže = 65,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,90 m

Stupeň vyztužení $r = 0,23 \% > 0,15 \% = r_{\min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,05 \text{ m} < 0,51 \text{ m} = x_{\max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 659,33 \text{ kNm} > 44,17 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení patky na protlačení

Normálová síla v sloupu = 497,00 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

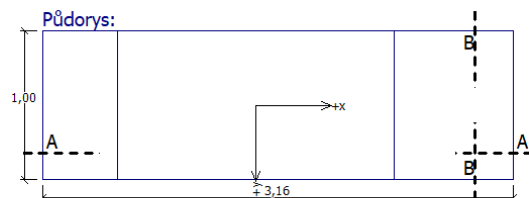
Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	292,54	kN
Síla přenášená smykovou pevností ŽB	=	204,46	kN
Uvažovaný obvod sloupu	u_0	=	2,00 m
Smykové napětí na obvodu sloupu	$V_{Ed,max}$	=	0,19 MPa
Únosnost na obvodu sloupu	$V_{Rd,max}$	=	4,22 MPa

Kritický průřez bez smykové výztuže

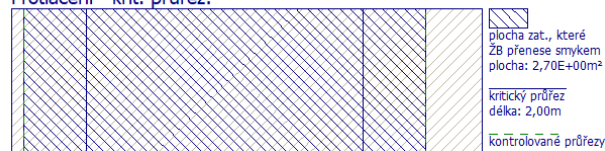
Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	424,42	kN
Síla přenášená smykovou pevností ŽB	=	72,58	kN
Vzdálenost průřezu od sloupu	=	0,42	m
Délka průřezu	u	=	2,00 m
Smykové napětí na průřezu	V_{Ed}	=	0,09 MPa
Únosnost nevýztuženého průřezu	$V_{Rd,c}$	=	1,39 MPa

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

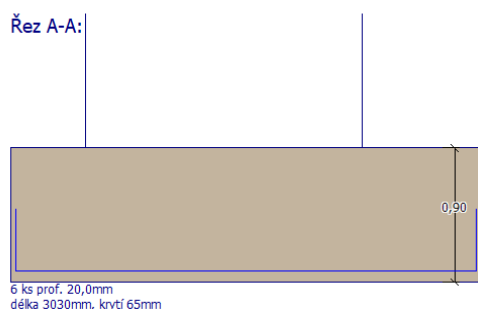
Patka na protlačení VYHOVUJE



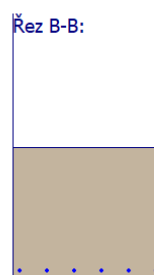
Protlačení - krit. průřez:



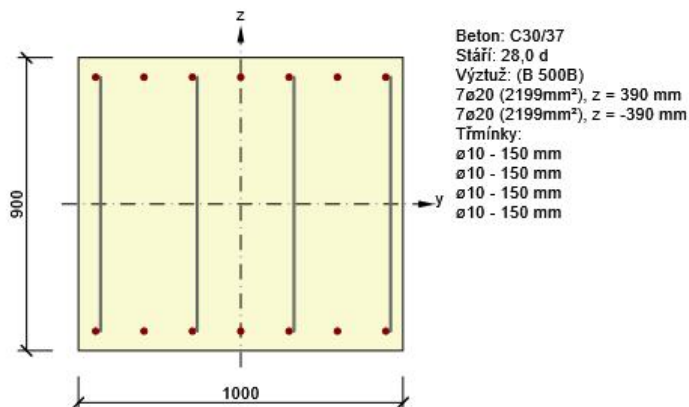
Řez A-A:



Řez B-B:



• Posouzení průřezu v IDEA Statica



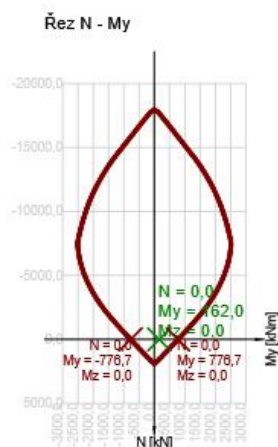
• Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	162,0	0,0	Nu-Mu-Mu	20,9	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	0,0	0,0	0,0
M _y [kNm]	162,0	776,7	-776,7
M _z [kNm]	0,0	0,0	0,0



• Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V _{Ed}	N _{Ed}	V _{Rd}	Posudek zóny	Článek	Hodnota	Mez	Posudek
-----------------	-----------------	-----------------	--------------	--------	---------	-----	---------

[kN]	[kN]	[kN]			[%]	[%]	
497,0	0,0	656,2	bez redukce	6.2.3(3)	75,7	100,0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed}	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,max}$	$V_{Rd,r}$	$V_{Rd,s}$	V_{Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
497,0	298,1	4229,6	3991,7	656,2	656,2

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw}	A_{sl}	b_w	d	z	θ	α	α_{cw}
	[mm ² /m]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[°]	[-]
4	2094	2199	1000	840	783	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$	k	k_1	ρ_l	σ_{cp}	σ_{wd}	V_{min}	v	v_1
[-]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
0,12	1,49	0,15	0,00	0,0	303,0	0,3	0,53	0,60

• Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Ed}	T_{Ed}	Hodnota V+T	Hodnota V+T+M	Hodnota	Mez	Posudek
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[%]	[%]	[%]	[%]	
0,0	162,0	0,0	497,0	0,0	69,7	47,6	69,7	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$	$T_{Rd,c}$	$V_{Rd,max}$	$T_{Rd,max}$	rce. 6.31	rce. 6.29	Hodnota	Mez	Posudek
[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[%]	[%]	[%]	[%]	
298,1	324,0	4229,6	1139,2	166,7	11,8	11,8	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

A_{sl}	F_{sl}	$F_{sl,lim}$	Hodnota	Mez	Posudek
[mm ²]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	
4398	497,0	1912,3	26,0	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

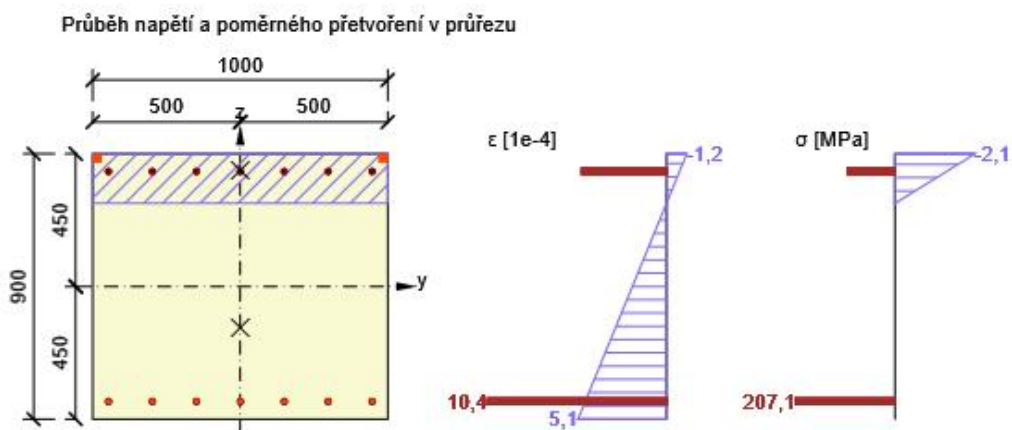
a_{sw}	F_{sw}	$F_{sw,lim}$	Hodnota	Mez	Posudek
[mm ² /m]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	
524	158,6	227,7	69,7	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b	$\Delta F_{td,s}$	$\Delta F_{td,t}$	$\Delta \epsilon_s$	$\Delta \epsilon_t$	Extrém ve vložce	Hodnota	Mez	Posudek
[kN]	[kN]	[kN]	[1e-4]	[1e-4]		[%]	[%]	
173,5	497,0	0,0	5,7	0,0	1	47,6	100,0	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i	z_i	$\Delta \epsilon_{st}$	ϵ	ϵ_{lim}	$\Delta \sigma_{st}$	σ	σ_{lim}	Hodnota	Posudek
	[mm]	[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[1e-4]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[%]	
1	-447	-390	5,7	10,4	∞	113,0	207,1	434,8	47,6	OK



• Souhrn

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	0,0			497,0	0,0	75,7	OK
Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	162,0	0,0			20,9	OK
Smyk	0,0			497,0	0,0	75,7	OK
Kroucení					0,0	0,0	OK
Interakce	0,0	162,0	0,0	497,0	0,0	69,7	OK

• Zatížitelnost

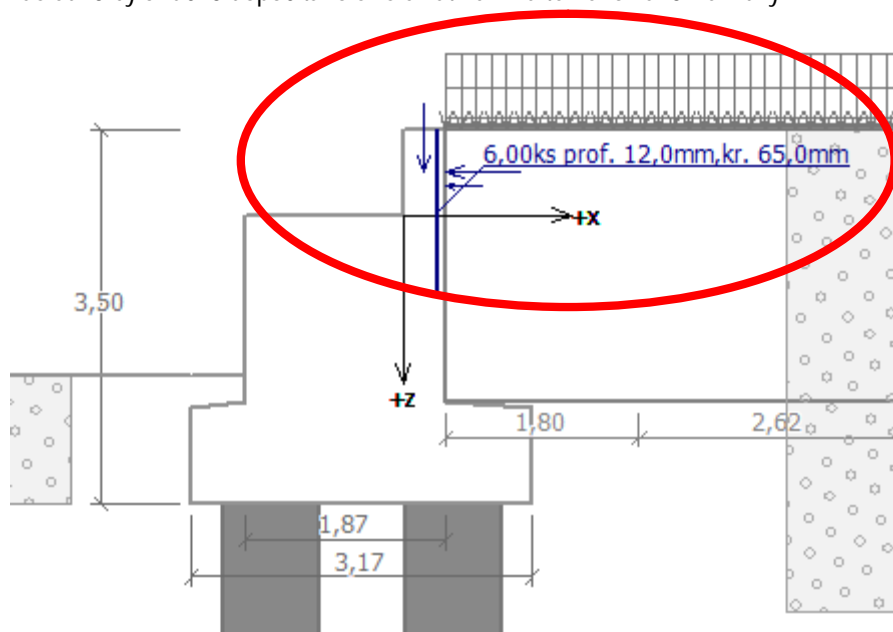
Zatížitelnost byla určena iterační metodou

$$Z_{LM71} = 2,35$$

6.3 ZÁVĚRNÁ ZEĎ

Pomocí výpočtového softwaru GEO5 byly získány výslednice zemních tlaků a přitížení od stálých i proměnných účinků za rubem zídky. Byl použit stejný model jako pro výpočet opěry, ale poloha dimenzované části je uvažována v místě vetknutí závěrné zídky do dřívku opěry.

Následně bylo ručně dopočítáno svislé zatížení na temeno závěrné zídky.



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.- zeď	0,00	-0,40	8,00	0,20	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	2,07	-0,27	0,00	0,40	1,350	1,000	1,350
lože za opěrou	5,12	-0,40	0,00	0,40	1,350	1,000	1,350
LM71	9,02	-0,40	0,00	0,40	1,500	0,000	1,500
Svršek	0,33	-0,40	0,00	0,40	1,350	1,000	1,350
vitr na vlak	0,74	-0,40	0,00	0,40	1,500	0,000	1,500
BR	1,34	-0,40	0,00	0,40	1,500	0,000	1,500

Dimenzace závěrné zídky - vstupní data:

Spára je navržena ze železobetonu; výpočtová šířka 1m.

Profil vložky = 12,0 mm

Počet vložek = 6

Krytí výztuže = 65,0 mm

Síly vyvolané zatížením za rubem závěrné zídky:

Vnitřní síly MSÚ dle rovnice 6.10b: $M = 11,13$ kNm/m; $N = -9,2$ kN/m; $V = 28,76$ kN/m

Vnitřní síly MSP charakteristická kombinace: $M = 7,37$ kNm/m; $N = -8,00$ kN/m; $V = 19,11$ kN/m

Vnitřní síly kvazistálá kombinace: $M = 2,74 \text{ kNm/m}$; $N = -8,00 \text{ kN/m}$; $V = 7,53 \text{ kN/m}$

Zatížení působící na temeno závěrné zídky:

ZATÍŽENÍ NA ZÁVĚRNOU ZÍDKU

• LM71
 $Q_{LM71} = 250 \text{ kN}$; $b_v = 5,2 \text{ m}$
 $\frac{250}{5,2} = 48,1 \text{ kN/m}$

• vítr na projíždějící vlak
 $f_w = 5,3 \text{ kN/m}$; $r = 2 \text{ m}$; $b_v = 5,2 \text{ m}$
 $\frac{5,3 \times 2}{1,5} = 7,1 \text{ kN/m}$; $\frac{7,1}{b_v/2} = 2,73 \text{ kN/m}$

• Boční váz
 $Q = 100 \text{ kN}$; $r = 0,38 \text{ m}$; $b_v = 5,2 \text{ m}$
 $\frac{100 \times 0,38}{1,5} = 25,3 \text{ kN} \Rightarrow \frac{25,3}{b_v} = 4,9 \text{ kN/m}$

• kolejové lože
 $h_l = 0,94 \text{ m}$; 20 kN/m^3
 $0,94 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3 = 18,8 \text{ kN/m}^2$

• svršek
 $\frac{6 \text{ kN/m}}{b_v = 5,2 \text{ m}} = 1,2 \text{ kN/m}^2$

• kombinace (G. 10 b)
 $1,15 \times (18,8 + 1,2) + 1,45 \times 1,1 \times 48,1 + 1,0 \times 1,45 \times 1,1 \times 4,9$
 $+ 1,5 \times 0,75 \times 2,73 = \underline{114,7 \text{ kN/m}}$

• charakteristická
 $(18,8 + 1,2) + 48,1 + 4,9 + 0,75 \cdot 2,73$
 $= \underline{75,1 \text{ kN/m}}$

• kvazistálá
 $18,8 + 1,2 = \underline{20 \text{ kN/m}}$

• Posouzení vetknutí do úložných prahů

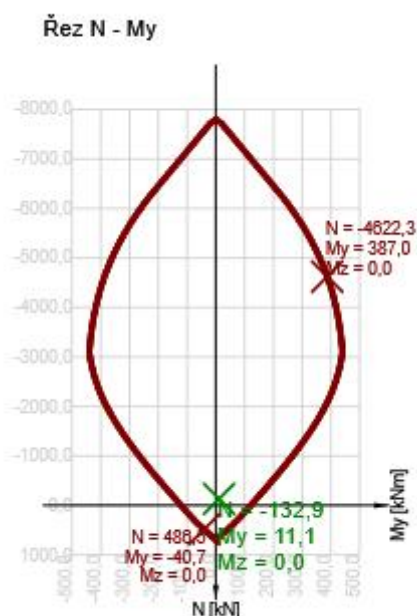
Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-123,9	11,1	0,0	Nu-Mu-Mu	2,9	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-123,9	-4622,3	486,5
M_y [kNm]	11,1	387,0	-40,7
M_z [kNm]	0,0	0,0	0,0



Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
28,8	-123,9	177,1	bez redukce	6.2.2(1)	16,3	100,0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
28,8	177,1	1781,2	1710,7	65,1	177,1

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
-------	----------------------------------	--------------------------------	---------------	-------------	-------------	-----------------	-----------------	----------------------

3	503	0	1000	360	324	45,0	90,0	1,02
$C_{Rd,c}$	k	k_1	ρ_l	σ_{cp}	σ_{wd}	V_{min}	V	V_1
[-]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
0,12	1,75	0,15	0,00	0,3	176,8	0,4	0,53	0,60

Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláknobetonu	3	-0,5	-18,0	2,7	100,0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláknobetonu	3	-0,5	-18,0	2,6	100,0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vláknobetonu	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	3	500	200	-91,3	7,4	0,0	-0,5	-18,0	2,7	OK
7.2(3)-Quasi	3	500	200	-28,0	2,7	0,0	-0,2	-13,5	1,2	OK

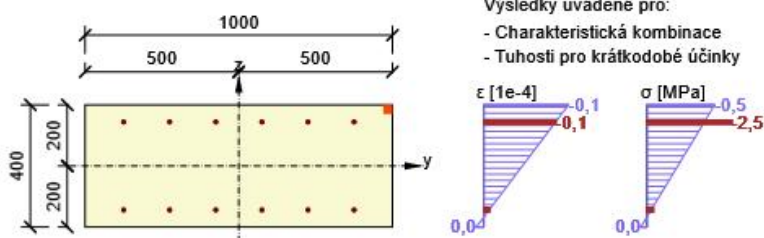
Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vláknobetonu	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	3	500	200	-91,3	7,4	0,0	-0,5	-18,0	2,6	OK
7.2(3)-Quasi	3	500	200	-28,0	2,7	0,0	-0,2	-13,5	1,2	OK

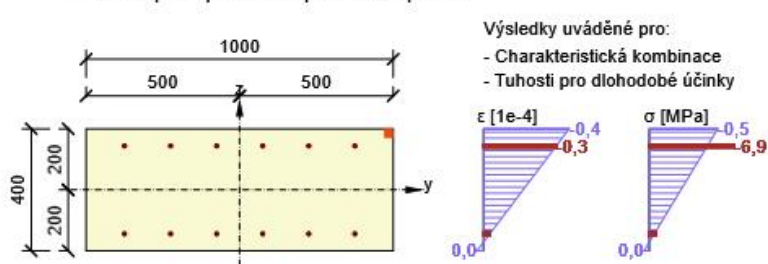
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Použití γ_{lt}	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatické	286	400000	2800	18250,0	28,0	7,0	65	Ne	1,89

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	W _k [mm]	W _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-28,0	2,7	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK

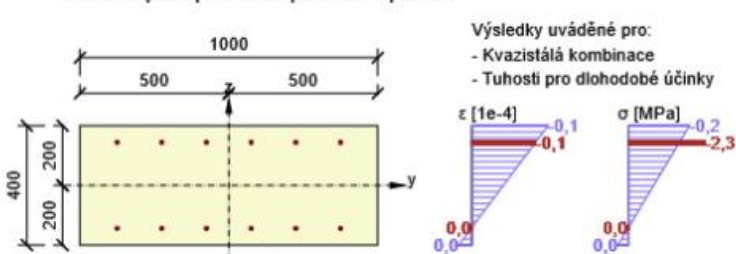
Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	W _k [mm]	W _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-28,0	2,7	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK

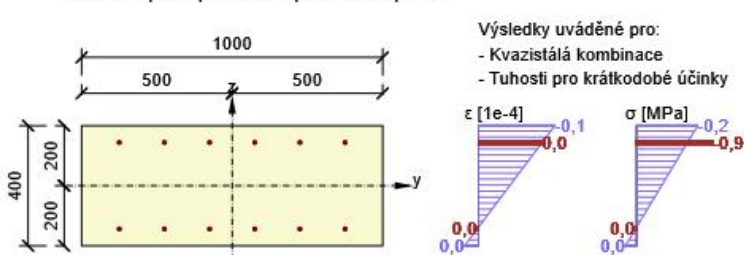
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Použit γ _{lt}	φ(t,t ₀) [-]
Automatické	286	400000	2800	18250,0	28,0	7,0	65	Ne	1,89

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Odezva N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N _{Ed,tot} [kN]	M _{Ed,y,tot} [kNm]	M _{Ed,z,tot} [kNm]	Vláknů betonu	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-123,9	11,1	0,0	3	7	4,0	100,0	OK

Rovina přetvoření

x	d	z	ε_x	φ_z	φ_y
[mm]	[mm]	[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[1e-4]
355	360	324	-0,2	0,0	-1,2

Síly v jednotlivých částech průřezu

Část průřezu	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	A [mm ²]	y_i [mm]	z_i [mm]
Beton	-127,6	10,4	0,0	355422	0	82
Tlačená výztuž	-5,4	0,7	0,0	1508	0	133
Celkové	-133,0	11,1	0,0			

Podrobné posouzení betonu

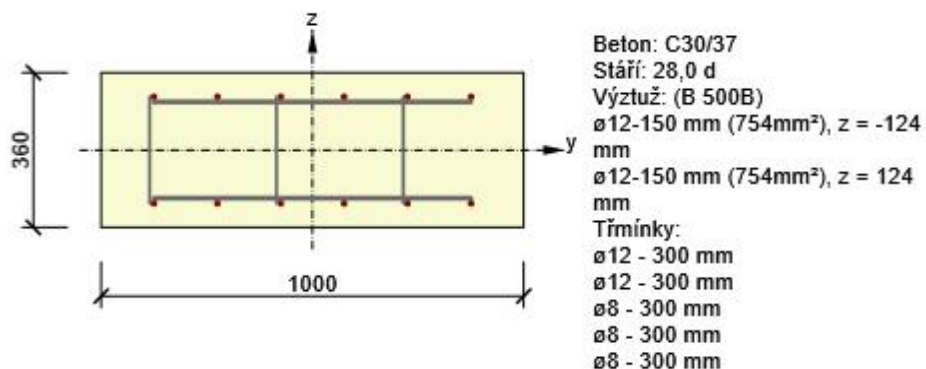
Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
3	500	200	-0,4	-35,0	-0,7	-18,0	4,0	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7	-375	144	-0,3	-450,0	-6,9	-465,9	1,5	OK

• Schéma vyztužení

Vyztužený průřez



Materiál

Beton: C30/37

Ocel: B500B

Podélná výztuž

ø12/150

Rozdělovací výztuž

ø12/150

Spony

ø8 v rastru 300x300 - vystřídane

• Zatížitelnost

Zatížitelnost byla určena iterační metodou

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

$Z_{LM71} > 3,0$

6.4 ZAVĚŠENÁ KŘÍDLA

6.4.1 Zatížení působící na křídla

Vlastní tíha

Kolejový svršek

Zemní tlaky

Přítížení od kolejového lože

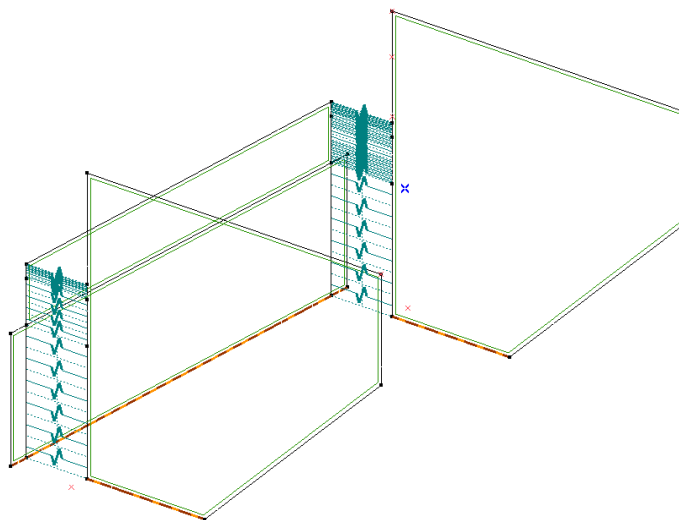
Přítížení od svislých účinků zatížení LM71

Boční rázy

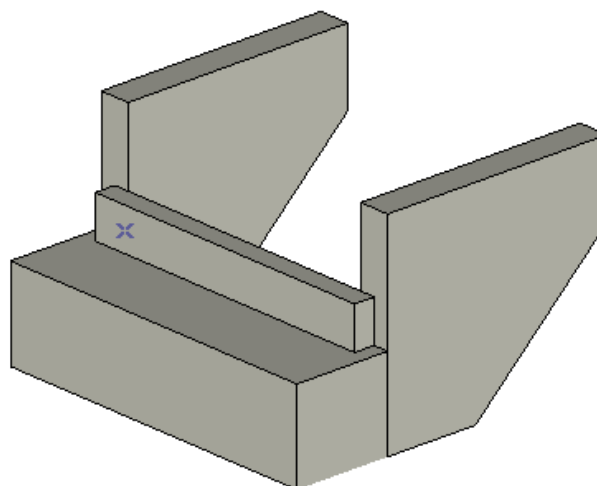
Vítr působící na vlak

6.4.2 Model zatížení a vnitřní síly

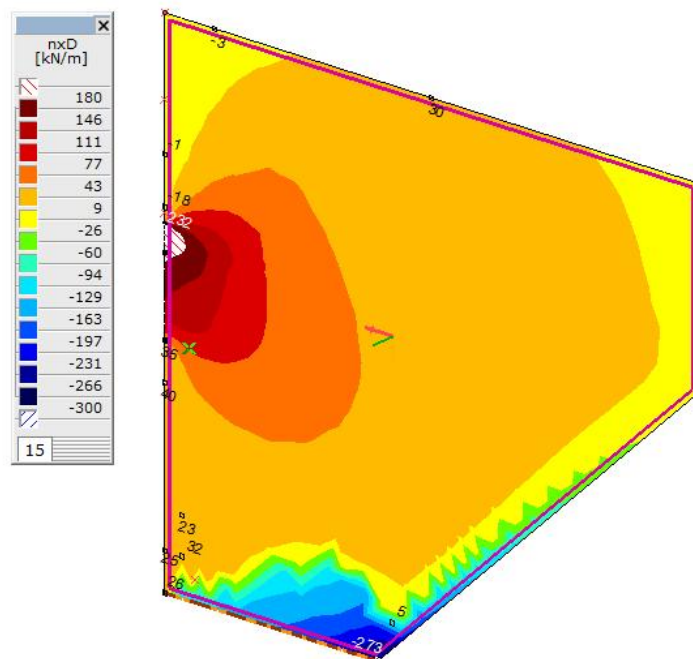
Zavěšené křídlo bylo modelováno jako deskostěna ve výpočtovém softwaru AxisVM X4.



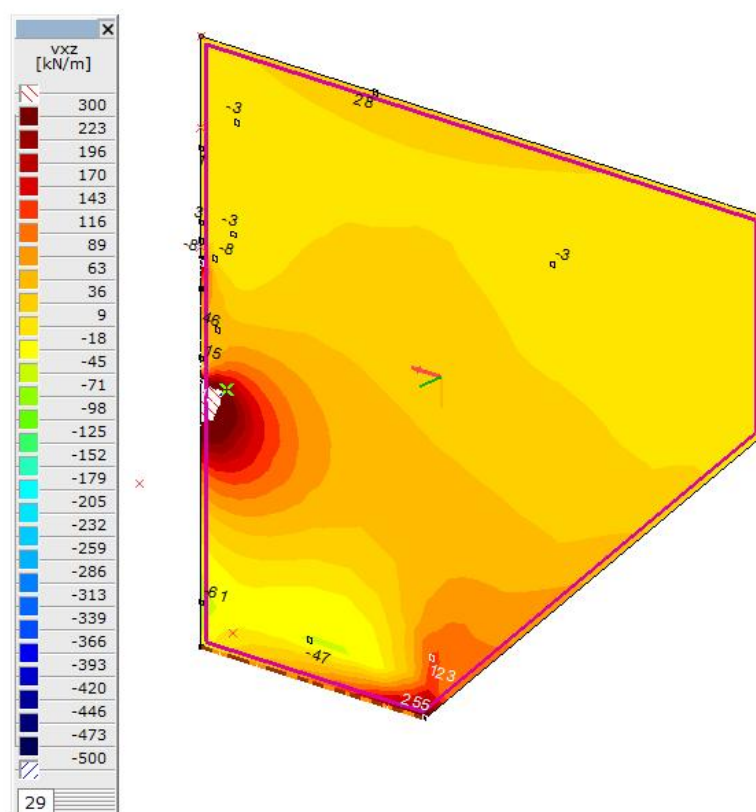
Model křídla ve výpočtovém softwaru AxisVM X4



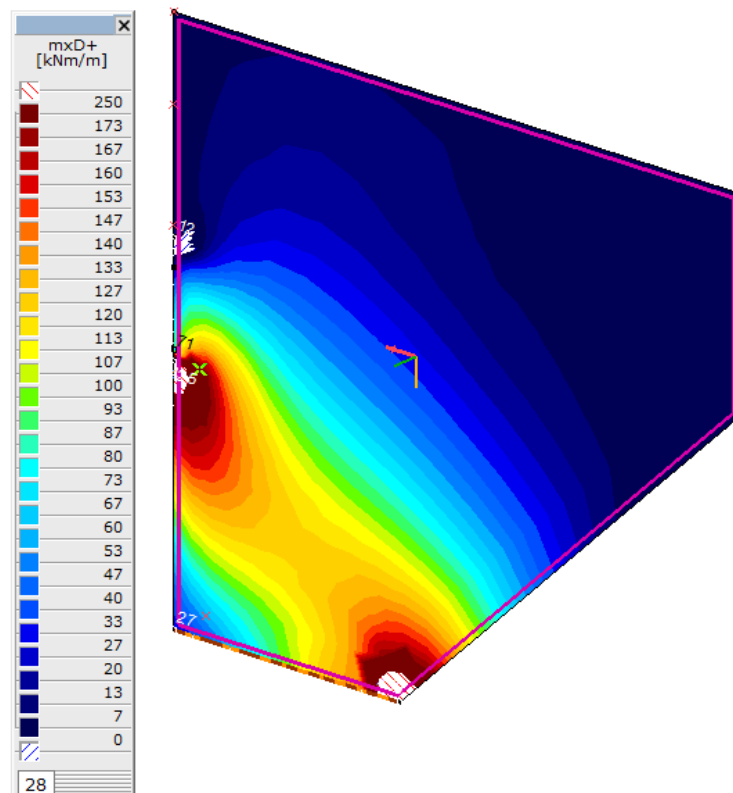
Rendrovaný model



Maximální hodnota normálové síly v deskostěně $nxD+$ (lokální extrém byl redukován)

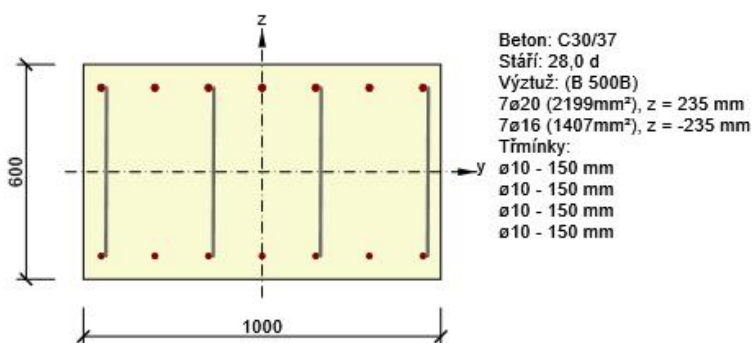


Maximální hodnota posouvající síly v deskostěně Vxz (lokální extrém byl redukován)



Maximální hodnota ohybového momentu v deskostěně mxD+ (lokální extrémy byly redukovány)

6.4.3 Posouzení průřezu



· Únosnost N-M-M

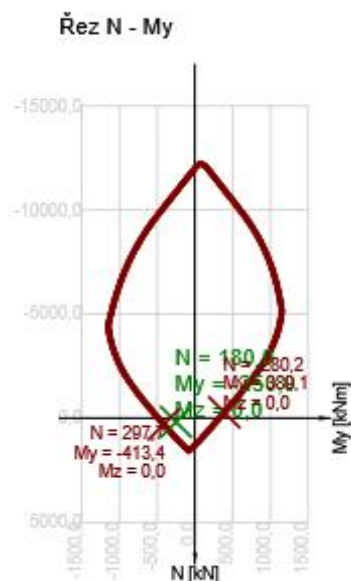
Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
180,0	-250,0	0,0	Nu-Mu-Mu	60,5	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	180,0	297,7	-280,2
M _y [kNm]	-250,0	-413,4	389,1

M_z [kNm]	0,0	0,0	0,0
-------------	-----	-----	-----



• Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
300,0	180,0	412,7	bez redukce	6.2.3(3)	72,7	100,0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
300,0	214,9	2660,1	2542,3	412,7	412,7

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
4	2094	2199	1000	535	493	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	V_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0,12	1,61	0,15	0,00	-0,3	290,8	0,4	0,53	0,60

• Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota V+T [%]	Hodnota V+T+M [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
------------------	--------------------	--------------------	------------------	-------------------	--------------------	----------------------	----------------	------------	---------

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

180,0	-250,0	0,0	300,0	0,0	66,9	82,0	82,0	100,0	OK
-------	--------	-----	-------	-----	------	------	------	-------	----

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
214,9	169,9	2660,1	597,2	139,6	11,3	11,3	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

A_{sl} [mm ²]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
3607	300,0	1568,1	19,1	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

a_{sw} [mm ² /m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
524	152,3	227,7	66,9	100,0	OK

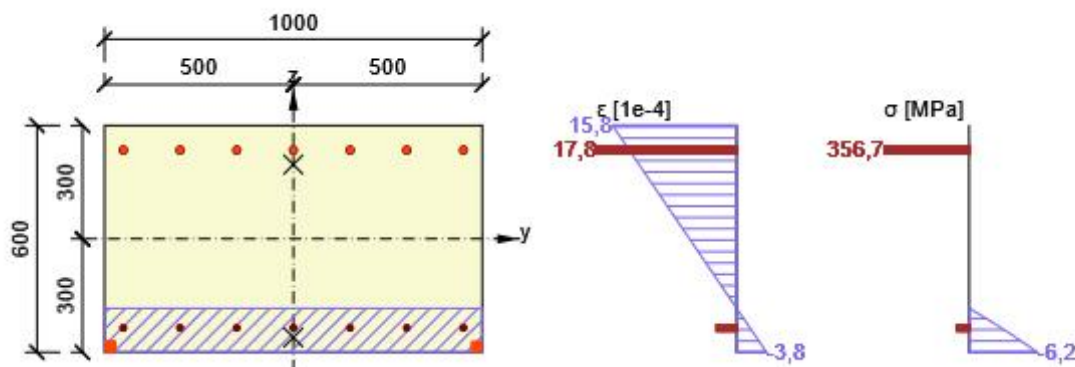
Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
554,0	300,0	0,0	4,2	0,0	8	82,0	100,0	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
8	-450	235	4,2	17,8	∞	83,2	356,7	434,8	82,0	OK

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



• Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	8	203,2	400,0	50,8	100,0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ	σ_{lim}	Hodnota	Mez	Posudek
-------------	--------------	-------	----------	----------------	---------	-----	---------

			[MPa]	[MPa]	[%]	[%]	
7.2(2)-Char	Vláknó betonu	1	-2,5	-18,0	13,9	100,0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vláknó	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	2	500	-300	130,0	-190,0	0,0	-6,7	-18,0	37,3	OK

Podrobné posouzení výztuže - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	8	-450	235	130,0	-190,0	0,0	203,2	400,0	50,8	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vláknó	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-500	-300	130,0	-190,0	0,0	-2,5	-18,0	13,9	OK
7.2(3)-Quasi	1	-500	-300	80,0	-15,0	0,0	-0,1	-13,5	0,6	OK

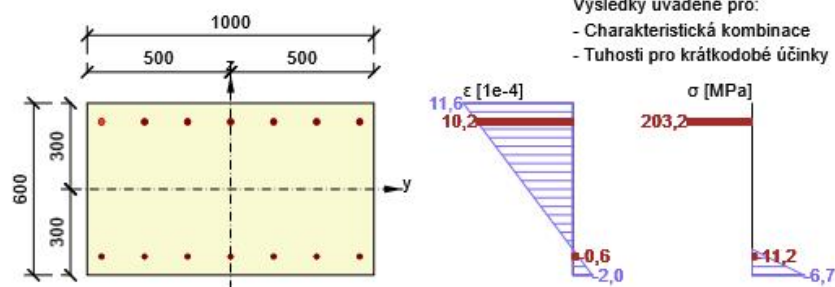
Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	8	-450	235	130,0	-190,0	0,0	38,5	400,0	9,6	OK

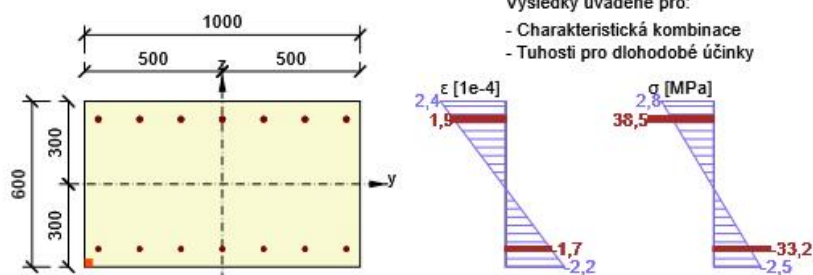
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Použití γ_t	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatické	375	600000	3200	18250,0	28,0	7,0	65	Ne	1,83

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	W _k [mm]	W _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	80,0	-15,0	0,0	0,037	0,200	18,4	100,0	OK

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	W _k [mm]	W _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	80,0	-15,0	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK

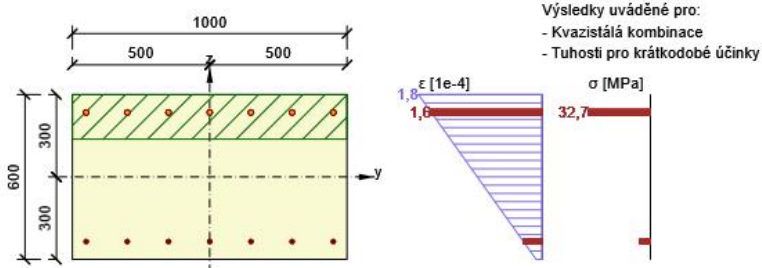
Mezivýsledky a součinitele pro výpočet šířky trhlin - krátkodobé účinky

x [mm]	h _{c,eff} [mm]	d [mm]	A _{c,eff} [mm ²]	A _{s,eff} [mm ²]	ρ _{p,eff} [-]
0	163	535	162500	2199	0,01
k ₁ [-]	ε _{sm} -ε _{cm} [1e-4]	k ₁ [-]	k ₂ [-]	k ₃ [-]	k ₄ [-]
0,40	1,0	0,80	0,52	2,01	0,43
C [mm]	ε ₁ [1e-4]	ε ₂ [1e-4]	S _{r,max} [mm]	Φ [mm]	σ _s [MPa]
55	1,8	0,1	374	20	32,7

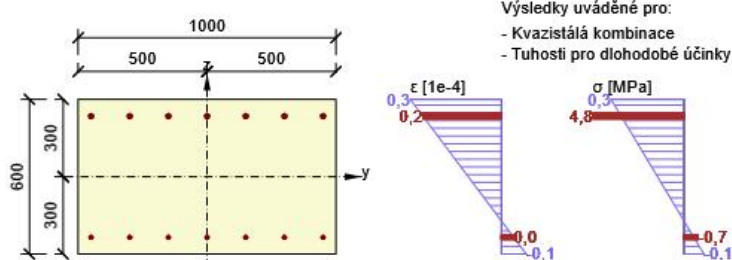
Součinitel dotvarování

Způsob určení	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Použít γ _{lt}	φ(t,t ₀) [-]
Automatické	375	600000	3200	18250,0	28,0	7,0	65	Ne	1,83

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Odezva N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$N_{Ed,tot}$ [kN]	$M_{Ed,y,tot}$ [kNm]	$M_{Ed,z,tot}$ [kNm]	Vlákno betonu	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
180,0	-250,0	0,0	1	8	62,9	100,0	OK

Rovina přetvoření

x [mm]	d [mm]	z [mm]	ϵ_x [1e-4]	ϕ_z [1e-4]	ϕ_y [1e-4]
117	535	493	6,0	0,0	32,7

Síly v jednotlivých částech průřezu

Část průřezu	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	A [mm ²]	y_i [mm]	z_i [mm]
Beton	-374,3	-97,5	0,0	116691	0	-260
Tažená výztuž	601,6	-141,4	0,0	2199	0	235
Tlačená výztuž	-47,6	-11,2	0,0	1407	0	-235
Celkové	179,7	-250,1	0,0			

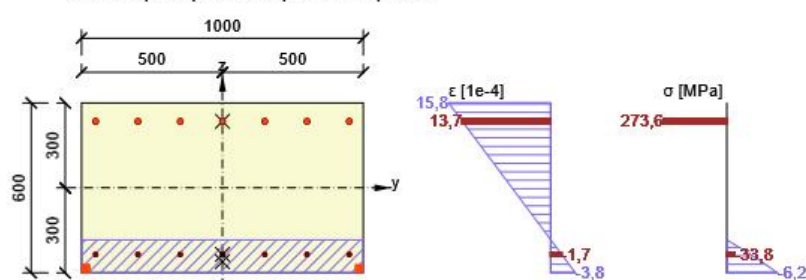
Podrobné posouzení betonu

Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-500	-300	-3,8	-35,0	-6,2	-18,0	34,5	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
8	-450	235	13,7	∞	273,6	434,8	62,9	OK

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Návrh výztužení

Materiál

Beton: C30/37

Ocel: B500B

Podélná a rozdělovací výztuž v místě vetknutí do opěry

Rub $\Phi 20/150$

Líc $\Phi 16/150$

Rozdělovací výztuž mimo vetknutí a místa s vyšším namáháním

Ø12/150

Spony

Ø10 v rastru 300x300 vystřídane

• Zatížitelnost

Zatížitelnost byla určena vzorcem, kde je počítáno s limitním napětí ve výztuži s napětím návrhovým.

$$Z_{LM71} = (\sigma_{lim} - \sigma_{rs}) / \sigma_{LM71} = (434,8 \text{ MPa} - 247,1 \text{ MPa}) / 99,6 \text{ MPa} = 1,89$$

• Výztuž proti smršťování

Omezení trhlin nad pracovní spárou - křídla

Beton **C30/37 XD3, XF4**

$$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 38.00 \text{ MPa}$$

Výztuž **B500B**

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

Krytí

$$c = 65 \text{ mm}$$

$$h = 1145 \text{ mm} \quad \dots \text{ výška prvku}$$

$$b = 600 \text{ mm} \quad \dots \text{ šířka prvku}$$

$$A_c = b \cdot h = 600 \cdot 1145 = 687000 \text{ mm}^2$$

Kontrola vyztužení

Nejmenší průřezová plocha svislé výztuže

$$A_{svmin} = 0.002 \cdot h \cdot 1000 = 0.002 \cdot 1145 \cdot 1000 = 2290 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nejmenší průřezová plocha vodorovné výztuže u každého povrchu

$$A_{shmin} = 0.001 \cdot A_c = 0.001 \cdot 687000 = 687 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = 0.25 \cdot A_{svmin} = 0.25 \cdot 2290 = 573 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = 687 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 687000 = 27480 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = A_{shmin} = 687 = 687 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Navržená vodorovná výztuž ve stěně u povrchů

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

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

$$A_{sh} = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot h / a = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 1145 / 150 = 1535 \text{ mm}^2$$

Navržená výztuž u dolního povrchu

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

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$A_{sh} = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot b / a = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 600 / 100 = 1206 \text{ mm}^2$$

Celková výztuž v dířku proti smršťování

A_{sh}	=	4276	mm ²
----------	---	------	-----------------

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

$$\begin{aligned} k_c &= 1.00 \quad \dots \text{pro prostý tah} \\ k &= (800-b)*0.35/500+0.65 = (800-600)*0.35/500+0.65 = 0.79 \\ k &= 0.65 \\ k &= 1 \\ k &= 0.79 \end{aligned}$$

Pevnost v tahu v čase $t = 3$ dnů.

$$\begin{aligned} t &= 3 \text{ dny} \\ s &= 0.38 \quad \dots \text{pro cement CEM 32,5 N} \\ \alpha &= 1.000 \\ \beta_{cct} &= \exp(s*(1-(28/t)^{0.5})) = \exp(0.38*(1-(28/3)^{0.5})) = 0.458 \\ f_{ctm,t} &= \beta_{cct}^{\alpha} f_{ctm} = 0.458^1 * 2.9 = 1.328 \text{ MPa} \\ f_{cteff} &= f_{ctm,t} = 1.33 = 1.328 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Napětí ve výztuži při vzniku trhliny

$$\begin{aligned} A_s &= 4276 \text{ mm}^2/\text{m} \\ A_{ct} &= A_c = 687000 = 687000 \text{ mm}^2 \\ \sigma_s &= k_c * k * f_{cteff} * A_{ct} / A_s = 1 * 0.79 * 1.328 * 687000 / 4276 = 168.6 \text{ MPa} < 500 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Napětí od vynucených přetvoření je při $D = 16$ mm:

$$\begin{aligned} d &= 1072 \text{ mm} \\ h_{cr} &= h = 1145 = 1145 \text{ mm} \\ \phi_{s-} &= D * 2.9 * 4 * (h-d) / (f_{cteff} * k * h_{cr}) = 16 * 2.9 * 4 * (1145-1072) / (1.328 * 0.65 * 1145) = 13.7 \text{ mm} \\ w_k &= 0.2 \text{ mm} \\ \sigma_s &= 215.3 \text{ MPa} \quad \dots \text{interpolací v tab. 7.2N} \\ A_{smin} &= k_c * k * f_{cteff} * A_c / \sigma_s = 1 * 0.79 * 1.328 * 687000 / 215.3 = 3348 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

6.5 ÚLOŽNÉ BLOKY

6.5.1 Posouzení úložného bloku pod podélně pevným ložiskem L1L

Vnitřní síly v náhradní příhradovině vypočteme pro svislé zatížení. Vodorovný účinek bude přičten k vypočtené síle a na jejich součet navržena výztuž.

Zatížení pro podélně pevné ložisko. Hodnoty převzaty ze statického výpočtu nosné konstrukce.

					R_{zEd}	R_{yEd}	R_{xEEd}
R_x	=	714 kN	... vč. síly od tření v ložiscích	kombinace pro max. R_z	1950	0	714
R_y	=	0 kN	... vč. síly od tření v ložiscích	kombinace pro max. R_x	1711	0	743
R_z	=	1950 kN	kombinace pro max. R_z ... uvedena je ta kombinace, která způsobuje v kterémkoli posouzení max. využití				

Svislé zatížení rozpočítáme do dvou uzlů náhradní příhradoviny.

$$R_z = R_z/2 = 1950/2 = 975.0 \text{ kN}$$

Podélný i příčný směr

Rozměry náhradní příhradoviny

b_{loz}	=	440 mm	... šířka ložiskové desky
b_{roz}	=	590 mm	... šířka roznosu pod ložiskem
$h_{přih}$	=	186 mm	... výška náhradní příhradoviny
$b_{přih}$	=	370 mm	... šířka náhradní příhradoviny

Maximální síla v táhlech

F_{x1}	=	393.1 kN		
F_x	=	$F_{x1} + R_x$	=	393.1 + 714 = 1107.1 kN
F_{y1}	=	393.1 kN		
F_y	=	$F_{y1} + R_y$	=	393.1 + 0 = 393.1 kN

Beton hrobečku **C30/37**

f_{ck}	=	30.0 MPa		
α_{cc}	=	0.90		
γ_c	=	1.50		
f_{cd}	=	$f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c$	=	$30 \cdot 0.9 / 1.5 = 18.0 \text{ MPa}$

Použitá betonářská výztuž **B500B**

f_{yk}	=	500 MPa		
γ_s	=	1.15		
f_{yd}	=	f_{yk} / γ_s	=	$500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$

Nutná plocha výztuže pro zachycení příčných tahů

SMĚR X

A_{smin}	=	$F_x \cdot 10^3 / f_{yd}$	=	$1107.1 \cdot 10^3 / 435$	=	2545 mm ²
D	=	16 mm	... průměr výztuže			
n	=	15 ks				
A_{sx}	=	$\pi D^2 n / 4$	=	$\pi 16^2 / 4 \cdot 15$	=	3016 mm ² > A_{smin}

Výztuž umístíme do 3 řad po 5 kusech.

SMĚR Y

A_{smin}	=	$F_y \cdot 10^3 / f_{yd}$	=	$393.1 \cdot 10^3 / 435$	=	904 mm ²
D	=	16 mm	... průměr výztuže			
n	=	12 ks				
A_{sy}	=	$\pi D^2 n / 4$	=	$\pi 16^2 / 4 \cdot 12$	=	2413 mm ² > A_{smin}

Výztuž umístíme do 2 řad po 6 kusech.

■ Posouzení kotvení hrobečku do úložného prahu

Smykovou sílu v napojení hrobečku na úložný práh zachytíme svislou výztuží.

SMĚR X

$$\begin{aligned}
 R_x &= 714,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 9 \text{ ks} \\
 A_{sx} &= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot n = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 9 = 1810 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= \frac{R_x}{f_{yd}} \cdot 10^{-3} = \frac{714}{435} \cdot 10^3 = 1641 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

SMĚR Y

$$\begin{aligned}
 R_y &= 0,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 6 \text{ ks} \\
 A_{sy} &= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot n = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 6 = 1206 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= \frac{R_y}{f_{yd}} \cdot 10^{-3} = \frac{0}{435} \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

■ Posouzení napětí pod úložnou deskou pro trojosou napjatost

Rozměry úložné desky ložiska

$$\begin{aligned}
 a_- &= 308 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% délky úložné desky} \\
 b_- &= 343 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% šířky úložné desky}
 \end{aligned}$$

Rozměry náhradní příhradoviny v úrovni táhla

$$\begin{aligned}
 a &= 472 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \\
 b &= 512 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{c0} &= a_- \cdot b_- = 308 \cdot 343 = 105644 \text{ mm}^2 \\
 A_{c1} &= a \cdot b = 472 \cdot 512 = 241664 \text{ mm}^2 \\
 F_{Rdu} &= \frac{A_{c0}}{10^3} \cdot f_{cd} \cdot (A_{c1}/A_{c0})^{0.5} = \frac{105644}{10^3} \cdot 18 \cdot (241664/105644)^{0.5} = 2876 \text{ kN} \\
 F_{Ed} &= 1950 \text{ kN} \quad \dots \text{ VYHOVUJE} \quad \quad \quad 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 5704,8
 \end{aligned}$$

■ Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = 1,5 \quad (\text{určeno iteračně})$$

6.5.2 Posouzení úložného bloku pod pevným ložiskem L1P

Vnitřní síly v náhradní příhradovině vypočteme pro svislé zatížení. Vodorovný účinek bude přičten k vypočtené síle a na jejich součet navržena výztuž.

Zatížení pro pevné ložisko. Hodnoty převzaty ze statického výpočtu nosné konstrukce.

R_x	=	743 kN	... vč. síly od tření v ložiscích	kombinace pro max. R_z	R_{zEd}	R_{yEd}
R_y	=	223 kN	... vč. síly od tření v ložiscích	kombinace pro max. R_x	1950	223
R_z	=	1711 kN	kombinace pro max. R_x ... uvedena je ta kombinace, která způsobuje v kterémkoli posouzení max. využití		714	743

Svislé zatížení rozpočítáme do dvou uzlů náhradní příhradoviny.

$$R_z = R_z/2 = 1711/2 = 855.5 \text{ kN}$$

■ Podélný i příčný směr

Rozměry náhradní příhradoviny

Zatížení a vnitřní síly (pro druhou kombinaci)

b_{loz}	=	410 mm	... šířka ložiskové desky
b_{roz}	=	560 mm	... šířka roznosu pod ložiskem
$h_{přih}$	=	186 mm	... výška náhradní příhradoviny
$b_{přih}$	=	355 mm	... šířka náhradní příhradoviny

Maximální síla v táhlech

F_{x1}	=	345.0 kN		
F_x	=	$F_{x1} + R_x$	=	345 + 743 = 1088.0 kN
F_{y1}	=	345.0 kN		
F_y	=	$F_{y1} + R_y$	=	345 + 223 = 568.0 kN

Beton hrobečku **C30/37**

f_{ck}	=	30.0 MPa		
α_{cc}	=	0.90		
γ_c	=	1.50		
f_{cd}	=	$f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c$	=	$30 \cdot 0.9 / 1.5 = 18.0 \text{ MPa}$

Použitá betonářská výztuž **B500B**

f_{yk}	=	500 MPa		
γ_s	=	1.15		
f_{yd}	=	f_{yk} / γ_s	=	$500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$

■ Nutná plocha výztuže pro zachycení příčných tahů

SMĚR X

A_{smin}	=	$F_x \cdot 10^3 / f_{yd}$	=	$1088 \cdot 10^3 / 435$	=	2501 mm ²
D	=	16 mm	... průměr výztuže			
n	=	15 ks				
A_{sx}	=	$PI0 \cdot D^2 / 4 \cdot n$	=	$PI0 \cdot 16^2 / 4 \cdot 15$	=	3016 mm ² > A_{smin}

Výztuž umístíme do 3 řad po 5 kusech.

SMĚR Y

A_{smin}	=	$F_y \cdot 10^3 / f_{yd}$	=	$568 \cdot 10^3 / 435$	=	1306 mm ²
D	=	16 mm	... průměr výztuže			
n	=	10 ks				
A_{sy}	=	$PI0 \cdot D^2 / 4 \cdot n$	=	$PI0 \cdot 16^2 / 4 \cdot 10$	=	2011 mm ² > A_{smin}

Výztuž umístíme do 2 řad po 5 kusech.

Posouzení kotvení hrobečku do úložného prahu

Smykovou sílu v napojení hrobečku na úložný práh zachytíme svislou výztuží.

SMĚR X

$$\begin{aligned}
 R_x &= 743,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 9 \text{ ks} \\
 A_{sx} &= \pi \cdot D^2 / 4 \cdot n = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 9 = 1810 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= R_x / f_{yd} \cdot 10^{-3} = 743 / 435 \cdot 10^{-3} = 1708 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

SMĚR Y

$$\begin{aligned}
 R_y &= 223,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 6 \text{ ks} \\
 A_{sy} &= \pi \cdot D^2 / 4 \cdot n = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 6 = 1206 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= R_y / f_{yd} \cdot 10^{-3} = 223 / 435 \cdot 10^{-3} = 513 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Posouzení napětí pod úložnou deskou pro trojosou napjatost

Rozměry úložné desky ložiska

$$\begin{aligned}
 a_- &= 287 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% délky úložné desky} \\
 b_- &= 287 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% šířky úložné desky}
 \end{aligned}$$

Rozměry náhradní příhradoviny v úrovni táhla

$$\begin{aligned}
 a &= 448 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \\
 b &= 448 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{c0} &= a_- \cdot b_- = 287 \cdot 287 = 82369 \text{ mm}^2 \\
 A_{c1} &= a \cdot b = 448 \cdot 448 = 200704 \text{ mm}^2 \\
 F_{Rdu} &= A_{c0} / 10^3 \cdot f_{cd} \cdot (A_{c1} / A_{c0})^{0.5} = 82369 / 10^3 \cdot 18 \cdot (200704 / 82369)^{0.5} = 2314 \text{ kN} \\
 F_{Ed} &= 1711 \text{ kN} \quad \dots \text{ VYHOVUJE} \quad 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 4447,9
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = 1,6 \quad (\text{určeno iteračně})$$

6.5.3 Posouzení úložného bloku pod všesměrně pohyblivým ložiskem L2L

Vnitřní síly v náhradní příhradovině vypočteme pro svislé zatížení. Vodorovný účinek bude přičten k vypočtené síle a na jejich součet navržena výztuž.

Zatížení pro všesměrně pohyblivé ložisko. Hodnoty převzaty ze statického výpočtu nosné konstrukce.

					R_{zEd}	R_{yEd}	R_{xEEd}
R_x	=	195 kN	... vč. síly od tření v ložiscích	kombinace pro max. R_x	1950	0	195

R_y = 0 kN ... vč. síly od tření v ložiscích

R_z = 1950 kN **kombinace pro max. R_x** ... uvedena je ta kombinace, která způsobuje v kterémkoli posouzení max. využití

Svislé zatížení rozpočítáme do dvou uzlů náhradní příhradoviny.

$$R_z = R_z/2 = 1950/2 = 975.0 \text{ kN}$$

■ Podélný i příčný směr

Rozměry náhradní příhradoviny

Zatížení a vnitřní síly (pro druhou kombinaci)

b_{loz}	=	380 mm	... šířka ložiskové desky
b_{roz}	=	530 mm	... šířka roznosu pod ložiskem
$h_{přih}$	=	186 mm	... výška náhradní příhradoviny
$b_{přih}$	=	340 mm	... šířka náhradní příhradoviny

Maximální síla v táhlech

F_{x1}	=	393.1 kN		
F_x	=	$F_{x1} + R_x$	=	393.1 + 195 = 588.1 kN
F_{y1}	=	393.1 kN		
F_y	=	$F_{y1} + R_y$	=	393.1 + 0 = 393.1 kN

Beton hrobečku **C30/37**

f_{ck}	=	30.0 MPa		
α_{cc}	=	0.90		
γ_c	=	1.50		
f_{cd}	=	$f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c$	=	$30 \cdot 0.9 / 1.5 = 18.0 \text{ MPa}$

Použitá betonářská výztuž **B500B**

f_{yk}	=	500 MPa		
γ_s	=	1.15		
f_{yd}	=	f_{yk} / γ_s	=	$500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$

■ Nutná plocha výztuže pro zachycení příčných tahů

SMĚR X

A_{smin}	=	$F_x \cdot 10^3 / f_{yd}$	=	$588.1 \cdot 10^3 / 435$	=	1352 mm ²
D	=	16 mm	... průměr výztuže			
n	=	8 ks				
A_{sx}	=	$PI0 \cdot D^2 / 4 \cdot n$	=	$PI0 \cdot 16^2 / 4 \cdot 8$	=	1608 mm ² > A_{smin}

Výztuž umístíme do 2 řad po 4 kusech.

SMĚR Y

A_{smin}	=	$F_y \cdot 10^3 / f_{yd}$	=	$393.1 \cdot 10^3 / 435$	=	904 mm ²
D	=	16 mm	... průměr výztuže			
n	=	8 ks				
A_{sy}	=	$PI0 \cdot D^2 / 4 \cdot n$	=	$PI0 \cdot 16^2 / 4 \cdot 8$	=	1608 mm ² > A_{smin}

Výztuž umístíme do 2 řad po 4 kusech.

Posouzení kotvení hrobečku do úložného prahu

Smykovou sílu v napojení hrobečku na úložný práh zachytíme svíslou výztuží.

SMĚR X

$$\begin{aligned}
 R_x &= 195,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 4 \text{ ks} \\
 A_{sx} &= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot n = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 4 = 804 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= \frac{R_x}{f_{yd}} \cdot 10^{-3} = \frac{195}{435} \cdot 10^3 = 448 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

SMĚR Y

$$\begin{aligned}
 R_y &= 0,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 4 \text{ ks} \\
 A_{sy} &= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot n = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 4 = 804 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= \frac{R_y}{f_{yd}} \cdot 10^{-3} = \frac{0}{435} \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Posouzení napětí pod úložnou deskou pro trojosou napjatost

Rozměry úložné desky ložiska

$$\begin{aligned}
 a_- &= 266 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% délky úložné desky} \\
 b_- &= 266 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% šířky úložné desky}
 \end{aligned}$$

Rozměry náhradní příhradoviny v úrovni táhla

$$\begin{aligned}
 a &= 424 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \\
 b &= 424 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{c0} &= a_- \cdot b_- = 266 \cdot 266 = 70756 \text{ mm}^2 \\
 A_{c1} &= a \cdot b = 424 \cdot 424 = 179776 \text{ mm}^2 \\
 F_{Rdu} &= \frac{A_{c0}}{10^3} \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{A_{c1}}{A_{c0}} \right)^{0.5} = \frac{70756}{10^3} \cdot 18 \cdot \left(\frac{179776}{70756} \right)^{0.5} = 2030 \text{ kN} < \\
 F_{Ed} &= 1950 \text{ kN} \quad \dots \text{ VYHOVUJE} \quad 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 3820,8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = 1,2 \quad (\text{určeno iteračně})$$

6.5.4 Posouzení úložného bloku pod **příčně** pevným ložiskem L2P

Vnitřní síly v náhradní příhradovině vypočteme pro svislé zatížení. Vodorovný účinek bude přičten k vypočtené síle a na jejich součet navržena výztuž.

Zatížení pro příčně pevné ložisko. Hodnoty převzaty ze statického výpočtu nosné konstrukce.

R_x	=	195 kN	... vč. síly od tření v ložiscích	kombinace pro max. R_z	R_{zEd}	R_{yEd}	R_{xEEd}
R_y	=	223 kN	... vč. síly od tření v ložiscích		1950	223	195
R_z	=	1950 kN	kombinace pro max. R_z ... uvedena je ta kombinace, která způsobuje v kterémkoli posouzení max. využití				

Svislé zatížení rozpočítáme do dvou uzlů náhradní příhradoviny.

$$R_z = R_z/2 = 1950/2 = 975.0 \text{ kN}$$

■ Podélný i **příčný** směr

Rozměry náhradní příhradoviny

Zatížení a vnitřní síly (pro druhou kombinaci)

b_{loz}	=	410 mm	... šířka ložiskové desky
b_{roz}	=	560 mm	... šířka roznosu pod ložiskem
$h_{přih}$	=	186 mm	... výška náhradní příhradoviny
$b_{přih}$	=	355 mm	... šířka náhradní příhradoviny

Maximální síla v táhlech

F_{x1}	=	393.1 kN	
F_x	=	$F_{x1} + R_x = 393.1 + 195 = 588.1 \text{ kN}$	
F_{y1}	=	393.1 kN	
F_y	=	$F_{y1} + R_y = 393.1 + 223 = 616.1 \text{ kN}$	

Beton hrobečku **C30/37**

f_{ck}	=	30.0 MPa	
α_{cc}	=	0.90	
γ_c	=	1.50	
f_{cd}	=	$f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 30 \cdot 0.9 / 1.5 = 18.0 \text{ MPa}$	

Použitá betonářská výztuž **B500B**

f_{yk}	=	500 MPa	
γ_s	=	1.15	
f_{yd}	=	$f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$	

■ Nutná plocha výztuže pro zachycení **příčných** tahů

SMĚR X

A_{smin}	=	$F_x \cdot 10^3 / f_{yd} = 588.1 \cdot 10^3 / 435 = 1352 \text{ mm}^2$	
D	=	16 mm	... průměr výztuže
n	=	10 ks	
A_{sx}	=	$PI0 \cdot D^2 / 4 \cdot n = PI0 \cdot 16^2 / 4 \cdot 10 = 2011 \text{ mm}^2 > A_{smin}$	

Výztuž umístíme do 2 řad po 5 kusech.

SMĚR Y

A_{smin}	=	$F_y \cdot 10^3 / f_{yd} = 616.1 \cdot 10^3 / 435 = 1416 \text{ mm}^2$	
D	=	16 mm	... průměr výztuže
n	=	10 ks	
A_{sy}	=	$PI0 \cdot D^2 / 4 \cdot n = PI0 \cdot 16^2 / 4 \cdot 10 = 2011 \text{ mm}^2 > A_{smin}$	

Výztuž umístíme do 2 řad po 5 kusech.

Posouzení kotvení hrobečku do úložného prahu

Smykovou sílu v napojení hrobečku na úložný práh zachytíme svislou výztuží.

SMĚR X

$$\begin{aligned}
 R_x &= 195,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 5 \text{ ks} \\
 A_{sx} &= \pi \cdot D^2 / 4 \cdot n = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 5 = 1005 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= R_x / f_{yd} \cdot 10^{-3} = 195 / 435 \cdot 10^3 = 448 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

SMĚR Y

$$\begin{aligned}
 R_y &= 223,0 \text{ kN} \\
 D &= 16 \text{ mm} \quad \dots \text{ průměr výztuže} \\
 n &= 5 \text{ ks} \\
 A_{sy} &= \pi \cdot D^2 / 4 \cdot n = \pi \cdot 16^2 / 4 \cdot 5 = 1005 \text{ mm}^2 > A_{smin} \\
 A_{smin} &= R_y / f_{yd} \cdot 10^{-3} = 223 / 435 \cdot 10^3 = 513 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Posouzení napětí pod úložnou deskou pro trojosou napjatost

Rozměry úložné desky ložiska

$$\begin{aligned}
 a_ &= 287 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% délky úložné desky} \\
 b_ &= 427 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr} \quad \dots \text{ uvažujeme 70 \% šířky úložné desky}
 \end{aligned}$$

Rozměry náhradní příhradoviny v úrovni táhla

$$\begin{aligned}
 a &= 448 \text{ mm} \quad \dots \text{ podélný rozměr} \\
 b &= 608 \text{ mm} \quad \dots \text{ příčný rozměr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{c0} &= a_ \cdot b_ = 287 \cdot 427 = 122549 \text{ mm}^2 \\
 A_{c1} &= a \cdot b = 448 \cdot 608 = 272384 \text{ mm}^2 \\
 F_{Rdu} &= A_{c0} / 10^3 \cdot f_{cd} \cdot (A_{c1} / A_{c0})^{0.5} = 122549 / 10^3 \cdot 18 \cdot (272384 / 122549)^{0.5} = 3289 \text{ kN} \\
 F_{Ed} &= 1950 \text{ kN} \quad \dots \text{ VYHOVUJE} \quad 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 6617,6
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = 1,75 \quad (\text{určeno iteračně})$$

• **Zatížitelnost**

Zatížitelnost byla určena iterační metodou.

Rozhodující zatížitelnost úložného bloku je pod ložiskem L2L

$$Z_{LM71} = 1,2$$

6.6 ÚLOŽNÝ PRÁH

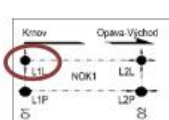
Materiál

Beton: C30/37 – XD3, XF4, minimální krytí $c_{min} = 55$ mm, nominální krytí $c_{nom} = 65$ mm

Ocel: B500B

Reakce na ložiska

POŽADAVKY NA KALOTOVÁ MOSTNÍ LOŽISKA (ŽELEZNIČNÍ MOST V KM 110,701)



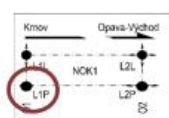
Opěra O01: L1L podélně pevné	KOMBINACE PRO MAX. R_z		
	$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
	-1950	0	-714
CHARAKT. KOMB. MSP (hodnoty Ek)	-1452	0	-535

KOMBINACE PRO MAX. R_y		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-----	-----	-----

KOMBINACE PRO MAX. R_x		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-1711	0	-743
-1288	0	-555

KOMBINACE PRO MAX. R_x + SOUČASNĚ PRO MIN. R_z		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-1488	0	-721

↑ Nižší $R_{x,Ed}$ oproti komb. pro "max. R_x " způsobeno nižší $R_{z,Ed}$ a tím i nižších vratných sil způsobených třením v ložisku - přídavek k $R_{x,Ed}$.



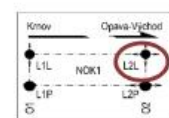
Opěra O01: L1P pevné	KOMBINACE PRO MAX. R_z		
	$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
	-1950	-223	-714
CHARAKT. KOMB. MSP (hodnoty Ek)	-1452	-152	-535

KOMBINACE PRO MAX. R_y		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-1729	-244	-692

KOMBINACE PRO MAX. R_x		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-1711	-223	-743
-1288	-152	-555

KOMBINACE PRO MAX. R_x + SOUČASNĚ PRO MIN. R_z		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-1488	0	-721

↑ Nižší $R_{x,Ed}$ oproti komb. pro "max. R_x " způsobeno nižší $R_{z,Ed}$ a tím i nižších vratných sil způsobených třením v ložisku - přídavek k $R_{x,Ed}$.



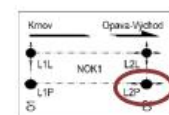
Opěra O02: L2L všesměrně pohyblivé	KOMBINACE PRO MAX. R_z		
	$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
	-1950	0	-195

KOMBINACE PRO MAX. R_y		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-----	-----	-----

KOMBINACE PRO MAX. R_x		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-----	-----	-----

KOMBINACE PRO MAX. R_x + SOUČASNĚ PRO MIN. R_z		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-----	-----	-----

pozn.: hodnota $R_{x,Ed}$ u ložiska L2L slouží pouze pro návrh spodní stavby vč. založení a vychází z tření v ložisku (vratné síly)!



Opěra O02: L2P příčně pevné	KOMBINACE PRO MAX. R_z		
	$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
	-1950	-223	-195

KOMBINACE PRO MAX. R_y		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-1729	-244	-173

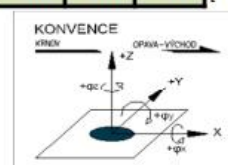
KOMBINACE PRO MAX. R_x		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-----	-----	-----

KOMBINACE PRO MAX. R_y + SOUČASNĚ PRO MIN. R_z		
$R_{z,Ed}$	$R_{y,Ed}$	$R_{x,Ed}$
-630	-244	-63

pozn.: hodnota $R_{x,Ed}$ u ložiska L2P slouží pouze pro návrh spodní stavby vč. založení a vychází z tření v ložisku (vratné síly)!

Pozn. 01: šipka znázorňuje směr možného posunu ložiska

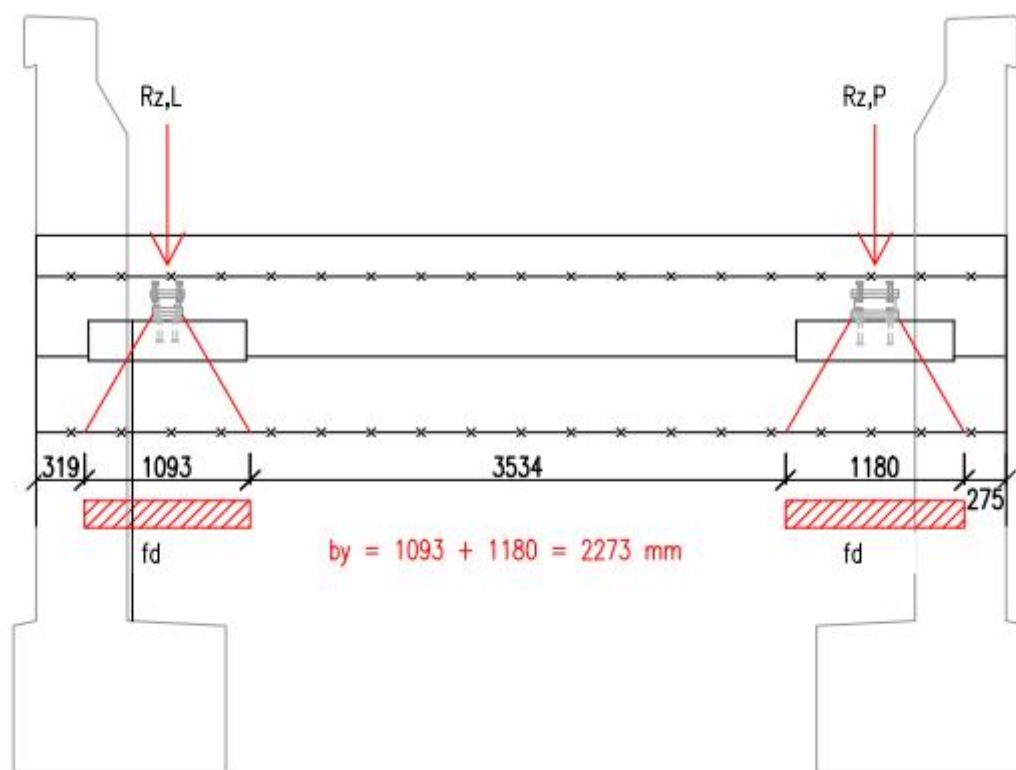
Pozn. 02: pro NÁVRH ZALOŽENÍ SPODNÍ STAVBY budou sečteny reakce v příslušných směrech od ložisek L1L+L1P (na O01), resp. od ložisek L2L+L2P (na O02)



Nutná výztuž ÚP

Rozhodující kombinace je od ložisek L1L a L1P na opěře O 01.

Ø Působení zatížení na ÚP



$$f_d = (R_{zL} + R_{zP}) / b_y = (1950 \text{ kN} + 1950 \text{ kN}) / 2,273 \text{ m} = 1716 \text{ kN/m}$$

6.6.1 PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

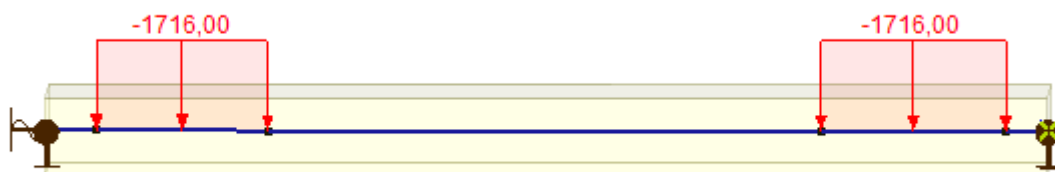
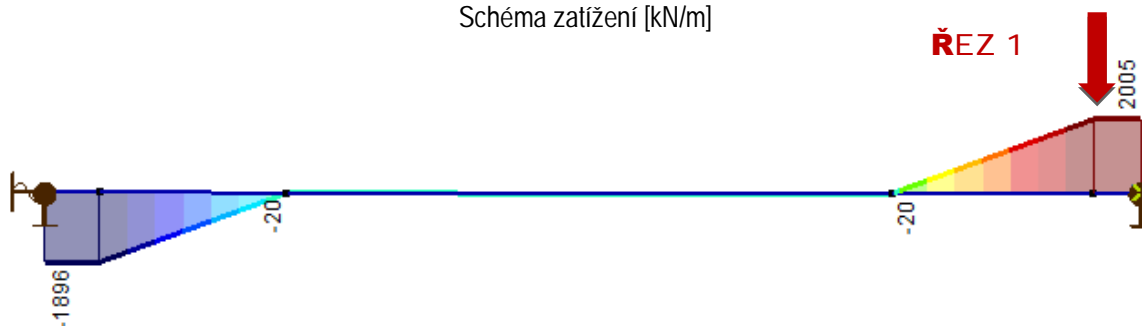
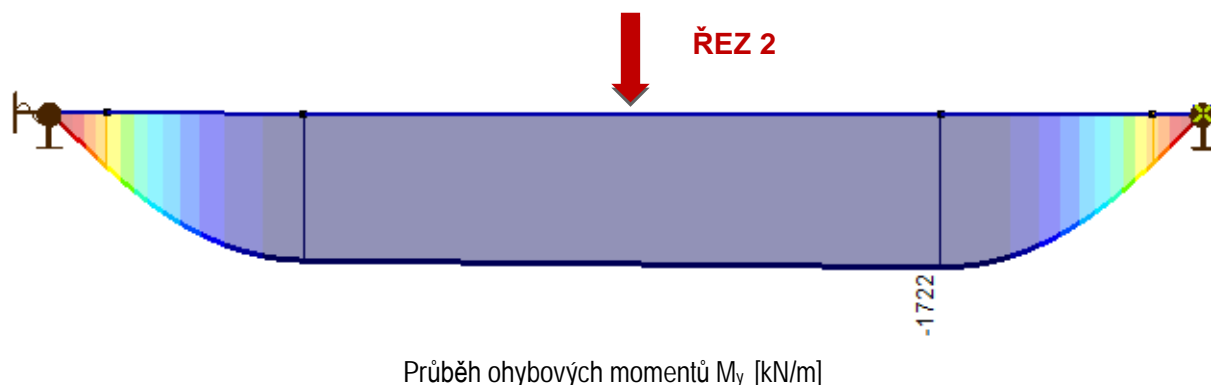


Schéma zatížení [kN/m]



Průběh posouvajících sil V_z [kN]



$$V_y = (R_{xL1L} + R_{xL1P}) / b_y = (714 \text{ kN} + 714 \text{ kN}) / 2,273 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 628 \text{ kN}$$

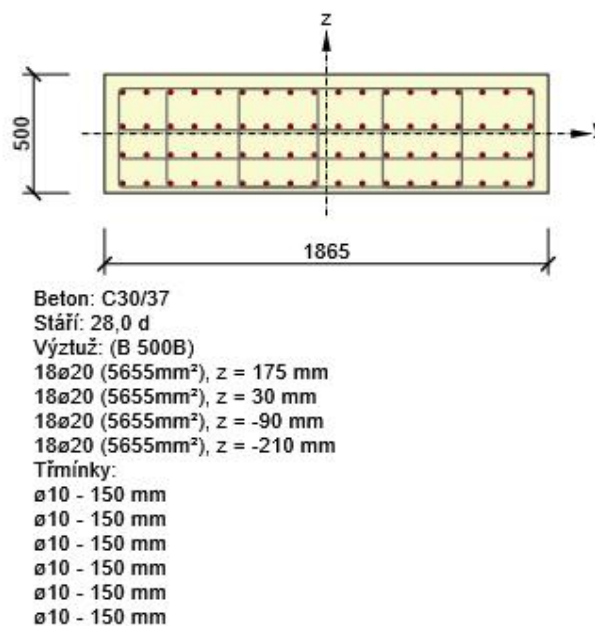
$$M_z = ((R_{xL1L} + R_{xL1P}) \cdot r_y) / b_y = (714 \text{ kN} + 714 \text{ kN}) \cdot 0,74 \text{ m} / 2,273 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 465 \text{ kNm}$$

$$N_x = R_{yL1P} = -223 \text{ kN}$$

ŘEZ 1: místo max ohybového momentu – $V_y = 0 \text{ kN}$, $V_z = 0$, $M_y = 1722 \text{ kNm}$, $M_z = 465 \text{ kNm}$

ŘEZ 2: místo max posouvající síly – $V_y = 628 \text{ kN}$, $V_z = 2005 \text{ kN}$, $M_y = 551 \text{ kNm}$, $M_z = 465 \text{ kNm}$

6.6.2 POSOUZENÍ



Dimenzační průřez

• Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	1722,0	465,0	Nu-Mu-Mu	98,0	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	0,0	0,0	0,0
M_y [kNm]	1722,0	1757,8	-1538,4
M_z [kNm]	465,0	474,7	-415,4

• Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

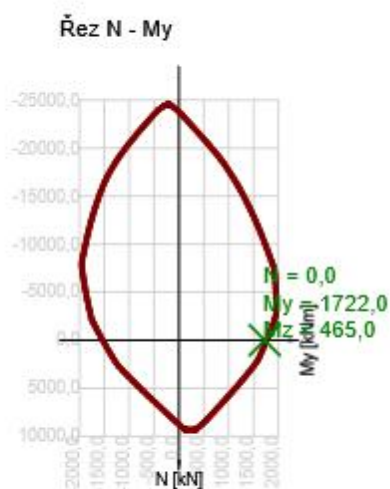
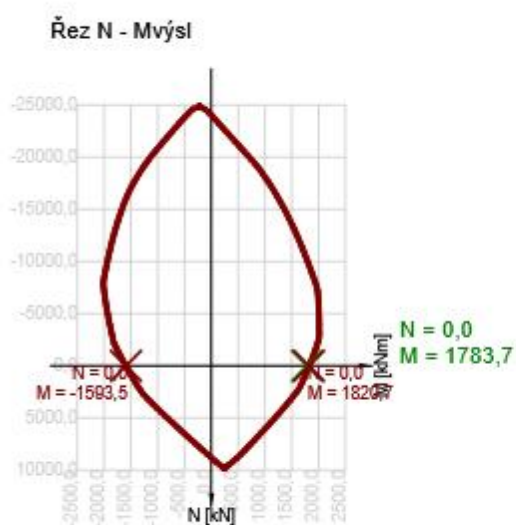
V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
2101,0	0,0	3136,0	bez redukce	6.2.3(3)	67,0	100,0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
2101,0	735,3	4193,1	5945,2	3136,0	3136,0

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
8	2625	16336	998	1328	1195	21,8	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	V_{min} [MPa]	V [-]	V_1 [-]
0,12	1,39	0,15	0,01	0,0	268,0	0,3	0,53	0,60



• Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota V+T [%]	Hodnota V+T+M [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	551,0	465,0	2101,0	0,0	61,6	99,5	99,5	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
735,3	225,4	4193,1	516,0	285,8	50,1	50,1	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

A_{sl} [mm ²]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
22619	5253,0	9834,6	53,4	100,0	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

a_{sw} [mm ² /m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
524	140,3	227,7	61,6	100,0	OK

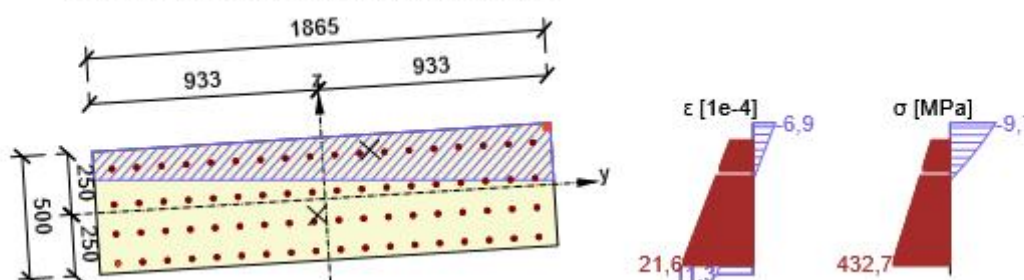
Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
1330,4	5253,0	0,0	11,6	0,0	1	99,5	100,0	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-858	-210	11,6	21,6	∞	232,2	432,7	434,8	99,5	OK

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



• Odezva N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$N_{Ed,tot}$ [kN]	$M_{Ed,y,tot}$ [kNm]	$M_{Ed,z,tot}$ [kNm]	Vlákno betonu	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	1722,0	465,0	3	1	100,0	100,0	OK

Rovina přetvoření

x	d	z	ϵ_x	φ_z	φ_y
[mm]	[mm]	[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[1e-4]
199	402	309	10,6	-3,7	-140,9

Síly v jednotlivých částech průřezu

Část průřezu	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	A [mm ²]	y_i [mm]	z_i [mm]
Beton	-4031,9	730,6	242,4	325536	60	181
Tažená výztuž	5614,2	713,4	135,4	16965	-24	-127
Tlačená výztuž	-1586,2	277,6	115,1	5655	73	175
Celkové	-3,9	1721,6	492,9			

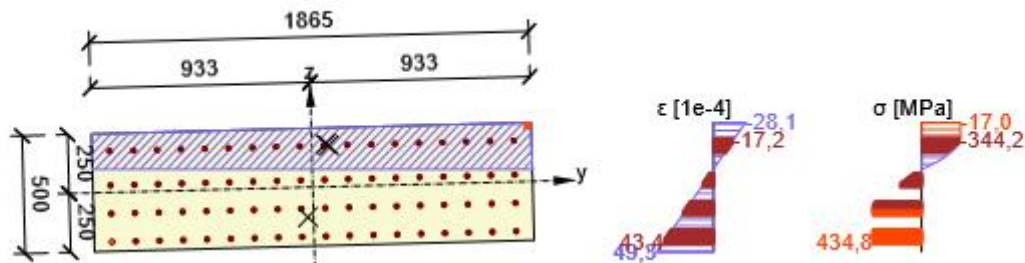
Podrobné posouzení betonu

Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
3	933	250	-28,1	-35,0	-17,0	-17,0	100,0	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-858	-210	43,4	∞	434,8	434,8	100,0	OK

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Souhrn

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	1722,0	465,0			98,0	OK
Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	1722,0	465,0			98,0	OK
Smyk	0,0			2101,0	0,0	67,0	OK
Interakce	0,0	551,0	465,0	2101,0	0,0	99,5	OK

• Omezení trhlin nad pracovní spárou – ÚP na opěře

Beton **C30/37 XD3, XF4**

$$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 38.00 \text{ MPa}$$

Výztuž **B500B**

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

Krytí

$$c = 30 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm} \quad \dots \text{ výška prvku}$$

$$b = 1870 \text{ mm} \quad \dots \text{ šířka prvku}$$

$$A_c = b \cdot h = 1870 \cdot 500 = 935000 \text{ mm}^2$$

Kontrola vyztužení

Nejmenší průřezová plocha svislé výztuže

$$A_{svmin} = 0.002 \cdot h \cdot 1000 = 0.002 \cdot 500 \cdot 1000 = 1000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nejmenší průřezová plocha vodorovné výztuže u každého povrchu

$$A_{shmin} = 0.001 \cdot A_c = 0.001 \cdot 935000 = 935 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = 0.25 \cdot A_{svmin} = 0.25 \cdot 1000 = 250 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = 935 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 935000 = 37400 \text{ mm}^2$$

$$A_{shmin} = A_{shmin} = 935 = 935 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Navržená vodorovná výztuž ve stěně u povrchů

$$D = 20 \text{ mm}$$

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

$$A_{sh} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{h}{a} = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot \frac{500}{150} = 1047 \text{ mm}^2$$

Navržená výztuž u dolního povrchu

$$D = 20 \text{ mm}$$

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$A_{sh} = 0 = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot \frac{1870}{100} = 5875 \text{ mm}^2$$

Celková výztuž v dířku proti smršťování

A_{sh}	=	7969	mm ²
----------	---	------	-----------------

Rekonstrukce mostu v km 110,71 trati Krnov – Opava východ

SO 01 Most v km 110,71

DUSP

$$\begin{aligned}k_c &= 1.00 \quad \dots \text{pro prostý tah} \\k &= (800-b)*0.35/500+0.65 = (800-1870)*0.35/500+0.65 = -0.10 \\k &= 0.65 \\k &= 1 \\k &= 0.65\end{aligned}$$

Pevnost v tahu v čase $t = 3$ dnů.

$$\begin{aligned}t &= 3 \text{ dny} \\s &= 0.38 \quad \dots \text{pro cement CEM 32,5 N} \\a &= 1.000 \\\beta_{cct} &= \exp(s*(1-(28/t)^{0.5})) = \exp(0.38*(1-(28/3)^{0.5})) = 0.458 \\f_{ctm,t} &= \beta_{cct}^a * f_{ctm} = 0.458^1 * 2.9 = 1.328 \text{ MPa} \\f_{cteff} &= f_{ctm,t} = 1.33 = 1.328 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Napětí ve výztuži při vzniku trhliny

$$\begin{aligned}A_s &= 7969 \text{ mm}^2/\text{m} \\A_{ct} &= A_c = 935000 = 935000 \text{ mm}^2 \\\sigma_s &= k_c * k * f_{cteff} * A_{ct} / A_s = 1 * 0.65 * 1.328 * 935000 / 7969 = 101.3 \text{ MPa} < 500 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Napětí od vynucených přetvoření je při $D = 20$ mm:

$$\begin{aligned}d &= 460 \text{ mm} \\h_{cr} &= h = 500 = 500 \text{ mm} \\\phi_{s-} &= D * 2.9 * 4 * (h-d) / (f_{cteff} * k * h_{cr}) = 20 * 2.9 * 4 * (500-460) / (1.328 * 0.65 * 500) = 21.5 \text{ mm} \\w_k &= 0.2 \text{ mm} \\\sigma_s &= 180.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{interpolací v tab. 7.2N} \\A_{smin} &= k_c * k * f_{cteff} * A_c / \sigma_s = 1 * 0.65 * 1.328 * 935000 / 180 = 4484 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

• Návrh vyztužení

Materiál

Beton: C30/37

Ocel: B500B

Podélná a rozdělovací výztuž v místě vetknutí do opěry

Φ20/100

Rozdělovací výztuž

Φ10/150

Spony a třmínky

Φ10 v rastru 300x300 vystřídane

• Zatížitelnost

Zatížitelnost byla určena iteračně

$Z_{LM71} = 1,13$

7. ZÁVĚRY VÝPOČTU

V této příloze byla posouzena ŽB spodní stavba. Životnost konstrukcí byla ve statickém výpočtu uvažována 100 let.

Jako svislé zatížení kolejovou dopravou byl použit model zatížení LM71. Klasifikační součinitel byl uvažován hodnotou $\alpha=1,10$ (3. třída tratí). Pro každý hlavní nosný prvek byla určena minimální zatížitelnost dle předpisu SŽ/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů.

Rozhodující zatížitelností z hlediska MSÚ je posouzení betonářské výztuže úložného prahu, kde tento prvek vykazuje zatížitelnost $ZLM71=1,13$ (napětí v betonářské výztuži).

Vypracoval:

Ing. Denis Ujházy
Tel.:604657401
ujhazy@exprojekt.cz

8. TABULKA ZATÍŽITELNOSTI

A Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 2252 Krnov (včetně) - Opava východ (mimo)
DÚ: 12 vl. Cukrovar - Opava západ
km: evidenční km 110.701

B Identifikace části mostu

Část mostu: opěra
Pořadové číslo: 1.
Pod kolejí č.: 1

C Doplnující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C
Výpočetní model: 3D deskostěnový model, 2D modely

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci	
- poloměr oblouku:	v přímé	v přímé	v přímé	(nový stav)
- převýšení koleje:	D=0 mm	D=0 mm	D=0 mm	(nový stav)
- excentricita koleje vůči ose mostu:	0 m	0 m	0 m	(nový stav; pozn.: "+" znamená od osy mostu vlevo)

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu: Správa železnic, s.o.: / /
zpracovatel přepočtu: / 4 / 2021

Poznámka k části mostu:

Souhrnná tabulka zatížitelnosti rozhodujících prvků

Č.	Prvek (dle MES)	Detail	Namáhání	K _i	typ	L _p [m]	Φ _i	L _Φ [m]	v _{Q,LM71}	v _{Q,LM71,E}	Viz. Str.	Z _{LM71}	Z _{LM71,E}	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Základ opěry (99)	stěna (3)	napětí v betonářské výztuži (12)	1,0	S	-	1,31	15,3	1,39	-	16	2,35		smyková únosnost betonového průřezu
2	Dřík opěry (99)	dřík (18)	napětí v betonářské výztuži (12)	1,0	S	-	1,31	15,3	1,39	-	8	>3		posouzení v místě připojení k základu
3	Úložný práh (99)	úložný práh (16)	napětí v betonářské výztuži (12)	1,0	S	-	1,31	15,3	1,39	-	48	1,13		posouzení v místě připojení ke dříku
4	Závěrná zídka (99)	bez specifikace detailu (99)	napětí v betonářské výztuži (12)	1,0	S	-	1,31	15,3	1,39	-	24	>3		posouzení závěrné zídky v místě vetknutí do úložného prahu
5	Zavěšená křídla (99)	bez specifikace detailu (99)	napětí v betonářské výztuži (12)	1,0	S	-	1,31	15,3	1,39	-	30	1,89		posouzení v místě vetknutí do opěry
6	Úložný blok (99)	úložný blok (16)	napětí v betonářské výztuži (12)	1,0	S	-	1,31	15,3	1,39	-	45	1,20		od ložiskem L2L

Dne: / 4 / 2021

Zatížitelnost určil: Ing. Denis Ujházy