






Souřadnicový systém S-JTSK

Výškový systém Bpv



SG: Lipnická - Ocelkova

PUDIS a.s., Nad Vodovodem 2/3258, 100 31 Praha 10
tel.: +420 267 004 111, www.pudis.cz, info@pudis.cz

Vypracoval: Ing. Jakub Kara		Hlavní inženýr projektu: Ing. Michal Rebec 	Objednatel: Hlavní město Praha odbor investiční Mariánské náměstí 2 110 01 Praha 1 
Odpovědný projektant: Ing. Jakub Kara 		Výrobní ředitel: Ing. Jan Vlček 	
		Ředitel společnosti: Ing. Martin Höfler 	
Číslo zakázky: D-17-031		Datum: 06/2021	
Akce: 0211 Lipnická – Ocelkova		Měřítko: –	Formát: A4
		Stupeň: PDPS	Souprava:
Příloha: S0 201 Železniční most přes ul. Ocelkova Statický výpočet		Číslo přílohy: C.2.1.17	

0211 Lipnická – Ocelkova

SO 201 Železniční most přes ul. Ocelkova

STATICKÝ VÝPOČET

OBSAH:

1. Průvodní zpráva ke statickému výpočtu	3
1.1. Úvod.....	3
1.2. Popis mostu.....	3
1.2.1. Nosná konstrukce	3
1.2.2. Založení	3
1.2.3. Použité materiály	4
1.3. Normy, literatura	6
1.4. Použité výpočetní programy	6
2. Zatížení	6
2.1. Stálé zatížení.....	6
2.1.1. Vlastní tíha	6
2.1.2. Ostatní stálé zatížení	6
2.1.3. Smršťování	8
2.2. Zatížení železniční dopravou	8
2.2.1. Svislé zatížení.....	8
2.2.2. Odstředivá síla	8
2.2.3. Boční ráz.....	8
2.2.4. Uvažované umístění zatížení železniční dopravou na konstrukci	9
2.2.5. Dynamický součinitel.....	10
2.2.6. Rozjezdové a brzdné síly	10
2.3. Zemní tlaky na stěny konstrukce	10
2.4. Zatížení změnou teploty	11
2.4.1. Zatížení rovnoměrnou změnou teploty	11
2.4.2. Zatížení nerovnoměrnou změnou teploty - svislá lin. složka - příčel	11
2.4.3. Zatížení nerovnoměrnou změnou teploty stěn.....	11
3. Statický model	11
3.1. Výpočet tuhostí založení.....	12
4. Nosná konstrukce	17
4.1. Vnitřní síly a kombinace zatížení	17
4.2. Posouzení železobetonových průřezů rámu NK	20
4.2.1. Průřez a - rámová příčel ve vetknutí do stěny	20
4.2.2. Průřez d – rámová příčel v polovině rozpětí	24
4.3. Průhyb.....	26
5. Pilotové základy.....	27
5.1. Přehled sil na piloty	27
5.2. Posouzení svislé únosnosti pilot.....	29
5.3. Posouzení ŽB průřezu pilot	31
5.3.1. Posudek pro maximální svislou sílu	31
5.3.2. Posudek pro maximální excentricitu	35
6. Výpočet zatížitelnosti	38
6.1. Mezní stavy únosnosti	38
6.2. Mezní stav použitelnosti – omezení napětí	38
6.3. Vyhodnocení zatížitelnosti	39
7. Závěr	39
8. Tabulka zatížitelnosti	40

1. Průvodní zpráva ke statickému výpočtu

1.1. Úvod

Účelem tohoto statického výpočtu je ověření návrhu nové železobetonové konstrukce mostu v evidenčním km 12,412 trati Praha hl. n. - Turnov.

Nová konstrukce mostu převádí, ve směru staničení TÚ 0901 – Praha – Turnov zleva:

- kolej č. 4 (v současném značení č. 101) - TÚ 0901 – Praha – Turnov,
- kolejovou spojkou mezi kolejí č. 4 a kolejí č. 2 (výhybka společná s kolejí č. 4)
- kolej č. 2 – TU 1192 Lysá nad Labem – Praha
- kolej č. 1 – TU 1192 Lysá nad Labem – Praha

Koleje jsou převáděny přes novostavbu sběrné místní komunikace kategorie MS2a 9,0/Y/50. Pod mostem je dodržena podjezdná výška 4,50 m s rezervou 0,15 m.

Most se nachází ve staničním obvodu výhybny Skály. Trať je v místě mostu vedena mírně zvlněnou krajinou na rozhraní komerční zóny u stanice metra Černý Most vpravo trati a polem vlevo trati.

Stávající železobetonové konstrukce se zabetonovanými nosníky na kamenných opěrách budou zbourány a nahrazeny novými ŽB polorámy založenými na velkopřůměrových pilotách.

Trať Praha – Turnov je zařazena do 3. třídy tratí dle ČSN EN 1991-2, změna Z4, čl. NA.2.53.1.

Lysá nad Labem – Praha je zařazena do 1. třídy tratí dle ČSN EN 1991-2, změna Z4, čl. NA.2.53.1.

Všechny tři nosné konstrukce budou navrženy shodně na účinky zatěžovacího schématu LM71 s klasifikačním součinitelem $\alpha = 1,21$ a SW/2, což odpovídá dřívějšímu vlaku ČSD T a SZS dle ČSN 73 6203.

1.2. Popis mostu

1.2.1. Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci mostu tvoří trojice železobetonových polorámů, pod každou kolejí jeden, oddělených navzájem podélnými spárami šířky 40 mm.

Šikmé rozpětí rámových konstrukcí je 16,99 m, kolmé 16,89 m, tloušťka příčle je 0,85 m uprostřed rozpětí. Podhled je ve střední třetině rozpětí vodorovný, v krajních třetinách se kruhovým náběhem zvětšuje tloušťka příčle na 1,26 m ve vetknutí do stěn. Horní povrch příčle je v podélném spádu 2,0% střešovitě od středu rozpětí k rubům opěr. V příčném směru je horní povrch vodorovný, jen podél podélných spár na šířku 0,60 m ve spádu 5% od spár. Tloušťka příčle ve spáře je tedy zvětšena o 30 mm. Šířka příčlí je 4,30 m pro střední konstrukci a 4,35 m pro krajní konstrukce. Podél podélných spár jsou navrženy konzoly šířky 0,15 m a tloušťky 0,25 m, na vnějších okrajích je do příčle vetknutá konzola římsy. Celková šířka konstrukcí včetně konzol a římsy je 5,54 m pro krajní konstrukce a 4,60 m pro střední konstrukci. Příčle jsou vetknuty do stěn tloušťky 1,00 m, výšky 4,83 m od úložného ozubu po spodní líc příčle ve vetknutí a šířky 4,50 m pro krajní konstrukce a 4,60 m pro střední konstrukci.

Do stěn krajních konstrukcí jsou na vnějších stranách vetknuta lichoběžníková zavěšená křídla délky 6,0 m tloušťky 0,50 m.

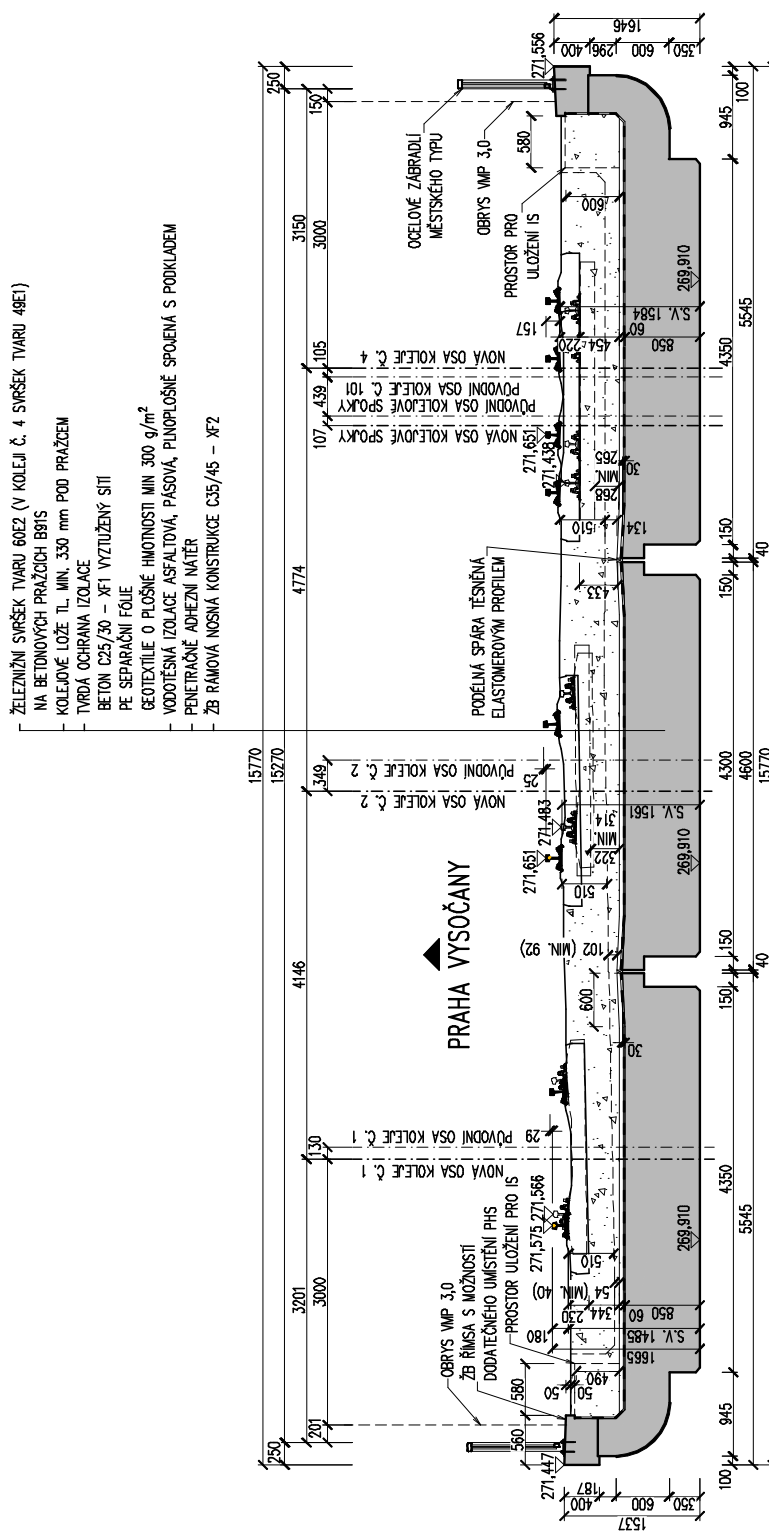
Šikmost konstrukcí je levá, 83,85°.

1.2.2. Založení

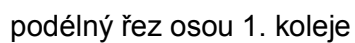
Stěny nosných konstrukcí jsou vetknuty do monolitických železobetonových základových pasů šířky 1,66 m a výšky 1,45 m založených na velkopřůměrových pilotách.

Pod každou stěnou každé konstrukce jsou navrženy čtyři piloty o průměru 900 mm délky 6,0 m, vetknuté do navětralých břidelic třídy R5. Piloty jsou uspořádány v jedné řadě v osových vzdálenostech 1,16 m.

Beton rámu: C35/45 – XF2, XD1
 Beton základů: C30/37 – XF2, XC2
 Výztuž: B500B (10 505.9 (R))



příčný řez mostem



1.3. Normy, literatura

- /1/ ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, 03/2004, včetně změn a oprav A1 (04/2007), Oprava1 (11/2007), Oprava2 (08/2008), Z1 (02/2010), Oprava3 (02/2010), Z2 (03/2010), A1/Oprava4 (01/2011), Z3 (02/2011), NA-ed.A (06/2011), Z4 (05/2015)
- /2/ ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, 03/2004, včetně změn a oprav Oprava1 (02/2010), Z1 (02/2010), Z2 (03/2010), NA-ed.A (06/2011)
- /3/ ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou
- /4/ ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou 07/2005, včetně změn a oprav Z1 (02/2010), Z2 (03/2010), Oprava1 (01/2011), Z3 (10/2012), NA-ed.A (10/2012), Z4(11/2015)
- /5/ ČSN EN 1992-1-1-ed.2 Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 07/2011, včetně změny NA-ed.A (12/2011)
- /6/ ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady, 05/2007, včetně změn a oprav Oprava1 (10/2009), Z1 (03/2010), NA-ed.A (07/2011)
- /7/ ČSN EN 1997-1 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla, 09/2006, včetně změn a oprav NA-ed.A (04/2007), Oprava1 (09/2009)
- /8/ ČSN EN 206 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (2014)
- /9/ ČSN P 73 2404 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplňující informace (2016)
- /10/ ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí (01/2014)
- /11/ Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (2015)
- /12/ Inženýrsko-geologický průzkum (SUDOP Praha, 12/2017)

1.4. Použité výpočetní programy

- /a/ IDA NEXIS – program pro výpočet prutových a deskostěnových konstrukcí (Ida & spol. s.r.o. Brno, FEM consulting s.r.o. Brno, SCIA International, Belgie)
- /b/ abc3D - 3D modely statiky základů, Ing. Petr Hurych
- /c/ GEO - soubor programů pro návrh a posouzení základových konstrukcí, FINE s.r.o. Praha
- /d/ IDEA StatiCa RCS - program pro posudky ŽB průřezů dle ČSN EN 1992, IDEA RS, s.r.o.

2. Zatížení

2.1. Stálé zatížení

2.1.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha ŽB rámové konstrukce mostu je uvažována dle /2/ hodnotou 25 kN/m^3 .

2.1.2. Ostatní stálé zatížení

Zatížení je vyčísleno v následujících tabulkách. U tloušťky kolejového lože je dle /2/, čl. 5.2.3. uvažována horní a dolní charakteristická hodnota (+/- 30%).

pod kol. ložem	tl. [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
kolejové lože	0,67	20	13,4
SVI vč. ochr.	0,06	23	1,4
30% štěrku	0,201	20	4,0
CELKEM - MINIMUM			10,8
CELKEM - MAXIMUM			18,8

v pruhu š. 1,4 m od osy koleje navíc

	g [kN/m ²]	b [m]	g [kN/m ²]
žel. svršek	6	2,8	2,1

pod římsou	A [m ²]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]	b [m]	g [kN/m ²]
římsa	0,33	25		0,4	20,6
PHS			3	0,4	7,5
CELKEM					28,1

na křídle	A [m ²]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
římsa na křídle	0,73	25	18,25
SVI vč. ochr.	0,03	23	0,69
kolejové lože	0,364	20	7,28
PHS			3
CELKEM			29,22

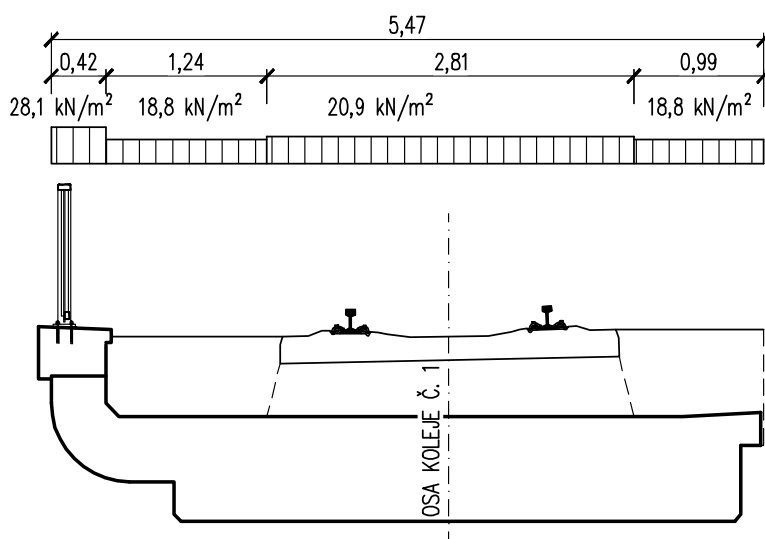


schéma ostatního stálého zatížení v příčném řezu na krajní konstrukci

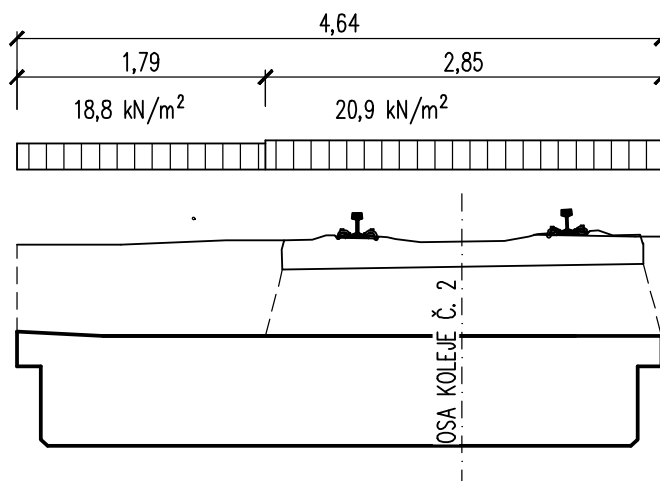


schéma ostatního stálého zatížení v příčném řezu na střední konstrukci

2.1.3. Smršťování

Konstrukce je zatížena poměrným přetvořením (zkrácením) od smršťování, uvažovaným hodnotou 0,3 mm/m. V kombinacích je toto zatížení uvažováno, pouze pokud přitěžuje.

2.2. Zatížení železniční dopravou

2.2.1. Svislé zatížení

V podélném směru předpokládám rovnoměrné rozložení nápravových sil, v příčném směru rozložení na šířku prazce 2,40 m a dále ve sklonu 4:1 kolejovým ložem, viz následující obrázky.

Zatěžovací schéma LM-71 s klasifikačním součinitelem $\alpha = 1,21$:

$$q_{v1k} = \alpha \cdot Q_{vk} / l = 1,21 \cdot 250 / 1,6 = 189,1 \text{ kN/m} - \text{na délku koleje 6,40 m}$$

$$q_{v2k} = \alpha \cdot q_{vk} / b = 1,21 \cdot 80 = 96,8 \text{ kN/m} - \text{na zbylou část koleje}$$

Zatěžovací schéma SW/2:

$$q_{v3k} = 150 \text{ kN/m} - \text{na délku koleje 25,00 m}$$

2.2.2. Odstředivá síla

1. a 2. kolej (trať Lysá nad Labem – Praha) je na mostě vedena v přechodnici k levostrannému oblouku (ve směru staničení této trati) o poloměru 508 m respektive 512 m, traťová rychlost je 100 km/h.

Kolej č. 4 (trať Praha – Turnov) je na mostě vedena v přímé.

V koleji č. 2 je uvažována odstředivá síla pro rychlost $V = 130 \text{ km/h}$ a poloměr křivosti přechodnice uprostřed rozpětí mostu $R = 1761 \text{ m}$.

$$Q_{tk} = Q_{vk} \cdot V^2 / (127 R) = Q_{vk} \cdot 130^2 / (127 \cdot 1761) = 0,076 \cdot Q_{vk}$$

2.2.3. Boční ráz

Dle /3/, čl. 6.5.2

Osamělá síla o velikosti $\alpha \cdot 100 \text{ kN}$ působící kolmo na osu koleje v úrovni temene kolejnice.

2.2.4. Uvažované umístění zatížení železniční dopravou na konstrukci

S ohledem na /4/, čl. 6.8.1 (2) nejsou při umisťování zatížení železniční dopravou na mostě uvažovány skutečné polohy kolejí, ale nejnepříznivější možné. Maximálního kladného momentu v poli je dosaženo na střední konstrukci, pokud je zatížení umístěno těsně podél podélné spáry a je uvažován vliv odstředivé síly. Pro maximální záporný moment je rozhodující umístění nahodilého zatížení na krajní konstrukci, v tupém rohu vyztuženém křídlem, s ohledem na směr odstředivé síly je nejhorší kombinace, při které je uvažováno převýšení a není uvažována odstředivá síla. Teoretická osa koleje je umístěna s ohledem na průřezný průřez 3,0 m od zábradlí na římse s tím, že se předpokládá posun koleje o dalších 100 mm směrem k zábradlí.

Na následujících obrázcích jsou vykresleny rozhodující polohy zatížení a vyčísleno roznášení včetně vlivu převýšení a odstředivé síly. V tabulkách je potom vyčísleno zatížení na okrajích jednotlivých zatěžovaných pásů.

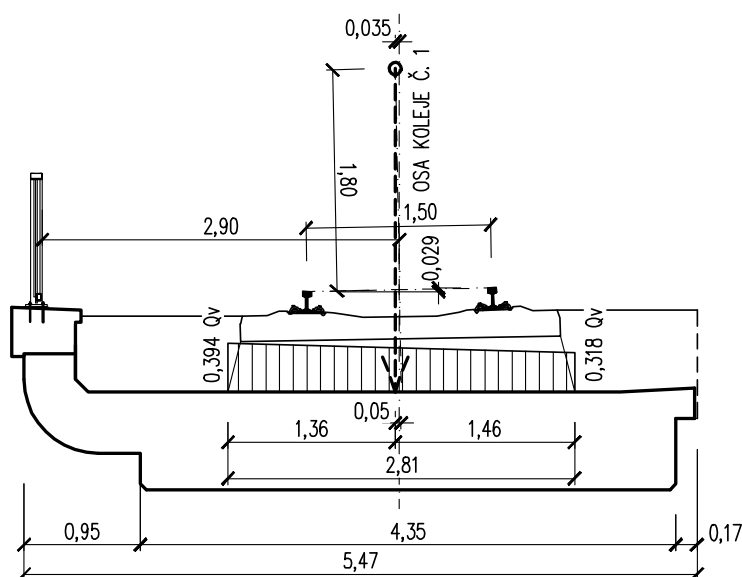


schéma roznášení jednotkového zatížení vlaky – krajní konstrukce

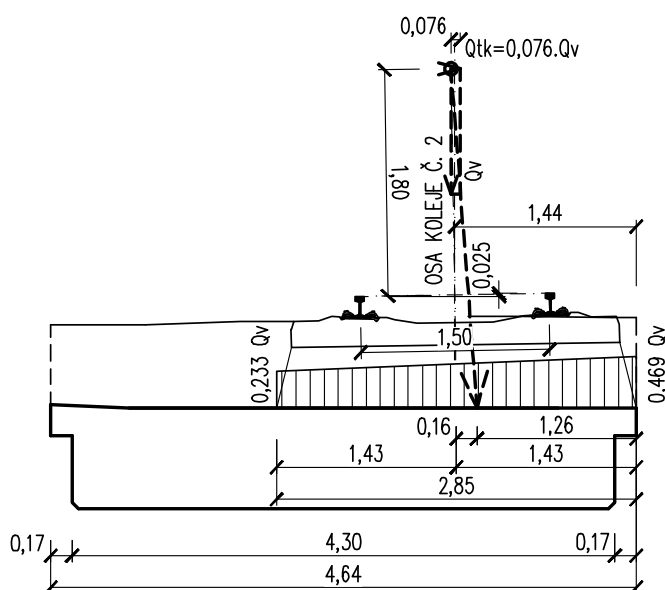


schéma roznášení jednotkového zatížení vlaky – střední konstrukce

ROZNESENÉ ZATÍŽENÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVOU SVISLÉ + ODSŘEDIVÁ SLÁ

zatížení	jednot- kové	LM71 nápravy	LM71 rovnom.	SW/2
konstrukce	q_{vk}	189,1	96,8	150
krajní vlevo	0,394	74,5	38,1	59,1
krajní vpravo	0,318	60,1	30,8	47,7
střední vlevo	0,233	44,1	22,6	35,0
střední vpravo	0,469	88,7	45,4	70,4

2.2.5. Dynamický součinitel

Uvažuji součinitel Φ_3 pro standardně udržovanou kolej dle /6/, čl. 6.4.5.2.

$$L_\Phi = 1,3 \cdot (5,45 + 16,99 + 5,45)/3 = 12,08 \text{ m} < L_{\max} = 16,99 \text{ m}$$

$$L_\Phi = 16,99 \text{ m}$$

$$\Phi_3 = 2,16 / (L_\Phi^{1/2} - 0,2) + 0,73 = 2,16 / (16,99^{0,5} - 0,2) + 0,73 = 1,28 < 2,0$$

$$\Phi_3 = 1,28$$

2.2.6. Rozjezdové a brzdné síly

Dle /4/, čl. 6.5.3

$$q_{lak.LM71} = \alpha \cdot 33 = 1,21 \cdot 33 = 39,93 \text{ kN/m} - \text{rozjezdová síla od zatížení LM71,}$$

$$q_{lbk.LM71} = \alpha \cdot 20 = 1,21 \cdot 20 = 24,2 \text{ kN/m} - \text{brzdná síla od zatížení LM71,}$$

$$q_{lbk.SW/2} = 35 \text{ kN/m} - \text{brzdná síla od zatížení SW/2,}$$

Síla působí v podélném směru v ose koleje. Předpokládám provoz v obou směrech ve všech kolejích na mostě. Rozhoduje zatížení $q_{lak.LM71} = 39,93 \text{ kN/m}$, ostatní případy nejsou vyčíslovány.

2.3. Zemní tlaky na stěny konstrukce

Ve výpočtu je uvažován zemní tlak v klidu. Výpočtový součinitel zemního tlaku

$$K_{rd} = 1 - \sin \phi$$

Zásyp za opěrou tvoří štěrkok frakce 0-32

$$\phi = 33,5^\circ, \gamma = 20 \text{ kN/m}^3, \gamma_\phi = 1,1$$

$$\phi_d = 33,5 / 1,1 = 30,45^\circ$$

$$K_{rd} = 1 - \sin 30,45^\circ = 0,493 \sim 0,5$$

zemní tlak v klidu

	z [m]	γ [kN/m ³]	σ_z [kN/m ²]	k_{rd}	σ_r [kN/m ²]
nahoře	1,3	20	26,0	0,5	13,0
dole	6,8	20	136,0	0,5	68,0

Zemní tlak od přitížení dopravou - rozneseno na celou délku stěny rámu

$$\sigma_z = 1,21 \cdot 250 / (1,6 \cdot 4,64) = 40,75 \text{ kN/m}^2$$

$$k_{rd} = 0,5$$

$$\sigma_x = 40,75 \cdot 0,5 = 20,4 \text{ kN/m}^2$$

2.4. Zatížení změnou teploty

2.4.1. Zatížení rovnoměrnou změnou teploty

Dle /3/ čl. 6.1.3 uvažuji

počáteční teplota konstrukce $T_0 = 10\text{ °C}$

maximální teplota vzduchu $T_{\max} = 39\text{ °C}$

minimální teplota vzduchu $T_{\min} = -31\text{ °C}$

typ konstrukce 3 - betonová

maximální teplota konstrukce $T_{\max} = 39 + 1 = 40\text{ °C}$

minimální teplota konstrukce $T_{\min} = -31 + 8 = -23\text{ °C}$

rovnoměrné oteplení konstrukce $\Delta T_{N+} = 40 - 10 = +30\text{ °C}$

rovnoměrné ochlazení konstrukce $\Delta T_{N-} = -23 - 10 = -33\text{ °C}$

2.4.2. Zatížení nerovnoměrnou změnou teploty - svislá lin. složka - příčel

Dle /3/ čl. 6.1.4.1 uvažuji:

Nerovnoměrné oteplení horního povrchu příčle: $\Delta T_{M,\text{heat}} = 15\text{ °C}$
 $k_{\text{sur}} = 0,6$
 $\Delta T_{M,\text{heat}}' = 15 \cdot 0,6 = 9\text{ °C}$

Nerovnoměrné ochlazení horního povrchu příčle: $\Delta T_{M,\text{cool}} = 8\text{ °C}$
 $k_{\text{sur}} = 1,0$
 $\Delta T_{M,\text{cool}}' = 8 \cdot 1,0 = 8\text{ °C}$

2.4.3. Zatížení nerovnoměrnou změnou teploty stěn

Dle /3/ čl. 6.2.2(2) Uvažuji rozdílné oteplení vnitřního a vnějšího povrchu stěn o 15 °C .

3. Statický model

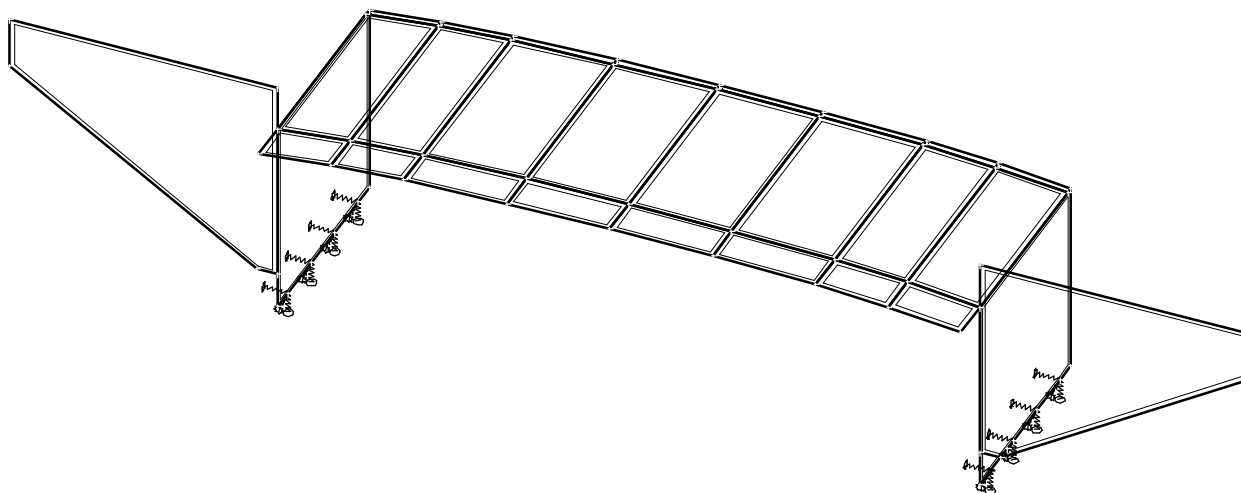
Vnitřní síly byly vypočteny na prostorovém deskostěnovém modelu. Samostatně byla modelována krajní a střední nosná konstrukce. Krajní konstrukce byla modelována včetně křídel. Podepření je modelováno jako pružné, bodové, v místech jednotlivých skupin mikropilot. Tuhost podpor byla stanovena zvláštním výpočtem na 3D modelu založení programem /b/.

uvažované hodnoty tuhostí podpor vypočtené programem /b/:

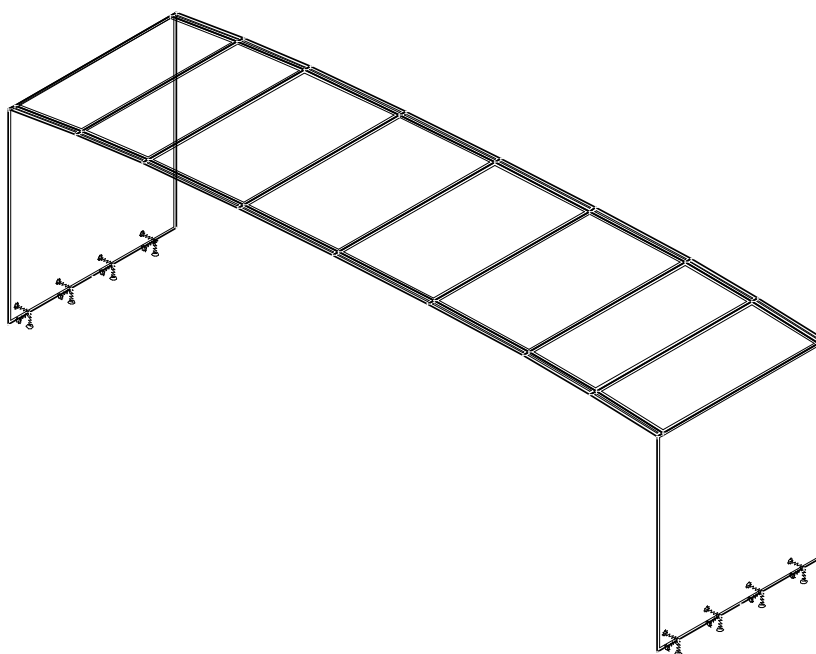
$$k_x = 23\text{ MN/m}$$

$$k_z = 80\text{ MN/m}$$

$$k_z = 308\text{ MNm/rad}$$



statický model krajní konstrukce



statický model střední konstrukce

3.1. Výpočet tuhostí založení

Výpočet byl proveden na 3D modelu pilotového základu programem /b/, postupně pro jednotkové zatížení svislou, vodorovnou silou a ohybovým momentem.

Modelován byl výsek základu o délce 1,16 m, která odpovídá rozteči pilot. Okrajové podmínky modelu byly nastaveny tak, jakoby se jednalo o nekonečný základový pas s konstantní roztečí pilot.

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky výpočtů pro jednotková zatížení. Vstupní hodnoty a výsledky pro jednotlivá zatížení jsou uvedeny na následujících stranách.

Popis uvažovaného geologického souvrství

hloubka [m]*		vrstva	zatřídění	E	γ	ν
od	do	-	-	MPa	kN/m ³	-
0,0	0,9	břidlice silně zvětřalá	R6/CS	8	19,5	0,35
0,9	4,0	břidlice mírně zvětřalá	R6/R5	20	21,0	0,33
4,0	-	prachovec mírně zvětřalý	R5/R4	70	21,8	0,25

*hloubka je uvažována od povrchu upraveného terénu, základová spára je v hloubce 1,13 m

Přehled výsledků výpočtu tuhostí podepření

zatížení	velikost	deformace	velikost	tuhost	velikost
	kN, kNm		mm, mrad		kN/mm, kNm/mrad
F_z	1000	w	12,47	k_z	80
F_x	1000	u	43,25	k_x	23
M_y	1000	ϕ	3,25	k_ϕ	308

TOP CON SERVIZI s.r.o.

TOP CON SERVIZI s.r.o.

Úvodní poznámky a výpočty										abc3D 3D modely statiky základů										© ing. Petr Hurych, 2015										test																																																	
Rozměry modelu										Volený počátek souřadnic										Složky tíhy: násobky g										Výchozí napětí										Uložení stěn modelu																																							
Lx 20, Ly 1.16, Lz 20										Xs 10, Ys Ly/2, Zs 0										ax 0, ay 0, az 0										Xmin upnutá										Xmax upnutá																																							
Průměrné rozměry elementů										Ředění prvků										Min. rozměry prvku										Ymin symetrie dle XZ										Ymax symetrie dle XZ																																							
Fx 3**0.3, ry										rpx 0.3, rpy 1, rpz 0.4										mrz 3**2 cm										Zmin volná										Zmax upnutá																																							
Materiál										Vrstvy podloží																																																																					
typ: E MPa, m, gama kN/m3										h, typ																																																																					
beton: 34000, 0.15, 25.0										0.9, bsz																																																																					
bsz: 8, 0.35, 19.5										3.1, bmz																																																																					
bmz: 20, 0.33, 21.0										16, pmz																																																																					
pmz: 70, 0.25, 21.8																																																																															
Piloty										Dp										L										material																																																	
x, y, z																																																																															
0, 0, 1.45, 0.9, 6, beton																																																																															
Kvádry										Lx										Ly										Lz										material																																							
x min, y min, z min																																																																															
-0.86, -Ly/2, 0.0, 1.66, Ly, 1.45, beton,																																																																															
Válce										a										b										L										Směr																																							
x, y, z																																																																															
Tuhé vazby										Lx										Ly										Lz										kód																																							
x, y, z																																																																															
Pružné vazby										k kN/m										Sx										Sy										Sz																																							
x, y, z																																																																															
Osamělé síly										Fx										Fy										Fz																																																	
x, y, z																																																																															
0.05, 0, 0, 0, 0, 10000, -10000,																																																																															
Zatížení na obdélníku										Lx										Ly										Lz										q0										q1										q2										směr									
x0, y0, z0																																																																															
Dodatky ke vstupům										test										Výčíslení v bodech:										y										z										test																													
Následné výpočty										test																																																																					
Výčíslení deformace a napětí ve vybraných bodech: body[]== // (m, mm, %, kPa)																																																																															
@ č. u mm v w ox % oy oz sigx sigy sigz tauxy																																																																															
1, 8.310, 0.000, 0.011, 0.000, -3.252, 0.0, 8.3, 13.7, 43.0, 0.0																																																																															
Průběh sledovaných veličin podél piloty																																																																															
Číslo piloty: cp=1; DrikP[](cp)==																																																																															
@ z u v w mm Nx Ny Nz kN Tx Ty Tz kPa Mx My																																																																															
0.00 4.6 0.0 0.0 121 0 -3 6 0 -1 0 -759																																																																															
0.30 3.9 0.0 0.0 130 0 -3 4 0 0 0 -750																																																																															
0.60 3.2 0.0 0.0 138 0 -3 3 0 0 0 -715																																																																															
0.90 2.7 0.0 0.0 143 0 -3 2 0 0 0 -675																																																																															
1.20 2.2 0.0 0.0 146 0 -2 2 0 0 0 -633																																																																															
1.50 1.7 0.0 0.0 149 0 -2 1 0 0 0 -590																																																																															
1.80 1.3 0.0 0.0 151 0 -2 1 0 0 0 -547																																																																															
2.10 0.9 0.0 0.0 154 0 -2 2 0 0 0 -504																																																																															
2.40 0.6 0.0 0.0 157 0 -2 4 0 0 0 -460																																																																															
2.70 0.3 0.0 0.0 164 0 -1 0 0 0 0 -416																																																																															
3.00 0.1 0.0 0.0 165 0 -1 -2 0 0 0 -365																																																																															
3.30 -0.1 0.0 0.0 161 0 -1 -4 0 0 0 -315																																																																															
3.60 -0.3 0.0 0.0 155 0 -1 -5 0 0 0 -268																																																																															
3.90 -0.5 0.0 0.0 147 0 -1 -6 0 0 0 -224																																																																															
4.20 -0.6 0.0 0.0 137 0 -1 -6 0 0 0 -182																																																																															
4.50 -0.8 0.0 0.0 127 0 -1 -7 0 0 0 -143																																																																															
4.80 -0.9 0.0 0.0 115 0 -1 -8 0 0 0 -106																																																																															

4. Nosná konstrukce

4.1. Vnitřní síly a kombinace zatížení

Vnitřní síly byly vypočteny na prostorových deskostěnových modelech krajní a střední konstrukce popsaných v předchozí kapitole a pro níže popsané posuzované průřezy jsou vyčísleny v následující tabulce.

Uvedené vnitřní síly jsou určeny v místech lokálních extrémů, jako průměrná hodnota z řezu délky 1 m.

posuzované průřezy krajní konstrukce:

- a – rámový roh – deska příčle v líci stěny v tupém rohu ztuženém křídlem
- b – průřez uprostřed rozpětí na okraji přitíženém konzolou a římsou

posuzované průřezy střední konstrukce:

- c – rámový roh – deska příčle v líci stěny v tupém rohu přitíženém odstředivou silou
- d – průřez uprostřed rozpětí podél volného okraje přitěžovaného odstředivou silou

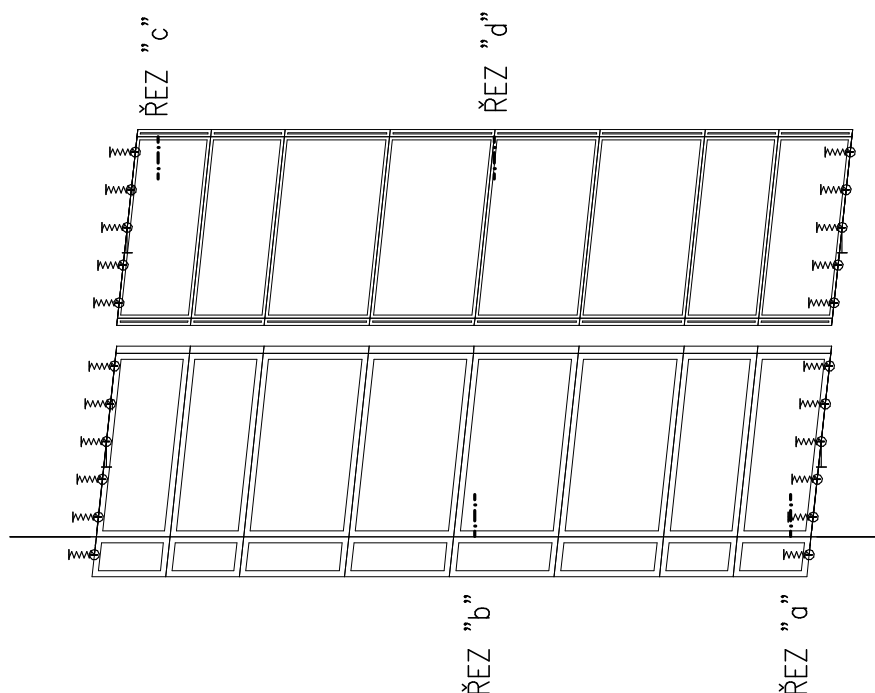


schéma umístění posuzovaných průřezů

VNITŘNÍ SÍLY OD JEDNOTLIVÝCH ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

číslo stavu	veličina	M [kNm/m]				V [kN/m]	
	průřez	roh - kr.	pole - kr.	roh - stř.	pole - stř.	roh - kr.	roh - stř.
	název stavu	a	b	c	d	a	c
1	Vlastní tíha	544,0	357,3	343,2	368,3	294,5	204,4
2	Smršťování	0,0	62,8	0,0	63,9	5,1	6,1
3	Ostatní stálé (vč. zvětš. tl. KL)	502,0	398,7	361,3	388,7	280,8	203,0
4	Zemní tlak v klidu	0,0	0,0	163,7	0,0	16,4	15,2
5	Přetížení zleva	155,2	0,0	0,0	0,0	16,4	12,8
6	Přetížení zprava	0,0	0,0	142,0	0,0	21,0	11,2
15-20	LM71 vč. $\alpha=1,21$ (MAXZS 14 až 19)	640,2	572,6	646,1	643,8	334,1	452,0
14	SW/2	635,7	537,4	641,4	594,8	333,7	449,7
7	Brzdné síly zleva (zprava) od LM71	343,6	0,0	295,5	16,8	41,5	38,7
21	Boční ráz	46,0	17,9	33,4	21,2	50,0	40,2
8	Rovnoměrné oteplení	84,2	0,0	76,9	0,0		
9	Rovnoměrné ochlazení	0,0	82,9	0,0	84,3		
10	Nerovnoměrné oteplení příčle	0,0	175,2	0,0	179,9		
11	Nerovnoměrné oteplení stěn	54,7	0,0	80,9	0,0		
12	Nerovnoměrné ochlazení příčle	290,6	0,0	247,5	0,0		
13	Nerovnoměrné ochlazení stěn	129,5	86,6	22,4	101,8		
	10+13	129,5	261,8	22,4	281,7		
	10+11	54,7	175,2	80,9	179,9		
	12+11	345,3	0,0	328,4	0,0		

- kombinace 12 + 13 nenastává

- hodnoty vnitřních sil od zatížení železniční dopravou jsou uvedeny včetně součinitele $\alpha=1,21$, bez dynamického součinitele

VNITŘNÍ SÍLY OD ZATÍŽENÍ ZMĚNOU TEPLoty

veličina	M [kNm/m]			
	roh - kr.	pole - kr.	roh - stř.	pole - stř.
název stavu	a	b	c	d
Rovnoměrná teplota	84,2	82,9	76,9	84,3
Nerovnoměrná teplota	345,3	261,8	328,4	281,7

Předpis pro kombinaci složek teploty - použije se nepříznivější kombinace z uvedených:

$$\Delta T = \Delta T_M + \omega_N \cdot \Delta T_N, \text{ kde } \omega_N = 0,35$$

$$\Delta T = \omega_M \cdot \Delta T_M + \Delta T_N, \text{ kde } \omega_M = 0,75$$

SLOŽKY PRO KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL

veličina	M [kNm/m]				V [kN/m]	
	roh - kr.	pole - kr.	roh - stř.	pole - stř.	roh - kr.	roh - stř.
název stavu	a	b	c	d	a	c
stálé	1046,0	818,8	868,2	820,9	596,8	428,7
přetížení	155,2	0,0	142,0	0,0	37,4	24,0
gr11 včetně α a Φ	1186,1	741,9	1139,2	851,5	494,1	637,4
gr16 včetně Φ	1137,3	696,8	1096,3	786,6	488,4	629,6
teplota - kombinace	374,8	290,8	355,3	311,2		

Použité předpisy pro tvorbu kombinací dle /1/:

únosnost - z 6.10b

$$\xi \cdot \gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_1$$

únosnost - z 6.10a

$$\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot \psi_{0.1} \cdot Q_1$$

charakteristická kombinace

$$G + Q_1 + \psi_{02} \cdot Q_2$$

kvazistálá kombinace

$$G + \psi_{2.1} \cdot Q_1 + \psi_2 \cdot Q_2 = G + \psi_2 \cdot Q_2$$

kde:

- G je stálé zatížení včetně zemních tlaků
Q₁ je zatížení železničním provozem včetně dynamického součinitele, brzdných sil a zemních tlaků od přetížení vlakem za rubem konstrukce
Q₂ nejnepříznivější kombinace zatížení teplotou

PŘEHLED SOUČINITELŮ

zatížení	γ_F	ξ	ψ_0	ψ_2	Φ_3
stálé	1,35	0,85	-	-	
přetížení	1,45	-	0,80	0,00	
gr11	1,45	-	0,80	0,00	1,28
gr16	1,45	-	0,00	0,00	1,28
teplotou	-	-	0,60	0,50	

KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL PRO POSOUZENÍ PRŮŘEZŮ

veličina průřez	M [kNm/m']				V [kN/m']	
	roh - kr.	pole - kr.	roh - stf.	pole - stf.	roh - kr.	roh - stf.
název stavu	a	b	c	d	a	c
návrhová (6.10b)	3145,1	2015,3	2854,0	2176,6	1455,6	1450,9
návrhová (6.10a)	2968,0	1966,0	2658,3	2095,9	1422,3	1345,9
návrhová (max [6.10a;6.10b])	3145,1	2015,3	2854,0	2176,6	1455,6	1450,9
charakteristická	2612,1	1735,2	2362,6	1859,1		
kvazistálá	1233,4	964,2	1045,9	976,5		
LM71 bez α , Φ	529,1	473,2	534,0	532,1		

4.2. Posouzení železobetonových průřezů rámu NK

Posuzovány jsou průřezy jednotkové šířky 1,0 m.

Posouzení je provedeno dle /5/ a /6/.

4.2.1. Průřez a - rámová příčel ve vetknutí do stěny

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
$M_{e,d/k}$	3145,1	2612,1	1233,4	kNm
Q_{ed}	1455,6	-	-	kN

materiál

ocel 10 505 (R)

$f_{yk} = 500$ MPa
 $\gamma_s = 1,15$
 $f_{yd} = 435$ MPa
 $E_s = 200$ GPa
 $\xi_{bal,1} = 0,617$
 $\xi_{bal,2} = 0,379$

beton C35/45

$f_{ck} = 35$ MPa
 $f_{cm} = 43$ MPa
 $f_{ctm} = 3,2$ MPa
 $f_{ctk,0,05} = 2,2$ MPa
 $E_{cm} = 34$ GPa
 $\varepsilon_{c3} = 0,00175$ pom. přet. na mezi plasticity
 $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$ pom. přet. na mezi porušení
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,9$
 $\alpha_{ct} = 1$
 $f_{cd} = 21,0$ MPa
 $f_{ctd} = 1,47$ MPa

průřez

$h = 1,26$ m
 $b = 1,00$ m
 $c = 50$ mm

výztuž

výška $\phi = 32$ mm
šířka počet = 10 ks
krytí $A_s = 8,04E-03$ m²

$> A_{s,min} = 1,99E-03$ m²
 $< A_{s,max} = 5,04E-02$ m²

mezní stav únosnosti

ohyb

$d = 1,194$ m účinná výška
 $x = 0,208$ m výška tlač. oblasti
 $\xi = 0,174$ poměrná výška tl.obl.
 $z = 1,111$ m rameno vnitřních sil

$< \xi_{max} = 0,62$

$M_{Rd} = 3884,0$ kNm $> M_{ed} = 3145,1$ kNm **VYHOVUJE**

smyk

$$\begin{aligned}
 b_t = b_w &= 1,00 \text{ m} && \text{šířka průřezu pro smyk} \\
 C_{Rd,c} &= 0,12 \\
 k &= 1,409 \\
 k_1 &= 0,15 \\
 A_{sl} &= 8,04E-03 \text{ m}^2 && \text{plocha tahové výztuže, která zasahuje min. } l_{bd} + d \text{ směrem k podpoře} \\
 \rho_l &= 6,74E-03 \\
 V_{min} &= 0,346 \\
 V_{Rd,c} &= 579,0 \text{ kN} &< V_{ed} = 1455,6 \text{ kNm} && \text{JE TŘEBA NAVRHNOUT} \\
 &&&&& \text{SMYKOVOU VÝZTUŽ}
 \end{aligned}$$

svislá smyková výztuž

$$\begin{aligned}
 \phi &= 14 \text{ mm} && \text{profil} \\
 n &= 3,33 \text{ ks} && \text{počet střihů} \\
 s &= 0,3 \text{ m} && \text{vzdálenost řad} \\
 \alpha &= 90^\circ && \text{sklon smykové výztuže (od vodorovné)} \\
 \cot \theta &= 2,50 && \text{sklon tlakových diagonál} \\
 v_1 &= 0,516 \\
 V_{Rd,s} &= 2063,0 \text{ kN} && \text{únosnost smykové výztuže} \\
 V_{Rd,max} &= 4150,4 \text{ kN} && \text{únosnost tlakové diagonály} \\
 V_{Rd,s} &= 2063,0 \text{ kN} &> V_{ed} = 1455,6 \text{ kNm} && \text{VYHOVUJE} \\
 F_{td} &= 1819,5 \text{ kN} && \text{přírůstek tahové síly v podélné výztuži}
 \end{aligned}$$

mezní stav omezení napětí

$$\begin{aligned}
 M_{ek} &= 2612,1 \text{ kNm} \\
 \alpha_e &= 15,0 && \text{pracovní součinitel dle čl.6 ČSN 73 6214 (01/2014)} \\
 x &= 0,4295 \text{ m} \\
 I_{xi} &= 9,69E-02 \text{ m}^4 \\
 \sigma_c &= 11,6 \text{ MPa} &< 0,6f_{ck} = 21 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\
 \sigma_s &= 309,1 \text{ MPa} &< 0,8f_{yk} = 400 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

mezní stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

$$\begin{aligned}
 M_{ek} &= 1233,4 \text{ kNm} \\
 \alpha_e &= 15,0 && \text{pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení} \\
 x &= 0,429 \text{ m} \\
 I_{xi} &= 9,69E-02 \text{ m}^4 \\
 \sigma_c &= 5,5 \text{ MPa} &< 0,45f_{ck} = 15,75 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\
 \sigma_s &= 145,9 \text{ MPa} \\
 w_k &= 0,14 \text{ mm} &< w_{lim} = 0,2 \text{ mm} && \text{VYHOVUJE} \\
 s_{r,max} &= 282 \text{ mm} && k_1 = 0,8 \\
 \rho_{p,eff} &= 4,87E-02 && k_2 = 0,5 \\
 h_{c,eff} &= 0,165 && k_3 = 3,4 \\
 k_t &= 0,4 && k_4 = 0,425
 \end{aligned}$$

**únava - železniční
výpočet rozkmitu napětí**

	LM71 bez α , bez Φ		stálé	
	min	max	min	
M	0,0	529,1	1534,7	kNm
σ_c	0,0	2,3	6,8	MPa
σ_s	0,0	62,6	181,6	MPa

únava - výztuž - dle EN1992-2, NN.3.1

$\gamma_{F, \text{fat}}$	=	1,0	
$\Delta\sigma_{s,71}$	=	62,6	MPa rozkmit napětí v oceli vyvolaný zatížením LM71
Φ_2	=	1,17	dyn. součinitel dle ČSN EN 1991-2 čl. 6.4.5.2 vč. Z4 čl. NA 2.56
L_Φ	=	17,00	náhradní délka pro výpočet dyn. součinitele
λ_s	=	0,62	opravný součinitel
$\lambda_{s,1}$	=	0,71	druh konstrukčního prvku, délka příčinkové čáry, EN1992-2, př.NN
$\lambda_{s,2}$	=	0,87	roční objem dopravy
$\lambda_{s,3}$	=	1	životnost
$\lambda_{s,4}$	=	1,00	účinek dalších kolejí na vícekolejných mostech
L	=	17,00	m rozhodující délka příčinkové čáry
$\lambda_{s,1,2m}$	=	0,85	
$\lambda_{s,1,20m}$	=	0,70	
k_2	=	9	sklon S-N křivky, EN1992-1-1, tab.6.3N
Vol	=	7,3	10 ⁶ t roční objem dopravy (mil.tun/kolej/rok)
N _{Years}	=	100	let návrhová životnost
$\Delta\sigma_{s, \text{equ}, d}$	=	45,3	MPa poškozující ekvivalentní rozkmit napětí pro posouzení oceli
$\Delta\sigma_{Rsk}$	=	162,5	MPa
$\gamma_{s, \text{fat}}$	=	1,15	
$\Delta\sigma_{Rsd}$	=	141,3	MPa
$\Delta\sigma_{s, \text{equ}, d}$	=	45,3	MPa < $\Delta\sigma_{Rsd} = 141,3$ MPa VYHOVUJE

únava - beton - dle EN1992-2, NN.3.2

$\gamma_{sd} =$		
$t =$	28	dny stáří betonu v době prvního zatížení
třída cementu (R, N, S):	N	
$s =$	0,25	
$\beta_{cc} =$	1,000	
$k_1 =$	0,850	
$f_{cd,fat} =$	15,35	MPa
$\sigma_{c,perm} =$	6,80	MPa trvale působící napětí
$\sigma_{c,max,71^*} =$	2,74	MPa max. napětí od LM71 včetně dyn. účinků
$\sigma_{c,min,71^*} =$	0,00	MPa min. napětí od LM71 včetně dyn. účinků
$\lambda_c =$	0,81	opravný součinitel
$\lambda_{c,0} =$	1,03	trvale působící napětí
$\lambda_{c,1} =$	0,84	druh konstrukčního prvku, délka příčinkové čáry, EN1992-2, př.NN
$\lambda_{c,2,3} =$	0,93	roční objem dopravy a životnost
$\lambda_{c,4} =$	1,00	účinek dalších kolejí na vícekolejných mostech
$L =$	17,00	m rozhodující délka příčinkové čáry
$\lambda_{c,1,2m} =$	0,70	
$\lambda_{c,1,20m} =$	0,85	
$\sigma_{cd,max,eq} =$	9,01	MPa horní napětí poškozujícího ekvivalentního spektra pro 10^6 cyklů
$\sigma_{cd,min,eq} =$	6,80	MPa horní napětí poškozujícího ekvivalentního spektra pro 10^6 cyklů
$R_{equ} =$	0,755	
$E_{cd,max,eq} =$	0,587	
$E_{cd,min,eq} =$	0,443	
$14 \cdot (1 - E_{cd,max,eq}) / (1 - R_{equ})^{0,5} = 11,7 > 6$ VYHOVUJE		

4.2.2. Průřez d – rámová příčel v polovině rozpětí

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
$M_{e,d/k}$	2176,6	1859,1	976,5	kNm

materiál

ocel 10 505 (R)

$f_{yk} = 500$ MPa
 $\gamma_s = 1,15$
 $f_{yd} = 435$ MPa
 $E_s = 200$ GPa
 $\xi_{bal,1} = 0,617$
 $\xi_{bal,2} = 0,379$

beton C35/45

$f_{ck} = 35$ MPa
 $f_{cm} = 43$ MPa
 $f_{ctm} = 3,2$ MPa
 $f_{ctk,0,05} = 2,2$ MPa
 $E_{cm} = 34$ GPa
 $\varepsilon_{c3} = 0,00175$ pom. přet. na mezi plasticity
 $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$ pom. přet. na mezi porušení
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,9$
 $\alpha_{ct} = 1$
 $f_{cd} = 21,0$ MPa
 $f_{ctd} = 1,47$ MPa

průřez

$h = 0,85$ m výška
 $b = 1,00$ m šířka
 $c = 50$ mm krytí

výztuž

$\phi = 32$ mm
 počet = 10 ks
 $A_s = 8,04E-03$ m²

$> A_{s,min} = 1,30E-03$ m²
 $< A_{s,max} = 3,40E-02$ m²

mezní stav únosnosti

ohyb

$d = 0,784$ m účinná výška
 $x = 0,208$ m výška tlač. oblasti
 $\xi = 0,265$ poměrná výška tl.obl. $< \xi_{max} = 0,62$
 $z = 0,701$ m rameno vnitřních sil

$M_{Rd} = 2450,3$ kNm $> M_{ed} = 2176,6$ kNm **VYHOVUJE**

mezní stav omezení napětí

$M_{ek} = 1859,1$ kNm

$\alpha_e = 15,0$ pracovní součinitel dle čl.6 ČSN 73 6214 (01/2014)

$x = 0,3307$ m

$I_{xi} = 3,68E-02$ m⁴

$\sigma_c = 16,7$ MPa $< 0,6f_{ck} = 21$ MPa **VYHOVUJE**

$\sigma_s = 343,1$ MPa $< 0,8f_{yk} = 400$ MPa **VYHOVUJE**

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
$M_{e,d/k}$	2176,6	1859,1	976,5	kNm

materiál

ocel	10 505 (R)	beton	C35/45
f_{yk}	= 500 MPa	f_{ck}	= 35 MPa
γ_s	= 1,15	f_{cm}	= 43 MPa
f_{yd}	= 435 MPa	f_{ctm}	= 3,2 MPa
E_s	= 200 GPa	$f_{ctk,0,05}$	= 2,2 MPa
$\xi_{bal,1}$	= 0,617	E_{cm}	= 34 GPa
$\xi_{bal,2}$	= 0,379	ε_{c3}	= 0,00175 pom. přet. na mezi plasticity
		ε_{cu3}	= 0,0035 pom. přet. na mezi porušení
		γ_c	= 1,5
		α_{cc}	= 0,9
		α_{ct}	= 1
		f_{cd}	= 21,0 MPa
		f_{ctd}	= 1,47 MPa

průřez

		výztuž	
h	= 0,85 m	výška ϕ	= 32 mm
b	= 1,00 m	šířka počet	= 10 ks
c	= 50 mm	krytí A_s	= 8,04E-03 m ²
			> $A_{s,min}$ = 1,30E-03 m ²
			< $A_{s,max}$ = 3,40E-02 m ²

mezní stav únosnosti

ohyb

d	= 0,784 m	účinná výška	
x	= 0,208 m	výška tlač. oblasti	
ξ	= 0,265	poměrná výška tl.obl.	< ξ_{max} = 0,62
z	= 0,701 m	rameno vnitřních sil	
M_{Rd}	= 2450,3 kNm	> M_{ed}	= 2176,6 kNm VYHOVUJE

mezní stav omezení napětí

M_{ek}	= 1859,1 kNm		
α_e	= 15,0	pracovní součinitel dle čl.6 ČSN 73 6214 (01/2014)	
x	= 0,3307 m		
I_{xi}	= 3,68E-02 m ⁴		
σ_c	= 16,7 MPa	< $0,6f_{ck}$	= 21 MPa VYHOVUJE
σ_s	= 343,1 MPa	< $0,8f_{yk}$	= 400 MPa VYHOVUJE

únava - beton - dle EN1992-2, NN.3.2

$\gamma_{sd} =$		
$t =$	28	dni stáří betonu v době prvního zatížení
třída cementu (R, N, S):	N	
$s =$	0,25	
$\beta_{cc} =$	1,000	
$k_1 =$	0,850	
$f_{cd,fat} =$	15,35	MPa
$\sigma_{c,perm} =$	8,76	MPa trvale působící napětí
$\sigma_{c,max,71^*} =$	5,57	MPa max. napětí od LM71 včetně dyn. účinků
$\sigma_{c,min,71^*} =$	0,00	MPa min. napětí od LM71 včetně dyn. účinků
$\lambda_c =$	0,55	opravný součinitel
$\lambda_{c,0} =$	1,05	trvale působící napětí
$\lambda_{c,1} =$	0,56	druh konstrukčního prvku, délka příčinkové čáry, EN1992-2, př.NN
$\lambda_{c,2,3} =$	0,93	roční objem dopravy a životnost
$\lambda_{c,4} =$	1,00	účinek dalších kolejí na vícekolejných mostech
$L =$	17,00	m rozhodující délka příčinkové čáry
$\lambda_{c,1,2m} =$	0,75	
$\lambda_{c,1,20m} =$	0,55	
$\sigma_{cd,max,eq} =$	11,86	MPa horní napětí poškozujícího ekvivalentního spektra pro 10^6 cyklů
$\sigma_{cd,min,eq} =$	8,76	MPa horní napětí poškozujícího ekvivalentního spektra pro 10^6 cyklů
$R_{equ} =$	0,739	
$E_{cd,max,eq} =$	0,772	
$E_{cd,min,eq} =$	0,571	
$14 \cdot (1 - E_{cd,max,eq}) / (1 - R_{equ})^{0,5} = 6,2 > 6$ VYHOVUJE		

4.3. Průhyb

Svislý průhyb uprostřed rozpětí příčle středního rámu vypočtený programem /a/ od svislého zatížení schématem LM-71, včetně klasifikačního součinitele $\alpha=1,21$

$$w = 14,2 \text{ mm}$$

Svislý průhyb uprostřed rozpětí příčle středního rámu vypočtený programem /a/ od svislého zatížení schématem SW/2

$$w = 14,6 \text{ mm}$$

Tento průhyb je dle /1/, čl. A2.4.4.2.3 omezen hodnotou $w_{lim} = L / 600 = 17000 / 600 = 28,3 \text{ mm}$.

$$w = 14,6 \text{ mm} < w_{lim} = 28,3 \text{ mm} - \text{VYHOVUJE}$$

5. Pilotové základy

5.1. Přehled sil na piloty

Vnitřní síly byly vypočteny na prostorovém deskostěnovém modelu popsaném v kapitole 3. Vyhodnoceny jsou výsledky pro krajní piloty v tupých rozích na krajní a střední nosné konstrukci.

SÍLY NEJZATÍŽENĚJŠÍ PILOTU

od jednotlivých zatěžovacích stavů		krajní konstrukce					střední konstrukce				
číslo stavu	veličina název stavu	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	Vlastní tíha	-52,7	-0,1	580,7	-163,4	75,2	69,5	-0,1	396,2	3,7	-90,3
2	Smršťování	23,0	-12,4	3,3	2,2	70,4	-22,7	12,4	3,2	-2,0	-71,8
3	Ostatní stálé (vč. zvětš. tl. KL)	-68,1	0,2	347,6	-106,8	96,8	71,3	-0,1	223,4	10,7	-92,6
4	Zemní tlak v klidu	89,1	-25,4	-17,4	13,0	-161,0	-93,9	25,3	-17,1	-14,9	159,3
5	Přetížení zleva	-44,2	0,5	13,7	-9,9	-87,2	-82,7	13,4	-22,0	-20,0	-28,0
6	Přetížení zprava	80,5	-13,1	-23,0	19,0	21,4	45,2	-0,4	12,6	9,0	94,3
14	SW/2	-105,1	0,3	340,6	-40,8	152,5	105,2	-0,4	419,2	197,0	-137,5
7	Brzdné síly zprava (LM71)	-84,5	-1,0	34,7	-4,1	-132,9	84,8	7,8	25,1	-10,2	138,3
21	Boční ráz	5,2	23,5	45,6	-80,2	-1,2	-5,2	-23,5	43,0	81,8	0,1
8	Rovnoměrné oteplení	-27,6	14,9	-3,9	-2,6	-84,4	27,2	-14,9	-3,8	2,4	86,2
9	Rovnoměrné ochlazení	30,4	-16,4	4,3	2,9	92,9	-30,0	16,4	4,2	-2,6	-94,8
10	Nerovnoměrné oteplení příčle	28,8	-0,1	-2,2	-1,4	-43,8	-26,9	0,1	-2,0	0,2	37,0
11	Nerovnoměrné oteplení stěn	0,9	0,1	-0,8	10,8	100,4	0,2	-0,3	-0,8	-14,5	-119,8
12	Nerovnoměrné ochlazení příčle	-25,6	0,1	1,9	1,2	38,9	23,9	-0,1	1,8	-0,2	-32,9
13	Nerovnoměrné ochlazení stěn	-0,9	-0,1	0,8	-10,8	-100,4	-0,2	0,3	0,8	14,5	119,8
15	LM71 vč. $\alpha=1,21$	-103,4	0,3	305,1	-35,9	145,9	85,1	0,0	411,3	182,0	-119,9
16	LM71 vč. $\alpha=1,21$	-103,3	0,3	314,8	-36,2	150,5	90,5	0,0	414,2	185,3	-129,6
17	LM71 vč. $\alpha=1,21$	-102,1	0,3	324,3	-36,5	153,1	95,3	-0,1	406,9	184,4	-136,6
18	LM71 vč. $\alpha=1,21$	-99,9	0,3	333,5	-36,9	152,9	99,1	-0,2	399,1	183,2	-140,0
19	LM71 vč. $\alpha=1,21$	-96,5	0,3	342,3	-37,3	149,4	102,0	-0,2	390,6	181,8	-140,4
20	LM71 vč. $\alpha=1,21$	-91,8	0,2	331,6	-36,8	143,3	101,9	-0,3	376,1	176,7	-136,2
							104,0	-0,4	368,5	175,5	-132,9
	MAX										
15 až 20	LM-71-Rx _{MAX}	-96,5	0,3	342,3	-37,3	149,4	90,5	0,0	414,2	185,3	-129,6
15 až 20	LM-71-Rz _{MAX}	-103,3	0,3	314,8	-36,2	150,5	104,0	-0,4	368,5	175,5	-132,9
	10+13	27,9	-0,2	-1,3	-12,1	-144,2	-27,1	0,4	-1,2	14,7	156,8
	10+11	29,7	-0,1	-3,0	9,4	56,6	-26,7	-0,2	-2,8	-14,3	-82,8
	12+11	-24,7	0,2	1,1	12,0	139,3	24,1	-0,4	1,0	-14,7	-152,6

- kombinace 12 + 13 nenastává

SÍLY OD ZATÍŽENÍ ZMĚNOU TEPLoty

		krajní konstrukce					střední konstrukce				
veličina		Rx	Ry	Rz	Mx	My	Rx	Ry	Rz	Mx	My
název stavu		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Rovnoměrná teplota	max My	30,4	-16,4	4,3	2,9	92,9	-30,0	16,4	4,2	-2,6	-94,8
	max e	-27,6	14,9	-3,9	-2,6	-84,4	27,2	-14,9	-3,8	2,4	86,2
Nerovnoměrná teplota	max My	-24,7	0,2	1,1	12,0	139,3	24,1	-0,4	1,0	-14,7	-152,6
	min	27,9	-0,2	-1,3	-12,1	-144,2	24,1	-0,4	1,0	-14,7	-152,6

SLOŽKY PRO KOMBINACE

		krajní konstrukce					střední konstrukce				
veličina		Rx	Ry	Rz	Mx	My	Rx	Ry	Rz	Mx	My
název kombinace		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
stálé		-8,6	-37,76	914,15	-255	81,34	24,25	37,44	605,68	-2,52	-95,49
přetížení	max Rz	-44,2	0,54	13,7	-9,87	-87,18	45,16	-0,43	12,6	9,01	94,31
	max e	80,5	-13,12	-23,0	19,03	21,35	-82,7	13,36	-22,0	-19,97	-28
gr ₁₁ včetně α	max Rz	-175,8	22,77	422,6	-121,5	15,3	170,02	-15,74	482,28	256,82	8,8
	max e	-24	-22,19	234,44	48,05	284,6	24,42	15,36	300,35	103,96	-271,3
teplota - kombinace	max My	11,833	-16,26	5,165	11,885	197,36	-11,87	16,1	4,9375	-13,62	-209,3

VÝSLEDNÉ KOMBINACE SIL NA PILOTU

		krajní konstrukce					střední konstrukce				
veličina		Rx	Ry	Rz	Mx	My	Rx	Ry	Rz	Mx	My
název kombinace		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
návrhová (6.10b)	max Rz	-328,9	-9,53	1682	-483,2	-10,89	339,8	19,52	1413	382,6	39,93
	max e	72,01	-94,53	1355,6	-195,4	536,91	-56,68	84,606	1098,7	118,89	-543,6
návrhová (6.10a)	max Rz	-266,8	-23,94	1740,2	-496,7	26,428	282,35	31,787	1391,7	304,96	-9,304
	max e	53,9	-91,94	1479	-266,5	464,7	-34,87	83,86	1141	94,03	-476,1
charakteristická	max Rz	-221,5	-24,2	1353,5	-379,3	127,87	232,31	30,93	1103,5	255,14	-118
	max e	54,97	-82,82	1128,7	-180,8	505,66	-41,15	75,82	887,03	73,297	-520,4
kvazistálá	max	-1,727	-47,19	917,15	-248,1	195,81	17,364	46,778	608,54	-10,42	-216,9

SÍLY PŘEPOČTENÉ NA ROVINNÉ PŮSOBNÍ

		M	N	Q
		[kNm]	[kN]	[kN]
návrhová	max Rz	497,4	1740,2	267,9
	max e	556,4	1098,7	101,8
charakteristická	max Rz	400,3	1353,5	222,8
	max e	525,5	887,0	86,3
kvazistálá	max Rz	316,1	917,1	47,2
	max e	217,1	608,5	49,9

Uvedené kombinace sil byly zadány do programu /b/, do modelu popsaného v kapitole 3.1. Byly vyčísleny vnitřní síly v pilotách deformace základu od uvedených kombinací zatížení.

MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY NA PILOTĚ A DEFORMACE ZÁKLADU

vypočtené programem /b/, uvaženo spolupůsobení základu se zemínou

		M	N	Q	u	w	ϕ
návrhová	max Rz	621	1594	267,9	15,8	21,7	3,88
	max e	511	1006	101,8	9,08	13,71	2,66
charakteristická	max Rz	507	1240	222,8	13,02	16,9	3,18
	max e	473	813	86,3	8,14	11,07	2,44
kvazistálá	max Rz	282	839	47,2	4,71	11,44	1,43
	max e	209	557	49,9	3,99	7,59	1,13

Předpokládané sednutí základu od kvazistálé kombinace zatížení je 4,7 mm.

5.2. Posouzení svislé únosnosti pilot

Posouzení pilot bylo provedeno programem /c/.

Vstupní data

Parametry zemín

břidlice zvětřalá R5

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	27,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	60,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,33
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	20,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	23,00 kN/m ³
Úhel roznášení :	β	=	15,00 °

Geometrie konstrukce

Geometrie piloty

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0.88$ m

Délka $l = 6.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 0.05$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 1.57$ m

Redukce odporu na patě = 0.80

Redukce odporu na plášti = 0.60

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy ČSN 73 1201 R.

Beton : B 25

Pevnost v tlaku $R_{bd} = 14.50$ MPa

Pevnost v tahu $R_{btd} = 1.05$ MPa

Modul pružnosti $E_b = 30000.00$ MPa


Ocel podélná : 10 505 R

Pevnost v tahu $R_{sd} = 450.00$ MPa

Pevnost v tlaku $R_{scd} = 420.00$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 210000.00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	břidlice zvětřalá R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	ANO		Výpočtové	Výpočtové	1594.00	0.00	-651.00	267.90	0.00
2	ANO		Kvazistálé	Výpočtové	839.00	0.00	-282.00	47.20	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2.50 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu

Výpočet proveden podle teorie mezních stavů s redukcí vstupních parametrů zemin.

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření	$\gamma_{m\phi}$	=	1.10
Součinitel redukce soudržnosti	γ_{mc}	=	1.40

Posouzení čís. 1

Výpočet mezní zatěžovací křivky piloty - výsledky

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1.(Výpočtové)

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření	Q_{yu}	=	1402.14	kN
Velikost sedání odpovídající síle Q_{yu}	s_y	=	5.7	m
				m

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty	Q_{bu}	=	1590.71	kN
Celková únosnost	Q_{pu}	=	2629.75	kN

Pro zatížení $Q = 1594.00$ kN je sednutí piloty 8.7 mm

Posouzení čís. 2

Výpočet mezní zatěžovací křivky piloty - výsledky

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 2.(Kvazistálé)

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření	Q_{yu}	=	1402.14	kN
Velikost sedání odpovídající síle Q_{yu}	s_y	=	5.7	m
				m

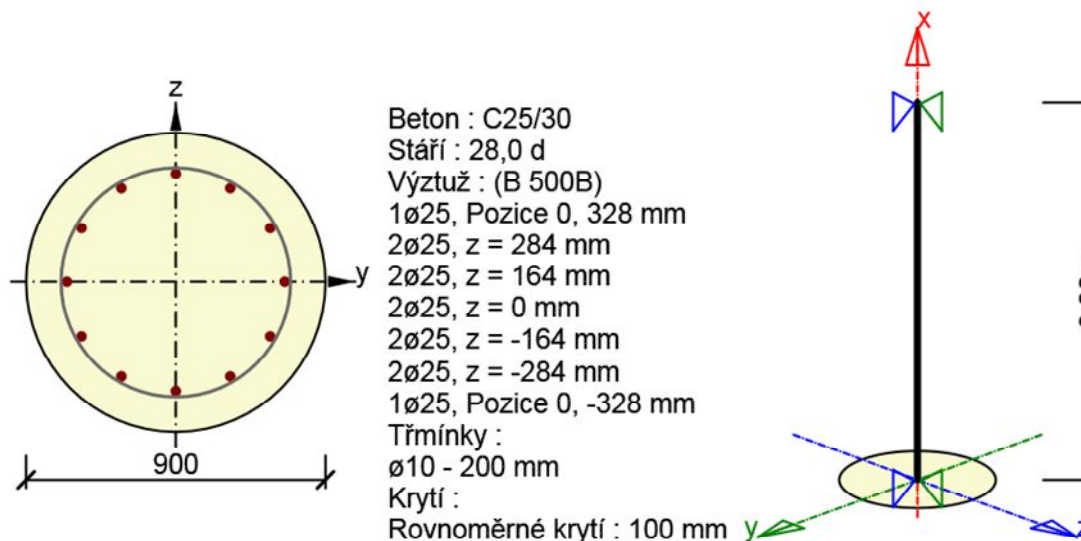
Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty	Q_{bu}	=	1590.71	kN
Celková únosnost	Q_{pu}	=	2629.75	kN

Pro zatížení $Q = 839.00$ kN je sednutí piloty 2.0 mm

5.3. Posouzení ŽB průřezu pilot

Posouzení pilot bylo provedeno programem /d/.



5.3.1. Posudek pro maximální svislou sílu

Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	Poloha zatížení	N	Vy	Vz	T	My	Mz
Celkové	Základní MSÚ	Aktuální	-1594,00	0,00	267,90	0,00	621,00	0,00
Imperfekce	Základní MSÚ	Aktuální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Účinky druhého řádu	Základní MSÚ	Aktuální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové	Charakteristická	Aktuální	-1240,00	0,00	0,00	0,00	507,00	0,00
Imperfekce	Charakteristická	Aktuální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové	Kvazistálá	Aktuální	-839,00	0,00	0,00	0,00	282,00	0,00
Imperfekce	Kvazistálá	Aktuální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Začátek	Základní MSÚ	Aktuální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Konec	Základní MSÚ	Aktuální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1.1.1.4. Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N [kN]	EdM [kNm]	Ed,yM [kNm]	Ed,zM [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-1594,00	621,00	0,00		Nu-Mu-Mu	48,80	100,00	OK

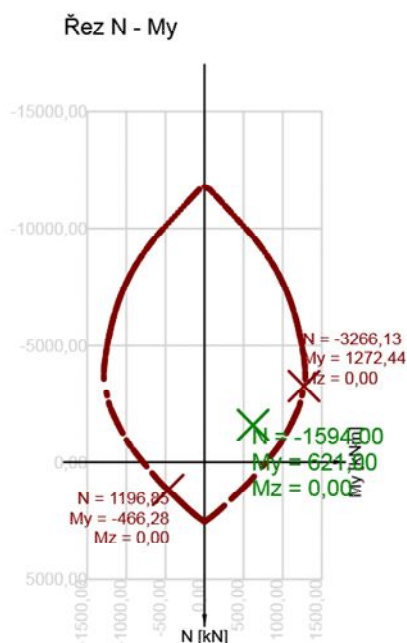
Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F Ed	F Rd1	F Rd2
N [kN]	-1594,00	-3266,13	1196,85
M y [kNm]	621,00	1272,44	-466,28
M z [kNm]	0,00	0,00	0,00

Vysvětlení

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

F Rd1	První sada sil na mezi únosnosti odpovídající prvnímu průřezu na interakční ploše
F Rd2	Druhá sada sil na mezi únosnosti odpovídající druhému průřezu na interakční ploše
N Ed	Návrhová normálová síla
M Ed,y/z	Celkový návrhový ohybový moment kolem osy y, respektive z
M 0,y/z	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z
M 0Ed,y/z	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z, včetně vlivu imperfekcí
M 2,y/z	Jmenovitý moment druhého řádu kolem osy y, respektive z



1.1.1.5. Omezení napětí

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vlákně betonu	7	67,17	100,00	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vlákně	y [mm]	iz [mm]	N [kN]	M [kNm]	yM [kNm]	zσ [MPa]	σ [MPa]	lim [%]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(3)-Quasi	7	0	450	-839,00	282,00	0,00	-4,40	-11,25	39,11		OK
7.2(2)-Char	7	0	450	-1240,00	507,00	0,00	-10,08	-15,00	67,17		OK

Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y [mm]	iz [mm]	N [kN]	M [kNm]	yM [kNm]	zσ [MPa]	σ [MPa]	lim [%]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	10	0	-328	-1240,00	507,00	0,00	174,55	400,00	43,64		OK

Součinitel dotvarování

Způsob určení	φ (t,t0)
Zadání	2,50

Upozornění

⚠ Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku f_{ck} stanovená ve stáří 28 dní přesahuje nebo nedosahuje hodnot doporučených v čl. 3.1.2 (102)

⚠ Beton v tahu je vyloučen z působení, protože je průřez porušen trhlinami, viz čl. 7.1 (2)

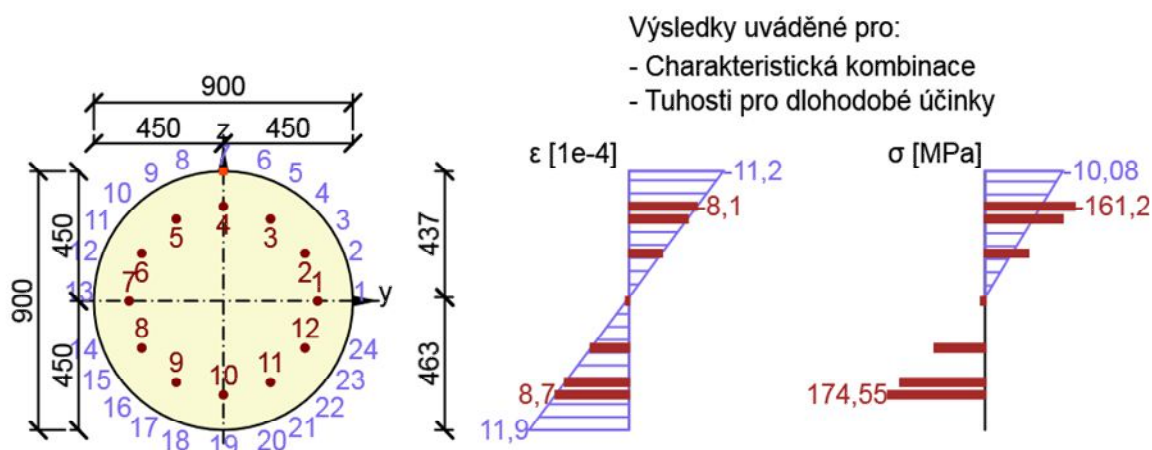
⚠ Horní nebo dolní návrhová hodnota vnitřních sil v řezu u jedné z kombinací MSP vyvolala napětí betonu v tahu větší, než je pevnost betonu v tahu (průřez je potrhán). Na základě nastavení výpočtu se proto předpokládá vyloučení působení betonu v tahu pouze při posouzení použitelnosti pro danou návrhovou hodnotu vnitřních sil. Předpoklady výpočtu pro posudky MSP v rámci jiných kombinací daného extrému ani jiného extrému daného řezu nejsou ovlivněny.

Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Typ posudku	Číslo ustanovení normy a typ kombinace použité pro posouzení omezení napětí
Část průřezu	Specifikace části průřezu (např. vlákně betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel), ve které byla zjištěna extrémní

	hodnota posuzované veličiny
Index	Číslo vlákna betonu, výztužné vložky nebo předpjatého kabelu, ve kterých byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
y _i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z _i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
N	Normálová síla pro příslušnou kombinaci zatížení
M _y	Ohybový moment okolo osy y pro příslušnou kombinaci zatížení
M _z	Ohybový moment okolo osy z pro příslušnou kombinaci zatížení
σ	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
σ _{lim}	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
φ (t,t ₀)	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování
h ₀	Náhradní rozměr průřezu = 2A _c /u, kde A _c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A _c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



1.1.1.6. Šířka trhlin

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M [kNm]	yM [kNm]	z _w [mm]	k _w [mm]	lim [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-839,00	282,00	0,00	0,000	0,300	0,00	100,00	100,00	OK

Součinitel dotvarování

Způsob určení	φ (t,t ₀)
Zadání	2,50

Upozornění

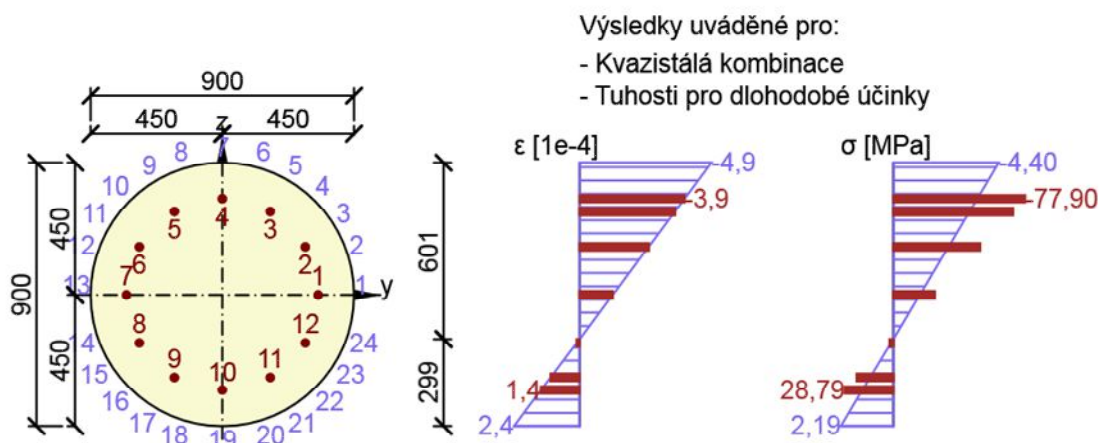
- Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku f_{ck} stanovená ve stáří 28 dní přesahuje nebo nedosahuje hodnot doporučených v čl. 3.1.2 (102)
- Pro krátkodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)
- Pro dlouhodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)

Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
--------	------------

N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
M _y	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení
M _z	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
w _k	Šířka trhlin vypočtená podle čl. 7.3.4
w _{lim}	Mezní hodnota šířky trhlin podle tabulky 7.101N
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
y _i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z _i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
ε	Poměrné přetvoření části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro danou kvazistálou kombinaci zatížení
σ	Napětí v části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro danou kvazistálou kombinaci zatížení
φ(t,t ₀)	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování
h ₀	Náhradní rozměr průřezu = 2A _c /u, kde A _c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A _c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



5.3.2. Posudek pro maximální excentricitu

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
-1006,00	511,00	0,00	Nu-Mu-Mu	42,18	100,00	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F Ed	F Rd1	F Rd2
N [kN]	-1006,00	-2384,90	1023,14
M y [kNm]	511,00	1211,42	-519,70
M z [kNm]	0,00	0,00	0,00

Přepočet vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekcí)

Osa	N Ed [kN]	M Ed,y/z [kNm]	M 0,y/z [kNm]	M 0Ed,y/z [kNm]	M 2,y/z [kNm]
y					
z					

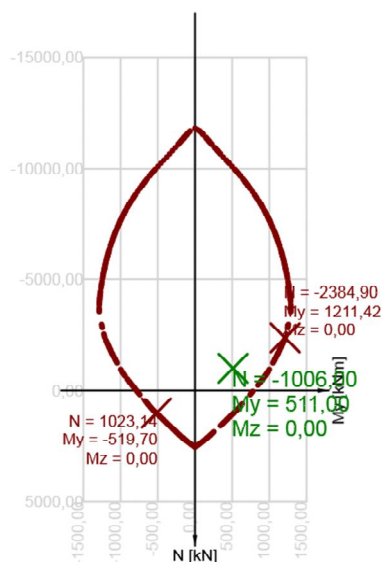
Upozornění

Žádná upozornění

Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
N Ed	Návrhová hodnota působící normálové síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
M Ed,y	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
M Ed,z	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výtuzné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Nu-Mu-Mu	Únosnost průřezu je určena za předpokladu proporcionální změny všech složek působících vnitřních sil (excentricita normálové síly zůstává konstantní) až do okamžiku dosažení interakční plochy. Změnu působících vnitřních sil lze interpretovat jako pohyb podél přímky spojující počátek souřadné soustavy (0,0,0) a bod určený působícími vnitřními silami (NEd, MEd,y, MEd,z). Dva průsečíky této přímky s interakční plochou, které lze nalézt, reprezentují dvě sady sil na mezi únosnosti. V každém průsečíku určí program tři síly na mezi únosnosti: návrhovou únosnost NRd a odpovídající návrhové únosnosti v ohybu MRdy, MRdz.
F Ed	Návrhová hodnota působící síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
F Rd1	První sada sil na mezi únosnosti odpovídající prvnímu průsečíku na interakční ploše
F Rd2	Druhá sada sil na mezi únosnosti odpovídající druhému průsečíku na interakční ploše
N Ed	Návrhová normálová síla
M Ed,y/z	Celkový návrhový ohybový moment kolem osy y, respektive z
M 0,y/z	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z
M 0Ed,y/z	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z, včetně vlivu imperfekcí
M 2,y/z	Jmenovitý moment druhého řádu kolem osy y, respektive z

Řez N - My



Omezení napětí

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vlákno betonu	7	64,19	100,00	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y i [mm]	z i [mm]	N [kN]	M y [kNm]	M z [kNm]	σ [MPa]	σ lim [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(3)-Quasi	7	0	450	-557,00	209,00	0,00	-3,18	-11,25	28,23	OK
7.2(2)-Char	7	0	450	-813,00	473,00	0,00	-9,63	-15,00	64,19	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(2)-Char	10	0	-328	-813,00	473,00	0,00	217,77	400,00	54,44	OK

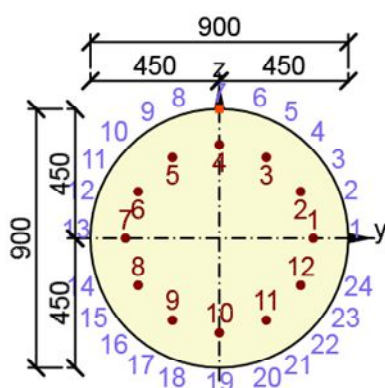
Součinitel dotvarování

Způsob určení	$\varphi(t, t_0)$
Zadání	2,50

Vysvětlení

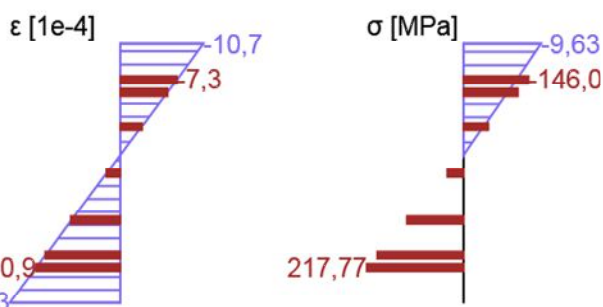
Symbol	Vysvětlení
Typ posudku	Číslo ustanovení normy a typ kombinace použité pro posouzení omezení napětí
Část průřezu	Specifikace části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel), ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Index	Číslo vlákna betonu, výztužné vložky nebo předpjatého kabelu, ve kterých byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
y i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
N	Normálová síla pro příslušnou kombinaci zatížení
M y	Ohybový moment okolo osy y pro příslušnou kombinaci zatížení
M z	Ohybový moment okolo osy z pro příslušnou kombinaci zatížení
σ	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
σ lim	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování
h ₀	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$, kde A_c je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
A_c	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



Šířka trhlin

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	w _k [mm]	w _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-557,00	209,00	0,00	0,000	0,300	0,00	100,00	OK

Součinitel dotvarování

Způsob určení	$\varphi(t, t_0)$
Zadání	2,50

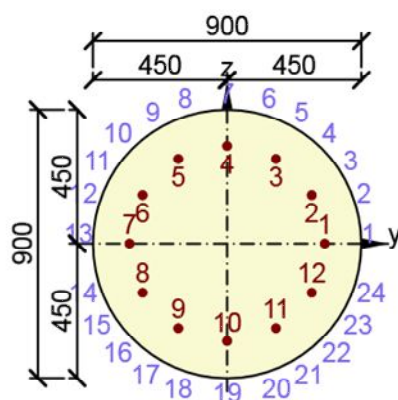
Upozornění

- 1 Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku f_{ck} stanovená ve stáří 28 dní přesahuje nebo nedosahuje hodnot doporučených v čl. 3.1.2 (102)
- 1 Pro krátkodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)
- 1 Pro dlouhodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)

Vysvětlení

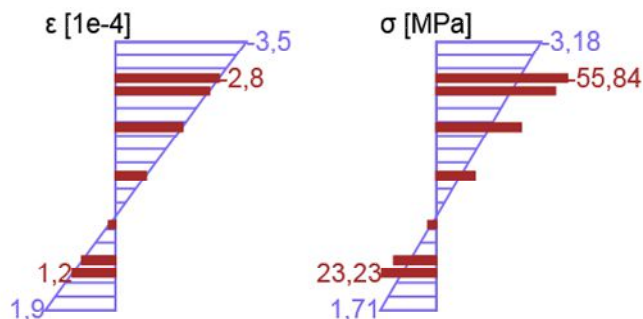
Symbol	Vysvětlení
N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
M _y	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení
M _z	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
w _k	Šířka trhlin vypočtená podle čl. 7.3.4
w _{lim}	Mezní hodnota šířky trhlin podle tabulky 7.101N
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
y _i	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
z _i	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
ϵ	Poměrné přetvoření části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro danou kvazistálou kombinaci zatížení
σ	Napětí v části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro danou kvazistálou kombinaci zatížení
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování
h ₀	Náhradní rozměr průřezu = $2Ac/u$, kde Ac je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
Ac	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



6. Výpočet zatížitelnosti

6.1. Mezní stavy únosnosti

Výpočet byl proveden dle /11/.

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

Z_{LM71} - zatížitelnost

R_d – návrhová hodnota únosnosti

$\Sigma E_{rs,Ed}$ – návrhové kombinační účinky ostatních zatížení, která působí současně se železniční dopravou

$E_{LM71,Ed}$ – návrhová hodnota účinků zatížení železniční dopravou, kromě založení včetně dynamického součinitele

Jednotlivé vnitřní síly a únosnosti jsou převzaty z předchozích částí statického výpočtu. Výpočet zatížitelnosti pro rozhodující průřezy je proveden v následující tabulce.

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

posudek	průřez	veličina	jednotka	R_d	$E_{rs,d}$	$E_{LM71,d}$	Z_{LM71}
ohybový moment v rámovém rohu	a	M	kNm	3884	1425	1421	1,73
ohybový moment v rámovém rohu	c	M	kNm	3884	1202	1365	1,96
smyk v rámovém rohu	a	V	kN	2063	739	592	2,24
smyk v rámovém rohu	c	V	kN	2063	527	764	2,01
ohybový moment uprostřed rozpětí	b	M	kNm	2450	940	889	1,70
ohybový moment uprostřed rozpětí	d	M	kNm	2450	942	1020	1,48
piloty - svislá únosnost		N	kNm	2630	1127	506	2,97

6.2. Mezní stav použitelnosti – omezení napětí

Výpočet byl proveden dle /9/.

$$Z_{LM71} = (R_k - \Sigma E_{rs,Ek}) / E_{LM71,Ek}$$

Z_{LM71} - zatížitelnost

R_k – hodnota zatížení, při které dojde k dosažení limitní hodnoty napětí v betonu nebo výztuži

$\Sigma E_{rs,Ek}$ – charakteristické kombinační účinky ostatních zatížení, která působí současně se železniční dopravou

$E_{LM71,Ek}$ – charakteristická hodnota účinků zatížení železniční dopravou, kromě pilot včetně dynamického součinitele

Jednotlivé vnitřní síly a únosnosti jsou převzaty z předchozích částí statického výpočtu. Výpočet zatížitelnosti pro rozhodující průřezy je proveden v následující tabulce.

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI - MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - OMEZENÍ NAPĚTÍ

posudek	průřez	veličina	jednotka	R_k	$E_{rs,k}$	$E_{LM71,k}$	Z_{LM71}
ohybový moment v rámovém rohu	a	M	kNm	3380	1426	980	1,99
ohybový moment v rámovém rohu	c	M	kNm	3380	1223	941	2,29
ohybový moment uprostřed rozpětí	b	M	kNm	2167	993	613	1,91
ohybový moment uprostřed rozpětí	d	M	kNm	2167	1008	704	1,65

6.3. Vyhodnocení zatížitelnosti

Výsledná zatížitelnost mostu:

$$Z_{LM71} = 1,48$$

7. Závěr

Statický výpočet prokázal bezpečnost a hospodárnost návrhu konstrukce mostu.

8. Tabulka zatížitelnosti

Přehled zatížitelnosti pro část mostu

str: 1

A Identifikace mostu

km: 12,412

TÚ (číslo, název): 0901 Praha hl. n. (mimo) – Turnov (mimo) DÚ: W1 odbočka Skály

B Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pil, poř. číslo (ve směru staničení): 1

pod kolejí č.: 1,2,4

C Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: C Výpočetní model: deskostěnový

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

na začátku uprostřed na konci

poloměr oblouku [m] 1761

převýšení koleje [mm] 29

excentricita osy koleje [m] na krajní konstrukci osa koleje min. 3,15 m od líce římsy, na střední konstrukci poloha libovolná

Popis závad uvažovaných v přepočtu: - nejsou

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu - SŽDC s.o.:

- zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k části mostu: Přepočet je proveden pro novou nosnou konstrukci.

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	Typ	L_p m	ϕ_i	L_ϕ m	$\gamma_{Q,LM71}$	viz str.	Poznámky	Z_{LM71}
1	deska NK ve vetknutí do stěny	pod římsou	ohybový moment - únosnost	1,0	-	-	1,28	17,00	1,45	38		1,73
			posouvající síla	1,0	-	-	1,28	17,00	1,45	38		2,24
			ohybový moment - omezení napětí	1,0	-	-	1,28	17,00	1,00	38		1,99
		podél spáry	ohybový moment - únosnost	1,0	-	-	1,28	17,00	1,45	38		1,96
			posouvající síla	1,0	-	-	1,28	17,00	1,45	38		2,01
			ohybový moment - omezení napětí	1,0	-	-	1,28	17,00	1,00	38		2,29
2	deska NK uprostřed rozpětí	pod římsou	ohybový moment - únosnost	1,0	-	-	1,28	17,00	1,45	38		1,70
			ohybový moment - omezení napětí	1,0	-	-	1,28	17,00	1,00	38		1,91
		podél spáry	ohybový moment - únosnost	1,0	-	-	1,28	17,00	1,45	38		1,48
			ohybový moment - omezení napětí	1,0	-	-	1,28	17,00	1,00	38		1,65
3	piloty		svislá únosnost	-	-	-	-	-	1,45	38		2,97

Dne: 19.7.2019 zatížitelnost určil: Ing. J. Kara

Dne: do databáze zadal: