

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:

Středočeský kraj

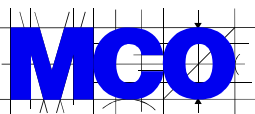
Středočeský kraj
Zborovská 11, 150 21 Praha 5

Generální projektant:

SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
tel.: +420 267 094 111
fax: +420 224 230 316
e-mail: praha@sudop.cz

Vedoucí střediska mostů:

Ing. DANA JÁNOVÁ

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
LEGIONÁŘSKÁ 8, 772 00 Olomouctel.: +420 585 570 444
fax: +420 585 570 412
e-mail: moravia@moravia.cz
http://www.moravia.cz

OBJEDNATEL		Středočeský kraj Zborovská 11, 150 21 Praha 5	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. MARIAN HOLLÝ <i>Hollý</i>	G. ŘEDITEL MORAVIA CONSULT Olomouc a.s. ING. VÁCLAV KRATOCHVÍL	
ODPOVĚDNÝ PROJ. OBJ., PS	NAVRHL, VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
ING. MARIAN HOLLÝ <i>Hollý</i>	ING. MARIAN HOLLÝ <i>Hollý</i>	ING. LADISLAV DORAZIL <i>Dorazil</i>	
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	POVĚŘENÝ OÚ: SLANÝ	OBEC: ZLONICE	
"II/118 Zlonice, rekonstrukce mostu ev.č. 118-057_PD"		ZAK. ČÍSLO MCO	13 - 018 - 235 - PS
		ÚČEL	DSP + PDPS
		DATUM	ZÁŘÍ 2013
		FORMÁT	-
		MĚŘÍTKO	-
SO 201 - Most ev.č. 118-057		ČÁST	PŘÍLOHA
Statický výpočet		C.2	3

“II/118 Zlonice, rekonstrukce mostu ev.č. 118-057_PD“

TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

OBSAH

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	2
2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTNÍM OBJEKTU	3
3	TECHNICKÝ POPIS OBJEKTU	4
4	GRAFICKÉ PŘÍLOHY K STATICKÉMU VÝPOČTU.....	7
5	ZATÍŽENÍ.....	10
6	NÁVRH KONSTRUKCE	14
6.1	Nastavení výpočetního programu.....	14
6.2	Výpočet krytí	20
6.3	Návrh konstrukce	21
7	POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÝCH PRVKŮ.....	22
7.1	Posouzení horní příčle v středě rozpětí	22
7.2	Posouzení horní příčle v líci opěry.....	24
7.3	Grafická příloha.....	28
8	NÁVRH A POSOUZENÍ ZALOŽENÍ	40

1 Identifikační údaje

Stavba:	“II/118 Zlonice, rekonstrukce mostu ev.č. 118-057_PD“
Objednatel:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, p.o., Zborovská 11, 150 21 Praha 5
Vlastník mostního objektu:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, p.o., Zborovská 11, 150 21 Praha 5
Zhotovitel dokumentace:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha IČ: 25793349, DIČ: CZ25793349
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Marian Holý, MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Kraj:	Středočeský
Okres:	Kladno
Obec:	Zlonice
Pověřený obecní úřad	Slaný
Katastrální území:	Zlonice
Pozemky KN:	Parcely: 737, 738, 743, 745/2, 748/1, 751/2, 751/8
Komunikace:	II/118
Evidenční číslo mostu:	118 - 057
Staničení:	103,756
Přemost'ovaná překážka:	Zlonický potok

2 Základní údaje o mostním objektu

Charakteristika mostu	Železobetonový rámový most založený hlubinně na velkopřůměrových pilotách
Délka přemostění	13,00 m
Délka mostu	15,8 m
Délka nosné konstrukce	15,2 m
Rozpětí	14,1 m
Světlost	13,0 m
Šikmost	Kolmý most
Úhel křížení	90°
Volná šířka mezi zábradlím	17,5 m
Volná šířka mezi obrubníky	8,3 m
Šířka mostu	18,10 m
Šířka říms	4,9 m
Výška mostu	3,89 m
Stavební výška	0,65 m (v středě)
Volná výška nad Q100	1,208 m
Protihlukové stěny	<i>Nejsou</i>
Plocha nosné konstrukce	267,5 m ²
Zatížení mostu	skupina 1 podle ČSN EN 1991-2 (ČSN 73 6203 třída A)

3 Technický popis objektu

Kolmá světlost rámu je 13,0 m. Horní povrch desky kopíruje sklony komunikace, je tedy spádován oboustranně výškovým obloukem v podélném směru a rovněž oboustranně střešovitým sklonem 2,5%. Tloušťka desky je ve středu rozpětí 0,45 až 0,55 m, nad opěrami 1,0 až 1,1 m. Spodní povrch desky charakterizují náběhy v podélném směru délky 4,3 m. Pod římsami je deska vykonzolovaná s tloušťkou 0,27 až 0,4 m. Délka konzol je 2,54 m.

Spodní stavba je monolitická železobetonová a je součástí nosné konstrukce jako celku. Tvořena je opěrami, základy a velkopřůměrovými pilotami. Tloušťka opěr je 1,1 m, jejich výška je 2,58 a 2,67 m. Základy jsou tlusté 0,96 až 1,0 m. Jejich šířka je 1,7 m. Základy budou provedeny na vrstvě podkladního betonu průměrné tloušťky 0,2 m.

Založení objektu je hlubinné a je podmíněno statickým působením mostu v nepříznivém geologickém podloží. ŽB základy rámu budou uloženy na vrtaných velkopřůměrových pilotách DN 900 mm a délce 8,0 m. Každá opěra bude založena na jedné řadě pilot.

Výpočetní model

Odezva konstrukce na zatížení byla zjišťována na prostorovém modelu. Model byl vytvořen i s jednotlivými pilotami. Tvar a dimenze modelu odpovídají skutečnému mostu. Tloušťky horní příčle jsou v modelu uvažovány jako průměrné, tedy 0,5 m v středě a 1,05 m v patě. Celý žb rám je navržen z betonu C30/37.

Popis zatížení

Konstrukce mostu byla navržena na účinky zatížení podle ČSN EN 1991 (soustava norem Eurokód 1 – zatížení konstrukcí). Zatížení bylo rozděleno ve výpočetním modelu na zatěžovací stavy. Konstrukce je navržena na účinky zatěžovací soustavy LM 1 a LM 3 s regulačními součiniteli pro 1. skupinu pozemních komunikací. dle ČSN EN 1991-2.

Jednotlivá zatížení byla na konstrukci zadána jako plošná, pohyblivá zatížení byla na model aplikována prostřednictvím pohyblivé rovinné zatěžovací schéma, která byla vždy roznesena na příslušnou šířku. Zatížení bylo pro účely statického výpočtu rozneseno na osu spodní výztuže horní příčle v středě rozpětí.

S jednotlivými zatíženími se v programu pracovalo jako se zatěžovacími stavy.

Způsob uložení konstrukce

Konstrukce mostu byla v modelu vytvořena se všemi pilotami, které byly uloženy na podpoře tuhé ve všech směrech kromě svislého. Zde byly zadána pružnost 175 MN/m. Ta vychází z iteračního výpočtu sedání v programu Geo 5 – Pilota.

Po délce pilot byla zadána vodorovná liniová podpora s pružnými hodnotami tuhosti ve vodorovných směrech. Tyto hodnoty byly vypočteny z jako modul vodorovné reakce podloží k_h v příslušné geologické vrstvě. Na prvních 3,9 m pilot byl modul vodorovné reakce podloží vypočten pro zeminy třídy F6 – $k_h = 5 \text{ MN/m}^2$. Dalších 1,2 m je pilota ve vrstvě šterku G3, hodnota $k_h = 90 \text{ MN/m}^2$. Zbýlých 2,9 m se piloty dle průzkumu nacházejí v sklaních vrstvách. Hodnota k_h byla určena pro třídu prachovce R6 na 10 MN/m^2 .

Výpočetní pomůcky

Výpočet vnitřních sil a deformací byl proveden na výpočetním modelu v programu Scia Engineer, verze 12.0.116. Číslo hardwarového klíče – SE B00050 – 52128.

Program pracuje metodou MKP. Umožňuje výpočet vnitřních sil, napětí, deformací, sednutí atd. na rovinných i prostorových výpočetních modelech na základě zadaného zatížení, které je rozděleno do zatěžovacích stavů. Jednotlivé zatěžovací stavy je možno rozdělit na stálé nebo krátkodobé. Zatěžovací stavy, které obsahují zatížení rovného charakteru (různé polohy vlaku) je možno zadat jako „výběrovou skupinu“, aby nepůsobily na konstrukci současně. Výpočetní program vytvoří se zadaných zatěžovacích stavů všechny možné kombinace dle zadaných kritérií a pro každý prvek a každou statickou veličinu určí nejnepríznivější z nich. Tato možnost tvorby kombinací zde nebyla využita, kombinace byly vytvořeny v programu Microsoft Excel 2003.

Posouzení únosnosti pilot bylo provedeno ve výpočetním programu GEO 5, verze 5.3.14, modul Pilota. Číslo hardwarového klíče je 4689 / 5. Tento modul určuje svislou únosnost pilot podle normy ČSN i MKP procesem. Jako normu výpočtu lze zvolit ČSN EN 1992-1-1 nebo i starší normu ČSN 73 1201 R. V tomto posouzení byla zvolena norma EN a metoda výpočtu dle ČSN 73 1002. Svislá únosnost byla určena mezní zatěžovací křivkou i jako opřené piloty. Na základě zadaného zatížení, materiálových a průřezových charakteristik a množství navržené výztuže program posoudí vodorovnou únosnost kruhového průřezu piloty.

Návrh výztuže betonových průřezů a jejich posouzení bylo předmětem ručních výpočtů.

Přehled použité literatury, norem a vzorových listů

Evropské návrhové (Eurocode)

ČSN EN 1990 Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1994 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí

ČSN EN 1996 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí

ČSN EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN EN 206-1 Beton - Část 1: Specifikace vlastností, výroba

Normy ostatní

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů (10/2008),

ČSN EN 14199 Provádění speciálních geotechnických prací - Mikropiloty

Masopust, J.: Vrtané piloty, Čeněk a Ježek, 1994,

Podklady pro zpracování statického výpočtu

- Vlastní prohlídka místa stavby a pořízení fotografické dokumentace.
- Zaměření prostoru mostu a jeho okolí.
- Návrh směrového a výškového vedení komunikace.
- Geotechnický průzkum vypracovaný firmou GEOTEC GS v dubnu 2013.
- Projednání na výrobních výběrech - záznamy viz. část F – Doklady.

Úplná identifikace autora statického výpočtu

Statický výpočet zpracoval:

Ing. Marián Hollý

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.

Tel: +420 585 570 463

Fax: +420 585 570 412

E-mail: holly@moravia.cz

Statický výpočet kontroloval:

Ing. Peter Vachutka

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.

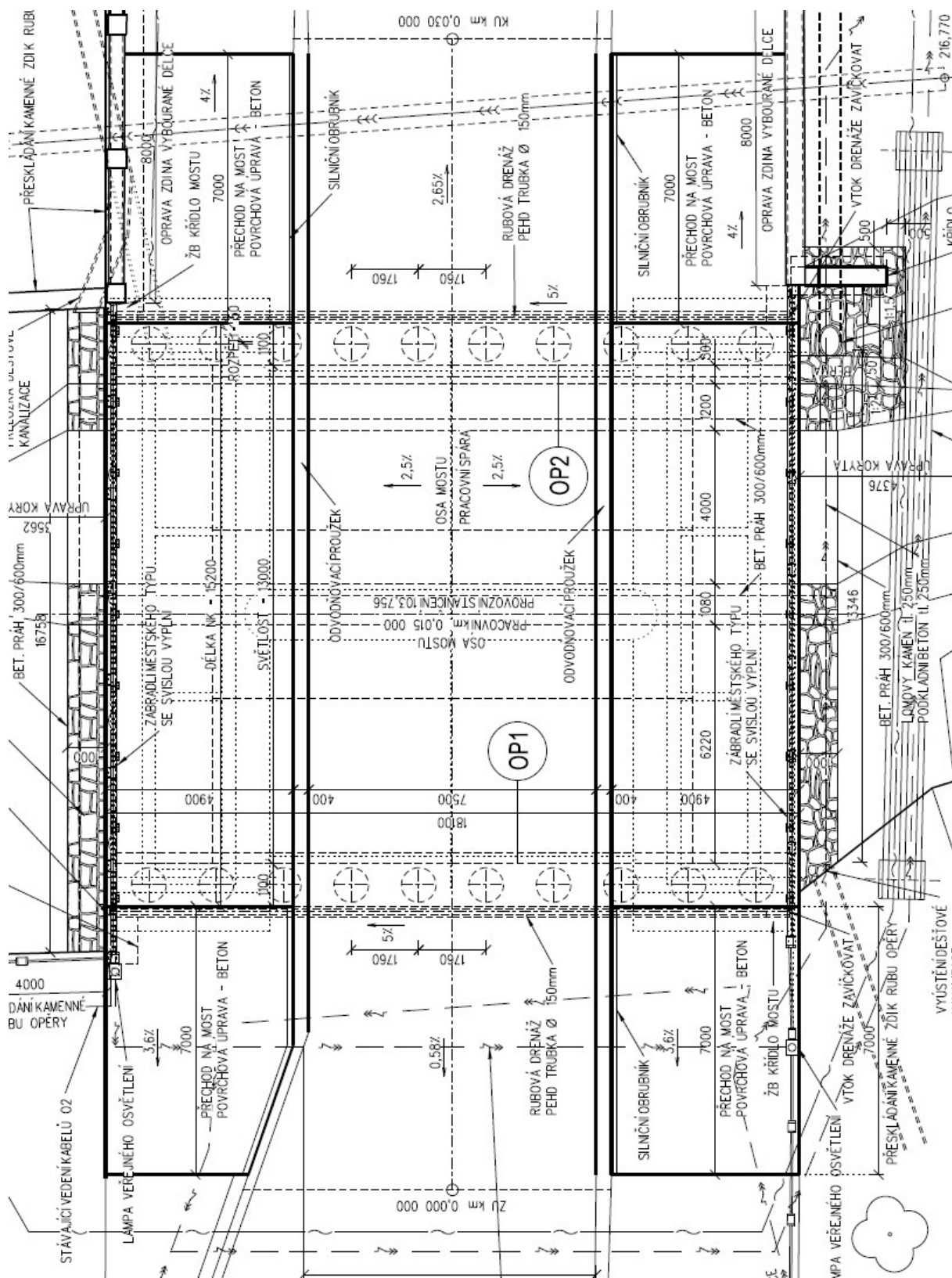
Tel: +420 585 570 438

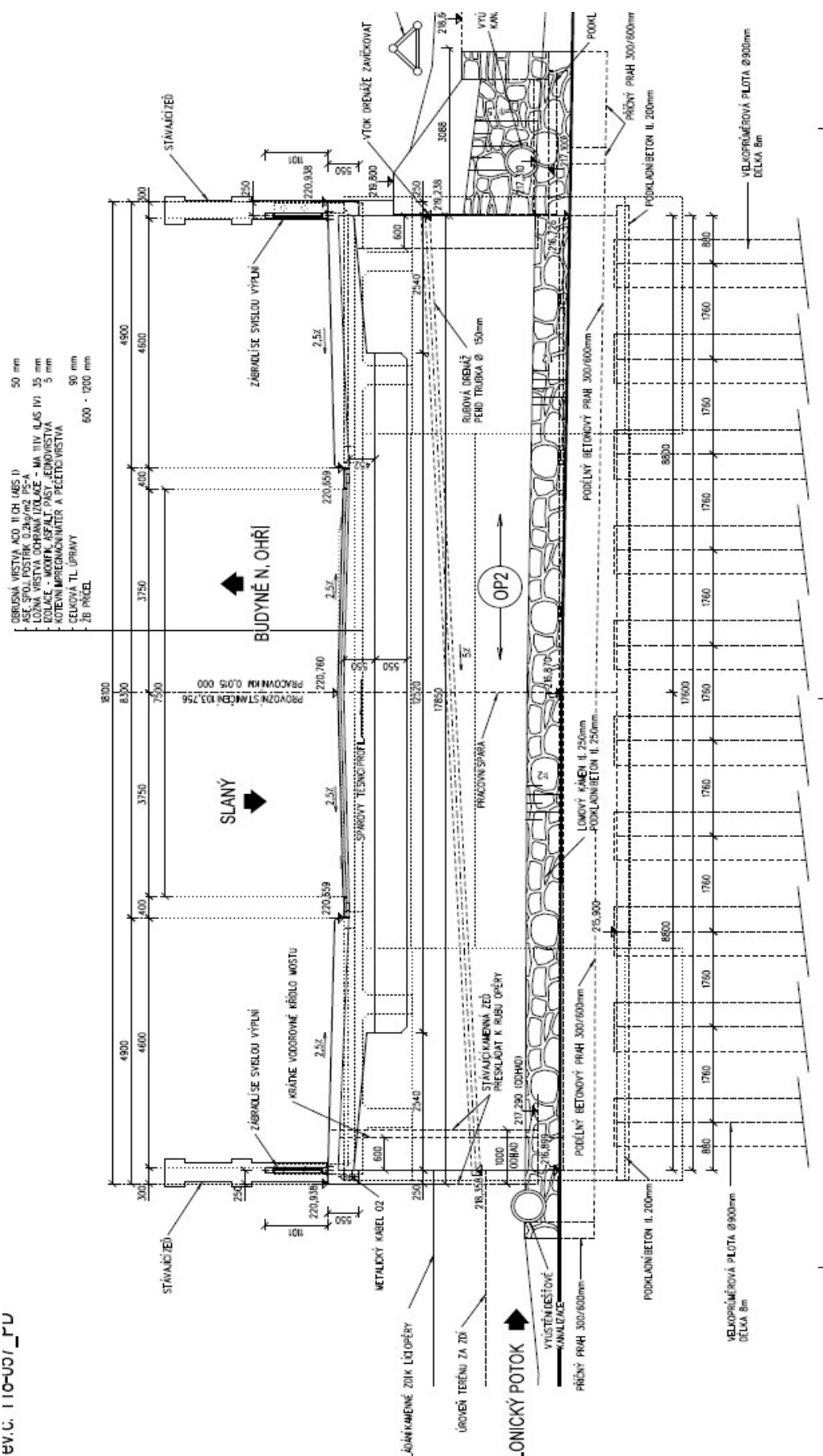
Fax: +420 585 570 412

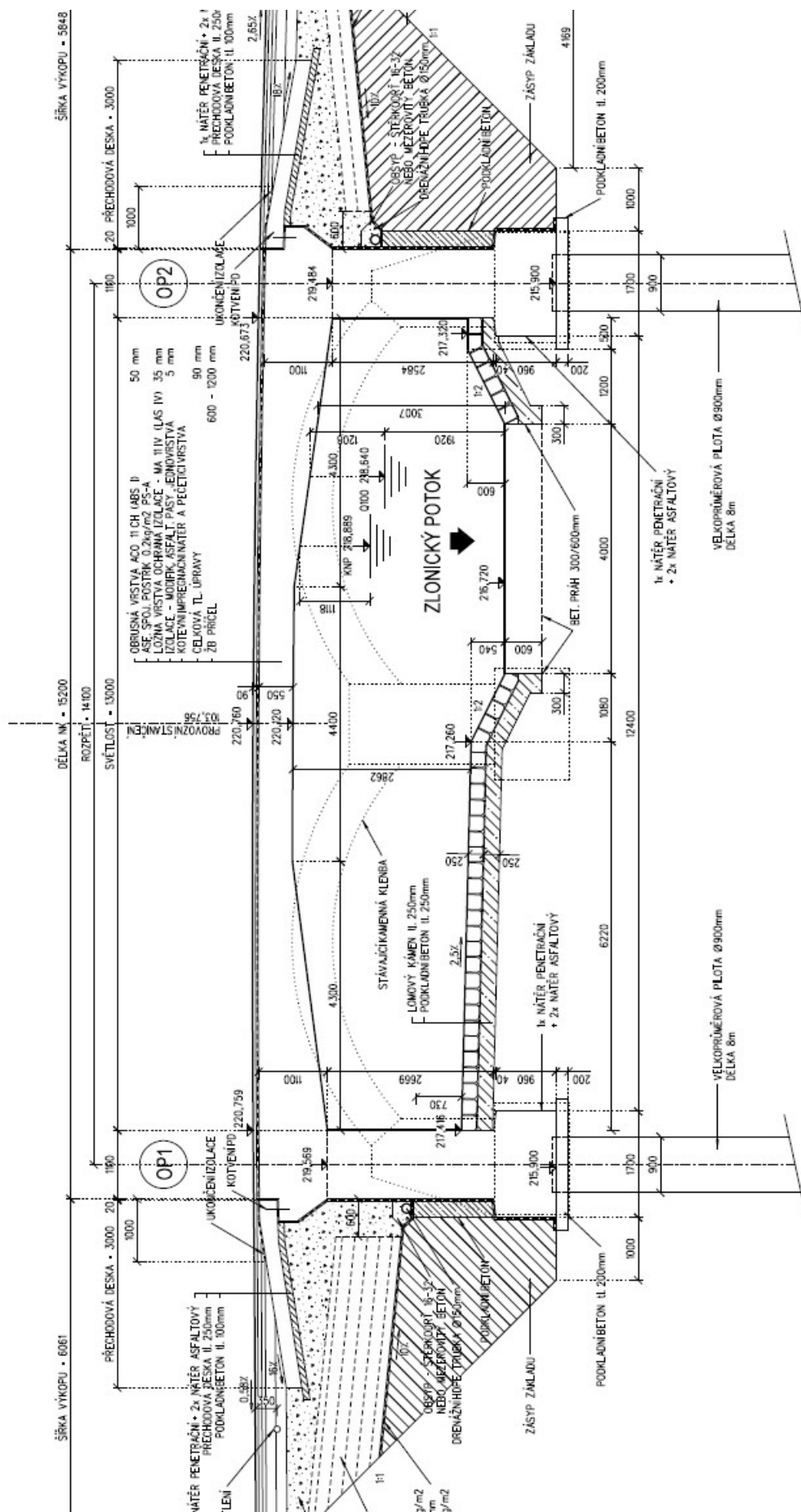
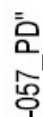
E-mail: vachutka@moravia.cz

V Olomouci dne: 10.6.2013

4 Grafické přílohy k statickému výpočtu







5 Zatížení

Konstrukce mostu byla navržena na účinky zatížení podle ČSN EN 1991 (soustava norem Eurokód 1 – zatížení konstrukcí). Výpočet vnitřních sil na nosné konstrukci byl zpracován na zatížení bez součinitelů zatížení. Součinitele zatížení byly aplikovány až při tvorbě kombinací v přehledných tabulkách. Zatížení je vypočteno jako plošné a stejně je zadáno na konstrukci.

Vlastní tíha

Program Scia Engineer generuje vlastní tíhu konstrukce na základě zadaných průřezů a materiálů, s tíhovým zrychlením $9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Komunikace

Zatížení bylo aplikováno jako svislé plošné. Bylo uvažováno s tloušťkou vrstev komunikace 0,10 m konstantě.

$$p = \gamma \cdot h = 21 \cdot 0,10 = \mathbf{2,10 \text{ kNm}^{-2}}$$

Zemní tlak

Zemní tlak na konstrukci byl uvažován oboustranný klidový. Vodorovné přitížení od pohyblivého zatížení je uvažováno jako klidové a oboustranné.

$$p_1 = \gamma \cdot h \cdot K_a = 18,5 \cdot 0,64 \cdot 0,666 = \mathbf{7,9 \text{ kNm}^{-2}} \quad \text{- vrchní část stěny}$$

$$p_2 = \gamma \cdot h \cdot K_a = 18,5 \cdot 4,9 \cdot 0,666 = \mathbf{60,4 \text{ kNm}^{-2}} \quad \text{- spodní část stěny}$$

výpočet součinitele zemního tlaku v klidu K_0 :

$$K_0 = \frac{\nu}{1-\nu} = \frac{0,4}{1-0,4} = 0,666$$

Pro zásyp byl ve výpočtu uvažován jíl písčitý F4 s úhlem vnitřního tření $\varphi = 22^\circ$, objemovou tíhou $\gamma = 18,5 \text{ kNm}^{-3}$ a poissonovým číslem $\nu = 0,4$.

Smršťování

- stáří betonu v uvažovaném okamžiku

$$t = 36525 \text{ dní}$$

- stáří betonu na začátku smršťování (konec ošetřování)

$$t_s = 21 \text{ dní}$$

- třída betonu: C30/37

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

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$$

- rozměry betonového prvku

$$b = 1,000 \text{ m}$$

$$h = 0,550 \text{ m}$$

- náhradní rozměr průřezu

$$h_0 = 2A_c / u = 1100 \text{ mm}$$

$$u = 1,000 \text{ m} \quad \text{- obvod části průřezu vystavené vysychání}$$

- součinitel $k_h = 0,700$ - tab. 3.3 v ČSN EN 1992-1-1

Poměrné autogenní smršťování $\varepsilon_{ca}(t)$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2t^{0,5}) = 1,000$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 0,005 \text{ \%}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = 0,005 \text{ \%}$$

Poměrné smršťování vysycháním

relativní vlhkost okolního prostředí

$$RH = 50 \%$$

$$\beta_{RH} = 1,55[1-(RH/100)^3] = 1,356$$

cement třídy: N

$$\alpha_{ds1} = 4$$

$$\alpha_{ds2} = 0,12$$

základní poměrné přetvoření od smršťování

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds,1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds,2} \cdot (f_{cm} / 10))] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = 0,048 \%$$

- poměrné smršťování vysycháním v čase t

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,032 \%$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / ((t - t_s) + 0,04 \cdot h_0^{3/2}) = 0,962$$

Celkové poměrné smršťování

$$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{cd}(t) = 0,037 \% \rightarrow \text{ochlazení o } 37,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{délková roztažnost betonu } \alpha = 10 \cdot 10^{-6}$$

Ochlazení o 37,5° bylo aplikováno pouze na horní příčel rámu.

Dotvarování

- stáří betonu v uvažovaném okamžiku

$$t = 36525 \text{ dní}$$

- stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

$$t_0 = 21 \text{ dní}$$

- třída betonu: C30/37

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$$

- rozměry betonového prvku

$$b = 1,000 \text{ m}$$

$$h = 0,550 \text{ m}$$

- náhradní rozměr průřezu

$$h_0 = 2A_c / u = 1100 \text{ mm}$$

$$u = 1,000 \text{ m - obvod části průřezu vystavené vysychání}$$

- relativní vlhkost okolního prostředí

$$RH = 50 \%$$

- součinitele vlivu pevnosti betonu

$$\alpha_1 = (35 / f_{cm})^{0,7} = 0,944$$

$$\alpha_2 = (35 / f_{cm})^{0,2} = 0,984$$

$$\alpha_3 = (35 / f_{cm})^{0,5} = 0,960$$

- součinitel vlivu relativní vlhkosti

$$\varphi_{RH} = 1,433$$

- součinitel vlivu pevnosti betonu na základní součinitel dotvarování

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 / f_{cm}^{0,5} = 2,725$$

- součinitel vlivu stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení na základní součinitel dotvarování

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 0,516$$

- základní součinitel dotvarování

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 2,015$$

- součinitel závislý na relativní vlhkosti a náhradním rozměru prvku

$$\beta_H = 1890,1 > 1439,6 = \beta_{H,max}$$

$$\rightarrow \beta_H = 1439,6$$

- součinitel časového průběhu dotvarování po zatížení

$$\beta_c(t, t_0) = ((t - t_0) / (\beta_H + t - t_0))^{0,3} = 0,988$$

- součinitel dotvarování

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 * \beta_c(t, t_0) = 1,992$$

- napětí v průřezu

$$\sigma_c = 2,900 \text{ MPa} < 0,45 * f_{ck}(t_0) = 12,85 \text{ MPa} \quad \text{- lineární dotvarování}$$

$$f_{ck}(t_0) = f_{cm}(t_0) - 8 = 28,56 \text{ MPa}$$

$$f_{cm}(t_0) = \beta_{cc}(t_0) * f_{cm} = 36,56 \text{ MPa}$$

$$\beta_{cc}(t_0) = \exp(s * (1 - (28 / t_0)^{0,5})) = 0,962$$

cement třídy: N

koeficient cementu s = 0,25

- poměrné přetvoření od dotvarování

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \varphi(t, t_0) * (\sigma_c / E_{cm}) = 0,018 \% \quad (\text{ochlazení o } 17,5^\circ\text{C})$$

- základní nelineární součinitel dotvarování

$$\varphi_k(t, t_0) = \varphi(t, t_0) * \exp(1,5(\sigma_c / f_{cm}(t_0) - 0,45)) = 1,142$$

Ochlazení o 17,5° bylo aplikováno pouze na horní příčel rámu.

Pohyblivé zatížení

Pohyblivé zatížení bylo přepočteno na roznášecí šířku stanovenou sklonem 1:1 ve vozovce a v betonové desce po osu hlavní nosné výztuže v středě rozpětí a aplikováno bylo do výpočetního modelu na 1 m' šířky.

Zatížení od zatěžovacích modelů LM1 a LM2 bylo ve výpočetním modelu použité jako „pohyblivé“. To znamená, že jednotlivé vnitřní síly byly určeny podle příčinkových čar jednotlivých prvků v příslušném řezu a pro požadovanou veličinu. Byly určeny maximální a minimální hodnoty jednotlivých vnitřních sil. V tabulkách s kombinacemi jsou tyto síly uvedeny podle toho, zda li je hledaná veličina kladná nebo záporná.

Zatěžovací model LM1

Na konstrukci byly uplatněny dva zatěžovací pruhy o šířce 3,0 m. Jeden pruh pro vozidlo LM1 – 60 tun a spojitě zatížení UDL a druhý pruh pro vozidlo LM1 – 40 tun a spojitě zatížení UDL. Zbytek šířky a délky konstrukce byl zatěžován jenom spojitým zatížením UDL.

Jednotlivé zatěžovací modely (LM1 – 60 tun a LM1 – 40 tun) byly v modelu zadány v ose jízdního pruhu s plnou hodnotou zatížení. Roznos na zatěžovací šířku byl uplatněn příslušným zmenšením jednotkového impulzu a zadáním roznosu přímo do jednotkového zatížení jednotlivých jízdních pruhů.

Zatěžovací model LM3

Byl použit model 1800/200. Síla na 1 nápravu je: $\beta_Q * Q_{ak} = 1,0 * 200 = 200 \text{ kN}$. Zatěžovací model má 9 takovýchto náprav. Roznos zatížení je řešen stejně jako u LM1. Toto zatížení se ve výpočtu uplatnilo v zatěžovacím pruhu č. 2 spolu se zatěžovacím modelem LM1 – 60 tun.

Rozjezdové a brzdné síly

$$Q_{lk} = 0,6 * \alpha_{Q1} * (2 * Q_{1k}) + 0,10 * \alpha_{q1} * q_{1k} * w_1 * L = 0,6 * 1,0 * 2 * 300 + 0,1 * 1,0 * 9,0 * 3,0 * 14,1 = 398,07 \text{ kN}$$

Síla Q_{lk} byla zadána v prvním zatěžovacím pruhu ve středu rozpětí mostu a byla uplatněna jen při posouzení pilot.

Oteplení a ochlazení

výchozí teplota

$$T_0 = 10 - 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

minimální teplota

$$\text{teplotní oblast: III}$$

$$T_{\min} = -34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

maximální teplota

$$\text{teplotní oblast: IV}$$

$$T_{\max} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

typ nosné konstrukce: 3. betonová

minimální rovnoměrná složka teploty mostu

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

maximální rovnoměrná složka teploty mostu

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 = 41,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

maximální rozsah rovnoměrné složky teploty mostu při zkrácení

$$DT_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

maximální rozsah rovnoměrné složky teploty mostu při prodloužení

$$DT_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 31,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinace zatěžovacích stavů byly vytvořeny ve smyslu normy ČSN EN 1990/A1. Návrh konstrukce byl proveden na kombinace zatížení podle Souboru B (STR/GEO), kde byly použity jenom kombinace 6.10a a 6.10b a dále kombinace pro mezní stav použitelnosti.

6 Návrh konstrukce

6.1 Nastavení výpočetního programu

Materiály

Jméno	Typ	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa]	Poisson - nu	Charakteristická válcová pevnost v tlaku f _{ck} (28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	3,2800e+04	0,2	30,00

Plocha

Jméno	Materiál	Tl. [mm]	Typ tloušťky	Typ
S1	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S2	C30/37	1100 550	proměnná	deska (90)
S3	C30/37	550	konstantní	deska (90)
S4	C30/37	550 1100	proměnná	deska (90)
S5	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S6	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S7	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S8	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S9	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S10	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S11	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S12	C30/37	330	konstantní	deska (90)
S13	C30/37	330	konstantní	deska (90)
S14	C30/37	330	konstantní	deska (90)
S15	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S16	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S17	C30/37	330	konstantní	deska (90)
S18	C30/37	330	konstantní	deska (90)
S19	C30/37	330	konstantní	deska (90)
S20	C30/37	1100	konstantní	deska (90)
S21	C30/37	1100	konstantní	deska (90)

Prut

Jméno	Průřez	Délka [m]	Poč. uzel	Konc. uzel	FEM typ
B23	CS5 - Kruh (900)	3,900	N39	N9	standard
B24	CS5 - Kruh (900)	1,200	N9	N10	standard
B25	CS5 - Kruh (900)	2,900	N10	N11	standard
B26	CS5 - Kruh (900)	3,900	N40	N12	standard
B27	CS5 - Kruh (900)	1,200	N12	N13	standard

B28	CS5 - Kruh (900)	2,900	N13	N14	standard
B29	CS5 - Kruh (900)	3,900	N47	N41	standard
B30	CS5 - Kruh (900)	1,200	N41	N42	standard
B31	CS5 - Kruh (900)	2,900	N42	N43	standard
B32	CS5 - Kruh (900)	3,900	N48	N44	standard
B33	CS5 - Kruh (900)	1,200	N44	N45	standard
B34	CS5 - Kruh (900)	2,900	N45	N46	standard
B35	CS5 - Kruh (900)	3,900	N55	N49	standard
B36	CS5 - Kruh (900)	1,200	N49	N50	standard
B37	CS5 - Kruh (900)	2,900	N50	N51	standard
B38	CS5 - Kruh (900)	3,900	N56	N52	standard
B39	CS5 - Kruh (900)	1,200	N52	N53	standard
B40	CS5 - Kruh (900)	2,900	N53	N54	standard
B41	CS5 - Kruh (900)	3,900	N63	N57	standard
B42	CS5 - Kruh (900)	1,200	N57	N58	standard
B43	CS5 - Kruh (900)	2,900	N58	N59	standard
B44	CS5 - Kruh (900)	3,900	N64	N60	standard
B45	CS5 - Kruh (900)	1,200	N60	N61	standard
B46	CS5 - Kruh (900)	2,900	N61	N62	standard
B47	CS5 - Kruh (900)	3,900	N71	N65	standard
B48	CS5 - Kruh (900)	1,200	N65	N66	standard
B49	CS5 - Kruh (900)	2,900	N66	N67	standard
B50	CS5 - Kruh (900)	3,900	N72	N68	standard
B51	CS5 - Kruh (900)	1,200	N68	N69	standard
B52	CS5 - Kruh (900)	2,900	N69	N70	standard
B53	CS5 - Kruh (900)	3,900	N79	N73	standard
B54	CS5 - Kruh (900)	1,200	N73	N74	standard
B55	CS5 - Kruh (900)	2,900	N74	N75	standard
B56	CS5 - Kruh (900)	3,900	N80	N76	standard
B57	CS5 - Kruh (900)	1,200	N76	N77	standard
B58	CS5 - Kruh (900)	2,900	N77	N78	standard
B59	CS5 - Kruh (900)	3,900	N87	N81	standard
B60	CS5 - Kruh (900)	1,200	N81	N82	standard
B61	CS5 - Kruh (900)	2,900	N82	N83	standard
B62	CS5 - Kruh (900)	3,900	N88	N84	standard
B63	CS5 - Kruh (900)	1,200	N84	N85	standard
B64	CS5 - Kruh (900)	2,900	N85	N86	standard
B65	CS5 - Kruh (900)	3,900	N95	N89	standard
B66	CS5 - Kruh (900)	1,200	N89	N90	standard
B67	CS5 - Kruh (900)	2,900	N90	N91	standard
B68	CS5 - Kruh (900)	3,900	N96	N92	standard
B69	CS5 - Kruh (900)	1,200	N92	N93	standard
B70	CS5 - Kruh (900)	2,900	N93	N94	standard
B71	CS5 - Kruh (900)	3,900	N103	N97	standard

B72	CS5 - Kruh (900)	1,200	N97	N98	standard
B73	CS5 - Kruh (900)	2,900	N98	N99	standard
B74	CS5 - Kruh (900)	3,900	N104	N100	standard
B75	CS5 - Kruh (900)	1,200	N100	N101	standard
B76	CS5 - Kruh (900)	2,900	N101	N102	standard
B77	CS5 - Kruh (900)	3,900	N111	N105	standard
B78	CS5 - Kruh (900)	1,200	N105	N106	standard
B79	CS5 - Kruh (900)	2,900	N106	N107	standard
B80	CS5 - Kruh (900)	3,900	N112	N108	standard
B81	CS5 - Kruh (900)	1,200	N108	N109	standard
B82	CS5 - Kruh (900)	2,900	N109	N110	standard

Podpory v uzlu

Jméno	Uzel	X	Y	Z	Tuhost Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	N14	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn2	N11	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn3	N43	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn4	N46	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn5	N51	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn6	N54	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn7	N59	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn8	N62	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn9	N67	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn10	N70	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn11	N75	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn12	N78	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn13	N83	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn14	N86	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn15	N91	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn16	N94	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn17	N99	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn18	N102	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn19	N107	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý
Sn20	N110	Tuhý	Tuhý	Pružný	1,7500e+02	Tuhý	Tuhý	Tuhý

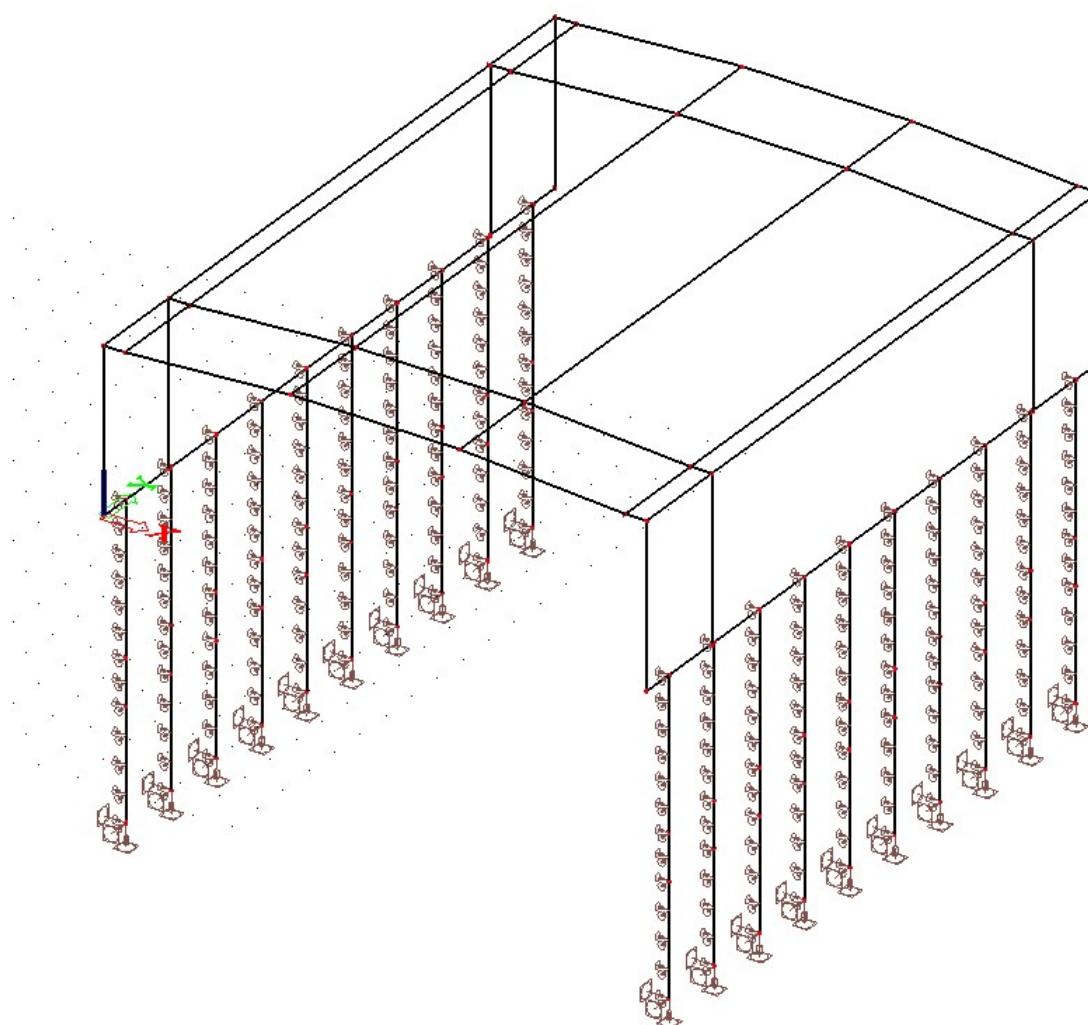
Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
stala 1	vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
stala 2	vozovka	Stálé	LG1	Standard
stala 3	smršťování	Stálé	LG1	Standard
stala 4	dotvarování	Stálé	LG1	Standard
stala 5	zemní tlak klidový	Stálé	LG1	Standard
stala 6	řimsy + zabradli	Stálé	LG1	Standard

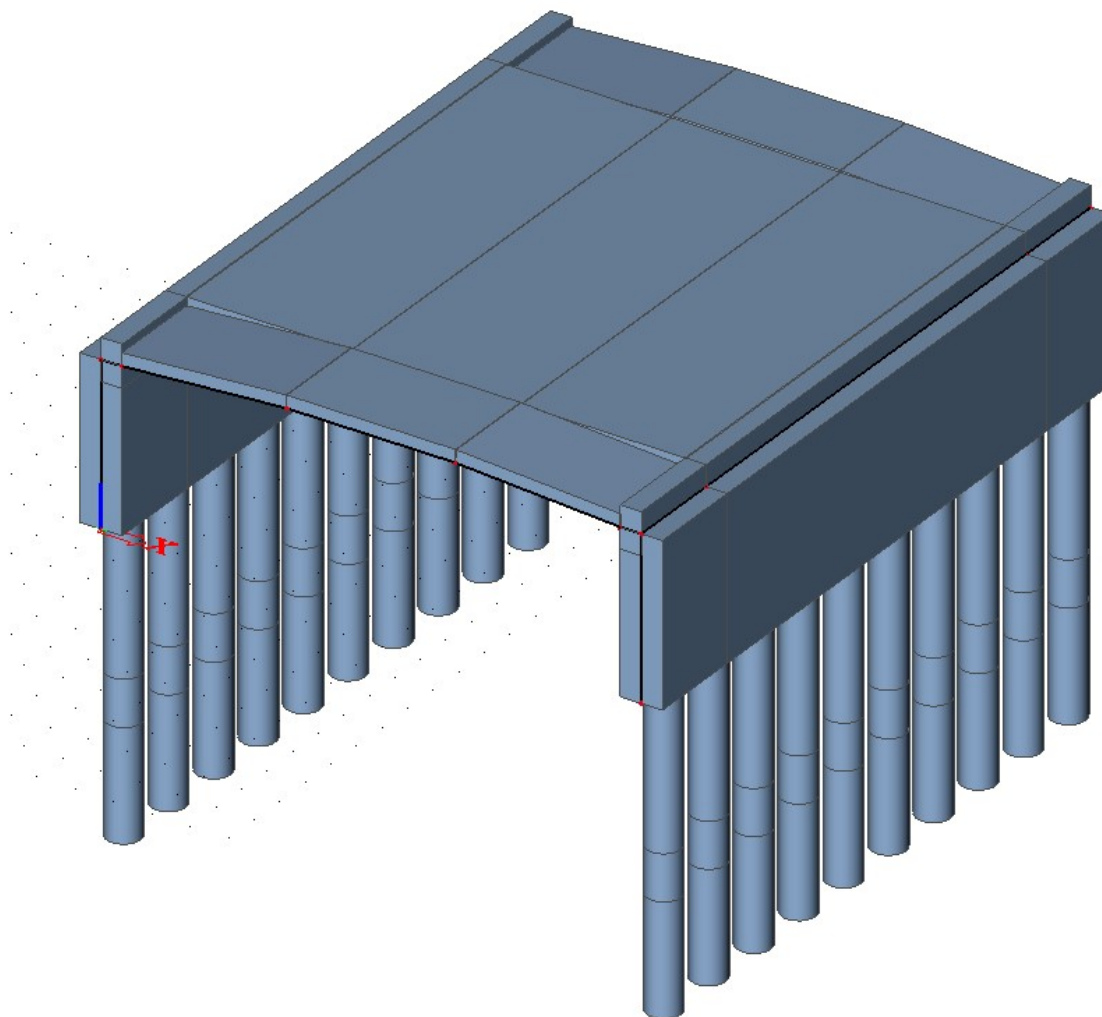
pohyb 1	LM 1	Nahodilé	pohyb	Statické
pohyb 2	brzdné síly	Nahodilé	LG2	Statické
tepl 1	oteplení	Nahodilé	tepl	Statické
tepl 2	ochlazení	Nahodilé	tepl	Statické
pohyb 3	pritizení zem. tlaku	Stálé	LG1	Standard
Im1-300-max mx		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-min mx		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im2-200-max mx		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-min mx		Nahodilé	Im1_200	Statické
udl_3-UDL_3-max mx		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-UDL_3-min mx		Nahodilé	Im1_udl	Statické
chodci_L-max mx		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L-min mx		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_P-max mx		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P-min mx		Nahodilé	chodci_P	Statické
L-1800/200-max mx		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-min mx		Nahodilé	Im3_a	Statické
P-1800/200-max mx		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-min mx		Nahodilé	Im3_b	Statické
Im1-UDL_1-max mx		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1-UDL_1-min mx		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2-UDL_2-max mx		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2-UDL_2-min mx		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1-300-Min N		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Min Vz		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Min My		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Max N		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Max Vz		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Max My		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Min Rz		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im1-300-Max Rz		Nahodilé	Im1_300	Statické
Im2-200-Min N		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Min Vz		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Min My		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Max N		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Max Vz		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Max My		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Min Rz		Nahodilé	Im1_200	Statické
Im2-200-Max Rz		Nahodilé	Im1_200	Statické
udl_3-LM1-Min N		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-LM1-Min Vz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-LM1-Min My		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-LM1-Max N		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-LM1-Max Vz		Nahodilé	Im1_udl	Statické

udl_3-LM1 -Max My		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-LM1 -Min Rz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
udl_3-LM1 -Max Rz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
chodci_L -Min N		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Min Vz		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Min My		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Max N		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Max Vz		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Max My		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Min Rz		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_L -Max Rz		Nahodilé	chodci_L	Statické
chodci_P -Min N		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Min Vz		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Min My		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Max N		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Max Vz		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Max My		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Min Rz		Nahodilé	chodci_P	Statické
chodci_P -Max Rz		Nahodilé	chodci_P	Statické
L-1800/200-Min N		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Min Vz		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Min My		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Max N		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Max Vz		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Max My		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Min Rz		Nahodilé	Im3_a	Statické
L-1800/200-Max Rz		Nahodilé	Im3_a	Statické
P-1800/200-Min N		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Min Vz		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Min My		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Max N		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Max Vz		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Max My		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Min Rz		Nahodilé	Im3_b	Statické
P-1800/200-Max Rz		Nahodilé	Im3_b	Statické
Im1 -UDL_1-Min N		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Min Vz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Min My		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Max N		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Max Vz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Max My		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Min Rz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im1 -UDL_1-Max Rz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Min N		Nahodilé	Im1_udl	Statické

Im2 -UDL_2-Min Vz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Min My		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Max N		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Max Vz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Max My		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Min Rz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
Im2 -UDL_2-Max Rz		Nahodilé	Im1_udl	Statické
únav. voz. 3-max mx		Nahodilé	Im1_300	Statické
únav. voz. 3-min mx		Nahodilé	Im1_300	Statické



výpočtový model mostu



rendering modelu mostu

6.2 Výpočet krytí

třída betonu: C30/37 XD1,XF3

průměr výztuže: $\phi = 22$ mm

určení konstrukční třídy

základní konstrukční třída: S4

stupeň vlivu prostředí: XD1

návrhová životnost (roky): 100 - zvětšení třídy o 2

pevnostní třída: C30/37 - třída se nemění

desková konstrukce: Ano - zmenšení třídy o 1

zvláštní kontrola kvality: Ne - třída se nemění

výsledná konstrukční třída: **S 5**

minimální krycí vrstva

$$c_{\min} = \max\{c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm}\}$$

$$c_{\min,b} = \phi = 22 \text{ mm}$$

$$c_{\min,dur} = (\text{konstrukční třída} + \text{vliv prostředí}) = 40 \text{ mm} - (\text{tab. 4.4N ČSN EN 1992-1-1})$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm} - \text{doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-1-1}$$

$$\Delta c_{dur,st} = 0 \text{ mm} - \text{doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-1-1}$$

$$\Delta c_{dur,add} = 0 \text{ mm} - \text{doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-1-1}$$

$$c_{\min} = \max \{ 22 \quad 40 \quad 10 \quad \} = 40 \quad \text{mm}$$

tolerance

$$\Delta c_{\text{dev}} = 10 \quad \text{mm} \quad - \quad \text{doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-1-1}$$

obrusní a abrazivní účinky na krycí vrstvu: Ne - zvětšení tolerance o 0 mm

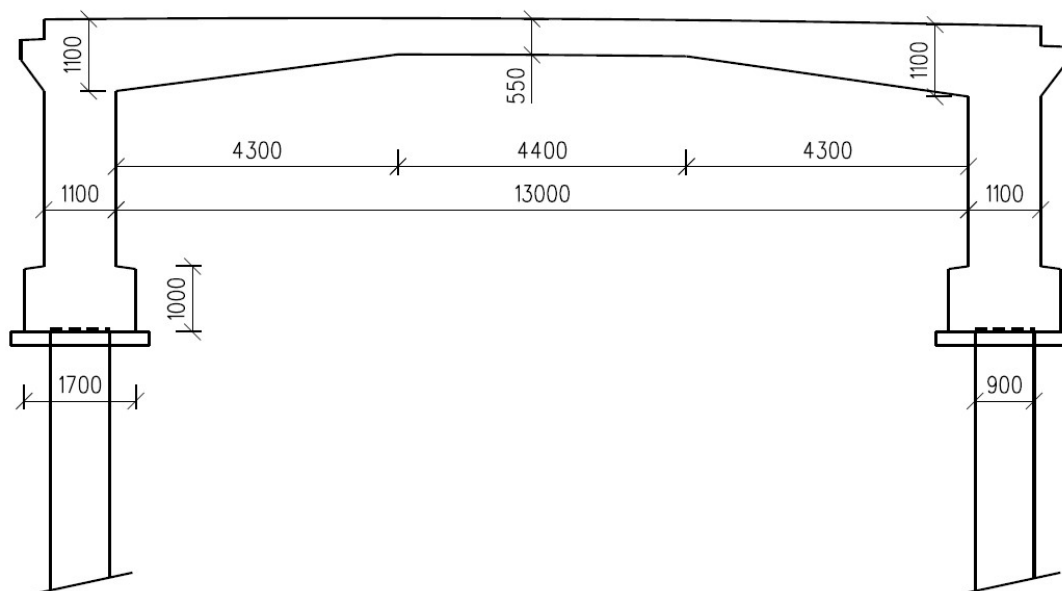
$$\Delta c_{\text{dev}} = 10 \quad \text{mm}$$

nominální krycí vrstva

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 50 \quad \text{mm}$$

6.3 Návrh konstrukce

- tloušťka horní příčle v středě: 450 - 550 mm
- tloušťka horní příčle v líci: 1000 - 1100 mm
- tloušťka opěr: 1100 mm
- světlost: 13,0 m
- průměr pilot: 900 mm
- beton: C30/37 ($f_{\text{ck}} = 30 \text{ MPa}$)
- ocel: B500B ($f_{\text{yk}} = 500 \text{ MPa}$)



7 Posouzení železobetonových prvků

7.1 Posouzení horní příčle v středě rozpětí

Ohybový moment a kombinace

Ohybový moment v středě rozpětí									
č.	Zatěžovací stav	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$Y_{G(Q)}$		φ	M_{sk}^+	M_{sd}^+
					max	min		[KNm]	[KNm]
1	vlastní tíha	-	-	-	1,35	1,00	-	94,48	127,55
2	vozovka + izolace	-	-	-	1,35	1,00	-	9,20	12,42
3	zemní tlak klidový	-	-	-	1,35	0,00	-	-54,97	0,00
4	smršťování	-	-	-	1,35	1,00	-	51,81	69,94
5	dotvarování	-	-	-	1,35	1,00	-	24,18	32,64
6	římsy + zábradlí	-	-	-	1,35	1,00	-	14,71	19,86
7	LM1- TS (1. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	89,90	121,37
8	LM1- TS (2. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	42,02	56,73
9	LM1- UDL (1. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	18,26	24,65
10	LM1- UDL (2. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	9,78	13,20
11	LM1- UDL (3. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	4,23	5,71
12	přetížení zemního tlaku od UDL	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-6,87	0,00
13	LM3 - 1800/200 (2. pruh)	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	1,37	73,79	136,67
14	chodci	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	11,88	16,04
15	oteplení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	-44,21	0,00
16	ochlazení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	56,64	84,96

Kombinace zatížení:

Mezní stavy únosnosti - MSÚ

1	LM1 (gr1a) - 6.10a (soubor B)	467,58
2	LM1 (gr1a) - 6.10b (soubor B)	473,22
10	LM3 (gr5) - 6.10a (soubor B)	419,75
11	LM3 (gr5) - 6.10b (soubor B)	517,55

Mezní stavy použitelnosti - MSP

19	charakteristická kombinace	410,78
20	častá kombinace	321,64
21	kvázistála kombinace	222,70

(první zatížení v názvu kombinace znamená hlavní proměnné zatížení)

Posouzení na ohyb

předpoklady výpočtu:

- maximální třída betonu C50/60
- pracovní diagram oceli je s vodorovnou větví
- přetvoření výztuže je uvažováno neomezené
- rozdělení napětí v tlačeném betonu je uvažováno rovnoměrné

ohybový moment M_{sd}

$$M_{sd} = 517,55 \text{ kNm}$$

tvar průřezu:

$$h = 0,500 \text{ m}$$

$$b = 1,000 \text{ m}$$

$$a = 70 \text{ mm}$$

$$d = 0,430 \text{ m}$$

třída betonu:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad \gamma_c = 1,5 \quad f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa} \quad \alpha_{cc} = 0,85$$

třída oceli:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

návrh výztuže:

$$\phi = 25 \text{ mm} \quad \text{průměr prutů}$$

$$a_s = 125 \text{ mm} \quad \text{osová vzdálenost prutů}$$

$$A_s = 39,3 \text{ cm}^2$$

výška tlačené části:

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0,126 \text{ m}$$

rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,380 \text{ m}$$

moment únosnosti průřezu:

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 648,44 \text{ kNm} \geq M_{sd} = 517,55 \text{ kNm}$$

- průřez na ohyb vyhovuje

ověření výšky tlačené části průřezu:

$$\xi < \xi_{bal,1}$$

$$\xi = x/d = 0,292$$

$$\xi_{bal,1} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,617 \quad \text{- vyhovuje}$$

minimální plocha tahové výztuže

$$A_{s,min,1} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 6,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min,2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 5,59 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 39,27 \text{ cm}^2 \quad \text{- vyhovuje}$$

Ověření průhybu

Přetvoření je posuzováno pouze v středě rozpětí. Pro tento účel byl vytvořen samostatný výpočetní model, v kterém byly uvažované náhradní výšky průřezů ovlivněných trhlinami. Vliv smršťování a dotvarování byl zanedbán. Podpory byly v svislém směru zadane jako tuhé.

- náhradní výška průřezu v středě $h_{n,v}$:

$$I_i = 0,00286 \text{ m}^4 \text{ – z výpočtu omezení napětí v dolních vláknech}$$

$$h_{n,v} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I_i}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 0,00286}{1,0}} = 325 \text{ mm}$$

- náhradní výška průřezu v líci opěry $h_{n,p}$:

$$I_i = 0,00569 \text{ m}^4 \text{ – viz. posouzení omezení napětí v horních vláknech}$$

$$h_{n,v} = \sqrt[3]{\frac{12 * I_i}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 * 0,01161}{1,0}} = 518mm$$

Výsledné průhyby:

Průhyby horní příčle v středě rozpětí								
č.	Zatěžovací stav	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$Y_{G(Q)}$		φ	w [mm]
					max	min		
1	vlastní tíha	-	-	-	1,35	1,00	-	8,10
2	vozovka + izolace	-	-	-	1,35	1,00	-	1,20
3	zemní tlak klidový	-	-	-	1,35	1,00	-	-6,90
4	smršťování	-	-	-	1,35	1,00	-	2,50
5	dotvarování	-	-	-	1,35	1,00	-	1,10
6	římsy + zábradlí	-	-	-	1,35	1,00	-	3,10
7	LM1- TS (1. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	7,60
8	LM1- TS (2. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	3,40
9	LM1- UDL (1. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	2,50
10	LM1- UDL (2. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	1,20
11	LM1- UDL (3. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	0,50
12	přetížení zemního tlaku od UDL	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-0,90
13	LM3 - 1800/200 (2. pruh)	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	1,37	8,70
14	chodci	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	2,40
15	oteplení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	-2,10
16	ochlazení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	2,70

Kombinace zatížení:

Mezní stavy použitelnosti - MSP

- 19 charakteristická kombinace
- 20 častá kombinace
- 21 kvázistála kombinace

30,16
18,70
10,45

Posouzení průhybu:

Soustava norem ČSN EN nestanovuje mezní přetvoření mostů pozemních komunikací. Pro pozemní komunikace je pro výpočet přetvoření doporučená častá kombinace – ČSN EN 1990/A1 (A2.4.2). Vypočtené přetvoření od časté kombinace tvoří 1/754 rozpětí. Tuto hodnotu lze považovat za vyhovující.

7.2 Posouzení horní příčle v lici opěry

Ohybový moment a kombinace

Ohybový moment v lici opěry									
č.	Zatěžovací stav	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$Y_{G(Q)}$		φ	M_{sk}^+	M_{sd}^+
					max	min		[KNm]	[KNm]
1	vlastní tíha	-	-	-	1,35	1,00	-	-290,40	-392,04
2	vozovka + izolace	-	-	-	1,35	1,00	-	-24,00	-24,00
3	zemní tlak klidový	-	-	-	1,35	0,00	-	-20,51	-27,69

4	smršťování	-	-	-	1,35	1,00	-	67,33	67,33
5	dotvarování	-	-	-	1,35	1,00	-	31,42	31,42
6	římasy + zábradlí	-	-	-	1,35	1,00	-	-50,58	-68,28
7	LM1- TS (1. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	-136,56	-184,36
8	LM1- TS (2. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	-60,28	-81,38
9	LM1- UDL (1. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-54,63	-73,75
10	LM1- UDL (2. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-22,86	-30,86
11	LM1- UDL (3. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-9,01	-12,16
12	přetížení zemního tlaku od UDL	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-1,30	0,00
13	LM3 - 1800/200 (2. pruh)	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	1,37	-170,96	-316,65
14	chodci	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	-41,25	-55,69
15	oteplení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	-57,45	-86,18
16	ochlazení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	73,61	0,00

Kombinace zatížení:

Mezní stavy únosnosti - MSÚ

1	LM1 (gr1a) - 6.10a (soubor B)	-832,00
2	LM1 (gr1a) - 6.10b (soubor B)	-821,63
10	LM3 (gr5) - 6.10a (soubor B)	-758,62
11	LM3 (gr5) - 6.10b (soubor B)	-998,47

Mezní stavy použitelnosti - MSP

19	charakteristická kombinace	-699,75
20	častá kombinace	-475,81
21	kvázistála kombinace	-328,18

Posouzení na ohyb

předpoklady výpočtu:

- maximální třída betonu C50/60
- pracovní diagram oceli je s vodorovnou větví
- přetvoření výztuže je uvažováno neomezené
- rozdělení napětí v tlaceném betonu je uvažováno rovnoměrné

ohybový moment M_{sd}

$M_{sd} = 998,5$ kNm

tvar průřezu:

h = 1,050 m
b = 1,000 m
a = 70 mm
d = 0,980 m

třída betonu:

$f_{ck} = 30$ MPa $\gamma_c = 1,5$ $f_{ctm} = 2,9$ MPa
 $f_{cd} = 17$ MPa $\alpha_{cc} = 0,85$

třída oceli:

$f_{yk} = 500$ MPa $\gamma_s = 1,15$
 $f_{yd} = 434,78$ MPa

návrh výztuže:

$\phi = 20$ mm průměr prutů
 $a_s = 125$ mm osová vzdálenost prutů

$$A_s = 25,1 \text{ cm}^2$$

výška tlačené části:

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0,080 \text{ m}$$

rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,948 \text{ m}$$

moment únosnosti průřezu:

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1035,75 \text{ kNm} \geq M_{sd} = 998,5 \text{ kNm}$$

- průřez na ohyb vyhovuje

ověření výšky tlačené části průřezu:

$$\xi < \xi_{bal,1}$$

$$\xi = x/d = 0,082$$

$$\xi_{bal,1} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,617 \text{ - vyhovuje}$$

minimální plocha tahové výztuže

$$A_{s,min,1} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 14,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min,2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 12,74 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 25,13 \text{ cm}^2 \text{ - vyhovuje}$$

Posouvající síla a kombinace

smyk v líci opěry									
č.	Zatěžovací stav	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$Y_{G(Q)}$		ϕ	V_{sk}	V_{sd}
					max	min		[kNm]	[kNm]
1	vlastní tíha	-	-	-	1,35	1,00	-	121,11	163,50
2	vozovka + izolace	-	-	-	1,35	1,00	-	10,93	14,76
3	zemní tlak klidový	-	-	-	1,35	0,00	-	0,92	1,24
4	smršťování	-	-	-	1,35	1,00	-	-32,13	-32,13
5	dotvarování	-	-	-	1,35	1,00	-	-15,00	-15,00
6	římsy + zábradlí	-	-	-	1,35	1,00	-	7,74	10,45
7	LM1- TS (1. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	137,51	185,64
8	LM1- TS (2. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	-	21,74	29,35
9	LM1- UDL (1. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	31,09	41,97
10	LM1- UDL (2. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	8,39	11,33
11	LM1- UDL (3. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	2,06	2,78
12	přetížení zemního tlaku od UDL	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	0,09	0,12
13	LM3 - 1800/200 (2. pruh)	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	1,37	63,54	117,69
14	chodci	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-	8,53	11,52
15	oteplení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	27,42	41,13
16	ochlazení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-	-35,13	0,00

Kombinace zatížení:

Mezní stavy únosnosti - MSÚ

- 1 LM1 (gr1a) - 6.10a (soubor B)
- 2 LM1 (gr1a) - 6.10b (soubor B)
- 10 LM3 (gr5) - 6.10a (soubor B)
- 11 LM3 (gr5) - 6.10b (soubor B)

402,95
428,21
376,41
465,60

Mezní stavy použitelnosti - MSP

- 19 charakteristická kombinace

363,21

20	častá kombinace
21	kvázistála kombinace

272,93
153,49

Posouzení na smyk

Zatížení

$$V_{ED} = 465,60 \text{ kN}$$

$$N_{ED} = 0,00 \text{ kN}$$

Tvar průřezu:

$$h = 1,050 \text{ m}$$

$$b_W = 1,000 \text{ m}$$

$$a = 70 \text{ mm}$$

$$d = 0,980 \text{ m}$$

$$z = 0,882 \text{ m}$$

Třída betonu:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad \gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa} \quad \alpha_{cc} = 0,85$$

Třída oceli:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

Plocha podélné výztuže

$$\phi = 20 \text{ mm} \quad \text{průměr prutů}$$

$$a_s = 125 \text{ mm} \quad \text{osová vzdálenost prutů}$$

$$A_{s1} = 25,1 \text{ cm}^2$$

Únosnost žb prvku bez smykové výztuže

$$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} b_W d = 337,01 \text{ kN}$$

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

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2,0 \quad \text{- součinitel výšky průřezu}$$

$$k = 1,452$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_W d) \leq 0,02 \quad \text{- součinitel vlivu podélného vyztužení}$$

$$\rho_1 = 0,0026$$

Vliv normálové síly

$$V_{Rd,cn} = 0,15 \sigma_{cp} b_W d = 0,00 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = N_{ED} / A_c \leq 0,2 f_{cd} = 3400 \text{ kPa} \quad \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ kPa} \quad \text{- tlaková síla smykovou únosnost zvyšuje, tahová}$$

snižuje

Celková smyková únosnost betonového průřezu

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,cm} + V_{Rd,cn} = 337,01 \text{ kN} \quad \text{NUTNÁ SMYKOVÁ VÝZTUŽ}$$

Minimální smyková únosnost betonového průřezu bez smykové výztuže

$$V_{Rd,c} \geq V_{min} b_W d = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} b_W d = 328,62 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE

Uspořádání smykové výztuže

$$\phi = 10 \text{ mm}$$

$$n_s = 1 \quad (\text{střižnost})$$

$$\cot \Phi = 2,5$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$A_{sw} = 2,62 \text{ cm}^2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\cot \alpha = 0,0$$

$$s = 0,25 \text{ m}$$

$$s_t = 0,3 \text{ m}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rd,s} = A_{sw} f_{ywd} z \cot \Phi / s = 1003,94 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost tlakových diagonál

Konstrukční podmínky

$$s_{max} \leq 0,75 d (1 + \cot \alpha) = 0,735 \text{ m}$$

$$400 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} \leq 0,75 d = 0,735 \text{ m} \quad (\text{trám})$$

$$1,5 d = 1,470 \text{ m} \quad (\text{deska})$$

$$600 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,max} = v_1 f_{cd} b_w z / (\tan \Phi + \cot \Phi) = \mathbf{3102,2 \text{ kN}} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$v_1 = 0,6 \quad - \text{ pro betony do pevnosti C60/75}$$

$$\tan \Phi = 0,4$$

Stupeň smykového vyztužení

$$\rho_w = A_{sw} / (b_w s) = 0,0010$$

$$\rho_{w,min} = (0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = 0,0009 \quad - \text{ minimální smykové vyztužení}$$

$$\rho_{w,max} = 0,5 v f_{cd} / f_{ywd} = 0,0103 \quad - \text{ maximální smykové vyztužení}$$

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

stupeň vyztužení

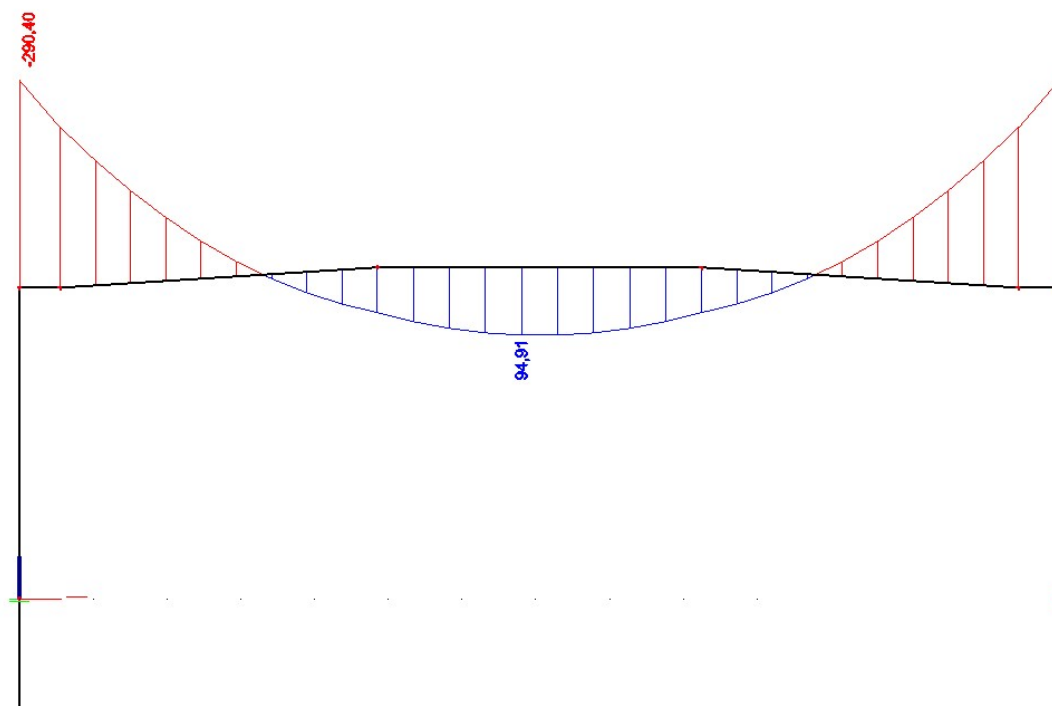
vyhovuje

Přírůstek tahové síly v podélné výztuži

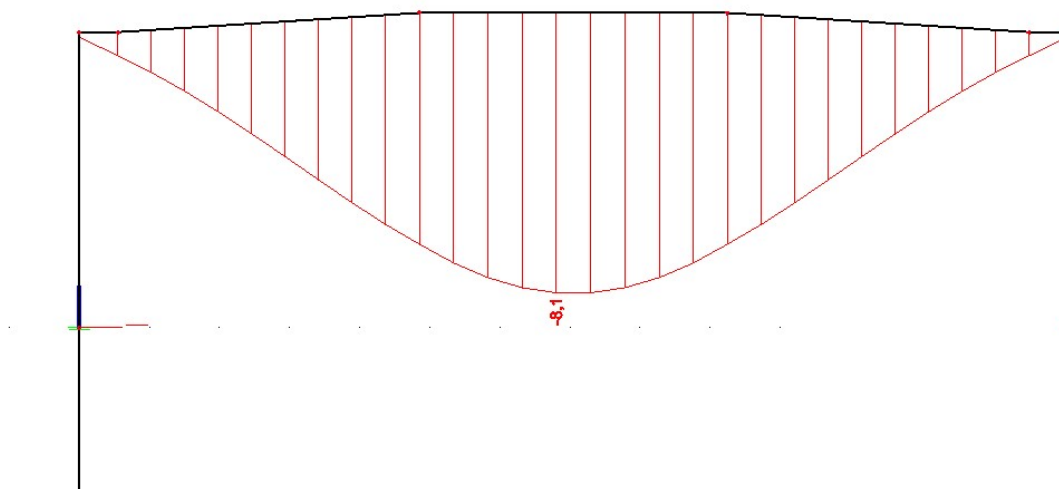
$$\Delta F_{td} = 0,5 V_{Ed} (\cot \Phi - \cot \alpha) = 582,00 \text{ kN}$$

$$\text{Podmínka: } F_{td} = M_{ed} / z + \Delta F_{td} \leq M_{ed,max} / z$$

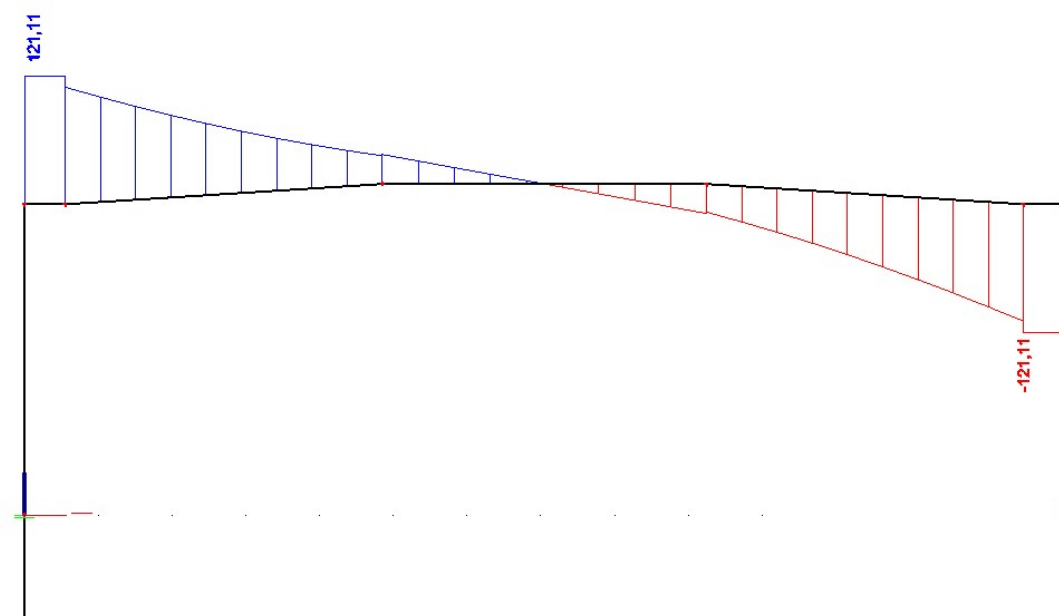
7.3 Grafická příloha



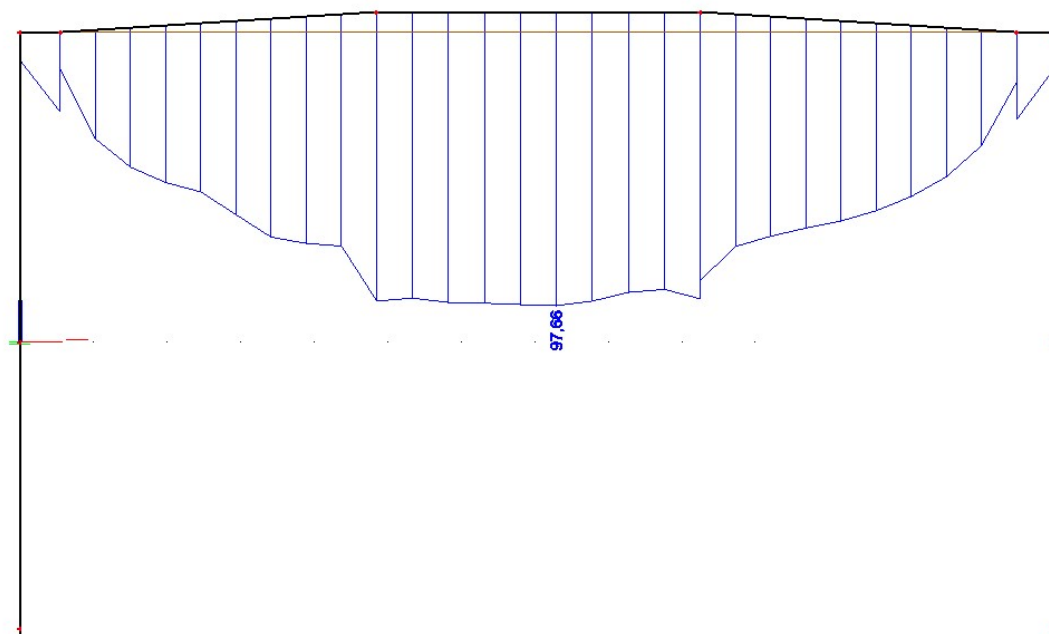
Vlastní tíha – M_y



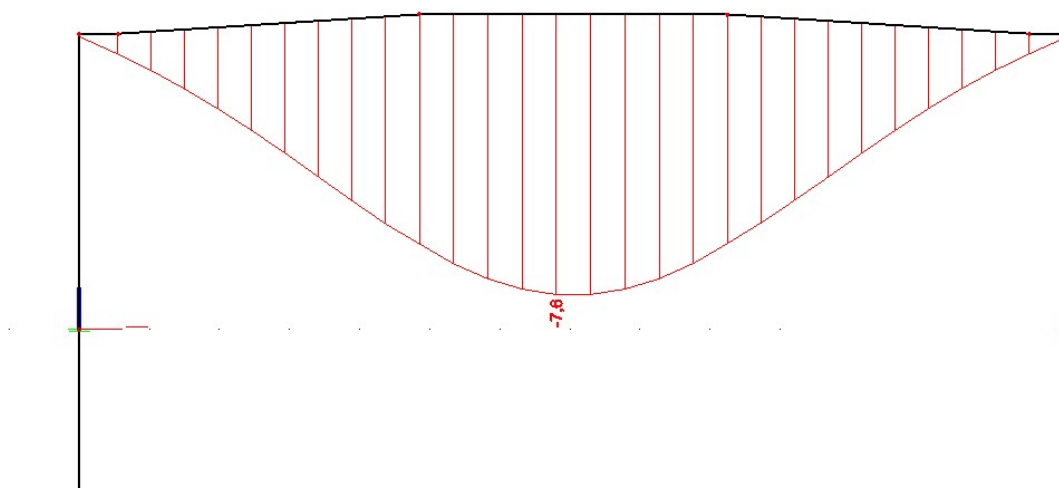
Vlastní tíha – průhyb



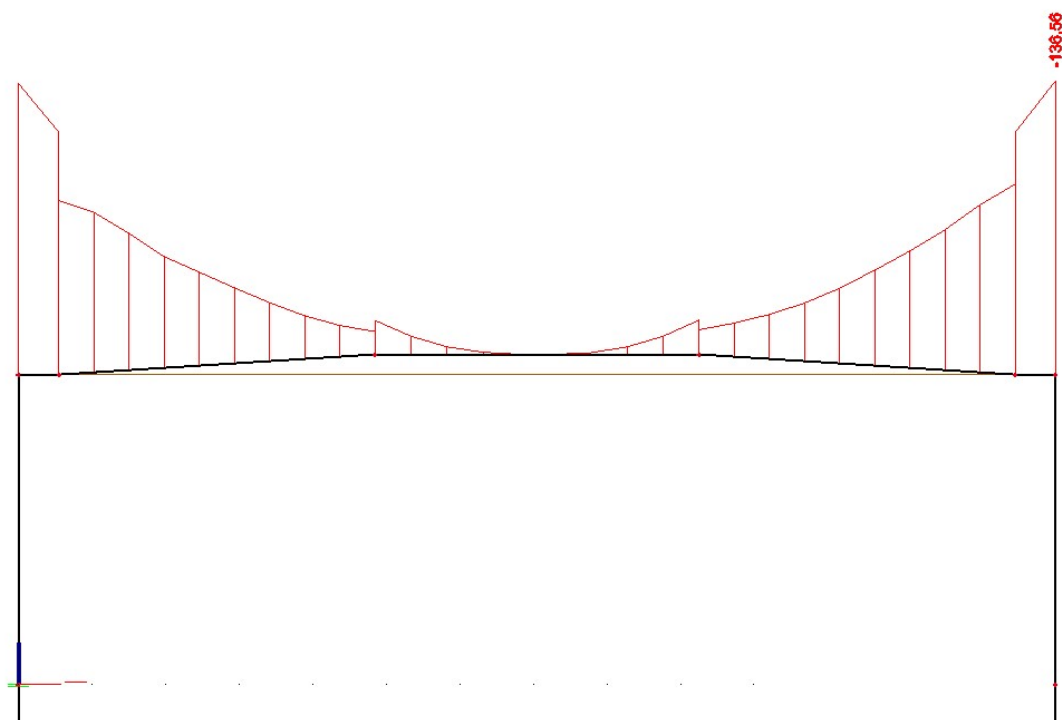
Vlastní tíha – Smyk



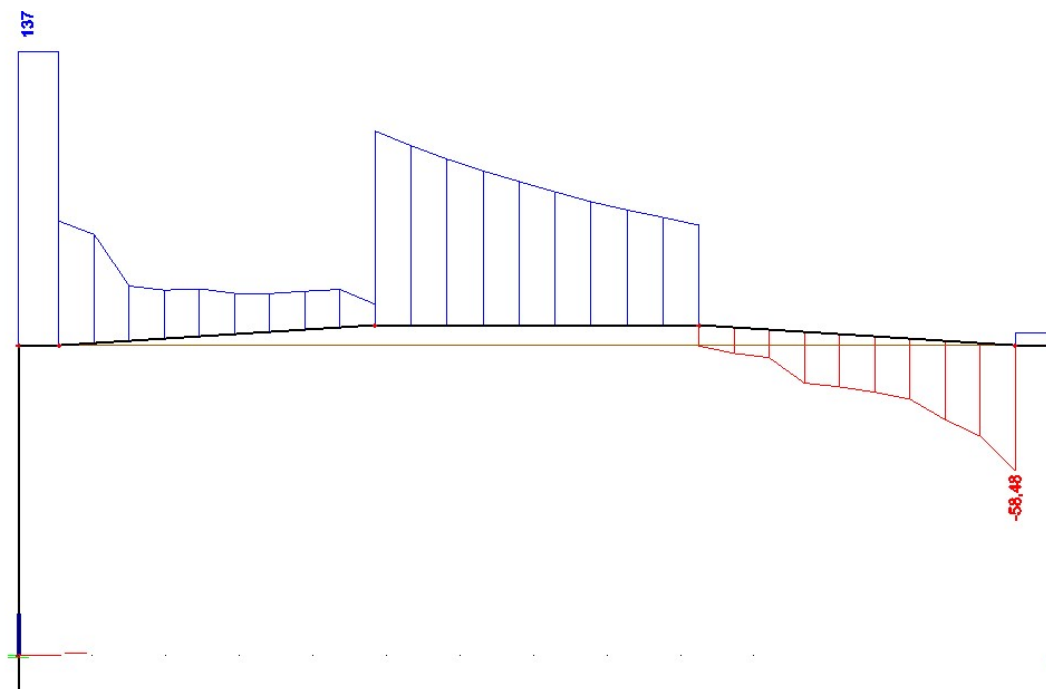
LM1-300 – M_y v středě rozpětí



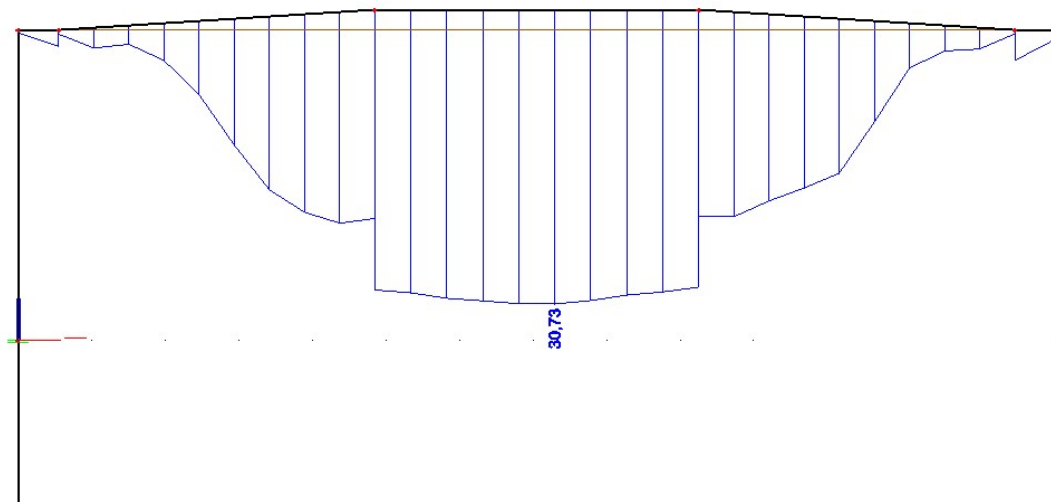
LM1-300 – průhyb v středě rozpětí



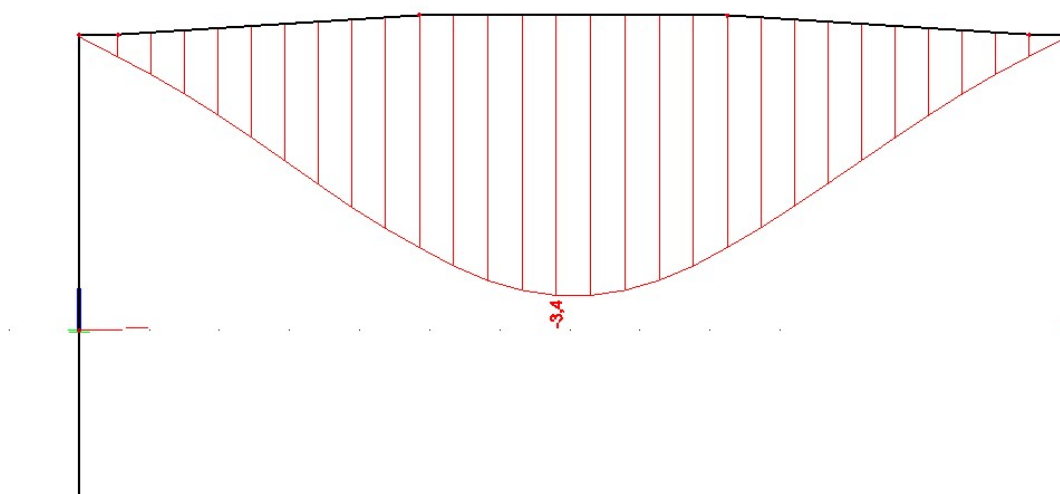
LM1-300 – M_y v líci opěry



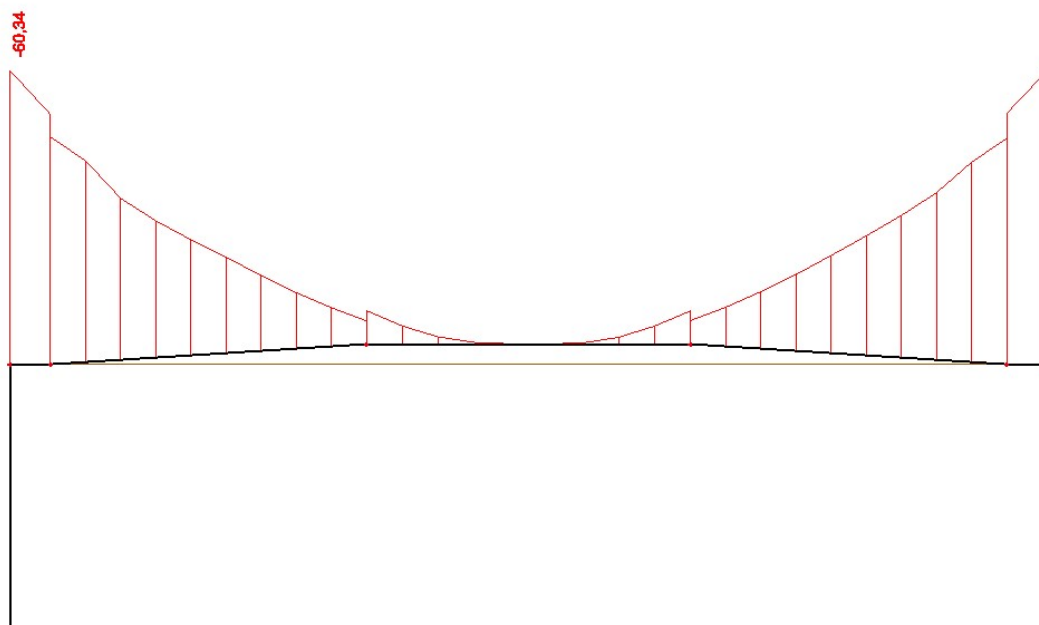
LM1-300 – S_{myk} v líci opěry (max.)



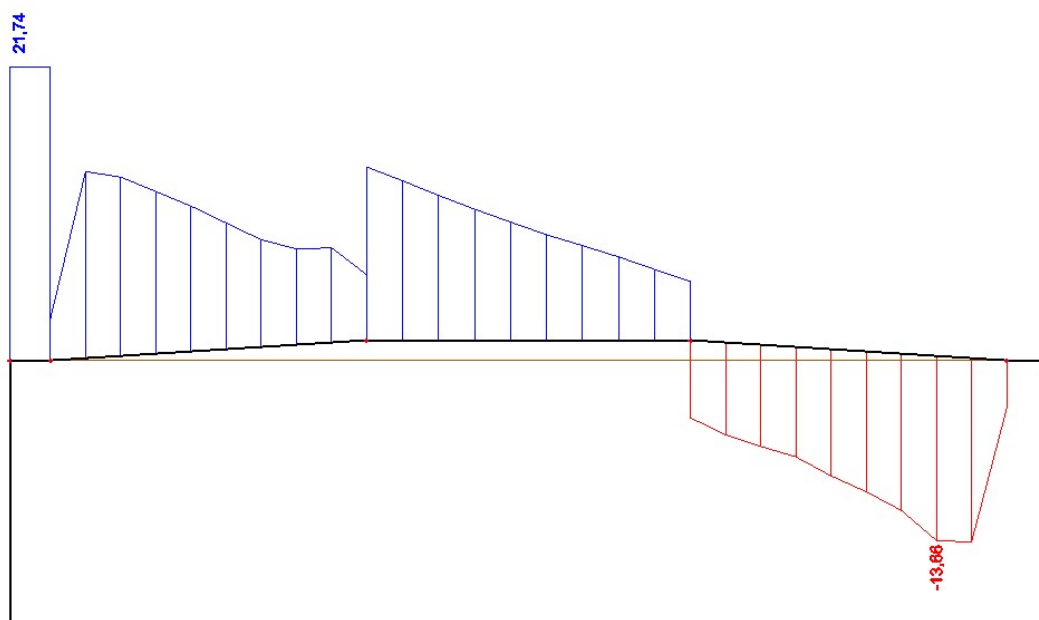
LM1-200 – M_y v středě rozpětí



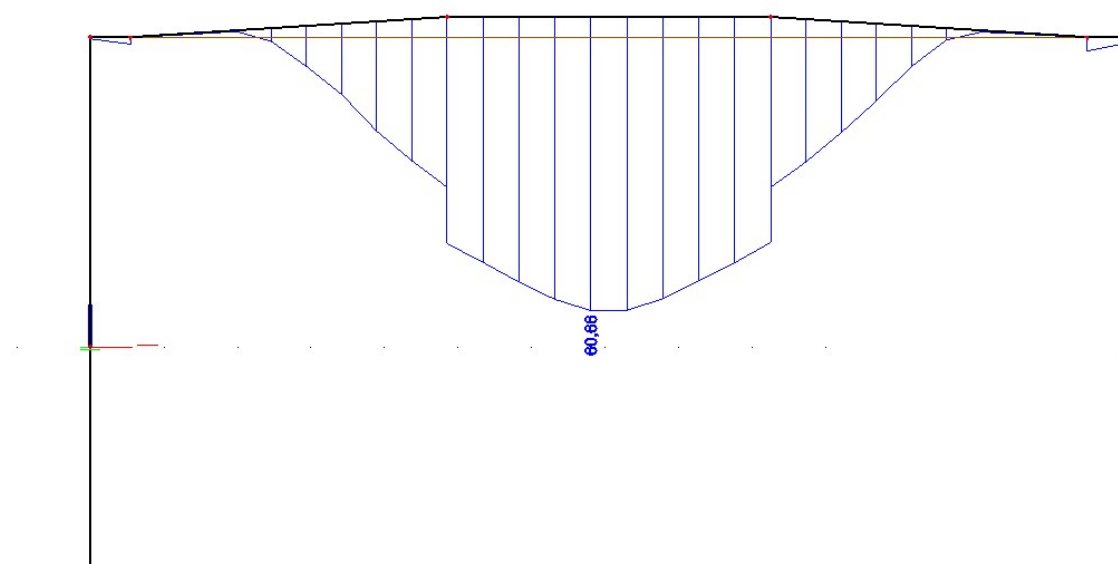
LM1-200 – průhyb v středě rozpětí



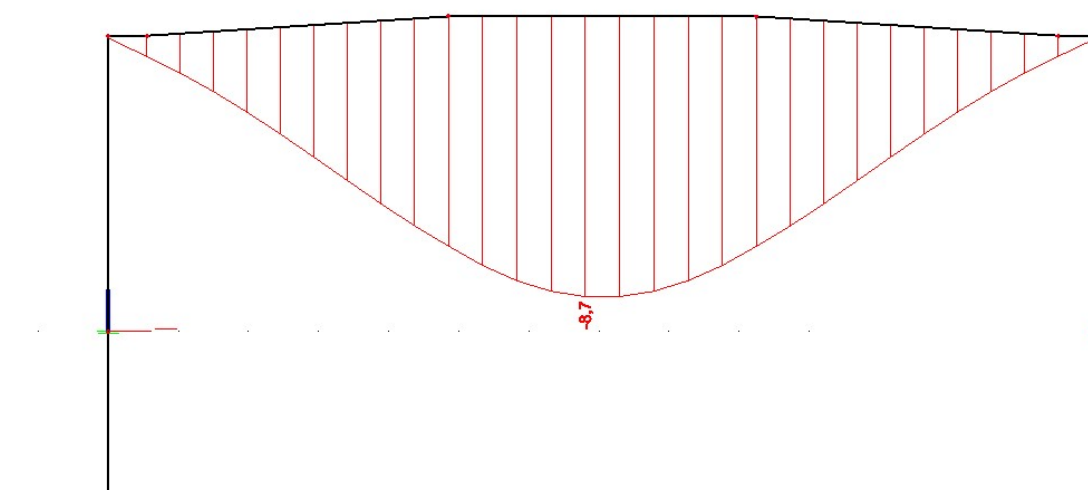
LM1-200 – M_y v líci opěry



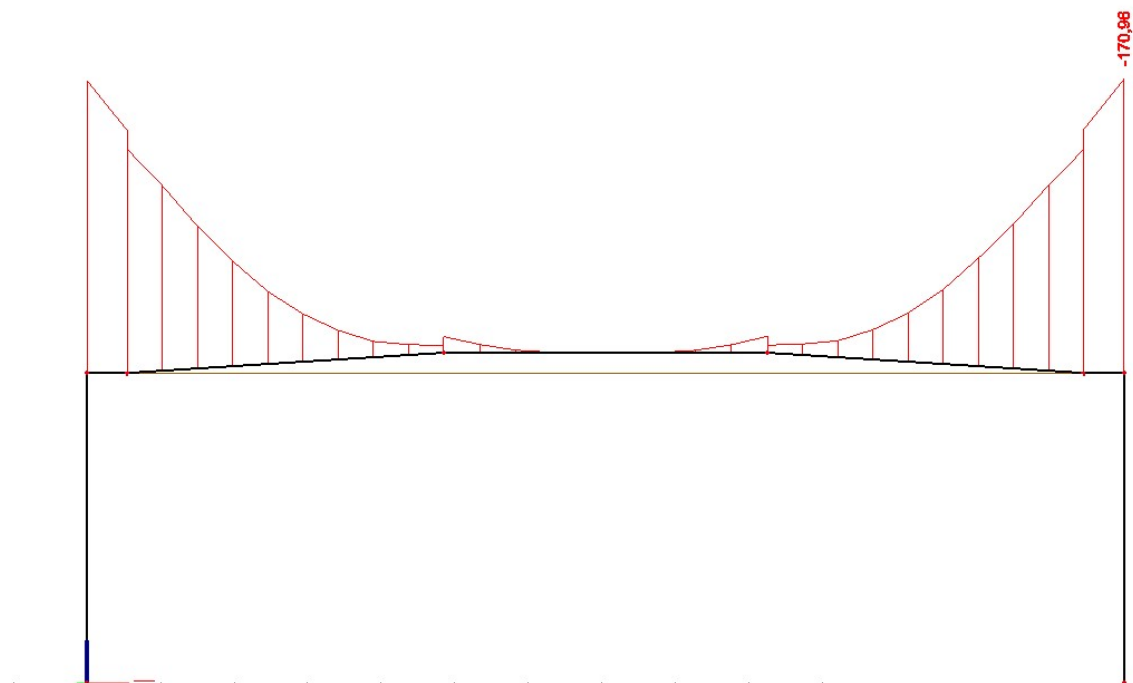
LM1-200 – Smyk v líci opěry



LM3 – M_y v středě rozpětí



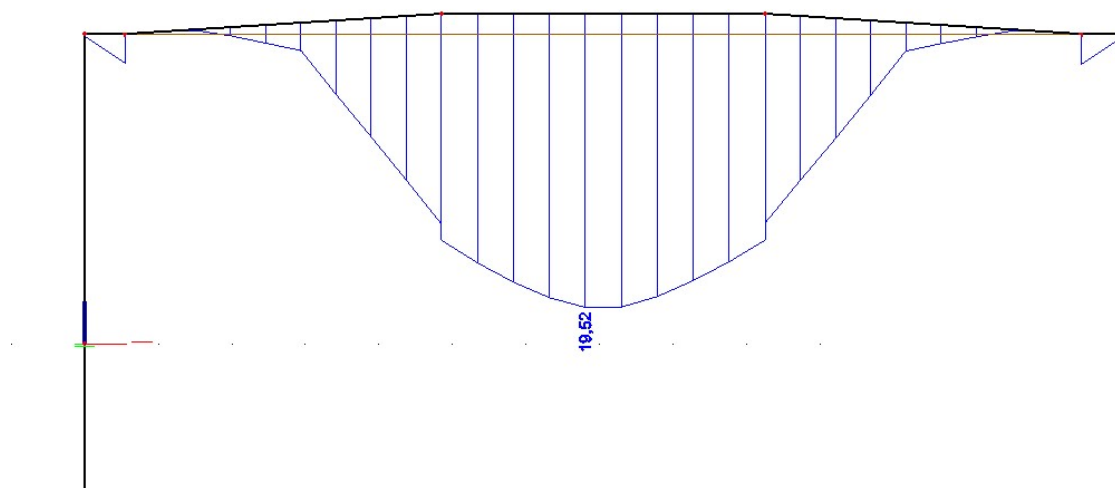
LM3 – průhyb v středě rozpětí



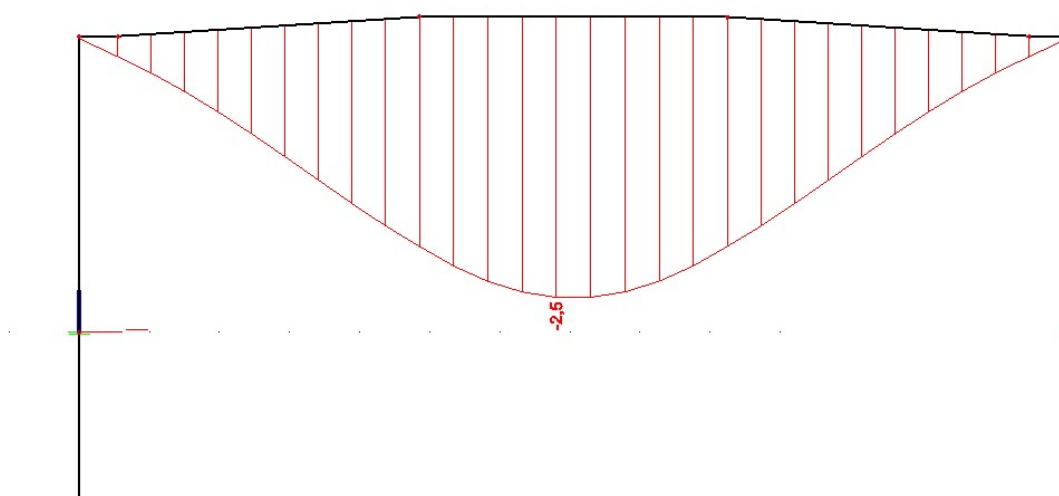
LM3 – My v líci opěry



LM3 – Smyk v líci opěry



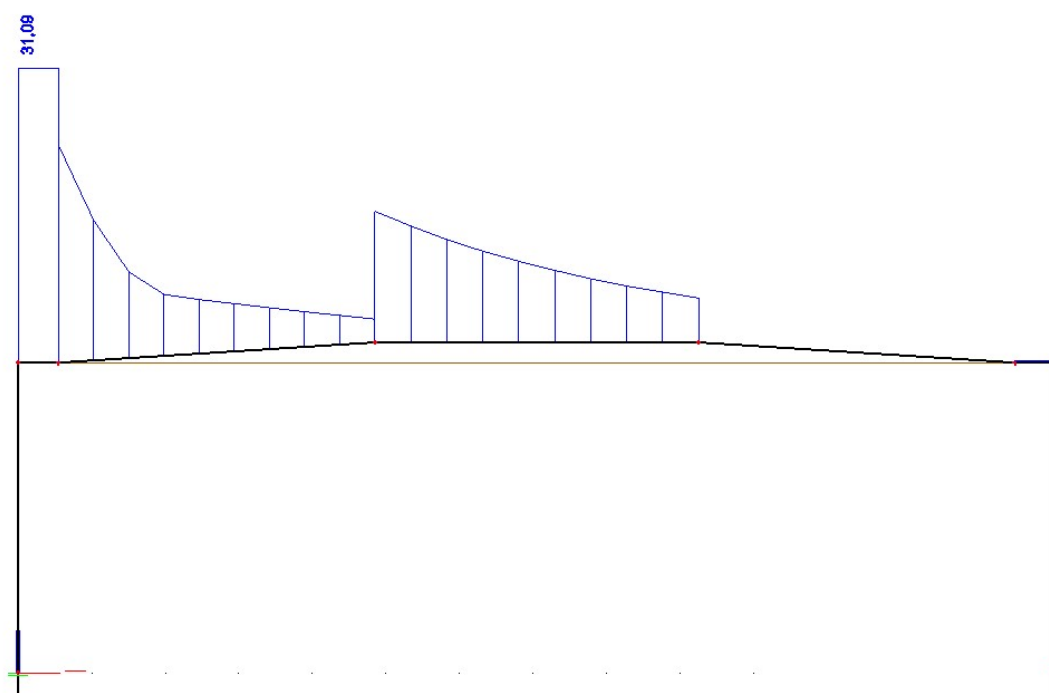
UDL – M_y v středě rozpětí



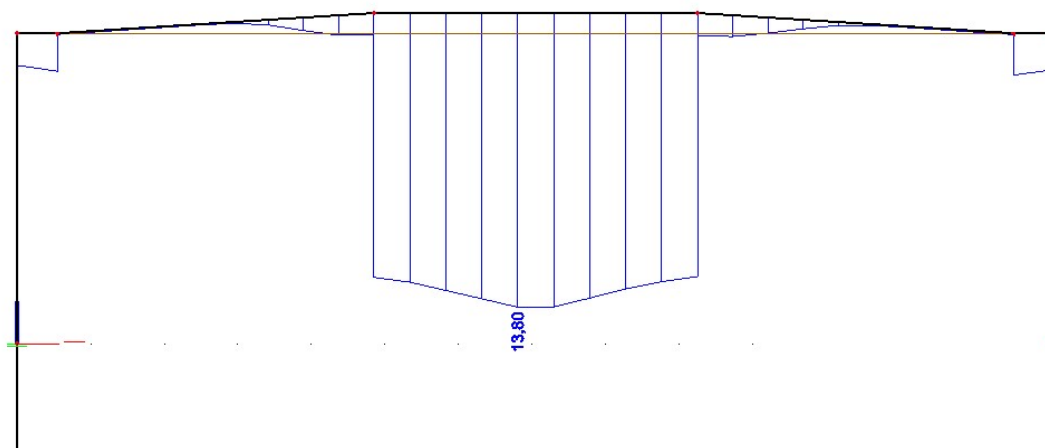
UDL – průhyb v středě rozpětí



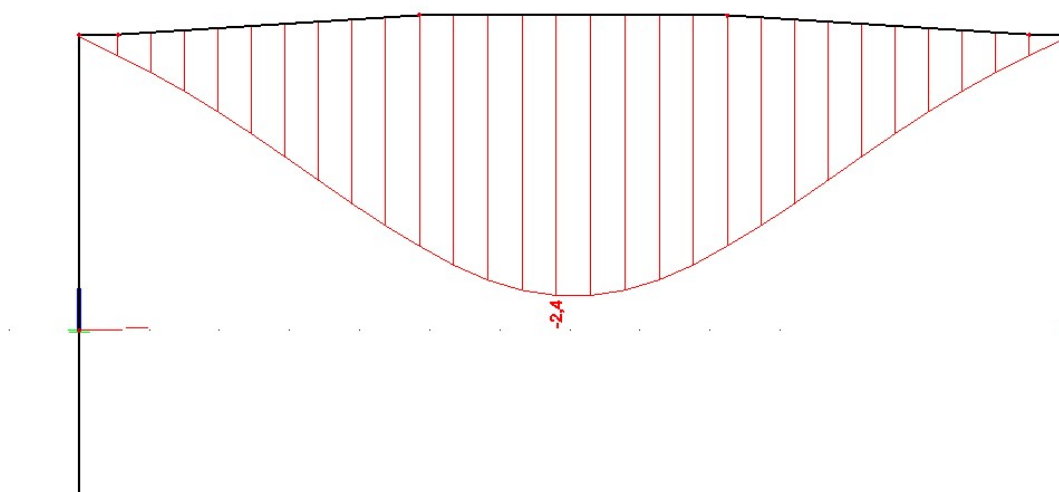
UDL – M_y v líci opěry



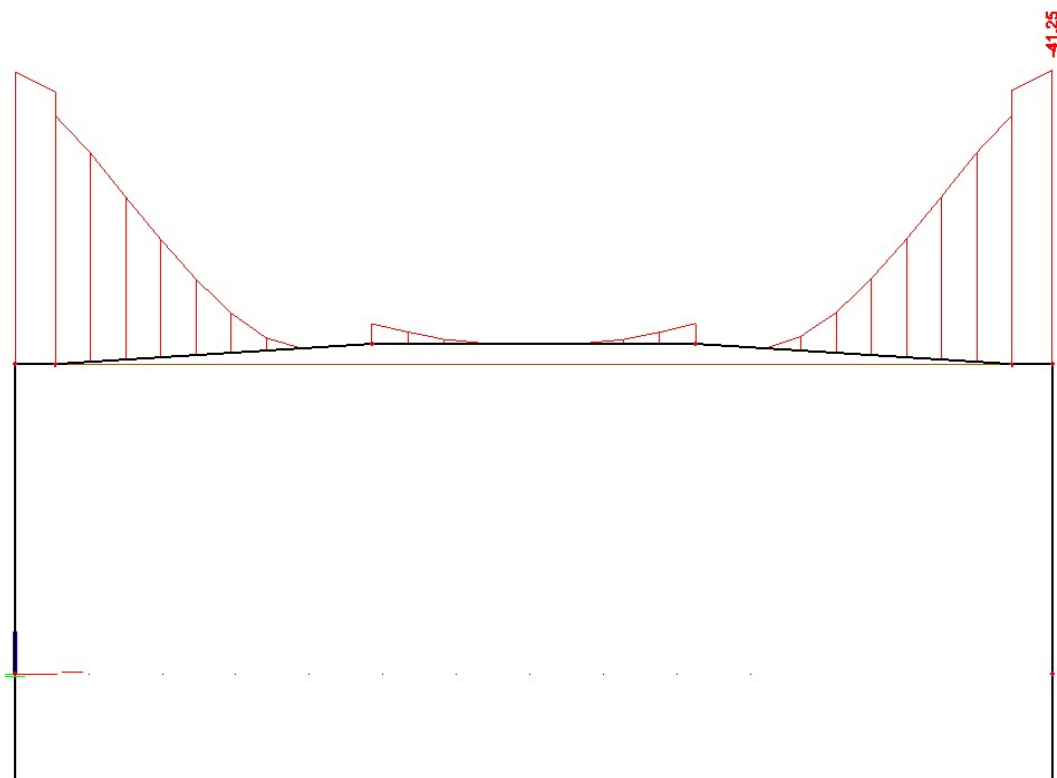
UDL – Smyk v líci opěry



Chodci – M_y v středě rozpětí



Chodci – průhyb v středě rozpětí



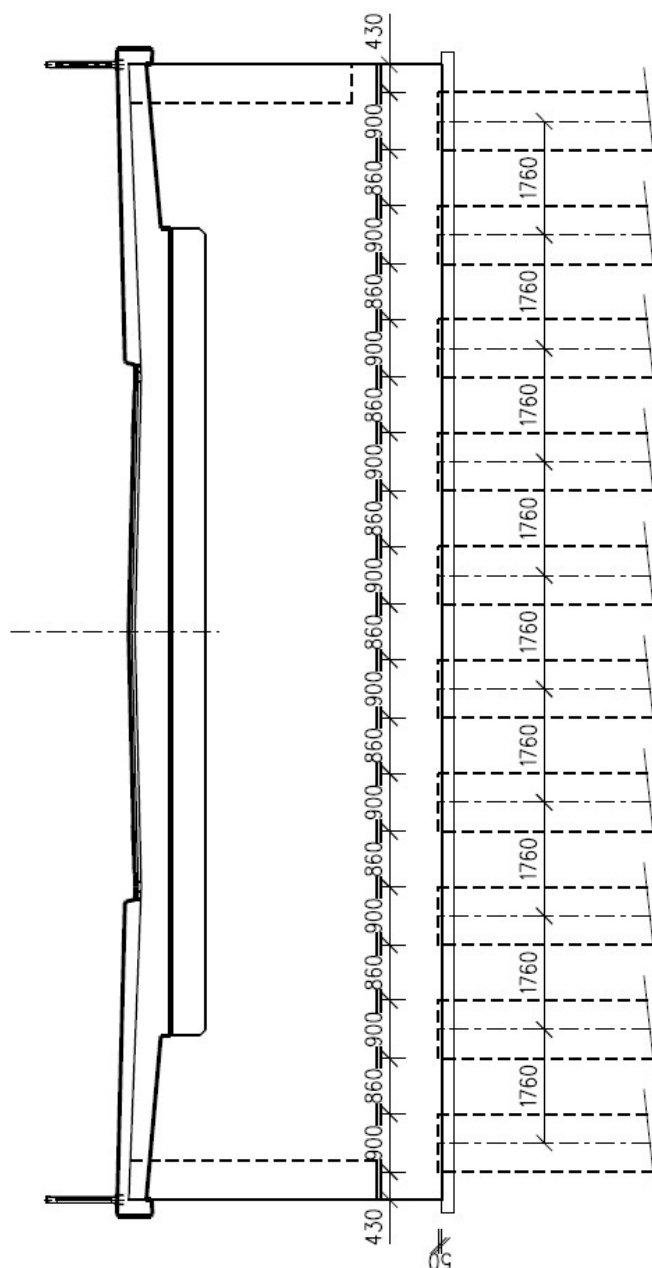
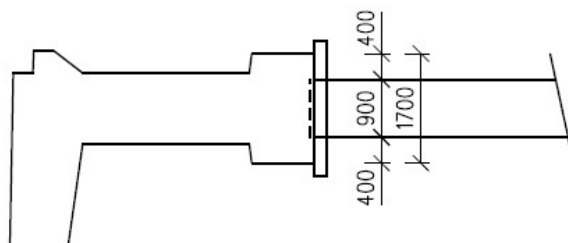
Chodci – My v líci opěry



Chodci – Smyk v líci opěry

8 Návrh a posouzení založení

- Počet řad pilot: 1
- Příčná vzdálenost pilot: 1,76 m
- Délka pilot přední řady: 8,00 m
- Průměr pilot: 900 mm
- Zapuštění do základu: 50 mm



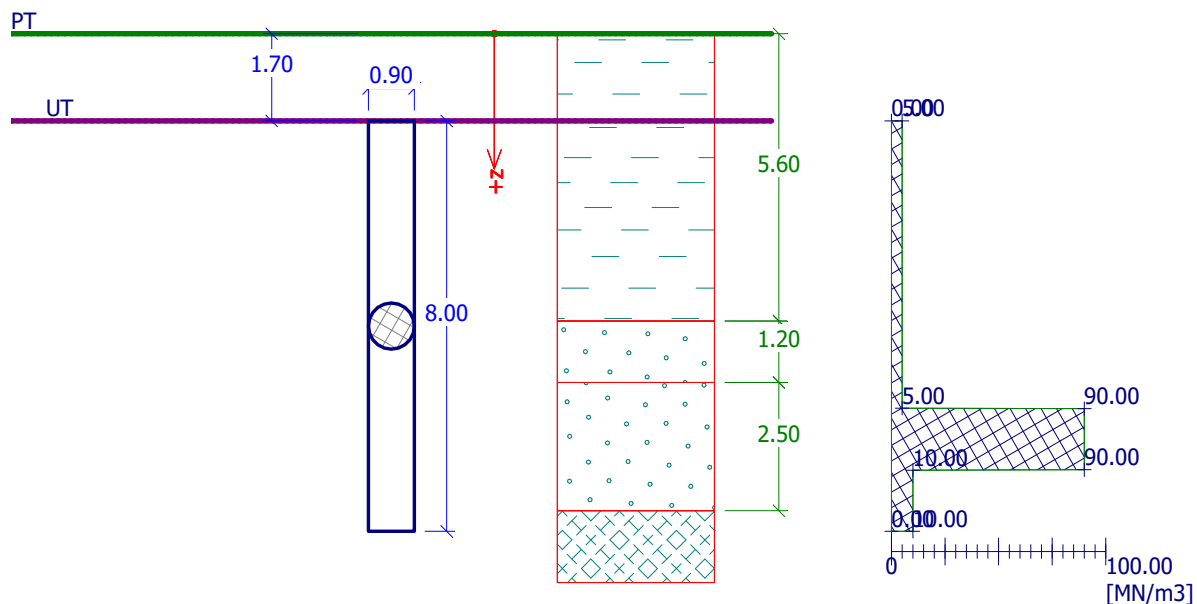
Síly na nejvíce namáhané pilotě												
č.	Zatěžovací stav	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$Y_{G(Q)}$		N_{sk}	N_{sd}	M_{sk}	M_{sd}	H_{sk}	H_{sd}
					max	min						
1	vlastní tíha	-	-	-	1,35	1,00	410,77	554,54	187,77	253,49	-60,11	-81,15
2	vozovka + izolace	-	-	-	1,35	1,00	12,71	17,16	13,92	18,79	-4,46	-6,02
3	zemní tlak klidový	-	-	-	1,35	0,00	-1,59	0,00	-333,53	0,00	104,54	0,00
4	smršťování	-	-	-	1,35	1,00	82,07	110,79	12,23	16,51	15,55	20,99
5	dotvarování	-	-	-	1,35	1,00	38,30	51,71	5,71	7,71	7,26	9,80
6	římasy + zábradlí	-	-	-	1,35	1,00	42,85	57,85	43,52	58,75	-13,93	-18,81
7	LM1- TS (1. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	74,05	99,97	64,50	87,08	-19,56	-26,41
8	LM1- TS (2. pruh)	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	38,01	51,31	37,39	50,48	-11,26	-15,20
9	LM1- UDL (1. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	24,97	33,71	24,68	33,32	-7,91	-10,68
10	LM1- UDL (2. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	12,73	17,19	14,28	19,28	-4,56	-6,16
11	LM1- UDL (3. pruh)	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	6,93	9,36	8,95	12,08	-2,84	-3,83
12	přetížení zemního tlaku od UDL	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	-0,22	0,00	-38,99	0,00	12,27	0,00
13	brzdné a rozjezdové síly	0,75	0,75	0,00	1,35	0,00	13,61	18,37	23,52	31,75	-20,40	-27,54
14	LM3 - 1800/200 (2. pruh)	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	103,09	139,17	105,94	143,02	-33,83	-45,67
15	chodci	0,40	0,40	0,00	1,35	0,00	32,28	43,58	33,03	44,59	-10,55	-14,24
16	oteplení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	-70,04	0,00	-10,44	0,00	-13,27	0,00
17	ochlazení - rovnoměrné	0,60	0,60	0,50	1,50	0,00	89,73	134,60	13,37	20,06	17,00	25,50

Kombinace zatížení:

Mezní stavy únosnosti - MSÚ

1	LM1 (gr1a) - 6.10a (soubor B)	1041,57	537,97	-125,71
2	LM1 (gr1a) - 6.10b (soubor B)	960,59	519,07	-124,83
10	LM3 (gr5) - 6.10a (soubor B)	982,43	468,59	-91,19
11	LM3 (gr5) - 6.10b (soubor B)	1002,80	558,32	-125,58

Posouzení piloty



Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
1	Třída F6, konzistence tuhá		17.00	8.00	21.00	11.00
2	Třída S3, středně ulehlá		28.00	0.00	17.50	7.50
3	R6		22.00	20.00	21.00	11.00
4	R4		22.00	20.00	21.00	11.00

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
1	Třída F6, konzistence tuhá		5.00	-	21.00	-	-
2	Třída S3, středně ulehlá		-	60.00	17.50	-	-
3	R6		-	10.00	21.00	-	-
4	R4		-	40.00	21.00	-	-

Geometrie piloty

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0.90$ m

Délka $l = 8.00 \text{ m}$

Umístění

Vysazení $h = 0.00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 1.70 \text{ m}$

Redukce odporu na patě $= 0.80$

Redukce odporu na plášti $= 0.60$

Průběh modulu reakce podloží

Hloubka [m]	K_h [MN/m ³]
0.00	5.00
5.60	5.00
5.61	90.00
6.80	90.00
6.81	10.00
8.00	10.00





Materiál konstrukce

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

Beton : C 20/25

Ocel podélná : B500

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5.60	Třída F6, konzistence tuhá	
2	1.20	Třída S3, středně ulehlá	
3	2.50	R6	
4	-	R4	

Zatížení

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	LM1 (gr1a) - 6.10a	Výpočtové	1041.57	0.00	537.97	-125.71	0.00
2	LM1 (gr1a) - 6.10b	Výpočtové	960.59	0.00	519.07	-124.83	0.00
3	LM3 (gr5) - 6.10a	Výpočtové	982.43	0.00	468.59	-91.19	0.00
4	LM3 (gr5) - 6.10b	Výpočtové	1002.80	0.00	558.32	-125.58	0.00

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 $\gamma_{mc} = 1.40$

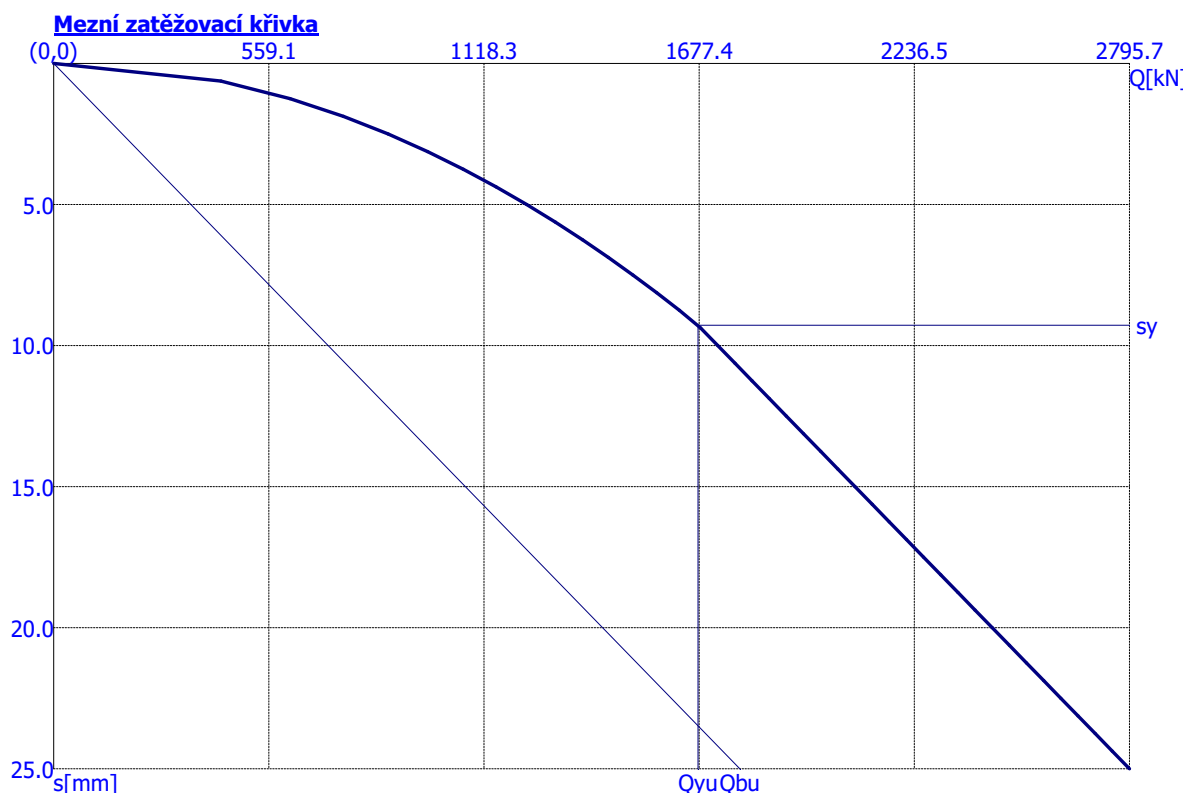
Výpočet mezní zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0.00	3.90	3.90	50.00	75.00	80.00
2	3.90	5.10	1.20	15.00	91.00	48.00
3	5.10	7.60	2.50	20.00	97.00	108.00
4	7.60	8.00	0.40	33.00	169.00	139.00

Regresní součinitel e = 1616.00

Regresní součinitel f = 1155.00

Výpočet mezní zatěžovací křivky piloty – výsledky



Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $Q_{yu} = 1674.33$ kN

Velikost sedání odpovídající síle Q_{yu} $s_y = 9.3$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty $Q_{bu} = 1783.12$ kN

Celková únosnost $Q_{pu} = 2795.67$ kN

Pro zatížení $Q = 1041.57$ kN je sednutí piloty 3.6 mm

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 19.0 mm

Max.posouvající síla = 220.89 kN

Maximální moment = 666.19 kNm

Dimenzace výztuže:

Vyztužení - 14 ks profil 20.0 mm; krytí 100.0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0.346 \% > 0.130 \% = \rho_{min}$

Zatížení : $N_{Ed} = -1041.57$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 666.19$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = -1273.06$ kN; $M_{Rd} = 814.23$ kNm

Zatížení : $N_{Ed} = -960.59$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 666.19$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = -1142.45$ kN; $M_{Rd} = 792.30$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE