


Re Lull

D SO 201

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

| | | | | | |
|---|---------------------|------------------------|---|---------------|---------------------------|
| VEDOUCÍ PROJEKTANT | Ing. Martin ŘEHULKA | <i>Re Lull</i> |  Projekční kancelář PRIS spol. s r.o. OSOVA 20, 625 00 BRNO tel. / fax 547 212 053, e-mail info@pris.cz | | |
| ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT | Ing. Adam RUSSNÁK | <i>Adam Russnak</i> | | | |
| VYPRACOVAL | Ing. Jonáš GRATZA | <i>Jonas Gratz</i> | | | |
| KONTROLOVAL | Ing. Jiří ŠRUBAŘ | <i>Jiri Srubar</i> | | | |
| KRAJ | JIHOMORAVSKÝ | OBJEDNATEL DOKUMENTACE | SÚS Jihomoravského kraje, p.o.k | DATUM | 05/2020 |
| AKCE III-37913 Drásov most 37913-3 - PDPS, SP SO 201 Most ev.č. 37913-3 | | | | FORMÁT | A4 |
| | | | | MĚŘÍTKO | - |
| | | | | STUPEŇ | PDPS |
| | | | | ČÍS. ZAKÁZKY | 20043 |
| | | | | ARCHIVNÍ ČÍS. | 201_12_SV.dwg |
| PŘÍLOHA STATICKÝ VÝPOČET | | | | ČÍS. SOUPRAVY | ČÍS. VÝKRESU 12 |

STATICKÝ VÝPOČET

Akce: **III/37913 Drásov most 37913-3 - PDPS, SP**

Objekt: **SO 201 Most ev.č. 37913-3**

Vypracoval:

v Brně, květen 2020

Ing. Jonáš Gratza

PŘEDPISY A LITERATURA:

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Zatížení teplotou
- ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Mimořádná zatížení
- ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty

PROGRAMY:

| | |
|-------------|-----------------------|
| SCIA ESA PT | statické modely prutu |
| FIN EC | posouzení žb. průřezu |
| IDEA RS | posouzení žb. průřezu |
| MS EXCEL | ruční posouzení |
| MS WORD | textové přílohy |

POPIS STAVBY:

Nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická ŽB příčel rámu z betonu C30/37 XF2, XD1, XC4. Navržená betonářská výztuž je z oceli B500 B, minimální a jmenovité krytí je uvedeno v grafické příloze. Příčný řez je tvořen deskovým průřezem s náběhy výškou ve středu rozpětí 0,5 m. Náběh 3,0 m od líce podpory. Tloušťka příčle v místě dříku je 0,75m. Šířka nosné konstrukce je 11,2 m.

Rozpětí pole je 11,0 m. Celková délka nosné konstrukce je 12,196 m (kolmo 12,0 m), délka přemostění je 10,163 m (10,0 m). V podélném směru je ve vrcholovém oblouku. V příčném řezu je sklon jednostranný 2,5 % s protispádem 2,0 % pod pravou římsou. Vytvoří se tak úžlabí, které je vyplněno drenážním plastbetonem.

NK je náběhovaná, ve vetknutí má výšku 0,75 m a uprostřed rozpětí 0,5 m.

Na nosné konstrukci bude na spodním povrchu proveden okapní ozub vložení lišty 30/15 mm do bednění a současně s boky NK opatřen hydrofóbním nátěrem.

Nosná konstrukce bude vybetonována na skruži v 1 etapě. Betonáž bude probíhat plynule po vrstvách 30-40 cm na celou výšku bez vodorovných pracovních spár s vibračním zhutněním betonové směsi.

Horní povrch musí splňovat požadavky pro provedení izolace.

Deska nosné konstrukce bude na horním povrchu izolována natavovanými izolačními pásy NAIP na pečetici vrstvu. Pod pravou římsou bude proveden izolační náletek.

Není-li na výkrese uvedeno jinak, provede se zkosení hran 15x15 mm.

Minimální a nominální krytí výztuže je uvedeno v grafické příloze. Výztuž bude stabilizována vázacím drátem.

Založení mostu

Pro navrhovanou rekonstrukci mostního objektu byl v blízkosti stávajícího mostu proveden IG průzkum.

Na základě průzkumu je vhodné založit nový most hlubině prostřednictvím pilot či mikropilot do úrovně vysoce únosného a málo stlačitelného podloží, které se nachází v dosažitelné hloubce.

Základy jsou monolitické z betonu C25/30 XF2, XD1, XC4 výšky 0,75 m a sklonem směrem k okrajům. Šířka základů je na obou opěrách 2,526 m (kolmo 2,500 m). Délka základů je v kolmém směru je 11,200 m. Základy jsou v příčném směru s předstupky.

Betonářská výztuž základů i pilot je z oceli B500 B, minimální a jmenovité krytí je uvedeno v grafické příloze.

Spodní stavba

Stěny rámu

Opěry jsou navrženy tl. 1,016 m (kolmo 1,0 m), výšky cca 1,5 m jsou vetknuty do základů. Jsou navrženy z betonu C30/37 XF2, XD1, XC4 vyztužené betonářskou výztuží z oceli B500 B.

Na obou opěrách budou při okrajích osazeny nivelační značky pro sledování případných pohybů mostu v době výstavby a po výstavbě.

Mostní křídla

Mostní zavěšená křídla, která jsou vetknuta do opěr a základů jsou navržena z betonu C30/37 XF2, XD1, XC4 a vyztužena betonářskou výztuží z oceli B500 B. Tloušťka křídel je 500 mm. Křídla budou budována spolu s opěrami. Pohledová plocha křídel bude provedena bez dalších úprav, tj. pohledový beton.

Nosná konstrukce

Nový most je navržen jako kolmý monolitický ŽB rám.

Nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická ŽB příčel rámu z betonu C30/37 XF2, XD1, XC4. Navržená betonářská výztuž je z oceli B500 B, minimální a jmenovité krytí je uvedeno v grafické příloze. Příčný řez je tvořen deskovým průřezem s náběhy výškou ve středu rozpětí 0,5 m. Náběh 3,0 m od líce podpory. Tloušťka příčle v místě dríku je 0,75m. Šířka nosné konstrukce je 11,2 m.

Rozpětí pole je 11,0 m. Celková délka nosné konstrukce je 12,196 m (kolmo 12,0 m), délka přemostění je 10,163 m (10,0 m). V podélném směru je ve vrcholovém oblouku. V příčném řezu je sklon jednostranný 2,5 % s protispádem 2,0 % pod pravou římsou. Vytvoří se tak úžlabí, které je vyplněno drenážním plastbetonem.

NK je náběhovaná, ve vetknutí má výšku 0,75 m a uprostřed rozpětí 0,5 m.

Na nosné konstrukci bude na spodním povrchu proveden okapní ozub vložením lišty 30/15 mm do bednění a současně s boky NK opatřen hydrofóbním nátěrem.

Nosná konstrukce bude vybetonována na skruži v 1 etapě. Betonáž bude probíhat plynule po vrstvách 30-40 cm na celou výšku bez vodorovných pracovních spár s vibračním zhutněním betonové směsi.

Horní povrch musí splňovat požadavky pro provedení izolace.

Deska nosné konstrukce bude na horním povrchu izolována natavovanými izolačními pásy NAIP na pečetící vrstvě. Pod pravou římsou bude proveden izolační náletek.

Není-li na výkrese uvedeno jinak, provede se zkosení hran 15x15 mm.

Minimální a nominální krytí výztuže je uvedeno v grafické příloze. Výztuž bude stabilizována vázacím drátem.

Materiály

BETON:

| | | |
|--------------------------|---------|-----|
| ZÁKLADY RÁMU: | C 25/30 | XC2 |
| KŘÍDLA: | C 30/37 | XF2 |
| RÁMOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE: | C 30/37 | XF2 |
| ŘÍMSY: | C 30/37 | XF4 |

OCEL:

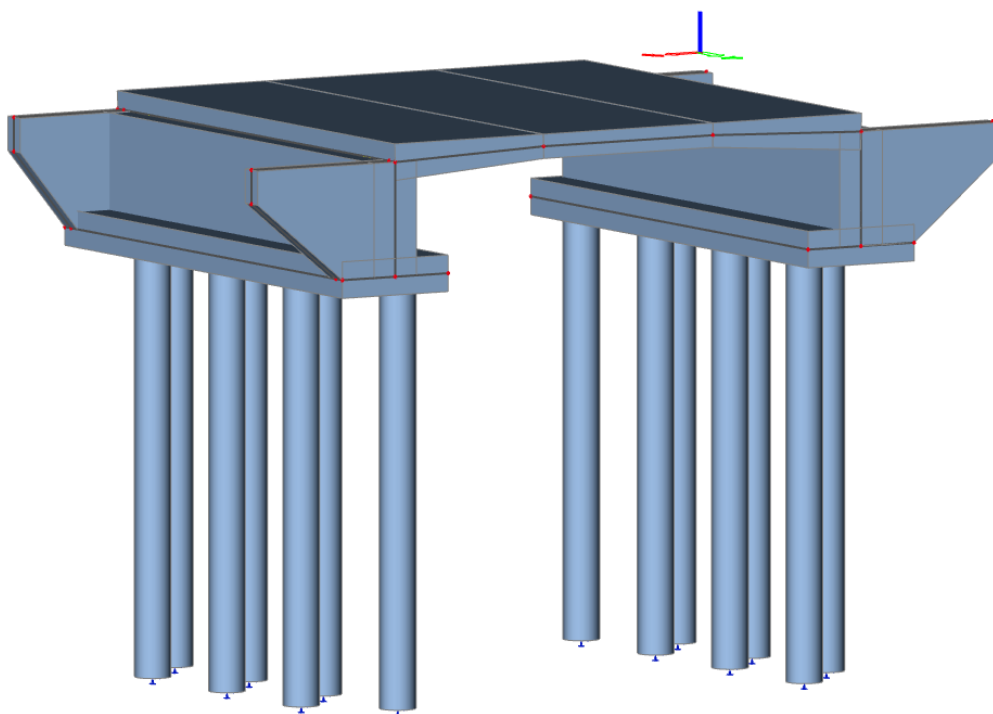
| | |
|--------------------|------|
| BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ: | B500 |
|--------------------|------|

POPIS STATICKÉHO VÝPOČTU A STATICKÁ ANALÝZA:

Statický výpočet řeší zejména:

- posouzení základních žb. průřezů nosné konstrukce rámu

Posouzení je provedeno pro mezní stavy únosnosti, použitelnosti a montážní fáze dle evropských norem EC. Posudky žb. prvků jsou provedeny buď pomocí programu, nebo ručně. Statický model konstrukce pro účinky od stálého zatížení a dopravy, je tvořen jako desko-stěna. Pro účinky od teploty, smrštění a brzdných sil byl vytvořen prutový model.

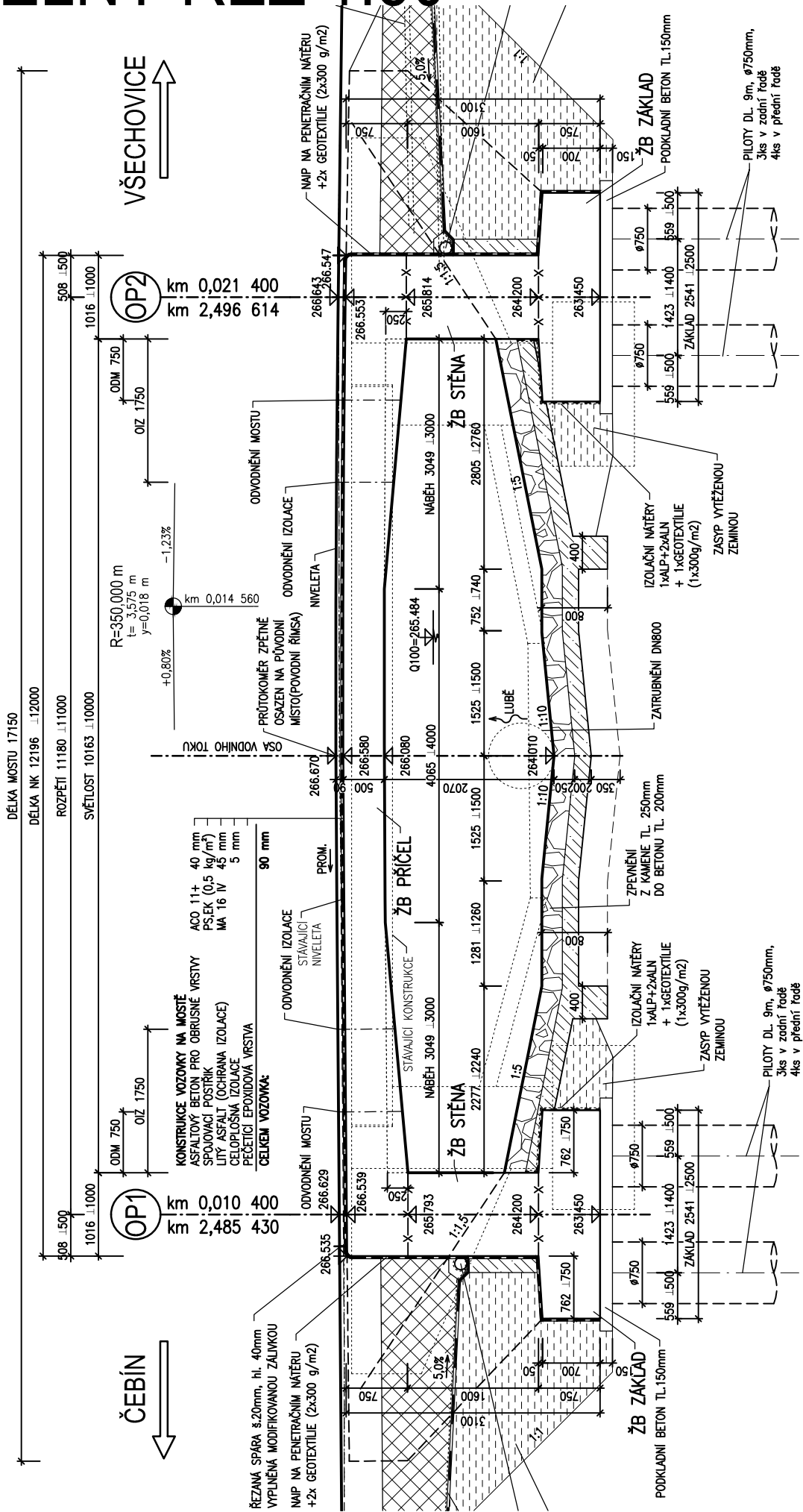


Posouzení základních žb. průřezů nosné konstrukce rámu

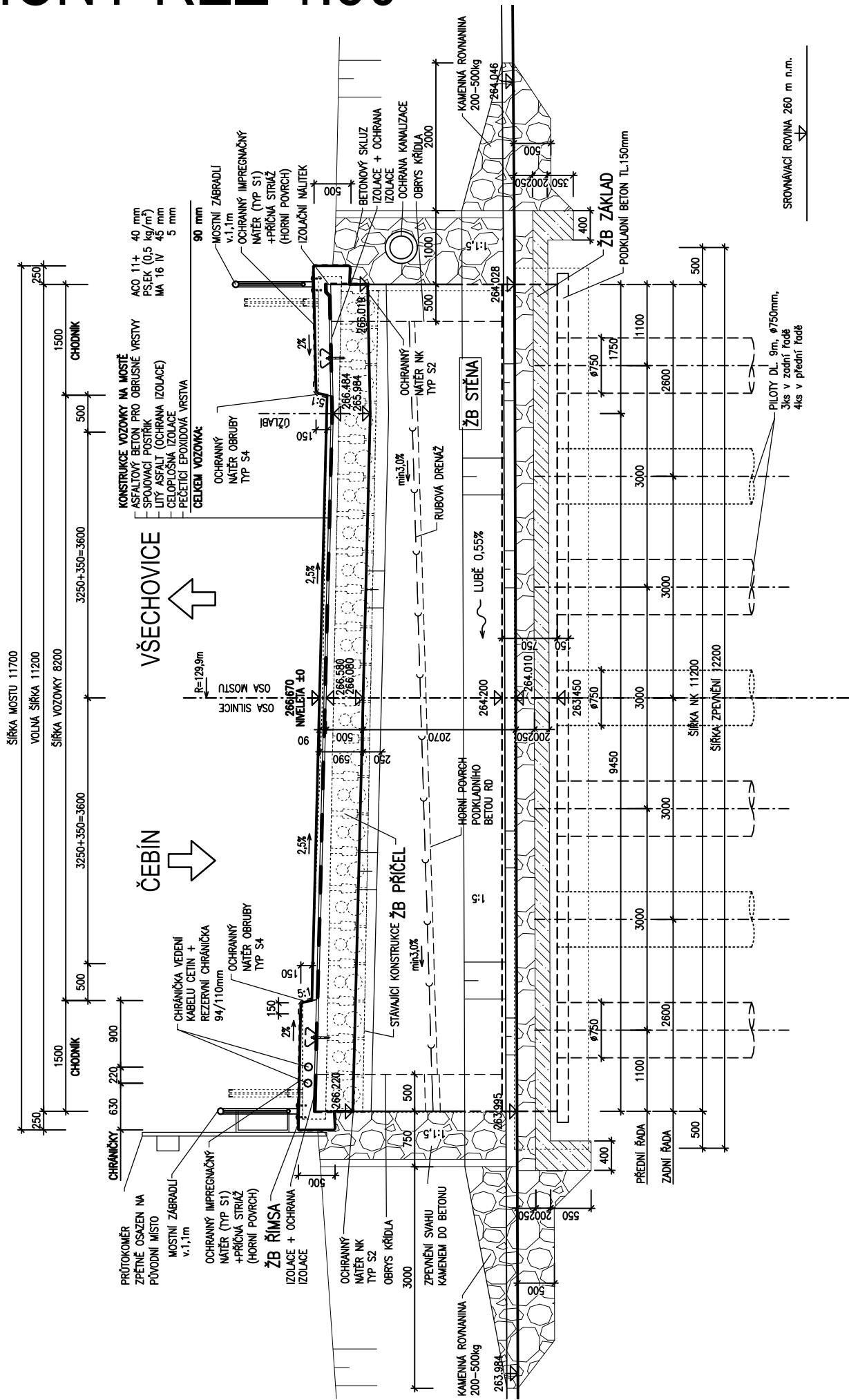
Jsou posouzeny rozhodující řezy na I. Mezní stav únosnosti (MSU) a II. Mezní stavy použitelnosti (MSP). Posudky jsou provedeny především pro namáhání ohybovým momentem a pro smykové namáhání.

[illegible]

PODÉLNÝ ŘEZ 1:50



PŘÍČNÝ ŘEZ 1:50



ZATÍŽENÍ

1. ZATÍŽENÍ STÁLÁ

1.1. VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

Generována systémem Scia Engineer 2010

Dána tvarovými charakteristikami nosné konstrukce mostu a objemovou hmotností betonu C 30/37

tj. $2500 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3 \dots \text{železobeton}$

1.2. ZATÍŽENÍ OSTATNÍ STÁLÉ

1.2.1. Vozovka

Vozovka na NK:

Objemová tíha materiálu

$$\gamma_z = 22.0 \text{ kN/m}^3$$

Tloušťka vrstvy

$$h = 0.090 \text{ m}$$

Svislé rovnoměrné zatížení

$$\sigma_s = 1.98 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel zemního tlaku v klidu

$$K_r = 1 - \sin \varphi_{ef} = 0.5$$

Vodorovné přetížení svislých

$$\sigma_s = 1.0 \text{ kN/m}^2$$

1.2.2. Římsy

1.2.2.1 Levá římsa

Římsa na NK:

Objemová tíha materiálu

$$\gamma_z = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

Plocha řezu

$$A_b = 0.510 \text{ m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$b = 1.500 \text{ m}$$

Plošné zatížení

$$\sigma_s = 8.50 \text{ kN/m}^2$$

Liniové zatížení

$$\sigma_s = 12.75 \text{ kN/m}$$

1.2.2.2 Pravá římsa

Římsa na NK:

Objemová tíha materiálu

$$\gamma_z = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

Plocha řezu

$$A_b = 0.25 \text{ m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$b = 0.500 \text{ m}$$

Plošné zatížení

$$\sigma_s = 12.50 \text{ kN/m}^2$$

Liniové zatížení

$$\sigma_s = 6.25 \text{ kN/m}$$

1.2.3. Zábradlí

| | | |
|-------------------|--------------------|--|
| Liniové zatížení: | levá římsa | $q = 0.50 \text{ kN/m}$ $\sigma_s = 0.33 \text{ kN/m}^2$ |
| | levá římsa celkem | $\sigma_s = 8.83 \text{ kN/m}^2$ $q = 13.25 \text{ kN/m}$ |
| Liniové zatížení: | pravá římsa | $q = 0.50 \text{ kN/m}$ $\sigma_s = 1.00 \text{ kN/m}^2$ |
| | pravá římsa celkem | $\sigma_s = 13.50 \text{ kN/m}^2$ $q = 6.75 \text{ kN/m}$ |

1.2.4. Násypy a obsypy - zemní tlak

Základní údaje:

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Objemová tíha zeminy | $\gamma_z = 20.0 \text{ kN/m}^3$ |
| Úhel vnitřního tření (cca) | $\varphi_{ef} = 30^\circ$ |
| Součinitel zemního tlaku v klidu | $K_r = 1 - \sin \varphi_{ef} = 0.50$ |

Zatížení zemním tlakem (lineárně roste s hloubkou)

$$\sigma_H = K_r \cdot \gamma_z \cdot h$$

Zemní tlak na rub stěn, resp. křídel v patě:

| h [m] | σ_H [kN/m ²] |
|------------|------------------------------------|
| 2.950 | 29.50 |
| | 0.00 |

Poznámka: Stěna nesmí být zasypána před provedením příčle.

1.2.5. Násypy a obsypy - přitížení základu zeminou

Za rubem stěny

| | | |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Objemová tíha zeminy | $\gamma_z = 20.0 \text{ kN/m}^3$ | $\gamma_z = 20.0 \text{ kN/m}^3$ |
| Výška zeminy | $h = 2.95 \text{ m}$ | $h = 2.95 \text{ m}$ |
| Plocha přitížené strany základu | $A = 3.56 \text{ m}^2$ | $A = 3.56 \text{ m}^2$ |
| Liniové zatížení | 16.60 kN/m | 16.60 kN/m |

Před rubem stěny

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Objemová tíha zeminy | $\gamma_z = 20.0 \text{ kN/m}^3$ |
| Výška zeminy | $h = 0.35 \text{ m}$ |
| Plocha přitížené strany základu | $A = 6.32 \text{ m}^2$ |
| Liniové zatížení | 1.09 kN/m |

2. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÁ

2.1. ZATÍŽENÍ MOSTŮ DOPRAVOU

silnice III. třídy

Rozdělení mostovky do zatěžovacích pruhů:

Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů (dle 4.2.3 a Tabulky 4.1)

... dle čl. 4.2.3 (2) je číslování a umístění pruhů voleno tak,

aby účinek od modelů zatížení byl co nejnepříznivější

... číslování je určeno podle nepříznivosti účinků (viz také 4.2.4 (4))

Dle tabulky ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1 jsou dále uvažovány následující **regulační součinitelé** pro skupinu pozemních komunikací 1 :
regulační součinitele

| Skupina | α_{Q1} | α_{Q2} | α_{Q3} | α_{q1} | α_{q2} | α_{qi} ($i \geq 2$) a α_{qr} |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.4 | 1.2 |
| 2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.45 | 1.6 | 1.6 |

$$\beta_Q = 1.0 \quad \dots = \alpha_{Q1}$$

Dotykový tlak kola je v celé ploše rovnoměrný.

Šířka vozovky 6,90 m

=> šířka zatěžovacího pruhu 3+3+0,9 m

2.1.1. SVISLÁ zatížení

2.1.1.1. Model zatížení 1 (LM1)

Soustředěná a rovnoměrná zatížení, která zahrnují většinu účinků dopravy osobními a nákladními vozidly.

... pro lokální i celková ověření

... pro jakoukoliv návrhovou situaci

Skládá se ze 2 dílčích sestav:

a) soustředěné zatížení od dvojnápravy (TS), každá náprava je o tíze $\alpha_Q \cdot Q_k$

b) rovnoměrné zatížení (UDL) o velikosti $\alpha_q \cdot q_k$

(pouze v nepříznivých částech příčinkových ploch)

V každém pruhu pouze 1 kompletní dvounáprava pohybující se v ose pruhu pro celkové ověření.

Pro lokální ověření může jet mimo osu.

Každé kolo nápravy vyvoluje zatížení $0,5 \cdot \alpha_Q \cdot Q_k$

Kontaktní plocha kola 0,4x0,4 m.

Vzdálenost kol dvojnáprav ve dvou sousedních pružích, nesmí být menší než 0,5 m.

Zatížení jednotlivých pruhů

(charakteristické hodnoty včetně dynamického součinitele)

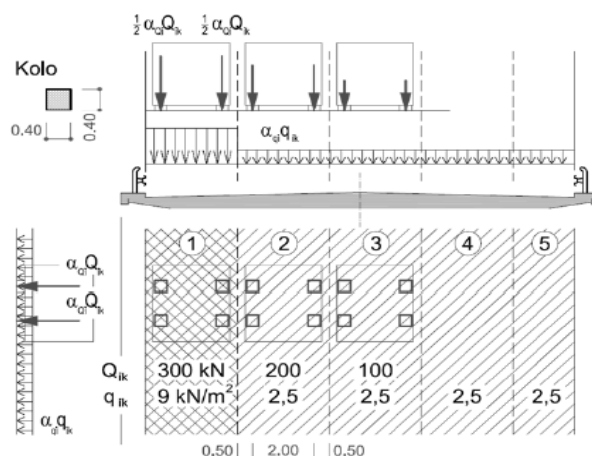
| Umístění | Dvojnáprava (TS) | Rovn. zat. (ULD) |
|-----------|------------------|--|
| | Q_{ik} [kN] | q_{ik} (nebo q_{rk}) [kN/m ²] |
| Pruh č. 1 | 300 | 9 |
| Pruh z | - | 2.5 |

po přenásobení regul. součiniteli:

| Umístění | Dvojnáprava (TS) | Rovn. zat. (ULD) |
|------------------|------------------|--|
| | Q_{ik} [kN] | q_{ik} (nebo q_{rk}) [kN/m ²] |
| Pruh č. 1 | 300 | 9.00 |
| Pruh z | 0 | 3.0 |

kontaktní plocha kola 0.58 x 0.58 = 0.336

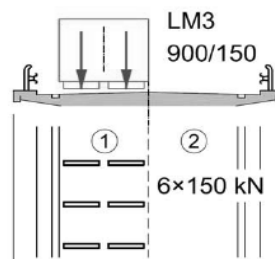
| Umístění | Jedno kolo (TS) | Rovn. zat. (ULD) |
|------------------|----------------------|----------------------|
| | [kN/m ²] | [kN/m ²] |
| Pruh č. 1 | 445.90 | 9.0 |
| Pruh z | 0.00 | 3.0 |



2.1.1.2. Model zatížení 3 (LM3 - zvláštní vozidlo)

ZVLÁŠTNÍ VOZIDLA PRO SILNICE III. TŘÍDY (PK SKUPINY 1)

| Označení, celková tíha | 900/150, 900 kN |
|------------------------|---|
| Umístění zatížení | Zvláštní vozidlo se pohybuje v prostoru zatěžovacích pruhů. |
| Kombinace zatížení | Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava. |
| Rychlost | Normální (≤ 70 km/hod) |
| Dynamický součinitel | $\varphi = 1.25$ |
| Poznámka | Jedná se o jedinné vozidlo na mostě. |



| Umístění | počet náprav | Dvojnáprava (TS) |
|----------------------|--------------|------------------|
| | | Q_{ik} [kN] |
| 0.5 od ideální stopy | 6x | 150 |

3. ZATÍŽENÍ VEDLEJŠÍ

3.1. TEPLOTA

Typ konstrukce: 3

Součinitel tepelné roztažnosti betonu

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

3.1.1. Rovnoměrná složka teploty

Maximální teplota vzduchu ve stínu

$$T_{\max} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Minimální teplota vzduchu ve stínu

$$T_{\min} = -32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Maximální teplota mostu ve stínu

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 = 39,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Minimální teplota mostu ve stínu

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výchozí teplota mostu

$$T_0 = 10,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Charakteristické hodnoty:

- prodloužení

$$\Delta T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 29,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- zkrácení

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 34,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3.1.2. Nerovnoměrná složka teploty

Charakteristické hodnoty lineárních rozdílů teplot pro svršek tloušťky 50mm

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = 15,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = 8,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tloušťka mostního svršku

$$t = 90 \text{ mm}$$

Součinitele pro $t=90\text{mm}$

$$k_{\text{sur,heat}} = 0,7 -$$

$$k_{\text{sur,col}} = 1,0 -$$

Charakteristické hodnoty lineárních rozdílů teplot pro svršek tloušťky 90mm

Horní povrch teplejší než dolní

$$\Delta T_{M,\text{heat}} \cdot k_{\text{sur,heat}} = 10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Dolní povrch teplejší než horní

$$\Delta T_{M,\text{cool}} \cdot k_{\text{sur,cool}} = 8,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\omega_N = 0,35 -$$

$$\omega_M = 0,75 -$$

3.1.3. Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty

$$\Delta T_{M,\text{heat}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N,\exp} = 10,5 + 0,35 \cdot 29,5 = 20,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{M,\text{cool}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N,\text{con}} = 8 + 0,35 \cdot 34 = 19,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M,\text{heat}} + \Delta T_{N,\exp} = 0,75 \cdot 10,5 + 29,5 = 37,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M,\text{cool}} + \Delta T_{N,\text{con}} = 0,75 \cdot 8 + 34 = 40,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3.2. SMRŠŤOVÁNÍ

| | | | |
|------------------|-------|--------------|--------|
| $\alpha_{ds1} =$ | 6 | $f_{ck} =$ | 30 MPa |
| $\alpha_{ds2} =$ | 0.11 | $f_{cm} =$ | 38 MPa |
| RH = | 80 % | $f_{cm,0} =$ | 10 MPa |
| $RH_0 =$ | 100 % | | |

Byly uvažovány tyto **časové okamžiky**:

| | | |
|--|--------------|-----------|
| Vybetonování NK | $t_0 =$ | 2 dny |
| Vnesení ostatního stálého zatížení | $t_1 =$ | 30 dní |
| Uvedení do provozu | $t_q =$ | 90 dní |
| Ukončení smršťování (životnost 100let) | $t_\infty =$ | 36500 dní |

3.2.1. Smršťování vysycháním

3.2.1.1. Základní poměrné přetvoření vysycháním

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot [1 - (RH/RH_0)^3] =$$

$$= 0.76$$

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \cdot (f_{cm}/f_{cm0})) \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH}]$$

$$= \underline{0.000372}$$

| | | |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Průřezová plocha betonu | $A_c =$ | 4.00 m ² |
| Obvod vystavený vysychání | $u =$ | 7.90 m |
| Náhradní rozměr průřezu | $h_0 = 2 A_c/u = 2 \cdot 4/7.9 =$ | 1013 mm |

3.2.1.2. Vývoj vysychání v čase

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Stáří betonu v uvažovaném okamžiku | t |
| Stáří betonu na počátku smršťování | $t_s = t_0$ |

| | | |
|--|---------|------|
| Součinitel záležící na náhradní tloušťce | $k_h =$ | 0.70 |
|--|---------|------|

$$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 \cdot (h_0^{3,0,5})]$$

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

Tabulka vývoje vysychání v čase:

| čas | $\beta_{ds}(t, t_s)$ | $\varepsilon_{cd}(t)$ |
|------------|----------------------|-----------------------|
| t_1 | 0.021 | 0.000006 |
| t_q | 0.064 | 0.000017 |
| t_∞ | 0.966 | 0.000252 |

3.2.2. Autogenní smršťování

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

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

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$$

Tabulka vývoje autogenního smršťování v čase:

| čas | $\varepsilon_{ca}(\infty)$ | $\beta_{as}(t)$ | $\varepsilon_{ca}(t)$ |
|------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| t_1 | 0.000050 | 0.666 | 0.000033 |
| t_q | | 0.850 | 0.000043 |
| t_∞ | | 1.000 | 0.000050 |

3.2.3. Celkové smrštění

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

Tabulka celkového smršťování v čase:

| čas | $\varepsilon_{cd}(t)$ | $\varepsilon_{ca}(\infty)$ | ε_{cs} |
|------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|
| t_1 | 0.000006 | 0.000033 | 0.000039 |
| t_q | 0.000017 | 0.000043 | 0.000059 |
| t_∞ | 0.000252 | 0.000050 | 0.000302 |

3.3. POKLESY PODPOR

Nejsou uvažovány, jedná se o stabilní základové podmínky.

3.4. VODOROVNÁ ZATÍŽENÍ - BRZDNÉ A ROZJEZDOVÉ SÍLY

3.4.1. Brzdné a rozjezdové síly

Brzdná síla Q_{lk} se musí uvažovat jako podélná síla působící v úrovni povrchu vozovky.

Působí v ose kteréhokoliv zatěžovacího pruhu.

Pokud nejsou účinky excentricity významné, předpokládá se působíště v ose vozovky, a rovnoměrné rozdělení po zatěžovací délce.

Charakteristická hodnota Q_{lk} se počítá jako část celkového max. svislého zatížení LM1 na zatěžovacím pruhu č. 1:

Pro LM1

| | | |
|-----------------|-----------------------|---|
| $L =$ | 9.400 m | ... délka NK nebo její uvažované části |
| $\alpha_{Q1} =$ | 1.0 | ... dle ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1 |
| $\alpha_{q1} =$ | 1.0 | ... dle ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1 |
| $Q_{1k} =$ | 300.0 kN | ... dle ČSN EN 1991-2 pro LM1 |
| $q_{1k} =$ | 9.0 kN/m ² | ... dle ČSN EN 1991-2 pro LM1 |
| $w_l =$ | 3.000 m | ... šířka pruhu |

$$Q_{lk} = \underline{\underline{385.4 \text{ kN}}} \quad \dots = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_l \cdot L$$

$$\geq 180 \cdot \alpha_{Q1} = 180 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$\leq 900 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

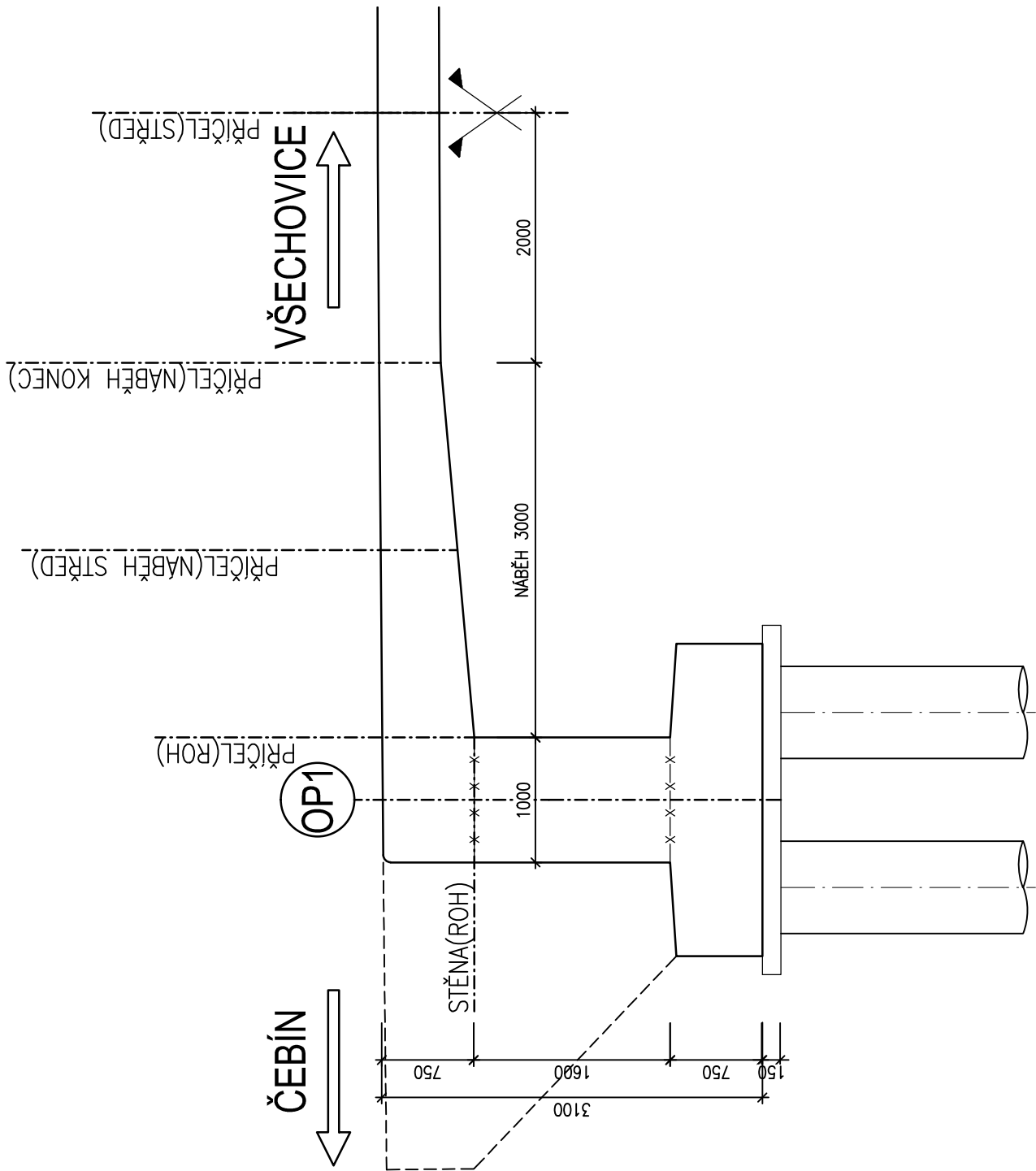
Pro LM3

$$\begin{aligned}L &= 9.400 \text{ m} && \dots \text{ délka NK nebo její uvažované části} \\ \alpha_{Q1} &= 1.0 && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1} \\ \alpha_{q2} &= 2.4 && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1} \\ Q_{LM3} &= 900.0 \text{ kN} && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2 pro LM3} \\ q_{2k} &= 0.0 \text{ kN/m}^2 && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2} \\ w_l &= 3.000 \text{ m} && \dots \text{ šířka pruhu} \\ \\ Q_{lk} &= 540.0 \text{ kN} && \dots = 0,6 \cdot Q_{LM3} + 0,10 \cdot \alpha_{q2} \cdot q_{2k} \cdot w_l \cdot L \\ &\geq 180 \cdot \alpha_{Q1} = 180 \text{ kN} && \text{Vyhovuje} \\ &\leq 600 \text{ kN} && \text{Vyhovuje} \\ \Rightarrow Q_{lk} &= \underline{\underline{540.0 \text{ kN}}}\end{aligned}$$

3.4.1. Odsředivé a jiné příčné síly

Nejsou uvažovány, jedná se o most v přímé.

POSUZOVANÉ ŘEZY



VNITŘNÍ SÍLY - jednotlivé zatěžovací stavy

šířka NK

11.2

m

| | | vl.tíha ost.stálé obsyp | smršťování t _∞ = 100let | stálé | LM1 | | | | LM3 | teplota | | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|---|-------|------------------|-----|------------------------------|-----|------|---------|---------------|-------------|-------------------|----------------|
| | | | | | charakteristická | | kombinační (ψ ₀) | | | char. | rovnom. | | nerovn. | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | TS | UDL | TS | UDL | | | R +29.5 (exp) | R -34 (con) | NR +10.5/0 (heat) | NR 0/+8 (cool) |
| stěna (rámový roh) | m _{xD} / kNm/m | -285 | 2 | -283 | -202 | -55 | -152 | -22 | -142 | -2 | 2 | 2 | 3 | |
| | n _x / kN/m | -350 | 0 | -350 | -150 | -52 | 0 | 0 | -128 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | v _x / kN/m | -100 | 0 | -100 | -52 | -12 | -39 | -5 | -40 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| příčel (rámový roh) | m _{xD} / kNm/m | -285 | 2 | -283 | -202 | -55 | -152 | -22 | -142 | -2 | 2 | 2 | 3 | |
| | n _x / kN/m | -130 | 0 | -130 | -80 | -28 | 0 | 0 | -60 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | v _x / kN/m | 200 | 0 | 200 | 105 | 31 | 79 | 12 | 86 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| příčel (náběh střed) | m _{xD} / kNm/m | -75 | 4 | -71 | -63 | -13 | -47 | -5 | -42 | -5 | 4 | 6 | 7 | |
| | n _x / kN/m | -30 | 0 | -30 | -56 | -11 | -42 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | v _x / kN/m | 95 | 0 | 95 | 67 | 19 | 50 | 8 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| příčel (náběh konec) | m _{xD} / kNm/m | 62 | 7 | 69 | 39 | 3 | 29 | 1 | 32 | -6 | 7 | 6 | 9 | |
| | n _x / kN/m | -3 | 0 | -3 | -21 | 2 | -16 | 1 | -22 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | v _x / kN/m | 10 | 0 | 10 | 62 | 9 | 47 | 4 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| příčel (střed) | m _{xD} / kNm/m | 99 | 7 | 99 | 113 | 23 | 85 | 9 | 72 | -6 | 7 | 8 | 9 | |
| | n _x / kN/m | 1 | 0 | 1 | -14 | 7 | 0.0 | 0.0 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | v _x / kN/m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

VNITŘNÍ SÍLY - souhrn

šířka NK 11.2 m

| | | stálé | LM1 | | | | LM3 | teplota | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------|------------------|-----|------------------------------|-----|-------|---------------|-------------|-------------------|----------------|
| | | | charakteristická | | kombinační (ψ ₀) | | | rovnom. | | nerovn. | |
| | | | TS | UDL | TS | UDL | char. | R +29.5 (exp) | R -34 (con) | NR +10.5/0 (heat) | NR 0/+8 (cool) |
| stěna (rámový roh) | m _{xD} / kNm/m | -283 | -202 | -55 | -152 | -22 | -142 | -2 | 2 | 2 | 3 |
| | n _x / kN/m | -350 | -150 | -52 | 0 | 0 | -128 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | v _x / kN/m | -100 | -52 | -12 | -39 | -5 | -40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| příčel (rámový roh) | m _{xD} / kNm/m | -283 | -202 | -55 | -152 | -22 | -142 | -2 | 2 | 2 | 3 |
| | n _x / kN/m | -130 | -80 | -28 | 0 | 0 | -60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | v _x / kN/m | 200 | 105 | 31 | 79 | 12 | 86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| příčel (náběh střed) | m _{xD} / kNm/m | -71 | -63 | -13 | -47 | -5 | -42 | -5 | 4 | 6 | 7 |
| | n _x / kN/m | -30 | -56 | -11 | -42 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | v _x / kN/m | 95 | 67 | 19 | 50 | 8 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| příčel (náběh konec) | m _{xD} / kNm/m | 69 | 39 | 3 | 29 | 1 | 32 | -6 | 7 | 6 | 9 |
| | n _x / kN/m | -3 | -21 | 2 | -16 | 1 | -22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | v _x / kN/m | 10 | 62 | 9 | 47 | 4 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| příčel (střed) | m _{xD} / kNm/m | 99 | 113 | 23 | 85 | 9 | 72 | -6 | 7 | 8 | 9 |
| | n _x / kN/m | 1 | -14 | 7 | 0 | 0 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | v _x / kN/m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$\xi = 0.85$

| Zatížení | γ_{sup} | γ_{supinf} | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|-------------------|----------------|-------------------|----------|----------|----------|
| Stálé | 1.35 | 1.00 | - | - | - |
| Nahodilé dopravou | 1.35 | 0.00 | - | - | - |
| Ostatní nahodilé | 1.50 | 0.00 | - | - | - |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|------|------|------|
| LM1 TS | - | - | 0.75 | 0.75 | 0.00 |
| LM1 UDL | - | - | 0.40 | 0.40 | 0.00 |
| LM3 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TEPLOTA | - | - | 0.60 | 0.60 | 0.50 |
| gr2 - vodorovné síly | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

KOMBINACE MSP

| | MSP | CHARAKTERISTICKÁ gr1a | CHARAKTERISTICKÁ gr5 | ČASTÁ | KVAZISTÁLÁ |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|-------|------------|
| stěna (rámový roh) | m_{xD} / kNm/m | -683 | -426 | -457 | -284 |
| | n_x / kN/m | -680 | -478 | -483 | -350 |
| | v_x / kN/m | -204 | -140 | -144 | -100 |
| příčel (rámový roh) | m_{xD} / kNm/m | -683 | -426 | -457 | -284 |
| | n_x / kN/m | -298 | -190 | -201 | -130 |
| | v_x / kN/m | 422 | 286 | 291 | 200 |
| příčel (náběh střed) | m_{xD} / kNm/m | -192 | -116 | -126 | -73 |
| | n_x / kN/m | -97 | -30 | -76 | -30 |
| | v_x / kN/m | 231 | 145 | 153 | 95 |
| příčel (náběh konec) | m_{xD} / kNm/m | 148 | 106 | 105 | 73 |
| | n_x / kN/m | -44 | -25 | -18 | -3 |
| | v_x / kN/m | 120 | 49 | 60 | 10 |
| příčel (střed) | m_{xD} / kNm/m | 312 | 176 | 198 | 103 |
| | n_x / kN/m | -24 | -17 | -7 | 1 |
| | v_x / kN/m | 0 | 0 | 0 | 0 |

KOMBINACE MSÚ

| | MSÚ | 6.10a gr1a | 6.10a gr5 | 6.10b gr1a | 6.10b gr5 |
|-----------------------------------|------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| stěna (rámový roh) | m_{xD} / kNm/m | -618 | -384 | -673 | -518 |
| | n_x / kN/m | -652 | -473 | -674 | -574 |
| | v_x / kN/m | -194 | -135 | -201 | -169 |
| příčel (rámový roh) | m_{xD} / kNm/m | -618 | -384 | -673 | -518 |
| | n_x / kN/m | -272 | -176 | -295 | -230 |
| | v_x / kN/m | 393 | 270 | 413 | 346 |
| příčel (náběh střed) | m_{xD} / kNm/m | -171 | -100 | -188 | -143 |
| | n_x / kN/m | -103 | -41 | -125 | -34 |
| | v_x / kN/m | 206 | 128 | 225 | 177 |
| příčel (náběh konec) | m_{xD} / kNm/m | 142 | 101 | 144 | 130 |
| | n_x / kN/m | -24 | -4 | -29 | -33 |
| | v_x / kN/m | 81 | 14 | 107 | 64 |
| příčel (střed) | m_{xD} / kNm/m | 268 | 142 | 305 | 219 |
| | n_x / kN/m | -9 | 1 | -8 | -23 |
| | v_x / kN/m | 0 | 0 | 0 | 0 |

Obsah

| |
|---|
| 1 Data projektu |
| 2 Stručné shrnutí výsledků posouzení řezů |
| 3 Posouzení řezů |
| 3.1 Řez stěna (rámový roh) |
| 3.2 Řez příčel (rámový roh) |
| 3.3 Řez příčel (náběh střed) |
| 3.4 Řez příčel (náběh konec) |
| 3.5 Řez příčel (střed rozpětí) |

1 Data projektu

| | |
|---------------------------|--|
| Název projektu | III-37913 Drásov most 37913-3 - PDPS, SP |
| Projekt číslo | 20043 |
| Popis | Statický výpočet |
| Autor | Ing. Jonáš Gratza |
| Datum vytvoření protokolu | 21.05.2020 |

Národní norma

| | |
|--------------------|--|
| Národní norma | EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01 EN 1992-2:2008-07, CSN:2014-01/NA:2014-10 |
| Návrhová životnost | 100 let |

2 Stručné shrnutí výsledků posouzení řezů

| Dimenzační dílec | Počet řezů | Název extrémního řezu | Využití [%] | Status posudku |
|---------------------------------|------------|------------------------|-------------|----------------|
| stěna (rámový roh) (Nosník) | 1 | stěna (rámový roh) | 54,2 | ✓ |
| příčel (rámový roh) (Nosník) | 1 | příčel (rámový roh) | 99,6 | ✓ |
| příčel (náběh střed) (Nosník) | 1 | příčel (náběh střed) | 83,5 | ✓ |
| příčel (náběh konec) (Nosník) | 1 | příčel (náběh konec) | 65,3 | ✓ |
| příčel (střed rozpětí) (Nosník) | 1 | příčel (střed rozpětí) | 64,3 | ✓ |

| Název řezu | Dimenzační dílec | Vyztužený průřez | Využití [%] | Status posudku |
|------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------|----------------|
| stěna (rámový roh) | stěna (rámový roh) (Nosník) | stěna (rámový roh) | 54,2 | ✓ |
| příčel (rámový roh) | příčel (rámový roh) (Nosník) | příčel (rámový roh) | 99,6 | ✓ |
| příčel (náběh střed) | příčel (náběh střed) (Nosník) | příčel (náběh střed) | 83,5 | ✓ |
| příčel (náběh konec) | příčel (náběh konec) (Nosník) | příčel (náběh konec) | 65,3 | ✓ |
| příčel (střed rozpětí) | příčel (střed rozpětí) (Nosník) | příčel (střed rozpětí) | 64,3 | ✓ |

3 Posouzení řezů

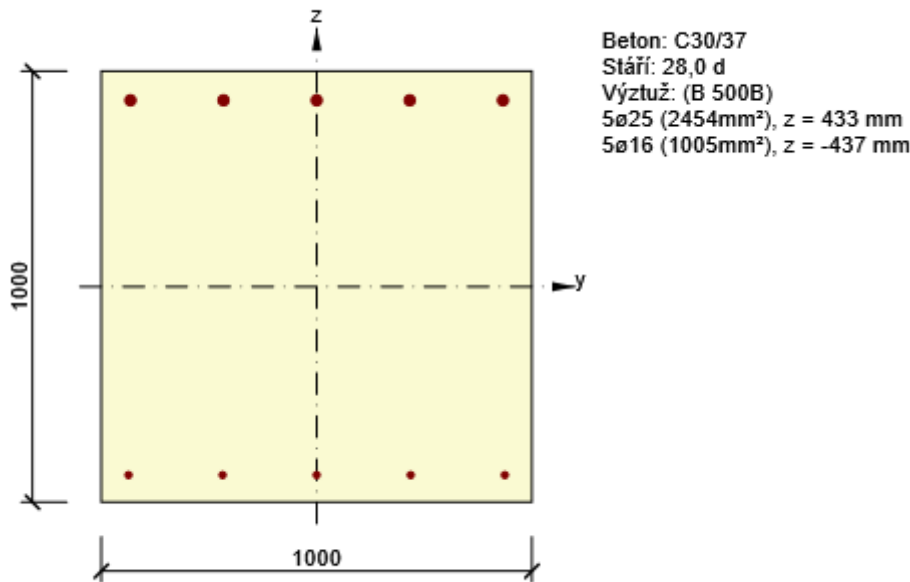
3.1 Řez stěna (rámový roh)

3.1.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Využití [%] | Status posudku |
|--------------------------|---------|-------------|----------------|
| S 2 - E 1 | 28,0 | 54,2 | ✓ |
| stěna (rámový roh) - E 3 | 28,0 | 48,8 | ✓ |

3.1.2 Kritický extrém S 2 - E 1

| | |
|------------------|--------------------|
| Dimenzační dílec | stěna (rámový roh) |
| Vyztužený průřez | stěna (rámový roh) |



3.1.2.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | -674,0 | 0,0 | -201,0 | 0,0 | -673,0 | 0,0 |
| Celkové | Charakteristická | -680,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -683,0 | 0,0 |
| Celkové | Kvazistálá | -350,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -284,0 | 0,0 |

3.1.2.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| Omezení napětí | -680,0 | -683,0 | 0,0 | | | 54,2 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | -674,0 | -673,0 | 0,0 | | | 41,0 | OK |
| Smyk | -674,0 | | | 201,0 | 0,0 | 47,8 | OK |
| Interakce | -674,0 | -673,0 | 0,0 | 201,0 | 0,0 | 47,8 | OK |
| Omezení napětí | -680,0 | -683,0 | 0,0 | | | 54,2 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

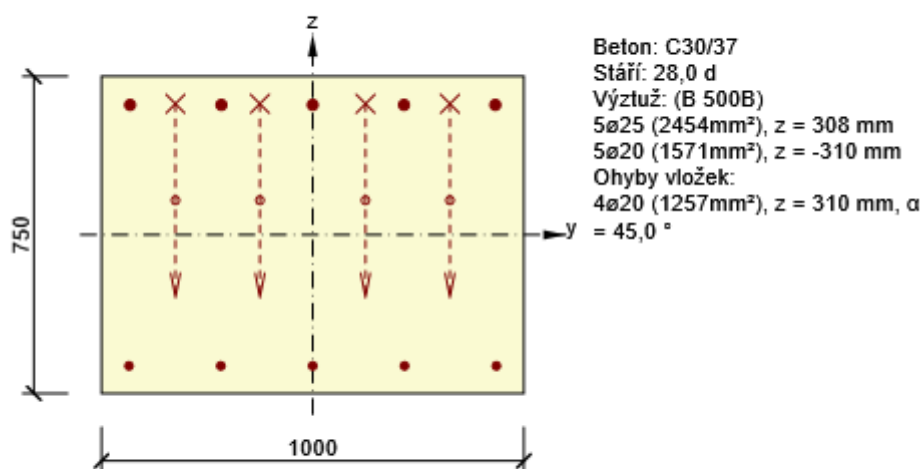
3.2 Řez příčel (rámový roh)

3.2.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Využití [%] | Status posudku |
|---------------------------|---------|-------------|----------------|
| S 3 - E 1 | 28,0 | 99,6 | ✓ |
| příčel (rámový roh) - E 3 | 28,0 | 11,2 | ✓ |

3.2.2 Kritický extrém S 3 - E 1

| | |
|------------------|---------------------|
| Dimenzační dílec | příčel (rámový roh) |
| Vyztužený průřez | příčel (rámový roh) |



3.2.2.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | -295,0 | 0,0 | 413,0 | 0,0 | -673,0 | 0,0 |
| Celkové | Charakteristická | -298,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -683,0 | 0,0 |
| Celkové | Kvazistálá | -130,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -284,0 | 0,0 |

3.2.2.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| Smyk | -295,0 | | | 413,0 | 0,0 | 99,6 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | -295,0 | -673,0 | 0,0 | | | 83,6 | OK |
| Smyk | -295,0 | | | 413,0 | 0,0 | 99,6 | OK |
| Interakce | -295,0 | -673,0 | 0,0 | 413,0 | 0,0 | 88,2 | OK |
| Omezení napětí | -298,0 | -683,0 | 0,0 | | | 98,3 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

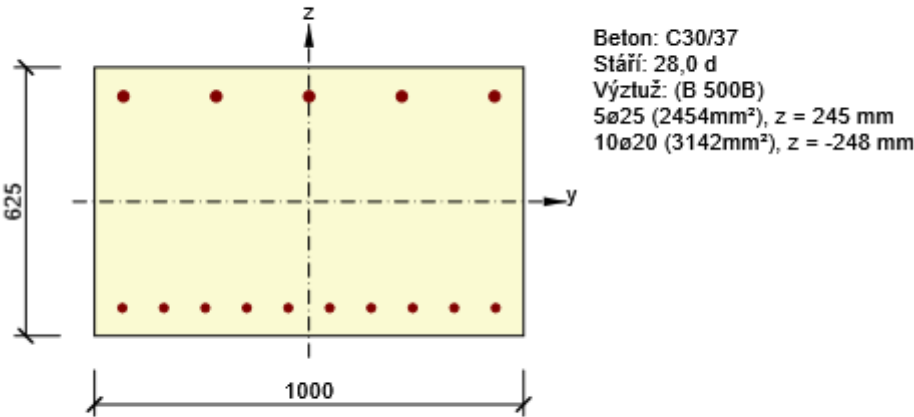
3.3 Řez příčel (náběh střed)

3.3.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Využití [%] | Status posudku |
|----------------|---------|-------------|----------------|
| S 4 - E 1 | 28,0 | 83,5 | ✓ |
| příčel A - E 3 | 28,0 | 3,1 | ✓ |
| příčel A - E 3 | 28,0 | 78,6 | ✓ |

3.3.2 Kritický extrém S 4 - E 1

| | |
|------------------|----------------------|
| Dimenzační dílec | příčel (náběh střed) |
| Vyztužený průřez | příčel (náběh střed) |



3.3.2.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | -125,0 | 0,0 | 225,0 | 0,0 | -188,0 | 0,0 |
| Celkové | Charakteristická | -97,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -192,0 | 0,0 |
| Celkové | Kvazistálá | -30,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -73,0 | 0,0 |

3.3.2.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| Smyk | -125,0 | | | 225,0 | 0,0 | 83,5 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | -125,0 | -188,0 | 0,0 | | | 27,9 | OK |
| Smyk | -125,0 | | | 225,0 | 0,0 | 83,5 | OK |
| Interakce | -125,0 | -188,0 | 0,0 | 225,0 | 0,0 | 83,5 | OK |
| Omezení napětí | -97,0 | -192,0 | 0,0 | | | 15,6 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

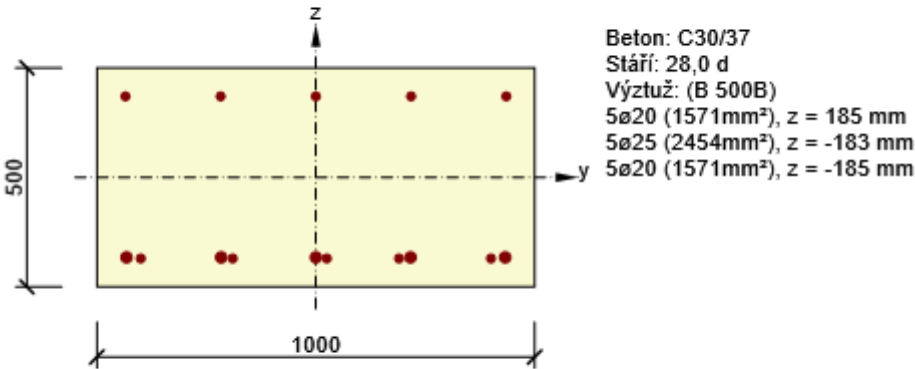
3.4 Řez příčel (náběh konec)

3.4.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Využití [%] | Status posudku |
|----------------|---------|-------------|----------------|
| S 5 - E 1 | 28,0 | 39,8 | ✓ |
| příčel B - E 2 | 28,0 | 17,4 | ✓ |
| příčel B - E 3 | 28,0 | 14,4 | ✓ |
| příčel B - E 4 | 28,0 | 65,3 | ✓ |

3.4.2 Kritický extrém příčel B - E 4

| | |
|------------------|----------------------|
| Dimenzační dílec | příčel (náběh konec) |
| Vyztužený průřez | příčel (náběh konec) |



3.4.2.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|---------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | 11,0 | 0,0 | 172,0 | 0,0 | 81,0 | 0,0 |

3.4.2.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Smyk | 11,0 | | | 172,0 | 0,0 | 65,3 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | 11,0 | 81,0 | 0,0 | | | 12,2 | OK |
| Smyk | 11,0 | | | 172,0 | 0,0 | 65,3 | OK |
| Interakce | 11,0 | 81,0 | 0,0 | 172,0 | 0,0 | 65,3 | OK |
| Omezení napětí | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | Neprovedeno |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

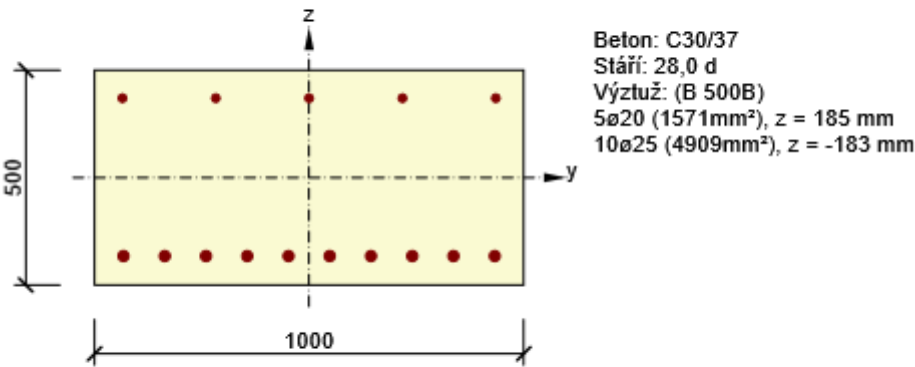
3.5 Řez příčel (střed rozpětí)

3.5.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Využití [%] | Status posudku |
|------------------------------|---------|-------------|----------------|
| S 7 - E 1 | 28,0 | 64,3 | ✓ |
| příčel (střed rozpětí) - E 2 | 28,0 | 33,5 | ✓ |

3.5.2 Kritický extrém S 7 - E 1

| | |
|------------------|------------------------|
| Dimenzační dílec | příčel (střed rozpětí) |
| Vyztužený průřez | příčel (střed rozpětí) |



3.5.2.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | -8,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 305,0 | 0,0 |
| Celkové | Charakteristická | -24,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 312,0 | 0,0 |
| Celkové | Kvazistálá | -1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 103,0 | 0,0 |

3.5.2.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| Omezení napětí | -24,0 | 312,0 | 0,0 | | | 64,3 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | -8,0 | 305,0 | 0,0 | | | 37,3 | OK |
| Smyk | -8,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | OK |
| Interakce | -8,0 | 305,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | OK |
| Omezení napětí | -24,0 | 312,0 | 0,0 | | | 64,3 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Datum : 05.06.2020

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$




Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky : ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)
Vodorovná únosnost : pružný poloprostor
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu



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

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

Základní parametry zemín


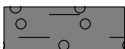
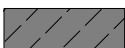
| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | ν [-] |
|-------|----------------------------|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|--------------|
| 1 | Třída F6, konzistence tuhá |  | 21,00 | 12,00 | 21,00 | 0,40 |
| 2 | Třída G5 |  | 30,00 | 6,00 | 19,50 | 0,30 |
| 3 | Třída F8, konzistence tuhá |  | 15,00 | 5,00 | 20,50 | 0,42 |

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 |  | 9,50 | - | 21,00 | - | - |
| 2 | Třída G5 |  | 67,50 | - | 19,50 | - | - |

| Číslo | Název | Vzorek | E_{oed} [MPa] | E_{def} [MPa] | γ_{sat} [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | n [–] |
|-------|----------------------------|---|--------------------|--------------------|--|------------------------------------|----------|
| 3 | Třída F8, konzistence tuhá |  | 7,50 | - | 20,50 | - | - |

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

| Číslo | Název | Vzorek | β |
|-------|----------------------------|---|---------|
| 1 | Třída F6, konzistence tuhá |  | 10,00 |
| 2 | Třída G5 |  | 21,00 |
| 3 | Třída F8, konzistence tuhá |  | 15,00 |

Parametry zemin

Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Edometrický modul : $E_{oed} = 9,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 10,00^\circ$

Třída G5

Objemová tíha : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
Edometrický modul : $E_{oed} = 67,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 21,00^\circ$

Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
Edometrický modul : $E_{oed} = 7,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 15,00^\circ$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,75 \text{ m}$

Délka $l = 9,00 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 4,42\text{E-}01 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti $I = 1,55\text{E-}02 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 2,00$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00$ kN/m³

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

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 25,00$ MPa

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,60$ MPa

Modul pružnosti

$E_{cm} = 31000,00$ MPa

Modul pružnosti ve smyku

$G = 12917,00$ MPa

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00$ MPa

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Mocnost vrstvy t [m] | Hloubka z [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|-------------------------|------------------|----------------------------|---|
| 1 | 3,00 | 0,00 .. 3,00 | Třída F6, konzistence tuhá |  |
| 2 | 3,20 | 3,00 .. 6,20 | Třída F6, konzistence tuhá |  |
| 3 | 1,00 | 6,20 .. 7,20 | Třída G5 |  |
| 4 | 2,00 | 7,20 .. 9,20 | Třída F6, konzistence tuhá |  |
| 5 | 6,00 | 9,20 .. 15,20 | Třída F8, konzistence tuhá |  |
| 6 | - | 15,20 .. ∞ | Třída F8, konzistence tuhá |  |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M_x [kNm] | M_y [kNm] | H_x [kN] | H_y [kN] |
|-------|----------|-------|-------|----------|-----------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | Ano | | MSÚ | Návrhové | 656,00 | 0,00 | 214,00 | 475,00 | 0,00 |
| 2 | Ano | | MSP | Užitné | 613,00 | 0,00 | 190,00 | 420,00 | 0,00 |

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 5,20 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

| | | | |
|-----------------------------------|----------|---|-------------------------|
| Součinitel únosnosti | N_c | = | 10,98 |
| Součinitel únosnosti | N_d | = | 3,94 |
| Součinitel únosnosti | N_b | = | 1,18 |
| Součinitel únosnosti | K_1 | = | 1,00 |
| Výpočtová únosnost na patě piloty | R_{bd} | = | 707,13 kPa |
| Plocha příčného řezu piloty | A_p | = | 4,42E-01 m ² |

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 0,47$ m

| Hloubka [m] | Mocnost [m] | φ_d [°] | c_{ud} [kPa] | γ [kN/m ³] | γR_2 [-] | f_s [kPa] | R_{si} [kN] |
|----------------|----------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|------------------|
| 1,00 | 1,00 | 21,00 | 12,00 | 21,00 | 1,00 | 16,03 | 34,34 |
| 3,20 | 2,20 | 21,00 | 12,00 | 21,00 | 1,00 | 28,93 | 136,32 |
| 4,20 | 1,00 | 21,00 | 12,00 | 11,00 | 1,00 | 39,91 | 85,48 |
| 5,20 | 1,00 | 30,00 | 6,00 | 9,50 | 1,00 | 53,89 | 115,43 |
| 7,20 | 2,00 | 21,00 | 12,00 | 11,00 | 1,00 | 49,89 | 213,72 |
| 8,53 | 1,33 | 15,00 | 5,00 | 10,50 | 1,00 | 36,27 | 103,49 |

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSÚ)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 688,78$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 284,00$ kN

Únosnost piloty $R_c = 972,78$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 656,00$ kN

$$R_c = 972,78 \text{ kN} > 656,00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva číslo | E_s [MPa] |
|-----------------|----------------|
| 1 | 15,00 |
| 2 | 15,00 |
| 3 | 15,00 |
| 4 | 15,00 |
| 5 | 15,00 |

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25,0$ mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Opravný součinitel tuhosti piloty $C_k = 0,96$

Opravný součinitel Poissonova čísla $C_v = 0,87$

Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = -1,88$
 Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0,09$
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = -0,15$

Příčinkové součinitele sedání :
 Základní - závislý na poměru l/d $l_0 = 0,13$
 Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,02$
 Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1,00$
 Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0,95$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 757,66$ kN
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 8,5$ mm
 Celková únosnost $R_c = 757,66$ kN
 Maximální sednutí $s_{lim} = 16,9$ mm

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 613,00$ kN je sednutí piloty 6,8 mm.

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
 Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

| Vzdál. [m] | Modul k [MN/m ³] | Deformace [mm] | Pootoč. [mRad] | Napětí [kPa] | Pos.síla [kN] | Moment [kNm] |
|---------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 0.00 | 0.00 | -38.95 | 9.80 | 288.87 | -420.00 | -190.00 |
| 0.45 | 6.56 | -35.02 | 9.90 | 259.77 | -338.17 | -19.74 |
| 0.90 | 6.56 | -31.09 | 9.85 | 230.60 | -265.04 | 131.65 |
| 1.35 | 6.56 | -27.21 | 9.67 | 201.78 | -200.56 | 249.72 |
| 1.80 | 6.56 | -23.42 | 9.39 | 173.65 | -144.59 | 337.13 |
| 2.25 | 6.56 | -19.75 | 9.05 | 146.44 | -96.87 | 398.17 |
| 2.70 | 6.56 | -16.23 | 8.66 | 120.32 | -57.11 | 436.95 |
| 3.15 | 6.56 | -12.87 | 8.24 | 95.40 | -24.96 | 457.44 |
| 3.60 | 6.56 | -9.68 | 7.80 | 71.74 | 0.12 | 463.42 |
| 4.05 | 6.56 | -6.66 | 7.37 | 49.36 | 20.52 | 458.50 |
| 4.50 | 56.73 | -3.81 | 6.95 | 244.34 | 92.39 | 436.83 |
| 4.95 | 56.73 | -1.12 | 6.57 | 71.87 | 145.47 | 381.13 |
| 5.40 | 6.56 | 1.61 | 6.24 | -9.33 | 149.30 | 313.82 |
| 5.85 | 6.56 | 4.36 | 5.98 | -25.25 | 142.67 | 247.90 |
| 6.30 | 6.56 | 7.01 | 5.78 | -40.57 | 130.08 | 186.31 |
| 6.75 | 6.56 | 9.57 | 5.63 | -55.43 | 111.73 | 131.69 |
| 7.20 | 6.56 | 12.08 | 5.53 | -55.40 | 87.78 | 86.59 |
| 7.20 | 3.83 | 12.08 | 5.53 | -55.40 | 87.78 | 86.59 |
| 7.65 | 3.83 | 14.55 | 5.47 | -49.20 | 70.58 | 50.84 |
| 8.10 | 3.83 | 17.00 | 5.43 | -57.49 | 50.21 | 23.54 |
| 8.55 | 3.83 | 19.44 | 5.42 | -65.74 | 26.68 | 6.12 |
| 9.00 | 3.83 | 21.88 | 5.42 | -73.98 | 0.00 | 0.00 |

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

| Vzdál. [m] | Modul k [MN/m ³] | Deformace [mm] | Pootoč. [mRad] | Napětí [kPa] | Pos.síla [kN] | Moment [kNm] |
|---------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 0.00 | 0.00 | -44.07 | 8.66 | 255.29 | -475.00 | -214.00 |
| 0.45 | 6.56 | -39.63 | 8.75 | 229.58 | -382.41 | -21.45 |
| 0.90 | 6.56 | -35.18 | 8.70 | 203.81 | -299.67 | 115.66 |
| 1.35 | 6.56 | -30.78 | 8.54 | 178.35 | -226.72 | 220.10 |
| 1.80 | 6.56 | -26.49 | 8.30 | 153.49 | -163.39 | 297.44 |
| 2.25 | 6.56 | -22.34 | 8.00 | 129.44 | -109.40 | 351.46 |
| 2.70 | 6.56 | -18.36 | 7.65 | 106.36 | -64.42 | 385.82 |
| 3.15 | 6.56 | -14.55 | 7.28 | 84.34 | -28.05 | 404.00 |
| 3.60 | 6.56 | -10.94 | 6.90 | 63.43 | -0.05 | 409.36 |
| 4.05 | 6.56 | -7.53 | 6.52 | 43.64 | 17.98 | 405.08 |
| 4.50 | 56.73 | -4.31 | 6.14 | 216.12 | 81.54 | 385.99 |
| 4.95 | 56.73 | -1.27 | 5.81 | 63.68 | 128.51 | 336.80 |
| 5.40 | 6.56 | 1.42 | 5.52 | -10.58 | 131.93 | 277.33 |
| 5.85 | 6.56 | 3.85 | 5.29 | -28.59 | 126.08 | 219.07 |
| 6.30 | 6.56 | 6.19 | 5.11 | -45.92 | 114.95 | 164.65 |
| 6.75 | 6.56 | 8.46 | 4.98 | -62.73 | 98.74 | 116.38 |
| 7.20 | 6.56 | 10.67 | 4.89 | -62.70 | 77.57 | 76.52 |
| 7.20 | 3.83 | 10.67 | 4.89 | -62.70 | 77.57 | 76.52 |
| 7.65 | 3.83 | 12.86 | 4.83 | -55.67 | 62.38 | 44.93 |
| 8.10 | 3.83 | 15.03 | 4.80 | -65.05 | 44.37 | 20.80 |
| 8.55 | 3.83 | 17.18 | 4.79 | -74.39 | 23.58 | 5.41 |
| 9.00 | 3.83 | 19.34 | 4.79 | -83.71 | -0.00 | 0.00 |

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 44,1 mm
Max.posouvající síla = 475,00 kN
Maximální moment = 463,42 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 100,0 mm
Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
Stupeň vyztužení $\rho = 0,889 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$
Zatížení : $N_{Ed} = -656,00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 463,42$ kNm
Únosnost : $N_{Rd} = -834,06$ kN; $M_{Rd} = 589,21$ kNm

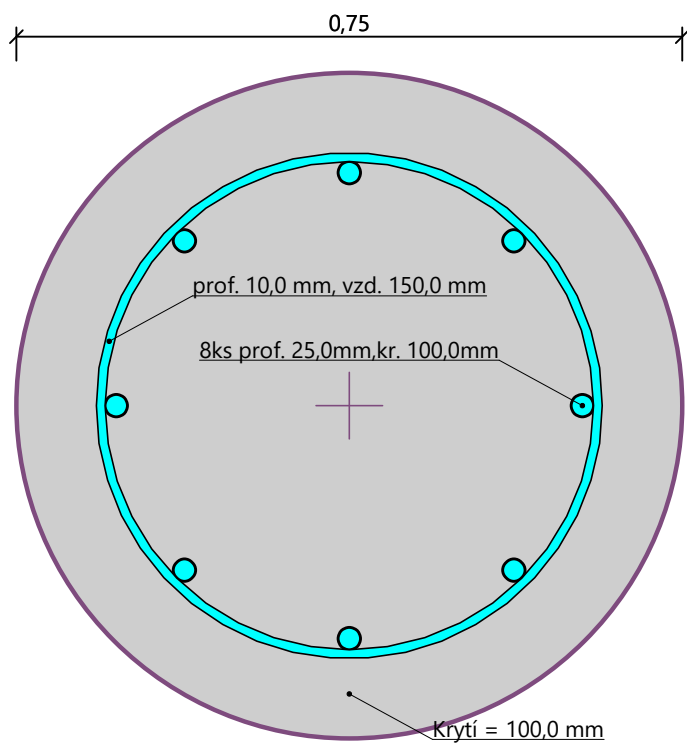
Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 150,0 mm
 $A_{sw} = 1047,2$ mm²
Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 614,66$ kN $>$ $475,00$ kN $= V_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Schéma vyztužení



ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že posuzované konstrukce mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou únosnost podle evropských norem pro navrhování uvedených v úvodním textu.

v Brně, květen 2020

Ing. Jonáš Gratza