

| | |
|--|-----------|
| 1. ÚVOD | 2 |
| 1.1 Rozsah a predpoklady výpočtu | 2 |
| 1.2 Popis konštrukcie | 2 |
| 2. ZAŤAŽENIE..... | 3 |
| 2.1 Stále zaťaženie | 3 |
| 2.2 Ostatné stále zaťaženie | 3 |
| 2.3 Teplota..... | 3 |
| 2.4 Dotvarovanie a zmrašťovanie | 4 |
| 2.5 Zaťaženie vetrom STN EN 1991-1-4..... | 8 |
| 2.6 Zaťaženie dopravou | 10 |
| 3. KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ | 11 |
| 3.1 Návrhové kombinácie..... | 11 |
| 3.2 Kombinácie pre používateľnosť..... | 12 |
| 4. STAVEBNÉ MATERIÁLY A MODELOVANIE KONŠTRUKCIE | 13 |
| 5. REAKCIE..... | 15 |
| 6. POSÚDENIE PODPIER..... | 19 |
| 7. ZAKLADANIE - PODPERA | 39 |
| 8. ZAKLADANIE – OPORY | 58 |
| 8.1 Opora č.1..... | 58 |
| 8.2 Opora č.2..... | 74 |
| 9. MIMORIADNE SEIZMICKÉ ZAŤAŽENIE | 89 |
| 9.1 Seizmické zaťaženie | 89 |
| 9.2 Útlm konštrukcie – 5% | 90 |
| 9.3 Súčiniteľ správania bol uvažovaný 1,5 | 90 |
| 9.4 Interakcia s podložíom | 90 |
| 9.5 Reakcie na pilier od seizmického zaťaženia..... | 92 |
| 9.6 Dimenzačné hodnoty od seizmického zaťaženia..... | 92 |
| 10. POUŽITÉ NORMY A LITERATÚRA..... | 93 |
| 11. ZÁVER | 93 |

1. ÚVOD

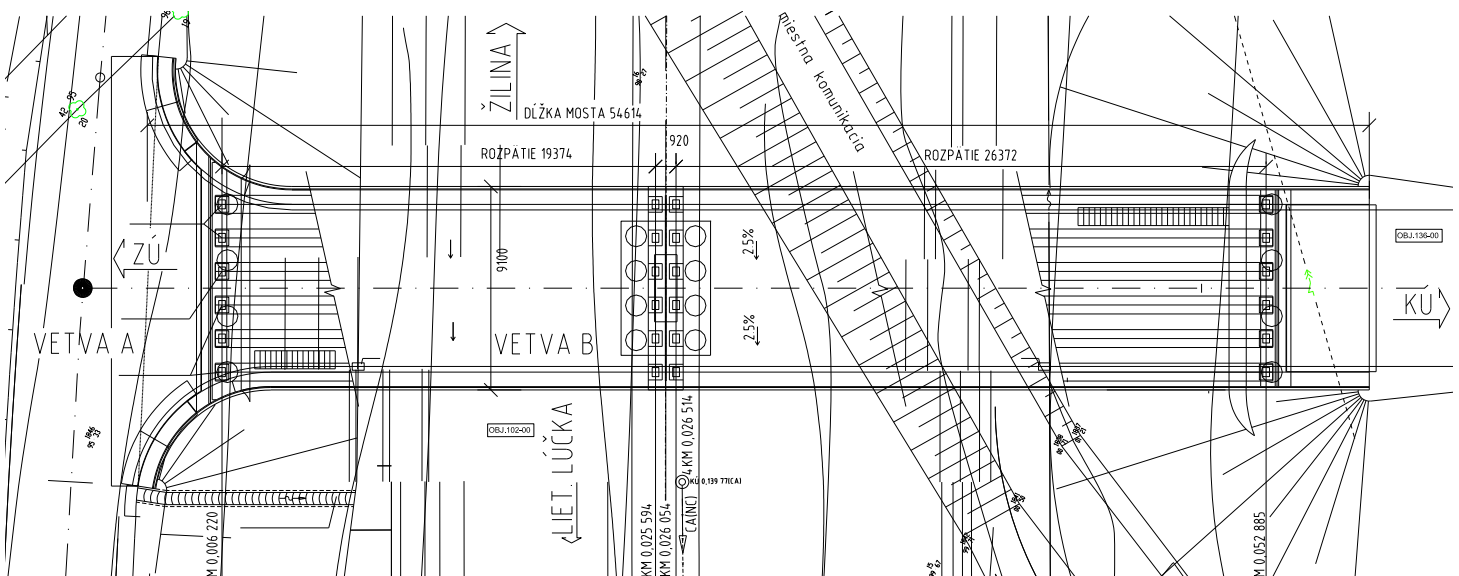
1.1 Rozsah a predpoklady výpočtu

Statický výpočet rieši návrh a posúdenie spodnej stavby mosta. Vo výpočte uvažujeme charakteristické parametre zeminy násypov G3: $\phi_k = 30^\circ$, $\gamma_{zem} = 20 \text{ kN/m}^3$. V prípade použitia iných zemín je nutné konštrukciu prepočítať. Objekt je dimenzovaný podľa EC medzných stavov únosnosti a použiteľnosti. Kategorizačný súčiniteľ je pre poľnú cestu $\alpha_{Q1}=0,9$ a $\alpha_{Q2}=0,6$ pre ZM1, ZM2 pre lokálne účinky $\beta=1,0$. Účinky zaťaženia boli spočítané programom STRAP. Prierezy boli posúdené programom Fin 10, pri jednoosom namáhaní programom EXCEL. Zakladanie spodnej stavby je navrhnuté a posúdené programom Geo 5. Keďže v bezprostrednej blízkosti mosta sa nenachádza geologická sonda, vo výpočte sú posúdené a uvažované najbližšie sondy. Je nutné robiť zaťažovacie skúšky pilót.

1.2 Popis konštrukcie

Nosná konštrukcia je navrhnutá z prefabrikovaných nosníkov so železobetónovou spriahajúcou doskou podľa typového podkladu. Jedná sa o 2-polový mostný objekt s rozpätiami polí **19,37** a **26,37m** v osi mosta. Uvažovaná výška všetkých nosníkov je 1,2m. Pričný rez je tvorený s 6ks prefabrikovanými nosníkmi spriahnutých spriahajúcou doskou min. hrúbky 0,15m a s osovou vzdialenosťou nosníkov 1,5m.

Konštrukcia je uložená na elastomérových ložiskách. Opora 1 a 3 je úložný prah na veľkopriemerových pilótach. Za oporou 1 na oboch stranách sa nachádzajú gravitačné krídla založené na pilótach, pri opore 2 sú krídla zavesené železobetónové. Piliere sú stenové tvorené úložným prahom a drikom. Pilier má výšku 6,3m po votknutie do základu. Základ je uložený na veľkopriemerových pilótach.



2. ZAŤAŽENIE

2.1 Stále zaťaženie

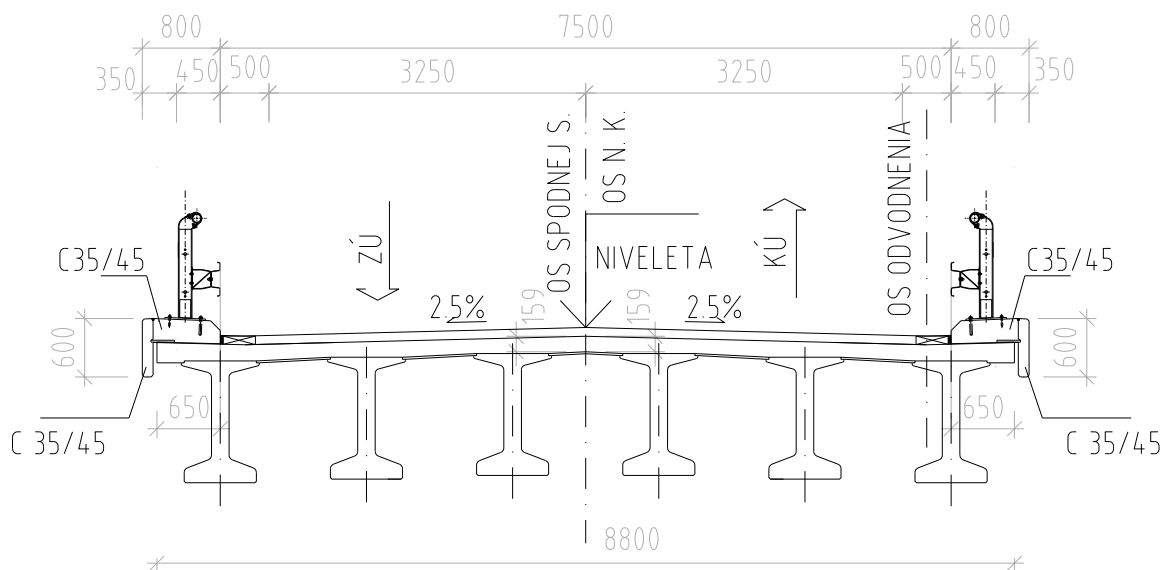
Vlastná tiaž je vypočítaná za predpokladu objemovej hmotnosti betónu $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

Predpokladaná plocha nosníkov je $0,3894 \text{ m}^2$

Predpokladaná tiaž nosníkov $25 \times 0,3894 = 9,74 \text{ kN/m}$

Priemerná hrúbka spriahajúcej dosky v priečnom smere je $0,190 \text{ m}$

Ťiaž spriahajúcej dosky $25 \times 0,16 = 4,0 \text{ kN/m}^2$



2.2 Ostatné stále zaťaženie

| | | |
|------------------|---|-----------------------------|
| Zvodidlo | | $2 \times 0,6 \text{ kN/m}$ |
| Rímsa 0,8m | $0,25 \times 25 =$ | $6,25 \text{ kN/m}^2$ |
| Konzola ríms | $0,25 \times 25 \times 0,05 =$ | $0,31 \text{ kN/m}$ |
| Rímsa pref. | $0,11 \times 0,6 \times 25 =$ | $1,65 \text{ kN/m}$ |
| Moment konzoly | $0,31 \times 0,025 + 1,65 \times 0,105 =$ | $0,18 \text{ kNm/m}$ |
| Vozovka hr. 90mm | $0,09 \times 24 =$ | $2,16 \text{ kN/m}^2$ |

2.3 Teplota

| | | | |
|--|--------|-----------------------------|---------|
| $T_{\min} =$ | -30 °C | $L1 =$ | 27.24 m |
| $T_{e,\min} =$ | -20 °C | $T_{\max} =$ | 40 °C |
| $T_o =$ | 10 °C | $T_{e,\max} =$ | 44 °C |
| skrátene | | | |
| $\Delta T_{N,\text{con}} = T_o - T_{e,\min} + 20^\circ\text{C}$ | | $\Delta T_{N,\text{con}} =$ | 50 °C |
| predĺženie | | $\Delta T_{N,\text{exp}} =$ | 54 °C |
| $\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_o + 20^\circ\text{C}$ | | | |
| skrátene $\Delta L_T = 1.1 \times 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T_{N,\text{con}}$ | | $\Delta L_{T1} =$ | 0.015 m |
| predĺženie $\Delta L_T = 1.1 \times 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T_{N,\text{exp}}$ | | $\Delta L_{T2} =$ | 0.016 m |
| $T_{\min} =$ | -30 °C | $L2 =$ | 20.27 m |
| | | $T_{\max} =$ | 40 °C |

| | | | |
|--|--------|---------------------|---------|
| Te,min= | -20 °C | Te,max= | 44 °C |
| To= | 10 °C | | |
| skrátene | | | |
| $\Delta T_{N,con}=T_o-T_{e,min}+20^{\circ}C$ | | $\Delta T_{N,con}=$ | 50 °C |
| predĺženie | | $\Delta T_{N,exp}=$ | 54 °C |
| $\Delta T_{N,exp}=T_{e,max}-T_o+20^{\circ}C$ | | | |
| skrátene $\Delta L_T=1.1 \cdot 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T_{N,con}$ | | $\Delta L_{T1}=$ | 0.011 m |
| predĺženie $\Delta L_T=1.1 \cdot 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T_{N,exp}$ | | $\Delta L_{T2}=$ | 0.012 m |

Pevné ložisko je na podpore 2, L1 = 27,24 m, a pri tepelnej rozťažnosti $\Delta T=1.10^{-5} 1/^{\circ}C$, skrátene N.K. je 15mm a predĺženie 16mm. Keď L2 = 20,27 m, a pri tepelnej rozťažnosti $\Delta T=1.10^{-5} 1/^{\circ}C$, skrátene N.K. je 11mm a predĺženie 12mm.

2.4 Dotvarovanie a zmrašťovanie

| | | | |
|--|---|----------------|---|
| L | 27.24 | m | dĺžka dilatačného celku |
| betón | C45/50 | | |
| f_{cm} | 53 | MPa | |
| E_{cm} | 36 | GPa | |
| E_c | $1.05 \cdot E_{cm}$ | 37.8 | GPa |
| f_{ck} | 45 | MPa | |
| $\varphi(t_{\infty}, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t_{\infty} - t_0)$ | 1.275 | | |
| kde: | | | |
| $\varphi_0 =$ | | | |
| $\varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$ | 1.275 | | základný súčiniteľ dotvarovania |
| φ_{RH} | 1.132 | | súčiniteľ, ktorý zohľadňuje vplyv relatívnej vlhkosti vzduchu |
| φ_{RH} | $1 + (1 - R_H/100) / 0.1 \cdot (h_0)^{1/3}$ | 1.308 | pre $f_{cm} \leq 35MPa$ |
| φ_{RH} | $R_H/100 / 0.1 \cdot (h_0)^{1/3} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2$ | 1.132 | pre $f_{cm} > 35MPa$ |
| α_1 | $(35/f_{cm})^{0.7}$ | 0.748 | |
| α_2 | $(35/f_{cm})^{0.2}$ | 0.920 | |
| R_H | 80 | % | relatívna vlhkosť okolitého prostredia v % |
| $\beta(f_{cm})$ | $16.8 / \sqrt{f_{cm}}$ | 2.308 | |
| $\beta(t_0)$ | $1 / [0.1 + (t_0)^{0.2}]$ | 0.488 | |
| h_0 | $2 \cdot A_c / u$ | 273 | mm |
| A_c | 3.8324 | m ² | prierezová plocha |
| u | 28.109 | m | obvod prvku, ktorý je v kontakte s atmosférou |
| $\beta_c(t_{\infty}, t_0)$ | $[(t_{\infty} - t_0) / (\beta_H + t_{\infty} - t_0)]^{0.3}$ | 1.000 | súčiniteľ, ktorý popisuje rozvoj dotvarovania v čase od zaťaženia prvku |
| t_{∞} | 365000 | dní | vek betónu v dňoch v uvažovanom čase (nekonečno) |
| t_{0T} | 28 | dní | vek betónu pri zaťažení v uvažovanom čase |
| β_H | | | súčiniteľ závislý od relatívnej vlhkosti (R_H v %) a od náhradného rozmeru prvku (h_0 v mm) |

| | | | | | |
|--|--|---------|--------|------|---|
| β_H | | 809 | | | |
| | | 855.897 | | | |
| β_H | $1.5 \cdot [1 + (0.012 R_H)^{18}] \cdot h_0 + 250$ | 6 | \leq | 1500 | pre $f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$ |
| | $1.5 \cdot [1 + (0.012 R_H)^{18}] \cdot h_0 + 250$ | 809.147 | | | |
| β_H | α_3 | 6 | \leq | 1500 | pre $f_{cm} > 35 \text{ MPa}$ |
| α_3 | $(35/f_{cm})^{0.5}$ | 0.813 | | | |
| Vplyv typu cementu na súčiniteľ dotvarovania sa uvaží úpravou jeho veku v čase zaťaženia t_0 | | | | | |
| t_0 | $t_{0,T} \cdot (1 + 9 / (2 + (t_{0,T})^{1.2})^\alpha)$ | 28 | \geq | 0.5 | |
| $t_{0,T}$ | | | | | je teplotou upravený vek betónu pri zaťažení v dňoch |
| α | | 0 | | | mocniteľ, ktorý závisí od typu cementu -1 pre cement triedy S, 0 pre cement triedy N, 1 pre cement triedy R |

Pretvorenie betónu od dotvarovania

| | | |
|--|--|-----------------|
| $\varepsilon_{cc}(\infty, t)$ | | 0.000202 |
| o) $\varphi(\infty, t_0) \cdot \sigma_c / E_c$ | | 4 |
| σ_c | | 6 MPa |

pomerné pretvorenie zo zmršťovania z vysychania

| | | |
|----------------------|--|----------|
| | $0.85 \cdot ((220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot \exp((\alpha_{ds2} \cdot f_{cm} / f_{cm0})) \cdot 10^\wedge{-6}) \cdot \beta_{RH}$ | 0.000224 |
| $\varepsilon_{cd,0}$ | | 5 |
| kde: | | |
| | $1.55 \cdot (1 - (R_H / R_{H0})^\wedge{3})$ | 0.756 |
| β_{RH} | | |
| α_{ds1} | | 4 |
| α_{ds2} | | 0.12 |
| f_{cm0} | | 10 MPa |
| R_H | | 80 % |
| R_{H0} | | 100 % |

pomerné pretvorenie od autogénneho zmršťovania

| | | |
|----------------------------|---|-----------------|
| | $2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^\wedge{-6}$ | 0.000087 |
| $\varepsilon_{ca}(\infty)$ | 6 | 5 |
| | | 0.000087 |
| $\varepsilon_{ca}(t)$ | $\beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$ | 5 |
| $\beta_{as}(t)$ | $1 - e^\wedge{(-0.2 \cdot \sqrt{t})}$ | 1 |
| k_h | | 0.777 |
| | | 0.000174 |
| $\varepsilon_{cd,t}$ | $\varepsilon_{cd,0} \cdot k_h \cdot \beta_{ds}$ | 4 |

celkové pomerné pretvorenie od zmršťovania

| | | |
|--------------------|--|----------|
| | | 0.000261 |
| ε_{cs} | $\varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{cd,t}$ | 9 |

Pomerné pretvorenie od dotvarovania a zmršťovania

| | | |
|---------------|--|----------|
| | | 0.000692 |
| ε | $1.35 \cdot \varepsilon_{cc} + 1.6 \cdot \varepsilon_{cs}$ | 3 |

celkový pohyb konštrukcie od dotvarovania a zmrašťovania

| | | | | | | |
|--|--|-----------------------|--------|------|----------------|---|
| ΔL_{d+z} | $\varepsilon \cdot L$ | | | | 0.019 m | |
| L | | 20.27 m | | | | dĺžka dilatačného celku |
| betón | C45/50 | | | | | |
| f_{cm} | | 53 MPa | | | | |
| E_{cm} | | 36 MPa | | | | |
| E_c | $1.05 \cdot E_{cm}$ | 37.8 MPa | | | | |
| f_{ck} | | 45 MPa | | | | |
| $\varphi(t_{\infty}, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t_{\infty} - t_0)$ | | 1.275 | | | | |
| kde: | | | | | | |
| $\varphi_0 =$ | | | | | | |
| $\varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$ | | 1.275 | | | | základný súčiniteľ dotvarovania |
| φ_{RH} | | 1.132 | | | | súčiniteľ, ktorý zohľadňuje vplyv relatívnej vlhkosti vzduchu |
| φ_{RH} | $1 + (1 - R_H/100) / 0.1 \cdot (h_0)^{1/3}$ | 1.308 | | | | pre $f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$ |
| φ_{RH} | $R_H/100) / 0.1 \cdot (h_0)^{1/3} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2$ | 1.132 | | | | pre $f_{cm} > 35 \text{ MPa}$ |
| α_1 | $(35/f_{cm})^{0.7}$ | 0.748 | | | | |
| α_2 | $(35/f_{cm})^{0.2}$ | 0.920 | | | | |
| R_H | | 80 % | | | | relatívna vlhkosť okolitého prostredia v % |
| $\beta(f_{cm})$ | $16.8 / \sqrt{f_{cm}}$ | 2.308 | | | | |
| $\beta(t_0)$ | $1 / [0.1 + (t_0)^{0.2}]$ | 0.488 | | | | |
| h_0 | $2 \cdot A_c / u$ | 273 mm | | | | náhradný rozmer prvku v mm |
| A_c | | 3.8324 m ² | | | | prierezová plocha |
| u | | 28.109 m | | | | obvod prvku, ktorý je v kontakte s atmosférou |
| $\beta_c(t_{\infty}, t_0)$ | $[(t_{\infty} - t_0) / (\beta_H + t_{\infty} - t_0)]^{0.3}$ | 1.000 | | | | súčiniteľ, ktorý popisuje rozvoj dotvarovania v čase od zaťaženia prvku |
| t_{∞} | | 365000 | | | | vek betónu v dňoch v uvažovanom čase (nekonečno) |
| t_{0T} | | 0 dní | | | | |
| t_{0T} | | 28 dní | | | | vek betónu pri zaťažení v uvažovanom čase |
| β_H | | | | | | súčiniteľ závislý od relatívnej vlhkosti (R_H v %) a od náhradného rozmeru prvku (h_0 v mm) |
| β_H | | 809 | | | | |
| β_H | | 855.897 | | | | |
| β_H | $1.5 \cdot [1 + (0.012 R_H)^{18}] \cdot h_0 + 250$ | 6 | \leq | 1500 | | pre $f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$ |
| β_H | $1.5 \cdot [1 + (0.012 R_H)^{18}] \cdot h_0 + 250$ | 809.147 | | | | |
| β_H | $\cdot \alpha_3$ | 6 | \leq | 1500 | | pre $f_{cm} > 35 \text{ MPa}$ |
| α_3 | $(35/f_{cm})^{0.5}$ | 0.813 | | | | |
| Vplyv typu cementu na súčiniteľ dotvarovania sa uvažuje úpravou jeho veku v čase zaťaženia t_0 | | | | | | |
| t_0 | $t_{0,T} \cdot (1 + 9 / (2 + (t_{0,T})^{1.2})^{\alpha})$ | 28 | \geq | 0.5 | | je teplotou upravený vek betónu pri zaťažení v dňoch |
| t_{0T} | | | | | | |

α 0 mocniteľ, ktorý závisí od typu cementu
-1 pre cement triedy S, 0 pre cement triedy N,
1 pre cement triedy R

Pretvorenie betónu od dotvarovania

$\varepsilon_{cc}(\infty, t)$ 0.000202
o) $\varphi(\infty, t_0) \cdot \sigma_c / E_c$ 4
 σ_c 6 MPa

pomerné pretvorenie zo zmrašťovania z vysychania

$0.85 \cdot ((220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot \exp((\alpha_{ds2} \cdot f_{cm} / f_{cm0})) \cdot 10^{\alpha_{ds1}})$ 0.000224
 $\varepsilon_{cd,0}$ $(-6) \cdot \beta_{RH}$ 5
kde:
 β_{RH} $1.55 \cdot (1 - (R_H / R_{H0})^{\alpha_{ds1}})$ 0.756
 α_{ds1} 4
 α_{ds2} 0.12
 f_{cm0} 10 MPa
 R_H 80 %
 R_{H0} 100 %

pomerné pretvorenie od autogénneho zmrašťovania

$2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$ 0.000087
 $\varepsilon_{ca}(\infty)$ 6 5
0.000087
 $\varepsilon_{ca}(t)$ $\beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$ 5
 $\beta_{as}(t)$ $1 - e^{(-0.2 \cdot \sqrt{t})}$ 1
 k_h 0
0.000000

$\varepsilon_{cd,t}$ $\varepsilon_{cd,0} \cdot k_h \cdot \beta_{ds}$ 0

celkové pomerné pretvorenie od zmrašťovania

ε_{cs} $\varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{cd,t}$ 0.000087
5

Pomerné pretvorenie od dotvarovania a zmrašťovania

ε $1.35 \cdot \varepsilon_{cc} + 1.6 \cdot \varepsilon_{cs}$ 0.000413
2

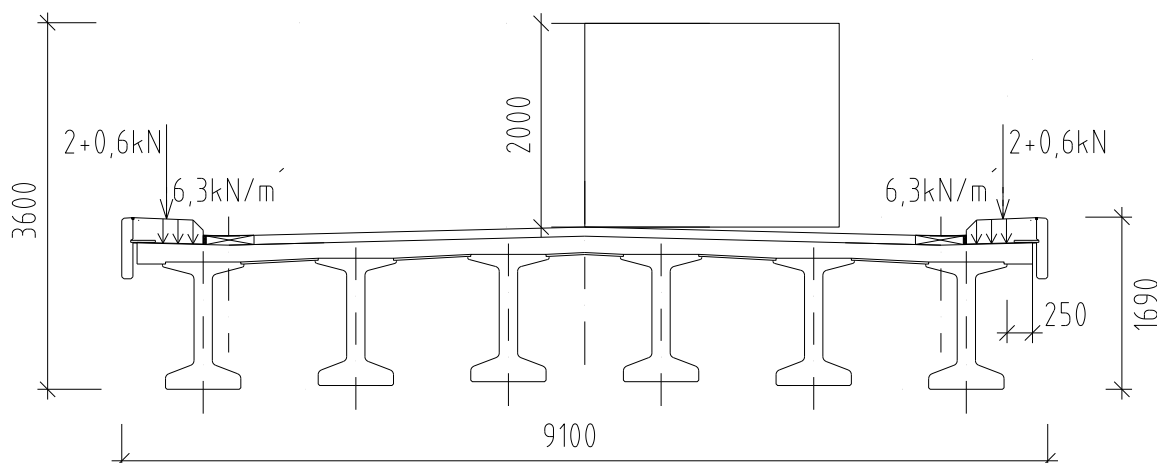
celkový pohyb konštrukcie od dotvarovania a zmrašťovania

ΔL_{d+z} $\varepsilon \cdot L$ 0.008 m

Pohyb mostných záverov

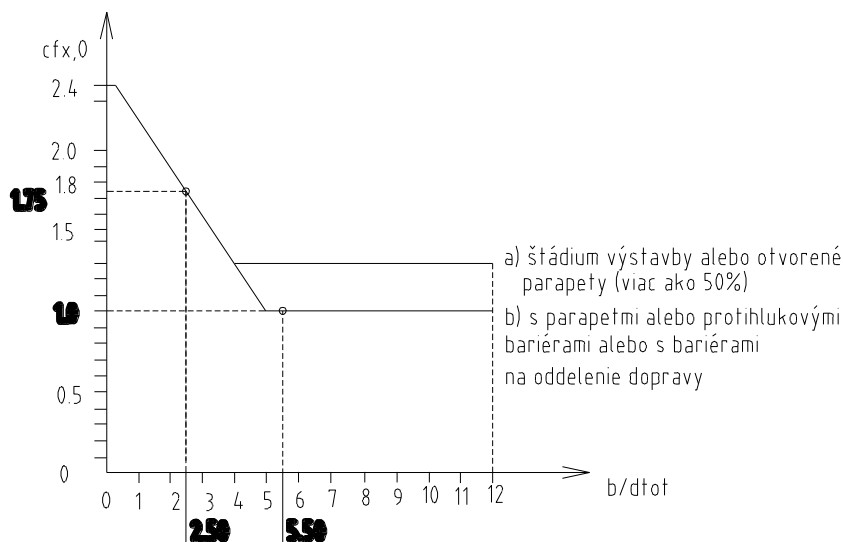
Pri opore 1 predĺženie: 12mm, skrátenie: 11+8= 19mm

Pri opore 3 predĺženie: 16mm, skrátenie: 15+19= 34mm



2.5 Zaťaženie vetrom STN EN 1991-1-4

| | | | | | | |
|--|-------|-------------------|---------------------|-------|-----|------------------------|
| základná rýchlosť $v_b =$ | 24 | m/s | $b =$ | 9.1 | m | šírka NK |
| $\rho =$ | 1.25 | kg/m ³ | $d_{tot} =$ | 1.69 | m | výška NK |
| a) nezaťažený most $b/d_{tot} =$ | 5.4 | | $v_m(7.8) =$ | 26.90 | m/s | stredná rýchlosť vetra |
| $c_{fx0} =$ | 1.00 | z grafu | $q_p(7.8) =$ | 0.92 | kPa | špičkový tlak vetra |
| Tam, kde nosná konštrukcia má priečny spád, c_{fx0} sa zvýši o 3% na 1° odklonu | | | | | | |
| Tam, kde je náveterné líce mosta odklonené od vertikály, c_{fx0} sa zredukuje o 0.5% na 1° odklonu | | | | | | |
| priečny spád (%) = (°) | 2.5 | = | 1.4321 | | | |
| $k_1 - c_{fx0}$ zvýšené o 3% na 1° | 0.075 | < | 0.25 | | | |
| $k_2 - c_{fx0}$ znížené o 0.5% na 1° $\Rightarrow \alpha_h =$ | 0.00 | \Rightarrow | 0 | < | 0.3 | |
| $c_{fx} = c_{fx0} * (1 + k_1 - k_2)$ | 1.075 | | | | | |
| $q_b = 0.5 * \rho * v_b^2 =$ | 0.36 | kPa | základný tlak vetra | | | |
| $C = c_{fx} * q_p(11.45) / q_b =$ | 2.56 | | | | | |
| $q = 0.5 * \rho * v_b^2 * C$ | 0.92 | kPa | tlak vetra | | | |
| $A_{ref,x} = d_{tot} * 1$ | 1.69 | m ² | referenčná plocha | | | |
| $F_w =$ | 1.55 | kN | | | | |
| b) zaťažený most $b/d_{tot} =$ | 2.5 | | $b =$ | 9.1 | m | šírka NK |
| základná rýchlosť s dopravou $v_b' =$ | 23 | m/s | $d_{tot} =$ | 3.6 | m | výška NK |
| $c_{fx0} =$ | 1.750 | z grafu | | | | |
| $c_{fx} = c_{fx0} * (1 + k_1 - k_2)$ | 1.881 | % | | | | |
| $q_b = 0.5 * \rho * v_b'^2 =$ | 0.33 | kPa | základný tlak vetra | | | |
| $C = c_{fx} * q_p(11.45) / q_b =$ | 4.88 | | | | | |
| $q = 0.5 * \rho * v_b'^2 * C$ | 1.61 | | tlak vetra | | | |
| $A_{ref,x} = d_{tot} * 1$ | 3.6 | | referenčná plocha | | | |
| $F_w =$ | 5.80 | kN/m | $M_w =$ | 10.44 | kNm | |
| Vietor pozdĺžny | 92.3 | kN | $M_{k1} =$ | 113 | | $R_{K1L} = 26$ kN |
| | | | $M_{k2} =$ | 662 | | $R_{K2L} = 154$ kN |



Vietor na pilier

Účinky vetra sa počítajú podľa všeobecného postupu (STN EN 1991-1-4, 8.4.2).

Kategória terénu podľa mapy je I.

výška podpery nad terénom $h=z=$

$d=$ 1 m

$b=$ 3 m

$h < b \Rightarrow ze = z$ (obr.7.4, str.30)

špičkový tlak vetra $qp(ze) =$

0.86 kPa

(STN EN1991-1-4/NA, Tab. NB2)

sila vetra:

$$Fw = cscd \times cf \times qp(ze) \times Aref$$

$d/b=$ 0.333

0.18

pre $d=1,6m$

0.13186813

podľa obr.7.23, str.55,

$Cf,0p1 =$

2.2

$Cf,0p2 =$

2

polomer zaoblenia $r =$

0 m

$r/d=$

0.00

podľa obr.7.24, str.55

redukčný súčiniteľ zaoblených rohov $\Psi_r =$

1

súčiniteľ účinku koncov $\Psi_\lambda =$

0.91

z grafu pri $\varphi=1$

(kap 7.13, str.66)

podľa kap.7.6(3), ak $d/b < 0,2 \Rightarrow C_r \cdot 1,25$

súč. sily pre stenu 1m $Cf1 = Cf,0p1 \cdot \Psi_r \cdot \Psi_\lambda \cdot 1 =$

2.00

súč. sily pre stenu 1,6m $Cf2 = Cf,0p2 \cdot \Psi_r \cdot \Psi_\lambda \cdot 1 =$

1.82

$w1 = cscd \cdot Cf1 \cdot qp(ze) =$

1.72 kN/m

(STN EN1991-1-4, str.25, 6.2.c) súč. konštr. $CsCd =$

1

$w2 = cscd \cdot Cf2 \cdot qp(ze) =$

1.57 kN/m

plocha (hrúbka piliera $d=1,0m$) $Aref1 = h \cdot b =$

12.54 m²

$Aref2 =$

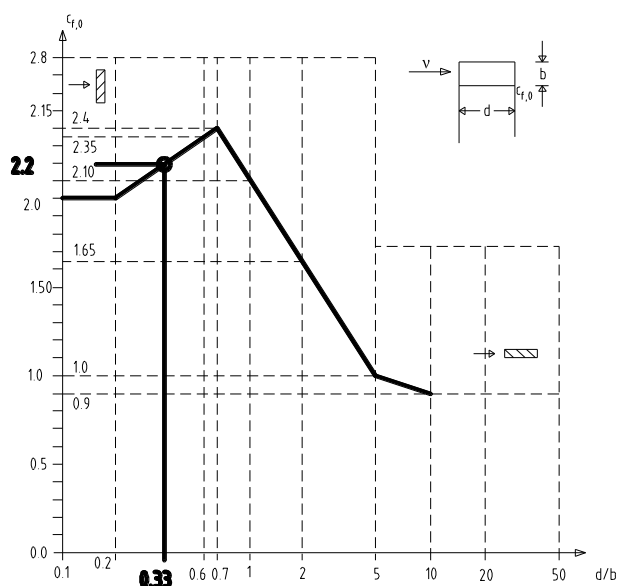
12.34 m²

$Fw1 =$

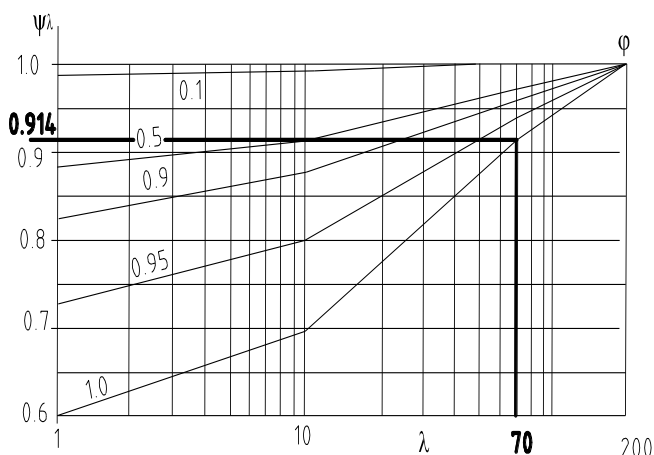
22 kN

$Fw2 =$

19.4 kN



Obrázok 7.23 - Súčinitele sily $c_{f,0}$ pri pravouhlých prierezoch s ostrými rohmi bez prúdenia okolo vp+ln=ych koncov



Účinok vetra v pozdĺžnom smere

Podľa STN EN1991-1-4 čl. 8.3.4 sa sily v smere y uvažuje 25% síl v smere x (priechy smer). Je použitý pri posúdení piliera.

2.6 Zaťaženie dopravou

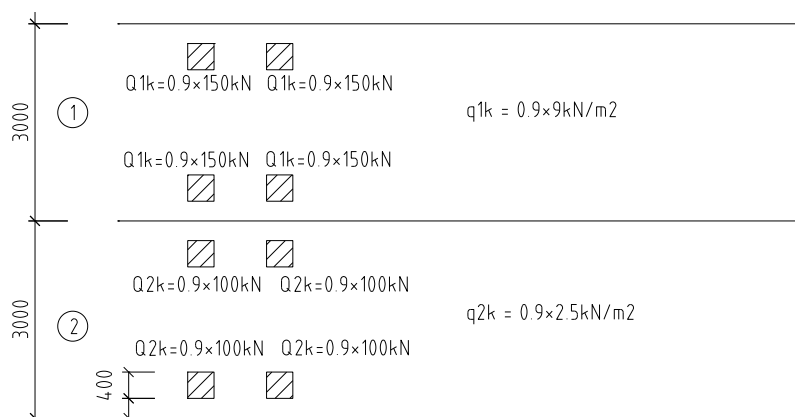
Premenné zaťaženia

Pohyblivé zaťaženie bude použité na moste tak, aby vyvodilo maximálne reakcie na spodnú stavbu.

Šírka vozovky pre účely výpočtu zaťaženia $w = 7,5\text{m}$ (vzdialenosť medzi zvodidlami). Počet návrhových zaťažovacích pruhov $n = 2$, pri šírke $w_1 = 3,0\text{m}$, šírka zvyšnej plochy je $7,5 - 2 \cdot 3,0\text{m} = 1,5\text{m}$. Navrhnuté sú tri alternatívy delenia vozovky na zaťažovacie pruhy. Prvá alternatíva je na ľavej konzole, druhá v strede vozovky a tretia na pravej konzole. Na konštrukcii je použitý zaťažovací model LM1.

Zaťažovací model LM1

Sústredené a rovnomerne spojité zaťaženia, zahrňujú väčšinu účinkov prevádzky nákladných vozidiel a automobilov. Kategorizačné súčinitele sú prevzaté s STN EN 1991-2/NA Tabuľka 1, pre kategóriu cesty I. II. a III. triedy. Kategorizačný súčiniteľ $\alpha = 0,9$. Zaťaženie zahrňuje aj dynamické účinky.



Zaťažovací model ZM2

Na posúdenie lokálnych účinkov (krídel) uvažujeme vozidlo s jednou nápravou $2 \times 0,9 \times 200 \text{ kN}$.

Brzdne a rozjazdové sily

$$Q_{lk} = 0,6 \times 0,9 \times (2 \times 300) + 0,1 \times 47,5 \times (9 \times 3 \times 0,6) = 401 \text{ kN}$$

Zaťaženie revízneho chodníka

Uvažované je spojité rovnomerné zaťaženie o intenzite $q_{lk} = 3,0 \text{ kN/m}^2$.

Náraz vozidla na zvodidlá

Uvažuje sa s triedou C normy STN EN 1991-2/NA (NA 2.31). $F = 200 \text{ kN}$. Sila pôsobí na pruhu širokom $0,5 \text{ m}$.

3. KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ

Kombinácie sú stanovené podľa STN EN 1990, príloha A2.

3.1 Návrhové kombinácie

Kombinácie pre návrh výstuže podľa medzného stavu únosnosti (MSÚ).

Trvalá a prechodná návrhová situácia

Súčiniteľ spoľahlivosti pre stále zaťaženia $\gamma_{G, \text{sup}, j} = 1,35$, súčiniteľ spoľahlivosti pre premenné zaťaženia dopravou $\gamma_{Q, 1} = 1,35$, vozovka pre max účinky má $\gamma_{G, \text{sup}} = 1,4$, minimálne ($\gamma_{G, \text{inf}} = 0,8$), $\alpha_{cc} = 0,85$

Súčiniteľ spoľahlivosti vlastností materiálov pre betón $\gamma_M = 1,5$, pre výstuž $\gamma_M = 1,15$.

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (\gamma_{G, \text{sup}, j} G_{k, j}) + \gamma_{Q, 1} Q_{k, 1} + \sum_{i \geq 2} (\gamma_{Q, i} \psi_{0, i} Q_{k, i}) \right\}$$

Mimoriadna návrhová situácia

Súčiniteľ spoľahlivosti pre stále zaťaženia $\gamma_{G, j} = 1,0$, súčiniteľ spoľahlivosti pre premenné zaťaženia dopravou $\gamma_Q = 1,0$ a $\alpha_{cc} = 0,85$.

Súčiniteľ spoľahlivosti vlastností materiálov pre betón $\gamma_M = 1,2$, pre výstuž $\gamma_M = 1,0$.

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{k,j,\text{sup}}) + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Pre seizmické zaťaženie

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{k,j,\text{sup}}) + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Kde A_{Ed} je seizmické zaťaženie, ktoré sa kombinuje s kvázi-stálou hodnotou premenných zaťažení.

3.2 Kombinácie pre používateľnosť

Kombinácie pre návrh výstuže podľa medzného stavu používateľnosti (MSP).

Charakteristická kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,\text{sup}} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\}$$

Táto kombinácia je použitá pre kontrolu šírky trhliny.

Častá kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,\text{sup}} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\}$$

Kvázi-stála kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,\text{sup}} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Menej častá kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,\text{sup}} + \psi_{1,\text{inf } q} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (\psi_{1,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Súčinitele ψ pre cestné mosty

Súčinitele sú uvažované podľa STN EN 1990/A2

| | | | |
|---------|-----------------|-----------------|----------------|
| LM1 | $\psi_0 = 0,75$ | $\psi_1 = 0,75$ | $\psi_2 = 0,0$ |
| LM3 | $\psi_0 = 0,0$ | $\psi_1 = 0,0$ | $\psi_2 = 0,0$ |
| Vietor | $\psi_0 = 0,6$ | $\psi_1 = 0,2$ | $\psi_2 = 0,0$ |
| Teplota | $\psi_0 = 0,6$ | $\psi_1 = 0,6$ | $\psi_2 = 0,5$ |

4. STAVEBNÉ MATERIÁLY A MODELOVANIE KONŠTRUKCIE

Model je tvorený ako dosková konštrukcia s prefabrikovanými nosníkmi v programe STRAP. Zaťažením krajných nosníkov v najnepriaznivejšej polohe dostaneme príslušné reakcie na návrh spodnej stavby mosta. Doska je navrhnutá ako orthotropná, nosná len v priečnom smere.

Betón dosky je **C35/45**, s nasledovnými charakteristikami podľa STN EN 1992-1-1:

| f_{ck} | $f_{ck,cube}$ | f_{cm} | f_{ctm} | $f_{ctk0,05}$ | $f_{ctk0,95}$ | E_{cm} |
|----------|---------------|----------|-----------|---------------|---------------|----------|
| [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [GPa] |
| 35 | 45 | 43 | 3.2 | 2.2 | 4.2 | 34 |

Betón piliera je **C30/37**, s nasledovnými charakteristikami podľa STN EN 1992-1-1:

| f_{ck} | $f_{ck,cube}$ | f_{cm} | f_{ctm} | $f_{ctk0,05}$ | $f_{ctk0,95}$ | E_{cm} |
|----------|---------------|----------|-----------|---------------|---------------|----------|
| [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [GPa] |
| 30 | 37 | 38 | 2.9 | 2.0 | 3.8 | 32 |

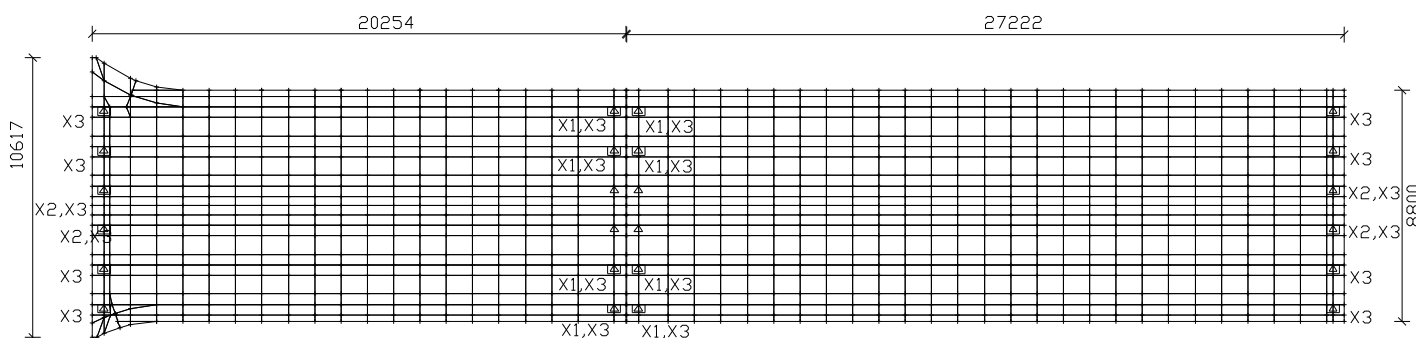
Výstuž **B500B**, s nasledovnými charakteristikami podľa STN EN 1992-1-1:

$f_{yk} = 500$ MPa, $E_s = 200$ GPa.

Okrajové podmienky – trvalé

Ložiská sú orientované tak aby umožňovali pohyb konštrukcie vplyvom teploty. Tento pohyb je obmedzovaný na pilieri 2, kde sú pevné ložiská v strede. Ostatné jednosmerné ložiská sú usmernené tak, aby smerovali k pevným ložiskám.

Model v programe STRAP:



Vstupné hodnoty materiálov a vlastností materiálov nadefinované v Strape:

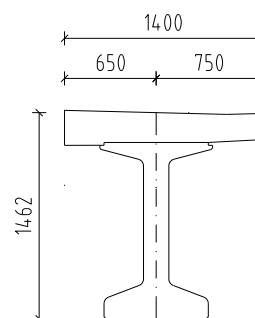
| MATERIAL TABLE (units - kN meter) | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-----------------------|---------------|------------|---------------------|---------------|
| NO. | Name | Modulus of Elasticity | Poisson ratio | Density | Thermal coefficient | Shear modulus |
| 1 | CONC | 0.3000E+08 | 0.150 | 0.2500E+02 | 0.00001000 | 0.1304E+08 |
| 2 | C35o | 0.5000E+03 | 0.200 | 0.0000E+02 | 0.00001000 | 0.2083E+03 |
| 3 | C35g | 0.3400E+08 | 0.200 | 0.0000E+00 | 0.00001000 | 0.1417E+08 |
| 4 | C45 | 0.3600E+08 | 0.200 | 0.2500E+02 | 0.00001000 | 0.1500E+08 |
| 5 | C35 | 0.3400E+08 | 0.200 | 0.2500E+02 | 0.00001000 | 0.1417E+08 |

Krajný prierez:

| | | | |
|------------------|------------------------|------------------------|----------|
| Area | A=0.6971 | | |
| Mom. of inertia: | I _x =0.1875 | I _y =0.0596 | J=0.0151 |
| C.O.G : | x _t =0.6593 | y _t =0.9097 | |
| | (from left) | (from bottom) | |
| elastic modulus: | S _x =0.2061 | S _y =0.0805 | |
| radius of inert. | r _x =0.5186 | r _y =0.2924 | |

Properties about principal axes (angle = -1.37395)

| | | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Mom. of inertia: | I _u =0.1875 | I _v =0.0595 |
| C.O.G : | u _t =0.9186 | v _t =0.6727 |
| elastic modulus: | S _u =0.2042 | S _v =0.0813 |
| radius of inert. | r _u =0.5187 | r _v =0.2922 |

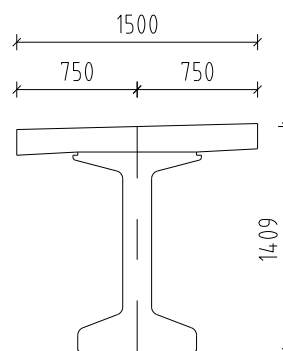


Prierez medzi nosníkmi:

| | | | |
|------------------|------------------------|------------------------|----------|
| Area | A=0.6319 | | |
| Mom. of inertia: | I _x =0.1658 | I _y =0.0548 | J=0.0105 |
| C.O.G : | x _t =0.7539 | y _t =0.8528 | |
| | (from left) | (from bottom) | |
| elastic modulus: | S _x =0.1944 | S _y =0.0727 | |
| radius of inert. | r _x =0.5122 | r _y =0.2945 | |

Properties about principal axes (angle = -1.08464)

| | | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Mom. of inertia: | I _u =0.1658 | I _v =0.0548 |
| C.O.G : | u _t =0.8598 | v _t =0.7639 |
| elastic modulus: | S _u =0.1929 | S _v =0.0717 |
| radius of inert. | r _u =0.5123 | r _v =0.2944 |

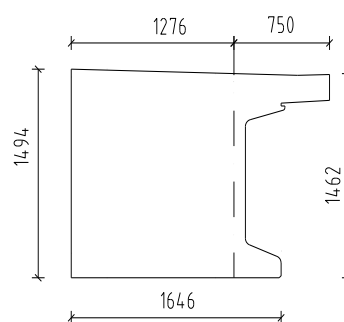


Prierez pri priečniku opory1:

| | | | |
|------------------|------------------------|------------------------|----------|
| Area | A=2.2247 | | |
| Mom. of inertia: | I _x =0.4428 | I _y =0.4862 | J=0.5822 |
| C.O.G : | x _t =0.7679 | y _t =0.7649 | |
| | (from left) | (from bottom) | |
| elastic modulus: | S _x =0.5789 | S _y =0.3865 | |
| radius of inert. | r _x =0.4461 | r _y =0.4675 | |

Properties about principal axes (angle = 124.185)

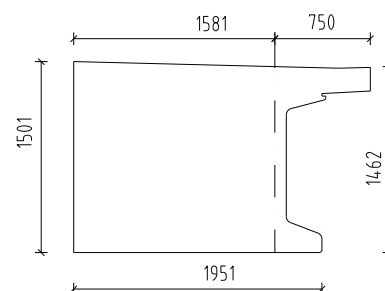
| | | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Mom. of inertia: | I _u =0.5234 | I _v =0.4056 |
| C.O.G : | u _t =1.065 | v _t =1.1261 |
| elastic modulus: | S _u =0.3663 | S _v =0.3602 |
| radius of inert. | r _u =0.4851 | r _v =0.427 |



| | | | |
|------------------|------------------------|------------------------|----------|
| Area | A=2.6814 | | |
| Mom. of inertia: | I _x =0.5282 | I _y =0.8109 | J=0.8663 |
| C.O.G : | x _t =0.9161 | y _t =0.7621 | |
| | (from left) | (from bottom) | |
| elastic modulus: | S _x =0.6931 | S _y =0.5731 | |
| radius of inert. | r _x =0.4438 | r _y =0.5499 | |

Properties about principal axes (angle = 101.562)

| | | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Mom. of inertia: | I _u =0.8232 | I _v =0.5159 |
| C.O.G : | u _t =1.0503 | v _t =0.9541 |
| elastic modulus: | S _u =0.5398 | S _v =0.5407 |
| radius of inert. | r _u =0.5541 | r _v =0.4386 |



Zaťaženie nadefinované v programe STRAP :

Vlastná tiaž, stále zaťaženie a vozovka, pohyblivé zaťaženie LM1, vietor a zaťaženie chodníka. V programe sme zadali náhodilé zaťaženie na ľavú aj pravú konzolu,. Preto sú výsledné reakcie na ložiská spočítané na ľavej konzole a priradené na pravú konzolu. Čísla uzlov v tabuľke sú od 1 po 6, pričom uzol č. 1 označuje krajné ložisko na ľavej strane v smere staničenia.

| LOAD CASES LIST | | |
|-----------------|----------------|----------------------|
| no. | no. in results | name |
| 1 | 1 | vlastna tiaž |
| 2 | 2 | vozovka |
| 3 | 3 | stale zatazenie |
| 4 | 4 | konzola L op1+podp2P |
| 5 | 5 | konzola L op2+podp2L |
| 6 | 6 | konzola P op1+podp2P |
| 7 | 7 | konzola P op2+podp2L |
| 8 | 8 | stred op1+podp2P |
| 9 | 9 | stred op2+podp2L |
| 10 | 10 | doska tiaž |
| 11 | 11 | podpera2konz |
| 12 | 12 | vietor |
| 13 | 13 | vietor M |

Horizontálne reakcie od vetra v priečnom smere:

H_{1w}=50kN, H_{2Lw}=-206kN, H_{2Pw}=369kN, H_{3w}=63kN,

Maximálne reakcie na jeden nosník od vetra v priečnom smere sú s kombináčnym súč.0.9:

M_{kw1,3}=113kNm, M_{kw2L,2P}=662kNm, reakcie od vetra na 1 ložisko R_{w1,3}=26kNm, R_{w2L,2P}=154kNm

5. REAKCIE

| MAXIMÁLNE REAKCIE Z HORNEJ STAVBY (Výpočtové hodnoty) | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| číslo | Opora 1 | | Opora 3 | | Opora 1 | Opora 3 |
| | Rvlt+s+v | RnUDL+TS | Rvlt+s+v | RnUDL+TS | Rc+w | Rc+w |
| 1 | 482 | 522 | 523 | 419 | 1027 | 968 |
| 2 | 272 | 469 | 374 | 510 | 764 | 910 |

| | | | | | | |
|-------|------------|----------|------------|----------|------------|------------|
| 3 | 316 | 496 | 397 | 510 | 835 | 933 |
| 4 | 312 | 493 | 397 | 613 | 828 | 1036 |
| 5 | 286 | 457 | 374 | 513 | 766 | 913 |
| 6 | 423 | 401 | 523 | 427 | 847 | 976 |
| číslo | Podpera 2L | | Podpera 2P | | Podpera 2L | Podpera 2P |
| | Rvlt+s+v | RnUDL+TS | Rvlt+s+v | RnUDL+TS | RcL+w | RcP+w |
| 1 | 403 | 371 | 527 | 405 | 928 | 1086 |
| 2 | 279 | 469 | 377 | 511 | 902 | 1042 |
| 3 | 304 | 480 | 398 | 529 | 938 | 1081 |
| 4 | 303 | 576 | 398 | 619 | 1033 | 1171 |
| 5 | 278 | 466 | 377 | 520 | 898 | 1051 |
| 6 | 402 | 381 | 527 | 419 | 937 | 1100 |

MIN. REAKCIE Z HORNEJ STAVBY (Výpočtové hodnoty s 1, vozov0,8)

| | | | | | |
|-------|----------|------------|------------|----------|----------|
| | Opora 1 | Podpera 2L | Podpera 2P | podp2cel | Opora 3 |
| číslo | Rvlt+s+v | Rvlt+s+v | Rvlt+s+v | Rvlt+s+v | Rvlt+s+v |
| 1 | 346 | 291 | 379 | 670 | 376 |
| 2 | 181 | 184 | 250 | 434 | 248 |
| 3 | 214 | 205 | 267 | 472 | 267 |
| 4 | 211 | 205 | 267 | 472 | 267 |
| 5 | 190 | 184 | 250 | 434 | 248 |
| 6 | 304 | 290 | 379 | 669 | 376 |

REAKCIE OD NÁHODILÉHO ZAŤAŽENIA

NA KONZOLE -ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN)

| číslo uloženia | Podpera č.2-komb1- Ľavá | | Podpera č.2-kom2- Ľavá | | Podpera2 | |
|-------------------|-----------------------------|-----|----------------------------|-----|----------|---------|
| | RL | RP | RL | RP | Rc kom1 | Rc kom2 |
| 1 | 67 | 405 | 371 | 101 | 472 | 472 |
| 2 | 216 | 511 | 469 | 257 | 727 | 726 |
| 3 | 118 | 529 | 480 | 150 | 647 | 630 |
| 4 | 43 | 207 | 182 | 71 | 250 | 253 |
| 5 | 57 | 173 | 146 | 74 | 230 | 220 |
| 6 | 31 | 17 | 15 | 30 | 48 | 45 |
| číslo uloženia | Podpera č.2-komb3- Pravá | | Podpera č.2-kom4- Pravá | | Podpera2 | |
| | RL | RP | RL | RP | Rc kom5 | Rc kom6 |
| 1 | 31 | 19 | 17 | 30 | 50 | 47 |
| 2 | 57 | 160 | 137 | 74 | 217 | 211 |
| 3 | 46 | 218 | 190 | 71 | 264 | 261 |

| | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4 | 118 | 510 | 469 | 150 | 628 | 619 |
| 5 | 210 | 520 | 466 | 259 | 730 | 725 |
| 6 | 67 | 419 | 381 | 102 | 486 | 483 |

REAKCIE OD NÁHODILÉHO ZAŤAŽENIA

V STREDE -ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN)

| číslo uloženia | Podpera č.2- kom5 | | Podpera č.2- kom6 | | Podpera2 | |
|-------------------|----------------------|-----|----------------------|-----|----------|---------|
| | RL | RP | RL | RP | Rc kom3 | Rc kom4 |
| 1 | 26 | 10 | 3 | 27 | 36 | 30 |
| 2 | 79 | 230 | 189 | 114 | 309 | 303 |
| 3 | 200 | 492 | 448 | 237 | 692 | 685 |
| 4 | 154 | 619 | 576 | 192 | 773 | 768 |
| 5 | 42 | 235 | 199 | 78 | 277 | 277 |
| 6 | 30 | 255 | 248 | 35 | 285 | 283 |

REAKCIE OD NÁHODILÉHO ZAŤAŽENIA

NA OPORE 1 -ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN)

| číslo uloženia | komb1 | komb3 | komb5 | |
|-------------------|-------|-------|-------|------|
| | Rc | Rc | Rc | Rmax |
| 1 | 522 | 166 | 307 | 522 |
| 2 | 469 | 212 | 314 | 469 |
| 3 | 337 | 216 | 496 | 496 |
| 4 | 297 | 456 | 493 | 493 |
| 5 | 157 | 457 | 153 | 457 |
| 6 | 130 | 401 | 142 | 401 |

REAKCIE OD NÁHODILÉHO ZAŤAŽENIA

NA OPORE3 -ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN)

| číslo uloženia | komb2 | komb4 | komb6 | |
|-------------------|-------|-------|-------|------|
| | Rc | Rc | Rc | Rmax |
| 1 | 419 | 18 | 11 | 419 |
| 2 | 510 | 160 | 239 | 510 |
| 3 | 510 | 222 | 482 | 510 |
| 4 | 216 | 500 | 613 | 613 |
| 5 | 168 | 513 | 241 | 513 |
| 6 | 16 | 427 | 253 | 427 |

| MAXIMÁLNE REAKCIE NA LOŽISKÁ (kN) | | | | |
|--|------------|-------------|------------|-------------|
| NÁVRH LOŽISK NA VÝPOČTOVÉ HODNOTY ZAŤAŽENIA | | | | |
| číslo uloženia | Opora 1 | | Opora3 | |
| | Rmax | Ložisko(MN) | Rmax | Ložisko(MN) |
| 1 | 1027 | 1.1 | 968 | 1.1 |
| 2 | 764 | 1.1 | 910 | 1.1 |
| 3 | 835 | 1.1 | 933 | 1.1 |
| 4 | 828 | 1.1 | 1036 | 1.1 |
| 5 | 766 | 1.1 | 913 | 1.1 |
| 6 | 847 | 1.1 | 976 | 1.1 |
| číslo uloženia | Podpera 2L | | Podpera 2L | |
| | Rmax | Ložisko(MN) | Rmax | Ložisko(MN) |
| 1 | 928 | 1.1 | 1086 | 1.25 |
| 2 | 902 | 1.1 | 1042 | 1.25 |
| 3 | 938 | 1.1 | 1081 | 1.25 |
| 4 | 1033 | 1.1 | 1171 | 1.25 |
| 5 | 898 | 1.1 | 1051 | 1.25 |
| 6 | 937 | 1.1 | 1100 | 1.25 |

| MAXIMÁLNE REAKCIE NA LOŽISKÁ (kN) | | | | |
|--|------------|-------------|------------|-------------|
| NÁVRH LOŽISK NA NORMOVÉ HODNOTY ZAŤAŽENIA | | | | |
| číslo uloženia | Opora 1 | | Opora3 | |
| | Rmax | Ložisko(MN) | Rmax | Ložisko(MN) |
| 1 | 736 | 0.85 | 690 | 0.85 |
| 2 | 535 | 0.85 | 635 | 0.85 |
| 3 | 588 | 0.85 | 654 | 0.85 |
| 4 | 583 | 0.85 | 730 | 0.85 |
| 5 | 536 | 0.85 | 637 | 0.85 |
| 6 | 604 | 0.85 | 696 | 0.85 |
| číslo uloženia | Podpera 2L | | Podpera 2L | |
| | Rmax | Ložisko(MN) | Rmax | Ložisko(MN) |
| 1 | 569 | 0.75 | 683 | 0.85 |
| 2 | 539 | 0.75 | 638 | 0.85 |
| 3 | 567 | 0.75 | 668 | 0.85 |
| 4 | 638 | 0.75 | 735 | 0.85 |
| 5 | 537 | 0.75 | 645 | 0.85 |
| 6 | 557 | 0.75 | 693 | 0.85 |

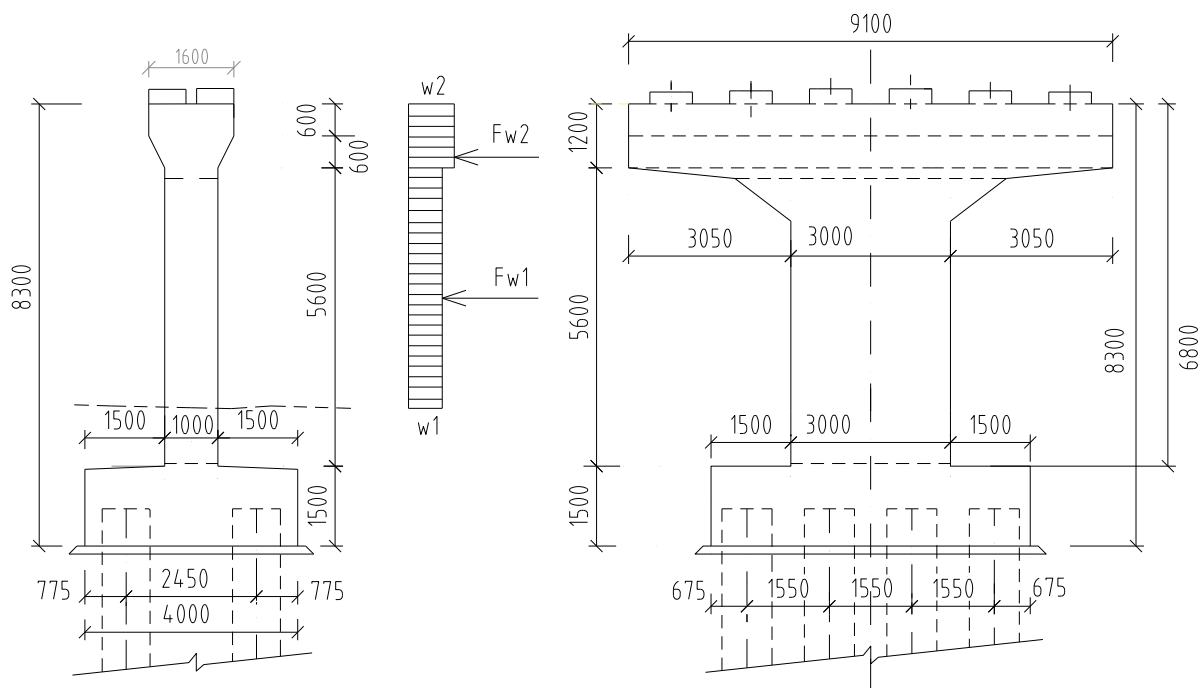
| TRECIA ALEBO VRATNÁ SILA V LOŽISKÁCH | | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------------|--------|----------------------|-----------------------|
| TYP LOŽISKA | | Al (m2) | he (m) | ΔL_t (m) | |
| ELVK-N, Fz max=1,25MN | | 0.120 | 0.06 | 0.016 | |
| ELVK-P, Fz max=1,25MN | | 0.120 | 0.06 | $\Delta L_{z,d}$ (m) | |
| ELVK-V, Fz max=1,1MN | | 0.120 | 0.06 | 0.019 | |
| | Rvt+sz(kN) | σ_L (kPa) | f_L | Htr/Hv (kN) | H _{TRc} (kN) |
| OPORA 3 | 376 | 3133 | - | 86 | 516 |

6. POSÚDENIE PODPIER

Vlastná tiaž základu pre podpery : $G_z = 4 \times 6 \times 1,5 \times 25 = 900$ kN

H-výška podpier v osi spodnej stavby od úrovne ložísk, hp-výška náliatkov, $h = h_p + 6,8$

Vlastná tiaž podpery: $G_{podp} = A_p \cdot h_{rp} \cdot 25,00 + G_z$, $h_w = 5,3$ m –výška stĺpa nad terénom



REAKCIE NA SPODNÚ STAVBU

Z programu STRAP sme zistili maximálne účinky náhodilého zaťaženia na konzole a v poli a jeho príslušné zodpovedajúce hodnoty pre dimenzovanie úložného prahu podpery.

Výsledné reakcie od náhodilého zaťaženia a ich zodpovedajúce hodnoty z hornej stavby na spodnú stavbu sú pre jednotlivé piliere zhrnuté v nasledujúcej tabuľke

| REAKCIE Z HORNEJ STAVBY (Charakteristické hodnoty) | | | | | | | | |
|--|---------|--------|------|----------|---------|--------|------|----------|
| číslo | Opora 1 | | | | Opora 3 | | | |
| | Rvlt | Rstale | Rvoz | RnUDL+TS | Rvlt | Rstale | Rvoz | RnUDL+TS |
| 1 | 236 | 96 | 18 | 387 | 251 | 110 | 19 | 310 |
| 2 | 182 | -30 | 34 | 348 | 230 | -21 | 48 | 377 |
| 3 | 185 | 0.6 | 35 | 367 | 230 | 1.6 | 45 | 378 |
| 4 | 184 | -1.2 | 34 | 366 | 230 | 1.6 | 45 | 454 |

| | | | | | | | | |
|-------|------------|--------|------|----------|------------|--------|------|----------|
| 5 | 183 | -22 | 36 | 339 | 230 | -21 | 48 | 380 |
| 6 | 203 | 89 | 15 | 297 | 251 | 110 | 19 | 316 |
| číslo | Podpera 2L | | | | Podpera 2P | | | |
| | Rvlt | Rstale | Rvoz | RnUDL+TS | Rvlt | Rstale | Rvoz | RnUDL+TS |
| 1 | 192 | 88 | 13 | 275 | 252 | 112 | 19 | 300 |
| 2 | 177 | -22 | 37 | 347 | 232 | -20 | 48 | 379 |
| 3 | 176 | 1.6 | 34 | 356 | 232 | 0 | 45 | 392 |
| 4 | 176 | 1.3 | 34 | 427 | 232 | 0 | 45 | 459 |
| 5 | 176 | -22 | 37 | 345 | 232 | -20 | 48 | 385 |
| 6 | 191 | 88 | 13 | 282 | 252 | 112 | 19 | 310 |

| REAKCIE OD NÁHODILÉHO ZAŤAŽENIA NA KONZOLE -ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN) | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----|----------------------------|-----|----------|---------|
| číslo uloženia | Podpera č.2-komb1- Ľavá | | Podpera č.2-kom2- Ľavá | | Podpera2 | |
| | RL | RP | RL | RP | Rc kom1 | Rc kom2 |
| 1 | 50 | 300 | 275 | 75 | 350 | 350 |
| 2 | 160 | 379 | 347 | 190 | 539 | 537 |
| 3 | 87 | 392 | 356 | 111 | 479 | 467 |
| 4 | 32 | 153 | 135 | 53 | 185 | 188 |
| 5 | 42 | 128 | 108 | 55 | 170 | 163 |
| 6 | 22 | 12 | 11 | 22 | 34 | 33 |
| číslo uloženia | Podpera č.2-komb3- Pravá | | Podpera č.2-kom4- Pravá | | Podpera2 | |
| | RL | RP | RL | RP | Rc kom5 | Rc kom6 |
| 1 | 23 | 14 | 12 | 22 | 37 | 34 |
| 2 | 42 | 118 | 101 | 55 | 160 | 156 |
| 3 | 34 | 161 | 141 | 53 | 195 | 194 |
| 4 | 88 | 378 | 348 | 111 | 466 | 459 |
| 5 | 155 | 385 | 345 | 192 | 540 | 537 |
| 6 | 50 | 310 | 282 | 76 | 360 | 358 |

| REAKCIE OD NÁHODILÉHO ZAŤAŽENIA V STREDE -ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN) | | | | | | |
|--|----------------------|-----|----------------------|-----|----------|---------|
| číslo uloženia | Podpera č.2- kom5 | | Podpera č.2- kom6 | | Podpera2 | |
| | RL | RP | RL | RP | Rc kom3 | Rc kom4 |
| 1 | 20 | 8 | 2 | 20 | 28 | 22 |
| 2 | 59 | 171 | 140 | 84 | 230 | 224 |
| 3 | 148 | 365 | 332 | 175 | 513 | 507 |
| 4 | 114 | 459 | 427 | 142 | 573 | 569 |
| 5 | 31 | 174 | 147 | 57 | 205 | 204 |
| 6 | 22 | 189 | 184 | 26 | 211 | 210 |

| VIETOR NA PILIERE | | | |
|-------------------|--------------|-----------|--------------|
| | Fwpo [kN] | ri [m] | Fwpr [kN] |
| Fw2 | 19 | 6.2 | 10 |

| | | | |
|-----|----|-----|--|
| Fw1 | 22 | 2.1 | |
| | | | |

| HORIZONTÁLNE REAKCIE Z HORNEJ STAVBY (kN) | | | | |
|---|-------------|-------|---------|---------|
| číslo ložiska | Podpera č.2 | | | |
| | pozdĺžna | | | priečna |
| | Hpobr | Hpopo | Hpotren | Hprw |
| L2L | 0 | 0 | 0 | -206 |
| L2P | 401 | 0 | 516 | 369 |

| REAKCIE Z HORNEJ STAVBY pre LM1 | | | | | | [kN, kNm] |
|---------------------------------|-------|-------|------|-----|--------|--------------|
| číslo podpiery | | č.2 | | | | |
| | | R | Hpr | Hpo | Mpr/po | |
| vlt+sz | | 2839 | | | | |
| vozovka x 1,4 vozovka x 0,8 | max | 549 | | | | |
| | min | 314 | | | | |
| Náhodilé zaťaž. TS | maxN1 | 1760 | | | | 2270 |
| | minN1 | 0 | | | | |
| Náhodilé zaťaž.Mpo | | | | | | 438 |
| Vratná sila | max | | | 516 | | |
| | | | | | | |
| Vietor | | (-/+) | -292 | 163 | 41 | 0 |
| Brzdne sily | | | | 401 | | |

| REAKCIE Z HORNEJ STAVBY pre MIMORIADNE ZATAŽENIE | | | | | | [kN, kNm] |
|--|-------|-------|-----|------|--------|--------------|
| číslo podpiery | | č.2 | | | | |
| | | R | Hpr | Hpo | Mpr/po | |
| vlt+sz | | 2839 | | | | |
| vozovka x 1,4 vozovka x 0,8 | max | 549 | | | | |
| | min | 314 | | | | |
| Náhodilé zaťaž. TS | maxN1 | 1760 | | | | 2270 |
| | minN1 | 0 | | | | |
| Náhodilé zaťaž.Mpo | | | | | | 438 |
| Náraz na zvodidlo NK | | (-/+) | 0 | 200 | 0 | 520 |
| Mim.náraz do piliera | | max | | 1000 | 500 | |

Tabuľka kombinácií so súčiniteľmi zaťaženia skupiny B

| č. komb. | Horizontálne sily | | | | | | Vertikálne sily | | Vlt+sz | |
|-------------|-------------------|----------|--------|--------|----------|--------|-----------------|--------|--------|-----|
| | Pozdĺžne | | | | Priečne | | | | | |
| | Brzdná | Náhodilé | Vietor | Trenie | Odstred. | Vietor | NáhTS+chod | Vietor | max | min |
| 1 | 0 | 1.35 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|------|---|
| 2 | 1.35 | 1.013 | 0 | 0.9 | 1.35 | 0 | 1.013 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 3 | 0 | 1.125 | 0 | 1.5 | 1.125 | 0 | 1.125 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 4 | 0 | 1.125 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 1.125 | 1.5 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 5 | 0 | 1.125 | 1.5 | 0 | 1.125 | 0 | 1.125 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |

Tabuľka kombinácií pre mimoriadne zaťaženie (náraz do piliera a náraz do zvodidla na NK)

| č. komb. | Horizontálne sily | | | Vertikálne sily | Vlt+sz | |
|-------------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------|-----|
| | Pozdĺžne | Priečne | | | | |
| | Mimoriadne pilier | Mimoriadne pilier | Náraz zvodidlo | Náhodilé | max | min |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0.75 | 1 | |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 0.75 | 1 | |
| | | | | | | 1 |

VÝSLEDNÉ DIMENZAČNÉ HODNOTY STĽPA PODPERY:

| SILY V ÚROVNI LOŽÍSK pre LM1 | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| č. podp. - komb. | N _{max} [kN] | N _{min} [kN] | H _{E,po} [kN] | H _{E,pr} [kN] |
| k1 | 6950 | 3153 | 501 | 0 |
| k2 | 6357 | 3153 | 541 | 0 |
| k3 | 6554 | 3153 | 774 | 0 |
| k4 | 6992 | 2715 | 0 | 245 |
| k5 | 6554 | 3153 | 62 | 0 |

| SILY V ÚROVNI LOŽÍSK pre MIMORIADNE Z. | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| č. podp. - komb. | N _{max} [kN] | N _{min} [kN] | H _{E,po} [kN] | H _{E,pr} [kN] |
| k1 | 4708 | 3153 | 0 | 200 |
| k2 | 4708 | 3153 | 500 | 1000 |

Náhodná excentricita

$e_i = 0.035 \text{ m}$

POSÚDENIE DODPERY V POZDĹŽNOM A PRIEČNOM SMERE:

V pozdĺžnom smere statický systém stĺpa podpery je konzola votknutá do základu, ktorá je posúdená programom FIN 10.

$M_{Ed,po\max/min}$, $M_{Ed,pr\max/min}$, $H_{Edc,pr}$, $H_{Edc,po}$ – vnútorné sily počítané k pracovnej škáre
 N_{max} , N_{min} , H_{Epo} , H_{Epr} , M_{pr} – výsledné vnútorné sily po úroveň ložísk

Kombinácie pre maximálne dimenzačné hodnoty zaťaženia LM1:

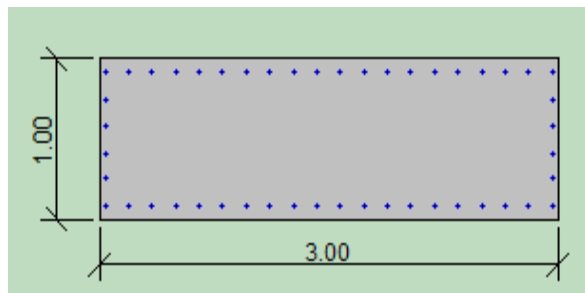
| | | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| h(m)= | 7.05 | Gpodp | 857.35 | kN | | |
| Výsledné hodnoty v pracovnej škále pre zaťaženie LM1 (Súčinitele B) | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,max} [kNm] | M _{Ed,pr,max} [kNm] |
| k1 | 8107 | 4010 | 538 | 0 | 4555 | 3065 |
| k2 | 7514 | 4010 | 541 | 0 | 4521 | 2300 |
| k3 | 7711 | 4010 | 774 | 0 | 6219 | 2554 |
| k4 | 8149 | 3572 | 0 | 260 | 778 | 4322 |
| k5 | 7711 | 4010 | 124 | 0 | 1446 | 2554 |

| | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| h(m)= | 7.05 | Gpodp | 857.35 | kN | | |
| Výsledné hodnoty v pracovnej škále pre Mimoroadne z. (Súčinitele B) | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,max} [kNm] | M _{Ed,pr,max} [kNm] |
| k1 | 5565 | 4010 | 0 | 200 | 523 | 3633 |
| k2 | 5565 | 4010 | 500 | 1000 | 1723 | 4103 |

Úroveň nárazu do piliera

r= 2.4 m

Posúdenie prierezu podpory č.2 na statické účinky výpočtových hodnôt s LM1



Návrh výstuže a posúdenie stĺpa podpory č.2 – 2x20Ø25/á150mm

Fin10 - Beton 3D EC [pilier Stat]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Posouzení železobetonového průřezu: Řez 1

Vstupní data: Řez 1

Průřez: obdélník

Výška průřezu h = 1.00 m

Šířka průřezu b = 3.00 m

Materiál: Beton C 35/45, Ocel B550

Beton: C 35/45

Pevnost betonu v tlaku

f_{ck} =

35.0 MPa

| | | |
|------------------------|-------------|-------------|
| Pevnosť betonu v tahu | f_{ctk} = | 3.2 MPa |
| Modul pružnosti betonu | E_{cm} = | 33500.0 MPa |

| | | |
|-----------------------|------------|--------------|
| Podélná výztuž: B550 | | |
| Pevnosť oceli v tahu | f_{yk} = | 550.0 MPa |
| Pevnosť oceli v tlaku | f_{tk} = | 550.0 MPa |
| Modul pružnosti oceli | E = | 200000.0 MPa |

Vnitřní síly - zatížení

| Číslo | Název | NEd | VEdz | VEdy | MEdy |
|---------|-----------------|----------|--------|--------|---------|
| MEdz | | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] |
| | 1 Zat. případ 1 | -7711.00 | 774.00 | 0.00 | 6219.00 |
| 2554.00 | 1 Dlouhodobé : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 2 Zat. případ 2 | -4010.00 | 774.00 | 0.00 | 6219.00 |
| 2554.00 | 2 Dlouhodobé : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 3 Zat. případ 3 | -8149.00 | 0.00 | 260.00 | 778.00 |
| 4322.00 | 3 Dlouhodobé : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 4 Zat. případ 4 | -3572.00 | 0.00 | 260.00 | 778.00 |
| 4322.00 | 4 Dlouhodobé : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 5 Zat. případ 5 | -8107.00 | 538.00 | 0.00 | 4555.00 |
| 3065.00 | 5 Dlouhodobé : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 6 Zat. případ 6 | -4010.00 | 538.00 | 0.00 | 4555.00 |
| 3065.00 | 6 Dlouhodobé : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | | | | | |

Tabulka výztuže

| Číslo | Y | Z | Profil |
|-------|--------|-------|--------|
| | [m] | [m] | [mm] |
| 1 | 1.463 | 0.088 | 25.0 |
| 2 | -1.463 | 0.088 | 25.0 |
| 3 | 1.309 | 0.088 | 25.0 |
| 4 | -1.309 | 0.088 | 25.0 |
| 5 | 1.155 | 0.088 | 25.0 |
| 6 | -1.155 | 0.088 | 25.0 |
| 7 | 1.001 | 0.088 | 25.0 |
| 8 | -1.001 | 0.088 | 25.0 |
| 9 | 0.847 | 0.088 | 25.0 |
| 10 | -0.847 | 0.088 | 25.0 |
| 11 | 0.693 | 0.088 | 25.0 |
| 12 | -0.693 | 0.088 | 25.0 |
| 13 | 0.539 | 0.088 | 25.0 |
| 14 | -0.539 | 0.088 | 25.0 |
| 15 | 0.385 | 0.088 | 25.0 |
| 16 | -0.385 | 0.088 | 25.0 |
| 17 | 0.231 | 0.088 | 25.0 |
| 18 | -0.231 | 0.088 | 25.0 |
| 19 | 0.077 | 0.088 | 25.0 |
| 20 | -0.077 | 0.088 | 25.0 |

| | | | |
|----|--------|-------|------|
| 21 | 1.463 | 0.263 | 25.0 |
| 22 | -1.463 | 0.263 | 25.0 |
| 23 | 1.463 | 0.413 | 25.0 |
| 24 | -1.463 | 0.413 | 25.0 |
| 25 | 1.463 | 0.913 | 25.0 |
| 26 | -1.463 | 0.913 | 25.0 |
| 27 | 1.309 | 0.913 | 25.0 |
| 28 | -1.309 | 0.913 | 25.0 |
| 29 | 1.155 | 0.913 | 25.0 |
| 30 | -1.155 | 0.913 | 25.0 |
| 31 | 1.001 | 0.913 | 25.0 |
| 32 | -1.001 | 0.913 | 25.0 |
| 33 | 0.847 | 0.913 | 25.0 |
| 34 | -0.847 | 0.913 | 25.0 |
| 35 | 0.693 | 0.913 | 25.0 |
| 36 | -0.693 | 0.913 | 25.0 |
| 37 | 0.539 | 0.913 | 25.0 |
| 38 | -0.539 | 0.913 | 25.0 |
| 39 | 0.385 | 0.913 | 25.0 |
| 40 | -0.385 | 0.913 | 25.0 |
| 41 | 0.231 | 0.913 | 25.0 |
| 42 | -0.231 | 0.913 | 25.0 |
| 43 | 0.077 | 0.913 | 25.0 |
| 44 | -0.077 | 0.913 | 25.0 |
| 45 | 1.463 | 0.738 | 25.0 |
| 46 | -1.463 | 0.738 | 25.0 |
| 47 | 1.463 | 0.588 | 25.0 |
| 48 | -1.463 | 0.588 | 25.0 |

Smyková výztuž:

Třminky

Materiál: Ocel B550
 Profil třminků = 12.0 mm
 Počet stříhů = 10
 Vzdál. třminků = 0.20 m

Výsledky: Řez 1

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Sloup (celková plocha výztuže):

$A_{smin} = 6000.0 \text{ mm}^2 \leq A_s = 23561.9 \text{ mm}^2 \leq A_{smax} = 1.0E+05 \text{ mm}^2 \Rightarrow$ VYHOVUJE

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačnou výztuží je počítáno.

Z.P. Namáh. N+M Namáhání V Posouzení

Využ. [%] Využ. [%]

| | | | |
|---|------|------|----------|
| 1 | 79.4 | 15.5 | Vyhovuje |
| 2 | 94.8 | 15.5 | Vyhovuje |
| 3 | 21.3 | 2.9 | Vyhovuje |
| 4 | 25.4 | 2.9 | Vyhovuje |
| 5 | 58.4 | 10.9 | Vyhovuje |
| 6 | 70.5 | 10.8 | Vyhovuje |

-pri kombinácii č.2 je uvažované s brzdnou silou, ktorá zapríčiňuje vznik krútiaceho momentu v pilieri $M_{k3}=1,22\text{MN}$. Na vykrytie účinkov od krútiaceho momentu je potrebné započítať do únosnosti prierezu +0,26%

Průřez VYHOVUJE

Detailní posouzení zatěžovacího případu: Zat. případ 2

Ohyb

Nejmenší deformace v betonu: -3.50 promile
 Největší deformace v betonu: 14.24 promile
 Nejmenší deformace ve výztuži: -2.09 promile
 Největší deformace ve výztuži: 12.83 promile
 Směr neutrálné osy: 177.67 °

Smyk

Použit model náhradní příhradoviny

| | | | |
|--|-------------|---|-------------|
| Maximální posouvající síla | V_Ed | = | 774.00 kN |
| Maximální únosnost průřezu | V_Rdmax | = | 13321.99 kN |
| Únosnost betonu ve smyku | V_Rdc | = | 19.66 kN |
| (b_w = 24.6 mm, d = 854.9 mm, A_sl = 13744.5 mm ²) | | | |
| Únosnost třmínků a ohybů | V_Rds | = | 4987.28 kN |
| (bw = 3000.0mm, z = 737.65mm) | | | |
| Sklon tlačných diagonál | Theta | = | 21.80 ° |
| | Cotg(Theta) | = | 2.50 |

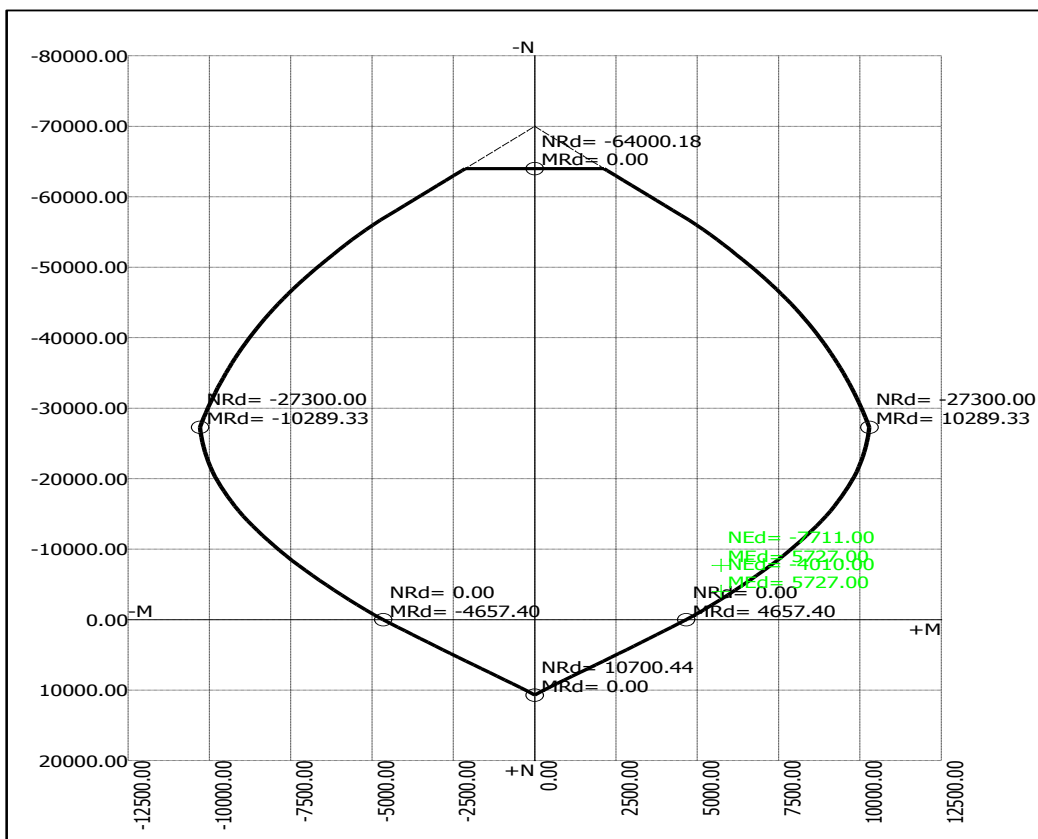
V_Rds > V_Ed => Vyhovuje

Únosnost průřezu ve smyku VYHOVUJE.

| | | | |
|------------------------------------|--------|---|--------|
| Maximální vzdálenost třmínků | s_lmax | = | 0.40 m |
| Maximální vzdálenost větví třmínků | s_tmax | = | 1.28 m |
| Maximální vzdálenost ohybů | s_bmax | = | 0.85 m |

Posouzení stupně smykového vyztužení:
 ro_w_min= 8.605E-04 <= ro_w= 1.885E-03 <= ro_w_max= 1.259E-02
 Stupeň vyztužení VYHOVUJE

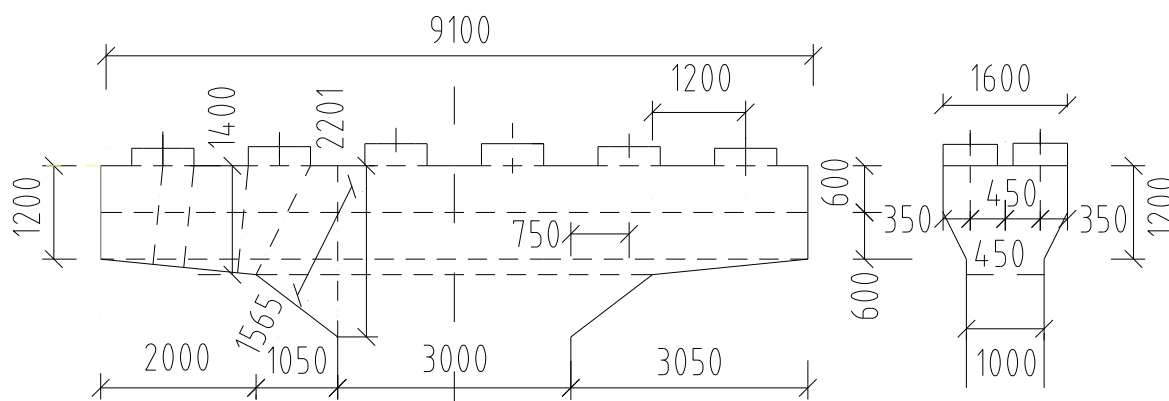
Průřez VYHOVUJE



Posúdenie prierezu podpery č.2 na statické účinky výpočtových hodnôt s mimoriadnym zaťažením

Účinky mimoriadneho zaťaženie nie sú rozhodujúce, nie je potrebné robiť posúdenie piliera s mimoriadnym zaťažením.

NÁVRH VÝSTUŽE A POSÚDENIE KONZOLY ÚLOŽNÉHO PRAHU PODPERY



Reakcie R1 a R2 budeme pri posúdení jednotlivých prierezov uvažovať ako spojité zaťaženie na šírku ložiska 0,5m

| REAKCIE Z HORNEJ STAVBY NA KONZOLU (Výpočtové hodnoty) | | | | | |
|--|------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| Podpera 2L | Podpera 2P | Doprava krajná | Doprava stred | R1 (kN) | R2 (kN) |
| Rcvt+w | Rcvt+w | | | | |
| 403 | 666 | 50 | 36 | 1119 | 1105 |
| 279 | 516 | 217 | 309 | 1012 | 1104 |
| 304 | 537 | 264 | 692 | 1105 | 1533 |
| 303 | 537 | 628 | 773 | 1468 | 1613 |
| 278 | 516 | 730 | 277 | 1524 | 1071 |
| 402 | 666 | 486 | 285 | 1554 | 1353 |

| Dimenzačné účinky na konzolu | | | | | |
|------------------------------|------------|-------------|--------|---------------|----------------|
| č.rezu | výška rezu | ťaž konzoly | rameno | (kN) V_{ed} | (kNm) M_{ed} |
| 1 | 1.26 | 36 | 0.45 | 826 | 119 |
| 2 | 1.31 | 58 | 0.66 | 1632 | 673 |
| 3 | 1.38 | 94 | 1.05 | 1681 | 1843 |
| 4 | 1.56 | 124 | 1.50 | 3245 | 3597 |
| 5 | 2.2 | 171 | 1.38 | 3309 | 4958 |

Návrh a posúdenie výstuže konzoly

M_{ed}

3.60 MNm

γ_c

1.5

| | | | | |
|--|-------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| V_{ed} | | 0 MN | γ_s | 1.15 |
| M_k | | 0.63 MN | α_{cc} | 0.85 |
| betón 30/37 | | | oceľ B500 | |
| f_{ck} | | 35 MPa | f_{yk} | 500 MPa |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ | | 19.83 MPa | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | 435 MPa |
| f_{ctm} | | 3.2 MPa | | |
| prierez | | | | |
| h | | 1.56 m | | |
| d | | 1.4815 m | | |
| b | | 1.6 m | | |
| $A = b * d$ | | 2.3704 m ² | | |
| $u = 2 * (d + b)$ | | 6.163 m | | |
| $t_{ef} = A / u$ | | 0.385 | $2a_s = 0.157$ | $< 1/3 * \min(b; d) = 0.494$ |
| $\Rightarrow t_{ef} =$ | | 0.385 m | | |
| krytie | | | $c =$ | 50 |
| pozdĺžna nosná výstuž | | | $\phi_s = 25$ | $A_s = 0.000491 \text{ m}^2$ |
| šmyková výstuž | | | $\phi_{st} = 16$ | $A_{st} = 0.000201 \text{ m}^2$ |
| výstuž na krútenie | | | $\phi_k = 20$ | $A_{stk} = 0.000314 \text{ m}^2$ |
| $a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$ | | 78.5 mm | | |
| $b_k = b - t_{ef}$ | | 1.215 m | | |
| $h_k = d - t_{ef}$ | | 1.097 m | | |
| $u_k = 2 * (h_k + b_k)$ | | 4.624 m | | |
| $A_k = b_k * h_k$ | | 1.333 m ² | | |
| rameno vnútorných síl | | | | |
| $z = 0.85d$ | | 1.259 m | | |
| $\rho_{min} = 0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$ | | 0.0017 | > 0.0013 | |
| $A_{smin} = \rho_{min} * b * d$ | | 0.0040297 m ² | | 40.30 cm ² |
| $x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd})$ | | 0.731 m | | |
| $A_{smax} = x_{Blim} * d * f_{cd} / f_{yd}$ | | 0.0224931 m ² | | 224.93 cm ² |
| $x_B = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$ | | 0.079 | $< x_{Blim}$ | 0.731 m ok |
| $A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$ | | 57.621 | $> A_{smin}$ | 40.30 cm ² |
| potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku | | | | |
| $\theta = 40$ | | $\tan \theta = 0.8391$ | | $\cot \theta = 1.1918$ |
| | | krút | pr sila | |
| $F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot \theta$ | | 0.308952 | 0.000 MN | |
| $A_s = 0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) * 10000$ | | 3.551168 | 0.00 cm ² | |
| A_{sM+Q} | | 61.2 cm ² | | |
| návrh | $n =$ | 16 | ϕ | 25 |
| | | | s | 0.1 m |
| | A_{sprov} | 78.56 cm² | $>$ | 61.2 cm ² ok |

< 224.9 cm²

V_{ed} 3.2 MN

šmyková odolnosť prvkov bez šmykovej výstuže

V_{ed} $M_k/2/A_k \cdot d + V_{ed}$ 3.55 MN

d 1.4815 m

b 1.6 m

N_{ed} 0 MN

V_{Rdc} $[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_i \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $\geq V_{Rdmin}$
 kde

C_{Rdc} $0.18/\gamma_c$ 0.12

kh $1 + (200/d)^{1/2}$ 1.367 ≤ 2

σ_{cp} N_{ED}/A_c 0 $\leq 0.2 \cdot f_{cd} = 3.97$ MPa

ρ_i stupeň vystuženia pozdĺžnou výstužou

ρ_i $A_{st}/(b_w \cdot d)$ 0.0033142 < 0.02 ok

V_{Rdc} 0.880 MN

V_{min} $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ 0.331

| | V_{Rdcmin} | < | V_{Rdc} | < | $V_{Rd,max}$ |
|--|--------------|---|-----------|---|--------------|
| $V_{rdc,min}$ $(V_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot d \cdot b$ | 0.785 | < | 0.880 | < | 12.127 MN |

v $0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$ 0.516

$V_{Rd,max}$ $0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$ 12.127 MN

Posúdenie 0.880 > 3.55 MN nevyhovuje

Šmyk s krútením

Napätie v tlakovej diagonále

$\sigma_{cwd} = V_{ED}/z/b_w \cdot (\cot\theta + \tan\theta) + T_{ed}/2/A_k/t_{ef} \cdot (\cot\theta + \tan\theta) \leq \alpha_{cw} \cdot V_1 \cdot f_{cd}$

$\sigma_{cwd} = 0.000 + 1.247 = 1.247 \leq 10.23228$ MPa

V_{RDmax} $z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\cot\theta + \cot\alpha)/(1 + \cot^2\theta)$ 10.149 MN

T_{RDmax} $2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd}/(\tan\theta + \cot\theta)$ 5.171 MN

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$T_{EDmax}/T_{RDmax} + V_{ED3max}/V_{3RDmax}$ 0.437 < 1 ok

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

| | | | |
|---------------|-------|-----------|---|
| $\alpha =$ | 90 | ϕ 16 | sklon šmykovej výstuže sklon nábehu v ° na celý prierez |
| $\delta =$ | 5.71 | | |
| počet strihov | n = 8 | | |

A_{sw} $n \cdot A_{st}$ 0.001608 m²

s_a $A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta \cdot z / V_{ed}$ 0.328 m návrh 0.2 m

ρ_{wmin} $0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$ 0.00095

kontrola minimálneho % vystuženia

ρ_{sw} $A_{sw}/s_a/b/\sin\alpha$ 0.0050 > 0.00095 ok

$$V_{RDS} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha = 5.248$$

$$V_{tcc} = 0.243 \text{ MN}$$

$$V_{RD} = V_{RDS} - V_{tcc} = 5.005 \text{ MN} > 3.2 \text{ MN} \quad \text{ok}$$

max vzdialenosť strmienkov $s \leq 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot\alpha) = 1.111$, max 0.4 \Rightarrow **0.4m**

Posúdenie výstuže na šmyk a krútenie

osová vzdialenosť strmeňov - krútenie ϕ **20** $s = 0.2 \text{ m}$

$$\sigma_{swd} = (T_{ED} / 2A_k + V_{ed} / (n_k \cdot z)) \cdot s / A_{swt} / \cot\theta < f_{ywd}$$

$$\sigma_{swd} = 391.5 \text{ MPa} < 435 \text{ MPa} \quad \text{ok}$$

Horizontálna zložka krútenia, pozdĺžna výstuž obvodová

$$u_k = 0.2 \text{ m}$$

$$h_{ed} = (T_{ED} / 2A_k \cdot u_k) \cdot \cot\theta = 0.056 \text{ MN}$$

$$A_s = (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000 = 1.287 \text{ cm}^2 \quad \phi \quad \mathbf{14} \quad A_s = 1.54 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

VÝSTUŽ ÚLOŽNÉHO PRAHU PODPERY, PRIEČNE ŤAHY

Dimenzovaný je úložný prah podpiery 2, pri ktom boli vyhodnocované maximálne reakcie na jednom ložisku a ich zodpovedajúce reakcie na druhom ložisku. Model hlavy piliera je vytvorený programom STRAP pomocou elementov 0,15x0,15m. Hrúbka elementov je v priečnom smere zadaná skutočná, lebo výsledné reakcie sú účinky na celý úložný prah. Výsledné hodnoty napätí sú vyhodnocované na 1m. Príslušné reakcie z tabuľky „Reakcie z hornej stavby na konzolu“ sú prepočítané na spojitú záťaž s uvažovanou šírkou ložiska 0,5m v priečnom smere. V pozdĺžnom smere je uvažované s maximálnymi reakciami na jednom ložisku, pričom šírka ložiska v pozdĺžnom smere je uvažovaná 0,4m. Výsledné ťahové napätia sú znázornené kolmo na rovinu rezu na šírku 1m. Na extrémne hodnoty ťahových napätí je navrhnutá výstuž.

| Reakcie maximálne v priečnom smere | | | Reakcie max. v pozdĺžnom smere | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| číslo uloženia | qmaxk1 (kN/m) | qmaxk2 (kN/m) | uloženie | qmaxk1 (kN/m) | qmaxk2 (kN/m) | qmaxk3 (kN/m) |
| 3 | 3157 | 3833 | L | 1525 | 1428 | 2155 |
| 4 | 3670 | 4033 | P | 3238 | 3613 | 2309 |
| 5 | 3810 | 2678 | | | | |
| 6 | 3643 | 3383 | | | | |

1) POZDĹŽNY SMER

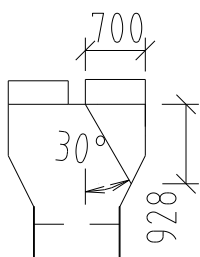
V pozdĺžnom smere sú hodnoty ťahových napätí tak malé, že stačí navrhnúť výstuž konštrukčne. Je rozhodujúce posúdenie na okraji úložnej oblasti.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 19.83 \text{ MPa}$$

$$F_{ed} = 1.25 \text{ MN}$$

$$h = 0.92 \text{ m} \quad \text{výška prierezu}$$

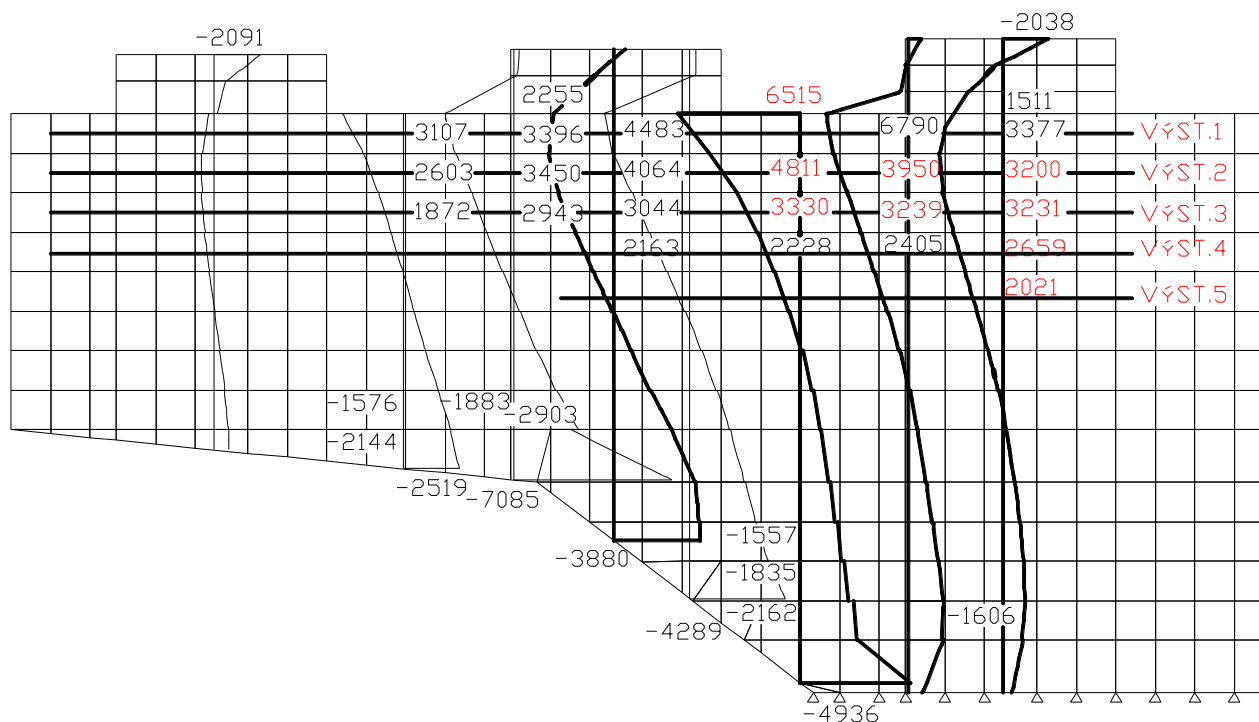


Sústredené namáhania na okraji úložnej oblasti

V tejto oblasti je potrebné navrhnuť šmykovú výstuž, ktorá prechádza šmykovou plochou a je dostatočne za ňu zakotvená

| | | | | |
|------------------|---|---|--|--|
| c | 0 | > | 1/6a; min 50 mm | ok |
| h | (c+b1)*cos30° | | 1.03923 m | |
| s _v | 0.2 | m | vertikálna vzdialenosť vložiek | |
| r | 3 | | počet radov výstuže vo vertikálnom smere | |
| s _h | 0.2 | m | | |
| A _r ≥ | F _{ed} /2/f _{yd} /b*s/r | | 1.1973 cm ² | φ 14 A _s = 1.54 cm ² |

2) PRIEČNY SMER



| | Úložný prah výstuž č. | | | | |
|----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| σ _p (kPa) | 6515 | 4811 | 3330 | 2659 | 1330 |
| A _{potc} | 0.001952759 | 0.001123 | 0.000826 | 0.001100 | 0.000367 |
| A _{pot1} | 0.000391 | 0.000160 | 0.000118 | 0.000157 | 0.000122 |
| φ | 25 | 16 | 14 | 14 | 14 |
| | počet ks/m | 10 | 10 | 10 | 5 |

$$f_{ck} = 35$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 19.83$$

$$F_{ed} = 1.25 \text{ MN}$$

Sústredené namáhanie na okraji úložnej oblasti

V tejto oblasti je potrebné navrhnuť šmykovú výstuž, ktorá prechádza šmykovou plochou

a je dostatočne za ňu zakotvená

$$c = 0.4 > 1/6a; \min 50 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

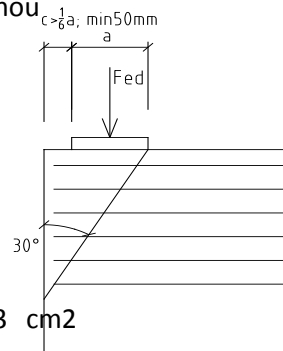
$$h = (c+b_1) * \cos 30^\circ = 0.78 \text{ m}$$

$$s_v = 0.2 \text{ m} \quad \text{vertikálna vzdialenosť vložiek}$$

$$r = 3 \quad \text{počet radov výstuže vo vertikálnom smere}$$

$$s_h = 0.2 \text{ m}$$

$$A_r \geq F_{ed} / 2 / f_{yd} / b * s / r = 1 \text{ cm}^2 \quad \phi \quad 12 \quad A_s = 1.13 \text{ cm}^2$$



Posúdenie na sústredený tlak

C35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa} \quad f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 19.83 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 435 \text{ MPa}$$

$$F_{ed} = 1.25 \text{ MN} \quad \text{podmienky:}$$

$$h = 1.2 \text{ m} \quad \text{výška prierezu} \quad h \geq (b_2 - b_1) \quad \text{ok}$$

$$b = 1.2 \text{ m} \quad \text{šírka prierezu} \quad h \geq (d_2 - d_1) \quad \text{ok}$$

$$b_1 = 0.5 \text{ m} \quad \text{šírka úložnej plochy} \quad d_2 \leq 3 * d_1 \quad \text{ok}$$

$$d_1 = 0.4 \text{ m} \quad \text{dĺžka úložnej plochy} \quad b_2 \leq 3 * b_1 \quad \text{ok}$$

$$b_2 = 1.20 \text{ m} \quad \text{šírka roznesenej plochy}$$

$$d_2 = 1.20 \text{ m} \quad \text{dĺžka roznesenej plochy}$$

$$A_{c0} = 0.2 \text{ m}^2$$

$$A_{c1} = 1.43964 \text{ m}^2$$

$$F_{Rdu} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3 * f_{cd} * A_{c0}$$

$$F_{Rdu} = 10.64 \text{ MPa} < 11.90 \Rightarrow 10.64 \text{ MPa}$$

$$F_{rd} = R_{max} / A_{c0} = 6.25 < 10.64 \Rightarrow \text{ok}$$

TRHLINY – ÚLOŽNÝ PRAH A DRIEK PODPERY

Pri posúdení šírky trhlín najprv zistíme napätie v tlaku v betóne a napätie vo výstuži v kritickom priereze pri charakteristickej kombinácii zaťaženia. Ak hodnota napätia v tlaku v betóne neprekročí $0,6 * f_{ck}$ a zároveň ťahové napätie vo výstuži bude menšie ako $0,8 * f_{yk}$, vznikne v priereze len mikrotrhlinka, STN EN 1992-1-1, nie je potrebné posudzovať šírku trhlín.

1) Úložný prah – konzola prierez č.4 $h=1,56\text{m}$
 $M_{Ed}=3597/1,35=2498\text{kNm}$

Program BETON : Posudek zelezobetonoveho prurezu

```

B E T O N          KBT =  0.00
  ZB      BB
    1.5600  1.600
    0.9600  1.600
    0.3600  1.000
    0.0000  1.000
V Y Z T U Z          NVP =  5.880
  ZV      NV      DV1(-FV1)
    1.4800  16.000  0.025000
Z A T I Z E N I
Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
-2.4980  0.0000  0.0000
V Y S L E D K Y
  B E T O N
Z      N A P E T I
    1.5600  0.0000
    1.3600  0.0000
    0.0000  -11.162 < -0,6*35=-21MPa
  V Y Z T U Z
Z      N A P E T I
    1.4800  231.96 < 0,8*500=400MPa
    
```

2) Úložný prah – konzola prierez č.5 h=2,2m

$$M_{Ed}=4740/1,35=3460\text{kNm}$$

Program BETON : Posudek zelezobetonoveho prurezu

```

B E T O N          KBT =  0.00
  ZB      BB
    2.2000  1.600
    1.6000  1.600
    1.0000  1.000
    0.0000  1.000
V Y Z T U Z          NVP =  6.250
  ZV      NV      DV1(-FV1)
    2.1200  16.000  0.025000
Z A T I Z E N I
Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
-3.4600  0.0000  0.0000
V Y S L E D K Y
  B E T O N
Z      N A P E T I
    2.2000  0.0000
    1.0000  0.0000
    0.0000  -8.734 < -0,6*35=-21MPa
  V Y Z T U Z
Z      N A P E T I
    2.1200  221.70 < 0,8*500=400MPa
    
```

3) Pilier v úrovni votknutia do základu

Dimenzačný moment je vypočítaný len s kombinačnými súčiniteľmi 0,6 –vietor a 0,75 –pohyblivé zať., lebo je uvažované s hlavným zaťažením od horizontálnych síl.

$$M_{Ed} = 149 \text{ kNm}, N_{zod} = -4010 \text{ kN}$$

Program BETON : Posudek zelezobetonoveho prurezu

```

B E T O N                KBT =  0.00
  ZB      BB
  1.0000  3.00
  0.0000  3.00
V Y Z T U Z            NVP = 6.250
  ZV      NV      DV1(-FV1)
  0.9130  20.000  0.025000
  0.7380   2.000  0.025000
  0.5880   2.000  0.025000
  0.4130   2.000  0.025000
  0.2630   2.000  0.025000
  0.0880  20.000  0.025000
Z A T I Z E N I
Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
-4.045 -4.0100  0.50
V Y S L E D K Y
  B E T O N
  Z      N A P E T I
  0.91300  0.0000
  0.0000  -16.122 < -0,6*35=-21MPa
  V Y Z T U Z
  Z      N A P E T I
  0.9130  255.70 < 0,8*500=400MPa
  0.7380  185.0376
  0.5880  138.3591
  0.4130  76.1211
  0.2630  10.7712
  0.0880 -35.9073

```

Podľa tab.7.2.4 str.278 pri kontrole trhlín je pre profil Ø25 dovolené napätie vo výstuži 200MPa (pri betóne C30/37). Keďže túto podmienku nespĺňame pri charakteristickej kombinácii zaťaženií, je potrebné preukázať šírku trhlín s kvázi-stálou hodnotou zaťaženií.

| Účinky na konzolu s kvázi-stálou kombináciou | | | | | |
|--|------------|--------------|--------|---------------|----------------|
| č.rezu | výška rezu | tiaž konzoly | rameno | (kN) V_{ed} | (kNm) M_{ed} |
| 1 | 1.26 | 36 | 0.45 | 777 | 64 |
| 2 | 1.31 | 58 | 0.66 | 753 | 322 |
| 3 | 1.38 | 94 | 1.05 | 802 | 876 |
| 4 | 1.56 | 124 | 1.50 | 1293 | 1628 |
| 5 | 2.2 | 171 | 1.38 | 1357 | 2176 |

4) Úložný prah – konzola prierez č.4 $h=1,56\text{m}$

$$M_{Ed}=1628 \text{ kNm}$$

Program BETON : Posudek zelezobetonoveho prurezu

B E T O N KBT = 0.00
 ZB BB
 1.5600 1.600
 0.9600 1.600
 0.3600 1.000
 0.0000 1.000
 V Y Z T U Z NVP = 5.880
 ZV NV DV1(-FV1)
 1.4800 16.000 0.025000
 Z A T I Z E N I
 Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
 -1.6280 0.0000 0.0000
 V Y S L E D K Y
 B E T O N
 Z N A P E T I
 1.5600 0.0000
 1.3600 0.0000
 0.0000 **-7.275 < -0,45*35=-15,8MPa**
 V Y Z T U Z
 Z N A P E T I
 1.4800 **151.17**

Výpočet šírky trhliny - konzola prierez č.4 h=1,56m

betón C35/45

| | | | | |
|---------------|---|----------------|-----|---|
| f_{cteff} | | 3.2 | MPa | |
| E_{cm} | | 34000 | MPa | |
| ρ_{seff} | $(A_{s1}+A_{s2})/A_{ceff}$ | 0.02779 | | |
| A_{s1} | $n*(\phi_{s1}/2)^2*PI()$ | 0.00785 | m2 | plocha 1 radu ťahanej výstuže |
| A_{s2} | $2*(\phi_{s2}/2)^2*PI()$ | 0.00051 | m2 | plocha 2 radu ťahanej výstuže |
| A_{ceff} | $b*h_{ceff}$ | 0.30080 | m2 | efektívna plocha betónu |
| n | | 16 | ks | počet výstužných vložiek pri ťahanom povrchu |
| ϕ_{s1} | | 0.025 | m | priemer 1 radu výstuže |
| ϕ_{s2} | | 0.018 | m | priemer 2 radu výstuže |
| ϕ_{ekv} | $(n*\phi_1^2+2*\phi_2^2)/(n*\phi_1+2*\phi_2)$ | 0.024422 | | |
| b | | 1.6 | m | šírka prierezu |
| σ_s | | 152 | MPa | napätie vo výstuži z DIMu od kvázistáleho zaťaženia |
| h_{ceff} | $2.5*(h-d)$ | 0.188 | m | |
| h | | 1.56 | m | |
| c_1 | | 0.0625 | m | vzdialenosť 1 radu výstuže od ťahaného okraja |
| c_2 | | 0.2625 | m | vzdialenosť 2 radu výstuže od ťahaného okraja |
| d | | 1.485 | m | vzdialenosť ťažiska výstuže od tlačeneho okraja |
| E_s | | 200000 | MPa | |
| c | | 0.05 | m | krytie |
| k_1 | | 0.8 | | vplyv povrchovej úpravy výstuže |

$k_1 = 0.8$ pre rebierkovú výstuž

| | | | |
|----------------|-----|--|---|
| k ₂ | 0.5 | vplyv distribúcie napätí v betóne | k ₁ = 1.6 pre hladkú výstuž, k ₂ = 0.5 čistý ohyb k ₂ = 1 centrický ťah k ₂ = (ε ₁ +ε ₂)/2*ε ₁ , |
| k _t | 0.4 | súčiniteľ závislý od trvania zaťaženia | |

šírka trhlíny

$$w_k = (3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{ekv} / \rho_{seff}) \cdot ((\sigma_s / E_s - k_t \cdot f_{cteff} / E_s) / \rho_{seff} \cdot (1 + E_s / E_b \cdot \rho_{seff}))$$

0.000157 <

maximálna vzdialenosť vložiek

$$s_{rmax} = 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / 2 / \rho_{seff}$$

0.244699 ⇒

Minimálna plocha výstuže z hľadiska trhlín

$$A_{smin} = k_c \cdot k \cdot f_{cteff} / \sigma_s \cdot A_{cr} \quad 0.006831 \text{ m}^2 < \quad 0.00836 \quad \text{ok}$$

5) Úložný prah – konzola prierez č.5 h=2,2m

$$M_{Ed} = 2176 \text{ kNm}$$

Program BETON : Posudek zelezobetonoveho prurezu

```

B E T O N          KBT = 0.00
  ZB      BB
  2.2000  1.600
  1.6000  1.600
  1.0000  1.000
  0.0000  1.000
V Y Z T U Z      NVP = 6.250
  ZV      NV      DV1(-FV1)
  2.1200  16.000  0.025000
Z A T I Z E N I
Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
-2.17600  0.0000  0.0000
V Y S L E D K Y
  B E T O N
  Z      N A P E T I
  2.2000  0.0000
  1.0000  0.0000
  0.0000  -5.493 < -0.45*35=-15,8MPa
    V Y Z T U Z
  Z      N A P E T I
  2.1200  139.43MPa

```

Výpočet šírky trhlíny - konzola prierez č.5 h=2,2m

betón C35/45

| | | | |
|--------------------|---|---------|----------------------------------|
| f _{cteff} | 3.2 | MPa | |
| E _{cm} | 34000 | MPa | |
| ρ _{seff} | (A _{s1} +A _{s2})/A _{ceff} | 0.02779 | |
| A _{s1} | n*(φ _{s1} /2)^2*PI() | 0.00785 | m2 plocha 1 radu ťahanej výstuže |

| | | | | | |
|--------------|---|----------|----------------|---|--|
| A_{s2} | $2 \cdot (\phi_{s2}/2)^2 \cdot \pi$ | 0.00051 | m ² | plocha 2 radu ťahanej výstuže | |
| A_{ceff} | $b \cdot h_{ceff}$ | 0.30080 | m ² | efektívna plocha betónu | |
| n | | 16 | ks | počet výstužných vložiek pri ťahanom povrchu | |
| ϕ_{s1} | | 0.025 | m | priemer 1 radu výstuže | |
| ϕ_{s2} | | 0.018 | m | priemer 2 radu výstuže | |
| ϕ_{ekv} | $(n \cdot \phi_1^2 + 2 \cdot \phi_2^2) / (n \cdot \phi_1 + 2 \cdot \phi_2)$ | 0.024422 | | | |
| b | | 1.6 | m | šírka prierezu | |
| σ_s | | 139 | MPa | napätie vo výstuži z DIMu od kvázistáleho zaťaženia | |
| h_{ceff} | $2.5 \cdot (h - d)$ | 0.188 | m | | |
| h | | 2.2 | m | | |
| c_1 | | 0.0625 | m | vzdialenosť 1 radu výstuže od ťahaného okraja | |
| c_2 | | 0.2625 | m | vzdialenosť 2 radu výstuže od ťahaného okraja | |
| d | | 2.125 | m | vzdialenosť ťažiska výstuže od tlačenej okraja | |
| E_s | | 200000 | MPa | | |
| c | | 0.05 | m | krytie | |
| k_1 | | 0.8 | | vplyv povrchovej úpravy výstuže | $k_1 = 0.8$ pre rebierkovú výstuž $k_1 = 1.6$ pre hladkú výstuž |
| k_2 | | 0.5 | | vplyv distribúcie napätí v betóne | $k_2 = 0.5$ čistý ohyb $k_2 = 1$ centrický ťah $k_2 = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) / 2 \cdot \varepsilon_1$ |
| k_t | | 0.4 | | súčiniteľ závislý od trvania zaťaženia | |

šírka trhliny

$$w_k = (3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{ekv} / \rho_{seff}) \cdot ((\sigma_s / E_s - k_t \cdot f_{cteff} / E_s) / \rho_{seff} \cdot (1 + E_s / E_b \cdot \rho_{seff}))$$

0.000136 <

maximálna vzdialenosť vložiek

$$s_{rmax} = 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / 2 / \rho_{seff}$$

0.244699 \Rightarrow

Minimálna plocha výstuže z hľadiska trhlín

$$A_{smin} = k_c \cdot k_f \cdot f_{cteff} / \sigma_s \cdot A_{cr}$$

0 m²

<

0.00836

ok

6) Pilier v úrovni votknutia do základu s kvázi-stálou kombináciou zaťaženia

$$M_{Ed} = 149 \text{ Nm}, N_{zod} = -4010 \text{ kN}$$

Program BETON : Posudek zelezobetonoveho prurezu

| | | |
|-------------|--------|-----------|
| B E T O N | KBT = | 0.00 |
| ZB | BB | |
| 1.0000 | 3.00 | |
| 0.0000 | 3.00 | |
| V Y Z T U Z | NVP = | 6.250 |
| ZV | NV | DV1(-FV1) |
| 0.9130 | 20.000 | 0.025000 |
| 0.7380 | 2.000 | 0.025000 |
| 0.5880 | 2.000 | 0.025000 |
| 0.4130 | 2.000 | 0.025000 |

| | | |
|--------|--------|----------|
| 0.2630 | 2.000 | 0.025000 |
| 0.0880 | 20.000 | 0.025000 |

Z A T I Z E N I

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
-0.149 -4.0100 0.50

V Y S L E D K Y

B E T O N

Z N A P E T I

0.91300 -1.020

0.0000 **-1.55 < -0,45*35=-15,8MPa**

V Y Z T U Z

Z N A P E T I

0.9130 -6.174

0.7380 -6.741

0.5880 -7.227

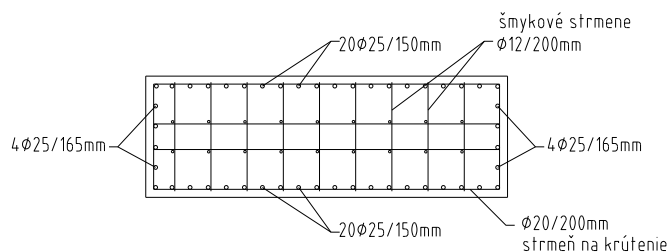
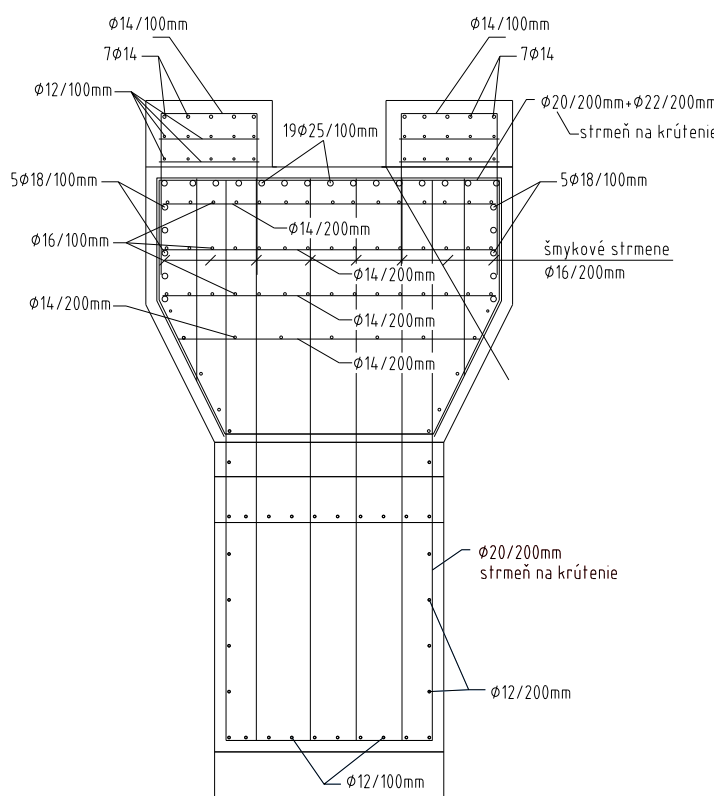
0.4130 -7.795

0.2630 -8.281

0.0880 -8.849

Nie je potrebné posudzovať šírku trhlín.

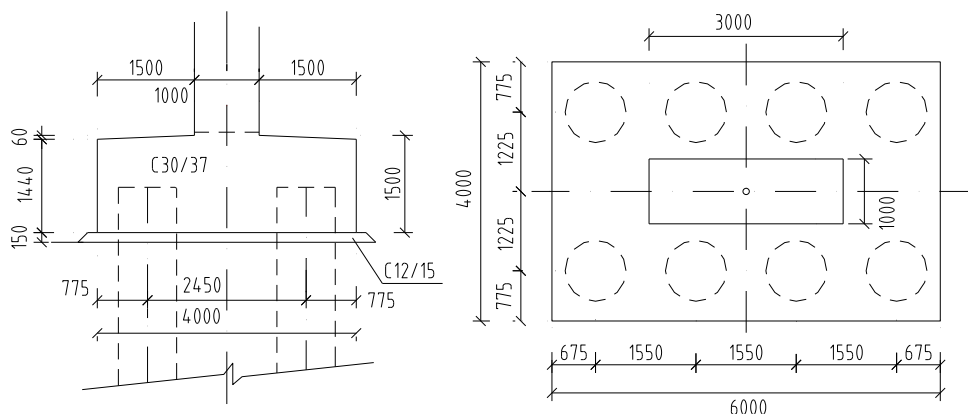
Výstuž hlavy a drieku podpery



7. ZAKLADANIE - PODPERA

Pätka podpory 2 je uložená na veľkopriemerových pilótach. Pilóty sú navrhnuté so súčiniteľmi zaťaženia skupiny B. Základy sú vystužené na min. stupeň vystuženia.

Geometria pätky



| č. komb. | Horizontálne sily | | | | | | Vertikálne sily | | Vlt+sz | |
|-------------|-------------------|----------|--------|--------|----------|--------|-----------------|--------|--------|-----|
| | Pozdĺžne | | | | Pričné | | NáhTS+chod | Vietor | max | min |
| | Brzdňá | Náhodilé | Vietor | Trenie | Odstred. | Vietor | | | | |
| 1 | 0 | 1.35 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 2 | 1.35 | 1.013 | 0 | 0.9 | 1.35 | 0 | 1.013 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 3 | 0 | 1.125 | 0 | 1.5 | 1.125 | 0 | 1.125 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 4 | 0 | 1.125 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 1.125 | 1.5 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 5 | 0 | 1.125 | 1.5 | 0 | 1.125 | 0 | 1.125 | 0 | 1.35 | |
| | | | | | | | | | | 1 |

| SILY V ÚROVNI LOŽÍSK | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| č. podp. - komb. | N _{max} [kN] | N _{min} [kN] | H _{E,po} [kN] | H _{E,pr} [kN] |
| k1 | 6950 | 3153 | 501 | 0 |
| k2 | 6357 | 3153 | 541 | 0 |
| k3 | 6554 | 3153 | 774 | 0 |
| k4 | 6992 | 2715 | 0 | 245 |
| k5 | 6554 | 3153 | 62 | 0 |

Príťaženie základu zeminou, (pesp. cestou) na výške 1,2m: $Q_z = 1.2 \cdot (6 \cdot 4 - 3 \cdot 1) \cdot 20 = 504 \text{ kN/základ}$

Príťaženie základu pohyblivým zaťažením privádzača, je uvažované z roznosom po základ pod 30°

$q_n = (600/4.383/2.58) + 9 \cdot 3/4.383 = 59 \text{ kN/m}^2$, $Q_{pon} = 113 \text{ kN/pilótu}$; $M_{pon} = 156 \text{ kNm/základ}$

| h(m)= | 8.55 | G _{podp} | 2261.35 | kN | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Výsledné hodnoty v základovnej škále pre zaťaženie LM1 (Súčinitele B) a výpočet najzaťaženejšej pilóty | | | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,max} [kNm] | M _{Ed,pr,max} [kNm] | N _{edmax/pilótu} [kN] | N _{edmin/pilótu} [kN] |
| k1 | 10683 | 5414 | 538 | 0 | 5363 | 3065 | 2332 | 1215 |
| k2 | 10090 | 5414 | 541 | 0 | 5389 | 2300 | 2186 | 1123 |
| k3 | 10287 | 5414 | 774 | 0 | 7410 | 2554 | 2442 | 1680 |
| k4 | 10725 | 4976 | 0 | 260 | 808 | 4712 | 2032 | 1299 |
| k5 | 10287 | 5414 | 124 | 0 | 1703 | 2554 | 1859 | 1117 |

| h(m)= | 8.55 | G _{podp} | 2261.35 | kN | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Výsledné hodnoty v pracovnej škále pre zaťaženie LM1 (kvázi-stále) | | | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,max} [kNm] | M _{Ed,pr,max} [kNm] | N _{edmax/pilótu} [kN] | N _{edmin/pilótu} [kN] |
| k1 | 6945 | 5414 | 557 | 0 | 5065 | 0 | 1385 | 811 |
| k2 | 6945 | 5414 | 516 | 0 | 4655 | 0 | 1343 | 807 |
| k3 | 6945 | 5414 | 516 | 0 | 4655 | 0 | 1343 | 1152 |
| k4 | 7237 | 5122 | 0 | 173 | 253 | 1436 | 1069 | 890 |
| k5 | 8705 | 5414 | 41 | 0 | 756 | 2270 | 1385 | 1042 |

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Akce : pilóta podpery2(JP-16)

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Súčinitele EC2 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002



Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997







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 zemin

| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | ν [-] |
|-------|---|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|--------------|
| 1 | Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 0.40 |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 0.40 |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | 24.00 | 20.00 | 21.00 | 0.35 |
| 4 | R5 |  | 26.00 | 25.00 | 21.00 | 0.30 |
| 5 | R4 pieskovce |  | 34.00 | 50.00 | 22.00 | 0.25 |
| 6 | R4 ílovce |  | 28.00 | 30.00 | 22.00 | 0.30 |

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 pevná $S_r > 0.8$ |  | - | 3.00 | 21.00 | - | - |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | - | 3.00 | 21.00 | - | - |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | - | 6.00 | 21.00 | - | - |
| 4 | R5 |  | - | 40.00 | 21.00 | - | - |
| 5 | R4 pieskovce |  | - | 100.00 | 22.00 | - | - |
| 6 | R4 ílovce |  | - | 60.00 | 22.00 | - | - |

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

| Číslo | Název | Vzorek | Typ zeminy | n_h [MN/m ³] |
|-------|---|---|------------|-------------------------------|
| 1 | Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | soudržná | - |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | soudržná | - |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | soudržná | - |
| 4 | R5 |  | soudržná | - |
| 5 | R4 pieskovce |  | soudržná | - |
| 6 | R4 ílovce |  | soudržná | - |

Parametry zemín

Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 22.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 15.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.40 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 3.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 22.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 15.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.40 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 3.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 24.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 20.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.35 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 6.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

R5

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 26.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 25.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.30 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 40.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

R4 pieskovce

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 34.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 50.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.25 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 100.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 22.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

R4 ílovce

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 28.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 30.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.30 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 60.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 22.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozmery

Průměr $d = 0.90 \text{ m}$

Délka $l = 13.00 \text{ m}$

Umístění

Vysazení $h = 0.00 \text{ m}$

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 3.00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$

Pevnosť v tahu $f_{ctm} = 2.60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 31000.00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 12917.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B550

Mez kluzu $f_{yk} = 550.00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|------------|--|--------|
| 1 | 3.40 | Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ | |
| 2 | 1.10 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ | |
| 3 | 1.20 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen | |
| 4 | 0.50 | R5 | |
| 5 | 0.30 | R4 pieskovce | |
| 6 | 1.50 | R4 ílovce | |
| 7 | - | R4 ílovce | |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M_x [kNm] | M_y [kNm] | H_x [kN] | H_y [kN] |
|-------|----------|-------|---------------|----------|---------|-------------|-------------|------------|------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | ANO | | Zatížení č. 1 | Návrhové | 2442.00 | 0.00 | 0.00 | 774.00 | 0.00 |
| 2 | ANO | | Zatížení č. 2 | Užitné | 1385.00 | 0.00 | 0.00 | 557.00 | 0.00 |

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 6.70 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 | = | 25.80 |
| Součinitel únosnosti | N_d | = | 14.72 |
| Součinitel únosnosti | N_b | = | 10.94 |
| Součinitel únosnosti | K_1 | = | 1.00 |
| Výpočtová únosnost na patě piloty | R_{bd} | = | 5075.74 kPa |
| Plocha příčného řezu piloty | A_p | = | 6.36E-01 m ² |

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 1.35$ m

| Hloubka [m] | Mocnost [m] | Φ_d [°] | c_{ud} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{R2} [-] | f_s [kPa] | R_{si} [kN] |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|----------------|------------------|
| 0.40 | 0.40 | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 1.00 | 16.10 | 16.55 |
| 1.50 | 1.10 | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 1.00 | 20.22 | 57.17 |
| 2.70 | 1.20 | 24.00 | 20.00 | 21.00 | 1.00 | 32.65 | 100.69 |
| 3.20 | 0.50 | 26.00 | 25.00 | 21.00 | 1.00 | 44.33 | 56.98 |
| 3.50 | 0.30 | 34.00 | 50.00 | 22.00 | 1.00 | 79.44 | 61.26 |
| 3.70 | 0.20 | 28.00 | 30.00 | 22.00 | 1.00 | 55.68 | 28.62 |
| 5.00 | 1.30 | 28.00 | 30.00 | 12.00 | 1.00 | 59.05 | 197.33 |
| 11.65 | 6.65 | 28.00 | 30.00 | 12.00 | 1.00 | 75.17 | 1284.54 |

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

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

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1803.15$ kN

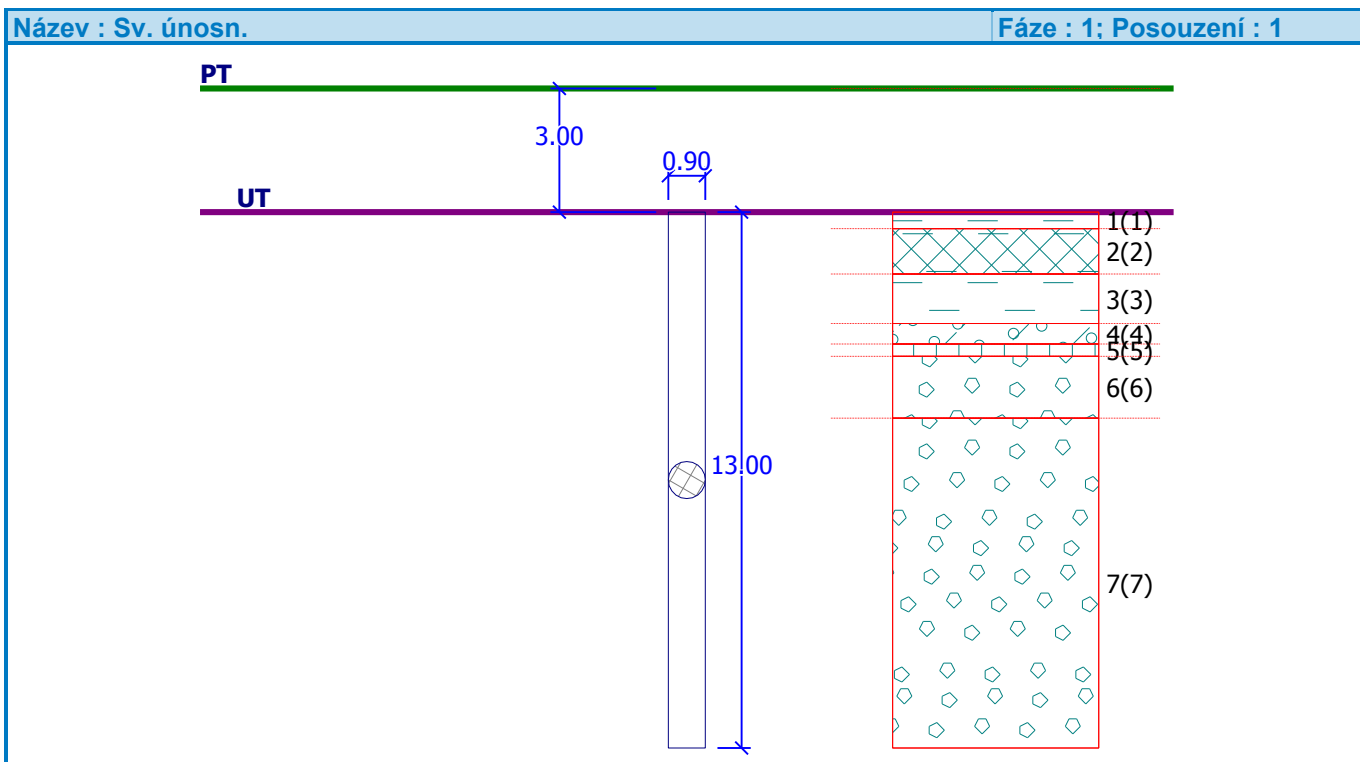
Únosnost piloty v patě $R_b = 2935.50$ kN

Únosnost piloty $R_c = 4738.65$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 2442.00$ kN

$R_c = 4738.65$ kN > 2442.00 kN = V_d

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE



Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 7.65 |
| 2 | 7.65 |
| 3 | 7.65 |
| 4 | 23.52 |
| 5 | 33.30 |
| 6 | 33.30 |
| 7 | 107.75 |

Druh piloty : zahloubená do stlač. podloží

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 10.0$ mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.25$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$

Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.92$

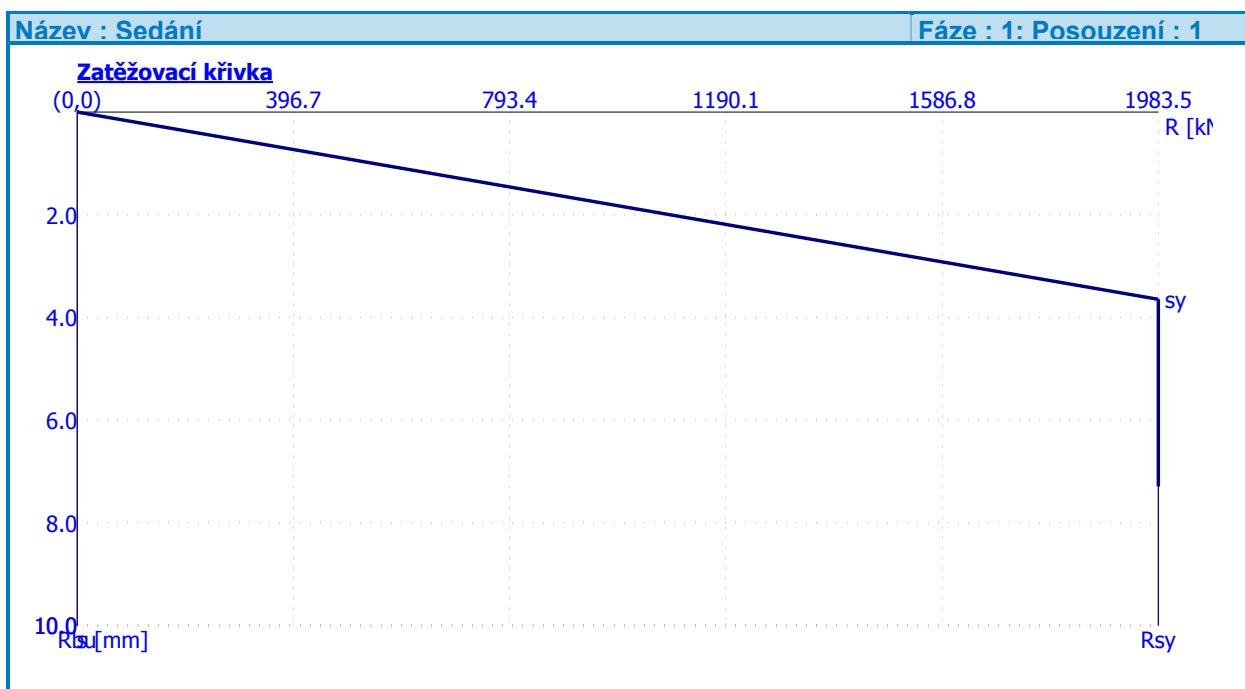
Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 1983.47$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 3.6$ mm

Celková únosnost $R_c = 1983.47$ kN

Maximální sednutí $s_{lim} = 7.3$ mm



Posouzení čís. 2

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 15.00 |
| 2 | 15.00 |
| 3 | 15.00 |
| 4 | 15.00 |
| 5 | 15.00 |
| 6 | 15.00 |
| 7 | 15.00 |

Druh piloty : opřená o tuhé podloží
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 $C_v = 0.81$
Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = 1.60$
Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0.09$
Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.11$

Příčinkové součinitele sedání :
Základní - závislý na poměru l/d $I_l = 0.11$
Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.03$
Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$
Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.91$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 2222.95$ kN
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 16.4$ mm
Celková únosnost $R_c = 2337.23$ kN

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Posouzení čís. 3

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 15.00 |
| 2 | 15.00 |
| 3 | 15.00 |
| 4 | 15.00 |
| 5 | 15.00 |
| 6 | 15.00 |
| 7 | 15.00 |

Druh piloty : opřená o tuhé podloží
 Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Opravný součinitel tuhosti piloty $C_k = 0.96$
 Opravný součinitel Poissonova čísla $C_v = 0.81$
 Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = 1.60$
 Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0.09$
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.11$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$
 Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.03$
 Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$
 Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.91$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 2222.95 \text{ kN}$
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 16.4 \text{ mm}$
 Celková únosnost $R_c = 2337.23 \text{ kN}$
 Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Posouzení čís. 4

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 15.00 |
| 2 | 15.00 |
| 3 | 15.00 |
| 4 | 15.00 |
| 5 | 15.00 |
| 6 | 15.00 |
| 7 | 15.00 |

Druh piloty : zahloubená do stlač. podloží
 Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.03$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$

Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.91$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 1983.47 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 14.7 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 1983.47 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších 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 | 2.22 | 43.52 | 10.81 | 96.71 | 774.00 | 0.00 |
| 0.40 | 2.22 | 39.22 | 10.71 | 87.15 | 741.99 | 298.89 |
| 0.40 | 2.22 | 39.22 | 10.71 | 87.15 | 741.99 | 298.89 |
| 0.65 | 2.22 | 36.53 | 10.65 | 81.17 | 721.98 | 485.70 |
| 1.30 | 2.22 | 29.74 | 10.19 | 82.61 | 678.94 | 940.52 |
| 1.50 | 2.22 | 27.77 | 9.95 | 85.13 | 663.04 | 1070.94 |
| 1.50 | 4.44 | 27.77 | 9.95 | 85.13 | 663.04 | 1070.94 |
| 1.95 | 4.44 | 23.35 | 9.43 | 90.80 | 627.26 | 1364.36 |
| 2.60 | 4.44 | 17.53 | 8.42 | 383.11 | 574.26 | 1754.04 |
| 2.70 | 4.44 | 16.75 | 8.23 | 418.56 | 521.52 | 1793.35 |
| 2.70 | 29.63 | 16.75 | 8.23 | 418.56 | 521.52 | 1793.35 |
| 3.20 | 29.63 | 12.85 | 7.27 | 595.79 | 257.82 | 1989.92 |
| 3.20 | 74.07 | 12.85 | 7.27 | 595.79 | 257.82 | 1989.92 |
| 3.25 | 74.07 | 12.45 | 7.18 | 613.51 | 231.45 | 2009.58 |
| 3.50 | 74.07 | 10.83 | 6.67 | 541.47 | 190.28 | 2019.90 |
| 3.50 | 44.44 | 10.83 | 6.67 | 541.47 | 190.28 | 2019.90 |
| 3.90 | 44.44 | 8.22 | 5.85 | 426.19 | 124.41 | 2036.41 |
| 4.55 | 44.44 | 4.84 | 4.56 | 215.11 | 292.37 | 1896.20 |
| 5.00 | 44.44 | 3.05 | 3.76 | 135.74 | 355.14 | 1741.72 |
| 5.00 | 44.44 | 3.05 | 3.76 | 135.74 | 355.14 | 1741.72 |
| 5.20 | 44.44 | 2.26 | 3.40 | 100.46 | 383.03 | 1673.07 |
| 5.85 | 44.44 | 0.39 | 2.39 | 17.20 | 416.03 | 1410.74 |
| 6.50 | 44.44 | 0.89 | 1.56 | 39.53 | 408.33 | 1141.02 |
| 7.15 | 44.44 | 1.68 | 0.90 | 74.77 | 373.97 | 885.66 |
| 7.80 | 44.44 | 2.10 | 0.40 | 93.32 | 324.10 | 658.20 |
| 8.45 | 44.44 | 2.24 | 0.04 | 99.43 | 267.21 | 465.83 |
| 9.10 | 44.44 | 2.18 | 0.21 | 96.72 | 209.48 | 310.99 |
| 9.75 | 44.44 | 1.98 | 0.37 | 88.10 | 155.20 | 192.75 |
| 10.40 | 44.44 | 1.71 | 0.47 | 75.81 | 107.12 | 107.89 |

| Vzdál. [m] | Modul k [MN/m ³] | Deformace [mm] | Pootoč. [mRad] | Napětí [kPa] | Pos.síla [kN] | Moment [kNm] |
|---------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 11.05 | 44.44 | 1.38 | 0.52 | 61.44 | 66.90 | 51.79 |
| 11.70 | 44.44 | 1.04 | 0.54 | 46.06 | 35.43 | 19.02 |
| 12.35 | 44.44 | 0.68 | 0.55 | 30.29 | 13.09 | 3.75 |
| 13.00 | 44.44 | 0.32 | 0.55 | 14.44 | 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 | 2.22 | -43.52 | -10.81 | -96.71 | -774.00 | -0.00 |
| 0.40 | 2.22 | -39.22 | -10.71 | -87.15 | -741.99 | -298.89 |
| 0.40 | 2.22 | -39.22 | -10.71 | -87.15 | -741.99 | -298.89 |
| 0.65 | 2.22 | -36.53 | -10.65 | -81.17 | -721.98 | -485.70 |
| 1.30 | 2.22 | -29.74 | -10.19 | -82.61 | -678.94 | -940.52 |
| 1.50 | 2.22 | -27.77 | -9.95 | -85.13 | -663.04 | -1070.94 |
| 1.50 | 4.44 | -27.77 | -9.95 | -85.13 | -663.04 | -1070.94 |
| 1.95 | 4.44 | -23.35 | -9.43 | -90.80 | -627.26 | -1364.36 |
| 2.60 | 4.44 | -17.53 | -8.42 | -383.11 | -574.26 | -1754.04 |
| 2.70 | 4.44 | -16.75 | -8.23 | -418.56 | -521.52 | -1793.35 |
| 2.70 | 29.63 | -16.75 | -8.23 | -418.56 | -521.52 | -1793.35 |
| 3.20 | 29.63 | -12.85 | -7.27 | -595.79 | -257.82 | -1989.92 |
| 3.20 | 74.07 | -12.85 | -7.27 | -595.79 | -257.82 | -1989.92 |
| 3.25 | 74.07 | -12.45 | -7.18 | -613.51 | -231.45 | -2009.58 |
| 3.50 | 74.07 | -10.83 | -6.67 | -541.47 | -190.28 | -2019.90 |
| 3.50 | 44.44 | -10.83 | -6.67 | -541.47 | -190.28 | -2019.90 |
| 3.90 | 44.44 | -8.22 | -5.85 | -426.19 | -124.41 | -2036.41 |
| 4.55 | 44.44 | -4.84 | -4.56 | -215.11 | -292.37 | -1896.20 |
| 5.00 | 44.44 | -3.05 | -3.76 | -135.74 | -355.14 | -1741.72 |
| 5.00 | 44.44 | -3.05 | -3.76 | -135.74 | -355.14 | -1741.72 |
| 5.20 | 44.44 | -2.26 | -3.40 | -100.46 | -383.03 | -1673.07 |
| 5.85 | 44.44 | -0.39 | -2.39 | -17.20 | -416.03 | -1410.74 |
| 6.50 | 44.44 | -0.89 | -1.56 | -39.53 | -408.33 | -1141.02 |
| 7.15 | 44.44 | -1.68 | -0.90 | -74.77 | -373.97 | -885.66 |
| 7.80 | 44.44 | -2.10 | -0.40 | -93.32 | -324.10 | -658.20 |
| 8.45 | 44.44 | -2.24 | -0.04 | -99.43 | -267.21 | -465.83 |
| 9.10 | 44.44 | -2.18 | -0.21 | -96.72 | -209.48 | -310.99 |
| 9.75 | 44.44 | -1.98 | -0.37 | -88.10 | -155.20 | -192.75 |
| 10.40 | 44.44 | -1.71 | -0.47 | -75.81 | -107.12 | -107.89 |
| 11.05 | 44.44 | -1.38 | -0.52 | -61.44 | -66.90 | -51.79 |
| 11.70 | 44.44 | -1.04 | -0.54 | -46.06 | -35.43 | -19.02 |
| 12.35 | 44.44 | -0.68 | -0.55 | -30.29 | -13.09 | -3.75 |
| 13.00 | 44.44 | -0.32 | -0.55 | -14.44 | -0.00 | -0.00 |

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 43.5 mm

Max.posouvající síla = 774.00 kN

Maximální moment = 2036.41 kNm

Dimenzace výztuže:

Vyztužení - 12 ks profil 20.0 mm; krytí 70.0 mm

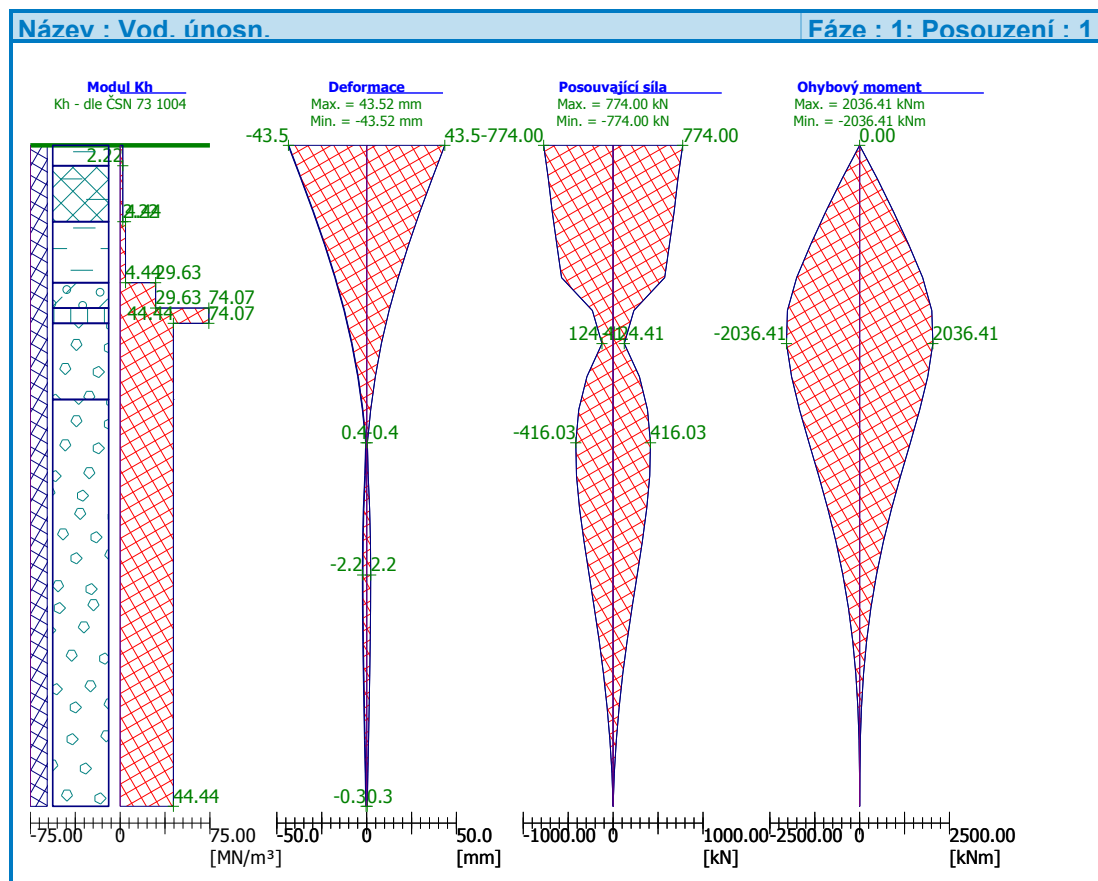
Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0.593 \% > 0.432 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = -3210.00 \text{ kN}$ (tlak) ; $M_{Ed} = 744.58 \text{ kNm}$

Únosnosť : $N_{Rd} = -5196.53 \text{ kN}$; $M_{Rd} = 1205.37 \text{ kNm}$

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE



Z tabuľky zistíme výpočtové hodnoty reakcií pilót, ktoré pôsobia na základ:

| Maximálne a zodpovedajúce sily na základ | | | |
|--|------|------|------|
| 2442 | 2277 | 2112 | 1947 |
| 777 | 612 | 447 | 283 |

Dimenzačný moment na základ v priečnom smere mosta (pozdĺžna výstuž základu):

Najzaťaženejšia rada pilót sa roznáša na šírku 2m.

Moment bez redukcie po úroveň piliera:

$$M_{Edpo} = 2.442 \cdot (0.825 + 0.15 \cdot 3) / 2 = 1.557 \text{ MNm/m}$$

$$V_{Edpo} = (2.442) / 2 = 1.221 \text{ MN/m}$$

Dimenzačný moment na základ v pozdĺžnom smere mosta (priečna výstuž):

$$M_{Edpr} = 2.442 \cdot (0.725 + 0.15 \cdot 1) / 1.45 = 1.474 \text{ MNm}$$

$$V_{Edpr} = 2.442 / 1.45 = 1.628 \text{ MN}$$

Základ -priečna výstuž

M_{Ed}

1.474 MNm

γ_c

1.5

γ_s

α_{cc}

1.15

0.85

| | | | |
|--|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| betón 30/37 | | oceľ B500 | |
| f_{ck} | 30 MPa | f_{yk} | 500 MPa |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ | 17.00 MPa | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | 435 MPa |
| f_{ctm} | 2.9 MPa | | |
| prierez | | | |
| h | 1.44 m | | |
| d | 1.3635 m | | |
| b | 1 m | | |
| $A = b * d$ | 1.3635 m ² | | |
| $u = 2 * (d + b)$ | 4.727 m | | |
| $t_{ef} = A / u$ | 0.288 | $2a_s = 0.153$ | $< 1/3 * \min(b; d)$ 0.333 |
| $\Rightarrow t_{ef} =$ | 0.288 m | | |
| krytie | | $c =$ | 50 |
| pozdĺžna nosná výstuž | | $\phi_s = 25$ | $A_s = 0.0004909$ m ² |
| šmyková výstuž | | $\phi_{st} = 14$ | $A_{st} = 0.0001539$ m ² |
| výstuž na krútenie | | $\phi_k = 0$ | $A_{stK} = 0.0000000$ m ² |
| $a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$ | 76.5 mm | | |
| $b_k = b - t_{ef}$ | 0.712 m | | |
| $h_k = d - t_{ef}$ | 1.076 m | | |
| $u_k = 2 * (h_k + b_k)$ | 3.576 m | | |
| $A_k = b_k * h_k$ | 0.766 m ² | | |
| rameno vnútorných síl | | | |
| $z = 0.85d$ | 1.159 m | | |
| $\rho_{min} = 0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$ | 0.0015 | > 0.0013 | |
| $A_{smin} = \rho_{min} * b * d$ | 0.00204525 m ² | 20.45 cm ² | |
| $x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd})$ | 0.673 m | | |
| $A_{smax} = x_{Blim} * d * f_{cd} / f_{yd}$ | 0.019289439 m ² | 192.89 cm ² | |
| $x_B = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{Ed} / (b * f_{cd})}$ | 0.065 | $< x_{Blim}$ 0.673 m | ok |
| $A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$ | 25.402 | $> A_{smin}$ 20.45 cm ² | |
| potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku | | | |
| $\theta = 40$ | $\tan \theta = 0.8391$ | $\cot \theta = 1.19$ | |
| $F_{tdl} = (T_{Ed} / 2 / A_k * u_k + V_{Ed2}) * \cot \theta$ | | | |
| $A_s = 0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) * 10000$ | | | |
| $A_s =$ | 25.4 cm ² | | |
| návrh | $n =$ | 6.66667 ϕ | 25 s 0.15 m |
| | A_{sprov} | 32.726667 cm ² | $>$ 25.4 cm ² ok |
| | | | $<$ 192.9 cm ² |
| V_{ed} | 1.628 MN | | |

šmyková odolnosť prvkov bez šmykovej výstuže

| | | | | |
|--|--|---------------------------------|-----------------|------------------------------|
| V_{ed} | | 1.63 MN | | |
| d | 1.3635 m | | | |
| b | 1 m | | | |
| N_{ed} | 0 MN | | | |
| V_{Rdc} | $[C_{Rdc} * k * (100 * \rho_i * f_{ck})^{1/3} + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d$ | \geq | V_{Rdmin} | |
| k | | | | |
| C_{Rdc} | 0.18/ γ_c | 0.12 | | |
| kh | $1 + (200/d)^{1/2}$ | 1.383 | \leq | 2.00 |
| σ_{cp} | N_{ED}/A_c | 0 | \leq | $0.2 * f_{cd} = 3.40$ MPa |
| ρ_i | stupeň vystuženia pozdĺžnou výstužou | | | |
| ρ_i | $A_{st}/(b_w * d)$ | 0.0024 | $<$ | 0.02 ok |
| V_{Rdc} | | 0.460 MN | | |
| V_{min} | $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$ | 0.312 | | |
| | | V_{Rdcmin} | $<$ | V_{Rdc} |
| $V_{rdc,min}$ | $(V_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * d * b$ | 0.425 | $<$ | 0.460 |
| v | $0.6 * (1 - f_{ck}/250)$ | 0.528 | $<$ | 6.119 MN |
| $V_{Rd,max}$ | $0.5 * b_w * d * v * f_{cd}$ | 6.119 MN | | |
| Posúdenie | | 0.460 | $>$ | 1.63 MN |
| | | | | nevyhovuje |
| Šmyk | | | | |
| Napätie v tlakovej diagonále | | | | |
| $\sigma_{cwd} =$ | $V_{ED}/z/b_w * (\cot\theta + \tan\theta)$ | | \leq | $\alpha_{cw} * v_1 * f_{cd}$ |
| $\sigma_{cwd} =$ | 2.85019 | = | 2.850 | \leq 8.98 MPa ok |
| V_{RDmax} | $z * b * v * f_{cd} * (\cot\theta + \cot\alpha) / (1 + \cot^2\theta)$ | 5.124 MN | | |
| overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu | | | | |
| V_{ED3max}/V_{3RDmax} | | 0.318 | $<$ | 1.0 ok |
| Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer | | | | |
| | $\alpha = 90$ | | | sklon šmykovej výstuže |
| | $\delta = 0$ | | | sklon nábehu v ° |
| počet strihov | $n = 5$ | ϕ | 14 | na 1m |
| A_{sw} | $n * A_{st}$ | 0.0007695 m ² | | |
| s_a | $A_{sw} * f_{yd} * \cot\theta * z / V_{ed}$ | 0.284 m | návrh | 0.2 m |
| ρ_{wmin} | $0.08 * (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$ | 0.00088 | | |
| kontrola minimálneho % vystuženia | | | | |
| ρ_{sw} | $A_{sw}/s_a/b/\sin\alpha$ | 0.0038 | $>$ | 0.00088 ok |
| V_{RDS} | $f_{ywd} * A_{sw}/s * z * (\cot\theta + \cot\alpha) * \sin\alpha$ | 2.308 | | |
| V_{tcc} | 0.000 MN | | | |
| $V_{RD} = V_{RDS} - V_{tcc}$ | 2.308 MN | $>$ | 1.6 MN | ok |
| max vzdialenosť strmienkov | $s \leq$ | $0.75 * d * (1 + \cot\alpha) =$ | 1.023 , max 0.4 | \Rightarrow 0.4m |

Základ -pozdĺžna výstuž

| | | | | | | |
|----------|-------|-----|------------|-----|---------------|------|
| M_{ed} | 1.557 | MNm | γ_c | 1.5 | γ_s | 1.15 |
| | | | | | α_{cc} | 0.85 |

betón 30/37

| | | | | | |
|--|-------|-----|------------------------------|-----|-----|
| f_{ck} | 30 | MPa | f_{yk} | 500 | MPa |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ | 17.00 | MPa | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | 435 | MPa |
| f_{ctm} | 2.9 | MPa | | | |

oceľ B500

prierez

| | | | | | | |
|------------------------|--------------|----------------|----------|-------|----------------------|-------|
| h | 1.44 | m | | | | |
| d | 1.3635 | m | | | | |
| b | 1 | m | | | | |
| $A = b * d$ | 1.3635 | m ² | | | | |
| $u = 2 * (d + b)$ | 4.727 | m | | | | |
| $t_{ef} = A / u$ | 0.288 | | $2a_s =$ | 0.153 | $< 1/3 * \min(b; d)$ | 0.333 |
| $\Rightarrow t_{ef} =$ | 0.288 | m | | | | |

krytie

pozdĺžna nosná výstuž

šmyková výstuž

výstuž na krútenie

| | | | | | | | |
|--|-------------|----------------|---------------|-------|-------------|-----------------|----------------|
| $a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$ | 76.5 | mm | $\phi_s =$ | 25 | $A_s =$ | 0.0004909 | m ² |
| $b_k = b - t_{ef}$ | 0.712 | m | $\phi_{st} =$ | 14 | $A_{st} =$ | 0.0001539 | m ² |
| $h_k = d - t_{ef}$ | 1.076 | m | $\phi_k =$ | 0 | $A_{stK} =$ | 0.0000000 | m ² |
| $u_k = 2 * (h_k + b_k)$ | 3.576 | m | | | | | |
| $A_k = b_k * h_k$ | 0.766 | m ² | | | | | |
| rameno vnútorných síl | | | | | | | |
| $z = 0.85d$ | 1.159 | m | | | | | |
| $\rho_{min} = 0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$ | 0.0015 | | | | | | |
| $A_{smin} = \rho_{min} * b * d$ | 0.00204525 | m ² | | | 20.45 | cm ² | |
| $x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd})$ | 0.673 | m | | | | | |
| $A_{smax} = x_{Blim} / d * f_{cd} / f_{yd}$ | 0.019289439 | m ² | | | 192.89 | cm ² | |
| $x_B = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$ | 0.069 | | $< x_{Blim}$ | 0.673 | m | ok | |

$$A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000 \quad 26.966 > A_{smin} \quad 20.45 \text{ cm}^2$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku

$$\theta = 40 \quad \tan \theta = 0.8391 \quad \cot \theta = 1.19$$

$$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot \theta$$

$$A_s = 0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) * 10000$$

$$A_s = 27.0 \text{ cm}^2$$

| | | | | | | |
|-------|-------------|------------------|-----------------|-----------|------|---------------------------|
| návrh | $n =$ | 6.66667 | ϕ | 25 | s | 0.15 m |
| | A_{sprov} | 32.726667 | cm ² | $>$ | 27.0 | cm ² ok |

< 192.9 cm²

V_{ed} 1.221 MN

šmyková odolnosť prvkov bez šmykovej výstuže

V_{ed} 1.22 MN

d 1.3635 m

b 1 m

N_{ed} 0 MN

V_{Rdc} $[C_{Rdc} * k * (100 * \rho_i * f_{ck})^{1/3} + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d$ $\geq V_{Rdmin}$

C_{Rdc} 0.18/ γ_c 0.12

kh $1 + (200/d)^{1/2}$ 1.383 \leq 2.00

σ_{cp} N_{ED}/A_c 0 \leq $0.2 * f_{cd} =$ 3.40 MPa

ρ_i stupeň vystuženia pozdĺžnou výstužou

ρ_i $A_{st}/(b_w * d)$ 0.0024 < 0.02 **ok**

V_{Rdc} **0.460 MN**

V_{min} $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$ 0.312

| | V_{Rdcmin} | < | V_{Rdc} | < | $V_{Rd,max}$ |
|--|--------------|---|--------------|---|-----------------|
| $V_{rdc,min}$ $(V_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * d * b$ | 0.425 | < | 0.460 | < | 6.119 MN |

v $0.6 * (1 - f_{ck}/250)$ 0.528

$V_{Rd,max}$ $0.5 * b_w * d * v * f_{cd}$ **6.119 MN**

Posúdenie **0.460 > 1.22 MN** **nevyhovuje**

Šmyk

Napätie v tlakovej diagonále

$\sigma_{cwd} = V_{ED}/z/b_w * (\cot\theta + \tan\theta) \leq \alpha_{cw} * v_1 * f_{cd}$

$\sigma_{cwd} =$ 2.13765 $=$ **2.138** \leq **8.98 MPa** **ok**

V_{RDmax} $z * b * v * f_{cd} * (\cot\theta + \cot\alpha) / (1 + \cot^2\theta)$ 5.124 MN

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

V_{ED3max}/V_{3RDmax} **0.238** < 1.0 **ok**

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

$\alpha =$ 90

$\delta =$ 0

$n =$ **3**

sklon šmykovej výstuže

sklon nábehu v°

ϕ **14** na 1m

počet strihov

A_{sw} $n * A_{st}$ 0.0004617 m²

s_a $A_{sw} * f_{yd} * \cot\theta * z / V_{ed}$ 0.227 m návrh **0.2** m

ρ_{wmin} $0.08 * (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$ 0.00088

kontrola minimálneho % vystuženia

ρ_{sw} $A_{sw}/s_a/b/\sin\alpha$ **0.0023 > 0.00088** **ok**

V_{RDS} $f_{ywd} * A_{sw}/s * z * (\cot\theta + \cot\alpha) * \sin\alpha$ 1.385

V_{tcc} 0.000 MN

$$V_{RD} = V_{RDS} - V_{tcc} \quad 1.385 \text{ MN} > 1.2 \text{ MN} \quad \text{ok}$$

$$\text{max vzdialenosť strmienkov} \quad s \leq 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 1.023 \text{ m}, \text{ max } 0.4 \Rightarrow 0.4 \text{ m}$$

ZÁKLAD

C30/37

| | | | |
|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| $f_{ck} =$ | 30 | MPa | |
| $f_{cd} =$ | $f_{ck}/1.5 \cdot 0.85$ | 17.00 | MPa |
| $f_{ctk} =$ | 2.9 | MPa | |
| $f_{ctd} =$ | $f_{ctk}/1.5 \cdot 0.85$ | 1.64 | MPa |
| $f_{yk} =$ | 500 | MPa | B500B |
| $f_{yd} = f_{ywd}$ | f_{yk}/γ_s | 435 | MPa |
| $N_{ed} =$ | 7.711 | MN | |
| $M_{Edpo} =$ | 6.219 | MNm | |
| $M_{Edpr} =$ | 2.554 | MNm | |
| stena | $C_1 =$ | 1 | m |
| | $C_2 =$ | 3 | m |
| základ | $b_f =$ | 4 | m |
| | $l_f =$ | 6 | m |
| | $h_f =$ | 1.50 | m |
| | | nevyhovuje, základ musí byť vystužený | |
| | | | šírka steny (sípú) |
| | | | dĺžka steny (sípú) |
| | | | celková šírka základu |
| | | | celková dĺžka základu |
| | | | hrúbka základu |

Hrúbka vyloženia základu - opora - prostý betón

| | | | |
|---------------|--|-------------|----------------------------|
| a_f | 1.5 | m | vyloženie základu |
| σ_{gd} | 0.527 | MPa | napätie v základovej škáre |
| h_f | $\geq (\sqrt{3 \cdot \sigma_{gd} / f_{ctd}}) \cdot a_f / 0.85$ | ≥ 1.73 | m |
| | | | hrúbka základu |

Návrh pozdĺžnej výstuže

| | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|--------|----|----------|---------------------------------|
| krytie | $c =$ | 50 | mm | | |
| pozdĺžna nosná výstuž | $\phi_s =$ | 25 | mm | $n = 26$ | $A_s = 0.012763 \text{ m}^2$ |
| šmyková výstuž | $\phi_{st} =$ | 14 | mm | | $A_{st} = 0.000154 \text{ m}^2$ |
| $d_1 =$ | $c + \phi_{st} + 3 \cdot \phi_s / 2$ | 101.5 | mm | | účinná výška prierezu |
| $d =$ | $h_f - d_1$ | 1.3985 | m | | |
| $z =$ | $0.85d$ | 1.189 | m | | |

Overenie maximálnej šmykovej odolnosti pri pretlačení

| | | | |
|--|---------------------|-------|-----|
| $e_{bpo} = M_{Edpo} / N_{ed}$ | $e_{bpo} =$ | 0.807 | m |
| $e_{bpr} = M_{Edpr} / N_{ed}$ | $e_{bpr} =$ | 0.331 | m |
| $\sigma_{gd,eff} = N_{ed} / ((l_f - 2 \cdot e_{bpo}) \cdot (b_f - 2 \cdot e_{bpr}))$ | $\sigma_{gd,eff} =$ | 0.527 | MPa |
| $u_o = 2 \cdot (C_1 + C_2)$ | $u_o =$ | 8 | m |
| $v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$ | $v =$ | 0.528 | |

| | | | |
|--|----------------|--------|----|
| $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$ | $V_{Rd,max} =$ | 4.488 | MN |
| $V_{Ed,max} = \sigma_{gd,eff} \cdot (b_f \cdot l_f - C_1 \cdot C_2)$ | $V_{Ed,max} =$ | 11.067 | MN |

$$V_{Ed,max} = V_{Ed,max} / (u_o * d) \quad V_{Ed,max} = \mathbf{0.989 \text{ MN}} < V_{Rd,max} = \mathbf{4.488 \text{ MN}} \quad \text{ok}$$

Výpočet šmykovej odolnosti prierezu pre $0.5*d < a < 2*d$

$$\begin{aligned} \rho_l &= A_{s,prov} / (l_f * d) & \rho_l &= 0.00304 & \beta_a &= 1 \\ k_{f1} &= 1 + v(200 / (d * 1000)) & k_{f1} &= 1.3782 & C_{Rd,c} &= 0.18 / 1.5 & 0.12 \\ v_{l,min} &= 0.035 * k_{f1}^3 / 2 * v_{fck} & v_{l,min} &= 0.310 \text{ MPa} \\ u_a &= u(a) = 2 * (c_1 + c_2) + 2 * \pi & A(a) &= (c_1) * (c_2 + 2 * a) + (\pi - 4) * a^2 \\ V_{Ed,red}(a) &= \sigma_{gd,eff} * (b_f * l_f - A(a)) & v_{Ed}(a) &= \beta_a * V_{Ed,red}(a) / (d * u(a)) \\ v_{Rd,c}(a) &= (2 * d / a) * C_{Rd,c} * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} & v_{l,min}(a) &= v_{l,min} * 2 * d / a \end{aligned}$$

Overenie odolnosti základovej dosky voči pretlačeniu

| a | u(a) | A(a) | $V_{Ed,red}(a)$ | $v_{Ed}(a)$ | $v_{Rd,c}(a)$ | $v_{l,min}(a)$ | |
|----------|--------|-------|-----------------|-------------|---------------|----------------|----------|
| 0.69925 | 10.797 | 4.399 | 10.330 | 0.684 | 1.382 | 1.24 | vyhovuje |
| 1.048875 | 12.196 | 5.098 | 9.961 | 0.584 | 0.921 | 0.83 | vyhovuje |
| 1.3985 | 13.594 | 5.797 | 9.593 | 0.505 | 0.691 | 0.62 | vyhovuje |

TRHLINY – ZÁKLAD

Tabuľka pre charakteristické kombinácie:

| č. komb. | Horizontálne sily | | | | | | Vertikálne sily | | Vlt+sz | |
|----------|-------------------|----------|--------|--------|----------|--------|-----------------|--------|--------|-----|
| | Pozdĺžne | | | | Pričné | | NáhTS+chod | Vietor | max | min |
| | Brzdná | Náhodilá | Vietor | Trenie | Odstred. | Vietor | | | | |
| 1 | 0 | 1 | 0.6 | 0.6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 2 | 1 | 0.750 | 0 | 0.6 | 1.00 | 0 | 0.750 | 0 | 1 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 3 | 0 | 0.750 | 0 | 1 | 1.000 | 0 | 0.750 | 0 | 1 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 4 | 0 | 0.750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.750 | 1 | 1 | |
| | | | | | | | | | | 1 |
| 5 | 0 | 0.75 | 1 | 0 | 0.75 | 0 | 0.75 | 0 | 1 | |
| | | | | | | | | | | 1 |

| Výsledné hodnoty v pracovnej škále pre zaťaženie LM1 (charakteristické) | | | | | | | Nedmax/pilótu |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| č. podp. - komb. | NEd,max [kN] | NEd,min [kN] | HEdc,po [kN] | HEdc,pr [kN] | MEdc,po,max [kNm] | MEdc,pr,max [kNm] | Nedmax/pilótu [kN] |
| k1 | 8705 | 5414 | 335 | 0 | 3228 | 2270 | 1722 |
| k2 | 8265 | 5414 | 401 | 0 | 3866 | 1703 | 1677 |
| k3 | 8265 | 5414 | 516 | 0 | 4849 | 1703 | 1777 |
| k4 | 8557 | 5122 | 0 | 173 | 447 | 3138 | 1504 |
| k5 | 8265 | 5414 | 41 | 0 | 691 | 1703 | 1353 |

Dimenzačný moment na základ v pozdĺžnom smere mosta (pričná výstuž):

$$M_{pr} = 1,777 \cdot (0,725 + 0,15 \cdot 1) / 1,45 = 1,072 \text{ MNm}$$

Program BETON : Posudek zelezobetónového prurezu

B E T O N KBT = 0.00

| | | |
|--------|-------|--|
| ZB | BB | |
| 1.4500 | 1.000 | |
| 0.0000 | 1.000 | |

V Y Z T U Z NVP = 6.250

| | | |
|--------|-------|-----------|
| ZV | NV | DV1(-FV1) |
| 1.3700 | 6.670 | 0.025000 |
| 1.2800 | 5.000 | 0.012000 |
| 1.0800 | 5.000 | 0.012000 |
| 0.8800 | 5.000 | 0.012000 |
| 0.4800 | 5.000 | 0.012000 |
| 0.2800 | 5.000 | 0.012000 |
| 0.0800 | 6.670 | 0.014000 |

Z A T I Z E N I

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily

-1.0720 0.0000 0.0000

V Y S L E D K Y

B E T O N

Z N A P E T I

1.4500 0.0000

0.0000 **-6.928 < -0,6*30 = -18MPa**

V Y Z T U Z

Z N A P E T I

1.3700 **193.03 < 0,8*500 = 400MPa < 200MPa** –nie je potrebné kontrolovať šírku trhlín

1.2800 177.5050

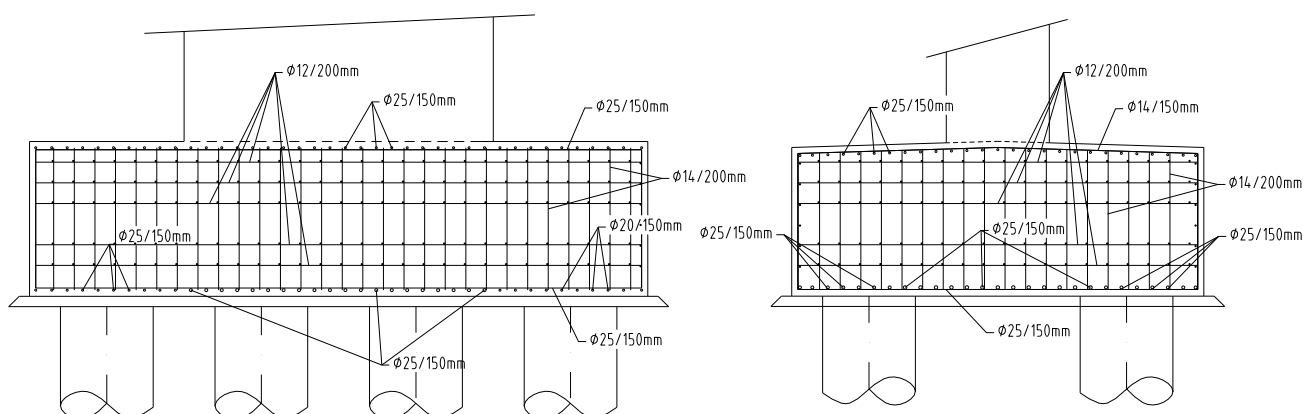
1.0800 143.0038

0.8800 108.5032

0.4800 39.5020

0.2800 5.0013

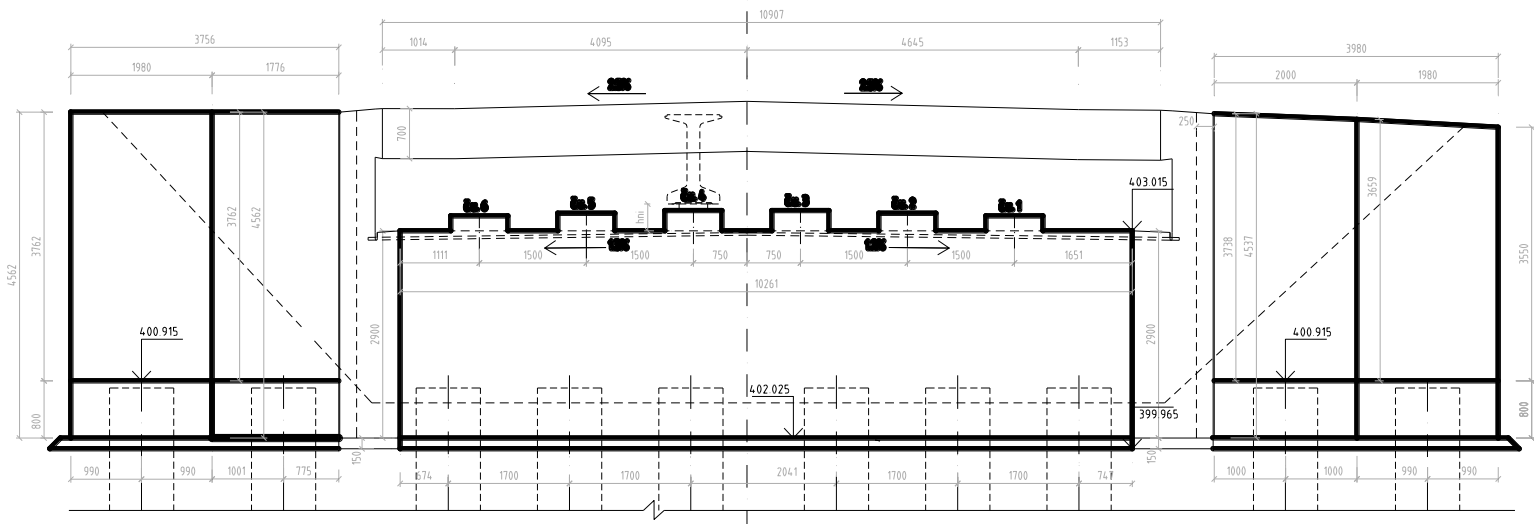
0.0800 -29.4993



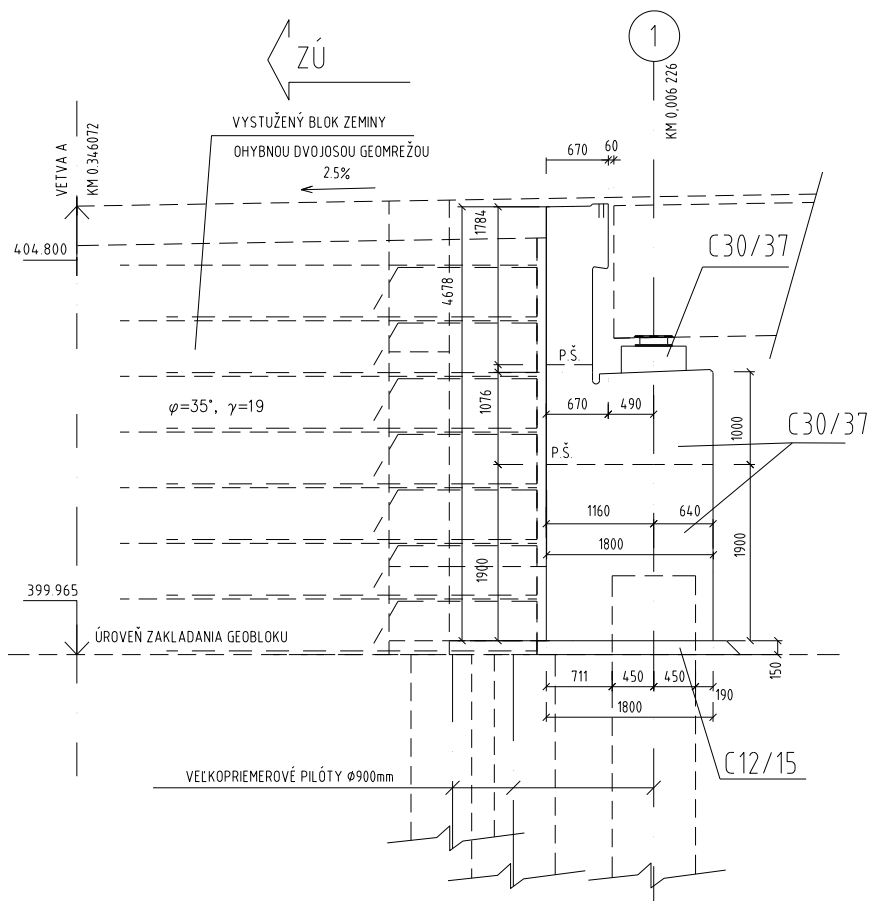
8. ZAKLADANIE – OPORY

8.1 Opora č.1

Pozdĺžny rez



Priečny rez oporou č.1



Sily a momenty k osi VP pilót (opora 1)

Vlastná tiaž opory:

| | | G (kN) | r1 (m) | M(kNm) |
|----------|---------------------------|------------------|--------|------------------|
| G1 | 0.97 x 25 x 10.3 | 276 | 0,91 | 251 |
| G2 | 1.83 x 25 x 10.3 | 491 | 0.27 | 133 |
| G3 | 3.42 x 10.3 x 25 | 936 | 0,27 | 252 |
| rímša | (0.755+0.792) x 0.24 x 25 | 9.3 | 1,15 | 11 |
| zvodidlo | 0.6 x 2.35 | 1.40 | 1,15 | 2 |
| | | Σ 1712 kN | | Σ 649 kNm |

Reakcie z hornej stavby na oporu č.1

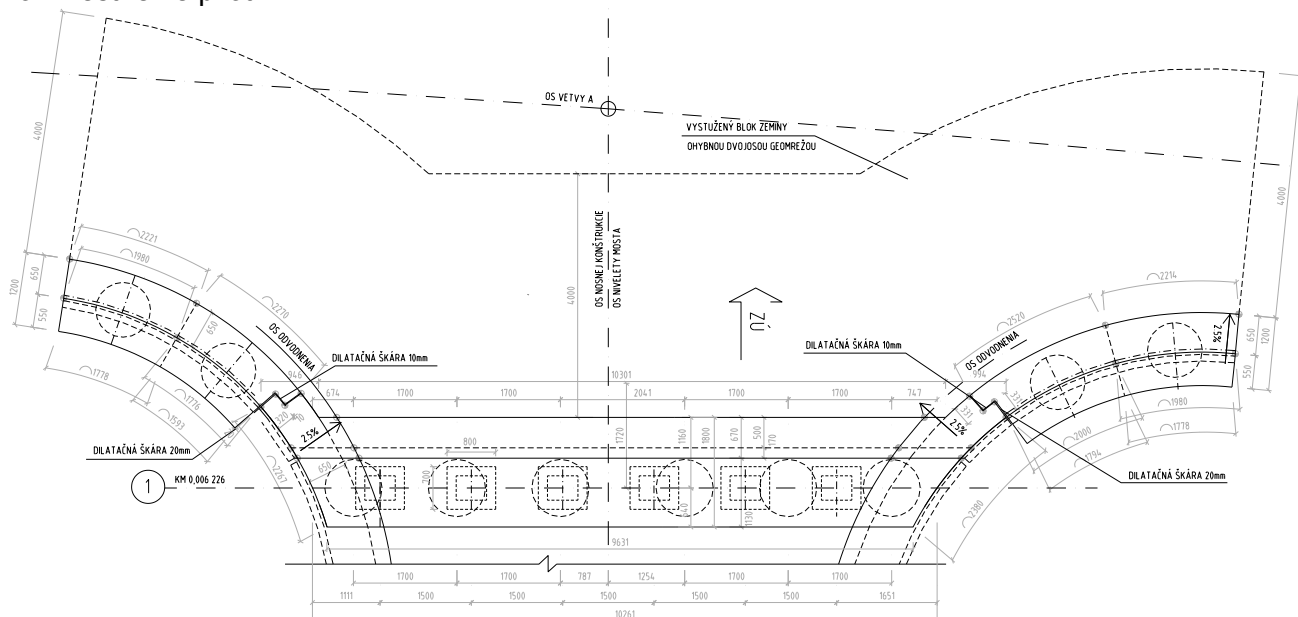
| REAKCIE Z HORNEJ STAVBY | | | | | [kN, kNm] |
|--------------------------------|-------|------|-----|-----|--------------|
| číslo podpiery | | č.2 | | | |
| | | R | Hpr | Hpo | Mpr/po |
| vlt+sz | | 1305 | | | |
| vozovka x 1,4 vozovka x 0,8 | max | 241 | | | |
| | min | 138 | | | |
| Náhodilé zaťaž. TS | maxN1 | 1417 | | | 1631 |
| | minN1 | 0 | | | |
| Náhodilé zaťaž.Mpo | | | | | 0 |
| Vratná sila | max | | | 516 | |
| | | | | | |
| Vietor | (-/+) | -26 | 50 | 41 | 0 |

Príťaženie od náhodilého zaťaženia a výpočet klopiacich momentov

Charakteristické parametre zeminy: $\phi_k = 30^\circ$, $c = 5$, $\gamma_{zem} = 20 \text{ kN/m}^3$. Vzhľadom na to, že príťaženie od dopravy prenáša viazaný múr z geomreží a vystužený svah pod oporami až do úrovne rastlého terénu, nie sú pilóty opory a krídla namáhané zvýšeným príťažením. Krídla sú namáhané len zvýšeným účinkom príťaženia od obsypu.

$$k_{ah} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi_k}{2} \right) = \tan^2 \left(45 - \frac{35}{2} \right) = 0.33$$

Rozmiestnenie pilót:



| SILY V ÚROVNI LOŽÍSK | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| č. podp. - komb. | N _{max} [kN] | N _{min} [kN] | H _{E,po} [kN] | H _{E,pr} [kN] |
| k1 | 4000 | 1443 | 476 | 0 |
| k2 | 3523 | 1443 | 464 | 0 |
| k3 | 3681 | 1443 | 774 | 0 |
| k4 | 3720 | 1404 | 0 | 75 |
| k5 | 3681 | 1443 | 20 | 0 |

| h(m)= | 3.18 | Gopory | 1712 | kN | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Výsledné hodnoty v základovnej škále pre zaťaženie LM1 (Súčinitele B) a výpočet najzaťaženejšej pilóty | | | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,max} [kNm] | M _{Ed,pr,max} [kNm] | Ned _{max/pilótu} [kN] | Ned _{min/pilótu} [kN] |
| k1 | 6311 | 3155 | 476 | 0 | 1640 | 2202 | 1234 | 628 |
| k2 | 5834 | 3155 | 464 | 0 | 1592 | 1652 | 1109 | 618 |
| k3 | 5992 | 3155 | 774 | 0 | 2581 | 1835 | 1150 | 621 |
| k4 | 6031 | 3116 | 0 | 75 | 121 | 2073 | 1177 | 617 |
| k5 | 5992 | 3155 | 20 | 0 | 183 | 1835 | 1150 | 621 |

| h(m)= | 3.18 | G _{podp} | 1712 | kN | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Výsledné hodnoty v základovnej škále pre zaťaženie LM1 (kvázi-stále) | | | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,max} [kNm] | M _{Ed,pr,max} [kNm] | Ned _{max/pilótu} [kN] | Ned _{min/pilótu} [kN] |
| k1 | 3857 | 3155 | 516 | 0 | 1718 | 0 | 643 | 579 |
| k2 | 3857 | 3155 | 516 | 0 | 1718 | 0 | 643 | 579 |
| k3 | 3857 | 3155 | 516 | 0 | 1718 | 0 | 643 | 579 |
| k4 | 3883 | 3129 | 0 | 50 | 78 | 159 | 660 | 576 |
| k5 | 3857 | 3155 | 0 | 0 | 77 | 0 | 643 | 579 |

Posúdenie veľkopriemerovej pilóty: R_{max}=1,234MN/pil

R_{min}=0,660MN/pil

H_{max}=0,774MN/6=0,129MN/pil

M_{po}=2,581MN/6=0,43MNm

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Akce : pilóta opory1(JP-16)

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Součinitele EC2 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)
 Metodika posouzení : výpočet podle EN1997
 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 pevná $S_r > 0.8$ | | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 0.40 |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ | | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 0.40 |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen | | 24.00 | 20.00 | 21.00 | 0.35 |
| 4 | R5 | | 26.00 | 25.00 | 21.00 | 0.30 |
| 5 | R4 pieskovce | | 34.00 | 50.00 | 22.00 | 0.25 |
| 6 | R4 ílovce | | 28.00 | 30.00 | 22.00 | 0.30 |

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 pevná $S_r > 0.8$ | | - | 3.00 | 21.00 | - | - |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ | | - | 3.00 | 21.00 | - | - |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen | | - | 6.00 | 21.00 | - | - |
| 4 | R5 | | - | 40.00 | 21.00 | - | - |
| 5 | R4 pieskovce | | - | 100.00 | 22.00 | - | - |
| 6 | R4 ílovce | | - | 60.00 | 22.00 | - | - |

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

| Číslo | Název | Vzorek | β |
|-------|---|---|---------|
| 1 | Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | 2.50 |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | 2.50 |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | 6.00 |
| 4 | R5 |  | 6.00 |
| 5 | R4 pieskovce |  | 7.00 |
| 6 | R4 ílovce |  | 7.00 |

Parametry zemin

Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$

| | | | |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnitřního tření : | φ_{ef} | = | 22.00 ° |
| Soudržnost zeminy : | c_{ef} | = | 15.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.40 |
| Modul přetvárnosti : | E_{def} | = | 3.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel roznášení : | β | = | 2.50 ° |

Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$

| | | | |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnitřního tření : | φ_{ef} | = | 22.00 ° |
| Soudržnost zeminy : | c_{ef} | = | 15.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.40 |
| Modul přetvárnosti : | E_{def} | = | 3.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel roznášení : | β | = | 2.50 ° |

Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen

| | | | |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnitřního tření : | φ_{ef} | = | 24.00 ° |
| Soudržnost zeminy : | c_{ef} | = | 20.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.35 |
| Modul přetvárnosti : | E_{def} | = | 6.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel roznášení : | β | = | 6.00 ° |

R5

| | | | |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnitřního tření : | φ_{ef} | = | 26.00 ° |
| Soudržnost zeminy : | c_{ef} | = | 25.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.30 |
| Modul přetvárnosti : | E_{def} | = | 40.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel roznášení : | β | = | 6.00 ° |

R4 pieskovce

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 34.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 50.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.25 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 100.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel roznášenia : | β | = | 7.00 ° |

R4 ílovce

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 28.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 30.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.30 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 60.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel roznášenia : | β | = | 7.00 ° |

Geometrie

Profil piloty: kruhová

RozměryPrůměr $d = 0.90$ mDélka $l = 13.00$ m**Umístění**Vysazení $h = 4.10$ mHloubka upraveného terénu $h_z = 0.00$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukceObjemová tíha $\gamma = 25.00$ kN/m³





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

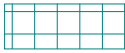


Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25.00$ MPaPevnost v tahu $f_{ctm} = 2.60$ MPaModul pružnosti $E_{cm} = 31000.00$ MPaModul pružnosti ve smyku $G = 12917.00$ MPa

Ocel podélná : B550

Mez kluzu $f_{yk} = 550.00$ MPa**Geologický profil a přiřazení zemin**

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|------------|--|---|
| 1 | 3.40 | Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  |
| 2 | 1.10 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  |
| 3 | 1.20 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  |
| 4 | 0.50 | R5 |  |

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|------------|------------------|---|
| 5 | 0.30 | R4 pieskovce |  |
| 6 | 1.50 | R4 ílovce |  |
| 7 | - | R4 ílovce |  |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] |
|-------|----------|-------|---------------|----------|---------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | ANO | | Zatížení č. 1 | Návrhové | 1234.00 | 0.00 | 430.00 | 129.00 | 0.00 |
| 2 | ANO | | Zatížení č. 2 | Užitné | 660.00 | 0.00 | 430.00 | 129.00 | 0.00 |

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 6.70 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené 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 $N_c = 25.80$

Součinitel únosnosti $N_d = 14.72$

Součinitel únosnosti $N_b = 10.94$

Součinitel únosnosti $K_1 = 1.00$

Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 4595.55 \text{ kPa}$

Plocha příčného řezu piloty $A_p = 6.36E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 1.35 \text{ m}$

| Hloubka [m] | Mocnost [m] | φ_d [°] | c_{ud} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{R2} [-] | f_s [kPa] | R_{si} [kN] |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------|-------------|---------------|
| 3.40 | 3.40 | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 1.00 | 24.34 | 212.75 |
| 4.50 | 1.10 | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 1.00 | 36.71 | 103.79 |
| 5.70 | 1.20 | 24.00 | 20.00 | 21.00 | 1.00 | 50.71 | 156.41 |
| 6.20 | 0.50 | 26.00 | 25.00 | 21.00 | 1.00 | 64.00 | 82.25 |
| 6.50 | 0.30 | 34.00 | 50.00 | 22.00 | 1.00 | 105.75 | 81.55 |
| 6.70 | 0.20 | 28.00 | 30.00 | 22.00 | 1.00 | 76.96 | 39.56 |
| 7.55 | 0.85 | 28.00 | 30.00 | 12.00 | 1.00 | 79.42 | 173.24 |

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

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

Únosnosť piloty na plášti $R_s = 849.55 \text{ kN}$

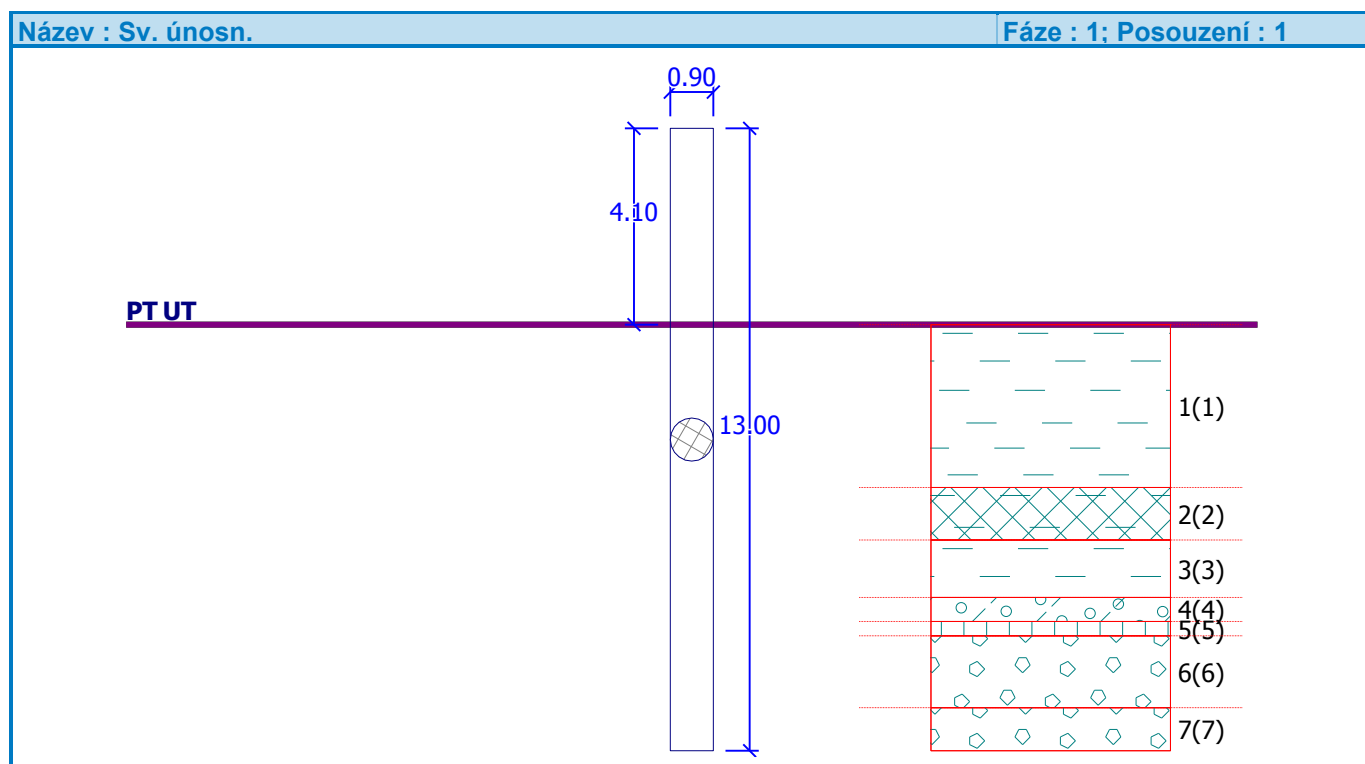
Únosnosť piloty v patě $R_b = 2657.78 \text{ kN}$

Únosnosť piloty $R_c = 3507.34 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 1234.00 \text{ kN}$

$R_c = 3507.34 \text{ kN} > 1234.00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE



Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 7.65 |
| 2 | 7.65 |
| 3 | 7.65 |
| 4 | 23.52 |
| 5 | 33.30 |
| 6 | 33.30 |
| 7 | 107.75 |

Druh piloty : zahloubená do stlač. podloží

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 10.0 \text{ mm}$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.15$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.01$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$

Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.93$

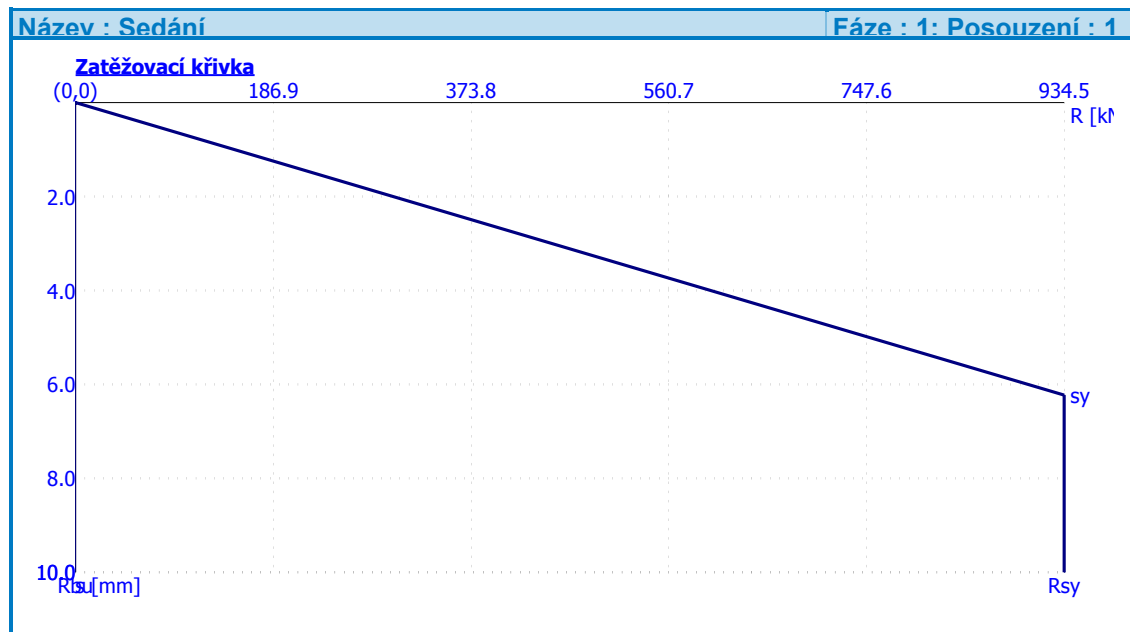
Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 934.51$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 6.2$ mm

Celková únosnost $R_c = 934.51$ kN

Maximální sednutí $s_{lim} = 10.0$ mm



Posouzení čís. 2

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 15.00 |
| 2 | 15.00 |
| 3 | 15.00 |
| 4 | 15.00 |
| 5 | 15.00 |
| 6 | 15.00 |
| 7 | 15.00 |

Druh piloty : opřená o tuhé podloží

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0$ mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Opravný součinitel tuhosti piloty $C_k = 0.97$

Opravný součinitel Poissonova čísla $C_v = 0.84$

Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = 2.96$

Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0.10$

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.24$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.15$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.00$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$
 Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.93$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 1236.37$ kN
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 12.9$ mm
 Celková únosnost $R_c = 1487.09$ kN
 Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0$ mm

Posouzení čís. 3

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 15.00 |
| 2 | 15.00 |
| 3 | 15.00 |
| 4 | 15.00 |
| 5 | 15.00 |
| 6 | 15.00 |
| 7 | 15.00 |

Druh piloty : opřena o tuhé podloží
 Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0$ mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Opravný součinitel tuhosti piloty $C_k = 0.97$
 Opravný součinitel Poissonova čísla $C_v = 0.84$
 Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = 2.96$
 Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0.10$
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.24$

Příčinkové součinitele sedání :
 Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.15$
 Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.00$
 Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$
 Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.93$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 1236.37$ kN
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 12.9$ mm
 Celková únosnost $R_c = 1487.09$ kN
 Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0$ mm

Posouzení čís. 4

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 15.00 |
| 2 | 15.00 |
| 3 | 15.00 |
| 4 | 15.00 |
| 5 | 15.00 |

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 6 | 15.00 |
| 7 | 15.00 |

Druh piloty : zahĺbená do stlač. podloží
Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0$ mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Příčinkové součinitele sedání :
Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.15$
Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.00$
Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$
Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.93$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 934.51$ kN
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 9.8$ mm
Celková únosnost $R_c = 934.51$ kN
Maximální sednutí $s_{lim} = 19.5$ mm

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších 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 | -24.42 | 2.10 | 0.00 | -129.00 | -430.00 |
| 0.65 | 0.00 | -22.96 | 2.36 | 0.00 | -129.00 | -346.15 |
| 1.30 | 0.00 | -21.36 | 2.55 | 0.00 | -129.00 | -262.30 |
| 1.95 | 0.00 | -19.66 | 2.70 | 0.00 | -129.00 | -178.45 |
| 2.60 | 0.00 | -17.87 | 2.79 | 0.00 | -129.00 | -94.60 |
| 3.25 | 0.00 | -16.04 | 2.82 | 0.00 | -129.00 | -10.75 |
| 3.90 | 0.00 | -14.21 | 2.80 | 16.34 | -129.00 | 73.10 |
| 4.10 | 0.00 | -13.66 | 2.78 | 24.49 | -123.49 | 97.07 |
| 4.10 | 4.60 | -13.66 | 2.78 | 24.49 | -123.49 | 97.07 |
| 4.55 | 4.60 | -12.42 | 2.73 | 42.82 | -111.10 | 151.00 |
| 5.20 | 4.60 | -10.68 | 2.61 | 49.11 | -80.05 | 212.87 |
| 5.85 | 4.60 | -9.03 | 2.45 | 41.54 | -53.55 | 256.05 |
| 6.50 | 4.60 | -7.50 | 2.28 | 34.47 | -31.35 | 283.42 |
| 7.15 | 4.60 | -6.08 | 2.09 | 27.94 | -13.12 | 297.66 |
| 7.50 | 4.60 | -5.38 | 1.98 | 24.74 | -5.27 | 299.61 |
| 7.50 | 4.60 | -5.38 | 1.98 | 24.74 | -5.27 | 299.61 |
| 7.80 | 4.60 | -4.78 | 1.89 | 21.99 | 1.45 | 301.27 |
| 8.45 | 4.60 | -3.62 | 1.70 | 19.94 | 12.72 | 296.49 |
| 8.60 | 4.60 | -3.38 | 1.65 | 19.71 | 15.40 | 293.66 |
| 8.60 | 8.26 | -3.38 | 1.65 | 19.71 | 15.40 | 293.66 |
| 9.10 | 8.26 | -2.58 | 1.51 | 18.92 | 24.33 | 284.24 |
| 9.75 | 8.26 | -1.65 | 1.33 | 65.58 | 34.51 | 264.87 |

| Vzdál. [m] | Modul k [MN/m ³] | Deformace [mm] | Pootoč. [mRad] | Napětí [kPa] | Pos.síla [kN] | Moment [kNm] |
|---------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 9.80 | 8.26 | -1.59 | 1.32 | 66.32 | 38.47 | 261.72 |
| 9.80 | 55.09 | -1.59 | 1.32 | 66.32 | 38.47 | 261.72 |
| 10.30 | 55.09 | -0.97 | 1.19 | 73.70 | 78.12 | 230.18 |
| 10.30 | 133.81 | -0.97 | 1.19 | 73.70 | 78.12 | 230.18 |
| 10.40 | 133.81 | -0.84 | 1.17 | 75.18 | 86.06 | 223.87 |
| 10.60 | 133.81 | -0.62 | 1.13 | 55.75 | 95.30 | 202.91 |
| 10.60 | 80.28 | -0.62 | 1.13 | 55.75 | 95.30 | 202.91 |
| 11.05 | 80.28 | -0.13 | 1.04 | 12.02 | 116.09 | 155.75 |
| 11.70 | 80.28 | 0.52 | 0.97 | -41.91 | 106.65 | 81.70 |
| 12.10 | 80.28 | 0.90 | 0.95 | -72.30 | 82.62 | 45.89 |
| 12.10 | 80.28 | 0.90 | 0.95 | -72.30 | 82.62 | 45.89 |
| 12.35 | 80.28 | 1.14 | 0.93 | -91.29 | 67.60 | 23.51 |
| 13.00 | 80.28 | 1.74 | 0.93 | -139.78 | -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 | -24.42 | 2.10 | 0.00 | -129.00 | -430.00 |
| 0.65 | 0.00 | -22.96 | 2.36 | 0.00 | -129.00 | -346.15 |
| 1.30 | 0.00 | -21.36 | 2.55 | 0.00 | -129.00 | -262.30 |
| 1.95 | 0.00 | -19.66 | 2.70 | 0.00 | -129.00 | -178.45 |
| 2.60 | 0.00 | -17.87 | 2.79 | 0.00 | -129.00 | -94.60 |
| 3.25 | 0.00 | -16.04 | 2.82 | 0.00 | -129.00 | -10.75 |
| 3.90 | 0.00 | -14.21 | 2.80 | 16.34 | -129.00 | 73.10 |
| 4.10 | 0.00 | -13.66 | 2.78 | 24.49 | -123.49 | 97.07 |
| 4.10 | 4.60 | -13.66 | 2.78 | 24.49 | -123.49 | 97.07 |
| 4.55 | 4.60 | -12.42 | 2.73 | 42.82 | -111.10 | 151.00 |
| 5.20 | 4.60 | -10.68 | 2.61 | 49.11 | -80.05 | 212.87 |
| 5.85 | 4.60 | -9.03 | 2.45 | 41.54 | -53.55 | 256.05 |
| 6.50 | 4.60 | -7.50 | 2.28 | 34.47 | -31.35 | 283.42 |
| 7.15 | 4.60 | -6.08 | 2.09 | 27.94 | -13.12 | 297.66 |
| 7.50 | 4.60 | -5.38 | 1.98 | 24.74 | -5.27 | 299.61 |
| 7.50 | 4.60 | -5.38 | 1.98 | 24.74 | -5.27 | 299.61 |
| 7.80 | 4.60 | -4.78 | 1.89 | 21.99 | 1.45 | 301.27 |
| 8.45 | 4.60 | -3.62 | 1.70 | 19.94 | 12.72 | 296.49 |
| 8.60 | 4.60 | -3.38 | 1.65 | 19.71 | 15.40 | 293.66 |
| 8.60 | 8.26 | -3.38 | 1.65 | 19.71 | 15.40 | 293.66 |
| 9.10 | 8.26 | -2.58 | 1.51 | 18.92 | 24.33 | 284.24 |
| 9.75 | 8.26 | -1.65 | 1.33 | 65.58 | 34.51 | 264.87 |
| 9.80 | 8.26 | -1.59 | 1.32 | 66.32 | 38.47 | 261.72 |
| 9.80 | 55.09 | -1.59 | 1.32 | 66.32 | 38.47 | 261.72 |
| 10.30 | 55.09 | -0.97 | 1.19 | 73.70 | 78.12 | 230.18 |
| 10.30 | 133.81 | -0.97 | 1.19 | 73.70 | 78.12 | 230.18 |
| 10.40 | 133.81 | -0.84 | 1.17 | 75.18 | 86.06 | 223.87 |
| 10.60 | 133.81 | -0.62 | 1.13 | 55.75 | 95.30 | 202.91 |
| 10.60 | 80.28 | -0.62 | 1.13 | 55.75 | 95.30 | 202.91 |
| 11.05 | 80.28 | -0.13 | 1.04 | 12.02 | 116.09 | 155.75 |
| 11.70 | 80.28 | 0.52 | 0.97 | -41.91 | 106.65 | 81.70 |

| Vzdál. [m] | Modul k [MN/m ³] | Deformace [mm] | Pootoč. [mRad] | Napětí [kPa] | Pos.síla [kN] | Moment [kNm] |
|---------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 12.10 | 80.28 | 0.90 | 0.95 | -72.30 | 82.62 | 45.89 |
| 12.10 | 80.28 | 0.90 | 0.95 | -72.30 | 82.62 | 45.89 |
| 12.35 | 80.28 | 1.14 | 0.93 | -91.29 | 67.60 | 23.51 |
| 13.00 | 80.28 | 1.74 | 0.93 | -139.78 | -0.00 | 0.00 |

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 24.4 mm
 Max.posouvající síla = 129.00 kN
 Maximální moment = 430.00 kNm

Dimenzace výztuže:

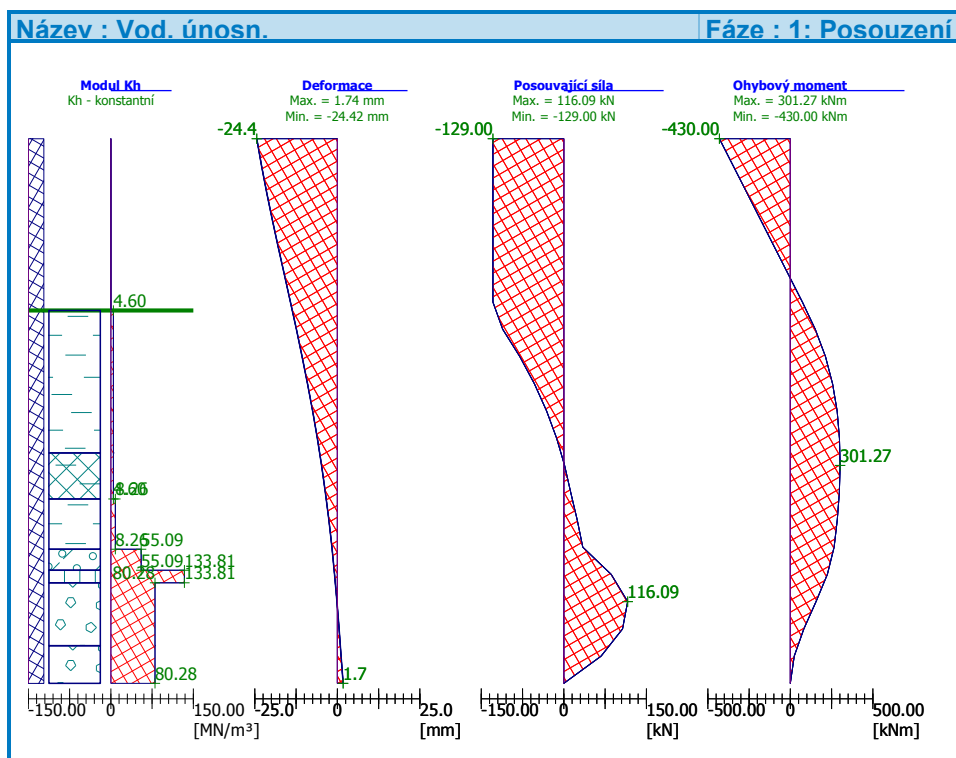
Vyztužení - 12 ks profil 25.0 mm; krytí 70.0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0.926 \% > 0.432 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = -660.00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 430.00$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = -2000.31$ kN; $M_{Rd} = 1303.23$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE



Dimenzovanie – úložný prah

Úložný prah je posúdený v mieste uloženia nosnej konštrukcie na náliatkoch a nad pilótami.
 Výpočet dimenzačných hodnôt je v programe STRAP – spojitý nosník, podopretie v miestach pilôt.

ÚLOŽNÝ PRAH 1.9M

| | | | | |
|----------|-------|-----|---------------|------|
| M_{ed} | 1.123 | MNm | γ_c | 1.5 |
| V_{ed} | 1.234 | MN | γ_s | 1.15 |
| M_k | 0 | MN | α_{cc} | 0.85 |

betón 30/37

| | | |
|--|-------|-----|
| f_{ck} | 30 | MPa |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ | 17.00 | MPa |
| f_{ctm} | 2.9 | MPa |

oceľ B500

| | | |
|------------------------------|-----|-----|
| f_{yk} | 500 | MPa |
| $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | 435 | MPa |

prierez

| | | |
|------------------------|--------------|----------------|
| h | 2.9 | m |
| d | 2.8235 | m |
| b | 1.8 | m |
| $A = b * d$ | 5.0823 | m ² |
| $u = 2 * (d + b)$ | 9.247 | m |
| $t_{ef} = A / u$ | 0.550 | > |
| $\Rightarrow t_{ef} =$ | 0.550 | m |
| krytie | $c =$ | 50 |

pozdlžna nosná výstuž

| | | | |
|------------|----|---------|------------------|
| $\phi_s =$ | 25 | $A_s =$ | 0.00049 |
| | | | 1 m ² |

šmyková výstuž výstuž na krútenie

| | | | |
|---------------|----|-------------|------------------|
| $\phi_{st} =$ | 14 | $A_{st} =$ | 0.00015 |
| | | | 4 m ² |
| $\phi_k =$ | 0 | $A_{stK} =$ | 0.00000 |
| | | | 0 m ² |

$$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl} = 76.5 \text{ mm}$$

$$b_k = b - t_{ef} = 1.250 \text{ m}$$

$$h_k = d - t_{ef} = 2.274 \text{ m}$$

$$u_k = 2 * (h_k + b_k) = 7.048 \text{ m}$$

$$A_k = b_k * h_k = 2.843 \text{ m}^2$$

rameno vnútorných síl

$$z = 0.85d = 2.400 \text{ m}$$

$$\rho_{min} = \frac{0.26 * f_{ctm}}{f_{yk}} = \frac{0.26 * 2.9}{500} = 0.0015 > 0.0013$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d = 0.0076234 * 1.8 * 2.8235 = 5 \text{ m}^2$$

$$x_{Blim} = \frac{560 * d}{(700 + f_{yd})} = \frac{560 * 2.8235}{(700 + 435)} = 1.393 \text{ m}$$

$$A_{smax} = \frac{x_{Blim}}{d} * f_{cd} / f_{yd} = \frac{1.393}{2.8235} * 17.00 / 435 = 1 \text{ m}^2$$

$$x_B = \frac{d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}}{f_{yd}} = \frac{2.8235 - \sqrt{2.8235^2 - 2 * 1.123 / (1.8 * 17.00)}}{435} = 0.013 < x_{Blim} = 1.393 \text{ m} \quad \text{ok}$$

$$A_{sreq} = \frac{x_B * b * f_{cd}}{f_{yd}} * 10000 = \frac{0.013 * 1.8 * 17.00}{435} * 10000 = 9.145 < A_{smin} = 5 \text{ m}^2$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku

$$\theta = 40 \quad \tan \theta = 0.8391 \quad \cot \theta = 1.1918$$

krút pr sila

| | | | | |
|-------------|--|-----------------|-----------------|---------------------------|
| $F_{tdl} =$ | $(T_{ED}/2/A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$ | 0 | 1.471 | MN |
| $A_s =$ | $0.5 \cdot (F_{tdl}/f_{yd}) / 10000$ | 0 | 16.91 | cm ² |
| A_{sM+Q} | 76.2 | cm ² | | |
| návrh | $n =$ | 18 | ϕ | 25 |
| | A_{sprov} | 88.38 | cm ² | > 76.2 cm ² ok |
| | | | | < 192.8 cm ² |

šmyková odolnosť prvkov bez šmykovej výstuže

| | | | |
|---------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| V_{ed} | $M_k/2/A_k \cdot d + V_{ed}$ | 1.23 | MN |
| d | 2.8235 | m | |
| b | 1.8 | m | |
| N_{ed} | 0 | MN | |
| V_{Rdc} | $[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_i \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ | \geq | V_{Rdmin} |
| C_{Rdc} | $0.18/\gamma_c$ | 0.12 | |
| kh | $1 + (200/d)^{1/2}$ | 1.266 | ≤ 2 |
| σ_{cp} | N_{ED}/A_c | 0 | $\leq 0.2 \cdot f_{cd} = 3.40$ MPa |
| ρ_i | stupeň vystuženia pozdĺžnou výstužou | 0.0017 | |
| ρ_i | $A_{st}/(b_w \cdot d)$ | 4 | < 0.02 ok |
| V_{Rdc} | | 1.410 | MN |
| V_{min} | $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ | 0.273 | |
| | | $V_{Rdcmin} < V_{Rdc} < V_{Rd,max}$ | |
| $V_{rdc,min}$ | $(V_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot d \cdot b$ | 1.387 | $< 0 < 22.809$ MN |
| v | $0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$ | 0.528 | |
| $V_{Rd,max}$ | $0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$ | 22.809 | MN |

Posúdenie 1.410 > 1.23 MN **vyhovuje**

Posúdenie záverného múrika

Príťaženie záverného múrika
brzdou silou

| | | |
|---|-----|-----|
| H | 64 | kN |
| N | 92 | kN |
| M | 116 | kNm |

| | | | | |
|----------|-------|-----|---------------|------|
| M_{ed} | 0.116 | MNm | γ_c | 1.5 |
| V_{ed} | 0.064 | MN | γ_s | 1.15 |
| M_k | 0 | MN | α_{cc} | 0.85 |

betón 30/37

| | | |
|------------|-----------------------------------|-----------|
| f_{ck} | | 30 MPa |
| $f_{cd} =$ | $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ | 17.00 MPa |
| f_{ctm} | | 2.9 MPa |

oceľ B500

| | | |
|------------|---------------------|---------|
| f_{yk} | | 500 MPa |
| $f_{yd} =$ | f_{yk} / γ_s | 435 MPa |

prierez

| | | |
|---------------|---------------|----------------------|
| h | | 0.5 m |
| d | | 0.429 m |
| b | | 1 m |
| $A =$ | $b * d$ | 0.429 m ² |
| $u =$ | $2 * (d + b)$ | 2.858 m |
| $t_{ef} =$ | A / u | 0.150 |
| \Rightarrow | $t_{ef} =$ | 0.143 m |

krytie

$$c = 50$$

pozdĺžna nosná výstuž

$$\phi_s = 14 \quad A_s = 0.000154 \text{ m}^2$$

šmyková výstuž

$$\phi_{st} = 14 \quad A_{st} = 0.000154 \text{ m}^2$$

výstuž na krútenie

$$\phi_k = 16 \quad A_{stK} = 0.000201 \text{ m}^2$$

$$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl} \quad 71 \text{ mm}$$

$$b_k = b - t_{ef} \quad 0.857 \text{ m}$$

$$h_k = d - t_{ef} \quad 0.286 \text{ m}$$

$$u_k = 2 * (h_k + b_k) \quad 2.286 \text{ m}$$

$$A_k = b_k * h_k \quad 0.245 \text{ m}^2$$

rameno vnútorných síl

$$z = 0.85d \quad 0.365 \text{ m}$$

$$\rho_{min} = 0.26 * f_{ctm} / f_{yk} \quad 0.0015 > 0.0013$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d \quad 0.00064 \text{ m}^2 \quad 6.44 \text{ cm}^2$$

$$x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd}) \quad 0.212 \text{ m}$$

$$A_{smax} = x_{Blim} / d * f_{cd} / f_{yd} \quad 0.01931 \text{ m}^2 \quad 193.12 \text{ cm}^2$$

$$x_B = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})} \quad 0.016 < x_{Blim} \quad 0.212 \text{ m} \quad \text{ok}$$

$$A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000 \quad 6.253 < A_{smin} \quad 6.44 \text{ cm}^2$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku

$$\theta = 40 \quad \tan \theta = 0.8391 \quad \cot \theta = 1.1918$$

$$\text{návrh} \quad n = 5 \quad \phi = 14 \quad s = 0.2 \text{ m}$$

$$A_{sprov} = 7.7 \text{ cm}^2 > 6.4 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

$$< 193.1 \text{ cm}^2$$

šmyková odolnosť prvkov bez šmykovej výstuže

$$V_{ed} = M_k / 2 / A_k * d + V_{ed} \quad 0.06 \text{ MN}$$

$$d = 0.429 \text{ m}$$

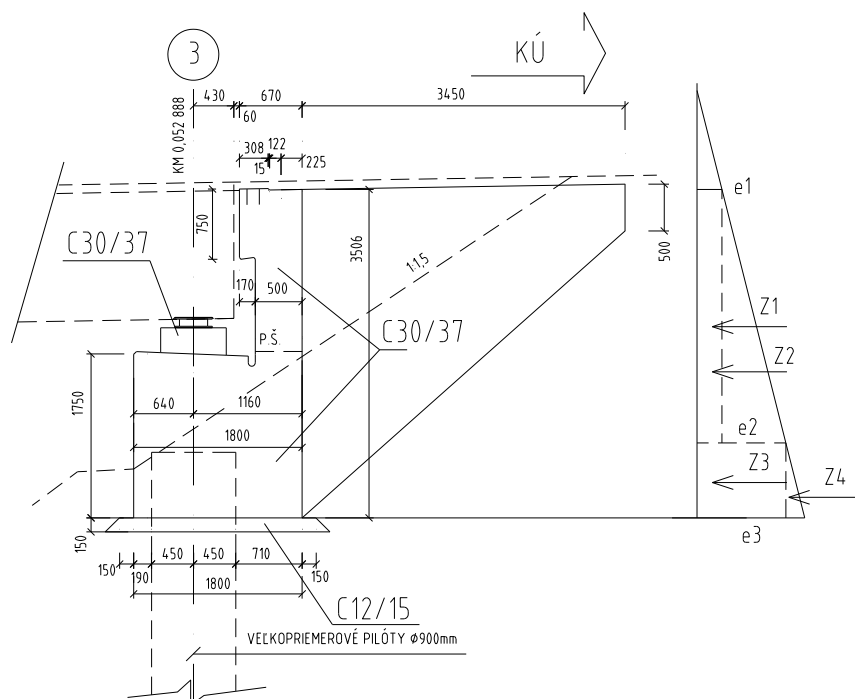
$$b = 1 \text{ m}$$

$$N_{ed} = 0.092 \text{ MN}$$

| | | | | |
|------------------|--|--------|-----------------|--|
| V_{Rdc} | $[C_{Rdc} * k * (100 * \rho_i * f_{ck})^{1/3} + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d$ | \geq | V_{Rdmin} | |
| kde | | | | |
| C_{Rdc} | $0.18 / \gamma_c$ | | 0.12 | |
| kh | $1 + (200/d)^{1/2}$ | | 1.683 | ≤ 2 |
| σ_{cp} | N_{ED} / A_c | | 0.21445 | $\leq 0.2 * f_{cd} = 3.40 \text{ MPa}$ |
| ρ_i | stupeň vystuženia pozdĺžnou výstužou | | | |
| ρ_i | $A_{st} / (b_w * d)$ | | 0.00179 | < 0.02 ok |
| V_{Rdc} | | | 0.174 MN | |
| V_{min} | $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$ | 0.419 | | |
| $V_{rdc,min}$ | $(V_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * d * b$ | | 0.194 | > 0.174 |
| v | $0.6 * (1 - f_{ck} / 250)$ | | 0.528 | |
| $V_{Rd,max}$ | $0.5 * b_w * d * v * f_{cd}$ | | 1.925 MN | |
| Posúdenie | | | 0.194 | $> 0.06 \text{ MN}$ vyhovuje |

8.2 Opora č.2

Priečný rez oporou č.2



Sily a momenty k osi VP pilót (opora 3)

Vlastná tiaž opory:

| | | G (kN) | ri (m) | M(kNm) |
|----|------------------|--------|--------|--------|
| G1 | 1.041 x 25 x 8.8 | 229 | 0,87 | 199 |

| | | | | |
|----------|-----------------------|------------------|------|-------------------|
| G2 | 3.16 x 25 x 8.8 | 695 | 0.26 | 181 |
| K1a2 | 6.91 x 0,65 x 25 x 2 | 225 | 2,46 | 554 |
| rímsa | 4.12 x 0,226 x 25 x 2 | 46.6 | 2,55 | 119 |
| zvodidlo | 0.6 x 4.12 x 2 | 4.90 | 2,55 | 12 |
| | | Σ 1201 kN | | Σ 1065 kNm |

Reakcie z hornej stavby na oporu č.3

| REAKCIE Z HORNEJ STAVBY | | [kN, kNm] | | | |
|--------------------------------|-------|-----------|-----|-----|------|
| číslo podpiery | | č.2 | | | |
| | | R | Hpr | Hpo | Mpr |
| vlt+sz | | 1603 | | | |
| vozovka x 1,4 vozovka x 0,8 | max | 314 | | | |
| | min | 179 | | | |
| Náhodilé zaťaž. TS | maxN1 | 1362 | | | 1878 |
| | minN1 | 0 | | | |
| Vratná sila | max | | | 516 | |
| | | | | | |
| Vietor | (-/+) | -26 | 63 | 41 | 0 |

Prit'azhenie od náhodilého zaťaženia a výpočet klopiacich momentov

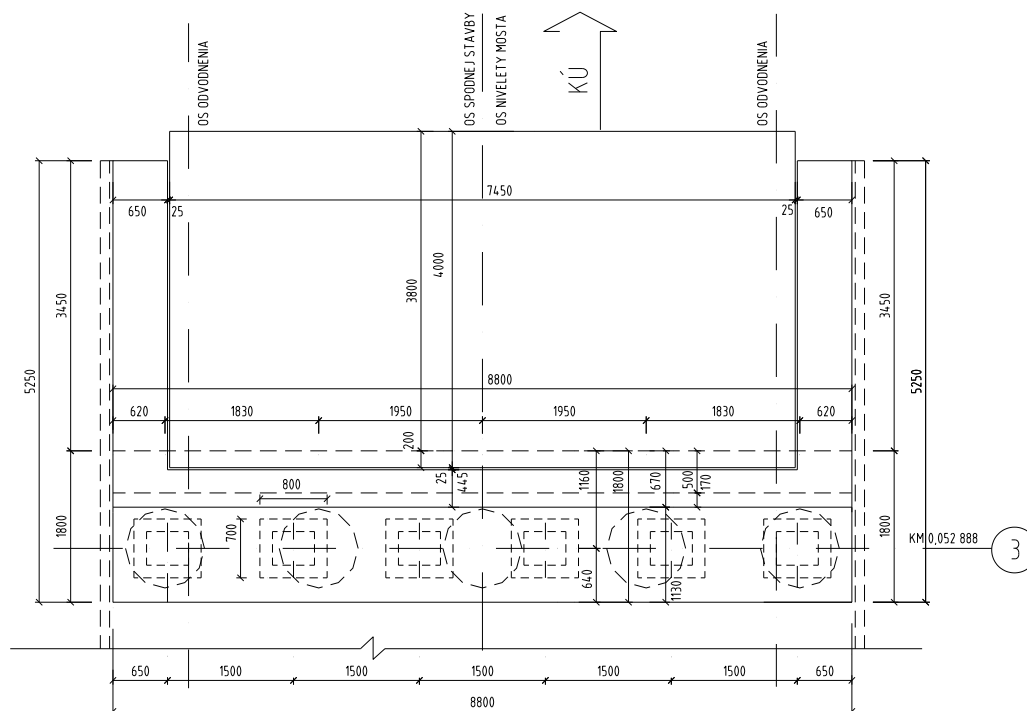
Charakteristické parametre zeminy: $\phi_k = 30^\circ$, $c = 5$, $\gamma_{zem} = 20 \text{ kN/m}^3$

$$k_{ah} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\phi_k}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{35}{2} \right) = 0.33$$

$$q_{eq} = \frac{(600+400+200+9 \cdot 3 \cdot 2,2) \cdot 0.9 + 2,5 \cdot 4,5 \cdot 2,2}{8,8 \cdot 2,2} = 66 \text{ kN/m}^2$$

$$h_n = \frac{q_{eq}}{\gamma} = \frac{66}{20} = 3,3 \text{ m}$$

Rozmiestnenie pilót:



| SILY V ÚROVNI LOŽÍSK –výpočtové hodnoty | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| č. podp. - komb. | N _{max} [kN] | N _{min} [kN] | H _{E,po} [kN] | H _{E,pr} [kN] |
| k1 | 4427 | 1782 | 479 | 0 |
| k2 | 3968 | 1782 | 464 | 0 |
| k3 | 4120 | 1782 | 774 | 0 |
| k4 | 4159 | 1743 | 0 | 95 |
| k5 | 4120 | 1782 | 24 | 0 |

Opora zemný tlak s nadvýšením

| | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--|--|-------------|-------------|-------------|
| h _{cel} = 3.55 m | | | Zať. Šírka b = 7.5 m | | | |
| | h _i | e _i h _i *20*0.33*1.35 | Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b | Σ Z (kN) | M1 (kNm) | M2 (kNm) |
| Z1 | 3.30 | 29.403 | -397 | | -357 | -1052 |
| Z2 | 1.80 | 45.44 | -108 | -505 | -65 | -254 |
| Z3 | 1.75 | 61.03 | -596 | | | -522 |
| Z4 | | | -102 | | | -60 |
| Spolu | | | -1203 | | -422 | -1888 |

Opora zemný tlak bez nadvýšenia

| | | | | | | |
|---------------------------|----------------|---|--|-------------|-------------|-------------|
| h _{cel} = 3.55 m | | | Zať. Šírka b = 7.5 m | | | |
| | h _i | e _i h _i *20*0.33*1.0 | Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b | Σ Z (kN) | M1 (kNm) | M2 (kNm) |
| Z1 | 0.00 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Z2 | 1.80 | 16.04 | -108 | -108 | -65 | -254 |
| Z3 | 1.75 | 23.43 | -211 | | | -185 |
| Z4 | | | -48 | | | -28 |
| Spolu | | | -367 | | -65 | -467 |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| h(m)= | | 2.00 | Gopory | | 1201 | kN | | |
| Výsledné hodnoty v základovnej škále pre zaťaženie LM1 (Súčinitele B) a výpočet najzaťaženejšej pilóty | | | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po} [kNm] | M _{Ed,pr} [kNm] | N _{edmax/pilótu} [kN] | N _{edmin/pilótu} [kN] |
| k1 | 6048 | 2983 | 1682 | 0 | 2949 | 2535 | 1474 | 751 |
| k2 | 5589 | 2983 | 1667 | 0 | 2911 | 1902 | 1317 | 734 |
| k3 | 5741 | 2983 | 1977 | 0 | 3534 | 2113 | 1369 | 740 |
| k4 | 5780 | 2944 | 1203 | 95 | 1986 | 2303 | 1397 | 735 |
| k5 | 5741 | 2983 | 1227 | 0 | 2034 | 2113 | 1369 | 740 |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| h(m)= | | 2.00 | Gopory | | 1201 | kN | | |
| Výsledné hodnoty v základovnej škále pre zaťaženie LM1 (kvázi-stále) | | | | | | | | |
| č. podp. - komb. | N _{Ed,max} [kN] | N _{Ed,min} [kN] | H _{Edc,po} [kN] | H _{Edc,pr} [kN] | M _{Ed,po,m ax} [kNm] | M _{Ed,pr,m ax} [kNm] | Nedmax/piló tu [kN] | Nedmin/piló tu [kN] |
| k1 | 3538 | 2983 | 883 | 0 | 1559 | 0 | 708 | 671 |

| | | | | | | | | |
|----|------|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| k4 | 3564 | 2957 | 367 | 63 | 528 | 126 | 726 | 667 |
| k5 | 3538 | 2983 | 367 | 0 | 527 | 0 | 708 | 671 |

Posúdenie veľkopriemerovej pilóty: $R_{max}=1,474\text{MN/pil}$

$R_{min}=0,667\text{MN/pil}$

$H_{max}=1,977\text{MN/5}=0,395\text{MN/pil}$

$M_{po}=3,534\text{MN/5}=0,707\text{MNm}$

Posouzení piloty

Vstupní data

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Součinitele EC2 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu




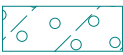
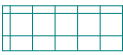

| Součinitele redukce zatížení (F) | | | |
|----------------------------------|--------------|------------|----------|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| | | Nepříznivé | Příznivé |
| Stálé zatížení : | $\gamma_G =$ | 1.35 [-] | 1.00 [-] |

| 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 pevná $S_r > 0.8$ |  | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 0.40 |
| 2 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 0.40 |
| 3 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | 24.00 | 20.00 | 21.00 | 0.35 |
| 4 | R5 |  | 26.00 | 25.00 | 21.00 | 0.30 |
| 5 | R4 pieskovce |  | 34.00 | 50.00 | 22.00 | 0.25 |
| 6 | R4 ílovce |  | 28.00 | 30.00 | 22.00 | 0.30 |

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 | Trieda F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | - | 3.00 | 21.00 | - | - |
| 2 | Trieda F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | - | 3.00 | 21.00 | - | - |
| 3 | Trieda F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | - | 6.00 | 21.00 | - | - |
| 4 | R5 |  | - | 40.00 | 21.00 | - | - |
| 5 | R4 pieskovce |  | - | 100.00 | 22.00 | - | - |
| 6 | R4 ílovce |  | - | 60.00 | 22.00 | - | - |

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

| Číslo | Název | Vzorek | Typ zeminy | n_h [MN/m ³] |
|-------|--|---|------------|-------------------------------|
| 1 | Trieda F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | soudržná | - |
| 2 | Trieda F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  | soudržná | - |
| 3 | Trieda F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  | soudržná | - |
| 4 | R5 |  | soudržná | - |
| 5 | R4 pieskovce |  | soudržná | - |
| 6 | R4 ílovce |  | soudržná | - |

Parametry zemin

Trieda F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnútorného trení : $\varphi_{ef} = 22.00^\circ$
Soudržnosť zeminy : $c_{ef} = 15.00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Modul pretvárnosti : $E_{def} = 3.00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

Trieda F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnútorného trení : $\varphi_{ef} = 22.00^\circ$
Soudržnosť zeminy : $c_{ef} = 15.00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Modul pretvárnosti : $E_{def} = 3.00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

Trieda F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 24.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 20.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.35 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 6.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

R5

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 21.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 26.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 25.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.30 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 40.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 21.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

R4 pieskovce

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 34.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 50.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.25 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 100.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 22.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

R4 ílovce

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha : | γ | = | 22.00 kN/m ³ |
| Úhel vnútorného trenia : | φ_{ef} | = | 28.00 ° |
| Soudržnosť zeminy : | c_{ef} | = | 30.00 kPa |
| Poissonovo číslo : | ν | = | 0.30 |
| Modul pretvárnosti : | E_{def} | = | 60.00 MPa |
| Obj.tíha sat.zeminy : | γ_{sat} | = | 22.00 kN/m ³ |
| Typ zeminy : | soudržná | | |

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0.90$ m

Délka $l = 13.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 0.00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.30$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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 $G = 12917.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B550

Mez kluzu $f_{yk} = 550.00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|------------|--|---|
| 1 | 3.40 | Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  |
| 2 | 1.10 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ |  |
| 3 | 1.20 | Třída F8, konzistence pevná $S_r > 0.8$ paleogen |  |
| 4 | 0.50 | R5 |  |
| 5 | 0.30 | R4 pieskovce |  |
| 6 | 1.50 | R4 ílovce |  |
| 7 | - | R4 ílovce |  |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN] | M_x [kNm] | M_y [kNm] | H_x [kN] | H_y [kN] |
|-------|----------|-------|---------------|----------|---------|-------------|-------------|------------|------------|
| | nové | změna | | | | | | | |
| 1 | ANO | | Zatížení č. 1 | Návrhové | 1474.00 | 0.00 | 707.00 | 395.00 | 0.00 |
| 2 | ANO | | Zatížení č. 2 | Užitné | 667.00 | 0.00 | 707.00 | 395.00 | 0.00 |

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 6.70 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 $N_c = 25.80$

Součinitel únosnosti $N_d = 14.72$

Součinitel únosnosti $N_b = 10.94$

Součinitel únosnosti $K_1 = 1.00$

Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 5601.36 \text{ kPa}$

Plocha příčného řezu piloty $A_p = 6.36E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 1.35 \text{ m}$

| Hĺbka [m] | Mocnosť [m] | φ_d [°] | c_{ud} [kPa] | γ [kN/m ³] | γR_2 [-] | f_s [kPa] | R_{si} [kN] |
|--------------|----------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|------------------|
| 3.10 | 3.10 | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 1.00 | 23.52 | 187.41 |
| 4.20 | 1.10 | 22.00 | 15.00 | 21.00 | 1.00 | 35.06 | 99.13 |
| 5.40 | 1.20 | 24.00 | 20.00 | 21.00 | 1.00 | 48.90 | 150.84 |
| 5.90 | 0.50 | 26.00 | 25.00 | 21.00 | 1.00 | 62.03 | 79.72 |
| 6.20 | 0.30 | 34.00 | 50.00 | 22.00 | 1.00 | 103.12 | 79.52 |
| 6.40 | 0.20 | 28.00 | 30.00 | 22.00 | 1.00 | 74.83 | 38.47 |
| 7.70 | 1.30 | 28.00 | 30.00 | 12.00 | 1.00 | 78.21 | 261.34 |
| 11.65 | 3.95 | 28.00 | 30.00 | 12.00 | 1.00 | 88.85 | 901.75 |

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

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

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1798.18$ kN

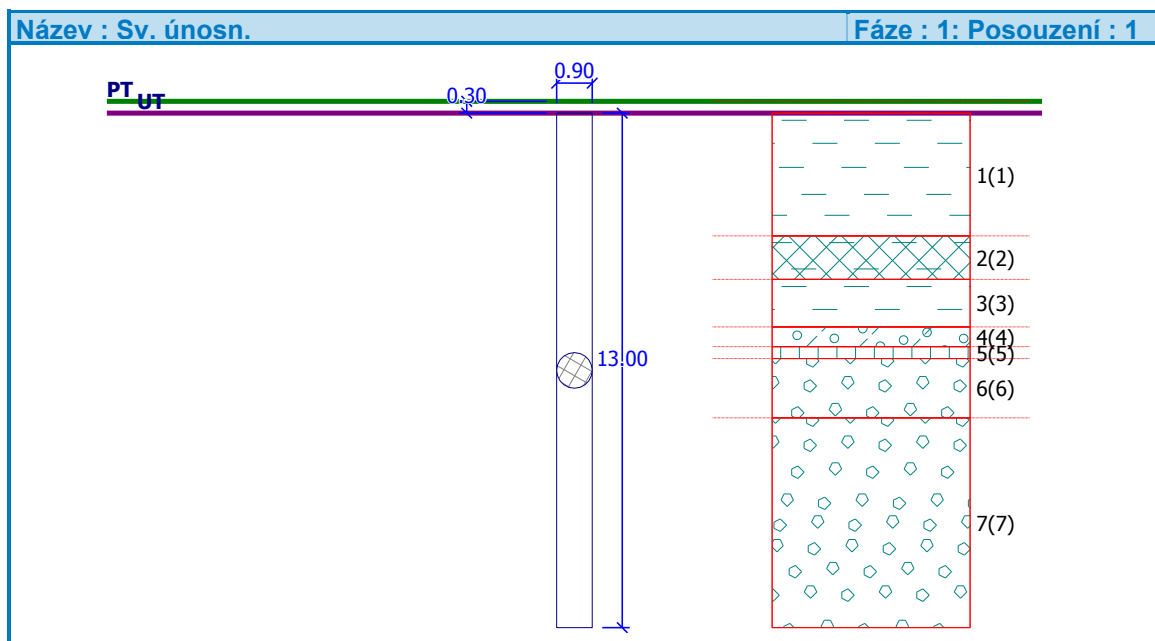
Únosnost piloty v patě $R_b = 3239.48$ kN

Únosnost piloty $R_c = 5037.67$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 1474.00$ kN

$R_c = 5037.67$ kN > 1474.00 kN = V_d

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE



Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 1 | 7.65 |
| 2 | 7.65 |

| Vrstva a číslo | E_s [MPa] |
|----------------------|----------------|
| 3 | 7.65 |
| 4 | 23.52 |
| 5 | 33.30 |
| 6 | 33.30 |
| 7 | 107.75 |

Druh piloty : zahloubená do stlač. podloží
Limitní sedání piloty $s_{lim} = 10.0$ mm

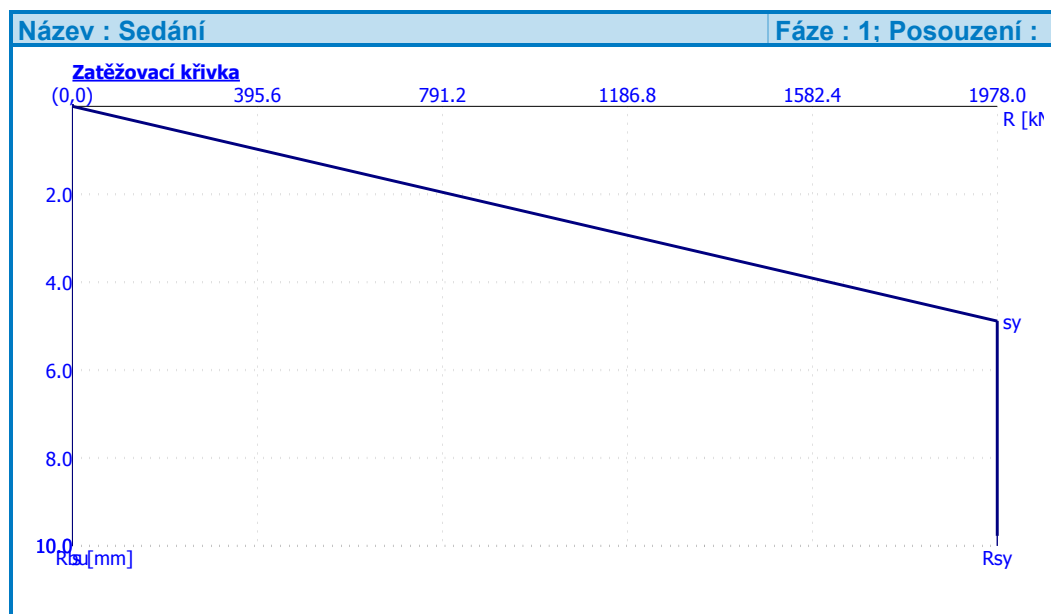
Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$
Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.20$
Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$
Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.92$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 1978.00$ kN
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.9$ mm
Celková únosnost $R_c = 1978.00$ kN
Maximální sednutí $s_{lim} = 9.8$ mm



Posouzení čís. 2

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Druh piloty : opřená o tuhé podloží
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 $C_v = 0.83$
Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = 2.41$
Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0.09$
Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.16$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.03$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$

Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.92$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 2367.15 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 17.7 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 2508.38 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Posouzení čís. 3

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Druh piloty : opřená o tuhé podloží

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Opravný součinitel tuhosti piloty $C_k = 0.96$

Opravný součinitel Poissonova čísla $C_v = 0.83$

Opravný součinitel tuhosti zeminy $C_b = 2.41$

Součinitel přenosu zat. nestl. piloty $\beta_0 = 0.09$

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.16$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.03$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$

Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.92$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 2367.15 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 17.7 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 2508.38 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Posouzení čís. 4

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Druh piloty : zahloubená do stlač. podloží

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.11$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.03$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1.00$

Korekční součinitel Poissonova čísla $R_v = 0.92$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 1978.00 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 14.8 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 1978.00 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

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

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 31.6 mm
 Max.posouvající síla = 395.00 kN
 Maximální moment = 805.80 kNm

Dimenzace výztuže:

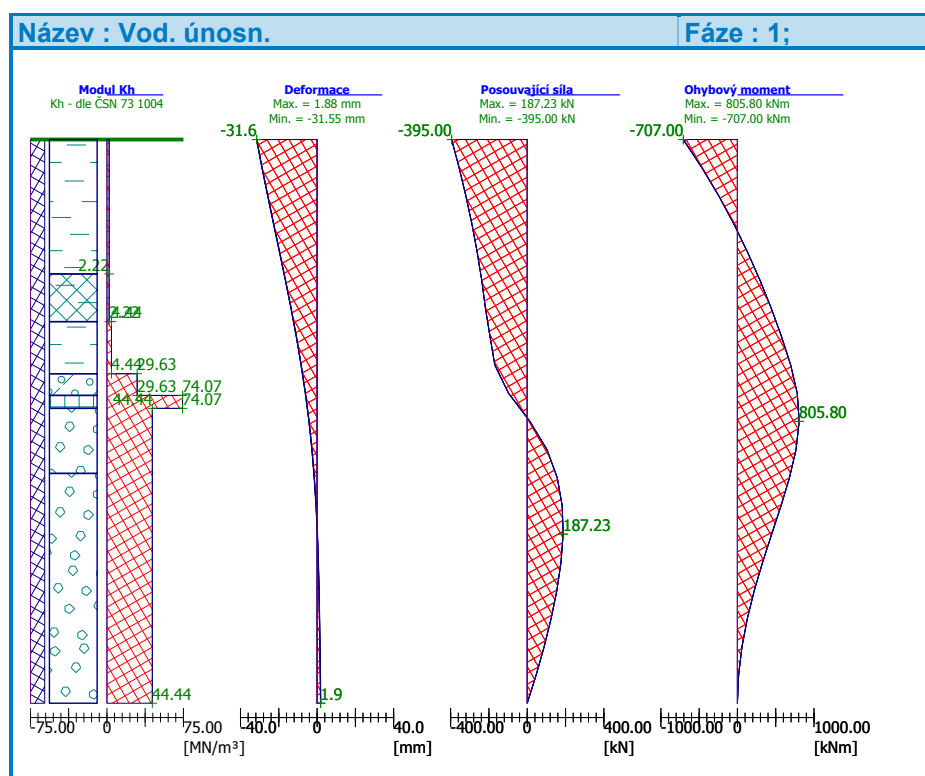
Vyztužení - 24 ks profil 28.0 mm; krytí 50.0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 2.323 \% > 0.432 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = -667.00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 805.80$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = -1936.68$ kN; $M_{Rd} = 2339.70$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE



ÚLOŽNÝ PRAH 1.75M

| | | |
|----------|-------|-----|
| M_{ed} | 1.123 | MNm |
| V_{ed} | 1.234 | MN |
| M_k | 0 | MN |

| | |
|---------------|------|
| γ_c | 1.5 |
| γ_s | 1.15 |
| α_{cc} | 0.85 |

betón 30/37

ocel' B500

| | | | | | |
|---|--|-----------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|
| f_{ck} | | 30 MPa | f_{yk} | | 500 MPa |
| $f_{cd} =$ | $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ | 17.00 MPa | $f_{yd} =$ | f_{yk} / γ_s | 435 MPa |
| f_{ctm} | | 2.9 MPa | | | |
| prierez | | | | | |
| h | | 2.9 m | | | |
| d | | 2.8235 m | | | |
| b | | 1.8 m | | | |
| $A =$ | $b * d$ | 5.0823 m ² | | | |
| $u =$ | $2 * (d + b)$ | 9.247 m | | | |
| $t_{ef} =$ | A / u | 0.550 | $>$ | $2a_s =$ | $0.153 < 1/3 * \min(b; d)$ |
| \Rightarrow | $t_{ef} =$ | 0.550 | m | | 0.60 0 |
| krytie | | | | $c =$ | 50 |
| pozdlžna nosná výstuž | | | $\phi_s =$ | 25 | $A_s =$ 0.000491 m ² |
| šmyková výstuž | | | $\phi_{st} =$ | 14 | $A_{st} =$ 0.000154 m ² |
| výstuž na krútenie | | | $\phi_k =$ | 0 | $A_{stk} =$ 0.000000 m ² |
| $a_s =$ | $c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$ | 76.5 mm | | | |
| $b_k =$ | $b - t_{ef}$ | 1.250 m | | | |
| $h_k =$ | $d - t_{ef}$ | 2.274 m | | | |
| $u_k =$ | $2 * (h_k + b_k)$ | 7.048 m | | | |
| $A_k =$ | $b_k * h_k$ | 2.843 m ² | | | |
| rameno vnútorných síl | | | | | |
| $z =$ | $0.85d$ | 2.400 m | | | |
| $\rho_{min} =$ | $0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$ | 0.0015 | $>$ | 0.0013 | |
| $A_{smin} =$ | $\rho_{min} * b * d$ | 0.00762345 m ² | | 76.23 cm ² | |
| $x_{Blim} =$ | $560 * d / (700 + f_{yd})$ | 1.393 m | | | |
| $A_{smax} =$ | $x_{Blim} / d * f_{cd} / f_{yd}$ | 0.01928071 m ² | | 192.8 1 cm ² | |
| $x_B =$ | $d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$ | 0.013 | $<$ | x_{Blim} | 1.393 m ok |
| $A_{sreq} =$ | $x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$ | 9.145 | $<$ | A_{smin} | 76.23 cm ² |
| potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku | | | | | |
| $\theta =$ | 40 | | $\tan \theta =$ | 0.8390996 | $\cot \theta =$ 1.1918 |
| | | | krút | pr sila | |
| $F_{tdl} =$ | $(T_{ED} / 2 / A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot \theta$ | | 0 | 1.471 MN | |
| $A_s =$ | $0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$ | | 0 | 16.91 cm ² | |
| A_{sM+Q} | 76.2 cm ² | | | | |
| návrh | $n =$ | 18 | ϕ | 25 | s 0.1 |
| | A_{sprov} | 88.38 cm² | $>$ | 76.2 cm ² | ok |
| | | | $<$ | 192.8 cm ² | |

Krídla na pri opore č.3

$$k_{ah} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi_k}{2} \right) = \tan^2 \left(45 - \frac{35}{2} \right) = 0.33, q_{eq} = \frac{(300+9*4,12)*0.9}{4,12} = 74 \text{ kN/m}^2$$

$$h_n = \frac{q_{eq}}{\gamma} = \frac{74}{20} = 3,7 \text{ m}$$

| Zemný tlak s nadvýšením na krídlo | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|--|--|-------------|-------------------------|
| h _{cel} = 3.50 m | | | Zať.š b = 3.45 (m) | | |
| | h _i | e _i h _i *20*0.33*1.35 | Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b | Σ Z (kN) | M ₂ (kNm) |
| Z1 | 3.70 | 32.967 | 61 | | 105 |
| Z2 | 0.50 | 37.42 | 263 | | 302 |
| | 3.00 | 64.15 | | 324 | |
| Spolu | | | 324 | | 407 |

| Zemný tlak bez nadvýšenia na krídlo | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|--|--|-------------|-------------------------|
| h _{cel} = 3.50 m | | | Zať.š b = 3.45 (m) | | |
| | h _i | e _i h _i *20*0.33*1.35 | Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b | Σ Z (kN) | M ₂ (kNm) |
| Z1 | 0.00 | 0 | 4 | | 7 |
| Z2 | 0.50 | 4.46 | 92 | | 106 |
| | 3.00 | 31.19 | | 96 | |
| Spolu | | | 96 | | 113 |

KRÍDLO -horizontálna výstuž-vertikálny moment

| | | | |
|-----------------|-----------|-----------------|------|
| M _{ed} | 1.794 MNm | γ _c | 1.5 |
| V _{ed} | 0.672 MN | γ _s | 1.15 |
| M _k | 0 MN | α _{cc} | 0.85 |

betón 30/37

| | | | |
|--|-----------|---|---------|
| f _{ck} | 30 MPa | f _{yk} | 500 MPa |
| f _{cd} = α _{cc} *f _{ck} /γ _c | 17.00 MPa | f _{yd} = f _{yk} /γ _s | 435 MPa |
| f _{ctm} | 2.9 MPa | | |

oceľ B500

prierez

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| h | 1.7 m | | |
| d | 1.6235 m | | |
| b | 0.65 m | | |
| A= b*d | 1.055275 m ² | | |
| u= 2*(d+b) | 4.547 m | | |
| t _{ef} = A/u | 0.232 | > 2a _s = 0.153 | < 1/3*min(b;d) 0.217 |
| ⇒ t _{ef} = | 0.217 m | | |

krytie

c = 50

| | | |
|---|----------------------|--|
| pozdĺžna nosná výstuž | φ _s = 25 | A _s = 0.000491 m ² |
| šmyková výstuž | φ _{st} = 14 | A _{st} = 0.000154 m ² |
| výstuž na krútenie | φ _k = 0 | A _{stK} = 0.000000 m ² |
| a _s = c+φ _{st} +0.5*φ _{sl} | 76.5 mm | |

| | | | | |
|---|--|-----------------|----------------|------------------------|
| $b_k =$ | $b - t_{ef}$ | 0.433 | m | |
| $h_k =$ | $d - t_{ef}$ | 1.407 | m | |
| $u_k =$ | $2 \cdot (h_k + b_k)$ | 3.680 | m | |
| $A_k =$ | $b_k \cdot h_k$ | 0.609 | m ² | |
| rameno vnútorných síl | | | | |
| $z =$ | $0.85d$ | 1.380 | m | |
| $\rho_{min} =$ | $0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ | 0.0015 | > 0.0013 | |
| $A_{smin} =$ | $\rho_{min} \cdot b \cdot d$ | 0.00158291 | m ² | 15.83 cm ² |
| $x_{Blim} =$ | $560 \cdot d / (700 + f_{yd})$ | 0.801 | m | |
| $A_{smax} =$ | $x_{Blim} / d \cdot f_{cd} / f_{yd}$ | 0.01928146 | m ² | 192.81 cm ² |
| $x_B =$ | $d - \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$ | 0.103 | < x_{Blim} | 0.801 m ok |
| $A_{sreq} =$ | $x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$ | 26.164 | > A_{smin} | 15.83 cm ² |
| potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku | | | | |
| $\theta =$ | 40 | $\tan \theta =$ | 0.8390996 | $\cot \theta =$ 1.1918 |

$$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$$

$$A_s = 0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$$

$$A_{sM+Q} = 26.2 \text{ cm}^2$$

| | | | | | | |
|-------|-------------|--------|-----------------|----|-------|---------------------------|
| návrh | $n =$ | 6.5 | ϕ | 25 | s | 0.1 m |
| | A_{sprov} | 31.915 | cm ² | > | 26.2 | cm ² ok |
| | | | | < | 192.8 | cm ² |

KRÍDLO -horizontálna výstuž-horizontálny moment (mimoriadne)

| | | | | |
|----------|-------|-----|---------------|------|
| M_{ed} | 0.803 | MNm | γ_c | 1.2 |
| V_{ed} | 0.296 | MN | γ_s | 1 |
| M_k | 0 | MN | α_{cc} | 0.85 |

betón 30/37

| | | | | | |
|------------|---------------------------------------|-------|----------|------------|-----------------------------|
| f_{ck} | 30 | MPa | f_{yk} | 500 | MPa |
| $f_{cd} =$ | $\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ | 21.25 | MPa | $f_{yd} =$ | f_{yk} / γ_s 500 MPa |
| f_{ctm} | 2.9 | MPa | | | |

oceľ B500

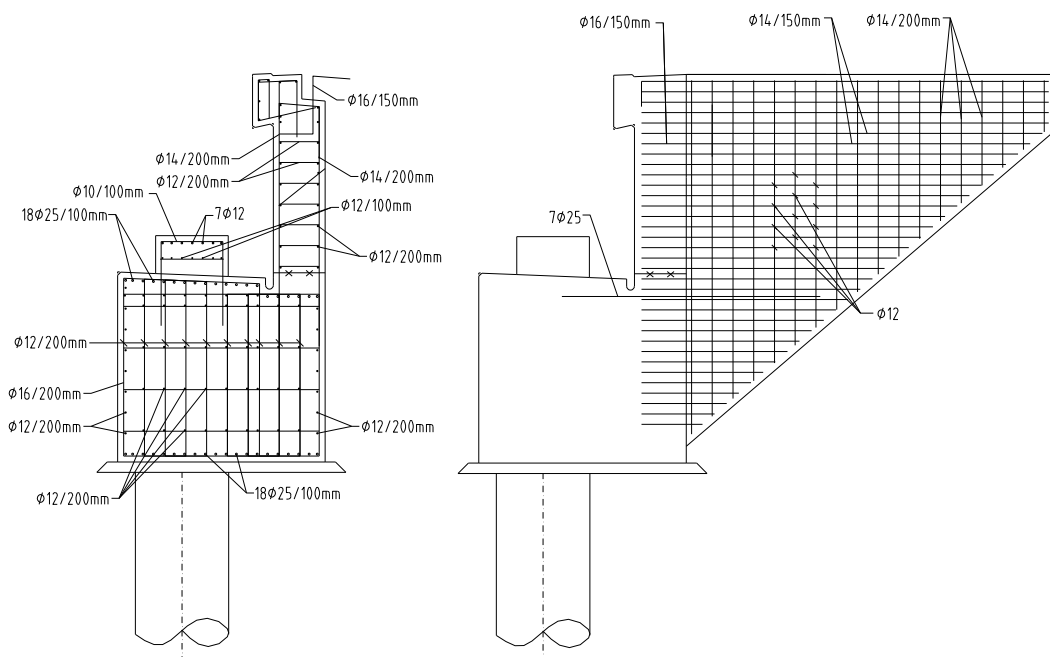
prierez

| | | | | | |
|-----------------------|-------------------|--------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| h | 0.65 | m | | | |
| d | 0.578 | m | | | |
| b | 2.5 | m | | | |
| $A =$ | $b \cdot d$ | 1.445 | m ² | | |
| $u =$ | $2 \cdot (d + b)$ | 6.156 | m | | |
| $t_{ef} =$ | A / u | 0.235 | > | $2a_s =$ 0.144 | < $1/3 \cdot \min(b; d)$ 0.193 |
| \Rightarrow | $t_{ef} =$ | 0.193 | m | | |
| krytie | | | | | |
| | | | $c =$ | 50 | |
| pozdĺžna nosná výstuž | | | | | |
| | | | $\phi_s =$ | 16 | $A_s =$ 0.000201 m ² |

| | | | | | |
|---|--|-----------------|--------------|-----------------|--------|
| šmyková výstuž | $\phi_{st} =$ | 14 | $A_{st} =$ | 0.000154 | m2 |
| výstuž na krútenie | $\phi_k =$ | 0 | $A_{stK} =$ | 0.000000 | m2 |
| $a_s =$ | $c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$ | 72 | mm | | |
| $b_k =$ | $b - t_{ef}$ | 2.307 | m | | |
| $h_k =$ | $d - t_{ef}$ | 0.385 | m | | |
| $u_k =$ | $2 \cdot (h_k + b_k)$ | 5.384 | m | | |
| $A_k =$ | $b_k \cdot h_k$ | 0.888 | m2 | | |
| rameno vnútorných síl | | | | | |
| $z =$ | $0.85d$ | 0.491 | m | | |
| $\rho_{min} =$ | $0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ | 0.0015 | > 0.0013 | | |
| $A_{smin} =$ | $\rho_{min} \cdot b \cdot d$ | 0.0021675 | m2 | 21.68 | cm2 |
| $x_{Blim} =$ | $560 \cdot d / (700 + f_{yd})$ | 0.270 | m | | |
| $A_{smax} =$ | $x_{Blim} / d \cdot f_{cd} / f_{yd}$ | 0.019852941 | m2 | 198.53 | cm2 |
| $x_B =$ | $d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$ | 0.027 | < x_{Blim} | 0.270 | m |
| | | | | | ok |
| $A_{sreq} =$ | $x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$ | 28.688 | > A_{smin} | 21.68 | cm2 |
| potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku | | | | | |
| $\theta =$ | 40 | $\tan \theta =$ | 0.8390996 | $\cot \theta =$ | 1.1918 |

$$\begin{aligned} F_{\text{tdl}} &= (T_{\text{ED}}/2/A_k * u_k + V_{\text{ed2}}) * \cot \theta \\ A_s &= 0.5 * (F_{\text{tdl}}/f_{\text{yd}}) / * 10000 \\ A_{\text{sM+Q}} &= 28.7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

| | | | | | | | |
|-------|--------------------|---------|--------|----|-------|------|----|
| návrh | n = | 16.6667 | ϕ | 16 | s | 0.15 | m |
| | A _{sprov} | 33.50 | cm2 | > | 28.7 | cm2 | ok |
| | | | | < | 198.5 | cm2 | |



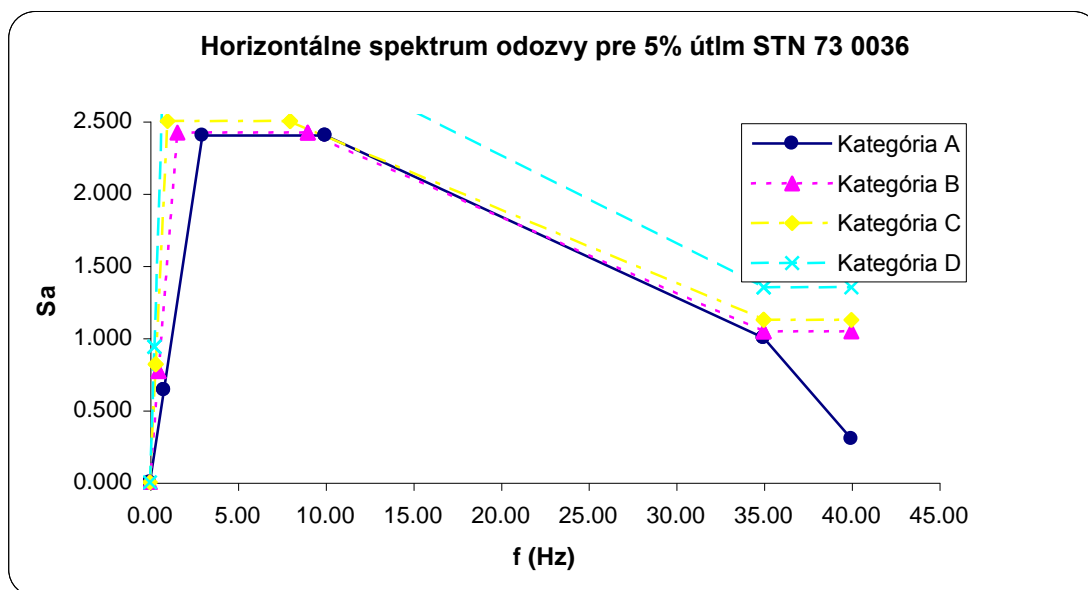
9. MIMORIADNE SEIZMICKÉ ZAŤAŽENIE

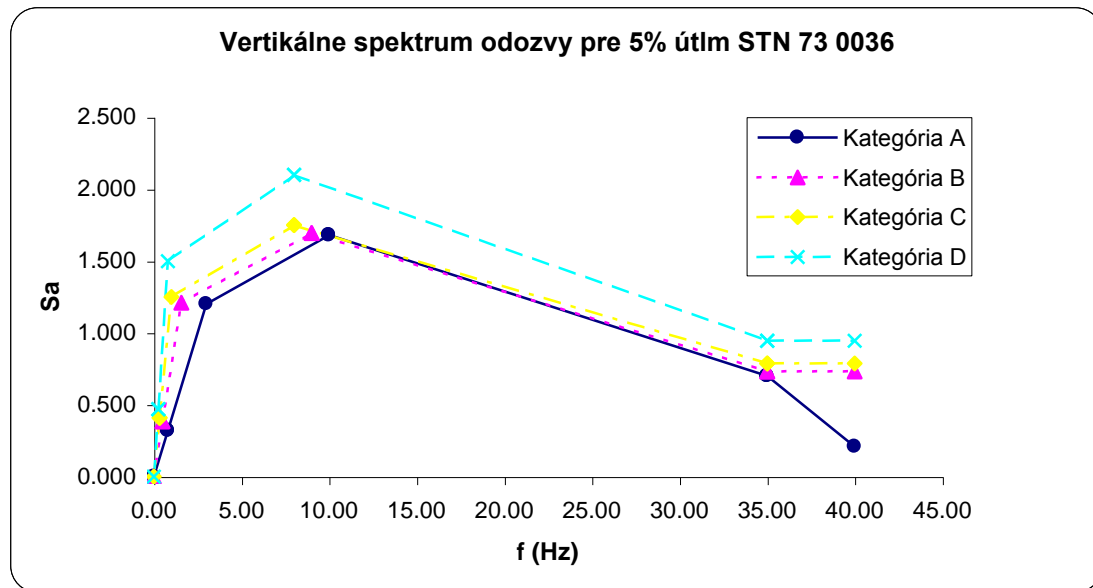
Výpočet bol robený na roštovom modeli v programe STRAP. Podopretie nad podperou č.2 je nahradené jedným radom ložísk v pozdĺžnom smere. Z modelu dostaneme reakcie na spodnú stavbu.

9.1 Seizmické zaťaženie

Základné parametre seizmickej analýzy:

| | |
|---|--------------------------------------|
| Spektrum odozvy | oblasť, Žilina |
| Lokalita | Lietavská Lúčka – Višňové |
| Kategória podložia | B |
| Hodnota ref. špičkového seizmické zrýchlenia | $a_{gR} = 0,67 \text{ m.s}^{-2}$ |
| Súčiniteľ významnosti konštrukcie pri zemetrasení | $\gamma_I = 1$ |
| Súčiniteľ správania | $q = 1,5$ |
| Metóda kombinácie odoziev čiastkových tvarov | SRSS (Square Root of Sum of Squares) |





Podľa literatúry [12], [14], [15], [20], [46],.... určíme $E_{Edx\ i,max}$, $E_{Edy\ i,max}$, $E_{Edz\ i,max}$ hľadaný výsledný účinok v i-tom bode matematickej MKP simulácie konštrukcie od seizmického účinku v príslušnom globálnom smere objektu (X,Y,Z)/modelu (X1, X2, X3), ako odmocninu zo súčtu štvorcov odoziev j vlastných tvarov.

$$E_{ED} = \sqrt{\sum_i^j (E_{i(j)})^2}$$

V anglickej literatúre je tento princíp pomenovaný ako (S)RSS –(Square) Root of Sum of Squares. Problém (+) znamienka produktu SRSS, čiže síl, momentov, výchyliek a reakcií je vyriešený vo vektorovej kombinácii odoziev.

Vektorové kombinácie nezávislých smerových účinkov:

Pre kombinácie s uvažovaním seizmických účinkov podľa [46] uvažujeme nasledovnú kombinačnú vektorovú schému seizmických odoziev pre určenie extrémnych silových účinkov ako odozvu na seizmické zaťaženie.

$$E_{Ed} = E_{EdX1} "+" 0.3 E_{EdX2} "+" 0.3 E_{EdX3}$$

$$E_{Ed} = 0.3 E_{EdX1} "+" E_{EdX2} "+" 0.3 E_{EdX3}$$

$$E_{Ed} = 0.3 E_{EdX1} "+" 0.3 E_{EdX2} "+" E_{EdX3}$$

X1, X2 sú globálne horizontálne súradnicové osi modelov a X3 je vertikálna súradnicová os MKP modelov.

9.2 Útlm konštrukcie – 5%

9.3 Súčiniteľ správania bol uvažovaný 1,5

9.4 Interakcia s podloží

Podložie bolo zaradené do triedy B, uvažované zrýchlenie podľa normy 0,67m/s,

| LOAD CASES LIST | | |
|-----------------|----------------|-----------------------------|
| no. | no. in results | name |
| 1 | 1 | vlastná tiaž |
| 2 | 2 | stále zatazenie bez vozovky |
| 3 | 3 | stále vozovka |
| 4 | 4 | RSS ,DIRECTION:X1 |
| 5 | 5 | RSS ,DIRECTION:X2 |
| 6 | 6 | RSS ,DIRECTION:X3 |

| COMBINATIONS TABLE | | | | | | |
|--------------------|----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Comb. | | | | | | |
| 1 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 1.00 | + 5 * 0.30 | + 6 * 0.30 |
| 2 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -1.00 | + 5 * 0.30 | + 6 * 0.30 |
| 3 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 1.00 | + 5 * -0.30 | + 6 * 0.30 |
| 4 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 1.00 | + 5 * 0.30 | + 6 * -0.30 |
| 5 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -1.00 | + 5 * -0.30 | + 6 * 0.30 |
| 6 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -1.00 | + 5 * 0.30 | + 6 * -0.30 |
| 7 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -1.00 | + 5 * -0.30 | + 6 * -0.30 |
| 8 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * 1.00 | + 6 * 0.30 |
| 9 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * -1.00 | + 6 * 0.30 |
| 10 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * 1.00 | + 6 * 0.30 |
| 11 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * 1.00 | + 6 * -0.30 |
| 12 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * -1.00 | + 6 * 0.30 |
| 13 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * -1.00 | + 6 * -0.30 |
| 14 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * -1.00 | + 6 * -0.30 |
| 15 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * 0.30 | + 6 * 1.00 |
| 16 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * 0.30 | + 6 * -1.00 |
| 17 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * 0.30 | + 6 * 1.00 |
| 18 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * -0.30 | + 6 * 1.00 |
| 19 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * 0.30 | + 6 * -1.00 |
| 20 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 0.30 | + 5 * -0.30 | + 6 * -1.00 |
| 21 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * -0.30 | + 6 * -1.00 |
| 22 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * 1.00 | + 5 * -0.30 | + 6 * -0.30 |
| 23 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * 1.00 | + 6 * -0.30 |
| 24 | 1 * 1.00 | + 2 * 1.00 | + 3 * 1.00 | + 4 * -0.30 | + 5 * -0.30 | + 6 * 1.00 |

9.5 Reakcie na pilier od seizmického zaťaženia

| ÚČINKY NA SPODNÚ STAVBU OD SEIZMICITY (kN) | | | | | | | |
|--|-----------------|--------|-----|-------------------|-----------------|-----|--------|
| číslo uloženia | Opora 1 | | | Opora3 | | | |
| | Rmax | Hpr | | Rmax | Hpr | | |
| 1 | 331 | | | 359 | | | |
| 2 | 160 | | | 235 | | | |
| 3 | 195 | 29 | | 248 | 41 | | |
| 4 | 190 | 29 | | 248 | 41 | | |
| 5 | 172 | | | 235 | | | |
| 6 | 287 | | | 359 | | | |
| číslo uloženia | Podpera 2 | | | | | | |
| | Rmax | Hpo | Hpr | | | | |
| 1 | 761 | -102 | | | | | |
| 2 | 646 | 41 | | | | | |
| 3 | 593 | 30 | 79 | | | | |
| 4 | 593 | 30 | 78 | | | | |
| 5 | 646 | 40 | | | | | |
| 6 | 761 | 102 | | | | | |
| číslo uloženia | Podpera 2 kom16 | | | číslo uloženia | Podpera 2 kom13 | | |
| | Rmax | Hpo | Hpr | | Rzod | Hpo | Hprmax |
| 1 | 761 | 0 | | 1 | 728 | 102 | |
| 2 | 646 | 9 | | 2 | 619 | 20 | |
| 3 | 593 | 12 | 23 | 3 | 571 | 9 | 79 |
| 4 | 593 | 11 | 24 | 4 | 571 | 15 | 78 |
| 5 | 646 | 14 | | 5 | 619 | 4 | |
| 6 | 761 | 40 | | 6 | 728 | 0 | |
| číslo uloženia | Podpera 2 kom2 | | | | | | |
| | Rzod | Hpomax | Hpr | | | | |
| 1 | 700 | 20 | | | | | |
| 2 | 596 | 36 | | | | | |
| 3 | 552 | 39 | 21 | | | | |
| 4 | 552 | 37 | 26 | | | | |
| 5 | 596 | 41 | | | | | |
| 6 | 700 | 72 | | | | | |

9.6 Dimenzačné hodnoty od seizmického zaťaženia

| h(m)= | 7.05 | Gpodp | 857.35 | kN | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Výsledné hodnoty v pracovnej škále pre Seizmicitu -pilier | | | | | | |
| č. podp. - komb. | NEd,max [kN] | NEd,min [kN] | HEdc,po [kN] | HEdc,pr [kN] | MEd,po,max [kNm] | MEd,pr,max [kNm] |
| k1 | 4553 | 4553 | 0 | 157 | 159 | 1107 |
| k2 | 4553 | 4553 | 0 | 0 | 159 | 0 |
| k3 | 857 | 857 | 0 | 0 | 30 | 0 |
| k4 | 857 | 857 | 0 | 0 | 30 | 0 |
| k5 | 857 | 857 | 0 | 0 | 30 | 0 |

| | | |
|-----------|-----|------|
| max a zod | 159 | 1107 |
| max a zod | 159 | 1107 |

| | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| h(m)= | 8.55 | Gpodp | 2261.35 | kN | | | | |
| Výsledné hodnoty v základovnej škále pre seizmické zaťaženie | | | | | | | | |
| č. podp. | NEd,max | NEd,min | HEdc,po | HEdc,pr | MEd,po,max | MEd,pr,max | Nedmax/pilótu | Nedmin/pilótu |
| - komb. | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kN] |
| k1 | 6765 | 6261 | -86 | -47 | -499 | -402 | 756 | 815 |
| k2 | 6461 | 5957 | -245 | -47 | -1869 | -402 | 578 | 760 |
| k3 | 6601 | 6097 | -150 | 157 | -1051 | 1342 | 848 | 785 |

Dimenzačné hodnoty síl od seizmického zaťaženia sú oveľa menšie, ako od statického – nie je nutné posudzovať.

10. POUŽITÉ NORMY A LITERATÚRA

STN EN 1990 Zásady navrhovania konštrukcií
 STN EN 1990/A1/AC2 Zásady navrhovania konštrukcií , Zmena A1, Oprava AC2
 STN EN 1991-2 Zaťaženie konštrukcií, časť 2. Zaťaženie mostov dopravou
 STN EN 1991-1-4 Zaťaženie konštrukcií , Zaťaženie vetrom
 STN EN 1991-1-5 Zaťaženie konštrukcií , Zaťaženie účinkami teploty
 STN EN 1992-1-7 Zaťaženie konštrukcií , Mimoriadne zaťaženia
 STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií , Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
 STN EN 1992-2 Navrhovanie betónových konštrukcií , Betónové mosty, navrhovanie, konštruovanie
 STN EN 1997-1 Navrhovanie geotechnických konštrukcií, Všeobecné pravidlá
 STN EN 1998-1 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť, Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre pozemné stavby
 STN EN 1998-2 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť
 Bilčík, Fillo, Benko, Halvoník Betónové konštrukcie

11. ZÁVER

Geometria nosnej konštrukcie a spodnej stavby je navrhnutá tak, aby boli splnené kritéria medznej únosnosti MSÚ a používateľnosti MSP konštrukcie.
 Mostný objekt 210 bol navrhnutý a posúdený na uvedené zaťaženia podľa platných noriem. V zmysle statického výpočtu vyhovuje.

Posúdenie stability vystužených násypov na stavbe "Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina".

Technická správa

Stavba: Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka Žilina

Miesto stavby: Žilinský kraj

Objekt stavby: Vystužené násypy v km: MSEW objektu SO 210

Stupeň PD: pre účely cenovej ponuky (ďalej len CP)

Ev. číslo: CHS_SK_1410

Objednávateľ: CHÉMIA - SERVIS, a.s.
Zadunajská cesta 10
851 01 Bratislava

Vypracoval: Ing. Branislav Špernoga
Budapeštianska 6, 040 13 Košice
tel.: +421 918 612 658
email: branislav.spernoga@gmail.com



| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Úvod..... | 3 |
| 2 | Východiskové podklady..... | 3 |
| 3 | Použité normy a predpisy pre navrhovanie, literatúra..... | 3 |
| 4 | Všeobecný popis navrhnutého technického riešenia..... | 4 |
| 5 | Technický výpočet a posúdenie | 4 |
| 6 | Záver..... | 4 |
| 7 | Príloha 1 | 5 |
| 7.2 | Stabilitná analýza MSEW pri objekte SO 210 | 6 |

1 Úvod

Predkladaná technická správa (ďalej len TS) sa zaoberá geotechnickou analýzou a následne statickým posúdením vystužených zemných násypov na stavbe " Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina ". V rámci hlavného objektu stavby sa pre účely CP riešil obj.: mechanicky stabilizovaná zemná stena (ďalej len MSEW) objektu SO 210.

Súčasťou TS je predbežná geotechnická analýza - statický výpočet, ktorý je uvedený v jej prílohovej časti.

2 Východiskové podklady

Projekt pre účely stavebného povolenia (ďalej len SP), dodal: CHÉMIA - SERVIS, a.s., Zadunajská cesta 10, 851 01 Bratislava, kontaktná osoba: Anton Meľo, Mgr., tel.: +421 914 340 240, email: melo@chemiaservis.sk.

3 Použité normy a predpisy pre navrhovanie, literatúra

- ❖ STN EN 1990 vrátane národnej prílohy (ďalej len NA); Zásady navrhovania konštrukcií,
- ❖ STN EN 1990/A1 vrátane národnej prílohy (ďalej len NA); Zásady navrhovania konštrukcií. Obsahuje prílohu A2 (použitie pre mosty) normy STN EN 1990,
- ❖ STN EN 1991-1-1 vrátane opravy (AC) z 06 – 2009, NA a zmeny NA (NA/Z1) z 04 – 2010; Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia – objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov,
- ❖ STN EN 1991-2 vrátane NA a opravy (AC) z 05 – 2010; Zaťaženia konštrukcií. Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou,
- ❖ STN EN 1997-1 vrátane NA a opravy (AC) z 09 – 2009; Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá,
- ❖ STN 73 1001 z 04 – 2010; Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb,
- ❖ STN 73 1001 1987 – 2010; Zakladanie stavieb. Základová pôda pod plošnými základmi (v súčasnosti už neplatná, v plnom rozsahu nahradená normou „STN 73 1001 z 04 – 2010; Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb“),
- ❖ STN 73 6114; Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie,
- ❖ STN 72 1001 z 04 – 2010; Klasifikácia zemín a skalných hornín,
- ❖ STN 73 6133 z 04 – 2010; Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií,
- ❖ STN 73 6190; Statická zaťažovacia skúška podložia a podkladných vrstiev vozoviek,
- ❖ TP 3/2009 – Technické podmienky. Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek s účinnosťou od 03/08/2009. Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií SR. Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií,
- ❖ TNŽ 73 6312 – Technická norma železníc; Navrhovanie konštrukčných vrstiev podvalového podložia,
- ❖ Dodatek TP 170 – Technické podmienky. Navrhovanie vozoviek pozemných komunikácií s účinnosťou od 01/09/2010. Ministerstvo dopravy ČR. Odbor silniční infrastruktury,
- ❖ Technická dokumentácia k produktu Miragrid Tencate (www.chemiaservis.sk),

Ing. Branislav Špernoga

Technické výpočty a analýzy inžinierskych a pozemných stavieb, technická podpora pre návrh a optimalizáciu geosyntetických materiálov

4 Všeobecný popis navrhnutého technického riešenia

Mechanicky spevnené, resp. vystužené násypy diaľničného privádzača D1 Lietavská Lúčka - Žilina, sú vo všetkých riešených úsekoch navrhnuté ako zemné telesá stabilizované geosyntetickou (ďalej len GSY) výstužou.

MSEW objektu SO 210 bola navrhnutá z betónových tvaroviek a jednoosových HDPE geomreží s dlhodobou pevnosťou v ťahu 19.01 kN/m.

Materiálom pre samotné násypové teleso má byť podľa dodaných podkladov štrk ílovitý - G5/GC s týmito parametrami: $\phi_{ef} = 26^\circ$, $c_{ef} = 5$ kPa, $\gamma = 20.50$ kN/m³.

Podložie riešených násypov bolo uvažované podľa dodaných podkladov z inžiniersko-geologického prieskumu. Tvoria ho prevažne kamenito-ílovité/ílovito-kamenité sute zatriedené ako zemina triedy F2/CG - íl štrkovitý (tuhá až tuho-pevná konzistencia), resp. G5/GC - štrk ílovitý, alebo zeminy triedy F6/CL, CI tuhej až pevnej konzistencie.

5 Technický výpočet a posúdenie

Stabilitná analýza násypov bola vykonaná numerickou metódou DLO (Discontinuity Layout Optimization; plasticitná metóda s využitím Mohr - Coulombovho modelu materiálu pre zeminy, resp. jeho zjednodušených foriem (Tresca) v prípade modelovania vrstiev vozoviek, betónu atď.).

Predbežné výsledky výpočtov sú komplexne uvedené v prílohe 1.
V častiach prílohy sú spracované:

- ✚ parametre zemín a výstužnej geosyntetiky (ďalej len GSY) použitých pre výpočet,
- ✚ posúdenie objektu z hľadiska stability

6 Záver

Na základe vykonanej analýzy konštatujem, že navrhnuté riešenia možno z hľadiska stability a mechanickej odolnosti konštrukcií násypov, v zmysle kritérií príslušných technických noriem pre navrhovanie, klasifikovať ako vyhovujúce.

Zároveň však upozorňujem na skutočnosť, že uvedené konštatovanie sa týka stavu, ktorý je adekvátny dostupným podkladom pre analýzu. Pre účely realizácie stavby musí byť nevyhnutne doložená detailná geotechnická analýza násypov, ktorá musí vychádzať z:

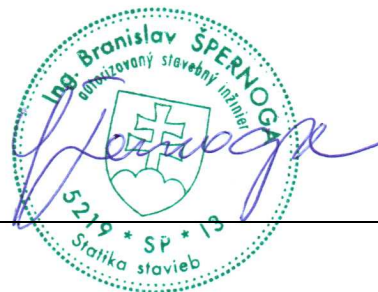
- ✚ podkladov s detailnou špecifikáciou, vlastnosťami a zatriedením zemín, z ktorých budú násypy postavené,
- ✚ podrobného inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu podložia plánovaných objektov, ktorý musí okrem iného obsahovať jednoznačné stanovisko geológov ohľadne potenciálnych zosuvov územia pod plánovanou trasou cestnej komunikácie.

Vzhľadom na uvedené skutočnosti je reálne a opodstatnené očakávať rozdiely medzi konečným návrhom daných konštrukcií a medzi návrhom, ktorý je predmetom posúdenia v tejto správe.

V Košiciach 14.05.2014, vypracoval: Ing. Branislav Špernoga

Ing. Branislav Špernoga

Technické výpočty a analýzy inžinierskych a pozemných stavieb, technická geosyntetických materiálov



Upozornenie

Tento technický výpočet je vyhotovený pre účely CP predmetnej stavby. Žiadny z výsledkov, alebo záverov tohto výpočtu nesmie byť zovšeobecnený a použitý pre účely projektovej dokumentácie iných, ani podobných objektov bez predchádzajúceho súhlasu autora tohto výpočtu, alebo inej osoby – autorizovaného stavebného inžiniera.

7 Príloha 1

7.1 Parametre zemín použité vo výpočte, parametre GSY výstuže

| G5/GC - štrk ílovitý, zhutnený (STN 72 1001; 04/2010); zemina násypu - predpoklad | | | | |
|--|----------------|---|-------|-------------------|
| Objemová tiaž: | γ | = | 20.50 | kN/m ³ |
| Poissonovo číslo: | ν | = | 0.30 | |
| Uhol vnútorného trenia: | φ_{ef} | = | 26.00 | ° |
| Súdržnosť zeminy: | c_{ef} | = | 5.00 | kPa |
| Obj. tiaž sat. zeminy : | γ_{sat} | = | 22.30 | kN/m ³ |

| F2/CG - íl štrkovitý, tuhý (STN 72 1001; 04/2010); zemina podložia - predpoklad | | | | |
|--|----------------|---|-------|-------------------|
| Objemová tiaž: | γ | = | 19.70 | kN/m ³ |
| Poissonovo číslo: | ν | = | 0.35 | |
| Uhol vnútorného trenia: | φ_{ef} | = | 19.70 | ° |
| Súdržnosť zeminy: | c_{ef} | = | 6.00 | kPa |
| Obj. tiaž sat. zeminy : | γ_{sat} | = | 20.20 | kN/m ³ |

| F6/CI, CL - íl s nízkou až strednou plasticitou, tuhý (STN 72 1001; 04/2010); zemina podložia - predpoklad | | | | |
|---|----------------|---|-------|-------------------|
| Objemová tiaž: | γ | = | 20.70 | kN/m ³ |
| Poissonovo číslo: | ν | = | 0.40 | |
| Uhol vnútorného trenia: | φ_{ef} | = | 17.60 | ° |
| Súdržnosť zeminy: | c_{ef} | = | 8.00 | kPa |
| Obj. tiaž sat. zeminy : | γ_{sat} | = | 20.90 | kN/m ³ |

Pozn.: parametre zemín je nutné chápať ako parametre redukované v zmysle návrhového postupu 3 normy STN EN 1997-1/NA.

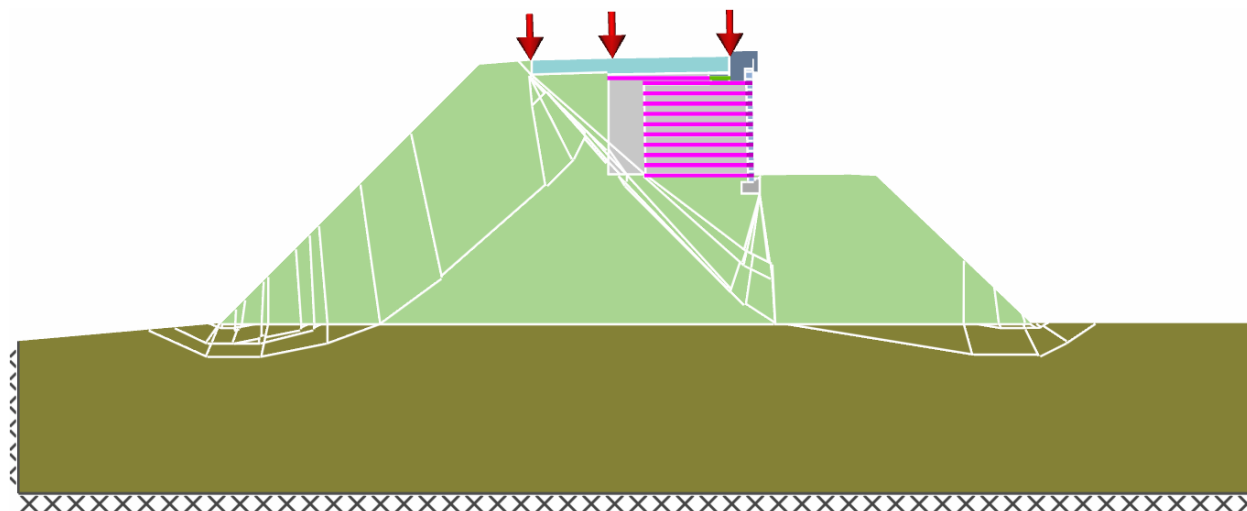
GSY výstuž

- dlhodobá pevnosť jednoosovej HDPE mreže pre životnosť 120 rokov: 19.01 kN/m

Ing. Branislav Špernoga

Technické výpočty a analýzy inžinierskych a pozemných stavieb, technická podpora pre návrh a optimalizáciu geosyntetických materiálov

7.2 Stabilitná analýza MSEW pri objekte SO 210_TW-1

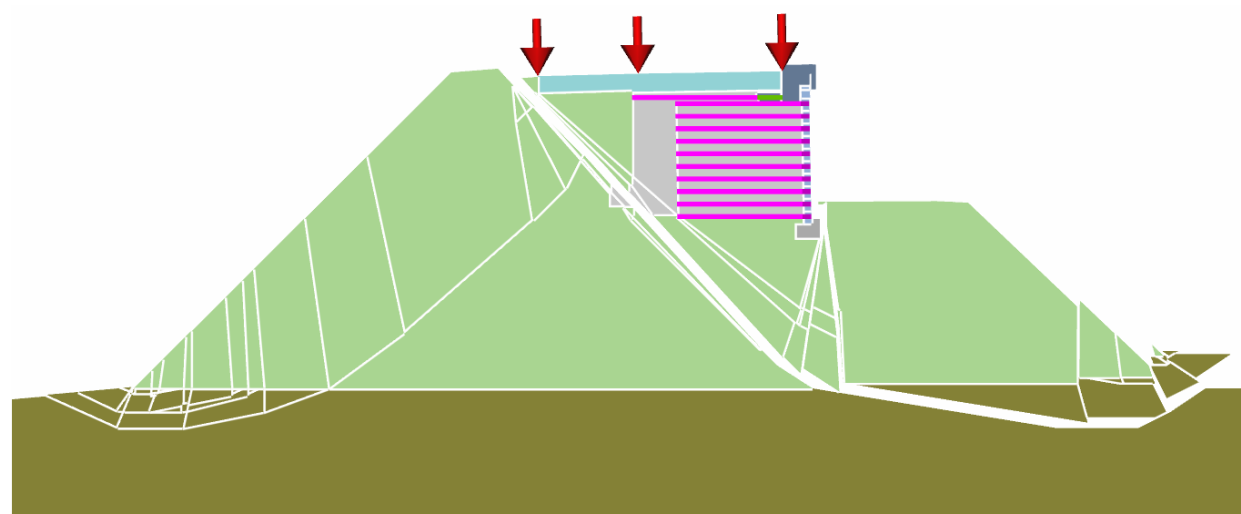


Output

Diagnostic information messages: 2

Solving problem containing 2983 nodes at 13:20:47 on po 6 2 2014...

| Scenario | Partial factors | Adequacy on load |
|----------|-----------------|------------------|
| 1 | Unity | 1.594 |



Output

Diagnostic information messages: 2

Solving problem containing 2983 nodes at 13:20:47 on po 6 2 2014...

| Scenario | Partial factors | Adequacy on load |
|----------|-----------------|------------------|
| 1 | Unity | 1.594 |

Obr. 5 Posúdenie stability MSEW pri objekte SO 210. GSY HDPE výstuž s dlhodobou pevnosťou 19.01 kN/m (120 rokov). Stupeň stability $FS = 1.594 \geq 1.00 \Rightarrow$ **konštrukcia vyhovuje!**

Ing. Branislav Špernoga

Technické výpočty a analýzy inžinierskych a pozemných stavieb, technická podpora pre návrh a optimalizáciu geosyntetických materiálov