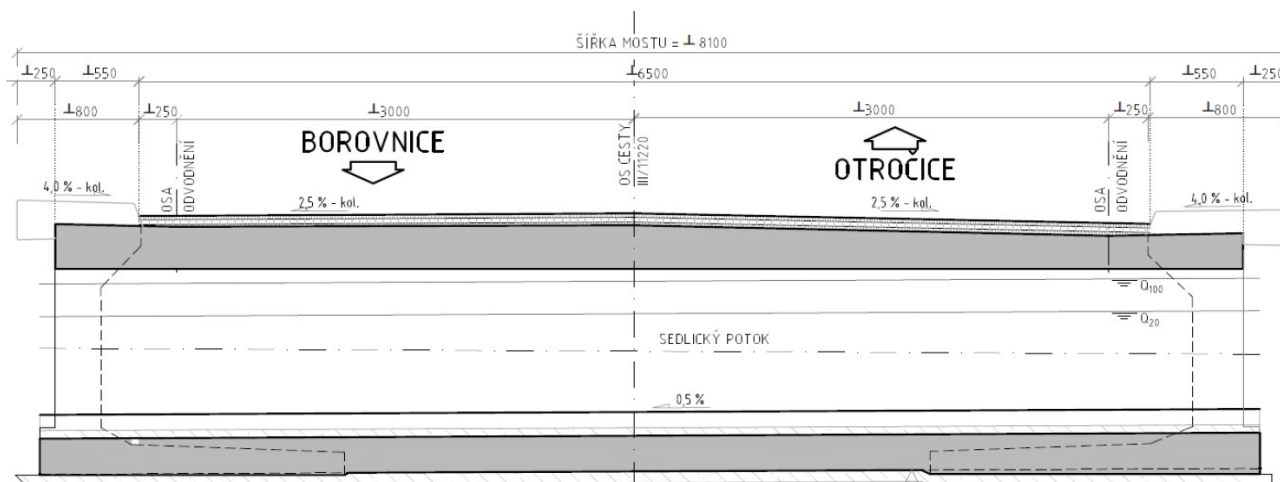
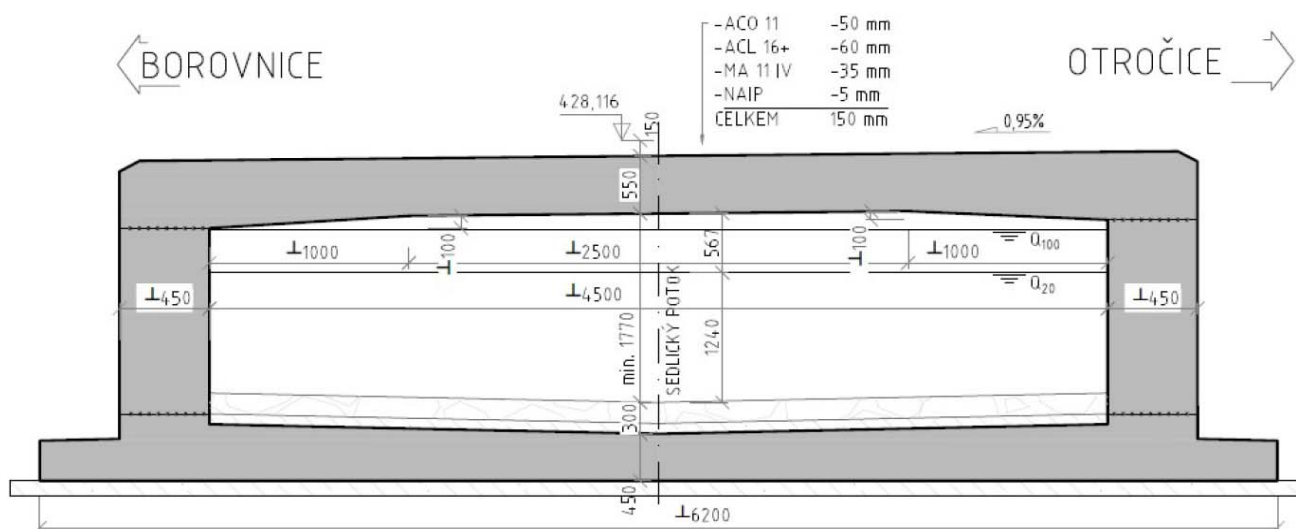


11220-2 - Most přes Sedlický potok

1. GEOMETRIE MOSTU



Obr. Příčný řez mosta



Obr. Podélný řez mosta

1.1 HLAVNÍ PARAMETRY NOSNÉ KONSTRUKCE

$L_{NK} := 1.00\text{m}$	• délka rámu
$B_{NK} := 8.52\text{m}$	• šířka rámu

1.2 PŘÍČNÝ ŘEZ

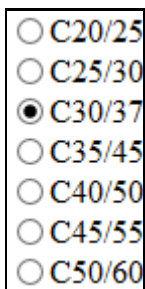
$H_N := 3.1\text{m}$	• výška rámu
$h_{N.s} := 450\text{mm}$	• tloušťka stěny rámu
$h_{N.d.d} := 450\text{mm}$	• tloušťka dolní desky rámu
$h_{N.d.h.1} := 550\text{mm}$	• tloušťka horní desky rámu
$h_{N.d.h.2} := 650\text{mm}$	• tloušťka horní desky rámu v místě náběhu

1.3 VOZOVKA

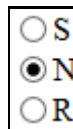
$\gamma_{voz} := 24\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$	• objemová tíha vozovky
$h_{voz} := 150\text{mm}$	• tloušťka vozovky
$B_{voz} := 6.5\text{m}$	• šířka vozovky od svodidla po svodidlo

2. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY KONSTRUKCE**2.1 BETON**

Beton NK:



Třída cementu:



$\gamma_{bet} := 25\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$	• objemová tíha betonu
$\gamma_{bet.wet} := 26\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$	• objemová tíha mokrého betonu
$\mu_c := 0.2$	• poissonov součinitel betonu bez porušení trhlinami
$\gamma_c := 1.5$	• součinitel materiálu pro MSÚ - trvalá a dočasná návrhová situace
$\gamma_{c.M} := 1.2$	• součinitel materiálu pro MSÚ - mimořádná návrhová situace
$\gamma_{c.S} := 1.35$	• součinitel materiálu pro MSÚ - seizmická návrhová situace
$\alpha_{cc} := 0.85$	• koeficient zohledňující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost betonu a nepříznivé účinky ze způsobu zatížení
$\alpha_{ct} := 1.0$	• koeficient zohledňující dlouhodobé účinky na tahovou pevnost betonu a nepříznivé účinky ze způsobu zatížení
$\alpha_{cT} := 1 \cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1}$	• součinitel teplotné délkové roztažnosti betonu
$k_1 := 0.85$	
$t_s := 3 \cdot \text{day}$	• doba ošetřování betonu
$t_\infty := 36500 \cdot \text{day}$	• návrhová životnost mostné konstrukce
$t_{fat} := 365 \text{day}$	• čas t v okamžiku působení cyklického zatížení
$t_{0.1} := t_s = 3 \cdot \text{day}$	• věk betonu ve dnech kdy začíná působit dlouhodobé zatížení
$t_{0.2} := 45 \text{day}$	• věk betonu v dířoch kdy začíná působit dlouhodobé zatížení
$t := t_s, t_s + 1 \text{day} .. t_\infty$	• věk betonu v uvažovaném času t



$$f_{ck,1} = 30.00 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{cm,1} = 38.00 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ctk0.05,1} = 2.00 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ctk0.95,1} = 3.80 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ctm,1} = 2.90 \cdot \text{MPa}$$

$$E_{cm,1} = 32.00 \cdot \text{GPa}$$

$$G_{c,1} := \frac{E_{cm,1}}{2 \cdot (1 + \mu_c)} = 13.33 \cdot \text{GPa}$$

$$f_{cd,1} = 17.00 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ctd,1} = 1.33 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{cd,1,M} = 21.25 \cdot \text{MPa}$$

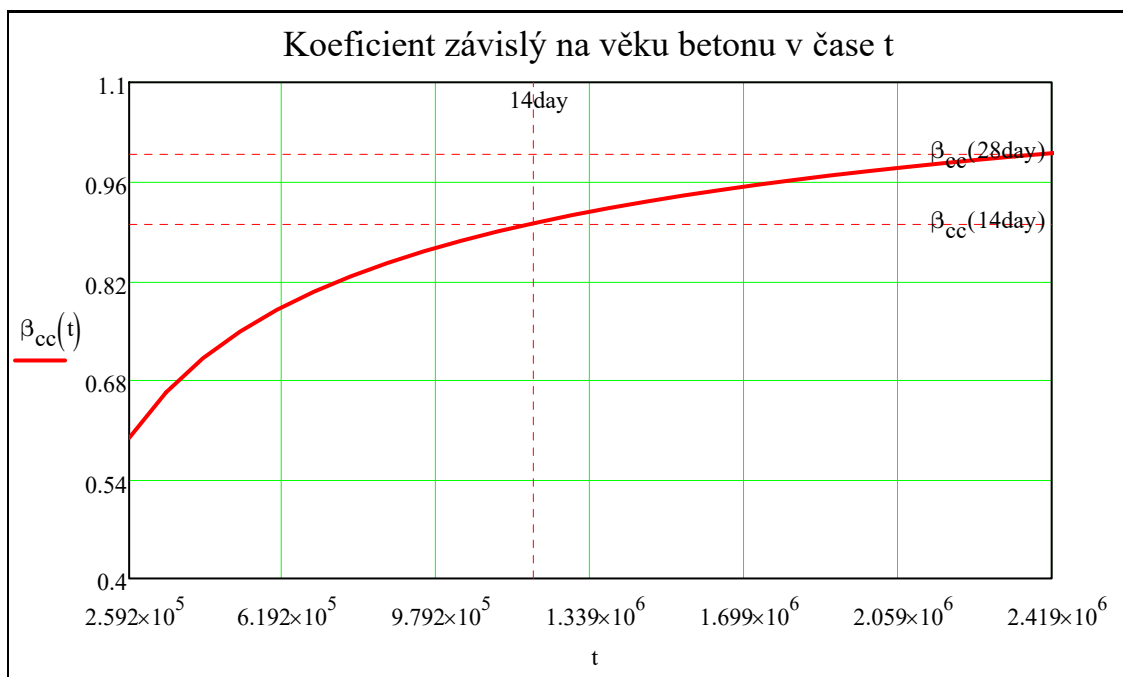
$$f_{ctd,1,M} = 1.67 \cdot \text{MPa}$$

$$s = 0.25$$

$$\beta_{cc}(t) := e^{\left[s \cdot \left[1 - \left(\frac{28 \text{ day}}{t} \right)^{0.5} \right] \right]}$$

- char. pevnost betonu v tlaku
- průměrná hod. pevnosti betonu v tlaku
- pevnost betonu v tahu pro 5% kvantil
- pevnost betonu v tahu pro 95% kvantil
- průměrná hod. pevnosti betonu v tahu
- sečnicový modul pružnosti betonu - pro krátkodobé zatížení
- smykový modul pružnosti betonu
- návr. pevnost betonu v tlaku - MSÚ-T/D
- návr. pevnost betonu v tahu - MSÚ-T/D
- návr. pevnost betonu v tlaku - MSÚ-M
- návr. pevnost betonu v tahu - MSÚ-M
- koeficient závislý na druhu cementu

- koeficient závislý na věku betonu v čase t



$$\beta_{cc}(t_{fat}) = 1.20$$

- koeficient závislý na věku betonu v okamžiku působení cyklického zatížení

$$f_{cd,fat,1} := k_1 \cdot \beta_{cc}(t_{fat}) \cdot f_{cd,1} \cdot \left(1 - \frac{f_{ck,1}}{250 \text{ MPa}} \right) = 15.24 \cdot \text{MPa}$$

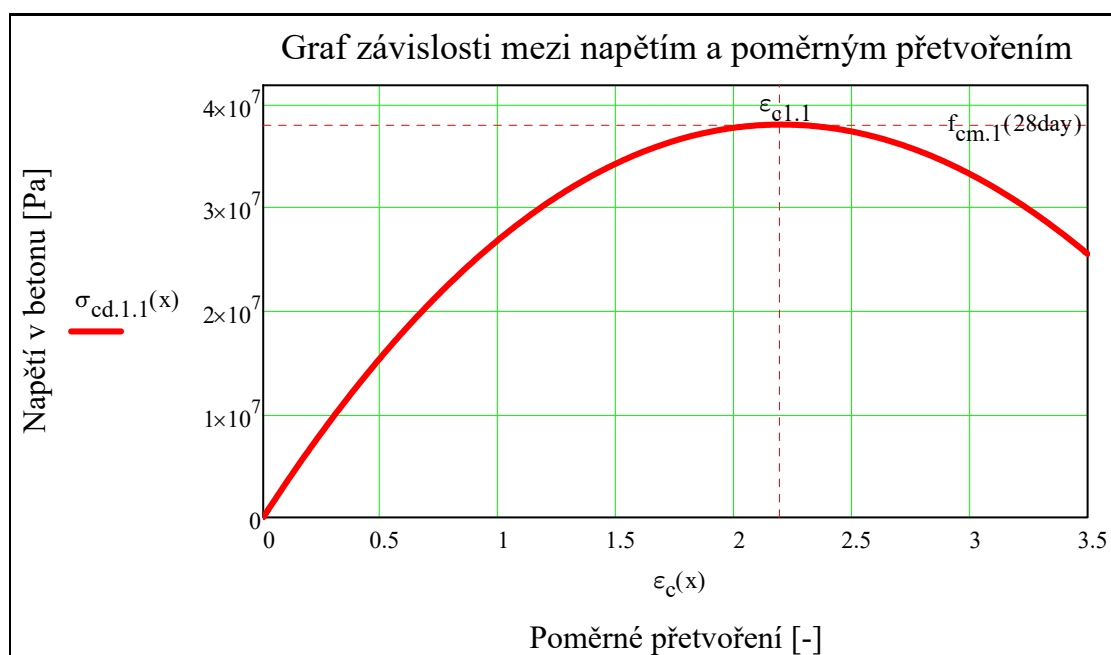
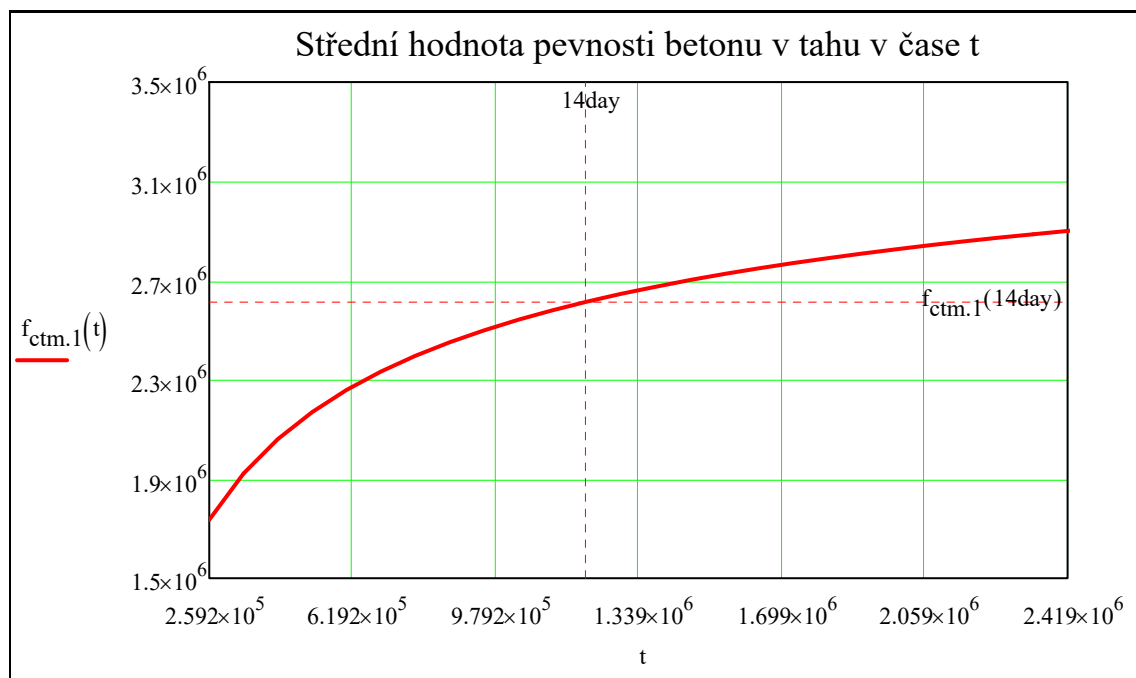
- návrhová hodnota únavové pevnosti betonu

$$f_{ctm,1}(t) := \beta_{cc}(t) \cdot f_{ctm,1}$$

- střední hodnota pevnosti betonu v tahu v čase t

$$f_{ctd,1}(t) := \alpha_{ct} \cdot 0.7 \cdot \frac{f_{ctm,1}(t)}{\gamma_c}$$

- návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu v čase t



2.2 VÝZTUŽ

Výztuž:

- ☐ B420B
- ☐ B500A
- ☒ B500B
- ☐ B550A
- ☐ B550B

$$\gamma_{vys} := 78.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\mu_s := 0.3$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$\gamma_{s.M} := 1.0$$

$$\gamma_{s.S} := 1.1$$

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

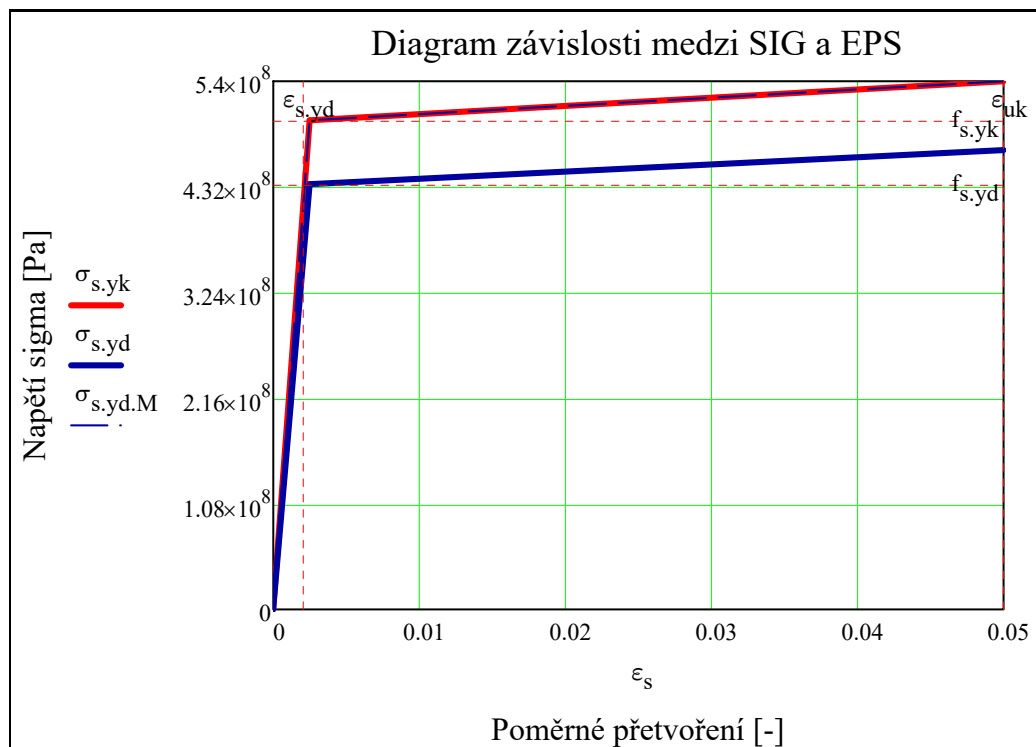
- objemová tíha betonářské ocele
- poissonov součinitel betonářské ocele
- součinitel materiálu
- součinitel materiálu pro mimořádné návrhové situace
- součinitel materiálu pro seizmické návrhové situace
- modul pružnosti ocele

$$G_s := \frac{E_s}{[2 \cdot (1 + \mu_s)]} = 76.92 \cdot \text{GPa} \quad \bullet \quad \text{smykový modul pružnosti ocele}$$

$$\alpha_{sT} := 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1} \quad \bullet \quad \text{součinitel teplotné délkové roztažnosti}$$



$f_{s.tk} = 540 \cdot \text{MPa}$	• charakteristická hodnota pevnosti v tahu betonářské výztuže
$f_{s.yk} = 500 \cdot \text{MPa}$	• charakteristická pevnost betonářské výztuže - meza klzu
$f_{s.yd} = 434.78 \cdot \text{MPa}$	• návrhová pevnost betonářské výztuže pro MSU-T/D
$\varepsilon_{s.yd} = 0.217 \cdot \%$	• návrhová hodnota mezního poměrného přetvoření betonářské výztuže pro MSU-T/D
$f_{s.yd.M} = 500 \cdot \text{MPa}$	• návrhová pevnost betonářské výztuže pro MSU-M
$\varepsilon_{s.yd.M} = 0.250 \cdot \%$	• návrhová hodnota mezního poměrného přetvoření betonářské výztuže pro MSU-M
$\varepsilon_{ud} = 4.5 \cdot \%$	• návrhové mezní poměrné přetvoření betonářské výztuže
$\varepsilon_{uk} = 5 \cdot \%$	• charakteristické mezní poměrné přetvoření betonářské výztuže



3. DOTVAROVÁNÍ A SMRAŠŤOVÁNÍ

$$h_{N.d.h.2} = 0.65 \text{ m}$$

3.1 SMRAŠŤOVÁNÍ



$$\varepsilon_{cs,1}(28\text{day}) = -2.639 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{cs,2}(28\text{day}) = -2.639 \times 10^{-4}$$

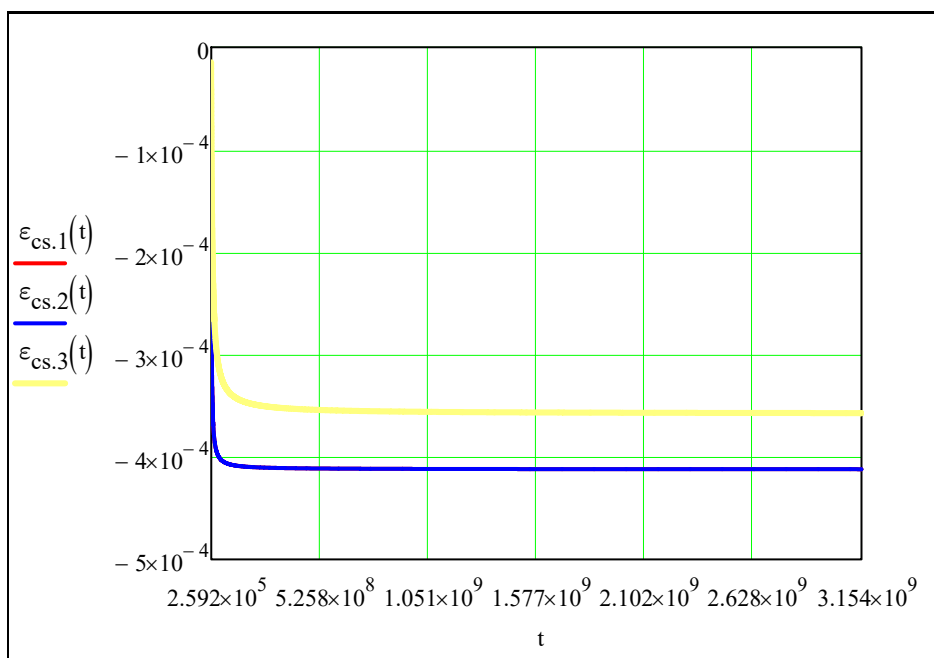
$$\varepsilon_{cs,3}(28\text{day}) = -1.108 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{cs,1}(t_{\infty}) = -4.12 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{cs,2}(t_{\infty}) = -4.12 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{cs,3}(t_{\infty}) = -3.572 \times 10^{-4}$$

- poměrné přetvoření od smrašťování na začátku životnosti - horní deska
- poměrné přetvoření od smrašťování na začátku životnosti - dolní deska
- poměrné přetvoření od smrašťování na začátku životnosti - stěna
- poměrné přetvoření od smrašťování na konci životnosti - horní deska
- poměrné přetvoření od smrašťování na konci životnosti - dolní deska
- poměrné přetvoření od smrašťování na konci životnosti - stěna



$$\Delta T_{cr.sh.1}(t) := \frac{\varepsilon_{cs,1}(t)}{-\alpha_{cT}}$$

$$\varepsilon_{cs,1}(t_{\infty}) = -4.12 \times 10^{-4}$$

$$\Delta T_{cr.sh.2}(t) := \frac{\varepsilon_{cs,2}(t)}{-\alpha_{cT}}$$

$$\Delta T_{cr.sh.3}(t) := \frac{\varepsilon_{cs,3}(t)}{-\alpha_{cT}}$$

$$\Delta T_{cr.sh.1}(t_{\infty}) = 41.195 \text{ K}$$

$$\Delta T_{cr.sh.2}(t_{\infty}) = 41.195 \text{ K}$$

$$\Delta T_{cr.sh.3}(t_{\infty}) = 35.716 \text{ K}$$

- horní deska
- dolní deska
- stěna

3.2 DOTVAROVÁNÍ

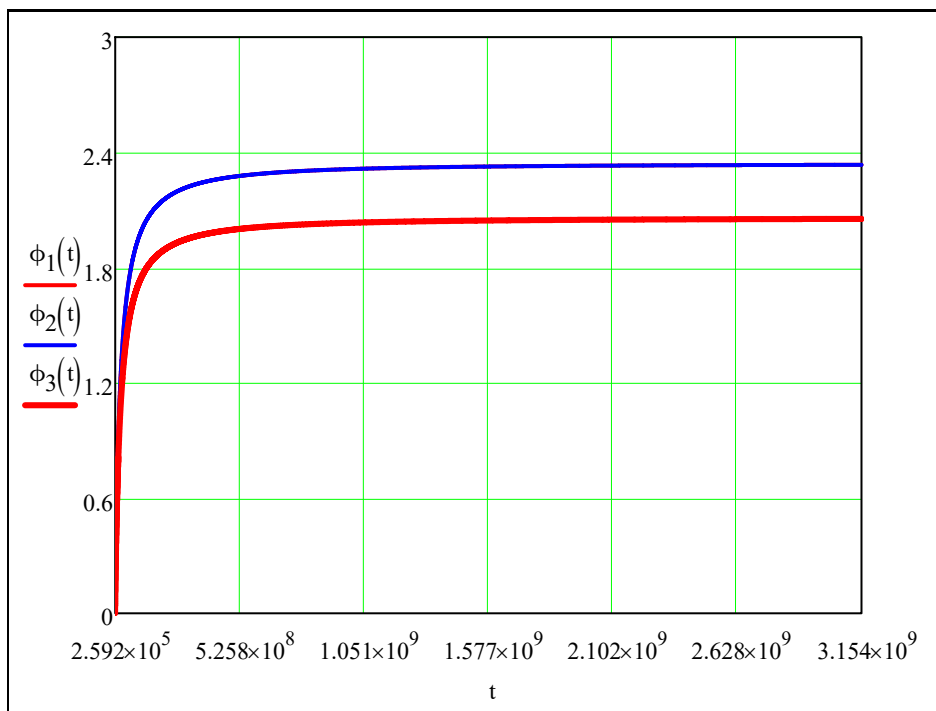


$$\phi_1(t) := \phi_{0.1}(t) \cdot \beta_{c.1}(t)$$

$$\phi_2(t) := \phi_{0.2}(t) \cdot \beta_{c.1}(t)$$

$$\phi_3(t) := \phi_{0.3}(t) \cdot \beta_{c.1}(t)$$

- součinitel dotvarování horní desky
- součinitel dotvarování dolní desky
- součinitel dotvarování stěny



4. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

4.1 STÁLE ZATÍŽENÍ

4.1.1 VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE

Pozn.: Vlastní tíha konstrukce je generována výpočtovým programem SCIA ENGINEER 2015 s objemovou tíhou betonu $\gamma_{bet} = 25 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$.

4.1.2 TÍHA SVRŠKU

$$\gamma_{voz} = 24 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$h_{voz} = 0.15 \text{ m}$$

$$\gamma_{inf} := 0.8$$

$$\gamma_{sup} := 1.4$$

$$g_{1.2.1} := \gamma_{bet} \cdot 0.2466 \text{ m}^2 = 6.165 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$g_{1.2.2} := \gamma_{bet} \cdot 0.2341 \text{ m}^2 = 5.853 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$g_{1.2.3} := \gamma_{voz} \cdot h_{voz} = 3.6 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$g_{1.2.3.inf} := \gamma_{inf} \cdot g_{1.2.3} = 2.88 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$g_{1.2.3.sup} := \gamma_{sup} \cdot g_{1.2.3} = 5.04 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$g_{1.2.4} := 1 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

- objemová tíha vozovky

- tloušťka vozovky

- tíha levé římsy

- tíha pravé římsy

- tíha vozovky

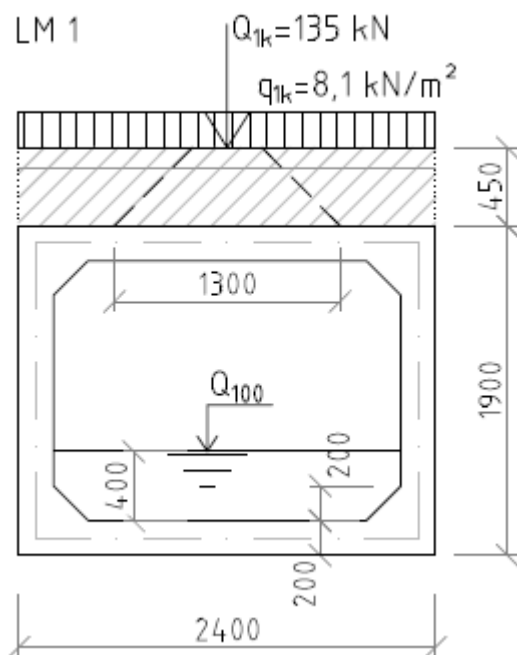
- tíha vozovky - inf

- tíha vozovky - sup

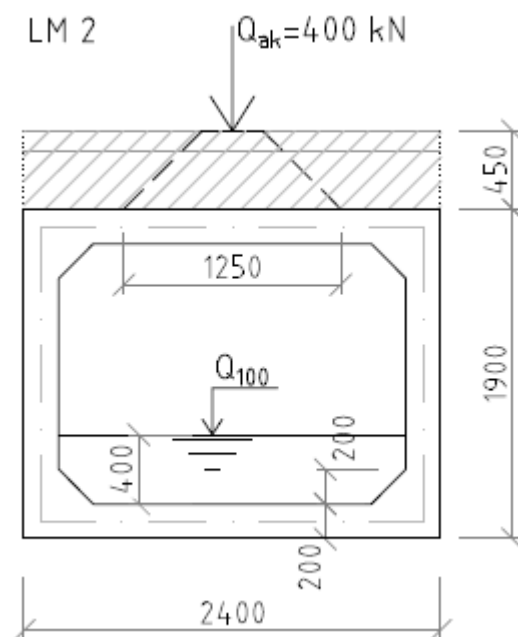
- tíha svodidla - pravé aj levé

4.2 PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

4.2.1 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

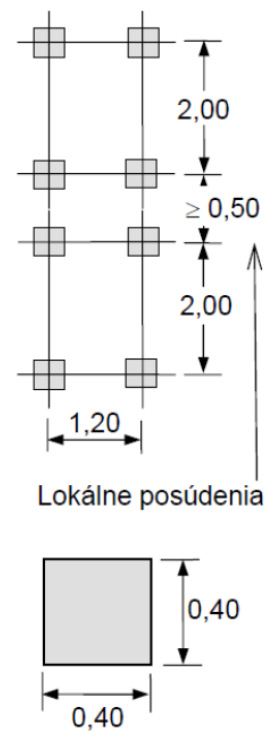
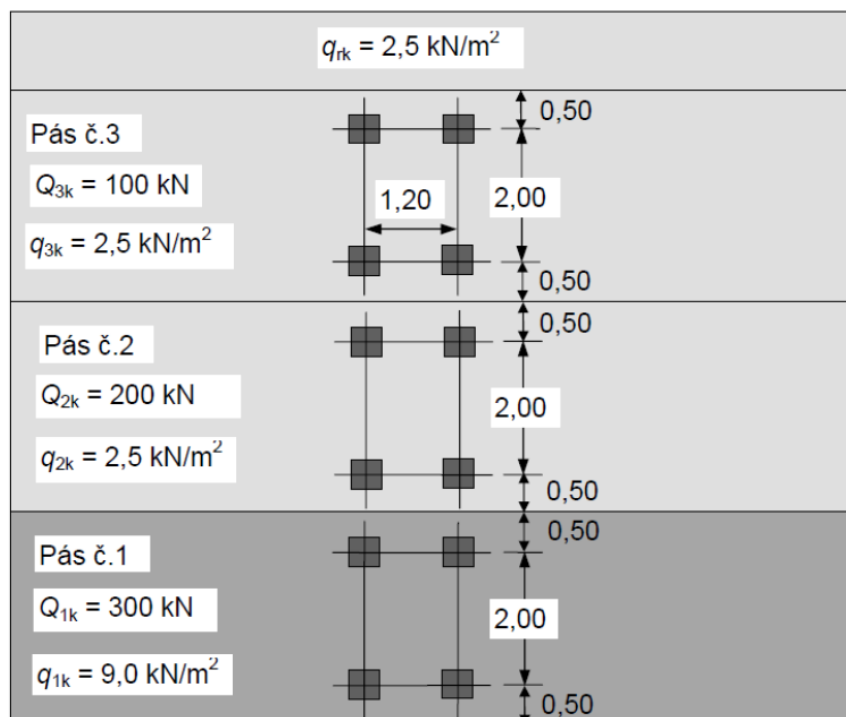


Obr. Roznos zatížení LM1



Obr. Roznos zatížení LM2

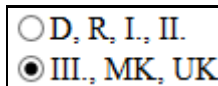
4.2.1.1 DOPRAVA - MODEL LM1



$$N_{\text{naprav}} = 2$$

$$w_i = 3 \text{ m}$$

$$w_r = 0.5 \text{ m}$$



- Počet náprav z modelu LM1 resp. počet zatěžovacích pruhů
- šířka zatěžovacích pruhů
- šířka zbývající plochy
- skupina pozemních komunikací

a.) Soustředěné zatížení od dvojnápravy - Tandem system (LM1-TS)

$$Q_1 := 150 \text{ kN} \quad Q_2 := 100 \text{ kN} \quad Q_3 := 50 \text{ kN}$$

$$\alpha_{Q1} = 0.8 \quad \alpha_{Q2} = 0.8 \quad \alpha_{Q3} = 0.8$$

Charakteristické bodové hodnoty zatížení:

$$Q_{1.k.1} := \alpha_{Q1} \cdot Q_1 = 120 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2.k.1} := \alpha_{Q2} \cdot Q_2 = 80 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{3.k.1} := \alpha_{Q3} \cdot Q_3 = 40 \cdot \text{kN}$$

b.) Rovnoměrné zatížení - uniformly distributed load (LM1-UDL)

$$q_1 := 9 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad q_2 := 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad q_3 := 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad q_r := 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

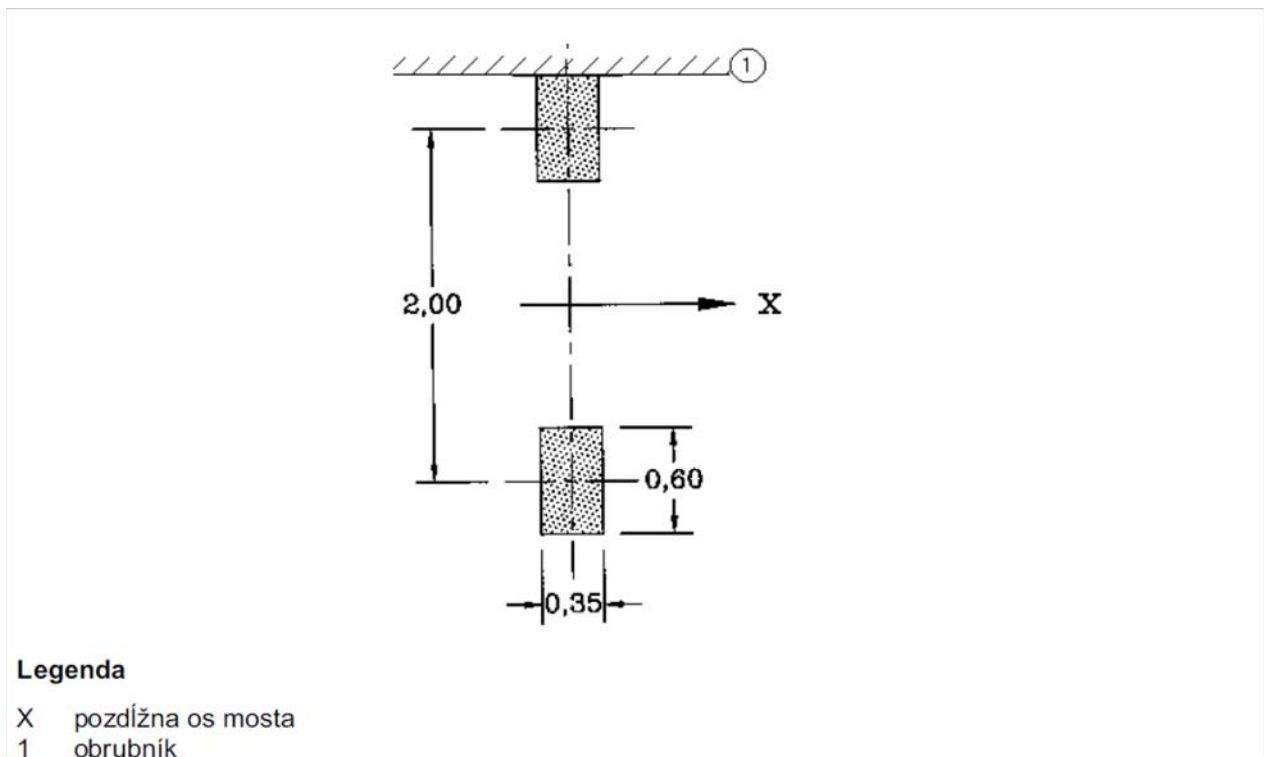
$$\alpha_{q1} = 0.45 \quad \alpha_{q2} = 1.6 \quad \alpha_{q3} = 1.6 \quad \alpha_{qr} = 1.6$$

Charakteristické hodnoty zatížení:

$$q_{1.k} := \alpha_{q1} \cdot q_1 = 4.05 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad q_{3.k} := \alpha_{q3} \cdot q_3 = 4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_{2.k} := \alpha_{q2} \cdot q_2 = 4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad q_{r.k} := \alpha_{qr} \cdot q_r = 4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

4.2.1.2 DOPRAVA - MODEL LM2



$$Q_{ak} := 400 \text{ kN}$$

- hodnota jednonápravového zatížení

$$\beta_Q := 1$$

- součinitel

$$Q_a := \beta_Q \cdot Q_{ak} = 400 \cdot \text{kN}$$

- zatížení od zatěžovacího modelu LM2

$$Q_{1a} := \beta_Q \cdot Q_{ak} \cdot 0.5 = 200 \cdot \text{kN}$$

- zatížení od zatěžovacího modelu LM2 - od 1 kola

$$Q_{1a,SCIA} := \frac{Q_{1a}}{0.65 \text{ m} \cdot 1.0 \text{ m}} = 307.692 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- zatížení od zatěžovacího modelu LM2 - od 1 kola

4.2.1.3 ZATÍŽENÍ CHODCI NA CHODNÍKU

$$q_{fk} := 3 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- zatížení chodci na chodníku

4.2.1.4 DOPRAVA - BRZDNÉ A ROZJEZDOVÉ SÍLY

$$L_{lk} := B_{NK} = 8.52 \text{ m}$$

$$Q_{lk} = 154.352 \cdot \text{kN}$$

- výsledná brzdění (rozjezdová) síla

$$Q_{lk.} := \frac{Q_{lk}}{L_{lk}} = 18.116 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- brzdění (rozjezdová) síla působící na konstrukci po délce

4.2.1.5 DOPRAVA - ODSŘEDIVÉ A INÉ PŘÍČNÉ SÍLY

$$r_{tk} := 100 \text{ m}$$

- poloměr osy vozovky

$$Q_{tk} = 160 \cdot \text{kN}$$

- výsledná odstředivá síla

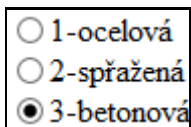
$$Q_{trk} := 0.25 \cdot Q_{lk} = 38.588 \cdot \text{kN}$$

- výsledná příčná brzdění síla

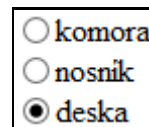
4.2.2 ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

4.2.2.1 TEPLOTA - LINEÁRNA SLOŽKA

Typ konstrukce:



Typ nosné konstrukce:



$$\Delta T_{M.heat.} = 15 \cdot K$$

$$\Delta T_{M.cool.} = 8 \cdot K$$

$$k_{sur.heat} := 0.5$$

$$k_{sur.cool} := 1.0$$

$$\Delta T_{M.heat} := \Delta T_{M.heat.} \cdot k_{sur.heat} = 7.5 \cdot K$$

$$\Delta T_{M.cool} := \Delta T_{M.cool.} \cdot k_{sur.cool} = 8 \cdot K$$

- lineární rozdílová složka teploty
- lineární rozdílová složka teploty
- součinitel redukce v závislosti na mostním svršku
- součinitel redukce v závislosti na mostním svršku
- lineární složka ohřátí (horní povrch teplejší jako spodní)
- lineární složka ochlazení (dolní povrch teplejší jako horní)

4.2.2.2 TEPLOTA - ROVNOMĚRNÁ SLOŽKA

$$T_{min} := -30 \cdot K$$

$$T_{max} := 40 \cdot K$$

$$T_0 := 10 \cdot K$$

- složka min. teploty vzduchu (odečtena hodnota z mapy)
- složka max. teploty vzduchu (odečtena hodnota z mapy)
- počátečná teplota

Složky min/max rovnoměrného teplotního zatížení

$$T_{e.min} := T_{min} + 8 \cdot K = -22 \cdot K$$

$$T_{e.max} := T_{max} + 2 \cdot K = 42 \cdot K$$

- složka min. hodnoty rovnoměrné složky mosta
- složka max. hodnoty rovnoměrné složky mosta

Hodnoty rovnoměrné teplotnej složky

$$\Delta T_{N.con} := T_0 - T_{e.min} = 32 \cdot K$$

$$\Delta T_{N.exp} := T_{e.max} - T_0 = 32 \cdot K$$

- skrácení nosné konstrukce
- prodloužení nosné konstrukce

Hodnoty rovnoměrné teplotné složky pro výpočet dilatačních pohybů a pohybů ložisk

$$\Delta T_{N.con.mz} := T_0 - T_{e.min} + 20K = 52 \cdot K$$

$$\Delta T_{N.exp.mz} := T_{e.max} - T_0 + 20K = 52 \cdot K$$

- skrácení nosné konstrukce
- prodloužení nosné konstrukce

Současné působení složek rovnoměrné teploty a teplotního spádu

$$\omega_N := 0.35$$

$$\omega_M := 0.75$$

$$\Delta T_{M.heat} + \omega_N \cdot \Delta T_{N.exp}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M.heat} + \Delta T_{N.exp}$$

$$\Delta T_{M.cool} + \omega_N \cdot \Delta T_{N.con}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M.cool} + \Delta T_{N.con}$$

4.3.1 Zatížení vodou

$$\gamma_{H_2O} := 10 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$h_{vody} := 1 \text{ m}$$

- objemová tíha vody
- výška hladiny Q.100

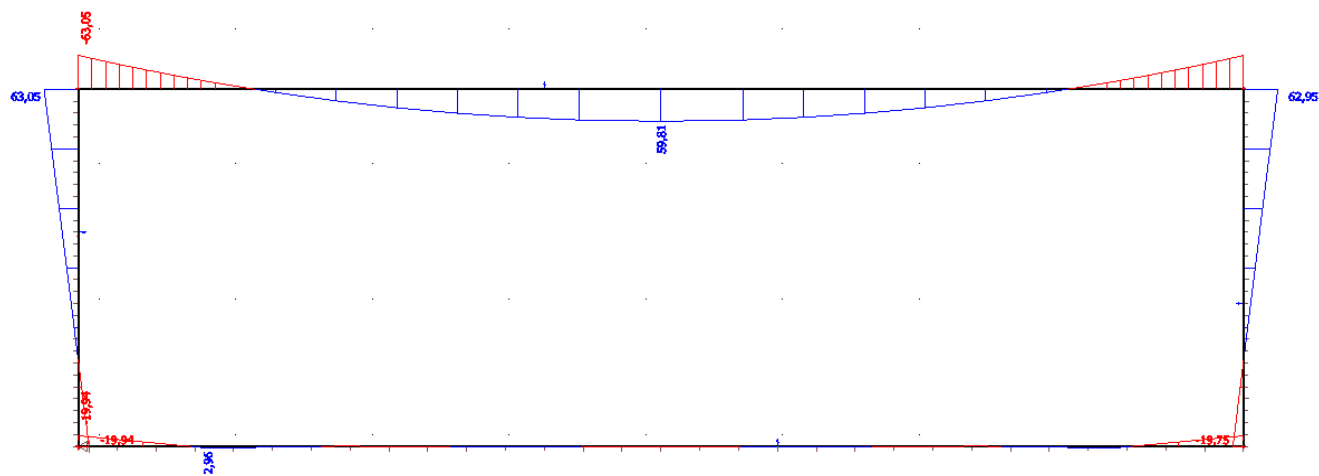
5. KOMBINACE

Tabuľka A2.4 (B) - Návrhové hodnoty zaťaženia (STR/GEO) (Skupina B)						
Trvalé a dočasné návrhové situácie	Stále zaťaženie		Predpätie	Hlavné premenné zaťaženie	Sprievodné premenné zaťaženie	
	Nepriaznivé	Priaznivé			Podstatné (ak existuje)	Ostatné
Rovn. 6.10	$\gamma_{GJ,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{GJ,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
$\gamma_{GJ,sup}$	1,35					
$\gamma_{GJ,inf}$	1,00					
γ_Q	1,35	ak Q reprezentuje nepriaznivé zaťaženie cestnou dopravou alebo chodcami (0, ak je priaznivé)				
γ_Q	1,50	pre ostatné zaťaženia dopravou a ďalšie premenné zaťaženia				
ξ	0,85	(takže $\xi_{GJ,sup} = 0,85 \times 1,35 = 1,15$)				
$\gamma_{G,set}$	1,20	v prípade použitia lineárneho pružnostného výpočtu a $\gamma_{G,set} = 1,35$ v prípade nelineárneho výpočtu pre návrhové situácie, v ktorých zaťaženie spôsobené nerovnomerným sadaním môže mať nepriaznivé účinky				
$\psi_{0,TS}$	0,75	LM1 - TS - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)				
$\psi_{0,UDL}$	0,40	LM1 - UDL - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)				
$\psi_{0,LM2}$	0,00	LM1 - TS - gr1b (LM2)				
$\psi_{0,Qlk}$	0,00	Vodorovné sily				
$\psi_{0,Chodci}$	0,00	Zaťaženia chodcami				
$\psi_{0,LM4}$	0,00	Zaťaženie davom ľudí				
$\psi_{0,LM3}$	0,00	Zvláštne vozidlá				
$\psi_{0,w}$	0,60	Zaťaženie vetrom - trvalá návrhová situácia				
$\psi_{0,k}$	0,60	Zaťaženie účinkami teploty				

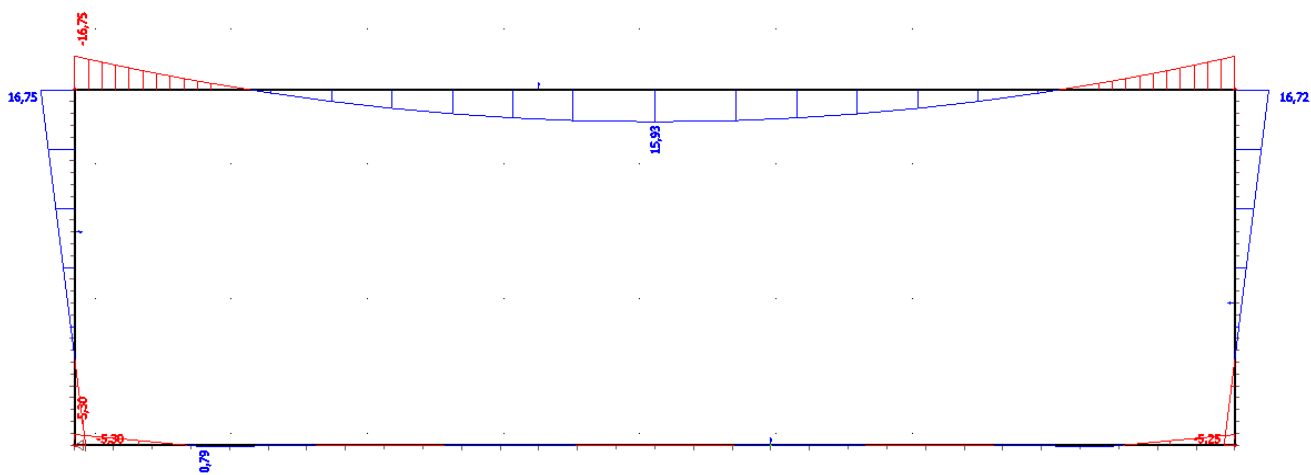
Tabuľka A2.5 - Návrhové hodnoty zaťaženia pri mimoriadnych a seizmických kombináciach						
Návrhové situácie	Stále zaťaženie		Predpätie	Mimoriadne alebo seizmické zaťaženie	Sprievodné premenné zaťaženie	
	Nepriaznivé	Priaznivé			Podstatné (ak existuje)	Ostatné
Mimoriadna (Rovn. 6.11 a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ alebo $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Seizmická (Rovn. 6.12 a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$A_{Ed} = \gamma_I A_{Ek}$		$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
$\psi_{2,TS}$	0,00	LM1 - TS - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)				
$\psi_{2,UDL}$	0,00	LM1 - UDL - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)				
$\psi_{2,LM2}$	0,00	LM1 - TS - gr1b (LM2)				
$\psi_{2,Qlk}$	0,00	Vodorovné sily				
$\psi_{2,Chodci}$	0,00	Zaťaženia chodcami				
$\psi_{2,LM4}$	0,00	Zaťaženie davom ľudí				
$\psi_{2,LM3}$	0,00	Zvláštne vozidlá				
$\psi_{2,w}$	0,00	Zaťaženie vetrom - trvalá návrhová situácia				
$\psi_{2,k}$	0,50	Zaťaženie účinkami teploty - mosty				

Tabuľka A2.6 - Návrhové hodnoty zaťaženia na použitie v kombináciach zaťaženia					
Kombinácia	Stále zaťaženie G_d		Predpätie	Premenné zaťaženie Q_d	
	Nepriaznivé	Priaznivé		Hlavné	Ostatné
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvázistála	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
$\psi_{0,TS}$	0,75	LM1 - TS - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)			
$\psi_{0,UDL}$	0,40	LM1 - UDL - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)			
$\psi_{0,LM2}$	0,00	LM1 - TS - gr1b (LM2)			
$\psi_{0,Qlk}$	0,00	Vodorovné sily			
$\psi_{0,Chodci}$	0,00	Zaťaženia chodcami			
$\psi_{0,LM4}$	0,00	Zaťaženie davom ľudí			
$\psi_{0,LM3}$	0,00	Zvláštne vozidlá			
$\psi_{0,w}$	0,60	Zaťaženie vetrom - trvalá návrhová situácia			
$\psi_{0,k}$	0,60	Zaťaženie účinkami teploty			
$\psi_{1,TS}$	0,75	LM1 - TS - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)			
$\psi_{1,UDL}$	0,40	LM1 - UDL - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)			
$\psi_{1,LM2}$	0,75	LM1 - TS - gr1b (LM2)			
$\psi_{1,Qlk}$	0,00	Vodorovné sily			
$\psi_{1,Chodci}$	0,40	Zaťaženia chodcami			
$\psi_{1,LM4}$	0,75	Zaťaženie davom ľudí			
$\psi_{1,LM3}$	0,00	Zvláštne vozidlá			
$\psi_{1,w}$	0,20	Zaťaženie vetrom - trvalá návrhová situácia			
$\psi_{1,k}$	0,60	Zaťaženie účinkami teploty - mosty			
$\psi_{2,TS}$	0	LM1 - TS - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)			
$\psi_{2,UDL}$	0,00	LM1 - UDL - gr1a (LM1+zaťaženie chodcami alebo cyklistami)			
$\psi_{2,LM2}$	0,00	LM1 - TS - gr1b (LM2)			
$\psi_{2,Qlk}$	0,00	Vodorovné sily			
$\psi_{2,Chodci}$	0,00	Zaťaženia chodcami			
$\psi_{2,LM4}$	0,00	Zaťaženie davom ľudí			
$\psi_{2,LM3}$	0,00	Zvláštne vozidlá			
$\psi_{2,w}$	0,00	Zaťaženie vetrom - trvalá návrhová situácia			
$\psi_{2,k}$	0,50	Zaťaženie účinkami teploty - mosty			

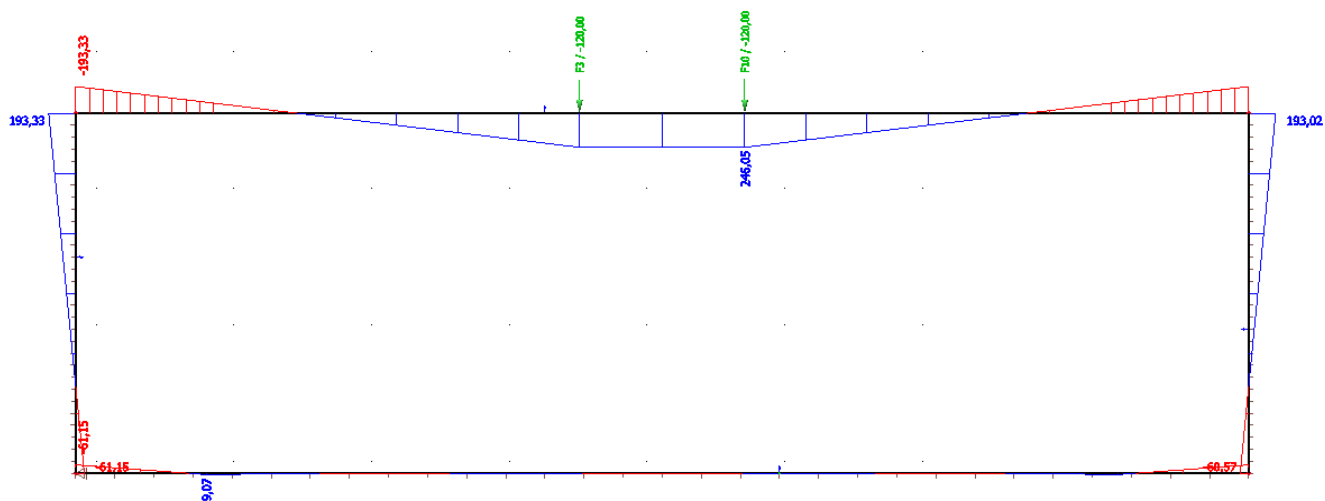
6. VNITŘNÍ SÍLY



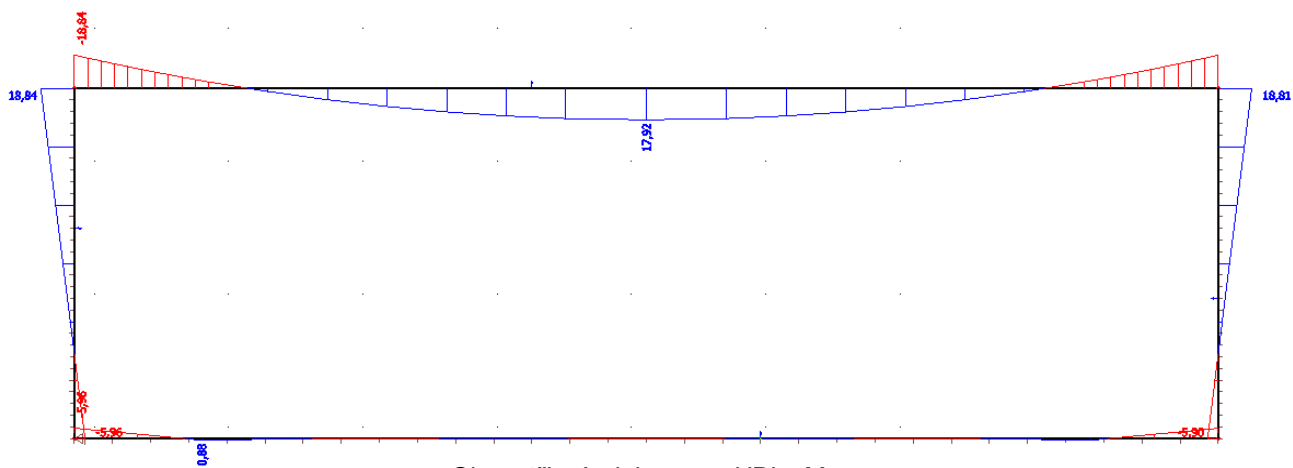
Obr. Vlastná tíha - M_y



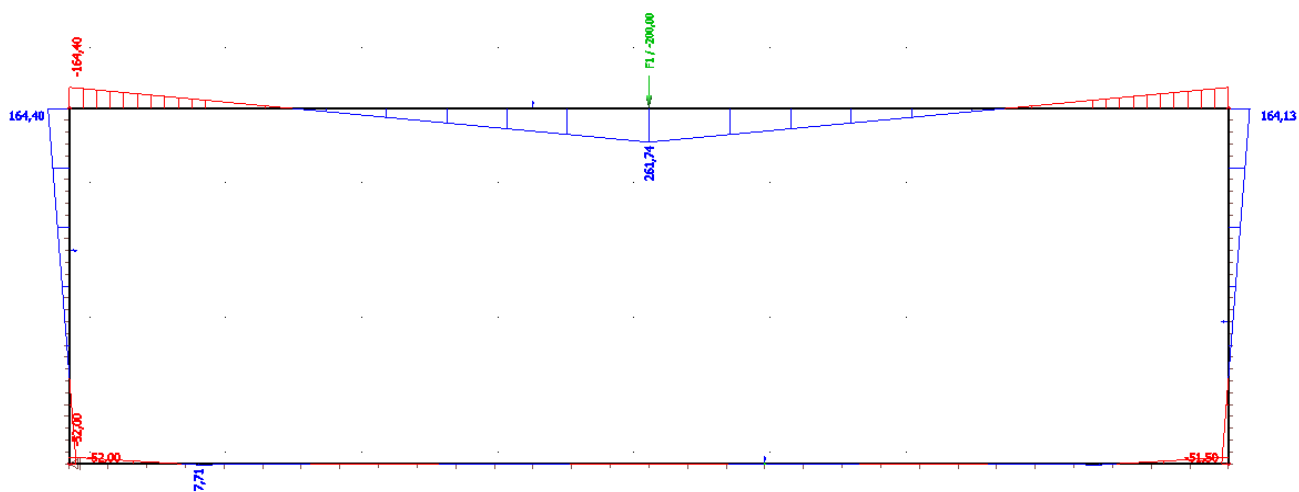
Obr. tíha vozovky - M_y



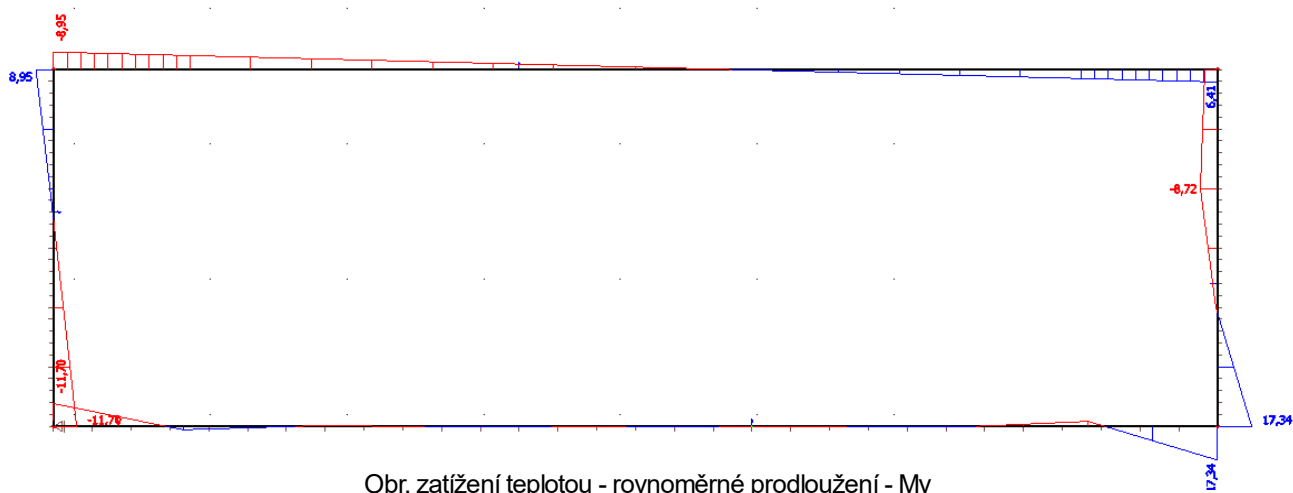
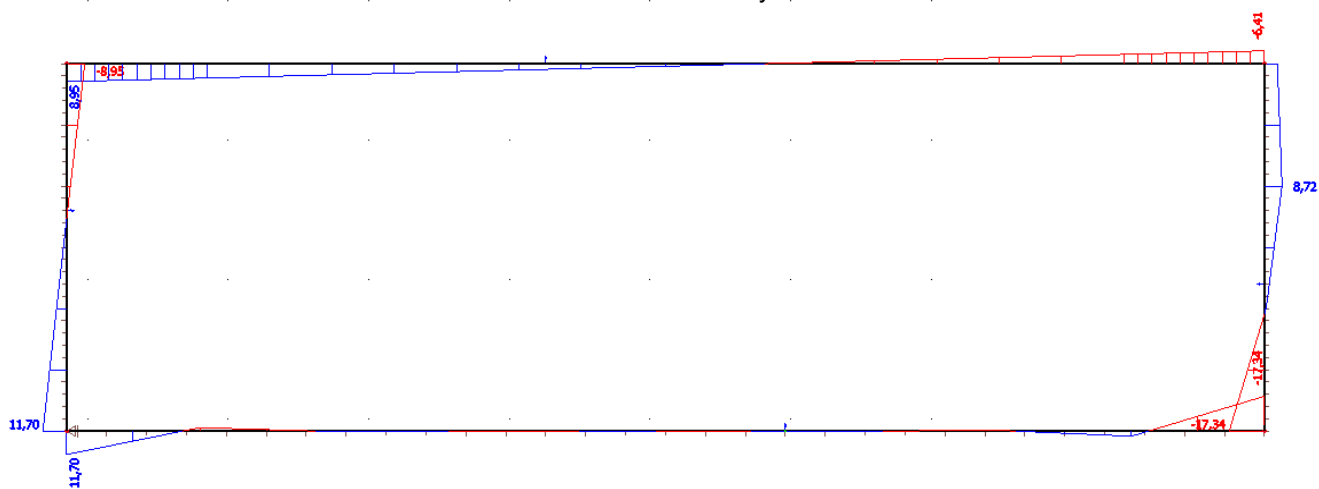
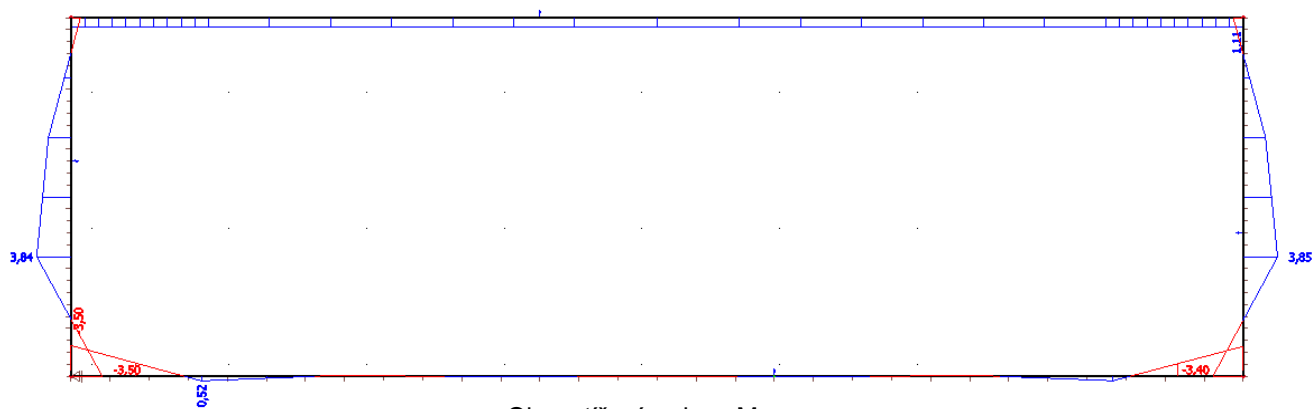
Obr. zatížení od dopravy - TS - My

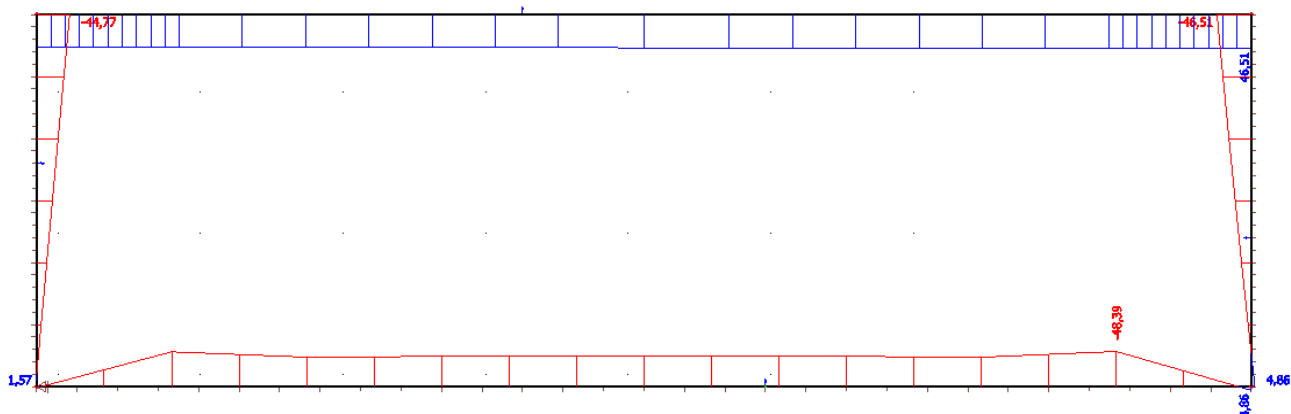


Obr. zatížení od dopravy - UDL - My

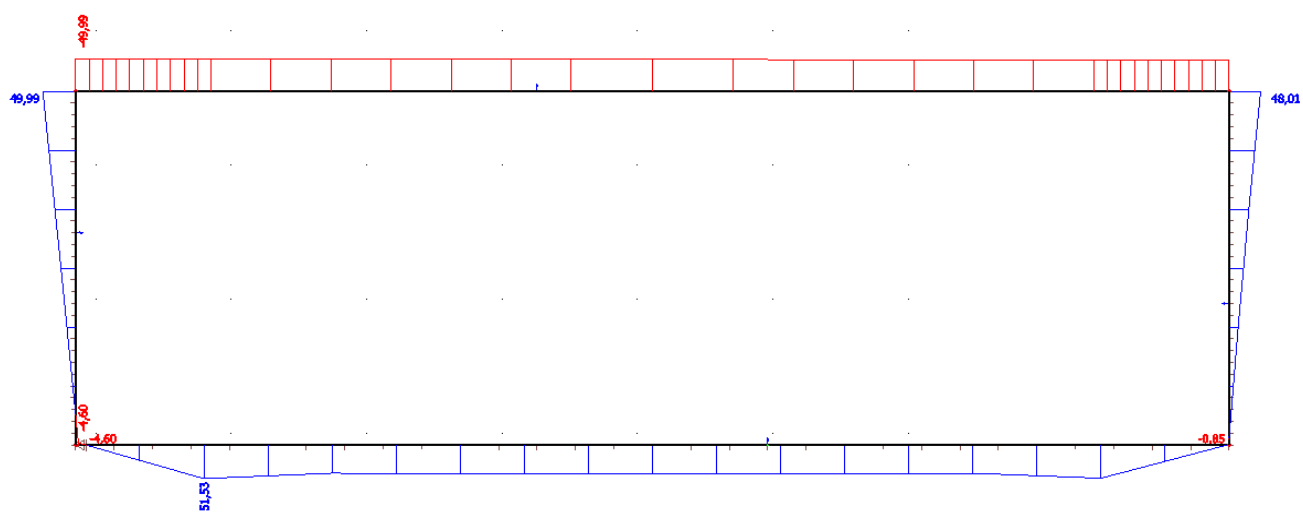


Obr. zatížení od dopravy - LM2 - My

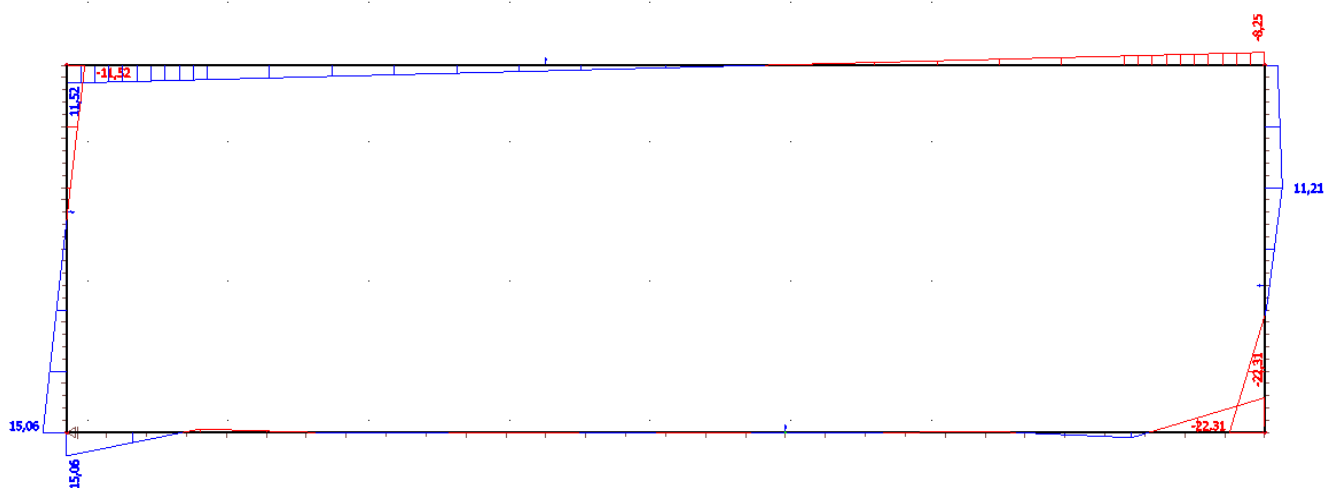




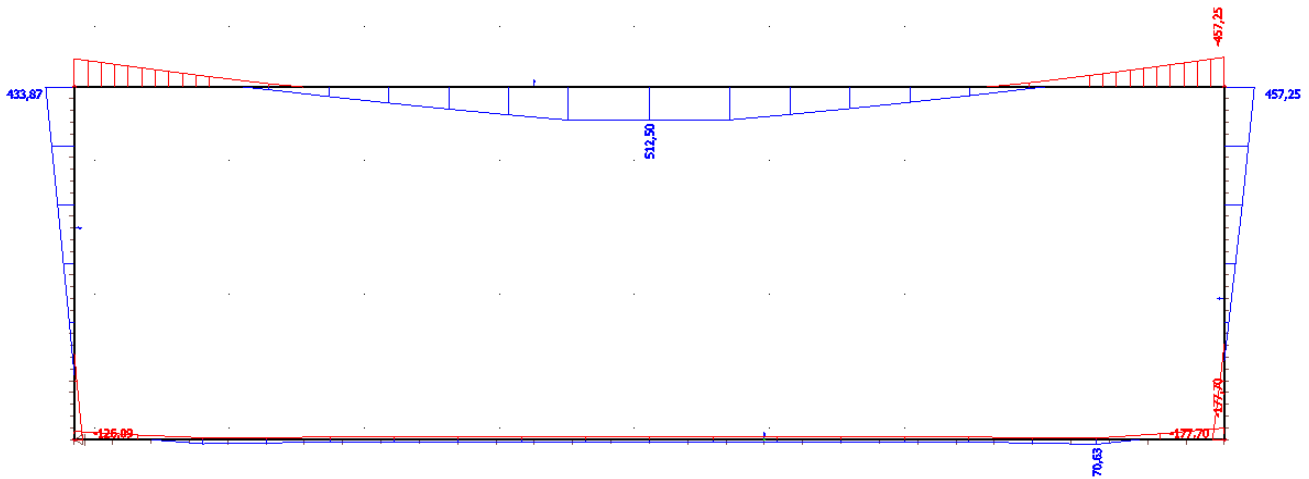
Obr. zatížení teplotou - lineárne ohřátí - My



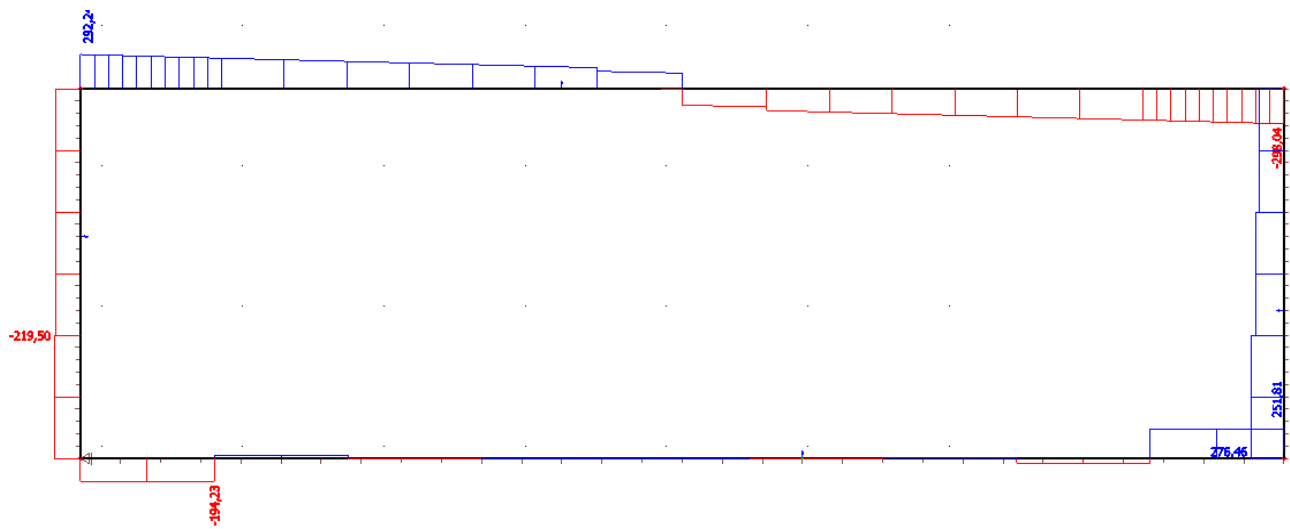
Obr. zatížení teplotou - lineárne ochlazení - My



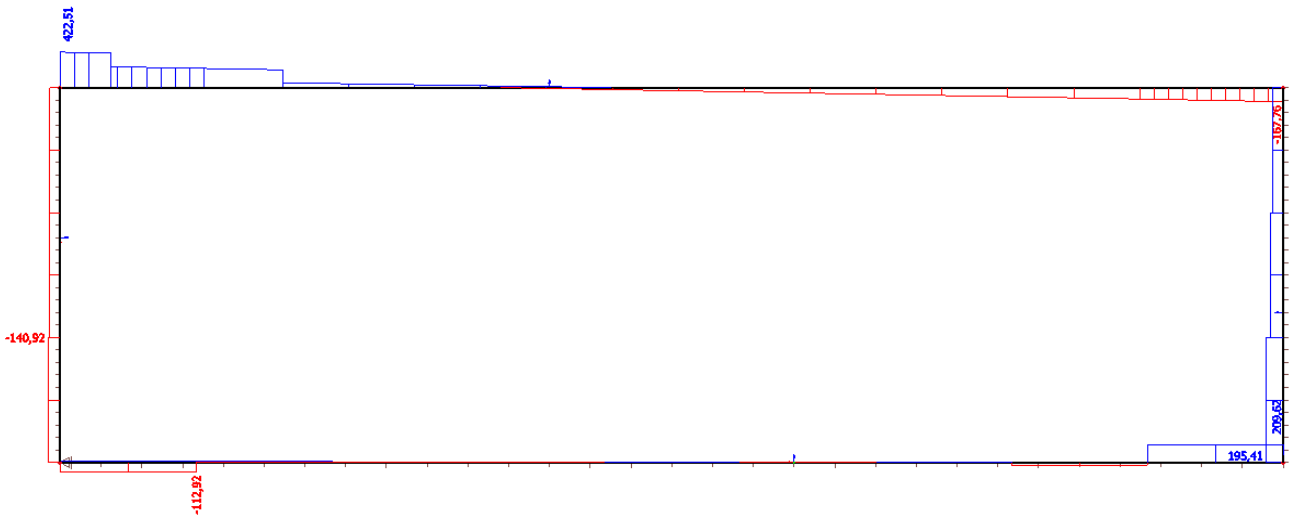
Obr. Smrašťování - My



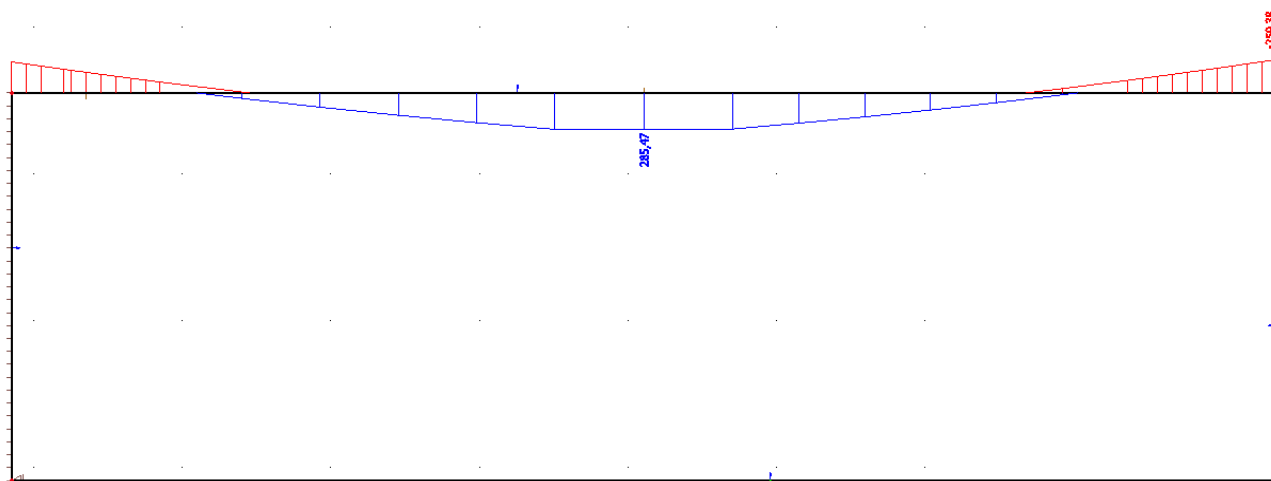
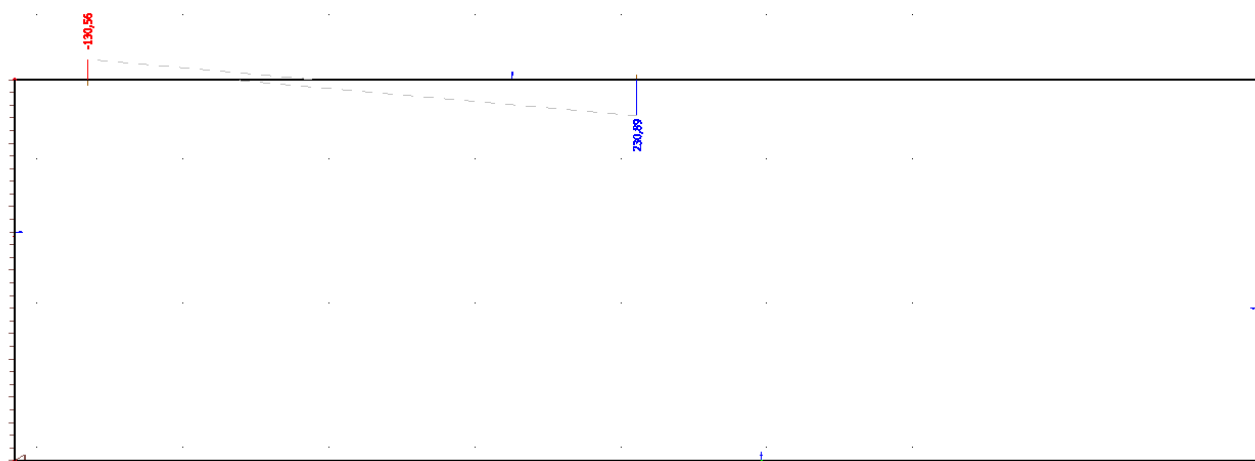
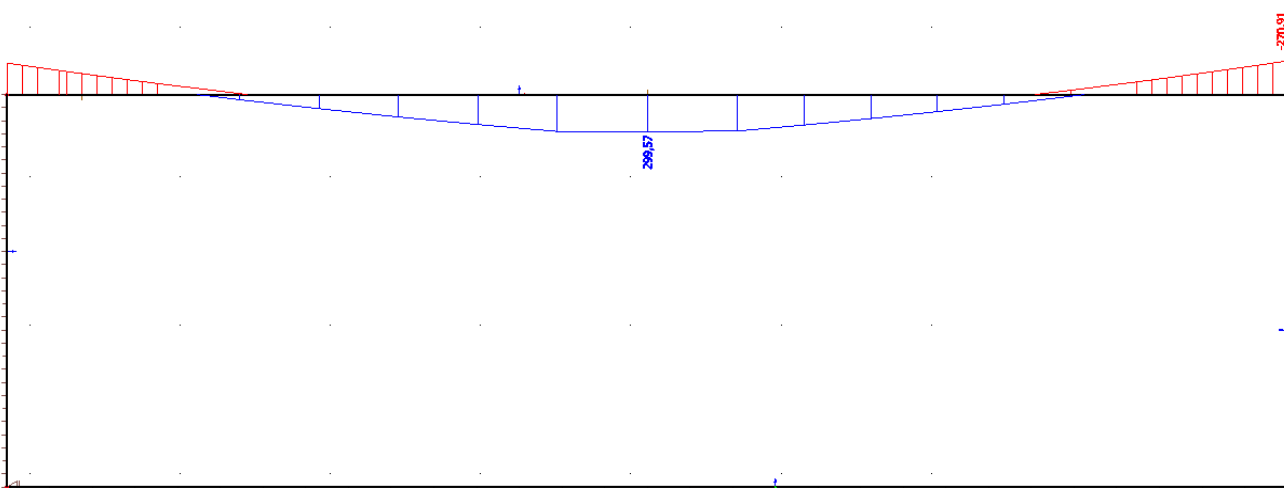
Obr. Kombinace MSU - My



Obr. Kombinace MSU - Vz



Obr. Kombinace MSU - Vz

Obr. MSP - Únavová kombinace FLM1 - M_{y_max} Obr. MSP - Únavová kombinace FLM3 - M_{y_max} Obr. MSP - častá kombinace - M_{y_max}

7. POSOUZENÍ - RÁM

7.1 POSOUZENÍ HORNÍ DESKY - střed rozpětí

NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - OHYB

NAVRŽENÉ PROFILY BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

$$\phi_{s,1} := 25\text{mm}$$

$$\phi_{s,2} := 20\text{mm}$$

$$n_{s,1} := 6.667$$

$$n_{s,2} := 6.667$$

- průměr betonářské výztuže - (tahaná výztuž)
- průměr betonářské výztuže - (tlačená výztuž)
- navržený počet výztuže č.1
- navržený počet výztuže č.2

KRYTÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

$$c_{\min} := 30\text{mm}$$

$$c_{\text{nom}} := 40\text{mm}$$

- min. hodnota krycí vrstvy
- nom. hodnota krycí vrstvy

VNITŘNÍ SÍLY OD NÁVRHOVÉ KOMBINACE

$$M_{Ed_1} := 512.5\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_1} := -163.31\text{kN}$$

$$M_{Ed_2} := 512.5\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_2} := -163.31\text{kN}$$



$$d = 0.497\text{ m}$$

$$d_1 = 0.053\text{ m}$$

$$d_2 = 0.05\text{ m}$$

$$z_{s1} = 0.223\text{ m}$$

$$z_{s2} = 0.225\text{ m}$$

$$z_s = 0.448\text{ m}$$

$$x_{\lim} = 0.307\text{ m}$$

$$N_{c, \text{bal}} = 4.223 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$A_{s1, \text{req}_j} =$$

$2.352 \cdot 10^3$	$\cdot \text{mm}^2$
$2.352 \cdot 10^3$	

$$n_{s,1} = 6.667$$

$$A_{s,1} = 3.273 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$x_{\text{prov}_j} =$$

83.297	$\cdot \text{mm}$
83.297	

$$M_{Rd_j} =$$

691.087	$\cdot \text{kN}\cdot\text{m}$
691.087	

- účinná výška průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č.1 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č.2 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č.1
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č.2
- rameno vnitřních sil
- limitná poloha neutrální osy
- limitná síla tlačeného betonu
- potřebná plocha výztuže č.1
- navržený počet prutů výztuže č.1
- navržená plocha výztuže č.1
- moment odolnosti průřezu - dolná výztuž

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } M_{\text{Ed}_j} \leq M_{\text{Rd}_j} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} = \begin{pmatrix} \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"VYHOVUJE"} \end{pmatrix}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} := \frac{M_{\text{Ed}_j}}{M_{\text{Rd}_j}}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} = \frac{74.159}{74.159} \cdot \% = 100\%$$

7.2 NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - SMYK

$$V_{\text{Ed}} := 250 \text{ kN}$$

- max. smyková síla



$$V_{\text{Rd.c}} = 285.78 \cdot \text{kN}$$

- smyková odolnost prvku bez smykovej výztuže

$$V_{\text{Rd.c.min}} = 221.371 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{Rd.max.c}} = 2233 \cdot \text{kN}$$

- max. smyková odolnost betonu

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} := \begin{cases} \text{"BEZ SMYK. VÝZTUŽE"} & \text{if } \max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}}) \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NUTNO SMYK. VÝZTUŽ"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} = \text{"BEZ SMYK. VÝZTUŽE"}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{\max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}})} = 87.48\%$$

$$\phi_{\text{sw}} = 10 \cdot \text{mm}$$

- profil smykové výztuže

$$n_{\text{střih}} = 3$$

- počet střihů v průřezu

$$s_{\text{prov}} = 300 \cdot \text{mm}$$

- navržená vzdálenost smyk. výztuže

$$A_{\text{sw}} = 2.356 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

- celková plocha smykové výztuže

$$\alpha_{\text{sw}} = 90 \cdot \text{deg}$$

- úhel sklonu smykové výztuže

$$\theta = 21.801 \cdot \text{deg}$$

- skutečný úhel sklonu tlačené diagonály

odolnost tlakové diagonály

$$V_{\text{Rd.max}} = 1.603 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

- max. smyková odolnost

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.2}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.max}} \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.max}}} = 15.592\%$$

odolnost z hlediska porušení smykové výztuže

$$V_{\text{Rd.s}} = 389 \cdot \text{kN}$$

- smyková odolnost prvku

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.3}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.s}} \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.s}}} = 64.241\%$$

7.2 POSOUZENÍ HORNÍ DESKY - Náběh**NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - OHYB****NAVRŽENÉ PROFILY BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE**

$$\phi_{s,1} := 22\text{mm}$$

$$\phi_{s,2} := 22\text{mm}$$

$$n_{s,1} := 6.667$$

$$n_{s,2} := 6.667$$

- průměr betonářské výztuže - (tahaná výztuž)
- průměr betonářské výztuže - (tlačená výztuž)
- navržený počet výztuže č. 1
- navržený počet výztuže č. 2

KRYTÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

$$c_{min} := 30\text{mm}$$

$$c_{nom} := 40\text{mm}$$

- min. hodnota krycí vrstvy
- nom. hodnota krycí vrstvy

VNITŘNÍ SÍLY OD NÁVRHOVÉ KOMBINACE

$$M_{Ed_1} := 457.25\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_1} := -198.2\text{kN}$$

$$M_{Ed_2} := 457.25\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_2} := -198.2\text{kN}$$



$$d = 0.599\text{ m}$$

$$d_1 = 0.051\text{ m}$$

$$d_2 = 0.051\text{ m}$$

$$z_{s1} = 0.274\text{ m}$$

$$z_{s2} = 0.274\text{ m}$$

$$z_s = 0.548\text{ m}$$

$$x_{lim} = 0.369\text{ m}$$

$$N_{c, bal} = 5.085 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$A_{s1, req_j} =$$

$1.601 \cdot 10^3$	$\cdot \text{mm}^2$
$1.601 \cdot 10^3$	

$$n_{s,1} = 6.667$$

$$A_{s,1} = 2.534 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$x_{prov_j} =$$

74.662	$\cdot \text{mm}$
74.662	

$$M_{Rd_j} =$$

627.259	$\cdot \text{kN}\cdot\text{m}$
627.259	

- účinná výška průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č. 1 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č. 2 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č. 1
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č. 2
- rameno vnitřních sil
- limitná poloha neutrální osy
- limitná síla tlačeného betonu
- potřebná plocha výztuže č. 1
- navržený počet prutů výztuže č. 1
- navržená plocha výztuže č. 1
- moment odolnosti průřezu - dolná výztuž

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } M_{\text{Ed}_j} \leq M_{\text{Rd}_j} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} = \begin{pmatrix} \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"VYHOVUJE"} \end{pmatrix}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} := \frac{M_{\text{Ed}_j}}{M_{\text{Rd}_j}}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} = \frac{72.897}{72.897} \cdot \% = 100\%$$

7.2 NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - SMYK

$$V_{\text{Ed}} := 422.51 \text{ kN}$$

- max. smyková síla

$$V_{\text{Rd.c}} = 291.956 \text{ kN}$$

- smyková odolnost prvku bez smykovej výztuže

$$V_{\text{Rd.c.min}} = \text{■} \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{Rd.max.c}} = 2688 \cdot \text{kN}$$

- max. smyková odolnost betonu

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} := \begin{cases} \text{"BEZ SMYK. VÝZTUŽE"} & \text{if } \max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}}) \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NUTNO SMYK. VÝZTUŽ"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} = \text{"NUTNO SMYK. VÝZTUŽ"}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK.1}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{\max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}})} = 144.717\%$$

$$\phi_{\text{sw}} = 10 \cdot \text{mm}$$

- profil smykové výztuže

$$n_{\text{střih}} = 3$$

- počet střihů v průřezu

$$s_{\text{prov}} = 300 \cdot \text{mm}$$

- navržená vzdálenost smyk. výztuže

$$A_{\text{sw}} = 2.356 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

- celková plocha smykové výztuže

$$\alpha_{\text{sw}} = 90 \cdot \text{deg}$$

- úhel sklonu smykové výztuže

$$\theta = 21.801 \cdot \text{deg}$$

- skutečný úhel sklonu tlačené diagonály

odolnost tlakové diagonály

$$V_{\text{Rd.max}} = 1.976 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

- max. smyková odolnost

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.2}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.max}} \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.max}}} = 21.387\%$$

odolnost z hlediska porušení smykové výztuže

$$V_{\text{Rd.s}} = 479 \cdot \text{kN}$$

- smyková odolnost prvku

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.3}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.s}} \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK.3}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.s}}} = 88.116\%$$

7.3 POSOUZENÍ STĚNY

NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - OHYB

NAVRŽENÉ PROFILY BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

$$\phi_{s,1} := 22\text{mm}$$

$$\phi_{s,2} := 22\text{mm}$$

$$n_{s,1} := 6.667$$

$$n_{s,2} := 6.667$$

- průměr betonářské výztuže - (tahaná výztuž)
- průměr betonářské výztuže - (tlačená výztuž)
- navržený počet výztuže č. 1
- navržený počet výztuže č. 2

KRYTÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

$$c_{min} := 30\text{mm}$$

$$c_{nom} := 40\text{mm}$$

- min. hodnota krycí vrstvy
- nom. hodnota krycí vrstvy

VNITŘNÍ SÍLY OD NÁVRHOVÉ KOMBINACE

$$M_{Ed_1} := 457.25\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_1} := -303.47\text{kN}$$

$$M_{Ed_2} := 508.86\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_2} := -310.27\text{kN}$$



$$d = 0.399\text{ m}$$

$$d_1 = 0.051\text{ m}$$

$$d_2 = 0.051\text{ m}$$

$$z_{s1} = 0.174\text{ m}$$

$$z_{s2} = 0.174\text{ m}$$

$$z_s = 0.348\text{ m}$$

$$x_{lim} = 0.246\text{ m}$$

$$N_{c, bal} = 3.387 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$A_{s1, req_j} =$$

$1.655 \cdot 10^3$	$\cdot \text{mm}^2$
$1.921 \cdot 10^3$	

$$n_{s,1} = 6.667$$

$$A_{s,1} = 2.534 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$x_{prov_j} =$$

82.311	$\cdot \text{mm}$
82.805	

$$M_{Rd_j} =$$

511.886	$\cdot \text{kN}\cdot\text{m}$
513.289	

- účinná výška průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č. 1 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č. 2 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č. 1
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č. 2
- rameno vnitřních sil
- limitná poloha neutrální osy
- limitná síla tlačeného betonu
- potřebná plocha výztuže č. 1
- navržený počet prutů výztuže č. 1
- navržená plocha výztuže č. 1
- moment odolnosti průřezu - dolná výztuž

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } M_{\text{Ed}_j} \leq M_{\text{Rd}_j} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} = \begin{pmatrix} \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"VYHOVUJE"} \end{pmatrix}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} := \frac{M_{\text{Ed}_j}}{M_{\text{Rd}_j}}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} = \begin{array}{|c|} \hline 89.327 \\ \hline 99.137 \\ \hline \end{array} \cdot \%$$

7.2 NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - SMYK

$$V_{\text{Ed}} := 276.46 \text{ kN}$$

- max. smyková síla

$$V_{\text{Rd.c}} = 258.791 \text{ kN}$$

- smyková odolnost prvku bez smykovej výztuže

$$V_{\text{Rd.c.min}} = 211.1 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Rd.max.c}} = 1791 \text{ kN}$$

- max. smyková odolnost betonu

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} := \begin{cases} \text{"BEZ SMYK. VÝZTUŽE"} & \text{if } \max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}}) \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NUTNO SMYK. VÝZTUŽ"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} = \text{"NUTNO SMYK. VÝZTUŽ"}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK.1}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{\max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}})} = 106.827 \cdot \%$$

$$\phi_{\text{sw}} = 10 \text{ mm}$$

- profil smykové výztuže

$$n_{\text{střih}} = 3$$

- počet střihů v průřezu

$$s_{\text{prov}} = 300 \text{ mm}$$

- navržená vzdálenost smyk. výztuže

$$A_{\text{sw}} = 2.356 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

- celková plocha smykové výztuže

$$\alpha_{\text{sw}} = 90 \text{ deg}$$

- úhel sklonu smykové výztuže

$$\theta = 21.801 \text{ deg}$$

- skutečný úhel sklonu tlačené diagonály

odolnost tlakové diagonály

$$V_{\text{Rd.max}} = 1.259 \times 10^3 \text{ kN}$$

- max. smyková odolnost

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.2}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.max}} \geq V_{\text{Ed}} = \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.max}}} = 21.965 \cdot \%$$

odolnost z hlediska porušení smykové výztuže

$$V_{\text{Rd.s}} = 305 \text{ kN}$$

- smyková odolnost prvku

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.3}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.s}} \geq V_{\text{Ed}} = \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK.3}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.s}}} = 90.497 \cdot \%$$

7.3 POSOUZENÍ SPODNÍ DESKY**NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - OHYB****NAVRŽENÉ PROFILY BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE**

$$\phi_{s,1} := 20\text{mm}$$

$$\phi_{s,2} := 20\text{mm}$$

$$n_{s,1} := 6.667$$

$$n_{s,2} := 6.667$$

- průměr betonářské výztuže - (tahaná výztuž)
- průměr betonářské výztuže - (tlačená výztuž)
- navržený počet výztuže č. 1
- navržený počet výztuže č. 2

KRYTÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

$$c_{min} := 30\text{mm}$$

$$c_{nom} := 40\text{mm}$$

- min. hodnota krycí vrstvy
- nom. hodnota krycí vrstvy

VNITŘNÍ SÍLY OD NÁVRHOVÉ KOMBINACE

$$M_{Ed_1} := 348.29\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_1} := -4627.23\text{kN}$$

$$M_{Ed_2} := 348.29\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed_2} := -4627.23\text{kN}$$



$$d = 0.4\text{ m}$$

$$d_1 = 0.05\text{ m}$$

$$d_2 = 0.05\text{ m}$$

$$z_{s1} = 0.175\text{ m}$$

$$z_{s2} = 0.175\text{ m}$$

$$z_s = 0.35\text{ m}$$

$$x_{lim} = 0.247\text{ m}$$

$$N_{c,bal} = 3.396 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$A_{s1,req_j} =$$

$3.683 \cdot 10^3$	$\cdot \text{mm}^2$
$3.683 \cdot 10^3$	

$$n_{s,1} = 6.667$$

$$A_{s,1} = 2.094 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$x_{prov_j} =$$

391.777	$\cdot \text{mm}$
391.777	

$$M_{Rd_j} =$$

789.007	$\cdot \text{kN}\cdot\text{m}$
789.007	

- účinná výška průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č. 1 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm výztuže č. 2 a okrajem průřezu
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č. 1
- vzdálenost mezi těžištěm průřezu a těžištěm výztuže č. 2
- rameno vnitřních sil
- limitná poloha neutrální osy
- limitná síla tlačeného betonu
- potřebná plocha výztuže č. 1
- navržený počet prutů výztuže č. 1
- navržená plocha výztuže č. 1
- moment odolnosti průřezu - dolná výztuž

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } M_{\text{Ed}_j} \leq M_{\text{Rd}_j} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{OHYB}_j} = \begin{pmatrix} \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"VYHOVUJE"} \end{pmatrix}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} := \frac{M_{\text{Ed}_j}}{M_{\text{Rd}_j}}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{OHYB}_j} =$$

$$\begin{matrix} 44.143 \\ 44.143 \end{matrix} \cdot \%$$

7.2 NÁVRH A POSOUZENÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - SMYK

$$V_{\text{Ed}} := 345 \text{ kN}$$

- max. smyková síla

$$V_{\text{Rd.c}} = 409.218 \text{ kN}$$

- smyková odolnost prvku bez smykovej výztuže

$$V_{\text{Rd.c.min}} = 375.033 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Rd.max.c}} = 1795 \text{ kN}$$

- max. smyková odolnost betonu

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} := \begin{cases} \text{"BEZ SMYK. VÝZTUŽE"} & \text{if } \max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}}) \geq V_{\text{Ed}} \\ \text{"NUTNO SMYK. VÝZTUŽ"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.1}} = \text{"BEZ SMYK. VÝZTUŽE"}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK.1}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{\max(V_{\text{Rd.c}}, V_{\text{Rd.c.min}})} = 84.307 \cdot \%$$

$$\phi_{\text{sw}} = 10 \text{ mm}$$

- profil smykové výztuže

$$n_{\text{strih}} = 3$$

- počet stříhů v průřezu

$$s_{\text{prov}} = 150 \text{ mm}$$

- navržená vzdálenost smyk. výztuže

$$A_{\text{sw}} = 2.356 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

- celková plocha smykové výztuže

$$\alpha_{\text{sw}} = 90 \text{ deg}$$

- úhel sklonu smykové výztuže

$$\theta = 21.801 \text{ deg}$$

- skutečný úhel sklonu tlačené diagonály

odolnost tlakové diagonály

$$V_{\text{Rd.max}} = 717.91 \text{ kN}$$

- max. smyková odolnost

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.2}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.max}} \geq V_{\text{Ed}} = \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.max}}} = 48.056 \cdot \%$$

odolnost z hlediska porušení smykové výztuže

$$V_{\text{Rd.s}} = 348 \text{ kN}$$

- smyková odolnost prvku

$$\text{PODMINKA}_{\text{SMYK.3}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } V_{\text{Rd.s}} \geq V_{\text{Ed}} = \text{"VYHOVUJE"} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{SMYK.3}} := \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd.s}}} = 98.996 \cdot \%$$

7.5 POSOUZENÍ PRŮŘEZU Z HLEDISKA MSP - STŘED ROZPĚTÍ**GEOMETRIA PRŮŘEZU**

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm,1}(28\text{day})} = 6.25$$

- pracovní součinitel

$$h_D := h_{N,d,h.1} = 550 \cdot \text{mm}$$

- tloušťka desky v místě posuzovaného průřezu (střed)

$$b_D := 1.0 \text{ m}$$

- šířka desky na 1 bm

$$A_c := b_D \cdot h_D = 0.55 \text{ m}^2$$

- plocha desky v místě posuzovaného průřezu

$$I_c := \frac{1}{12} b_D \cdot h_D^3 = 0.014 \text{ m}^4$$

- moment zotrvačnosti v místě posuzovaného průřezu

NAVRŽENÉ PROFILY BETONÁRSKEJ VÝZTUŽE

$$\phi_{s,1} := 25 \text{ mm}$$

• průměr betonářské výztuže - (tahaná výztuž:)

$$\phi_{s,2} := 25 \text{ mm}$$

• průměr betonářské výztuže - (tlačená výztuž:)

$$n_{s,1} := 6.667$$

• navržený počet výztuže č. 1

$$n_{s,2} := 6.667$$

• navržený počet výztuže č. 2

$$A_{s1,prov} := n_{s,1} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{s,1}^2}{4} = 3.273 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{s2,prov} := n_{s,2} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{s,2}^2}{4} = 3.273 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

7.5.1 - kontrola napětí v betónovom priereze

$$M_k := 376.44 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- max. ohybový moment v místě posuzovaného průřezu od MSP

$$N_k := -122.8 \text{ kN}$$

- osová síla v místě posuzovaného průřezu od kombinace pro MSP



$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm,1}(28\text{day})} = 6.25$$

- pracovní součinitel

CHARAKTERISTIKY PRŮŘEZU BEZ TRHLIN

$$A_{c,skut} := A_c - (A_{s1,prov} + A_{s2,prov}) = 0.543 \text{ m}^2$$

- skutečná plocha betonu

$$t_c := \frac{A_c \cdot 0.5 \cdot h_D - (A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d_2)}{A_{c,skut}} = 0.275 \text{ m}$$

- těžiště betonového průřezu

$$A_i := A_{c,skut} + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov}) = 0.584 \text{ m}^2$$

- plocha ideálního průřezu bez trhlin

$$S_i := A_{c,skut} \cdot t_c + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d_2) = 0.161 \cdot \text{m}^3$$

- statický moment ideálního průřezu bez trhlin

$$t_i := \frac{S_i}{A_i} = 0.275 \text{ m}$$

- těžiště ideálního průřezu bez trhlin

$$I_i := \left[I_c + A_{c,skut} \cdot (t_i - t_c)^2 \right] + \alpha_e \cdot \left[A_{s1,prov} \cdot (t_i - d)^2 + A_{s2,prov} \cdot (t_i - d_2)^2 \right]$$

$$I_i = 0.016 \text{ m}^4$$

- moment zotrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin

$$M_{cr} := f_{ctm,1}(28\text{day}) \cdot \frac{I_i}{h_D - t_i} = 167.565 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

- limitní moment před vznikem trhlin

$$z_D := 0 \text{ m}, 0.005 \text{ m} \dots h_D$$

- krok výpočtu

VÝPOČET NAPĚTÍ PRŮŘEZU BEZ TRHLINY

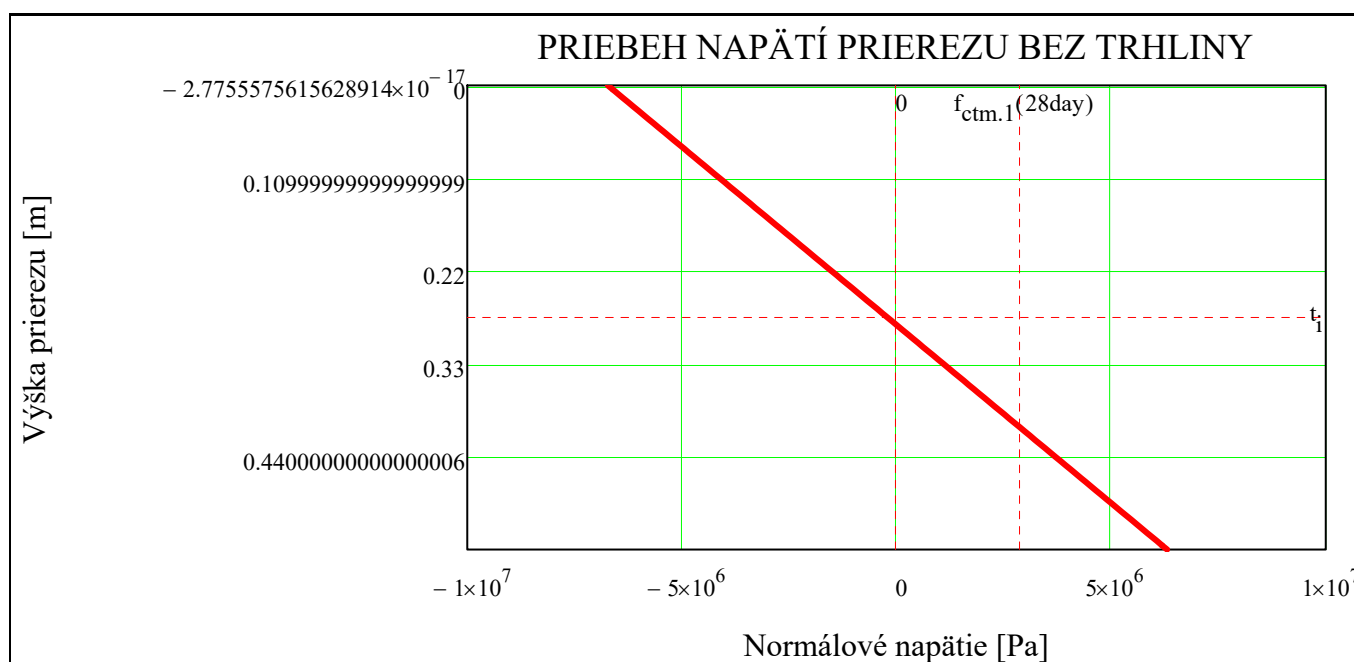
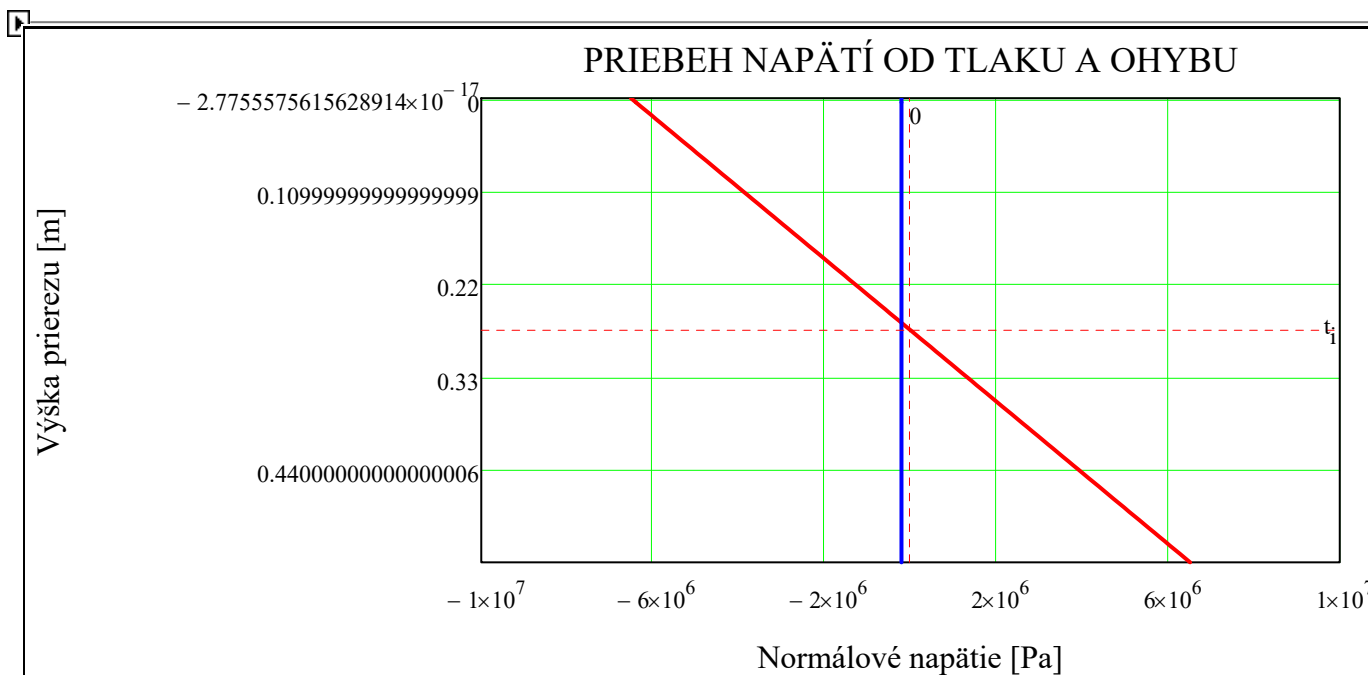
$$\sigma_N(z_D) := \frac{N_k}{A_i} \quad \sigma_M(z_D) := \frac{M_k}{I_i} \cdot (-t_i + z_D) \quad \sigma(z_D) := \frac{N_k}{A_i} + \frac{M_k}{I_i} \cdot (-t_i + z_D)$$

$$\sigma_{s2,i} := \alpha_e \cdot \sigma(d_2) = -34.258 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí vo výztuži č.2 (tlačená výztuž):}$$

$$\sigma_{s1,i} := \alpha_e \cdot \sigma(d) = 31.631 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí vo výztuži č.1 (tahaná výztuž):}$$

$$\sigma(0) = -6.725 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí v betonu (krajné horné vlákna průřezu)}$$

$$\sigma(h_D) = 6.305 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí v betonu (krajné dolné vlákna průřezu)}$$



$$\text{PODMINKA}_{\text{NAPĚTIE.1}} := \begin{cases} \text{"TRHLINA NEVZNIKNE"} & \text{if } f_{\text{ctm.1}}(28\text{day}) \geq \sigma(h_D) \\ \text{"TRHLINA VZNIKNE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PODMINKA}_{\text{NAPĚTIE.1}} = \text{"TRHLINA VZNIKNE"}$$

CHARAKTERISTIKY PRŮŘEZU S TRHLINOU

$$x := \begin{cases} 0 & \text{if Namahanie} = \text{"TAH"} \\ \frac{\alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov})}{b_D} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_D \cdot A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d_2}{\alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov})^2}} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x = 0.115 \text{ m}$$

$$A_{ir} := b_D \cdot x + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov}) = 0.155 \text{ m}^2 \quad - \text{plocha průřezu s trhlinou}$$

$$t_{ir} := \frac{b_D \cdot x \cdot \frac{x}{2} + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d_2)}{A_{ir}} = 0.115 \text{ m} \quad - \text{těžiště průřezu s trhlinou}$$

$$I_{ir} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_D \cdot x^3 + b_D \cdot x \cdot (t_{ir} - 0.5x)^2 \right] + \alpha_e \cdot \left[A_{s1,prov} \cdot (d - x)^2 + A_{s2,prov} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

$$I_{ir} = 3.579 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4 \quad - \text{moment zotrvačnosti průřezu s trhlinou}$$

VÝPOČET NAPĚTÍ PRŮŘEZU S TRHLINOU

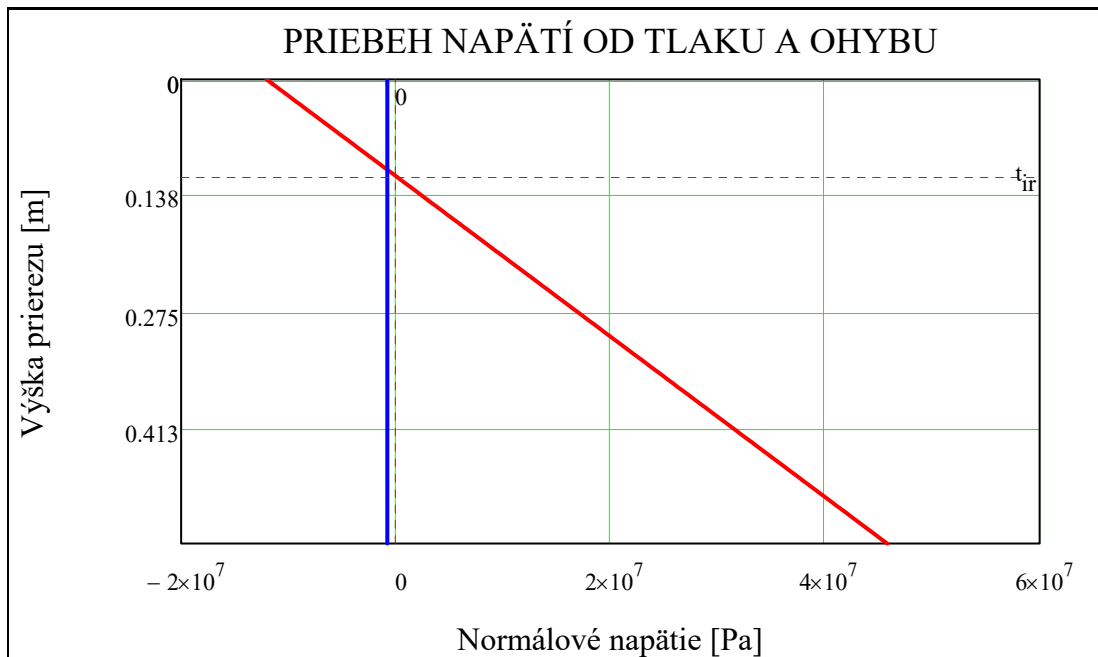
$$\sigma_{N.ir}(z_D) := \frac{N_k}{A_{ir}} \quad \sigma_{M.ir}(z_D) := \frac{M_k \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}} \quad \sigma_{c.ir}(z_D) := \frac{N_k}{A_{ir}} + \frac{M_k \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

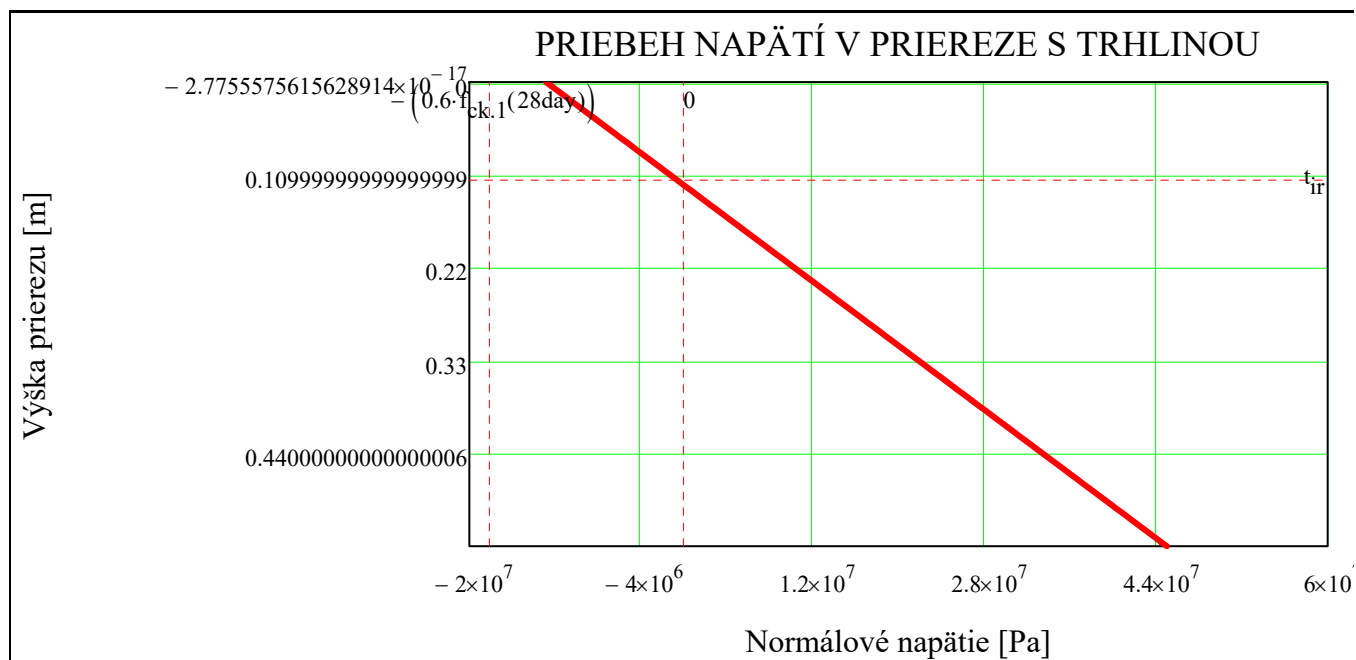
$$\sigma_{s2.ir} := \alpha_e \cdot \sigma_{c.ir}(d_2) = -45.734 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí vo výztuži č.2 (tlačená výztuž)}$$

$$\sigma_{s1.ir} := \alpha_e \cdot \sigma_{c.ir}(d) = 246.766 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí vo výztuži č.1 (tahaná výztuž)}$$

$$\sigma_{c.ir}(0) = -12.839 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí v betonu (v krajných horných vláknach průřezu)}$$

$$\sigma_{c.ir}(h_D) = 45.004 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí v betonu (v krajných dolných vláknach průřezu)}$$





POSOUZENÍ NAPĚTÍ V BETONU:

$$\text{PODMINKA}_{\text{NAPĚTIE.2}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } |\sigma_{c.ir}(0)| \leq 0.6 f_{ck.1}(28\text{day}) \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUŽITELNOST}_{\text{NAPĚTIE.2}} := \frac{|\sigma_{c.ir}(0)|}{0.6 f_{ck.1}(28\text{day})} = 71.327\%$$

POSOUZENÍ NAPĚTÍ VO VÝZTUŽI: č.2:

$$\text{PODMINKA}_{\text{NAPĚTIE.3}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } |\sigma_{s2.ir}| \leq 0.8 f_{s,yk} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

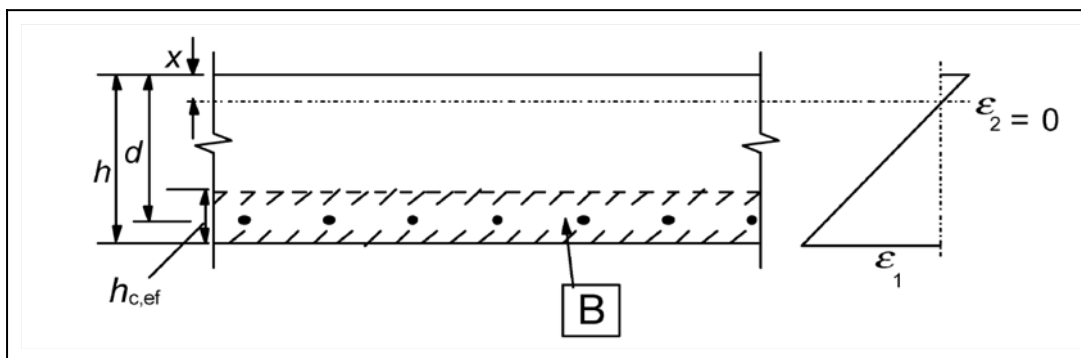
$$\text{VYUŽITELNOST}_{\text{NAPĚTIE.3}} := \frac{|\sigma_{s2.ir}|}{0.8 f_{s,yk}} = 11.434\%$$

POSOUZENÍ NAPĚTÍ VO VÝZTUŽI č.1:

$$\text{PODMINKA}_{\text{NAPĚTIE.4}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } |\sigma_{s1.ir}| \leq 0.8 f_{s,yk} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUŽITELNOST}_{\text{NAPĚTIE.4}} := \frac{|\sigma_{s1.ir}|}{0.8 f_{s,yk}} = 61.692\%$$

7.5.2 - výpočet šířky trhliny

B - účinná plocha v tahu $A_{c,ef}$

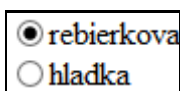
$$h_{c,ef} := \min \left[2.5 \cdot \left(c_{nom} + \frac{\phi_{s,1}}{2} \right), \frac{h_D - x}{3} \right] = 0.131 \text{ m}$$

- účinná výška v tahu

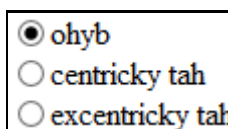
$$A_{c,ef} := b_D \cdot h_{c,ef} = 0.131 \text{ m}^2$$

- účinná plocha v tahu

$$\rho_{s,ef} := \frac{A_{s1,prov}}{A_{c,ef}} = 0.025$$

vplyv povrchovej
úpravy výztuže:

$$k_1 = 0.8$$

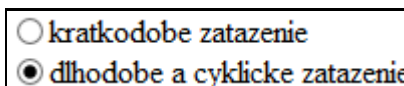
vplyv distribúcie
napätia v betone:

$$k_2 = 0.5$$

$$s_{r,max} := 3.4 \cdot c_{nom} + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi_{s,1}}{\rho_{s,ef}} = 0.306 \text{ m}$$

- max. vzdálenost sousedících trhlin

součinitel závislý od doby trvání zatížení:



$$k_{t,qp} = 0.4$$

$$M_{qp} := 107.88 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{- max. ohybový moment v místě posuzovaného průřezu od kvázi-stálé kombinace}$$

$$N_{qp} := -18.27 \text{ kN} \quad \text{- osová síla v místě posuzovaného průřezu od kvázi-stálé kombinace}$$

$$\sigma_{N,ir,qp}(z_D) := \frac{N_{qp}}{A_{ir}} \quad \sigma_{M,ir,qp}(z_D) := \frac{M_{qp} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}} \quad \sigma_{c,ir,qp}(z_D) := \frac{N_{qp}}{A_{ir}} + \frac{M_{qp} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{s1,ir,qp} := \alpha_e \cdot \sigma_{c,ir,qp}(d) = 71.398 \text{ MPa} \quad \text{- napětí vo výztuži č.1 (tahaná výztuž.)}$$

$$\epsilon_{sm\epsilon m_{qp}} := \max \left[\frac{\sigma_{s1,ir,qp} - k_{t,qp} \cdot \frac{f_{ctm,1}(4day)}{\rho_{s,ef}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{s,ef})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s1,ir,qp}}{E_s} \right] = 0.0002$$

$$w_{k,qp} := s_{r,max} \cdot \epsilon_{sm\epsilon m_{qp}} = 0.066 \text{ mm}$$

$$w_{lim} := 0.3 \text{ mm}$$

$$PODMINKA_{TRHLIN.Y.1} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } w_{k,qp} \leq w_{lim} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$VYUŽITELNOST_{TRHLIN.Y.1} := \frac{w_{k,qp}}{w_{lim}} = 21.88 \cdot \%$$

7.5.3 POSOUZENÍ PRŮŘEZU Z HLEDISKA ÚNAVY - STŘED ROZPĚTÍ

VNÚTORNÉ SILY V PRIEREZE:

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1) pro max. úroveň tlakových napětí:

$$M_{FLM1,max,I} := 285.47 \text{ kN} \cdot \text{m} - \text{max. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

$$N_{FLM1,max,I} := -89.1 \text{ kN} - \text{osová síla od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1) pro min. úroveň tlakových napětí:

$$M_{FLM1,min,I} := 230.89 \text{ kN} \cdot \text{m} - \text{min. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

$$N_{FLM1,min,I} := -66.84 \text{ kN} - \text{osová síla od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

Moment a osová síla od časté kombinace včetně dopravy pro max. úroveň tlakových napětí:

$$M_{frq,max,I} := 299.57 \text{ kN} \cdot \text{m} - \text{max. ohybový moment od časté kombinace}$$

$$N_{frq,max,I} := -94.91 \text{ kN} - \text{osová síla od časté kombinace}$$

Moment a osová síla od časté kombinace včetně dopravy pro min. úroveň tlakových napětí:

$$M_{frq,min,I} := 107.88 \text{ kN} \cdot \text{m} - \text{min. ohybový moment od kombinace pro častú kombinaci}$$

$$N_{frq,min,I} := -18.27 \text{ kN} - \text{osová síla od časté kombinace}$$

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3) maximálna:

$$M_{FLM3,max,I} := 230.89 \text{ kN} \cdot \text{m} - \text{max. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

$$N_{FLM3,max,I} := -66.84 \text{ kN} - \text{osová síla od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3) minimálna:

$$M_{FLM3,min,I} := 107.88 \text{ kN} \cdot \text{m} - \text{min. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

$$N_{FLM3,min,I} := -18.27 \text{ kN} - \text{osová síla od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

HORNÍ A DOLNÍ MEZ AMPLITÚDY NAPĚTÍ:

Max úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1):

$$\sigma_{c,FLM1,max}(z_D) := \frac{N_{FLM1,max,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM1,max,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,FLM1,max}(0) = -9.71 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1):

$$\sigma_{c,FLM1,min}(z_D) := \frac{N_{FLM1,min,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM1,min,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,FLM1,min}(0) = -7.82 \cdot \text{MPa}$$

Max úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c,frq,max}(z_D) := \frac{N_{frq,max,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{frq,max,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,frq,max}(0) = -10.199 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c,frq,min}(z_D) := \frac{N_{frq,min,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{frq,min,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,frq,min}(0) = -3.571 \cdot \text{MPa}$$

Max úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{c.FLM3.max}(z_D) := \frac{N_{FLM3.max.I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM3.max.I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c.FLM3.max}(0) = -7.82 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{c.FLM3.min}(z_D) := \frac{N_{FLM3.min.I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM3.min.I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c.FLM3.min}(0) = -3.571 \cdot \text{MPa}$$

$$N_{obs} := 0.125 \cdot 10^6 = 1.25 \times 10^5$$

- očekávaný počet nákladných vozidiel pro pomalý jazdný pruh za rok

$$Q := 0.94$$

- součinitel pro druh dopravy dle tab. NN1 (STN EN 1992-2)

$$k_2 := 9$$

- napěťový exponent dle tab. 6.3N - parametre S - N betonářské oceli

$$\gamma_{f.fat} := 1.0$$

- součinitel pro únavové zatížení

$$\gamma_{s.fat} := 1.15$$

- součinitel pro únavu výztuže

7.5.4 - únavové posouzení betónu**a) METÓDA EKVIVALENTNÍHO ROZKMITU NAPĚTÍ**

$$\sigma_{cd.max.equ} := \sigma_{c.FLM1.max}(0) = -9.71 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{cd.min.equ} := \sigma_{c.FLM1.min}(0) = -7.82 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{cd.equ} := \sigma_{cd.max.equ} - \sigma_{cd.min.equ} = -1.89 \cdot \text{MPa}$$

Najväčšia a najmenšia úroveň tlakových napětí

$$E_{cd.max.equ.I} := \frac{|\sigma_{cd.max.equ}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.637$$

$$E_{cd.min.equ.I} := \frac{|\sigma_{cd.min.equ}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.513$$

$$R_{equ.I} := \frac{E_{cd.min.equ.I}}{E_{cd.max.equ.I}} = 0.805 \quad \text{- pomer napětí}$$

$$\text{PODMINKA}_{UNAVA.c.a} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } 14 \cdot \frac{1 - E_{cd.max.equ.I}}{\sqrt{1 - R_{equ.I}}} \geq 6 \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUŽITELNOST}_{UNAVA.c.a} := \frac{6}{14 \cdot \frac{1 - E_{cd.max.equ.I}}{\sqrt{1 - R_{equ.I}}}} = 52.14 \cdot \%$$

b) ZJEDNODUŠENÁ METÓDA

Max úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c.frq.max}(0) = -10.199 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c.frq.min} := \max(\sigma_{c.frq.min}(0), 0) = 0 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{c.frq} := \sigma_{c.frq.max}(0) - \sigma_{c.frq.min} = -10.199 \cdot \text{MPa}$$

posouzení:

$$\frac{|\sigma_{c.frq.max(0)}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.669 \quad 0.5 + 0.45 \cdot \frac{|\sigma_{c.frq.min}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.5$$

$$PODMINKA_{UNAVA.c.b} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } \frac{|\sigma_{c.frq.max(0)}|}{f_{cd.fat.1}} \leq 0.5 + 0.45 \cdot \frac{|\sigma_{c.frq.min}|}{f_{cd.fat.1}} \leq 0.9 \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$VYUŽITELNOST_{UNAVA.c.b} := \text{floor} \left(\frac{\frac{|\sigma_{c.frq.max(0)}|}{f_{cd.fat.1}}}{0.5 + 0.45 \cdot \frac{|\sigma_{c.frq.min}|}{f_{cd.fat.1}}} \cdot 1 \right) = 100\%$$

7.5.5 - Únavové posouzení betonářské výztuže

Horná a dolná mez amplitúdy napětí

Max. napětí betonářské výztuže od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{s.FLM3.max}(z_D) := \alpha_e \cdot \sigma_{c.FLM3.max}(z_D)$$

$$\sigma_{s.FLM3.max}(d) = 151.695 \cdot \text{MPa}$$

Min. napětí betonářské výztuže od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{s.FLM3.min}(z_D) := \alpha_e \cdot \sigma_{c.FLM3.min}(z_D)$$

$$\sigma_{s.FLM3.min}(d) = 71.398 \cdot \text{MPa}$$

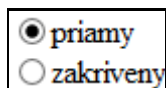
Rozkmit napětí:

$$\Delta\sigma_{s.Ec} := \sigma_{s.FLM3.max}(d) - \sigma_{s.FLM3.min}(d) = 80.297 \cdot \text{MPa}$$

$$D_{major.1.1} := 7 \cdot \phi_{s.1} = 0.175 \text{ m} \quad - \text{průměr oblúka}$$

$$\zeta := 0.35 + 0.026 \cdot \frac{D_{major.1.1}}{\phi_{s.1}} = 0.5 \quad - \text{redukční součinitel pro ohýbané pruty}$$

Tvar prúta:



$$\Delta\sigma_{Rsk} := \begin{cases} 162.5 \text{ MPa} & \text{if prut} = \text{"priamy"} \\ (\zeta \cdot 162.5 \text{ MPa}) & \text{if prut} = \text{"zakriveny"} \end{cases} = 162.5 \cdot \text{MPa}$$

součinitel zohľadňujúci druh konštrukčného prvku podľa dĺžky priečnikovej čiary dle NN.1, NN.2 prílohy NN STN EN 1992 - 2:

$$\lambda_{s.1} := 1.25$$

součinitel zohľadňujúci vplyv ročnej intenzity dopravy:

$$\lambda_{s.2} := Q \cdot \sqrt[3]{\frac{N_{obs}}{2 \cdot 10^6}} = 0.691$$

součinitel zohľadňujúci návrhovú životnosť mostu:

$$N_{year} := 100$$

- Návrhová životnosť konštrukcie:

$$\lambda_{s.3} := \sqrt[3]{\frac{N_{year}}{100}} = 1$$

součinitel vyjadrujúci vplyv zatížení na viac než jeden zatěžovací pruh:

$$\lambda_{s,4} := \sqrt[2]{1} = 1$$

Hodnota dynamického součiniteľa poškodenia závislého na drsnosti povrchu vozovky dle STN EN 1991-2:

$$\phi_{fat} := \begin{cases} \bullet \text{FLM1-FLM4} \\ \circ \text{FLM5_dobra_drsnost} \\ \circ \text{FLM5_stredni_drsnost} \end{cases} \quad \phi_{fat} = 1$$

$$\Delta\phi_{fat} := 1.0 \quad - \text{konstrukce bez mostného závěru}$$

Opravný součinitel zohľadňujúci ekvivalentné poškodenie únavou:

$$\lambda_s := \Delta\phi_{fat} \phi_{fat} \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4} = 0.863$$

Poškodzujující ekvivalentný rozkmit napětí pro betonářskou výztuž::

$$\Delta\sigma_{S,eq} := |\Delta\sigma_{S,Ec}| \cdot \lambda_s = 69.334 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s,fat}} = 141.304 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{PODMINKA}_{UNAVA.s} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } \Delta\sigma_{S,eq} \cdot \gamma_{f,fat} \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s,fat}} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUŽITELNOST}_{UNAVA.s} := \frac{\Delta\sigma_{S,eq} \cdot \gamma_{f,fat}}{\frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s,fat}}} = 49.067\%$$

7.5.6 - únavové posouzení smykové výztuže

příčná síla od kombinace pro únavu s modelom FLM.3 maximálna:

$$V_{S,max.I} := 107 \text{ kN}$$

příčná síla od kombinace pro únavu s modelom FLM.3 minimálna:

$$V_{S,min.I} := 54.7 \text{ kN}$$

$$\Delta V_S := V_{S,max.I} - V_{S,min.I} = 52.3 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Tvar prutu: } \begin{cases} \bullet \text{priamy} \\ \circ \text{zakriveny} \end{cases}$$

$$\Delta\sigma_{Rsk} := \begin{cases} (162.5 \text{ MPa}) & \text{if prut} = \text{"priamy"} \\ (\zeta \cdot 162.5 \text{ MPa}) & \text{if prut} = \text{"zakriveny"} \end{cases} = 162.5 \cdot \text{MPa}$$

Opravný součinitel zohľadňujúci ekvivalentné poškodenie únavou:

$$\lambda_s = 0.863$$



$$\phi_{sw} = 10 \cdot \text{mm}$$

$$\theta = 21.801 \cdot \text{deg}$$

$$s_{prov} = 0.15 \text{ m}$$

$$n_{strih} = 3$$

- skutečný úhel sklonu tlačenej diagonály

- navrhovaná vzdálenosť smyk. výztuže

- počet strihov

$$\theta_{\text{fat}} := \text{atan}(\sqrt{\tan(\theta)}) = 32.312 \cdot \text{deg}$$

$$\Delta\sigma_{S.V} := \frac{\Delta V_S \cdot s_{\text{prov}}}{A_{SW} \cdot z \cdot \cos(\theta_{\text{fat}})} = 130.616 \cdot \text{MPa}$$

Poškozující ekvivalentní rozkmit napětí pro smykovou výztuž::

$$\Delta\sigma_{S.\text{equ}.V} := \Delta\sigma_{S.V} \cdot \lambda_s = 112.783 \cdot \text{MPa}$$

PODMINKA _{UNAVA.s.V} :=	$\begin{aligned} & \text{"VYHOVUJE"} \quad \text{if } \Delta\sigma_{S.\text{equ}.V} \cdot \gamma_{f.\text{fat}} \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s.\text{fat}}} = \text{"VYHOVUJE"} \\ & \text{"NEVYHOVUJE"} \quad \text{otherwise} \end{aligned}$
----------------------------------	--

$$\text{VYUŽITELNOST}_{UNAVA.s.V} := \frac{\Delta\sigma_{S.\text{equ}.V} \cdot \gamma_{f.\text{fat}}}{\frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s.\text{fat}}}} = 79.816 \cdot \%$$

7.5 POSOUZENÍ PRŮŘEZU Z HLEDISKA MSP - NÁBĚH

GEOMETRIA PRŮŘEZU

$$h_D := h_{N.d.h.2} = 650 \cdot \text{mm} \quad - \text{tloušťka desky v místě posuzovaného průřezu (střed)}$$

$$b_D := 1.0 \cdot \text{m} \quad - \text{šířka desky na 1 bm}$$

$$A := b_D \cdot h_D = 0.65 \cdot \text{m}^2 \quad - \text{plocha desky v místě posuzovaného průřezu}$$

$$I := \frac{1}{12} b_D \cdot h_D^3 = 0.023 \cdot \text{m}^4 \quad - \text{moment zotrvačnosti v místě posuzovaného průřezu}$$

NAVŘZENÉ PROFILY BETONÁRSKEJ VÝZTUŽE

$$\phi_{s.1} := 22 \cdot \text{mm} \quad \bullet \text{ průměr betonářské výztuže - (tahaná výztuž:)}$$

$$\phi_{s.2} := 22 \cdot \text{mm} \quad \bullet \text{ průměr betonářské výztuže - (tlačená výztuž:)}$$

$$n_{s.1} := 6.667 \quad \bullet \text{ navržený počet výztuže č.1}$$

$$n_{s.2} := 6.667 \quad \bullet \text{ navržený počet výztuže č.2}$$

$$A_{s.1.\text{prov}} := n_{s.1} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{s.1}^2}{4} = 2.534 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{s.2.\text{prov}} := n_{s.2} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{s.2}^2}{4} = 2.534 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

7.5.1 - kontrola napětí v betónovém priereze

$$M_k := 335.48 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- max. ohybový moment v místě posuzovaného průřezu od MSP

$$N_k := -146.07 \text{ kN}$$

- osová síla v místě posuzovaného průřezu od kombinace pro MSP



$$\alpha := \frac{E_s}{E_{cm,1}(28\text{day})} = 6.25$$

- pracovní součinitel

CHARAKTERISTIKY PRŮŘEZU BEZ TRHLINY

$$A_{c,skut} := A_c - (A_{s1,prov} + A_{s2,prov}) = 0.645 \text{ m}^2$$

- skutečná plocha betónu

$$t_i := \frac{A_c \cdot 0.5 \cdot h_D - (A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d_2)}{A_{c,skut}} = 0.325 \text{ m}$$

- těžiště betónového průřezu

$$A_i := A_{c,skut} + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov}) = 0.677 \text{ m}^2$$

- plocha ideálního průřezu bez trhlin

$$S_i := A_{c,skut} \cdot t_c + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d_2) = 0.22 \cdot \text{m}^3$$

- statický moment ideálního průřezu bez trhlin

$$t_i := \frac{S_i}{A_i} = 0.325 \text{ m}$$

- těžiště ideálního průřezu bez trhlin

$$I_i := \left[I_c + A_{c,skut} \cdot (t_i - t_c)^2 \right] + \alpha_e \cdot \left[A_{s1,prov} \cdot (t_i - d)^2 + A_{s2,prov} \cdot (t_i - d_2)^2 \right]$$

$$I_i = 0.025 \text{ m}^4$$

- moment zotrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin

$$M_{max} := f_{ctm,1}(28\text{day}) \cdot \frac{I_i}{h_D - t_i} = 225.431 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

- limitný moment před vznikem trhliny

$$z_D := 0 \text{ m}, 0.005 \text{ m} \dots h_D$$

- krok výpočtu

VÝPOČET NAPĚTÍ PRŮŘEZU BEZ TRHLINY

$$\sigma_N(z_D) := \frac{N_k}{A_i}$$

$$\sigma_M(z_D) := \frac{M_k}{I_i} \cdot (-t_i + z_D)$$

$$\sigma(z_D) := \frac{N_k}{A_i} + \frac{M_k}{I_i} \cdot (-t_i + z_D)$$

$$\sigma_{s2} := \alpha_e \cdot \sigma(d_2) = -24.09 \cdot \text{MPa}$$

- napětí vo výztuži č.2 (tlačená výztuž:)

$$\sigma_{s1} := \alpha_e \cdot \sigma(d) = 21.391 \cdot \text{MPa}$$

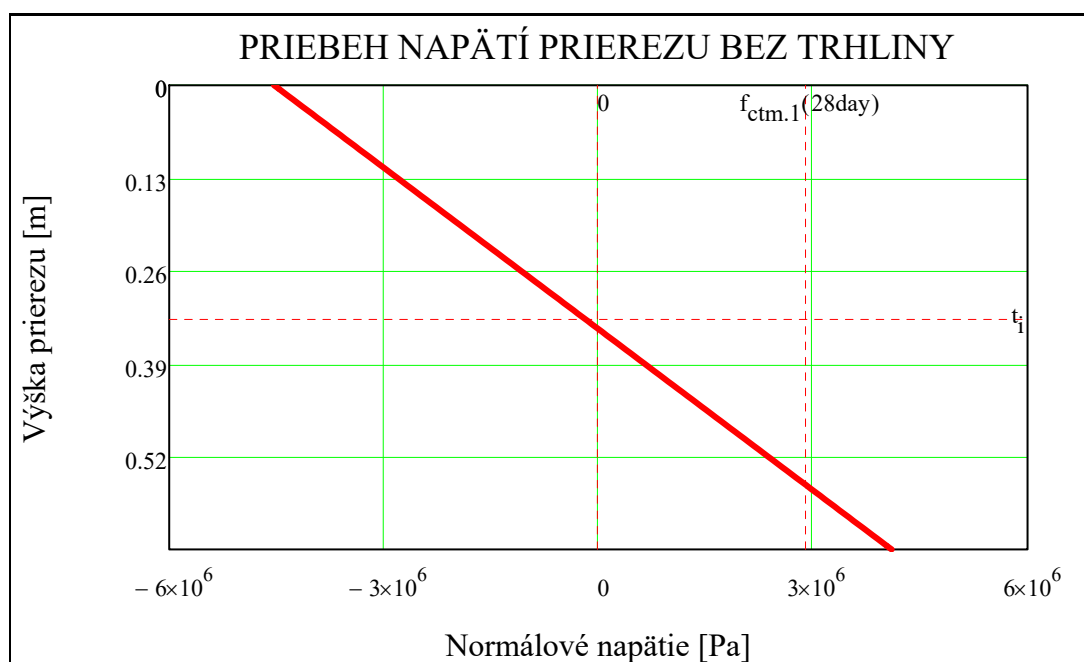
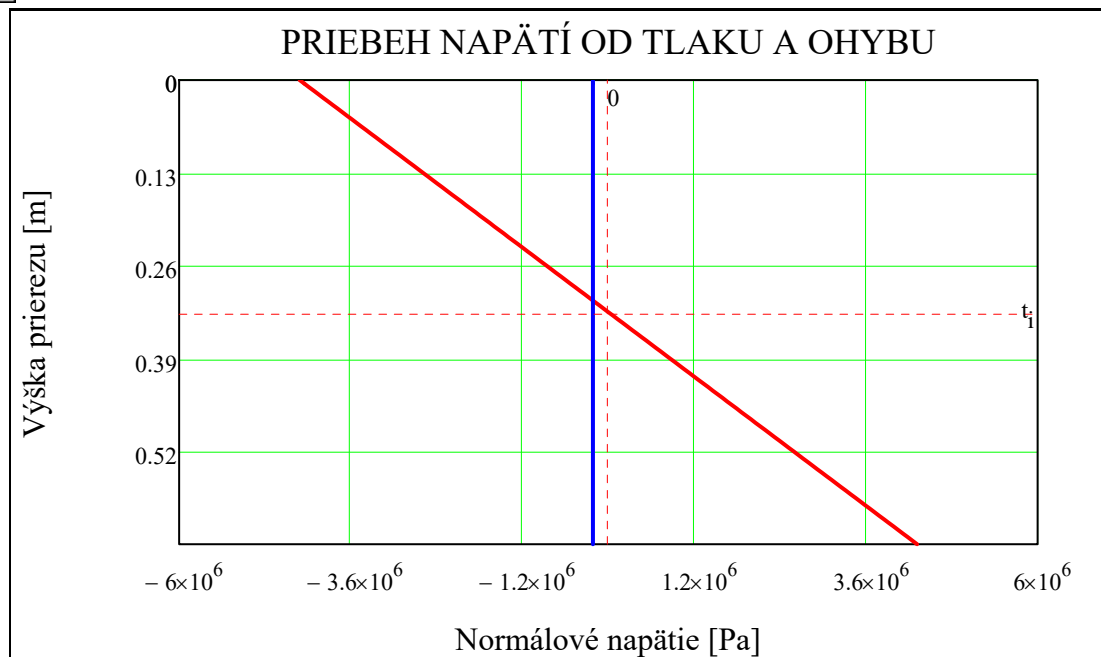
- napětí vo výztuži č.1 (tahaná výztuž:)

$$\sigma(0) = -4.532 \cdot \text{MPa}$$

- napětí v betonu (krajné horné vlákna průřezu)

$$\sigma(h_D) = 4.1 \cdot \text{MPa}$$

- napětí v betonu (krajné dolné vlákna průřezu)



$\text{PODMINKA}_{\text{NAPÄTIE.1}} := \begin{cases} \text{"TRHLINA NEVZNIKNE"} & \text{if } f_{\text{ctm.1}}(28\text{day}) \geq \sigma(h_D) \\ \text{"TRHLINA VZNIKNE"} & \text{otherwise} \end{cases}$

$\text{PODMINKA}_{\text{NAPÄTIE.1}} = \text{"TRHLINA VZNIKNE"}$

CHARAKTERISTIKY PRŮŘEZU S TRHLINOU

$$x := \begin{cases} 0 & \text{if Namahanie} = \text{"TAH"} \\ \frac{\alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov})}{b_D} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_D \cdot A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d^2}{\alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov})^2}} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x = 0.115 \text{ m}$$

$$A_{ir} := b_D \cdot x + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} + A_{s2,prov}) = 0.147 \text{ m}^2 \quad - \text{plocha průřezu s trhlinou}$$

$$t_{ir} := \frac{b_D \cdot x \cdot \frac{x}{2} + \alpha_e \cdot (A_{s1,prov} \cdot d + A_{s2,prov} \cdot d^2)}{A_{ir}} = 0.115 \text{ m} \quad - \text{těžiště průřezu s trhlinou}$$

$$I_{ir} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_D \cdot x^3 + b_D \cdot x \cdot (t_{ir} - 0.5x)^2 \right] + \alpha_e \cdot \left[A_{s1,prov} \cdot (d - x)^2 + A_{s2,prov} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

$$I_{ir} = 4.282 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4 \quad - \text{moment zotrvačnosti průřezu s trhlinou}$$

VÝPOČET NAPĚTÍ PRŮŘEZU S TRHLINOU

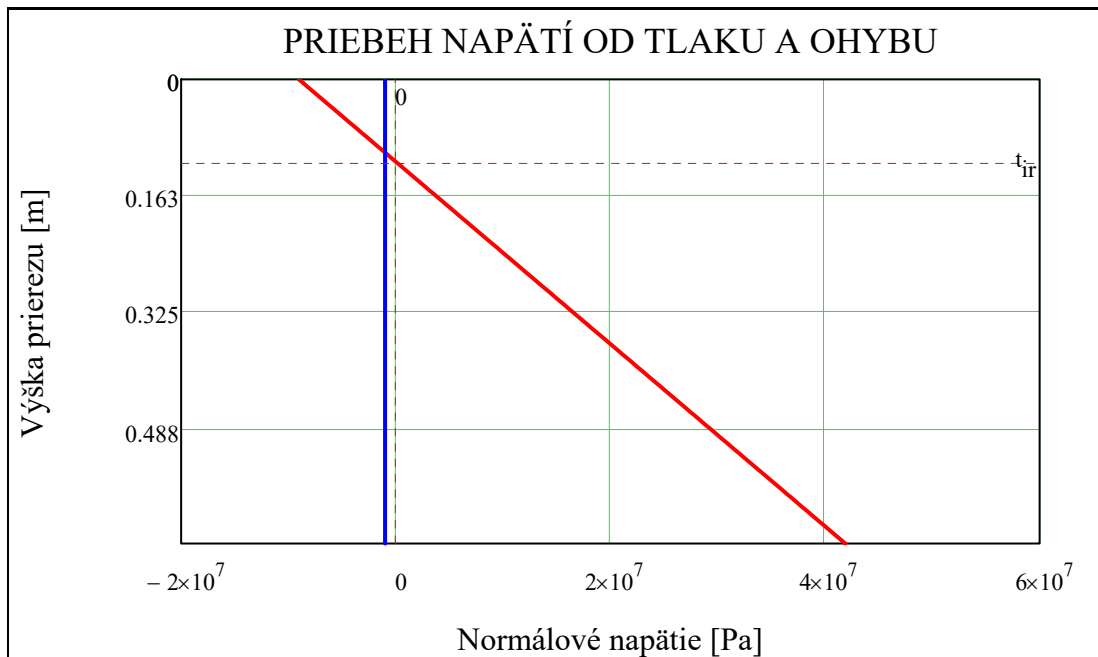
$$\sigma_{N,ir}(z_D) := \frac{N_k}{A_{ir}} \quad \sigma_{M,ir}(z_D) := \frac{M_k \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}} \quad \sigma_{M,ir}(z_D) := \frac{N_k}{A_{ir}} + \frac{M_k \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

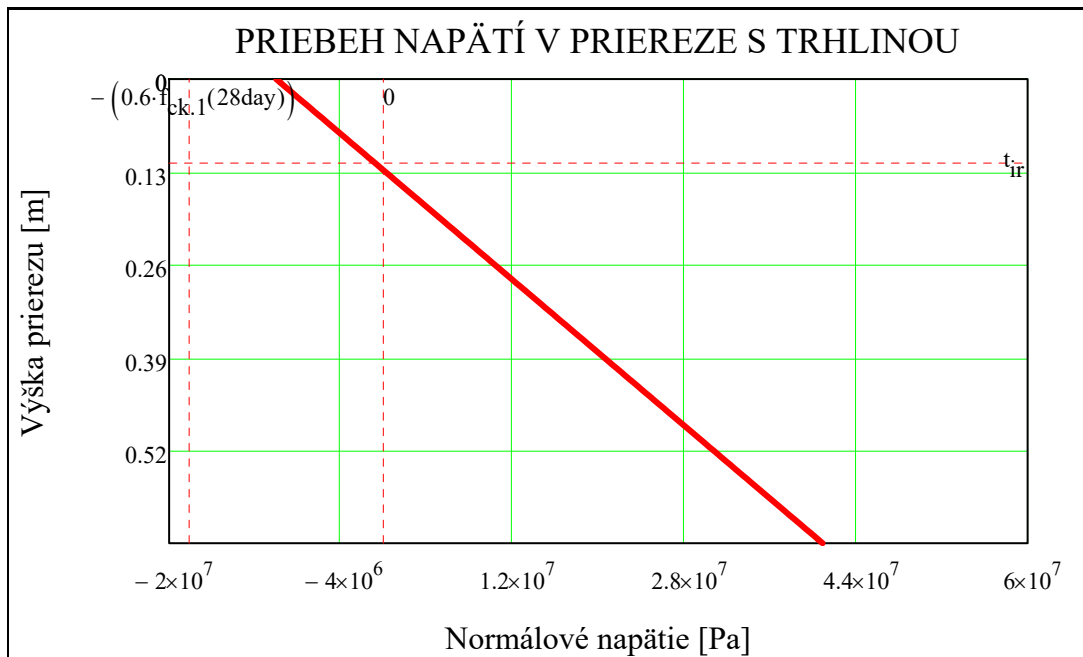
$$\sigma_{s2,ir} := \alpha_e \cdot \sigma_{c,ir}(d_2) = -37.682 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí vo výztuži č.2 (tlačená výztuž)}$$

$$\sigma_{s1,ir} := \alpha_e \cdot \sigma_{c,ir}(d) = 230.632 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí vo výztuži č.1 (tahaná výztuž)}$$

$$\sigma_{c,ir}(0) = -10.025 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí v betonu (v krajných horných vláknach průřezu)}$$

$$\sigma_{c,ir}(h_D) = 40.896 \cdot \text{MPa} \quad - \text{napětí v betonu (v krajných dolných vláknach průřezu)}$$





POSOUZENÍ NAPĚTÍ V BETONU

PODMINKA_{NAPĚTÍ.2} := $\begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } |\sigma_{c.ir}(0)| \leq 0.6 f_{ck.1}(28\text{day}) \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$

VYUŽITELNOST_{NAPĚTÍ.2} := $\frac{|\sigma_{c.ir}(0)|}{0.6 f_{ck.1}(28\text{day})} = 55.692\%$

POSOUZENÍ NAPĚTÍ VE VÝZTUŽI: č.2:

PODMINKA_{NAPĚTÍ.3} := $\begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } |\sigma_{s2.ir}| \leq 0.8 f_{s.yk} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$

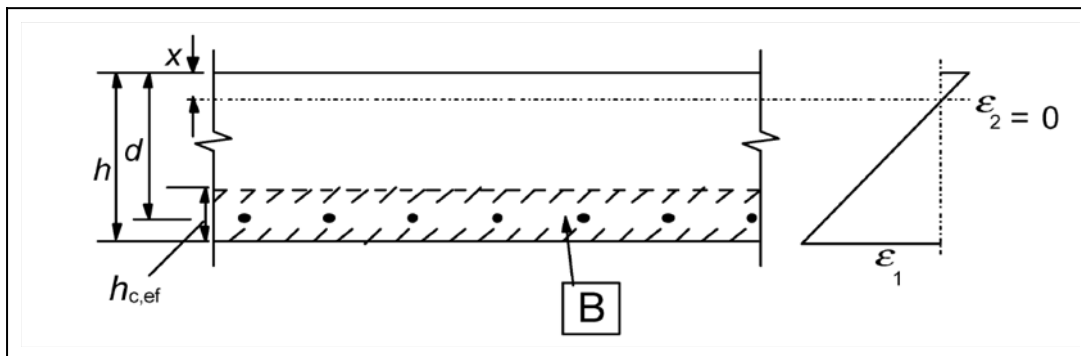
VYUŽITELNOST_{NAPĚTÍ.3} := $\frac{|\sigma_{s2.ir}|}{0.8 f_{s.yk}} = 9.421\%$

POSOUZENÍ NAPĚTÍ VE VÝZTUŽI č.1:

PODMINKA_{NAPĚTÍ.4} := $\begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } |\sigma_{s1.ir}| \leq 0.8 f_{s.yk} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$

VYUŽITELNOST_{NAPĚTÍ.4} := $\frac{|\sigma_{s1.ir}|}{0.8 f_{s.yk}} = 57.658\%$

7.5.2 - výpočet šířky trhlíny

B - účinná plocha v tahu $A_{c,ef}$

$$h_{c,ef} := \min \left[2.5 \cdot \left(c_{nom} + \frac{\phi_{s,1}}{2} \right), \frac{h_D - x}{3} \right] = 0.128 \text{ m}$$

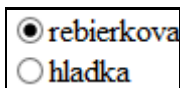
- účinná výška v tahu

$$A_{c,ef} := b_D \cdot h_{c,ef} = 0.128 \text{ m}^2$$

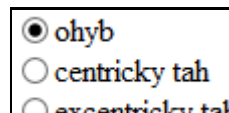
- účinná plocha v tahu

$$\rho_{s,ef} := \frac{A_{s1,prov}}{A_{c,ef}} = 0.02$$

vplyv povrchovej úpravy výztuže:



vplyv distribúcie napätia v betone:



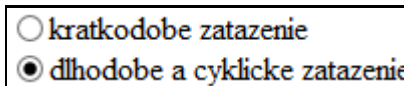
$$k_1 = 0.8$$

$$k_2 = 0.5$$

$$s_{r,max} := 3.4 \cdot c_{nom} + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi_{s,1}}{\rho_{s,ef}} = 0.324 \text{ m}$$

- max. vzdálenost sousedících trhlín

součinitel závislý od doby trvání zatížení



$$k_{t,qp} = 0.4$$

$$M_{qp} := 118.62 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{- max. ohybový moment v místě posuzovaného průřezu od kvázi-stálé kombinace}$$

$$N_{qp} := -37.66 \text{ kN} \quad \text{- osová síla v místě posuzovaného průřezu od kvázi-stálé kombinace}$$

$$\sigma_{s1,ir,qp}(z_D) := \frac{N_{qp}}{A_{ir}} \quad \sigma_{s1,ir,qp}(z_D) := \frac{M_{qp} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}} \quad \sigma_{s1,ir,qp}(z_D) := \frac{N_{qp}}{A_{ir}} + \frac{M_{qp} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{s1,ir,qp} := \alpha_e \cdot \sigma_{c,ir,qp}(d) = 82.142 \text{ MPa} \quad \text{- napětí vo výztuži č.1 (tahaná výztuž.)}$$

$$\epsilon_{sm\epsilon m,qp} := \max \left[\frac{\sigma_{s1,ir,qp} - k_{t,qp} \cdot \frac{f_{ctm,1}(4day)}{\rho_{s,ef}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{s,ef})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s1,ir,qp}}{E_s} \right] = 0.0002$$

$$w_{k,qp} := s_{r,max} \cdot \epsilon_{sm\epsilon m,qp} = 0.08 \text{ mm}$$

$$w_{lim} := 0.3 \text{ mm}$$

$$PODMINKA_TRHLIN_{1,1} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } w_{k,qp} \leq w_{lim} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$VYUŽITELNOST_TRHLIN_{1,1} := \frac{w_{k,qp}}{w_{lim}} = 26.627\%$$

7.5.3 POSOUZENÍ PRŮŘEZU Z HLEDISKA ÚNAVY - NÁBĚH

VNÚTORNÉ SILY V PRIEREZE:

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1) pro max. úroveň tlakových napětí:

$$M_{FLM1,max,I} := 259.38 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{- max. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

$$N_{FLM1,max,I} := -108.49 \text{ kN} \quad \text{- osová síla od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1) pro min. úroveň tlakových napětí:

$$M_{FLM1,min,I} := 71.37 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{- min. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

$$N_{FLM1,min,I} := -18.27 \text{ kN} \quad \text{- osová síla od kombinace pro MSP - FLM 1}$$

Moment a osová síla od časté kombinace včetně dopravy pro max. úroveň tlakových napětí:

$$M_{frq,max,I} := 270.91 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{- max. ohybový moment od časté kombinace}$$

$$N_{frq,max,I} := -114.29 \text{ kN} \quad \text{- osová síla od časté kombinace}$$

Moment a osová síla od časté kombinace včetně dopravy pro min. úroveň tlakových napětí:

$$M_{frq,min,I} := 71.37 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{- min. ohybový moment od kombinace pro častú kombinaci}$$

$$N_{frq,min,I} := -18.27 \text{ kN} \quad \text{- osová síla od časté kombinace}$$

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3) maximálna:

$$M_{FLM3,max,I} := 215.13 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{- max. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

$$N_{FLM3,max,I} := -86.22 \text{ kN} \quad \text{- osová síla od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

Moment a osová síla od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3) minimálna:

$$M_{FLM3,min,I} := 71.37 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{- min. ohybový moment od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

$$N_{FLM3,min,I} := -18.27 \text{ kN} \quad \text{- osová síla od kombinace pro MSP - FLM 3}$$

HORNÁ A DOLNÁ MEZ AMPLITÚDY NAPĚTÍ:

Max úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1):

$$\sigma_{c,FLM1,max}(z_D) := \frac{N_{FLM1,max,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM1,max,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,FLM1,max}(0) = -7.72 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 1):

$$\sigma_{c,FLM1,min}(z_D) := \frac{N_{FLM1,min,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM1,min,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,FLM1,min}(0) = -2.045 \cdot \text{MPa}$$

Max úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c,frq,max}(z_D) := \frac{N_{frq,max,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{frq,max,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,frq,max}(0) = -8.07 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c,frq,min}(z_D) := \frac{N_{frq,min,I}}{A_{ir}} + \frac{M_{frq,min,I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c,frq,min}(0) = -2.045 \cdot \text{MPa}$$

Max úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{a.FLM3.max}(z_D) := \frac{N_{FLM3.max.I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM3.max.I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c.FLM3.max}(0) = -6.378 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{a.FLM3.min}(z_D) := \frac{N_{FLM3.min.I}}{A_{ir}} + \frac{M_{FLM3.min.I} \cdot (-t_{ir} + z_D)}{I_{ir}}$$

$$\sigma_{c.FLM3.min}(0) = -2.045 \cdot \text{MPa}$$

$$N_{obs} := 0.125 \cdot 10^6 = 1.25 \times 10^5$$

- očekávaný počet nákladných vozidiel pro pomalý jazdný pruh za rok

$$Q := 0.94$$

- súčiniteľ pro druh dopravy dle tab. NN1 (STN EN 1992-2)

$$k_2 := 9$$

- napěťový exponent dle tab. 6.3N - parametre S - N betonářské oceli

$$\gamma_{c.fat} := 1.0$$

- součinitel pro únavové zatížení

$$\gamma_{s.fat} := 1.15$$

- součinitel pro únavu výztuže

7.5.4 - únavové posouzení betónu**a) METÓDA EKVIVALENTNÍHO ROZKMITU NAPĚTÍ**

$$\sigma_{cd.max.equ} := \sigma_{c.FLM1.max}(0) = -7.72 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{cd.min.equ} := \sigma_{c.FLM1.min}(0) = -2.045 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{cd.equ} := \sigma_{cd.max.equ} - \sigma_{cd.min.equ} = -5.675 \cdot \text{MPa}$$

Najväčšia a najmenšia úroveň tlakových napětí:

$$E_{cd.max.equ.I} := \frac{|\sigma_{cd.max.equ}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.507$$

$$E_{cd.min.equ.I} := \frac{|\sigma_{cd.min.equ}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.134$$

$$R_{equ.I} := \frac{E_{cd.min.equ.I}}{E_{cd.max.equ.I}} = 0.265 \quad \text{- pomer napětí}$$

$$\text{PODMINKA}_{UNAVA.a.a} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } 14 \cdot \frac{1 - E_{cd.max.equ.I}}{\sqrt{1 - R_{equ.I}}} \geq 6 \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUŽITELNOST}_{UNAVA.a.a} := \frac{6}{14 \cdot \frac{1 - E_{cd.max.equ.I}}{\sqrt{1 - R_{equ.I}}}} = 74.491 \cdot \%$$

b) ZJEDNODUŠENÁ METÓDA

Max úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c.frq.max}(0) = -8.07 \cdot \text{MPa}$$

Min úroveň napětí od časté kombinace včetně dopravy:

$$\sigma_{c.frq.min} := \max(\sigma_{c.frq.min}(0), 0) = 0 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{c.frq} := \sigma_{c.frq.max}(0) - \sigma_{c.frq.min} = -8.07 \cdot \text{MPa}$$

posouzení:

$$\frac{|\sigma_{c.frq.max(0)}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.53 \quad 0.5 + 0.45 \cdot \frac{|\sigma_{c.frq.min}|}{f_{cd.fat.1}} = 0.5$$

$$PODMINKA_{UNAVA.a.b} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } \frac{|\sigma_{c.frq.max(0)}|}{f_{cd.fat.1}} \leq 0.5 + 0.45 \cdot \frac{|\sigma_{c.frq.min}|}{f_{cd.fat.1}} \leq 0.9 \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$VYUŽITELNOST_{UNAVA.a.b} := \text{floor} \left(\frac{\frac{|\sigma_{c.frq.max(0)}|}{f_{cd.fat.1}}}{0.5 + 0.45 \cdot \frac{|\sigma_{c.frq.min}|}{f_{cd.fat.1}}} \cdot 1 \right) = 100\%$$

7.5.5 - Únavové posouzení betonářské výztuže

Horná a dolná mez amplitúdy napětí

Max. napětí betonářské výztuže od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{s.FLM3.max}(z_D) := \alpha_e \cdot \sigma_{c.FLM3.max}(z_D)$$

$$\sigma_{s.FLM3.max}(d) = 148.212 \cdot \text{MPa}$$

Min. napětí betonářské výztuže od char. kombinace včetně dopravy (FLM 3):

$$\sigma_{s.FLM3.min}(z_D) := \alpha_e \cdot \sigma_{c.FLM3.min}(z_D)$$

$$\sigma_{s.FLM3.min}(d) = 49.609 \cdot \text{MPa}$$

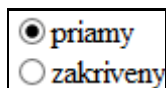
Rozkmit napětí:

$$\Delta\sigma_{s.FLM3} := \sigma_{s.FLM3.max}(d) - \sigma_{s.FLM3.min}(d) = 98.603 \cdot \text{MPa}$$

$$D_{major.1.1} := 7 \cdot \phi_{s.1} = 0.154 \text{ m} \quad - \text{průměr oblúka}$$

$$\zeta := 0.35 + 0.026 \cdot \frac{D_{major.1.1}}{\phi_{s.1}} = 0.5 \quad - \text{redukční součinitel pro ohýbané pruty}$$

Tvar prúta:



$$\Delta\sigma_{prsk} := \begin{cases} 162.5 \text{ MPa} & \text{if prut} = \text{"priamy"} \\ (\zeta \cdot 162.5 \text{ MPa}) & \text{if prut} = \text{"zakriveny"} \end{cases} = 162.5 \cdot \text{MPa}$$

součinitel zohľadňujúci druh konštrukčného prvku podľa dĺžky priečnikovej čiary dle NN.1, NN.2 prílohy NN STN EN 1992 - 2:

$$\lambda_{s.1} := 1.25$$

součinitel zohľadňujúci vplyv ročnej intenzity dopravy:

$$\lambda_{s.2} := Q \cdot \sqrt[6]{\frac{N_{obs}}{2 \cdot 10^6}} = 0.691$$

součinitel zohľadňujúci návrhovú životnosť mostu:

$$N_{year} := 100$$

- Návrhová životnosť konštrukcie:

$$\lambda_{s.3} := \sqrt[6]{\frac{N_{year}}{100}} = 1$$

součinitel vyjadrujúci vplyv zatížení na viac než jeden zatěžovací pruh:

$$\lambda_{s,4} := \sqrt[2]{1} = 1$$

Hodnota dynamického součiniteľa poškodenia závislého na drsnosti povrchu vozovky dle STN EN 1991-2:

$$\phi_{fat} := \begin{cases} \text{FLM1-FLM4} \\ \text{FLM5_dobrá_drsnost} \\ \text{FLM5_stredná_drsnost} \end{cases} \quad \phi_{fat} = 1$$

$$\Delta\phi_{fat} := 1.0 \quad - \text{konstrukce bez mostného závěru}$$

Opravný součinitel zohľadňujúci ekvivalentné poškodenie únavou:

$$\lambda_s := \Delta\phi_{fat} \phi_{fat} \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4} = 0.863$$

Poškodzujujúci ekvivalentný rozkmit napětí pro betonářskou výztuž:

$$\Delta\sigma_{S,eqv} := |\Delta\sigma_{s,Ec}| \cdot \lambda_s = 85.14 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s,fat}} = 141.304 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{PODMINKA}_{UNAVA,s} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } \Delta\sigma_{S,eqv} \cdot \gamma_{f,fat} \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s,fat}} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUŽITELNOST}_{UNAVA,s} := \frac{\Delta\sigma_{S,eqv} \cdot \gamma_{f,fat}}{\frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s,fat}}} = 60.253 \cdot \%$$

7.5.6 - únavové posouzení smykové výztuže

příčná síla od kombinace pro únavu s modelom FLM.3 maximálna:

$$V_{S,max,I} := 187.12 \text{ kN}$$

příčná síla od kombinace pro únavu s modelom FLM.3 minimálna:

$$V_{S,min,I} := 82.67 \text{ kN}$$

$$\Delta V_S := V_{S,max,I} - V_{S,min,I} = 104.45 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Tvar prutu: } \begin{cases} \text{priamy} \\ \text{zakriveny} \end{cases}$$

$$\Delta\sigma_{Rsk} := \begin{cases} (162.5 \text{ MPa}) & \text{if prut} = \text{"priamy"} \\ (\zeta \cdot 162.5 \text{ MPa}) & \text{if prut} = \text{"zakriveny"} \end{cases} = 162.5 \cdot \text{MPa}$$

Opravný součinitel zohľadňujúci ekvivalentné poškodenie únavou:

$$\lambda_s = 0.863$$



$$\phi_{sw} = 12 \cdot \text{mm}$$

$$\theta = 21.801 \cdot \text{deg}$$

$$s_{prov} = 0.15 \text{ m}$$

$$n_{strih} = 3$$

- skutečný úhel sklonu tlačene diagonály

- navržená vzdálenost smyk. výztuže

- počet strihov

$$\theta_{fat} := \text{atan}(\sqrt{\tan(\theta)}) = 32.312 \cdot \text{deg}$$

$$\Delta\sigma_{S.V} := \frac{\Delta V_S \cdot s_{\text{prov}}}{A_{SW} \cdot z \cdot \cos(\theta_{fat})} = 135.539 \cdot \text{MPa}$$

Poškozující ekvivalentní rozkmit napětí pro smykovou výztuž::

$$\Delta\sigma_{S.equ.V} := \Delta\sigma_{S.V} \cdot \lambda_s = 117.034 \cdot \text{MPa}$$

PODMINKA	$\Delta\sigma_{S.equ.V} \cdot \gamma_{f.fat} \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s.fat}} = \text{"VYHOVUJE"}$ $\text{"NEVYHOVUJE" otherwise}$
----------	--

VYUŽITELNOST	$\frac{\Delta\sigma_{S.equ.V} \cdot \gamma_{f.fat}}{\frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{\gamma_{s.fat}}} = 82.824 \cdot \%$
--------------	---

8. POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ SPÁRY

$$V_{ds} := 610 \text{ kN}$$

$$\sigma_{zakl.} := \frac{V_{ds}}{B_{NK} \cdot 1 \text{ m}} = 71.596 \cdot \text{kPa}$$

$$R_{dt} := 300 \text{ kPa}$$

- reakce od MSU
- maximálne kontaktní napětí
- minimálna únosnosť základové pŕdy

$$\text{PODMINKA}_{\text{napětí}} := \begin{cases} \text{"VYHOVUJE"} & \text{if } \sigma_{zakl.} \leq R_{dt} \\ \text{"NEVYHOVUJE"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{VYUZITELNOST}_{\text{napětí}} := \frac{\sigma_{zakl.}}{R_{dt}} = 23.865 \cdot \%$$

9. POSOUZENÍ ÚHLOVÉ ZDI

Pro posouzení viz. příloha Posouzení úhlové zdi

10. POSOUZENÍ PAŽENÍ

pro posouzení viz. příloha Posouzení pažení

11. ZÁVĚR

Závěrem možno konstatovat, že na základě výsledků jednotlivých posouzení bude navrhovaný mostní objekt spolehlivo sloužit svému účelu. Statický výpočet svým rozsahem a podrobností odpovídá danému stupni projektové dokumentaci. Statický výpočet je vypracován ve smyslu platných norem a předpisů.

V Bratislave 10/2020

.....
Ing. Lucia Miroškynová

POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ SPÁRY

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Část : 11220-1
 Vypracoval : Ing. Adam Grman
 Datum : 25. 6. 2021

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
 Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti



Patky

Výpočet pro odvozené podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
 Posouzení tažené patky : standardní postup
 Dovolená excentricita : 0,333
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

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

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	9,00	11,00
2	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	12,00
3	Třída F3, konzistence tuhá		26,50	12,00	18,00	8,00	9,00

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

Parametry zemín

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 102,00 \text{ MPa}$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,30$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	38,50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	355,50 MPa
Koef. strukturní pevnosti :	m	=	0,20
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	18,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	26,50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	12,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	10,50 MPa
Koef. strukturní pevnosti :	m	=	0,10
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	18,00 kN/m ³

Založení**Typ základu: základový pas**

Hloubka od původního terénu	h_z	=	3,24 m
Hloubka základové spáry	d	=	3,24 m
Tloušťka základu	t	=	0,45 m
Sklon upraveného terénu	s_1	=	0,00 °
Sklon základové spáry	s_2	=	0,00 °

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

Geometrie konstrukce**Typ základu: základový pas**

Celková délka pasu	=	6,00 m
Šířka pasu (x)	=	4,95 m
Šířka sloupu ve směru x	=	4,95 m
Objem pasu	=	2,23 m ³ /m

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm délky pasu.

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 25,00 kN/m³

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku	f_{ck}	=	30,00 MPa
Pevnost v tahu	f_{ctm}	=	2,90 MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	=	33000,00 MPa

Ocel podélná : B500


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

Ocel příčná: B500

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,50	Třída G3, středně ulehlá	

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

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN/m]	M _y [kNm/m]	H _x [kN/m]
	nové	změna					
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	779,11	66,00	-42,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Užitné	566,12	47,00	-17,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 1,95 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 1	Ano	-0,10	0,00	171,38	1425,64	12,02	Ano
Zatížení č. 1	Ne	-0,10	0,00	173,74	1427,95	12,17	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 45,11$ kN/m

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00$ kN/m

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

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

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 8,58$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 27,03$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 1427,95$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 173,74$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,021 < 0,333$

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

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,021 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

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

Zemní odpor: klidový

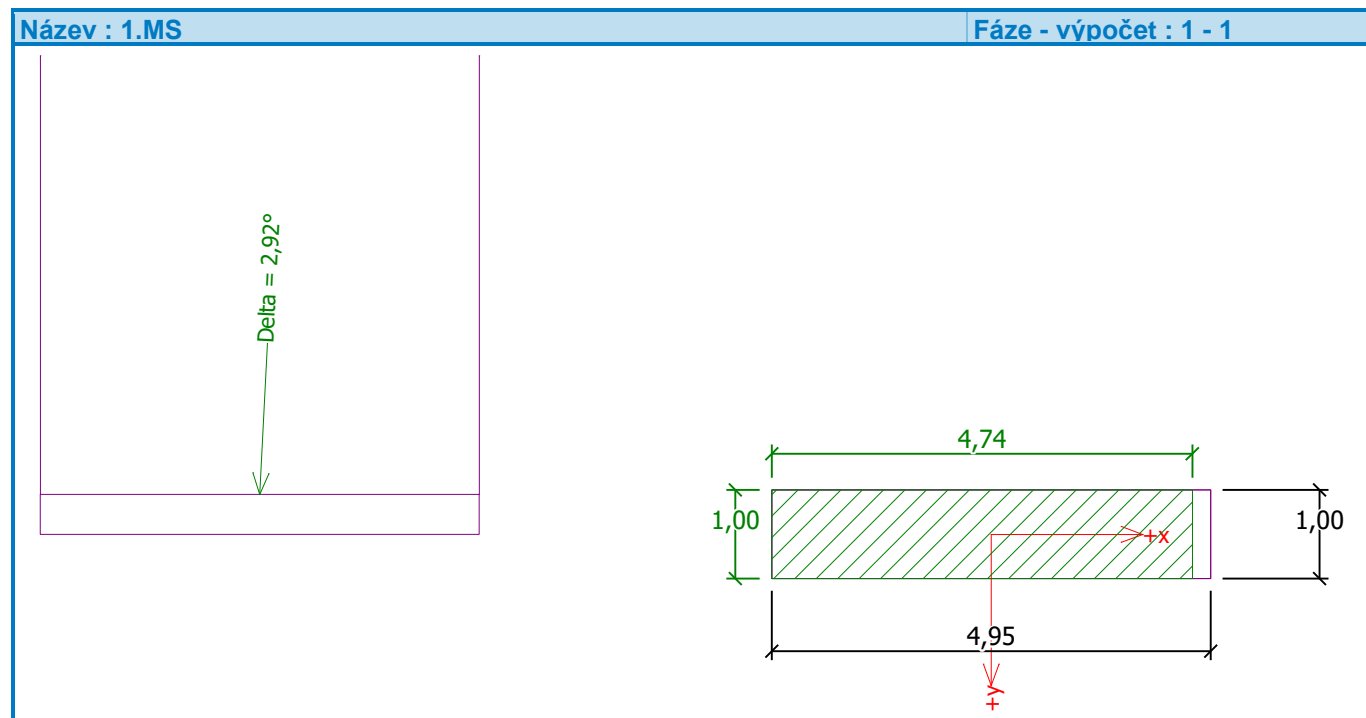
Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 9,71 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 479,40 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 42,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE



Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 33,41 \text{ kN/m}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00 \text{ kN/m}$

Sednutí středu délkové hrany $= 0,3 \text{ mm}$

Sednutí středu šířkové hrany 1 $= 0,4 \text{ mm}$

Sednutí středu šířkové hrany 2 $= 0,2 \text{ mm}$

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 85,00 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky poddajný ($k=0,29$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=35,38$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,018 < 0,333$

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

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,018 < 0,333$

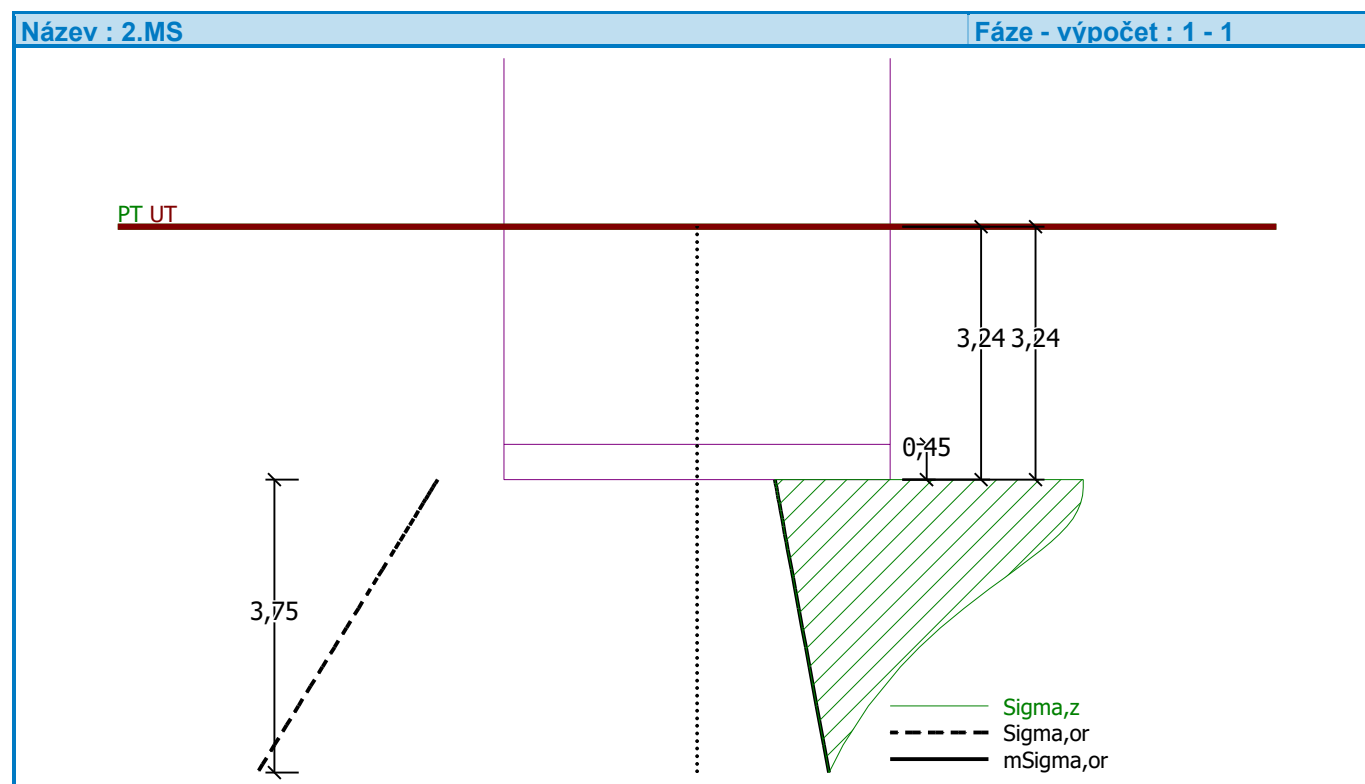
Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 1,0 mm

Hloubka deformační zóny = 3,75 m

Natočení ve směru šířky = $0,037 (\tan \cdot 1000)$; $(2,1E-03^\circ)$



POSOUZENÍ ÚHLOVÉ ZDI

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Projekt

Část : 11220-2
 Vypracoval : Ing. Adam Grman
 Datum : 25. 6. 2021

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
 Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
 Tvar zemního klínu : počítat šikmý
 Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru
 Dovolená excentricita : 0,333
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,00 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
 Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

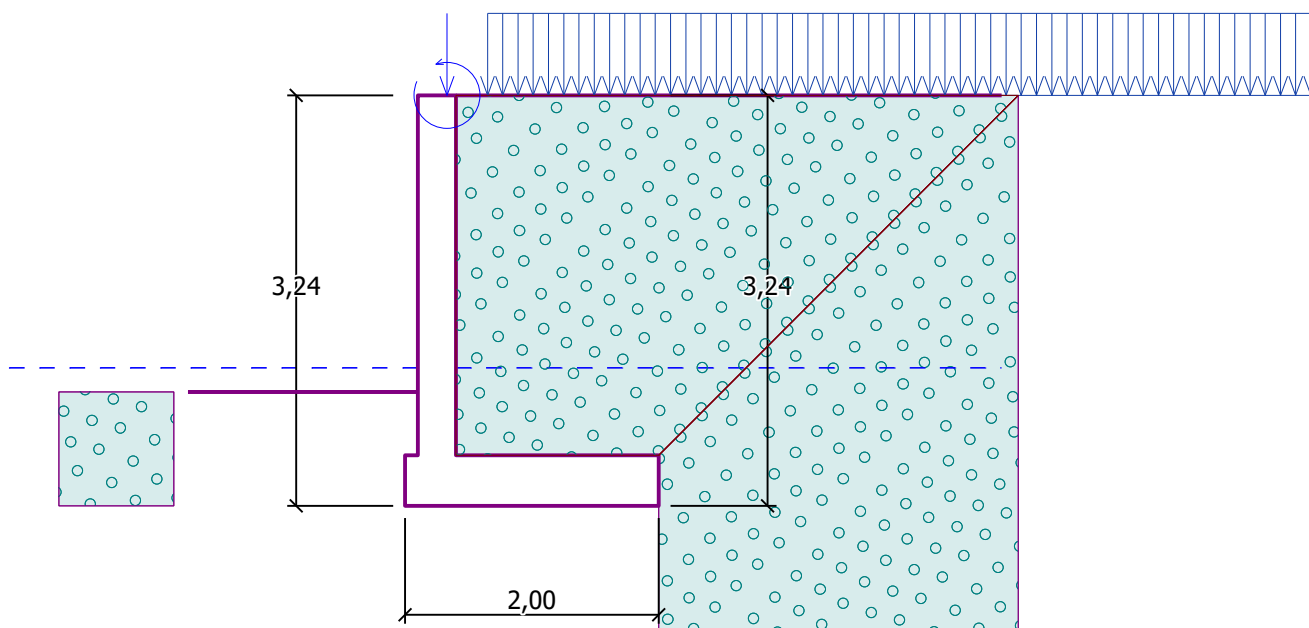
Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

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

Název : Materiál

Fáze - výpočet : 1 - 0



Geometrie konstrukce

p

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	2,84
3	1,60	2,84
4	1,60	3,24
5	-0,40	3,24
6	-0,40	2,84
7	-0,30	2,84
8	-0,30	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
 Plocha řezu zdi = 1,65 m².

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	9,00	11,00
2	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	12,00
3	Třída F3, konzistence tuhá		26,50	12,00	18,00	8,00	9,00

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

Parametry zemin**Třída G3, středně ulehlá**

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

Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 32,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 11,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 38,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 12,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$



Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 26,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 9,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Zásyp za konstrukcí

Zemina na lici konstrukce - Třída G1, středně ulehlá

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,50	Třída G3, středně ulehlá	
2	-	Třída G3, středně ulehlá	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2,15 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,15 m
 Podloží u paty konstrukce je propustné.
 Hydraulický gradient = 0,00

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	30,00		0,25	6,50	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: není uvažován
 Zemina na líci konstrukce - Třída G3, středně ulehlá
 Výška zeminy před zdí h = 0,90 m
 Terén před konstrukcí je rovný.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	F _x [kN/m]	F _z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	nová	změna							
1	Ano		vl. tiaz rimsy+zvodidla	stálé	0,00	7,00	-2,82	-0,07	0,00

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
 Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení čís. 1

Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	φ _d [°]	c _d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ _d [°]	K _a	Pozn.
1	2,15	25,75	38,50	0,00	21,00	38,50	0,535	
2	0,69	25,75	38,50	0,00	11,00	38,50	0,535	
3	0,40	0,00	38,50	0,00	11,00	12,00	0,216	

Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	σ _z [kPa]	σ _w [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,15	45,15	0,00	24,18	10,50	21,78
2	2,15	45,15	0,00	24,18	10,50	21,78
	2,84	52,74	0,00	28,24	12,27	25,44
3	2,84	52,74	0,00	11,42	11,17	2,37
	3,24	57,14	0,00	12,37	12,10	2,57

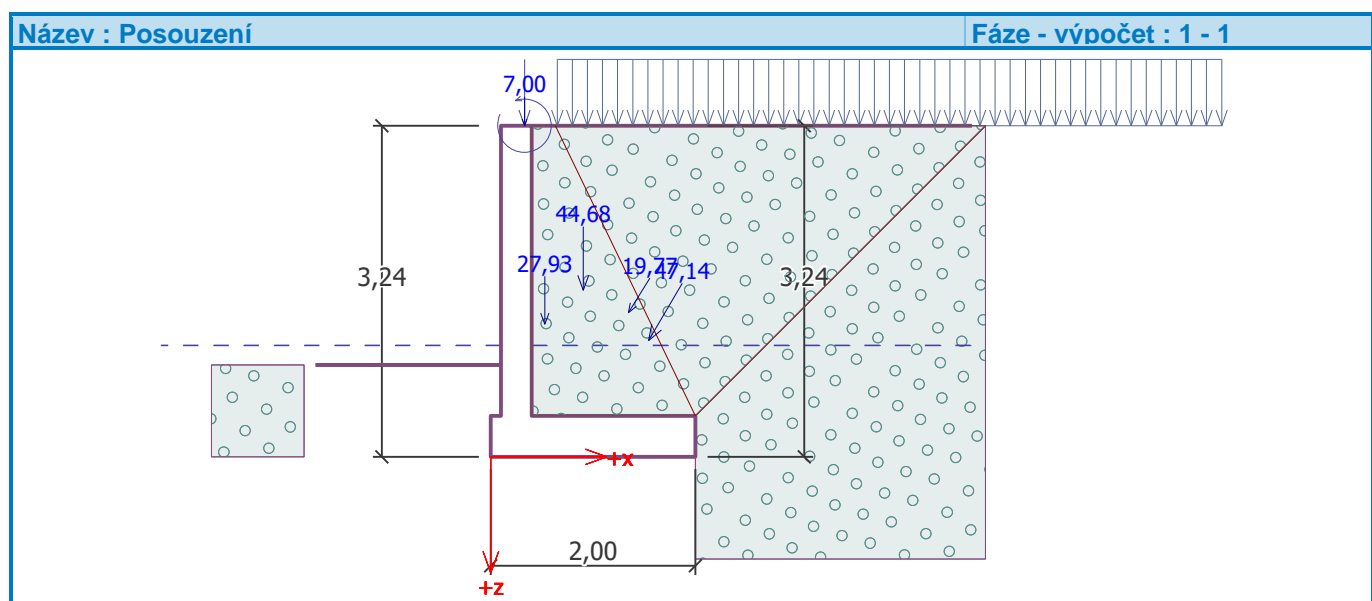
Průběh tlaku vody

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,00
2	2,15	0,00	0,00

Bod čis.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
3	2,84	0,00	0,00
4	3,24	0,00	0,00

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F _{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F _{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,30	27,93	0,53	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,63	44,68	0,90	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	23,80	-1,14	40,69	1,54	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	0,00	-3,24	0,00	0,63	1,000	1,000	1,000
Doprava	10,39	-1,41	16,82	1,35	1,500	0,000	1,500
vl. tiazy rimsy+zvodidla	0,00	-3,24	7,00	0,33	1,350	1,000	1,000



Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	50,97	185,18	47,72	0,138	127,75
2	47,49	162,21	23,80	0,146	114,68

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	38,72	137,11	34,19
2	38,72	137,11	23,80

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

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

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

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

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

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

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Parametry zemin

Třída G3, středně ulehlá

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

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$

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

Edometrický modul : $E_{oed} = 102,00 \text{ MPa}$

Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,30$

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

Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 38,50^\circ$

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

Edometrický modul : $E_{oed} = 355,50 \text{ MPa}$

Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,20$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 26,50^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$

Edometrický modul : $E_{oed} = 10,50 \text{ MPa}$

Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,10$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: základový pas

Hloubka od původního terénu $h_z = 3,24 \text{ m}$

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

Tloušťka základu $t = 0,40 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
 Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$
 Objemová tíha zeminy nad základem = 19,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: základový pas

Celková délka pasu = 10,00 m
 Šířka pasu (x) = 2,00 m
 Šířka sloupu ve směru x = 0,10 m
 Objem pasu = 0,80 m³/m

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm délky pasu.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00$ kN/m³
 Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00$ MPa
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90$ MPa
 Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00$ MPa



Ocel podélná : B500

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

Ocel příčná: B500

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,50	Třída G3, středně ulehlá	
2	-	Třída G3, středně ulehlá	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN/m]	M _y [kNm/m]	H _x [kN/m]
	nové	změna					
1	Ano		ZS 1	Návrhové	166,23	31,88	-47,72
2	Ano		ZS 2	Návrhové	143,26	37,97	-23,80
3	Ano		ZS 3	Užitné	118,16	25,04	-34,19
4	Ano		ZS 4	Užitné	118,16	29,20	-23,80

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,15 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
ZS 1	Ano	-0,28	0,00	127,75	144,61	88,34	Ano
ZS 1	Ne	-0,28	0,00	127,75	144,61	88,34	Ano
ZS 2	Ano	-0,29	0,00	114,68	196,53	58,35	Ano
ZS 2	Ne	-0,29	0,00	114,68	196,53	58,35	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 10,40$ kN/m

Spočtená tíha nadloží $Z = 8,55$ kN/m

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 3,47$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 10,92$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 144,61$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 127,75$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,146 < 0,333$

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

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,146 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Zemní odpor: pasivní

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 8,37$ kN

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 114,86$ kN

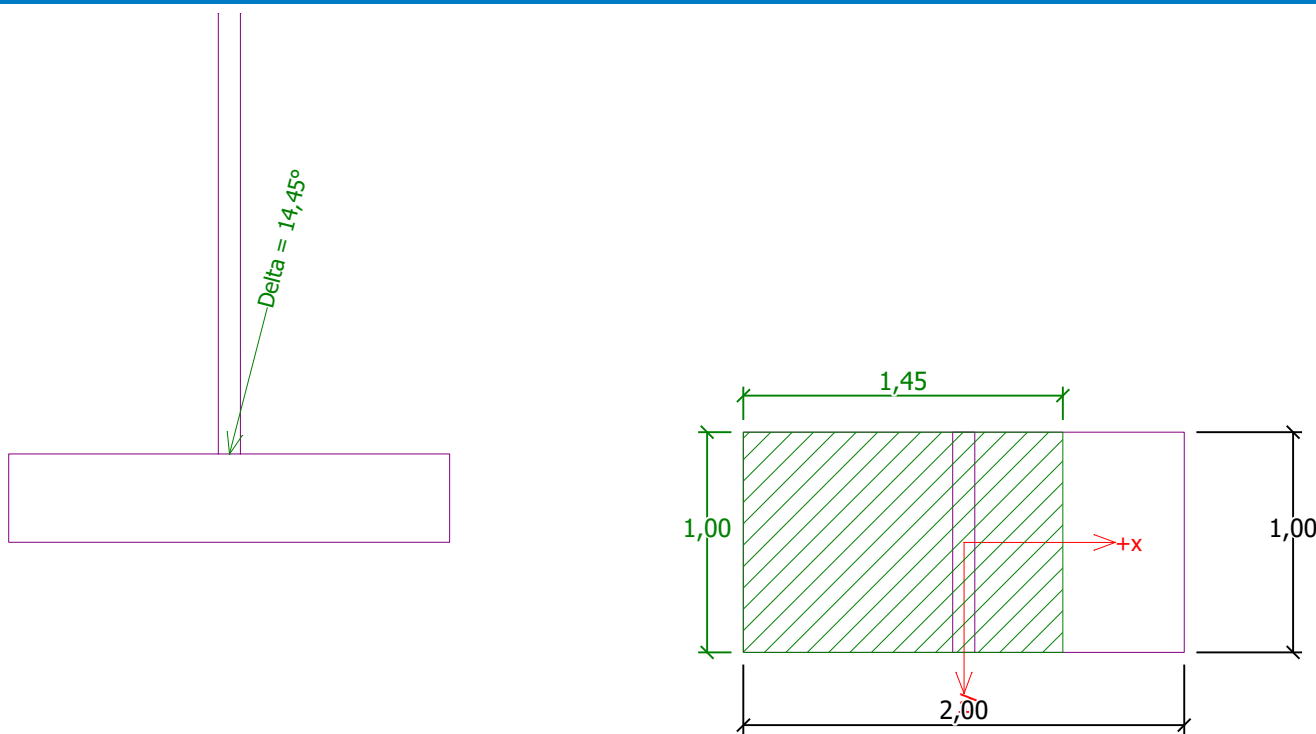
Extrémní horizontální síla $H = 47,72$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Název : 1.MS

Fáze - výpočet : 1 - 1



Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 10,40 \text{ kN/m}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 8,55 \text{ kN/m}$

Sednutí středu délkové hrany $= 0,1 \text{ mm}$

Sednutí středu šířkové hrany 1 $= 0,4 \text{ mm}$

Sednutí středu šířkové hrany 2 $= 0,0 \text{ mm}$

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 85,00 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=3,11$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=24,85$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,141 < 0,333$

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

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,141 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

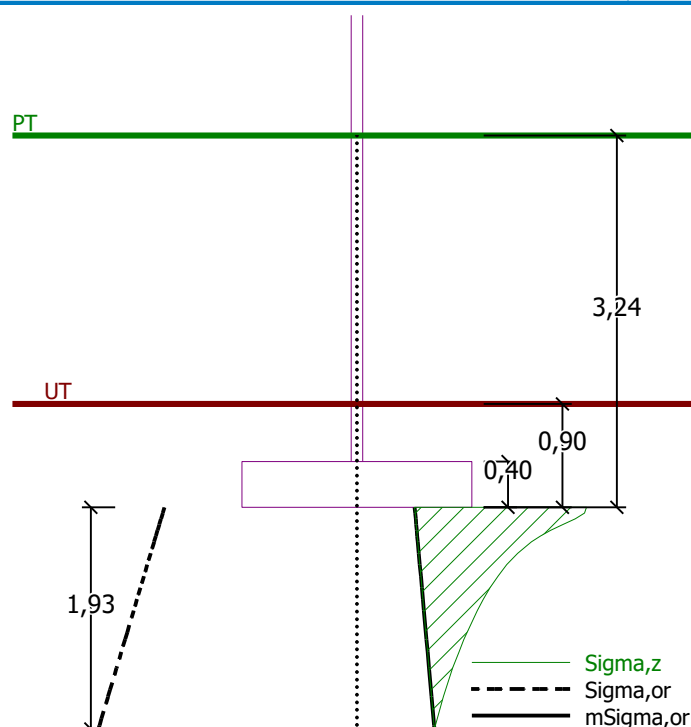
Sednutí základu $= 0,3 \text{ mm}$

Hloubka deformační zóny $= 1,93 \text{ m}$

Natočení ve směru šířky = $0,201$ ($\tan \cdot 1000$); ($1,2E-02^\circ$)

Název : 2.MS

Fáze - výpočet : 1 - 1



Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

6,67 ks profil 20,0 mm, krytí 55,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,40 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,63 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy $x = 0,06 \text{ m} < 0,21 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 284,45 \text{ kNm} > 61,68 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 166,23 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 8,31 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 157,91 kN

Uvažovaný obvod sloupu $u_0 = 2,00 \text{ m}$

Smykové napětí na obvodu sloupu $V_{Ed,max} = 0,66 \text{ MPa}$

Únosnost na obvodu sloupu $V_{Rd,max} = 4,22 \text{ MPa}$

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 91,84 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 74,38 kN

Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,50 m

Délka průřezu $u = 2,00 \text{ m}$

Smykové napětí na průřezu

$$V_{Ed} = 0,15 \text{ MPa}$$

Únosnost nevyztuženého průřezu

$$V_{Rd,c} = 0,71 \text{ MPa}$$

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

Základ na protlačení VYHOVUJE**Dimenzace čís. 1**

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-1,55	17,52	0,15	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	31,05	-0,97	0,00	0,30	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	0,00	-2,84	0,00	0,30	1,000	1,000	1,000
Doprava	31,57	-1,39	0,00	0,30	1,500	0,000	1,500
vl. tiaž rimsy+zvodidla	0,00	-2,84	7,00	0,23	1,350	1,350	1,000

Posouzení dřívku zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

6,67 ks profil 16,0 mm, krytí 55,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,30 m

Stupeň vyztužení

$$\rho = 0,57 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$$

Poloha neutrálné osy

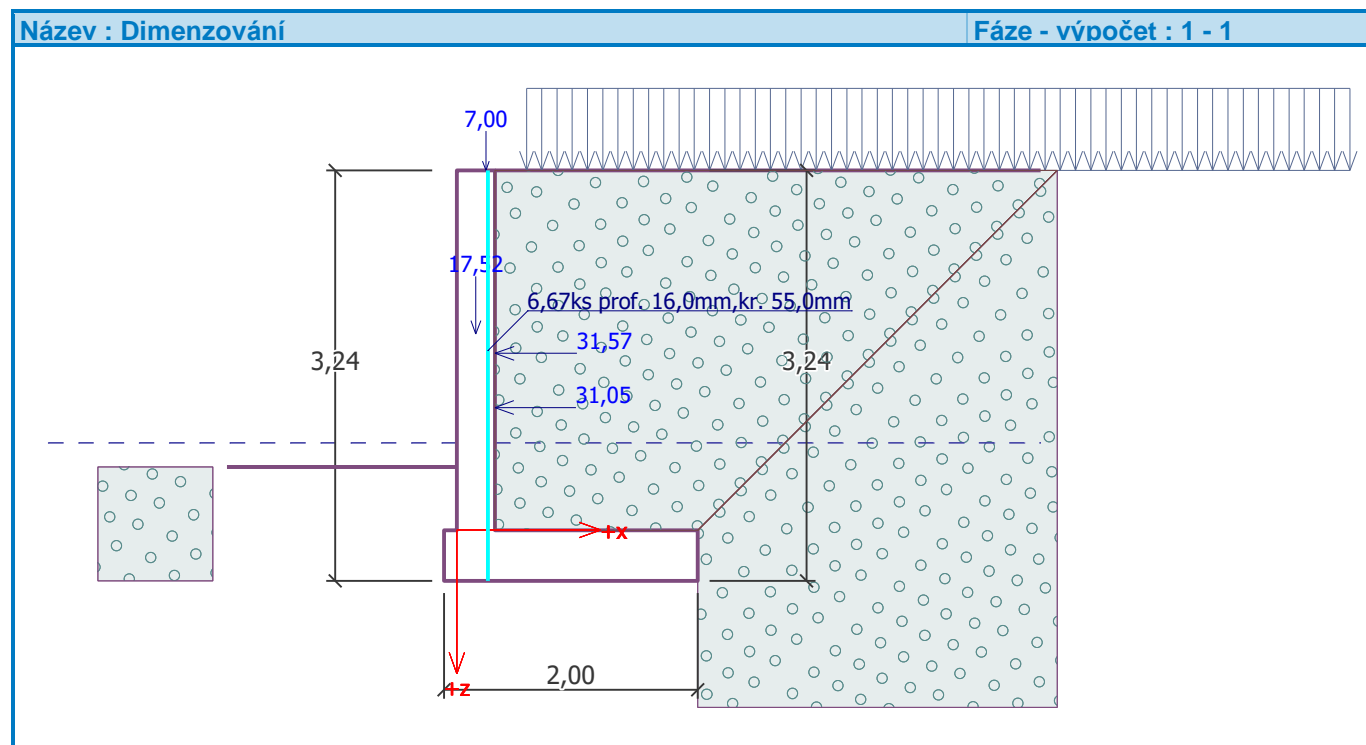
$$x = 0,04 \text{ m} < 0,15 \text{ m} = x_{max}$$

Posouvající síla na mezi únosnosti

$$V_{Rd} = 140,24 \text{ kN} > 89,27 \text{ kN} = V_{Ed}$$

Moment na mezi únosnosti

$$M_{Rd} = 129,69 \text{ kNm} > 109,61 \text{ kNm} = M_{Ed}$$

Průřez VYHOVUJE.

Dimenzace čís. 2

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0,00	-0,20	14,72	1,20	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,63	44,68	0,90	1,350
Aktivní tlak	23,80	-1,14	40,69	1,54	1,350
Doprava	10,39	-1,41	16,82	1,35	1,500
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-123,68	0,99	1,000

Posouzení zadního výstupku zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

6,67 ks profil 16,0 mm, krytí 55,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,40 m

Stupeň vyztužení

$$\rho = 0,40 \% > 0,15 \% = \rho_{\min}$$

Poloha neutrálne osv

$$x = 0,04 \text{ m} < 0,21 \text{ m} = x_{\max}$$

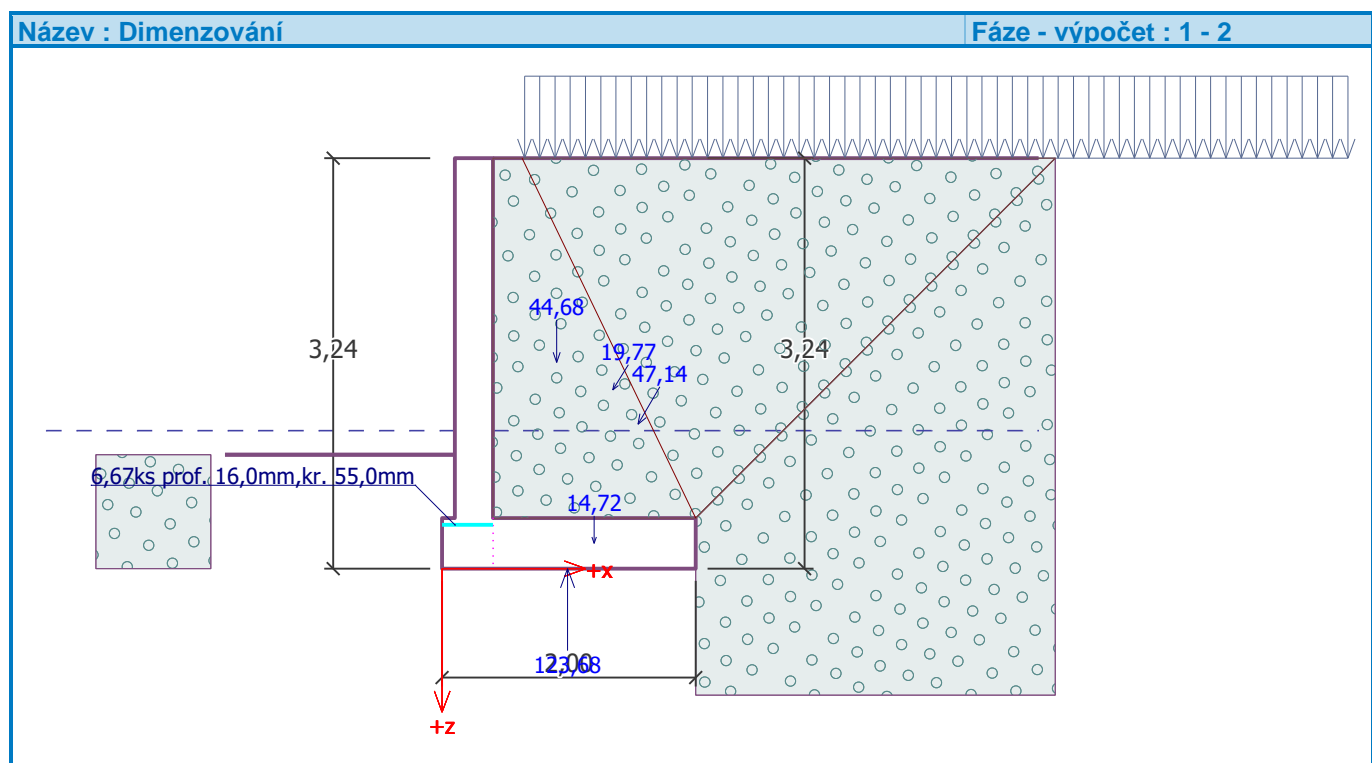
Posouvající síla na mezi únosnosti

$$V_{Rd} = 163,63 \text{ kN} > 36,67 \text{ kN} = V_{Ed}$$

Moment na mezi únosnosti

$$M_{Rd} = 188,00 \text{ kNm} > 60,18 \text{ kNm} = M_{Ed}$$

Průřez VYHOVUJE.



Výpočet stability svahu

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy

Střed :	x =	-1,21 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-47,84 [°]
	z =	1,15 [m]		$\alpha_2 =$	77,22 [°]
Poloměr :	R =	5,20 [m]	Smyková plocha po optimalizaci.		

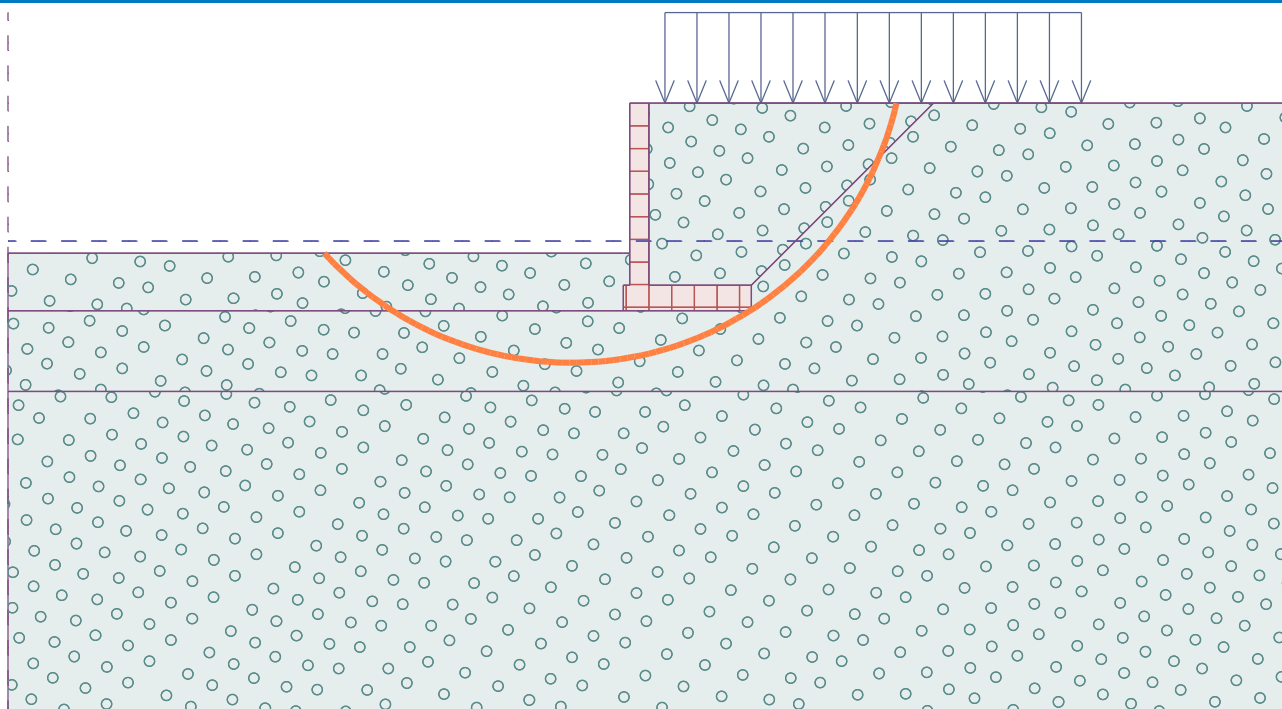
Posouzení stability svahu (Bishop)Sumace aktivních sil : $F_a = 192,59 \text{ kN/m}$ Sumace pasivních sil : $F_p = 219,42 \text{ kN/m}$ Moment sesouvající : $M_a = 1001,46 \text{ kNm/m}$ Moment vzdorující : $M_p = 1141,01 \text{ kNm/m}$

Využití : 87,8 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Název : Výpočet

Fáze - výpočet : 1 - 1



POSOUZENÍ PAŽENÍ

Posouzení pažící konstrukce

Vstupní data

Projekt

Datum : 8. 12. 2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

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

Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Metoda výpočtu : závislé tlaky
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Modul reakce podloží : standardní
Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce			
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_s =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$\gamma_e =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	

Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 4,25 m

Název průřezu : Štětovnice : LARSEN 604 n

Plocha průřezu A = 1,57E-02 m²/m

Moment setrvačnosti I = 3,04E-04 m⁴/m

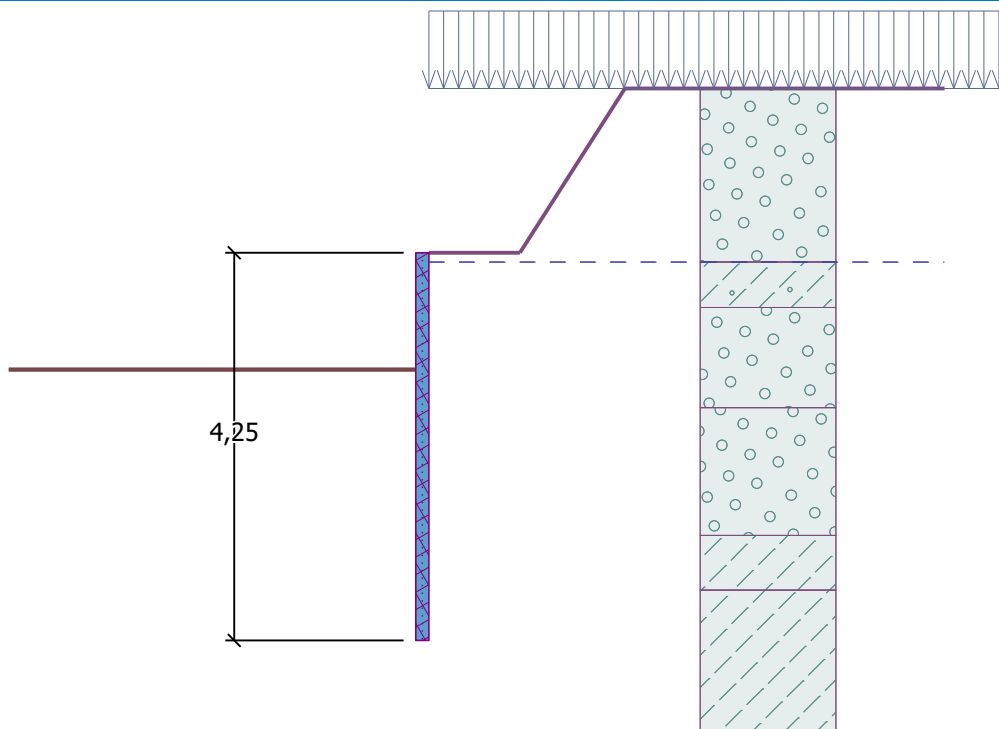
Modul pružnosti E = 210000,00 MPa

Modul pružnosti ve smyku
 Průřezový modul
 Plastický průřezový modul

$G = 81000,00 \text{ MPa}$
 $W = 1,600\text{E-}03 \text{ m}^3/\text{m}$
 $W_{pl} = 1,862\text{E-}03 \text{ m}^3/\text{m}$

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Materiál konstrukce

Ocel konstrukční: EN 10025 : Fe 360

Mez kluzu $f_y = 235,00 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti $E = 210000,00 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti ve smyku $G = 81000,00 \text{ MPa}$

Modul reakce podloží

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.


Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	9,00	0,00
2	Třída F3, konzistence tuhá		26,00	12,00	18,00	8,00	0,00
3	R6/F4		28,00	5,00	19,50	9,50	0,00
4	R5		28,00	100,00	21,00	11,00	0,00
5	R4		38,00	300,00	21,50	11,50	0,00

Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

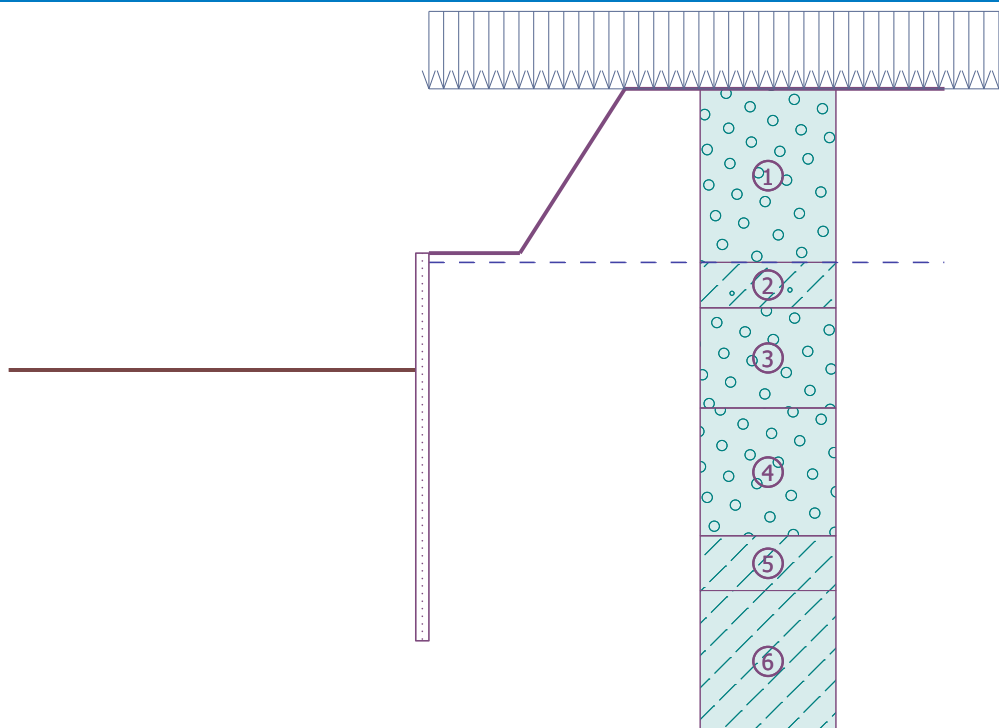
Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		nesoudržná	32,50	-	-	-
2	Třída F3, konzistence tuhá		soudržná	-	0,35	-	-
3	R6/F4		nesoudržná	28,00	-	-	-
4	R5		soudržná	-	0,30	-	-
5	R4		soudržná	-	0,25	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Třída G3, středně ulehlá		0,25	-	10,00
2	Třída F3, konzistence tuhá		0,35	-	4,00
3	R6/F4		0,35	-	25,00
4	R5		0,30	50,00	-
5	R4		0,25	-	90,00

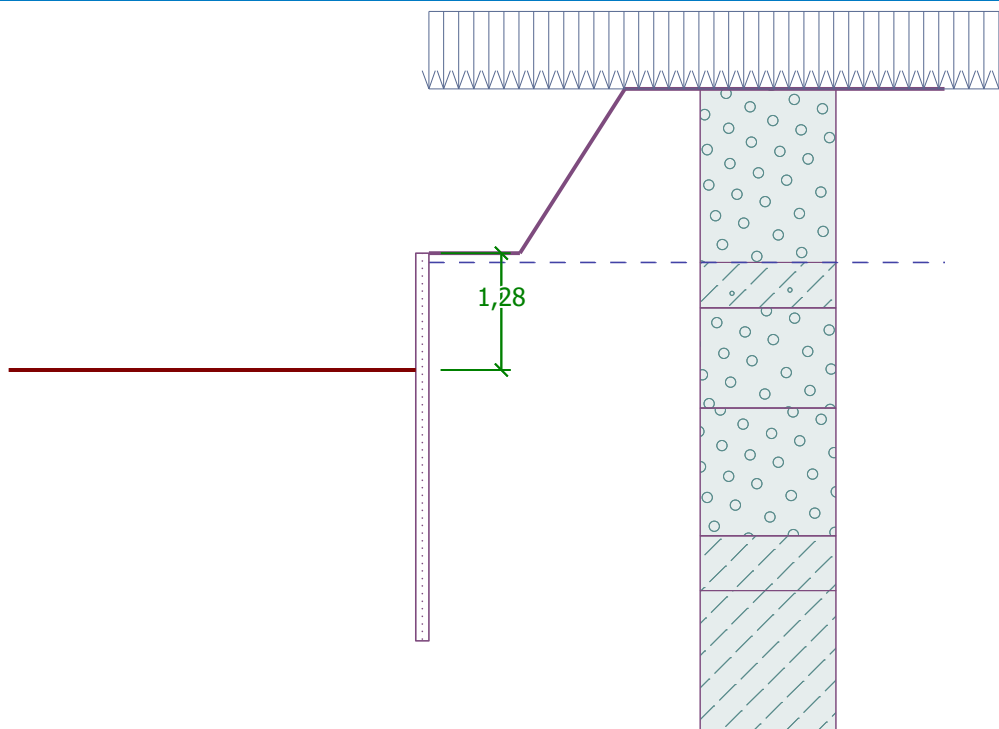
Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,10	Třída G3, středně ulehlá	
2	0,50	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1,10	Třída G3, středně ulehlá	
4	1,40	R6/F4	
5	0,60	R5	
6	-	R4	



Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1,28 m.



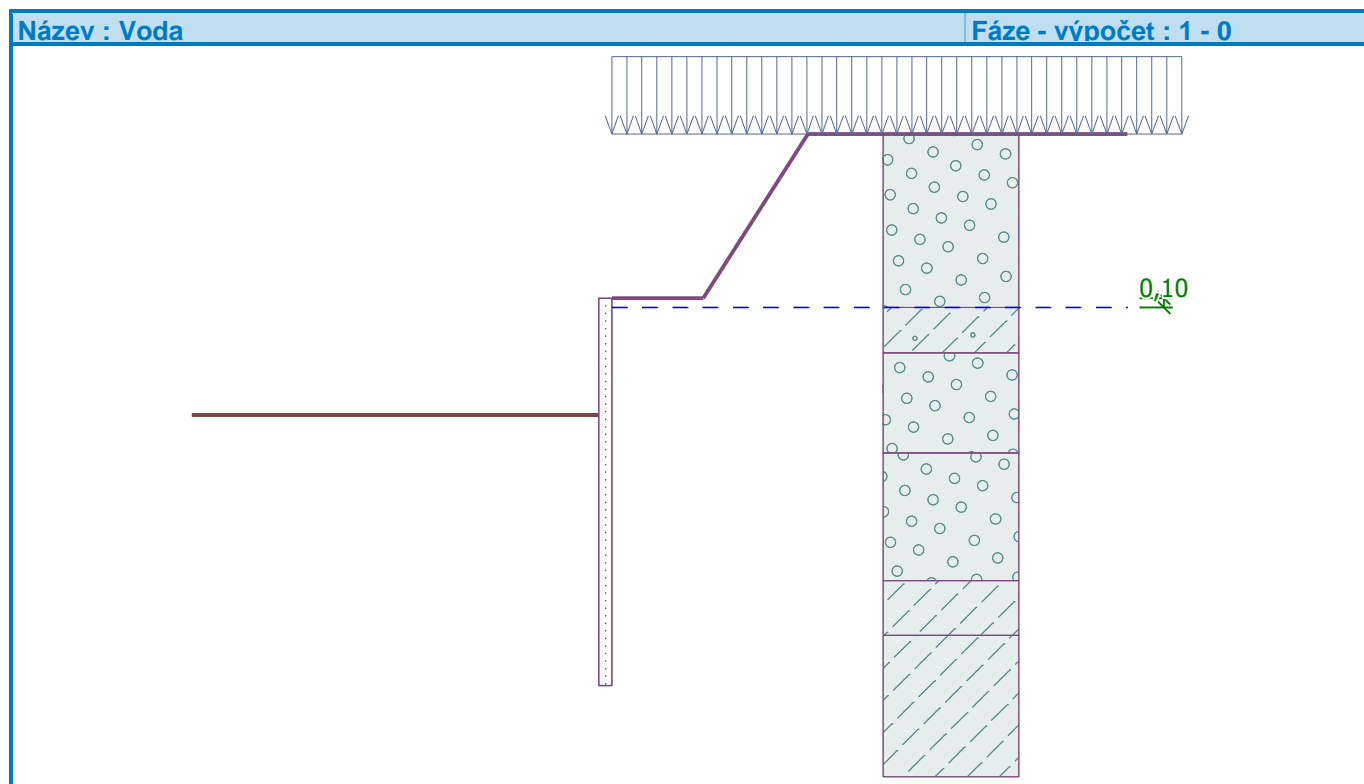
Tvar terénu

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	1,00	0,00
3	2,15	-1,80
4	3,15	-1,80

Počátek [0,0] je v umístěn v pravém horním rohu konstrukce.
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 0,10 m



Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		stálé	20,00				na terénu

Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 40

Vlastní výpočet mezních tlaků : redukovat podle nastavení

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Nastavení výpočtu fáze

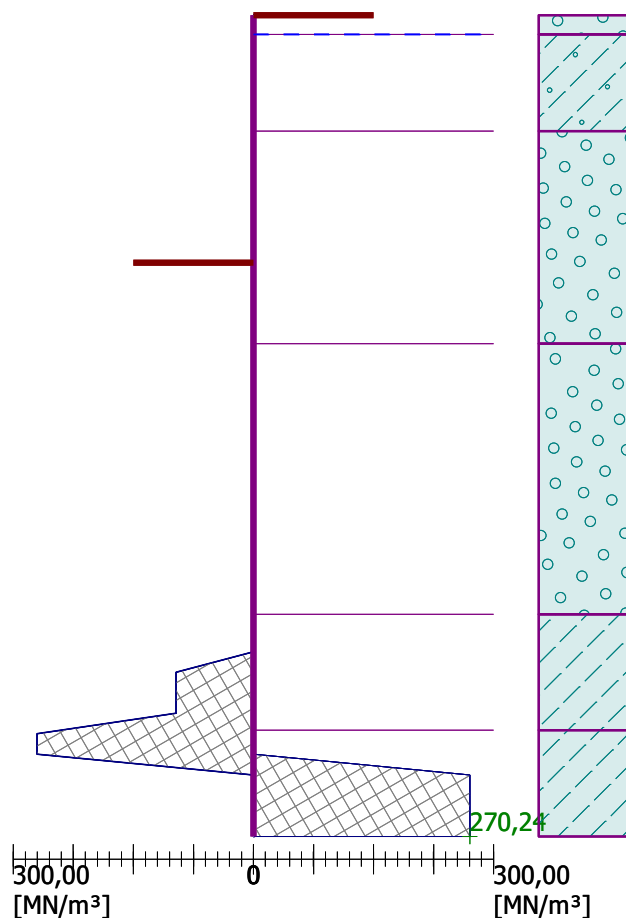
Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu

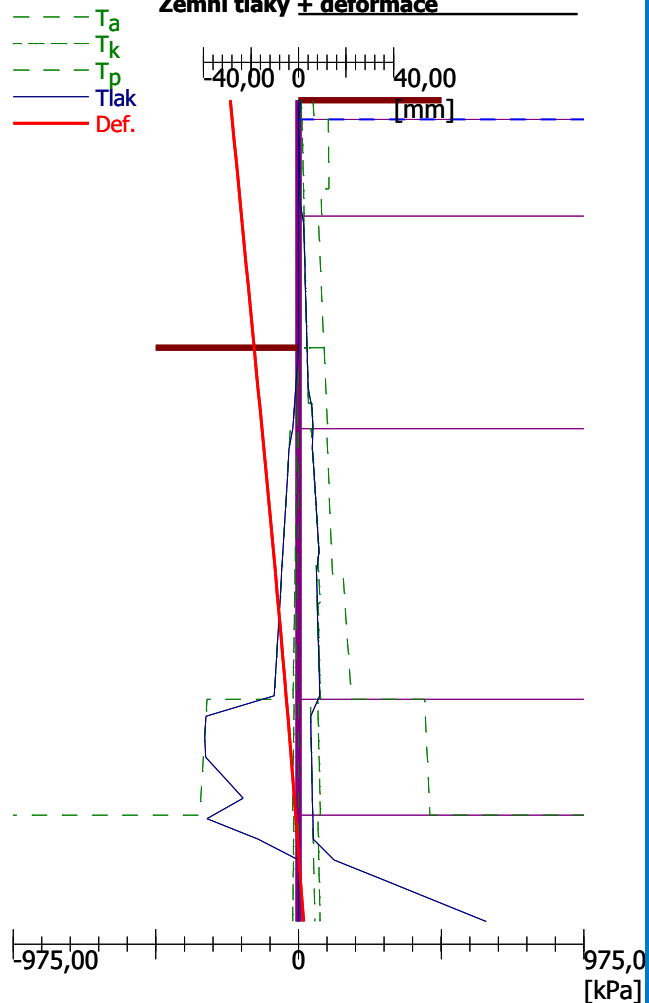
Název : Výpočet

Fáze - výpočet : 1 - -1

Modul reakce podloží
Délka konstrukce = 4,25m



Zemní tlaky + deformace



Výpočet stability svahu

Vstupní data

Projekt

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

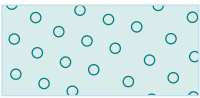

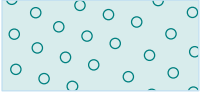


Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

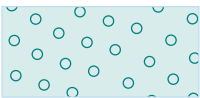
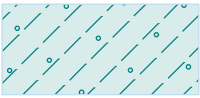
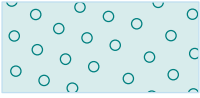


Součinitele redukce zatížení (F)				
Dočasná návrhová situace				
		Nepříznivé		Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35	[-]	

Součinitele redukce odporu (R)		
Dočasná návrhová situace		
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše :	$\gamma_{Rs} =$	1,10 [-]


Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00
2	Třída F3, konzistence tuhá		26,00	12,00	18,00
3	R6/F4		28,00	5,00	19,50
4	R5		28,00	100,00	21,00
5	R4		38,00	300,00	21,50

Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída G3, středně ulehlá		19,00		
2	Třída F3, konzistence tuhá		18,00		
3	R6/F4		19,50		
4	R5		21,00		
5	R4		21,50		

Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]
1	Materiál zdi		23,00

Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost		
1	pásové	stálé	na povrchu	x = 0,00	l = 12,75		0,00	q, q ₁ , f, F	q ₂	jednotka
								20,00		kN/m ²

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-0,69 [m]	Úhly :	α_1 =	-45,65 [°]
	z =	456,11 [m]		α_2 =	66,98 [°]
Poloměr :	R =	10,00 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

Úsečky omezující smykovou plochu

Číslo	První bod		Druhý bod	
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]
1	-0,05	446,20	0,11	450,34

Omezení bodů kruhové smykové plochy

Držet levý bod smykové plochy

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 385,21$ kN/m

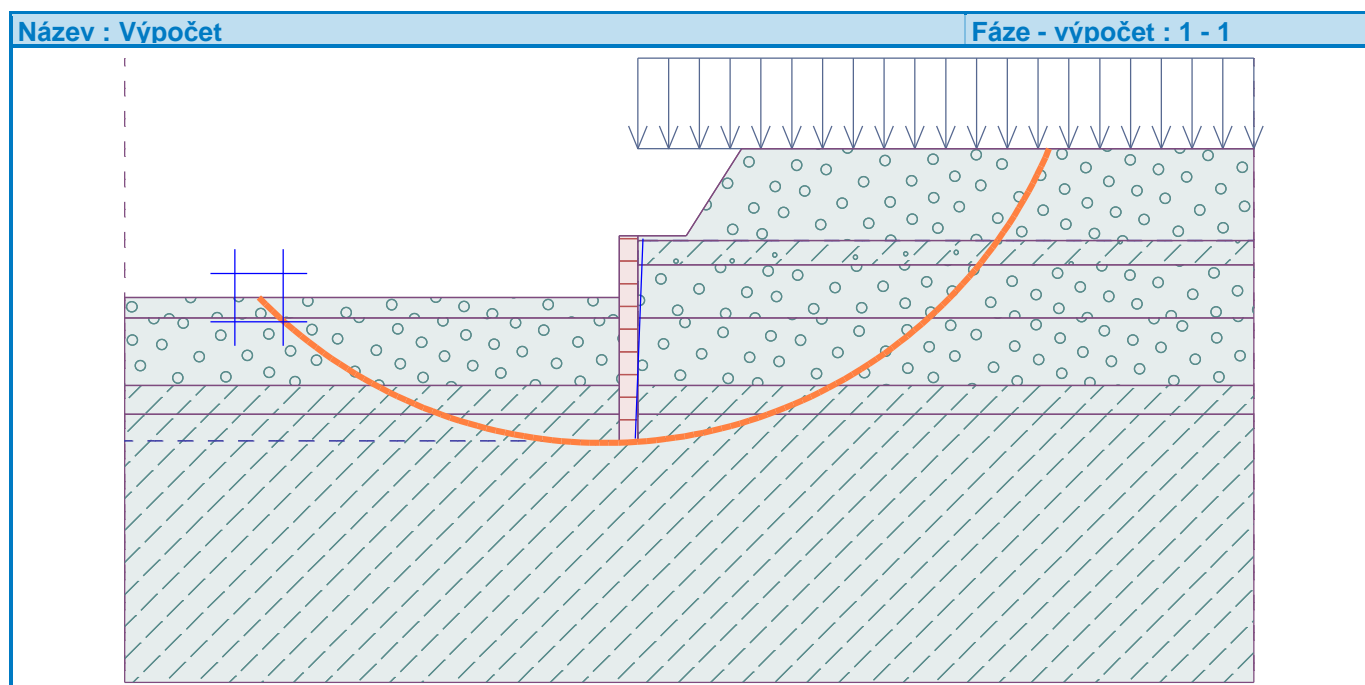
Sumace pasivních sil : $F_p = 3128,61$ kN/m

Moment sesouvající : $M_a = 3852,14$ kNm/m

Moment vzdorující : $M_p = 28441,91$ kNm/m

Využití : 13,5 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



Dimenzace č. 1

Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace	=	-28,7 mm
Minimální deformace	=	2,1 mm
Maximální ohybový moment	=	74,73 kNm/m
Minimální ohybový moment	=	0,00 kNm/m
Maximální posouvající síla	=	123,37 kN/m

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.
Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 m stěny

M_{\max}	=	74,73 kNm/m;	Q	=	5,10 kN/m
Q_{\max}	=	123,37 kN/m;	M	=	37,00 kNm/m

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,199 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení smyku:

$$Q/V_{c,Rd} = 0,007 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí} \quad \sigma_{x,Ed} = 44,25 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí} \quad \tau_{Ed} = 0,66 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,035 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$$M/M_{c,Rd} = 0,098 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení smyku:

$$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,170 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí} \quad \sigma_{x,Ed} = 21,91 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí} \quad \tau_{Ed} = 16,07 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,023 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Průřez VYHOVUJE