


**SDRUŽENÍ
VALBEK/PRODEX**



PRODEX
PROJEKTOVANIE STAVIEB
Rusovská cesta 16, 851 01 Bratislava

				Číslo soupravy
Č. změny	Zdůvodnění změny	Datum	Podpis	
1.	Zpracování připomínek	02/2013	<i>Kantor</i>	

Investor  Správa železniční dopravní cesty, státní organizace			PRODEX PROJEKTOVANIE STAVIEB Rusovská cesta 16, 851 01 Bratislava	
Odpov. projektant stavby	Ing. Peter Lastovecký	<i>[Signature]</i>		
Odpov. projektant PS, SO, části	Ing. David Rúža	<i>[Signature]</i>		
Vypracoval	Ing. Ján Vanko	<i>[Signature]</i>		
Technická kontrola	Ing. David Rúža	<i>[Signature]</i>	Prodex spol. s r.o., Bratislava Rusovská cesta 16 tel (fax): +421 268 202 650 (645) e-mail: info@prodex.sk	
REKONSTRUKCE TRATI LIBEREC - TANVALD SO 07-11-01 Smržovka, železniční svršek SO 07-11-02 Smržovka, železniční spodek Sanace skalního zářezu			Zak. číslo zhotov.	12UL12004
			Datum	11/2012
			Stupeň	PS (DSP)
			Měřítko	-
Statický výpočet			Část	Příloha
			E.1.1.11.11	9

Popis statického výpočtu SO 07-11-02 Žst. Smržovka, zabezpečenie skalných zárezov

V rámci návrhu stabilizácie skalných štruktúr bolo spracované posúdenie stability skalných svahov na zabezpečovanom úseku. Návrhy zabezpečenia skalných zárezov sú spracované ručným výpočtom, výpočtovým programom Geo5 (modul "Hřebíkové svahy") a metódou konečných prvkov (Plaxis 2D v prípade zabezpečenia striekaným betónom).

Stabilita skalných svahov bola posúdená aj na účinky zemetrasenia. Rozhranie svahov so sieťovaním, aj so striekaným betónom bolo vybrané na základe geologickej skladby určenej prieskumnými prácami. Návrh sieťovania bol spracovaný klasickou metódou (rozklad síl), programom Ruvolum 7.0 a výpočtom v Plaxis 2D (MKP).

Posúdenie návrhu sieťovania je spracované v reze z km 20,525.

Osová vzdialenosť klinec je 2,0m x 2,0m. Klinec je navrhnuté vkladat' do otvorov o priemere minimálne 50mm. Cementová zálievka bude pevnosti minimálne ako betón C20/25. Jadro klinec bude tvorené oceľovou tyčou o priemere minimálne 28mm. Je možné použiť betonársku výstuž B 500B. V prípade betonárskej výstuže musí narezaný závit a matica prenášať tú istú pevnosť ako je pevnosť tyče na ťah (minimálne 267,7 kN).

Vo výpočte je uvažované so zachytením bloku sieťou o veľkosti 3,55 m³. Hlavy (platne, matky a tyče) budú pozinkované v zmysle EN ISO1461-2. Dĺžka klinec pri sieťovaní bude 2,5 m. 1,0 m z dĺžky klinec musí byť zavŕtaných do horniny minimálnej triedy R3. Sieť budú minimálnej pevnosti v ťahu po dĺžke 150 kN/m. Pri návrhu je uvažované, že povrch skalného svahu je tvorený skalnými horninami triedy R4 o mocnosti do 1,0 m. Pod týmito horninami je uvažované so skalnými horninami triedy R3. Dané predpoklady vychádzajú z dodaných prieskumov. Horniny vo výpočte majú nasledovné parametre odvodené od pevnosti horniny v tlaku. R4 má súdržnosť 180 kPa a uhol vnútorného trenia 28 stupňov. R3 má súdržnosť 500 kPa a uhol vnútorného trenia 27 stupňov. Sieť musia skalu obopínať. Blok nesmie do siete padať. Trenie (drsnosť) na odlučnej ploche po ktorej sa blok šmyka je 20 stupňov. Životnosť siete je v zmysle ETAG 027 25 rokov pri predpísanej údržbe.

V mieste poruchových pásiem medzi žkm 20,780 a 20,900 vľavo je potrebné zo svahu odstrániť deluviálne suty a odpadávajúce (uvoľnené) bloky horniny. Zodpovedný riešiteľ geologických prác uvádza v danej lokalite mocnosti zvetralín typu S4/SM 2 až 3,5m. Pod nimi uvádza eluviálne, celkom zvetralé granitoidné horniny obdobného charakteru. Očistenie v hornej polovici zárezu bude na zdravší podklad, predpoklad je minimálne o mocnosti 0,1m.

V nižšej polovici svahu dôjde k podrezaniu svahu pri rozširovaní zárezu. Oproti prípravnej dokumentácii bol zvolený menší sklon odrezov. Tým sa však neanuluje nepriaznivý vplyv podrezania svahu na jeho celkovú ne-stabilitu a ani sa nezastaví erozívna činnosť, ktorá už prestupuje v korune svahu za drážny pozemok. Riešením je zhotovenie torkréty zo striekaného betónu. Ten bude na svahu držať pomocou zemných klinec, ktoré tiež priaznivo ovplyvnia vonkajšiu stabilitu zárezu. V korune erodovaného zárezu sa v dočasnom zábore zhotoví ŽB gravitačný múrik-rímsa, na ktorú sa kotví nový plot. Osová vzdialenosť klinec je 1,5m (vertikálne) x 1,5m (horizontálne). Klinec budú vkladané do otvorov o priemere minimálne 133mm. Cementová zálievka bude pevnosti minimálne ako betón C30/37.

Jadro klinec bude tvorené oceľovou tyčou o priemere minimálne 28mm. Je možné uvažovať s betonárskou výstužou B500B. V prípade betonárskej výstuže musí byť narezaný závit a matica prenášať tú istú pevnosť, ako je pevnosť tyče na ťah (minimálne 267,7 kN). Celkové dĺžky klinec v striekanom betóne budú 2,5m, 3,5m a 5,5m, pričom 0,10 m je určených na prechod kotviacou platňou a maticu. Striekaný betón bude slúžiť na zabránenie ďalšej erózie poruchových zón. Tým sa dosiahnu čistejšie priekopové tvárnice a nižšie náklady na údržbu.

Výstuž torkréty je navrhnutá na minimálny stupeň vystuženia. V okolí hláv klinec musí byť v rube a v líci osadená zváraná sieť priemeru 8x8mm s rozmermi oka 100x100mm.

Akékoľvek odlišnosti od predpokladov zistené počas realizácie je potrebné neodkladne ohlásiť projektantovi a investorovi. Projektant na základe zistených skutočností určí ďalší postup pri sanácii (za účasti investora).

V rube striekaného betónu budú osadené perforované flexibilné rúry obalené do netkanej textílie. Rúrami bude odvádzaná presakujúca podzemná voda z rubu striekaného betónu.

Stabilita skalného svahu

Na základe geologického prieskumu svahu v žkm 20,500-20,530 bol v programe Geo 5 namodelovaný tvar svahu, ktorý vernejšie vystihuje realitu (nepriaznivé uklonenie skalných blokov do koľajiska), ako dodané podklady z meračky. Sklon šmykovej plochy je uvažovaný v sklone zistenej foliácie.

Výpočet skalního svahu

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce trati Liberec - Tanvald
Popis : SO 07-11-02, Žst Smržovka
Autor : Ing. Ján Vanko
Datum : 1/28/2013

Terén

Úseky terénu

Číslo	Sklon α [°]	Celková délka l [m]	Vodorovná délka l_h [m]	Výška l_v [m]
1	70.46	3.33	1.11	3.14
2	92.00	3.55	-0.12	3.55
3	34.54	2.27	1.87	1.29
4	57.27	3.69	2.00	3.10
5	11.07	4.14	4.06	0.79

Hornina

Objemová tíha $\gamma = 26.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zadané smykové pevnosti: Mohr-Coulomb
Uhel vnitřního tření $\phi = 30.00^\circ$
Soudržnost $c = 10.00 \text{ kPa}$

Smyková plocha

Číslo	Souřadnice	
	X [m]	Y [m]
1	0.00	0.00
2	2.82	-0.65
3	3.55	-9.05

Sklon smykové plochy $\alpha = 13.00^\circ$
Sklon tahové trhliny $\phi = 5.00^\circ$
Vzdálenost tahové trhliny $x = 3.55 \text{ m}$
Typ smykové plochy: hladká

Voda

Vliv hladiny podzemní vody není uvažován.

Nastavení výpočtu

Typ výpočtu - rovinná smyková plocha
Výpočet proveden podle klasické teorie (stupně bezpečnosti)
Stupeň bezpečnosti $SB = 1.50$

Výpočet čís. 1

Posouzení

Síla vzdorující $T_{vzd} = 266.80 \text{ kN/m}$
Síla posouvající $T_{pos} = 95.13 \text{ kN/m}$

Stupeň bezpečnosti $= 2.80 > 1.50$

Stabilita skalního svahu VYHOVUJE

Stabilita skalného svahu vyhovuje. Tým však nie je vylúčené nebezpečenstvo zrútenia sa skalných blokov do koľajiska vplyvom erozívnej činnosti v budúcnosti. Preto je potrebné zabezpečiť svahy ochranou v podobe vysokopevnostnej siete pripevnenej na skalný masív horninovými klincami. Tento systém bude schopný bezpečne zachytiť ovolnený materiál.

Návrh sietí

Zo sklaného masívu sa uvoľní skalný blok o ploche $3,55\text{m}^2/\text{bm}$.
Objemová tiaž skaly $26\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$ (žula). Sklon, po ktorom sa blok posúva je 45° od horizontály. Výplň klznej plochy medzi masívom a uvoľneným skalným blokom je charakterizovaná uhlom vnútorného trenia $\phi_t = 21^\circ$.

Hrúbka bloku je $1,0\text{m}$.

Sklon odľučnej roviny od horizontály: $\alpha := 40\text{deg}$

Uhol vnútorného trenia výplne odľučnej plochy: $\phi_t := 21\text{deg}$

Tiaž bloku je: $G_b := 26\cdot\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}\cdot 1\text{m}\cdot 3,55\cdot\frac{\text{m}^2}{\text{m}}$ $G_b = 92,3\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Rozklad tiaže:

-normálová zložka tiaže: $N_1 := G_b\cdot\cos(\alpha)$ $N_1 = 70,706\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

-tangenciálna zložka tiaže: $T_1 := G_b\cdot\sin(\alpha)$ $T_1 = 59,329\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Na sieť bude pôsobiť sila o veľkosti: $F_s := T_1 - N_1\cdot\tan(\phi_t)$ $F_s = 32,188\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Sila pôsobiaca na sieť sa tiež rozloží na normálovú a tangenciálnu zložku podľa sklonu plochy diskontinuity.

-normálová zložka $F_{SN} := F_s\cdot\cos(\alpha)$ $F_{SN} = 24,657\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

-tangenciálna zložka $F_{ST} := F_s\cdot\sin(\alpha)$ $F_{ST} = 20,69\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Je potrebné uvažovať s bezpečnosťou: $\gamma_{bez} := 2,5$

Jeden bm siete musí preniesť na šmyk (2 šmykové roviny):

$$F_{smyk} := \frac{F_{SN}\cdot\gamma_{bez}}{2} \quad F_{smyk} = 30,822\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

Jeden bm siete musí preniesť na ťah:

$$F_{tah} := F_{ST}\cdot\gamma_{bez} \quad F_{tah} = 51,725\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

Ak by sa podobný blok medzi dvomi klincami odtrhol po rovine so sklonom 60° od horizontály, sieť by bola namáhaná nasledovne:

Sklon odľučnej roviny od horizontály: $\alpha := 60\text{deg}$

Uhol vnútorného trenia výplne odľučnej plochy: $\phi_t := 21\text{deg}$

Tiaž bloku je: $G_b := 26\cdot\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}\cdot 1\text{m}\cdot 3,55\cdot\frac{\text{m}^2}{\text{m}}$ $G_b = 92,3\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Rozklad tiaže:

-normálová zložka tiaže: $N_1 := G_b\cdot\cos(\alpha)$ $N_1 = 46,15\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

-tangenciálna zložka tiaže: $T_1 := G_b\cdot\sin(\alpha)$ $T_1 = 79,934\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Na sieť bude pôsobiť sila o veľkosti: $F_s := T_1 - N_1\cdot\tan(\phi_t)$ $F_s = 62,219\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Sila pôsobiaca na sieť sa tiež rozloží na normálovú a tangenciálnu zložku podľa sklonu plochy diskontinuity.

$$\begin{aligned} \text{-normálová zložka} \quad F_{SN} &:= F_S \cdot \cos(\alpha) & F_{SN} &= 31.109 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \\ \text{-tangenciálna zložka} \quad F_{ST} &:= F_S \cdot \sin(\alpha) & F_{ST} &= 53.883 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

Je potrebné uvažovať s bezpečnosťou: $\gamma_{bez} := 2.5$

Jeden bm siete musí preniesť na šmyk (2 šmykové roviny):

$$F_{smyk} := \frac{F_{SN} \cdot \gamma_{bez}}{2} \quad F_{smyk} = 38.887 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Jeden bm siete musí preniesť na ťah:

$$F_{tah} := F_{ST} \cdot \gamma_{bez} \quad F_{tah} = 134.708 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Rez v žkm 20,525

Vstupné údaje pre výpočtový program RUVOLUM 7.0

Priemerný sklon svahu:	$\alpha = 66,3^\circ$;
Mocnosť rozpukanosti:	$t = 1,0 \text{ m}$;
Horizontálna vzdialenosť klincov:	$a = 2,0 \text{ m}$;
Vertikálna vzdialenosť klincov:	$b = 2,0 \text{ m}$;
Polomer tlakového kužela, vrchol:	$\zeta = 0,10 \text{ m}$;
Sklon tlakového kužela k horizontálnej rovine:	$\delta = 75,0^\circ$;
Uhol vnútorného trenia:	$\phi_k = 41,0^\circ$;
Súdržnosť:	$c_k = 0,0 \text{ MPa}$;
Objemová hmotnosť:	$\gamma_k = 23,1 \text{ kN/m}^3$;

($\gamma = 26,0 \text{ kN/m}^3$ avšak z dôvodu, že predpoklad najväčšieho možného bloku, ktorý sa môže uvoľniť, sa uvažuje $1,0 \times 3,55 \times 1,0 \text{ m} = 3,55 \text{ m}^3$ a program ráta s blokom $2,0 \times 2,0 \times 1,0 \text{ m} = 4,00 \text{ m}^3$, je nutné tento nepomer podeliť: $4,00/3,55 = 1,127 \dots 26/1,127 = \underline{23.075 \text{ kN/m}^3}$);

Priemer klinca:	$\phi = 28,0 \text{ mm}$;
Strata hrúbky klinca koróziou:	$\Delta = 4 \text{ mm}$;
Sklon klinca k horizontálnej rovine:	$\psi = 20,0^\circ$;
Koeficient bezpečnosti pre súdržnosť:	$\gamma_c = 1,25$;
Koeficient bezpečnosti pre uhol vnútorného trenia:	$\gamma_\phi = 1,25$;
Koeficient bezpečnosti pre objemovú hmotnosť:	$\gamma_\gamma = 1,00$;
Koeficient bezpečnosti neistoty systému:	$\gamma_{mod} = 1,20$;
Vertikálny koeficient seizmicity:	$\varepsilon_v = 0,105$;
Horizontálny koeficient seizmicity:	$\varepsilon_h = 0,105$;

(Oblasť seizmického rizika: č.2 $a_R = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;

Kategorizácia podložia: kat. A - $a_g = a_r$ $a_{gR} = a_g/\gamma_i$; $a_{gR} = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;

Faktor akcelerácie: $c = a_{gR}/g = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}/9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $c = \underline{0,102}$).

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO[®] by the RUVOLUM[®] method

Project 2012
Prodex spol. s r. o.
Liberec-Tanvald
SO 07-11-02

Version 7.0

Input quantities			
Slope inclination	α	=	66.3 degrees
Nail distance horizontal	a	=	2.00 m
Nail distance in line of slope	b	=	2.00 m
Layer thickness	t	=	0.90 m
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	65.0 degrees
Friction angle ground (characteristic value)	φ_k	=	41.0 degrees
Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	23.1 kN/m ³
Slope-parallel force	Z_d	=	0.0 kN
Pretensioning force of the system	V	=	0.0 kN
Nail inclination to horizontal	ψ	=	30.0 degrees
Partial safety correction value for friction angle	γ_{φ}	=	1.25 [-]
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.25 [-]
Partial safety correction value for volume weight	γ_{γ}	=	1.00 [-]
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.20 [-]
Dimensioning quantities			
		φ_d [degrees]	= 34.8
		c_d [kN/m ²]	= 0.0
		γ_d [kN/m ³]	= 23.1

Load cases			
Streaming pressure considered			Yes
Earthquake considered			Yes
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	e_h	=	0.105 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	e_v	=	0.105 [-]

Elements of the system			
Applied mesh type	TECCO [®] G65 / 3 mm		
Applied spike plate	TECCO [®] system spike plate		
Bearing resistance of mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN]	=	30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN]	=	180
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN]	=	90
Applied nail type	GEWI D = 28 mm		
Taking into account rusting away	Yes		
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{red} [kN]	=	226
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{red} [kN]	=	130
Cross-section area of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²]	=	452

Proofs	
Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	fulfilled !
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	fulfilled !
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	fulfilled !
Proof of the mesh against puncturing	fulfilled !
Proof of the nail to combined stress	fulfilled !
The given proofs concern the investigation of superficial instabilities.	
Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope.	
If necessary, the nail type and the nail pattern have to be adapted.	

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate

Max. stress on the mesh for shearing-off nail direction at the upslope edge of the spike plate	P_d [kN]	=	56.6
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate	P_R [kN]	=	90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-]	=	1.3
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R / γ_{PR} [kN]	=	69.2
Proof of bearing safety:	$P_d \leq P_R / \gamma_{PR}$	=	fulfilled !

Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail

Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN]	=	0.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN]	=	30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-]	=	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R / γ_{ZR} [kN]	=	20.0
Proof of bearing safety:	$Z_d \leq Z_R / \gamma_{ZR}$	=	fulfilled !

Investigation of slope-parallel instabilities

Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN]	=	0.0
Load factor for positive influence of pretension	γ_{VI} [-]	=	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dl} [kN]	=	0.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V	S_d [kN]	=	73.2
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN]	=	130.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-]	=	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} / γ_{SR} [kN]	=	86.6
Proof of bearing safety:	$S_d \leq S_{Rred} / \gamma_{SR}$	=	fulfilled !

Proof of the mesh against puncturing

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN]	=	0.0
Load factor for negative influence of pretension	γ_{VII} [-]	=	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN]	=	0.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN]	=	180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-]	=	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to pressure stress	D_R / γ_{DR} [kN]	=	120.0
Proof of bearing safety:	$V_{dII} \leq D_R / \gamma_{DR}$	=	fulfilled !

Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN]	=	0.0
Load factor for positive influence of pretension	γ_{VI} [-]	=	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dl} [kN]	=	0.0
Load factor for negative influence of pretension	γ_{VII} [-]	=	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN]	=	0.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V	S_d [kN]	=	73.2
Max. stress on the mesh for shearing-off	P_d [kN]	=	56.6
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_{Rred} [kN]	=	226.0
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN]	=	130.0
Resistance correction value for tensile stress	γ_{TR} [-]	=	1.5
Resistance correction value for shear stress	γ_{SR} [-]	=	1.5
Proof of bearing safety:	$\left(\frac{V_{dII}}{T_{Rred} / \gamma_{TR}} \right)^2 + \left(\frac{S_d}{S_{Rred} / \gamma_{SR}} \right)^2 \leq 1.0$	0.844 \leq 1.0	fulfilled !
Proof of bearing safety:	$\left(\frac{P_d}{T_{Rred} / \gamma_{TR}} \right)^2 + \left(\frac{S_d}{S_{Rred} / \gamma_{SR}} \right)^2 \leq 1.0$	0.924 \leq 1.0	fulfilled !

1 sila na medzi pretrhnutia výstuže klinca siete

klinec tvorený betonárskou výstužou priemeru:	$d := 28\text{mm}$	
prerezová plocha klinca:	$A_k := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$A_k = 6.158 \times 10^{-4} \text{m}^2$
medza klzu bet. výstuže	$f_y := 500\text{MPa}$	
parc. súčiniteľ materiálu:	$\gamma_{M0} := 1.15$	
max. sily v klincoch na bežný meter (Ruvolum):	$F_{vm} := 56.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	
osová vzdialenosť klinec:	$l_{Kos} := 2.0\text{m}$	
návrhová hodnota ťah. sily	$N_{Ed} := F_{vm} \cdot l_{Kos}$	$N_{Ed} = 113.2 \text{kN}$
súčiniteľ bezpečnosti v systéme:	$\gamma_{bez} := 1.5$	
návrhová osová sila odolnosti:	$N_{t,Rd} := \frac{A_k \cdot f_y}{\gamma_{bez} \cdot \gamma_{M0}}$	$N_{t,Rd} = 178.479 \text{kN}$
$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = 0.634 < 1.0$ vyhovuje		

2 sila na medzi vytrhnutia klinca siete z horniny

úklon klinca od horizontály:	$\alpha_{ks} := 23.7\text{deg}$	
dĺžka klinca v hornine:	$l := 2.4\text{m}$	
z toho v hornine R4:	$l_{R4} := 1.4\text{m}$	
z toho v zemine G5/GM:	$l_{R3} := l - l_{R4}$	$l_{R3} = 1.0\text{m}$
parametre horniny R4:	$c_{R4} := 180\text{kPa}$	$\phi_{R4} := 28\text{deg}$
parametre horniny R3:	$c_{R3} := 500\text{kPa}$	$\phi_{R3} := 27\text{deg}$
priemerné parametre zemín:	$c_p := \frac{1}{l} \cdot (c_{R4} \cdot l_{R4} + c_{R3} \cdot l_{R3})$	$c_p = 313.333 \text{kPa}$
	$\phi_p := \frac{1}{l} \cdot (\phi_{R4} \cdot l_{R4} + \phi_{R3} \cdot l_{R3})$	$\phi_p = 27.583 \text{deg}$
	$\gamma_p := \frac{1}{l} \cdot (\gamma_{R4} \cdot l_{R4} + \gamma_{R3} \cdot l_{R3})$	$\gamma_p = 26 \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$
hĺbka stredu klinca od povrchu terénu:	$h := 1.423\text{m}$	
trenie na plášti:	$\tau := \gamma_p \cdot h \cdot \cos(\alpha_{ks}) \cdot \tan(\phi_p) + c_p$	$\tau = 331.032 \text{kPa}$
priemer vrtu:	$\phi_v := 50\text{mm}$	
obvod klinca:	$o := \pi \cdot \phi_v$	$o = 0.157 \text{m}$

сила на межи вырхnutia klinca z horniny: $F_v := \sigma \cdot l \cdot \tau$ $F_v = 124.796 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed}}{F_v} = 0.907 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

Rez v žkm 20,780 (návrh torkrétu a klincovania)

Вýpočet vstupných údajov pre Plaxis

1. Zemný klinec tyčový (grouted soil nail) podľa Plaxis Bulltein Spring Issue 2009

1. Vstupné údaje

Vodorovná vzdialenosť klincov: $S_h := 1.6 \text{ m}$
Priemer vrtu: $D_{DH} := 133 \text{ mm}$
Priemer oceľového klinca: $d_n := 28 \text{ mm}$
Modul pružnosti betónu: $E_b := 28000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ocele: $E_{oc} := 210000 \text{ MPa}$
objemová hmotnosť betónu: $\gamma_b := 24 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$
objemová hmotnosť betónu: $\gamma_{oc} := 78.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$
objemová hmotnosť zeminy: $\gamma_z := 19 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

2. Výpočet

Prierezová plocha celková: $A := \frac{\pi \cdot D_{DH}^2}{4}$ $A = 0.014 \text{ m}^2$
Prierezová plocha celková oceľového prvku $A_{oc} := \frac{\pi \cdot d_n^2}{4}$ $A_{oc} = 0.000616 \text{ m}^2$
Prierezová plocha malty: $A_b := A - A_{oc}$ $A_b = 0.013277 \text{ m}^2$
Ekvivalentný modul pružnosti: $E_{eq} := E_{oc} \cdot \left(\frac{A_{oc}}{A} \right) + E_b \cdot \left(\frac{A_b}{A} \right)$ $E_{eq} = 36066.482 \text{ MPa}$
Normálová tuhosť: $EA := \frac{E_{eq}}{S_h} \cdot A$ $EA = 313167.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Ohybová tuhosť: $EI := \frac{E_{eq}}{S_h} \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_{DH}^4}{64} \right)$ $EI = 346.226 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}^2}{\text{m}}$

Prírastok hmotnosti zemného klinca oproti hmotnosti zeminy na 1m:

$$w := A_{oc} \cdot \gamma_{oc} + A_b \cdot \gamma_b - A \cdot \gamma_z \quad w = 0.103 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2. Zemný klinec tyčový (grouted soil nail) podľa Plaxis Bulltein Spring Issue 2009

1. Vstupné údaje

Vodorovná vzdialenosť klincov:	$S_h := 1.5\text{m}$
Priemer vrtu:	$D_{DH} := 133\text{mm}$
Priemer oceľového klinca:	$d_n := 28\text{mm}$
Modul pružnosti betónu:	$E_b := 28000\text{MPa}$
Modul pružnosti ocele:	$E_{oc} := 210000\text{MPa}$
objemová hmotnosť betónu:	$\gamma_b := 24\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
objemová hmotnosť betónu:	$\gamma_{oc} := 78.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
objemová hmotnosť zeminy:	$\gamma_z := 19\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$

2. Výpočet

Prierezová plocha celková:	$A := \frac{\pi \cdot D_{DH}^2}{4}$	$A = 0.014\text{m}^2$
Prierezová plocha celková oceľového prvku	$A_{oc} := \frac{\pi \cdot d_n^2}{4}$	$A_{oc} = 0.000616\text{m}^2$
Prierezová plocha malty:	$A_b := A - A_{oc}$	$A_b = 0.013277\text{m}^2$
Ekvivalentný modul pružnosti:	$E_{eq} := E_{oc} \cdot \left(\frac{A_{oc}}{A}\right) + E_b \cdot \left(\frac{A_b}{A}\right)$	$E_{eq} = 36066.482\text{MPa}$
Normálová tuhosť:	$EA := \frac{E_{eq}}{S_h} \cdot A$	$EA = 334045.547 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Ohybová tuhosť:	$EI := \frac{E_{eq}}{S_h} \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_{DH}^4}{64}\right)$	$EI = 369.308 \frac{\text{kN}\cdot\text{m}^2}{\text{m}}$
Prírastok hmotnosti zemného klinca oproti hmotnosti zeminy na 1m:	$w := A_{oc} \cdot \gamma_{oc} + A_b \cdot \gamma_b - A \cdot \gamma_z$	$w = 0.103 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Striekaný betón

1. Vstupné údaje

Priemer oceleovej výstuže:	$d_s := 8\text{mm}$
krytie výstuže:	$t_b := 30\text{mm}$
Počet oceľových prvkov:	$i := 10$
Hrúbka betónového prvku:	$h := 220\text{mm}$
Dĺžka betónového prvku:	$b := 1000\text{mm}$
Pracovný súčiniteľ:	$n := 15$
Modul pružnosti ocele:	$E_o := 210000\text{MPa}$
Modul pružnosti betónu:	$E_b := 30000\text{MPa}$
objemová hmotnosť betónu:	$\gamma_b := 24\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
objemová hmotnosť betónu:	$\gamma_{oc} := 78.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
objemová hmotnosť zeminy:	$\gamma_z := 19\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$

2. Výpočet

Prierezová plocha oceľ. prvku reálna:	$A_o := \frac{\pi \cdot d_s^2}{4}$	$A_o = 5.02655 \times 10^{-5} \text{m}^2$
Prierezová plocha všetkých oceľ. prvkov:	$A_{o_real} := A_o \cdot i$	$A_{o_real} = 5.02655 \times 10^{-4} \text{m}^2$
Prierezová plocha betón. prvku:	$A_B := b \cdot h$	$A_B = 0.22 \text{m}^2$
Prierezová plocha betón. prvku reálna:	$A_{B_real} := A_B - A_{o_real}$	$A_{B_real} = 0.219497 \text{m}^2$
Moment zotrvačnosti oceľ. prvku:	$a := t_b + \frac{d_s}{2}$	$a = 0.034 \text{m}$
	$r_i := \frac{h}{2} - a$	$r_i = 0.076 \text{m}$
	$I_{real} := \left[\left(\frac{\pi \cdot d_s^4}{64} \right) \cdot i + A_o \cdot r_i^2 \cdot i \right] \cdot n + \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$	$I_{real} = 9.309 \times 10^{-4} \text{m}^4$
Normálová tuhosť reálna:	$EA_{real} := E_b \cdot A_{B_real} + E_o \cdot A_{o_real}$	$EA_{real} = 6.69048 \times 10^6 \text{kN}$
Ohybová pevnosť reálna:	$EI_{real} := E_b \cdot I_{real}$	$EI_{real} = 2.79274 \times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}^2$
Normálová tuhosť pre plaxis:	$EA_{plaxis} := EA_{real}$	$EA_{plaxis} = 6.69 \times 10^6 \text{m kN}\cdot\text{m}^{-1}$
Ohybová pevnosť pre plaxis:	$EI_{plaxis} := EI_{real}$	$EI_{plaxis} = 2.793 \times 10^4 \text{m kN}\cdot\text{m}$
Hmotnosť dosky na 1m:	$w_k := A_{o_real} \cdot \gamma_{oc} + (A_B - A_{o_real}) \cdot \gamma_b$	$w_k = 5.307 \text{m}^2 \text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
Hmotnosť zeminy na dĺžke 1m dosky:	$w_z := A_B \cdot \gamma_z$	$w_z = 4.18 \text{m}^2 \text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
Prírastok hmotnosti dosky oproti zemine:	$w := w_k - w_z$	$w = 1.127 \text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Zeminy (zvetrané horniny)

Material set			
Identification number		2	3
Identification		S4 SM	R5-R6 zvetrala (G5 GM)
Material model		Hardening soil	Hardening soil
Drainage type		Drained	Drained
Colour		RGB 172, 69, 227	RGB 40, 88, 52
Comments			
General properties			
γ_{unsat}	kN/m ³	18.00	19.90
γ_{sat}	kN/m ³	19.00	20.50
Advanced			
Void ratio			
Dilatancy cut-off		No	No
e_{init}		0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0
Damping			
Rayleigh α		0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000
Stiffness			
E_{50}^{ref}	kN/m ²	10.00E3	70.00E3
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	10.00E3	70.00E3
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	30.00E3	210.0E3
power (m)		0.5000	0.5000
Alternatives			
Use alternatives		No	No
C_c		0.03450	4.929E-3
C_s		0.01035	1.479E-3
e_{init}		0.5000	0.5000
Strength			
c_{ref}	kN/m ²	10.00	8.000
ϕ (phi)	°	28.00	32.00
ψ (psi)	°	0.000	2.000

Identification		S4 SM	R5-R6 zvetrala (G5 GM)
Advanced			
Set to default values		Yes	Yes
Stiffness			
v_{ur}		0.2000	0.2000
P_{ref}	kN/m^2	100.0	100.0
K_0^{nc}		0.5305	0.4701
Strength			
c_{inc}	$kN/m^2/m$	0.000	0.000
y_{ref}	m	0.000	0.000
R_f		0.9000	0.9000
Tension cut-off		Yes	Yes
Tensile strength	kN/m^2	0.000	0.000
Strength			
Strength		Manual	Manual
R_{inter}		0.9000	0.9000
Real interface thickness			
δ_{inter}		0.000	0.000
K0 settings			
K_0 determination		Automatic	Automatic
$K_{0,x}$		0.5305	0.4701
Overconsolidation			
OCR		1.000	1.000
POP	kN/m^2	0.000	0.000
Model			
Data set		Standard	Standard
Soil			
Type		Medium	Medium
< 2 μm	%	19.00	19.00
2 μm - 50 μm	%	41.00	41.00
50 μm - 2 mm	%	40.00	40.00

Identification		S4 SM	R5-R6 zvetrala (G5 GM)
Parameters			
Set to default values		No	No
k_x	m/day	0.08000	0.08000
k_y	m/day	0.08000	0.08000
$-w_{unsat}$	m	10.00E3	10.00E3
e_{init}		0.5000	0.5000
Change of permeability			
c_k		1.000E15	1.000E15

Betónový múrik

Material set		
Identification number		1
Identification		Beton
Material model		Linear elastic
Drainage type		Non-porous
Colour		RGB 44, 66, 68
Comments		
General properties		
γ_{unsat}	kN/m ³	25.00
γ_{sat}	kN/m ³	25.00
Advanced		
Void ratio		
Dilatancy cut-off		No
e_{init}		0.5000
e_{min}		0.000
e_{max}		999.0
Damping		
Rayleigh α		0.000
Rayleigh β		0.000
Stiffness		
E	kN/m ²	30.00E6
ν (nu)		0.1500
Alternatives		
G	kN/m ²	13.04E6
E_{oed}	kN/m ²	31.68E6
Velocities		
V_s	m/s	2261
V_p	m/s	3524

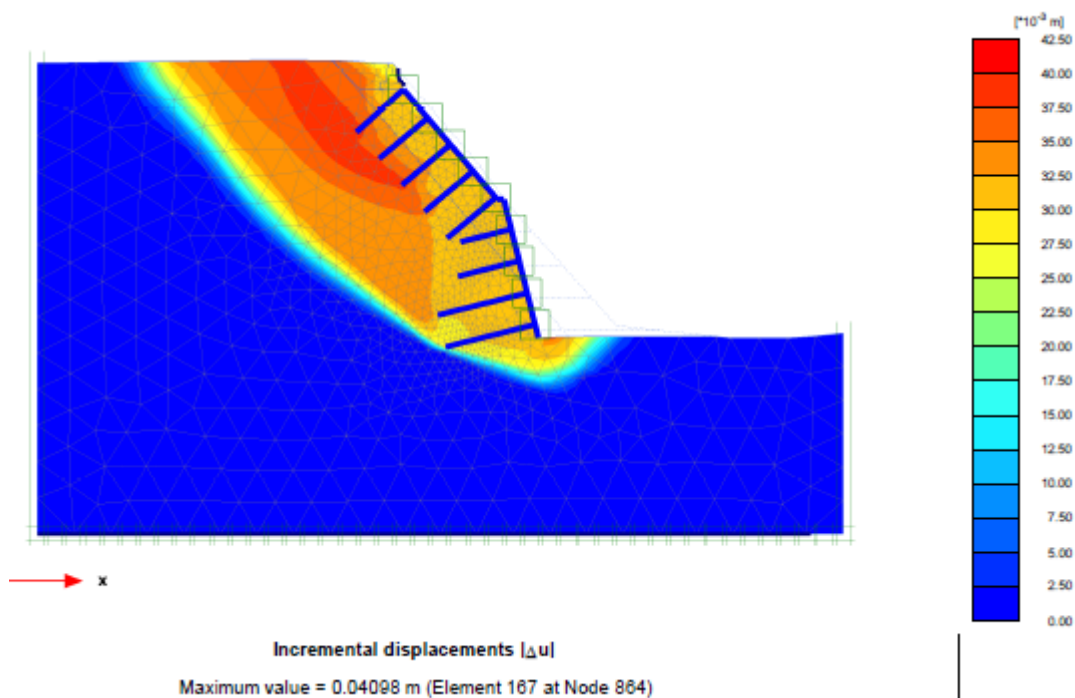
Identification		Beton
Advanced		
Set to default values		Yes
Stiffness		
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000
γ_{ref}	m	0.000
Strength		
Strength		Manual
R_{inter}		0.9000
Real interface thickness		
δ_{inter}		0.000
K0 settings		
K_0 determination		Automatic
$K_{0,x}$		1.000
Parameters		
k_x	m/day	0.000
k_y	m/day	0.000
$-\psi_{\text{unsat}}$	m	10.00E3
e_{init}		0.5000
Change of permeability		
c_k		1.000E15

General information

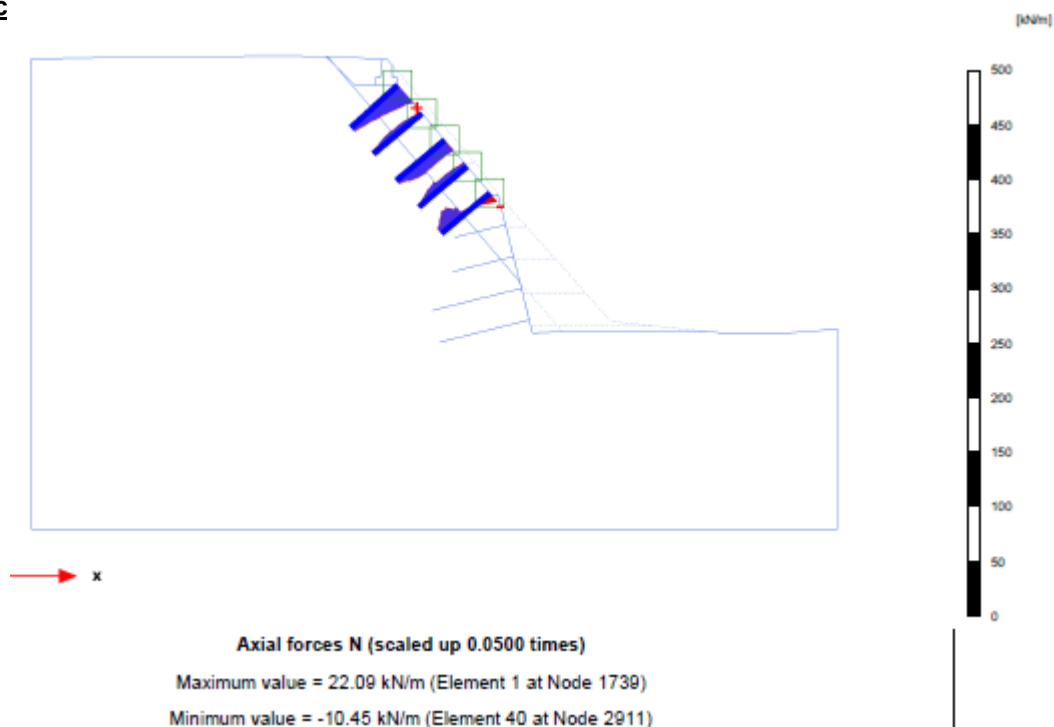
Project	
Filename	Smrzovka_str_bet7.PLX
Directory	C:\Users\roman_kezman\Desktop\Vanko\Smrzovka_str_bet7.P2DAT\
Title	Rez 3m klince
General	
Model	Plane strain
Elements	6-Noded
Acceleration	
Gravity angle	-90.00°
x-acceleration	0.03500 G
y-acceleration	0.03500 G
Earth gravity	9.800 m/s ²
Mesh	
Nr of soil elements	1784
Nr of nodes	3641
Average elem. size	0.6709 m
Comments	

Calculation information

Step info				
Phase	<Phase 44>			
Step	2412 of 2412			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1.000			
Relative stiffness	0.8182E-3			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	M _{DispX}	0.000	ΣM _{DispX}	1.000
Prescribed displacements Y	M _{DispY}	0.000	ΣM _{DispY}	1.000
Load system A	M _{LoadA}	0.000	ΣM _{LoadA}	1.000
Load system B	M _{LoadB}	0.000	ΣM _{LoadB}	1.000
Soil weight	M _{Weight}	0.000	ΣM _{Weight}	1.000
Acceleration	M _{Accel}	0.000	ΣM _{Accel}	0.000
Strength reduction factor	M _{sf}	1.062E-3	ΣM _{sf}	1.354
Time	Increment	0.000	End time	0.000
Staged construction				
Active proportion total area	M _{Area}	0.000	ΣM _{Area}	0.9728
Active proportion of stage	M _{Stage}	0.000	ΣM _{Stage}	0.000
Forces				
F _X	0.000 kN/m			
F _Y	0.000 kN/m			
Consolidation				
Realised P _{Excess,Max}	0.000 kN/m ²			



Klinc



1 sila na medzi pretrhnutia výstuže klinca "A až E"

klinec tvorený betonárskou výstužou priemeru:

$$d := 28\text{mm}$$

prířezová plocha klinca:

$$A_k := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad A_k = 6.158 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

medza klzu bet. výstuže

$$f_y := 500\text{MPa}$$

parc. súčiniteľ materiálu:

$$\gamma_{M0} := 1.15$$

max. sily v klincoch na bežný meter (Plaxis):

$$F_{vm} := 22.09 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

osová vzdialenosť klincov:

$$l_{Kos} := 1.5\text{m}$$

návrhová hodnota ťah. sily

$$N_{Ed} := F_{vm} \cdot l_{Kos} \quad N_{Ed} = 33.135 \text{ kN}$$

súčiniteľ bezpečnosti v systéme:

$$\gamma_{bez} := 1.15$$

návrhová osová sila odolnosti:

$$N_{t.Rd} := \frac{A_k \cdot f_y}{\gamma_{bez} \cdot \gamma_{M0}} \quad N_{t.Rd} = 232.799 \text{ kN}$$

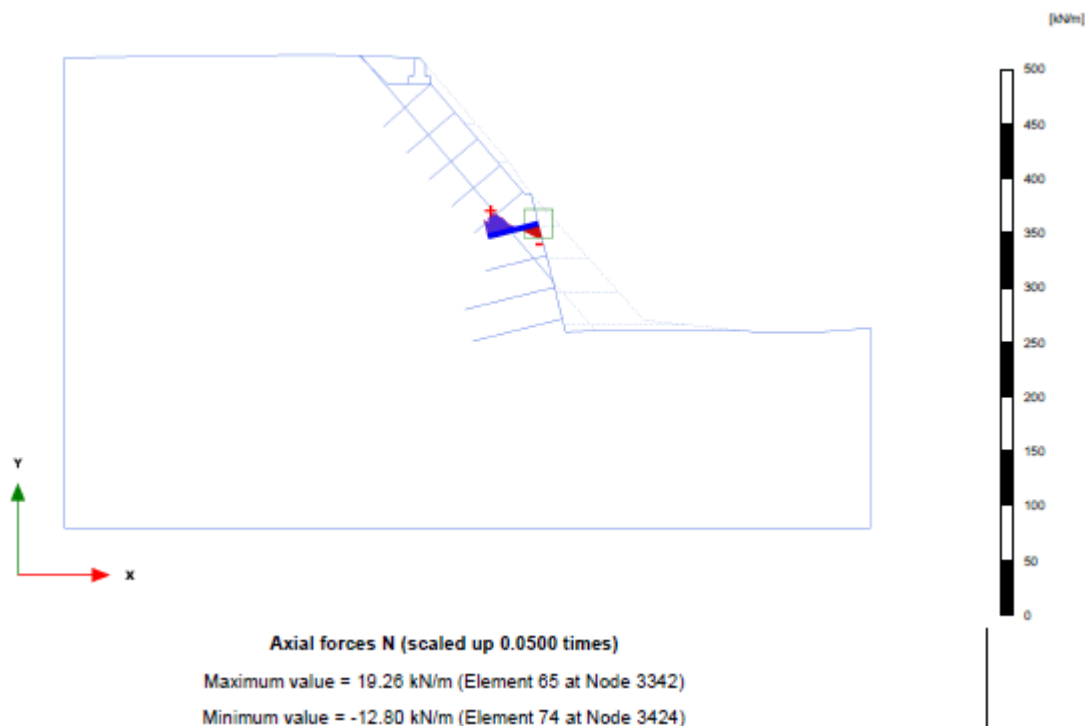
$$\frac{N_{Ed}}{N_{t.Rd}} = 0.142 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

2 sila na medzi vytrhnutia klinca "A až E" so zeminy

úklon klinca od horizontály:	$\alpha_{ks} := 14.04\text{deg}$	
dĺžka klinca v zemine:	$l := 2.9\text{m}$	
z toho v zemine S4/SM:	$l_{S4} := 1.60\text{m}$	
z toho v zemine G5/GM:	$l_{G5} := l - l_{S4}$	$l_{G5} = 1.3\text{m}$
parametre zeminy (S4/SM):	$c_{S4} := 10\text{kPa}$	$\phi_{S4} := 28\text{deg}$
parametre zeminy (G5/GM):	$c_{G5} := 8\text{kPa}$	$\phi_{G5} := 32\text{deg}$
priemerné parametre zemín:	$c_p := \frac{1}{l} \cdot (c_{S4} \cdot l_{S4} + c_{G5} \cdot l_{G5})$	$c_p = 9.103\text{ kPa}$
	$\phi_p := \frac{1}{l} \cdot (\phi_{S4} \cdot l_{S4} + \phi_{G5} \cdot l_{G5})$	$\phi_p = 29.793\text{ deg}$
	$\gamma_p := \frac{1}{l} \cdot (\gamma_{S4} \cdot l_{S4} + \gamma_{G5} \cdot l_{G5})$	$\gamma_p = 18.852\text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$
hĺbka stredu klinca od povrchu terénu:	$h := 2.212\text{m}$	
trenie na plášti:	$\tau := \gamma_p \cdot h \cdot \cos(\alpha_{ks}) \cdot \tan(\phi_p) + c_p$	$\tau = 32.265\text{ kPa}$
priemer vrtu:	$\phi_v := 133\text{mm}$	
obvod klinca:	$o := \pi \cdot \phi_v$	$o = 0.418\text{ m}$
sila na medzi vytrhnutia klinca z horniny:	$F_v := o \cdot l \cdot \tau$	$F_v = 39.096\text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed}}{F_v} = 0.848 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

Klince "F"



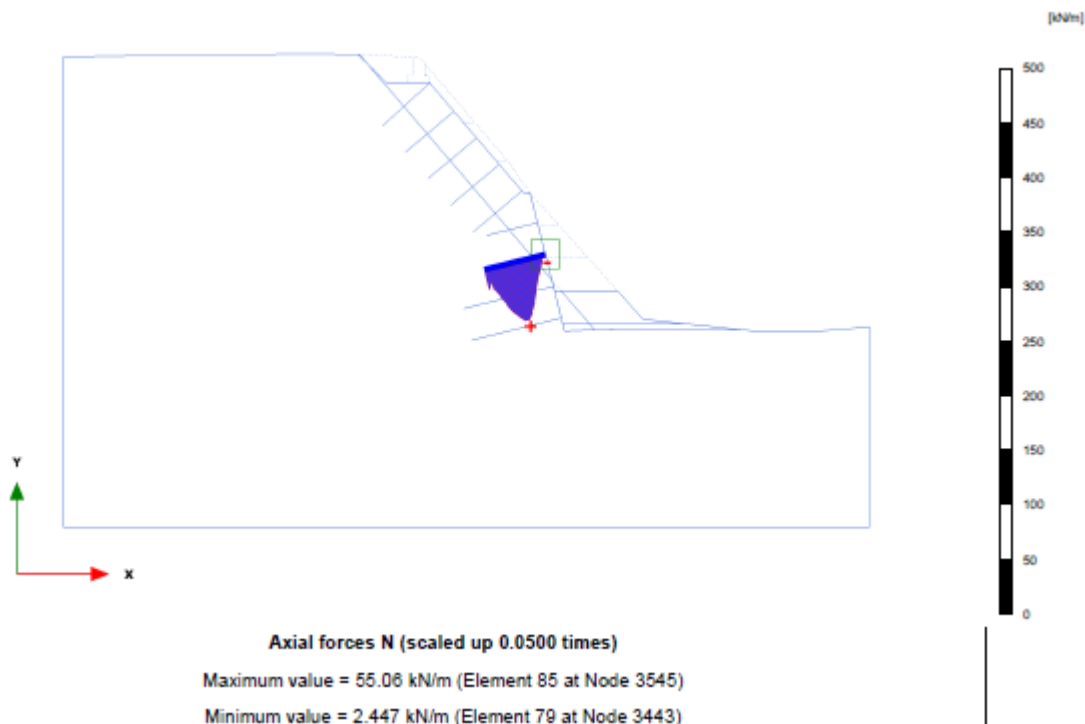
1 sila na medzi pretrhnutia výstuže klinca "F"

klinec tvorený betonárskou výstužou priemeru:	$d := 28\text{mm}$	
prerezová plocha klinca:	$A_k := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$A_k = 6.158 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
medza klzu bet. výstuže	$f_y := 500\text{MPa}$	
parc. súčiniteľ materiálu:	$\gamma_{M0} := 1.15$	
max. sily v klincoch na bežný meter (Plaxis):	$F_{vm} := 19.26 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	
osová vzdialenosť klincov:	$l_{Kos} := 1.5\text{m}$	
návrhová hodnota ťah. sily	$N_{Ed} := F_{vm} \cdot l_{Kos}$	$N_{Ed} = 28.89 \text{ kN}$
súčiniteľ bezpečnosti v systéme:	$\gamma_{bez} := 1.15$	
návrhová osová sila odolnosti:	$N_{t.Rd} := \frac{A_k \cdot f_y}{\gamma_{bez} \cdot \gamma_{M0}}$	$N_{t.Rd} = 232.799 \text{ kN}$
$\frac{N_{Ed}}{N_{t.Rd}} = 0.124 < 1.0$ vyhovuje		

2 sila na medzi vytrhnutia klinca "F" so zeminy

úklon klinca od horizontály:	$\alpha_{ks} := 14.04\text{deg}$	
dĺžka klinca v zemine:	$l := 2.4\text{m}$	
z toho v zemine S4/SM:	$l_{S4} := 1.34\text{m}$	
z toho v zemine G5/GM:	$l_{G5} := l - l_{S4}$	$l_{G5} = 1.06\text{m}$
parametre zeminy (S4/SM):	$c_{S4} := 10\text{kPa}$	$\phi_{S4} := 28\text{deg}$
parametre zeminy (G5/GM):	$c_{G5} := 8\text{kPa}$	$\phi_{G5} := 32\text{deg}$
priemerné parametre zemín:	$c_p := \frac{1}{l} \cdot (c_{S4} \cdot l_{S4} + c_{G5} \cdot l_{G5})$	$c_p = 9.117 \text{ kPa}$
	$\phi_p := \frac{1}{l} \cdot (\phi_{S4} \cdot l_{S4} + \phi_{G5} \cdot l_{G5})$	$\phi_p = 29.767 \text{ deg}$
	$\gamma_p := \frac{1}{l} \cdot (\gamma_{S4} \cdot l_{S4} + \gamma_{G5} \cdot l_{G5})$	$\gamma_p = 18.839 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$
hĺbka stredu klinca od povrchu terénu:	$h := 2.604\text{m}$	
trenie na plášti:	$\tau := \gamma_p \cdot h \cdot \cos(\alpha_{ks}) \cdot \tan(\phi_p) + c_p$	$\tau = 36.336 \text{ kPa}$
priemer vrtu:	$\phi_v := 133\text{mm}$	
obvod klinca:	$o := \pi \cdot \phi_v$	$o = 0.418 \text{ m}$
sila na medzi vytrhnutia klinca z horniny:	$F_v := o \cdot l \cdot \tau$	$F_v = 36.438 \text{ kN}$
$\frac{N_{Ed}}{F_v} = 0.793 < 1.0$ vyhovuje		

Klince "G"



1 sila na medzi pretrhnutia výstuže klinca "G"

klinec tvorený betonárskou výstužou priemeru:

$$d := 28\text{mm}$$

prierezová plocha klinca:

$$A_k := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_k = 6.158 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

medza klzu bet. výstuže

$$f_y := 500\text{MPa}$$

parc. súčiniteľ materiálu:

$$\gamma_{M0} := 1.15$$

max. sily v klincoch na bežný meter (Plaxis):

$$F_{vm} := 55.06 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

osová vzdialenosť klincov:

$$l_{Kos} := 1.5\text{m}$$

návrhová hodnota ťah. sily

$$N_{Ed} := F_{vm} \cdot l_{Kos}$$

$$N_{Ed} = 82.59 \text{ kN}$$

súčiniteľ bezpečnosti v systéme:

$$\gamma_{bez} := 1.5$$

návrhová osová sila odolnosti:

$$N_{t,Rd} := \frac{A_k \cdot f_y}{\gamma_{bez} \cdot \gamma_{M0}}$$

$$N_{t,Rd} = 178.479 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = 0.463 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

2 sila na medzi vytrhnutia klinca "G" so zeminy

úklon klinca od horizontály:

$$\alpha_{ks} := 14.04\text{deg}$$

dĺžka klinca v zemine:

$$l := 3.4\text{m}$$

z toho v zemine S4/SM:

$$l_{S4} := 0.593\text{m}$$

z toho v zemine G5/GM:

$$l_{G5} := l - l_{S4} \quad l_{G5} = 2.807 \text{ m}$$

parametre zeminy (S4/SM):

$$c_{S4} := 10\text{kPa}$$

$$\phi_{S4} := 28\text{deg}$$

$$\gamma_{S4} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

parametre zeminy (G5/GM):

$$c_{G5} := 8\text{kPa}$$

$$\phi_{G5} := 32\text{deg}$$

$$\gamma_{G5} := 19.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

priemerné parametre zemín:

$$c_p := \frac{1}{l} \cdot (c_{S4} \cdot l_{S4} + c_{G5} \cdot l_{G5}) \quad c_p = 8.349 \text{ kPa}$$

$$\phi_p := \frac{1}{l} \cdot (\phi_{S4} \cdot l_{S4} + \phi_{G5} \cdot l_{G5}) \quad \phi_p = 31.302 \text{ deg}$$

$$\gamma_p := \frac{1}{l} \cdot (\gamma_{S4} \cdot l_{S4} + \gamma_{G5} \cdot l_{G5}) \quad \gamma_p = 19.569 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

hĺbka stredu klinca od povrchu terénu:

$$h := 4.322 \text{ m}$$

trenie na plášti:

$$\tau := \gamma_p \cdot h \cdot \cos(\alpha_{ks}) \cdot \tan(\phi_p) + c_p \quad \tau = 58.24 \text{ kPa}$$

priemer vrtu:

$$\phi_v := 133 \text{ mm}$$

obvod klinca:

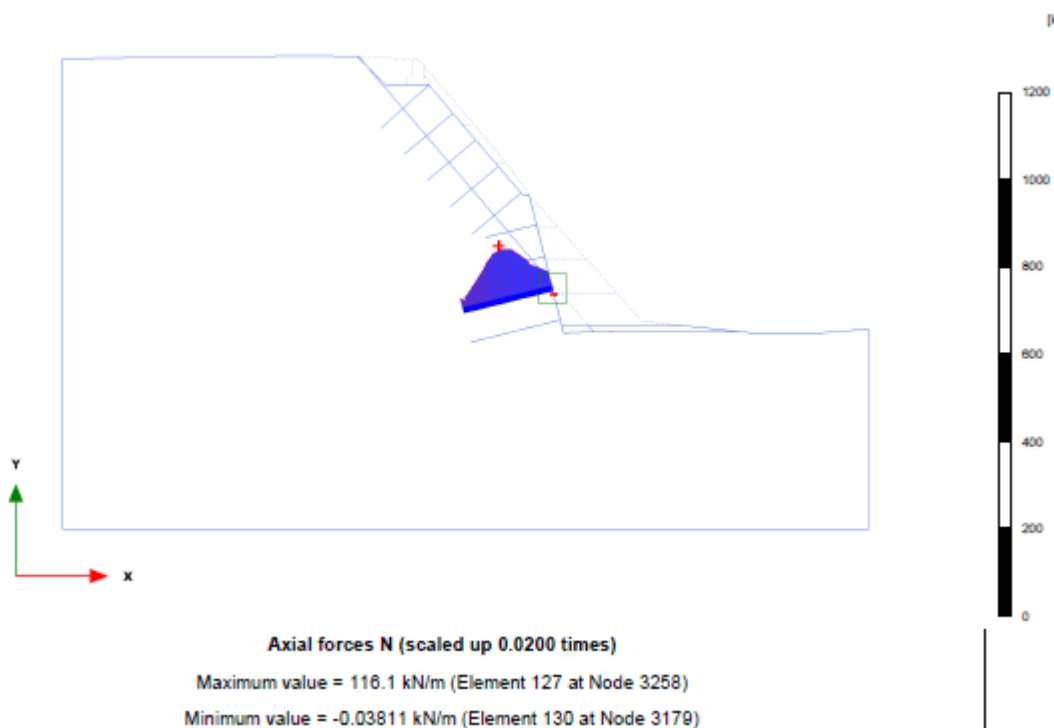
$$o := \pi \cdot \phi_v \quad o = 0.418 \text{ m}$$

sila na medzi vytrhnutia klinca z horniny:

$$F_v := o \cdot l \cdot \tau \quad F_v = 82.737 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_v} = 0.998 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

Klince "H"



1 sila na medzi pretrhnutia výstuže klinca "H"

klinec tvorený betonárskou výstužou priemeru:

$$d := 28 \text{ mm}$$

prierezová plocha klinca:

$$A_k := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad A_k = 6.158 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

medza klzu bet. výstuže

$$f_y := 500 \text{ MPa}$$

parc. súčiniteľ materiálu:

$$\gamma_{M0} := 1.15$$

max. sily v klinci na bežný meter (Plaxis):

$$F_{vm} := 116.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

osová vzdialenosť klincov:

$$l_{Kos} := 1.5 \text{ m}$$

návrhová hodnota ťah. sily

$$N_{Ed} := F_{vm} \cdot l_{Kos} \quad N_{Ed} = 174.15 \text{ kN}$$

súčiniteľ bezpečnosti v systéme:

$$\gamma_{bez} := 1.5$$

návrhová osová síla odolnosti:

$$N_{t,Rd} := \frac{A_k \cdot f_y}{\gamma_{bez} \cdot \gamma_{M0}} \quad N_{t,Rd} = 178.479 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = 0.976 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

2 síla na medzi vytrhnutí klinca "H" so zeminy

úklon klinca od horizontály: $\alpha_{ks} := 14.04 \text{ deg}$

délka klinca v zemi: $l := 5.4 \text{ m}$

parametre zeminy (G5/GM): $c_{G5} := 8 \text{ kPa}$ $\phi_{G5} := 32 \text{ deg}$ $\gamma_{G5} := 19.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

hlbka stredu klinca od povrchu terénu: $h := 6.729 \text{ m}$

trenie na plášti: $\tau := \gamma_{G5} \cdot h \cdot \cos(\alpha_{ks}) \cdot \tan(\phi_{G5}) + c_{G5}$ $\tau = 89.175 \text{ kPa}$

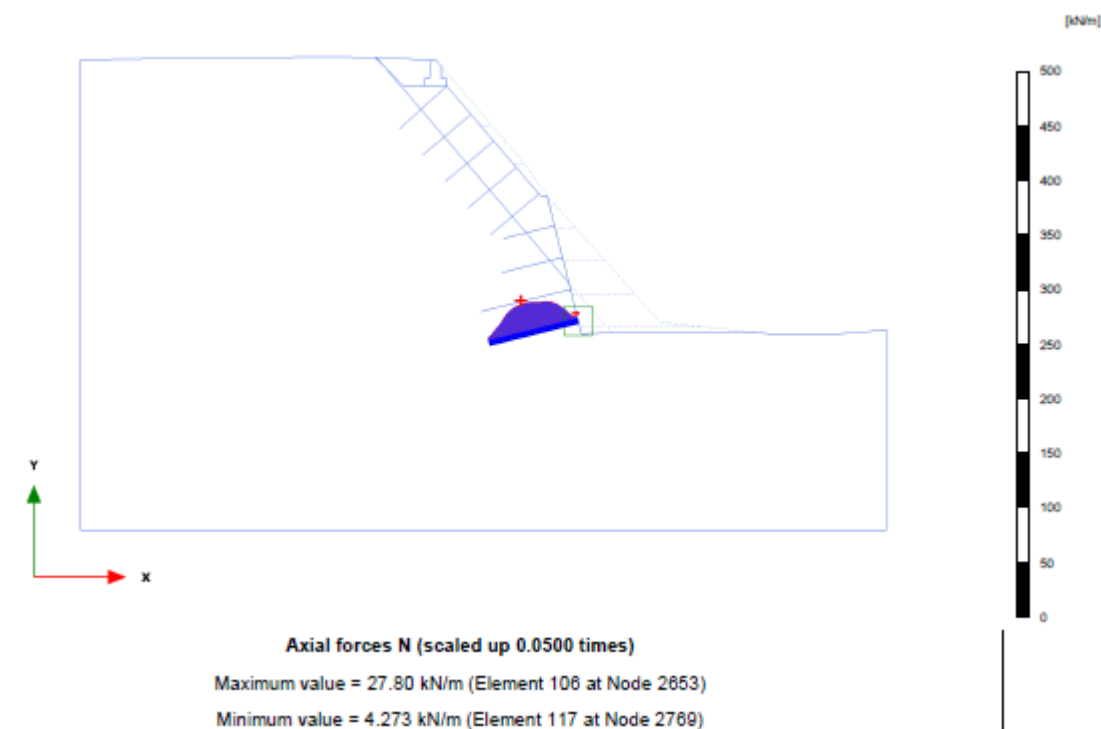
priemer vrtu: $\phi_v := 133 \text{ mm}$

obvod klinca: $o := \pi \cdot \phi_v$ $o = 0.418 \text{ m}$

síla na medzi vytrhnutí klinca z horniny: $F_v := o \cdot l \cdot \tau$ $F_v = 201.204 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed}}{F_v} = 0.866 < 1.0 \quad \text{vyhovuje}$$

Klince "I"



1 síla na medzi pretrhnutí výstuže klinca "I"

klinec tvorený betonárskou výstužou priemeru:

$d := 28 \text{ mm}$

prierezová plocha klinca:

$$A_k := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad A_k = 6.158 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

medza klzu bet. výstuže

$f_y := 500 \text{ MPa}$

parc. súčiniteľ materiálu:

$\gamma_{M0} := 1.15$

max. sily v klincoch na bežný meter (Plaxis):

$$F_{vm} := 27.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

osová vzdialenosť klinec:

$$l_{Kos} := 1.25m$$

návrhová hodnota ťah. sily

$$N_{Ed} := F_{vm} \cdot l_{Kos} \quad N_{Ed} = 34.75 \text{ kN}$$

súčiniteľ bezpečnosti v systéme:

$$\gamma_{bez} := 1.5$$

návrhová osová sila odolnosti:

$$N_{t.Rd} := \frac{A_k \cdot f_y}{\gamma_{bez} \cdot \gamma_{M0}} \quad N_{t.Rd} = 178.479 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t.Rd}} = 0.195 < 1.0 \quad \textbf{vyhovuje}$$

2 sila na medzi vytrhnutia klinca "I" so zeminy

úklon klinca od horizontály:

$$\alpha_{ks} := 14.04 \text{ deg}$$

dĺžka klinca v zemine:

$$l := 5.4 \text{ m}$$

navrhnuté z ohľadu na vonkajšiu stabilitu

parametre zeminy (G5/GM):

$$c_{G5} := 8 \text{ kPa}$$

$$\phi_{G5} := 32 \text{ deg}$$

$$\gamma_{G5} := 19.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

hĺbka stredu klinca od povrchu terénu:

$$h := 7.759 \text{ m}$$

trenie na plášti:

$$\tau := \gamma_{G5} \cdot h \cdot \cos(\alpha_{ks}) \cdot \tan(\phi_{G5}) + c_{G5} \quad \tau = 101.6 \text{ kPa}$$

priemer vrtu:

$$\phi_v := 133 \text{ mm}$$

obvod klinca:

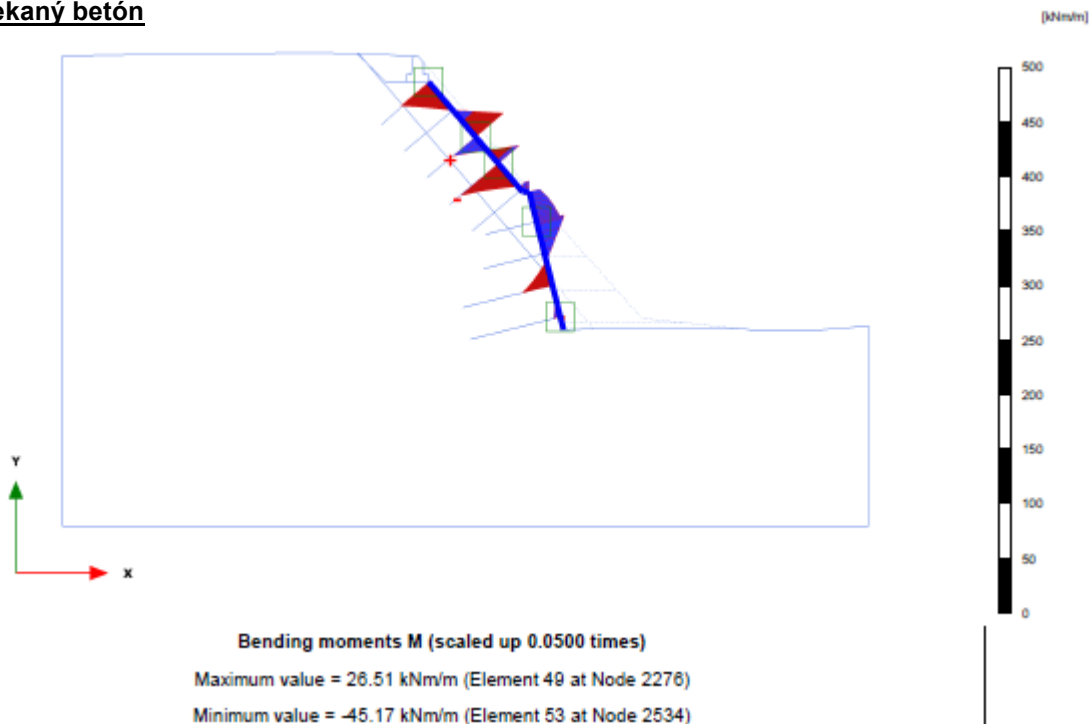
$$o := \pi \cdot \phi_v \quad o = 0.418 \text{ m}$$

sila na medzi vytrhnutia klinca z horniny:

$$F_v := o \cdot l \cdot \tau \quad F_v = 229.24 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_v} = 0.152 < 1.0 \quad \textbf{vyhovuje}$$

Striekaný betón



Ohyb podľa ČSN EN 1992 - ohybová odolnosť

betón C30/37
XC4, XF3

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

$$\gamma_c := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

Výstuž B500B

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

$$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$c_{nom} := 0.035n$$

šírka prierezu: $b := 1 \text{ m}$

výška prierezu: $h := 0.22 \text{ m}$

priemer prútov: $\phi := 8 \text{ mm}$

Dimenzačný moment vychádza z rovnomenného zaťaženia pôsobiaceho na rub striekaného betónu. Ide o extrémny prípad zaťaženia horninou v rube konštrukcie o mocnosti 0,7m.

$$M_{ed.dim} := 26.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$d := h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \quad d = 0.181 \text{ m}$$

$$x_{u.potr} := d - \left(d^2 - \frac{M_{ed.dim}}{0.5 \cdot b \cdot f_{cd}} \right)^{0.5} \quad x_{u.potr} = 7.478 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$x_{lim} := \frac{700 \cdot d \cdot \text{MPa}}{700 \cdot \text{MPa} + f_{yd}} \quad x_{lim} = 0.112 \text{ m} \quad x_{u.potr} \leq x_{lim} \quad 0.8 \cdot x_{lim} = 0.089 \text{ m}$$

$$A_{s.potr} := \frac{x_{u.potr} \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_{s.potr} = 3.44 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \quad A_{s.min} = 2.729 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{max} := \frac{0.8 \cdot x_{lim} \cdot f_{cd} \cdot b}{f_{yd}} \quad A_{max} = 4.109 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

navrhovaná plocha: $k := 10 \quad \phi := 8 \text{ mm} \quad A_s := \frac{k \cdot \pi \cdot \phi^2}{4} \quad A_s = 5.027 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$x_{u.real} := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} \quad x_{u.real} = 0.011 \text{ m}$$

Moment odolnosti:

$$M_{Rd} := x_{u.real} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot x_{u.real}) \quad M_{Rd} = 38.363 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed.dim} = 26.51 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{Rd} \geq M_{ed.dim}$$

Sila na medzi vytrhnutia hlavy klincov v ukotvení (pretlačenie kotviacich platní klincov)

Vytrhnutiu klinca zo striekaného betónu bude zabráňovať šmyková pevnosť ocele, z ktorej sú zhotovené zvárané siete vystužujúce striekaný betón.

V hlave klinca bude pôsobiť ťahová sila:

$$\begin{aligned} \text{ťaž (váha) zeminy:} \quad F_{t1} &:= \frac{\left(0.9 \cdot m \cdot 1.6 \cdot m \cdot 1.6 \cdot m \cdot 26 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) + \left(0.22 \cdot m \cdot 1.6 \cdot m \cdot 1.6 \cdot m \cdot 24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right)}{1.6 \text{ m}} \quad F_{t1} = 45.888 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ F_{t2} &:= \frac{\left(0.9 \cdot m \cdot 1.5 \cdot m \cdot 1.5 \cdot m \cdot 26 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) + \left(0.22 \cdot m \cdot 1.5 \cdot m \cdot 1.5 \cdot m \cdot 24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right)}{1.5 \text{ m}} \quad F_{t2} = 43.02 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \end{aligned}$$

sklon striekaného betónu od horizontály: $\alpha_1 := 50 \text{ deg} \quad \alpha_2 := 76 \text{ deg}$

výpočtová normálová sila v klincoch:

$$\begin{aligned} F_{N1} &:= F_{t1} \cdot \cos(\alpha_1) & F_{N1} &= 29.496 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ F_{N2} &:= F_{t2} \cdot \cos(\alpha_2) & F_{N2} &= 10.407 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \end{aligned}$$

a) 8 šmykových plôch

- zváraná sieť v rube striekaného betónu (priemer 8x8mm)

$$\text{šmykové napätie: } \tau_{sd} := \frac{280\text{MPa}}{\sqrt{3}} \quad \tau_{sd} = 161.658 \text{ MPa}$$

$$\text{priemer oceľového prúta: } d_p := 8\text{mm}$$

$$\text{plocha 1 oceľového prúta: } A_{p1} := \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \quad A_{p1} = 5.027 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\text{plocha 8 šmykových plôch: } A_{p8} := 8 \cdot A_{p1} \quad A_{p8} = 4.021 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{sila na medzi vytrhnutia: } F_{S8} := A_{p8} \cdot \tau_{sd} \quad F_{S8} = 65.007 \text{ kN}$$

$$\text{osová vzdialenosť klinec: } l_{Kos} := 1.5\text{m}$$

$$\text{sila na medzi vytrhnutia / 1 bm: } F_{S8O} := \frac{F_{S8}}{l_{Kos}} \quad F_{S8O} = 43.338 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{N1} \leq F_{S8O}$$

$$F_{N2} \leq F_{S8O}$$

b) 16 šmykových plôch

- zvárané siete do seba obrátené v rube striekaného betónu (priemer 8x8mm)

$$\text{plocha 16 šmykových plôch: } A_{p16} := 16 \cdot A_{p1} \quad A_{p16} = 8.042 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{sila na medzi vytrhnutia: } F_{S16} := A_{p16} \cdot \tau_{sd} \quad F_{S16} = 130.013 \text{ kN}$$

$$\text{osová vzdialenosť klinec: } l_{Kos} := 1.6\text{m}$$

$$\text{sila na medzi vytrhnutia / 1 bm: } F_{S16O} := \frac{F_{S16}}{l_{Kos}} \quad F_{S16O} = 81.258 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{N1} \leq F_{S16O}$$

$$F_{N2} \leq F_{S16O}$$

Údržná výška

- Aby bolo možné určiť maximálnu výšku etáže striekania betónu, je potrebné poznať údržnú výšku zeminy.

$$\text{parametre zeminy (S4/SM): } c_f := 10\text{kPa} \quad \phi_f := 28\text{deg} \quad \gamma_f := 18\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\text{údržná výška: } h_{ca} := \frac{2 \cdot c_f}{\gamma_f} \cdot \tan\left(45\text{deg} + \frac{\phi_f}{2}\right) \quad h_{ca} = 1.849 \text{ m}$$

- Dočasne (na zrealizovanie etáže klinec a striekaného betónu) je možné zeminu pred zhotovením klinec a torkrétu odťažiť na 1,8 m. Výpočtom MKP vychádza nutnosť zmenšiť túto výšku posledné 3 etáže nad päťou zárezu (4,5m) na 1,5 m.

Návrh zabezpečenia skalného masívu v úseku žkm 20,780-20,920 po konferenčnom pripomienkovom rokovaní z dňa 15.2.2013

K návrhu zabezpečenia projektu stavby vo verzii z 02/2013 mala Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (dále SŽDC), Stavební správa západ (dále SSZ), oddělení technické Praha a oddělení životního prostředí mimo jiné následující připomínku: "Nesouhlasíme se stříkaným betonem".

Ďalej bol projektant zo strany SŽDC SSZ ubezpečený, že zabezpečenie líca striekaným betónom nie je nevyhnutne žiadúce z dôvodov spomenutých v popise (str. 1) ale nežiadúce z dôvodov zlých predošlých skúseností s realizáciou a údržbou.

Predmetný úsek sa na žiadosť SŽDC SSZ zabezpečí klincovaním v mierne vyššom rozsahu, ako by to bolo za použitia betónového krytu líca. Líce sa proti opadu zvetralých fragmentov hornín opatrí vysokopevnostnou sieťou podloženou protieróznou rohožou a zabezpečí sa pravidelná vizuálna kontrola a údržba v podobe čistenia päty zárezu od opadaného horninového materiálu, prípadne tiež zvetralého, lokálne nahromadeného materiálu zachyteného pod sieťou a

Výpočet hřebíkovaného svahu

Vstupní data

Projekt

Akce : lib-tan
Část : km 20,850
Popis : SO 07-11-02
Autor : Prodex
Odběratel : Viamont
Datum : 2/1/2013

Geometrie konstrukce

Číslo	Hloubka Z [m]	Pořadnice X [m]
1	0.00	0.00
2	11.53	-2.88

Typy hřebů

Číslo	Název	Únos. přetržení R _t [kN]	Únos. vytržení T _p [kN/m]	Únos. hlavy R _f [kN]
1	Typ hřebu č. 1	150.80	55.71	0.00
2	Typ hřebu č. 2	150.80	69.64	0.00

Geometrie hřebů

Celkový počet hřebů - 8
Sklon hřebů od vodorovné = 14.00 °

Hřeb	Hloubka [m]	Hloubka etáže [m]	Délka [m]	Vzdál. [m]	Typ hřebu
1	0.29	1.00	2.90	1.50	Typ hřebu č. 1
2	1.94	1.00	2.90	1.50	Typ hřebu č. 1
3	3.20	1.00	2.90	1.50	Typ hřebu č. 2
4	4.66	1.00	2.90	1.50	Typ hřebu č. 2
5	6.11	1.00	5.40	1.50	Typ hřebu č. 2
6	7.57	1.00	5.40	1.50	Typ hřebu č. 2
7	9.02	1.00	5.40	1.50	Typ hřebu č. 2
8	10.48	1.05	5.40	1.50	Typ hřebu č. 2

S4/SM

Objemová tíha : γ = 19.00 kN/m³
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 31.00 °
 Soudržnost zeminy : c_{ef} = 20.00 kPa
 Třecí úhel kce-zemina : δ = 10.30 °
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 19.00 kN/m³

S4/SM_odrez

Objemová tíha : γ = 19.00 kN/m³
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 31.00 °
 Soudržnost zeminy : c_{ef} = 25.00 kPa
 Třecí úhel kce-zemina : δ = 10.30 °
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 19.00 kN/m³

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.80	S4/SM	
2	-	S4/SM_odrez	

Tvar terénu

Číslo	Souřadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	2.20	0.00
3	4.14	-1.94
4	5.14	-1.94

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

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)
 Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
 Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992 1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Dílčí součinitelé posouzení zdi

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Zadání koeficientů : Standard
 Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu
 Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Stav STR [-]		Stav GEO [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	γ_w			1.30	

Součinitelé redukce materiálu (M)	Souč.	[-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření	γ_ϕ	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti	γ_c	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti	γ_{cu}	1.40
Součinitel redukce Poissonova čísla	γ_v	1.00

Kombinační součinitelé pro proměnná zatížení	Souč.	[-]
Součinitel kombinační hodnoty	ψ_0	0.70
Součinitel časté hodnoty	ψ_1	0.50
Součinitel kvazistále hodnoty	ψ_2	0.30

Tvar zemního klínu

Zemní klín počítat šikmý.

Posouzení čís. 1

Rovná smyková plocha po optimalizaci :

Úhel smykové plochy = 52.00 °
Počátek smykové plochy v hloubce = 11.53 m
Tíhová síla = 1091.11 kN/m
Celková síla v hřebících za sm. pl. = 260.59 kN/m
Síly na sm. ploše posun. (tíh.síla) = 859.81 kN/m
Síly na sm. ploše posun. (tlak) = 0.00 kN/m

Síly na sm. ploše vzdor. (zemina) = 760.23 kN/m
Síly na sm. ploše vzdor. (hřeby) = 105.99 kN/m

Vzdorující síla = 866.22 kN/m > 859.81 kN/m = posouvající síla.

Stabilita smykové plochy VYHOVUJE

Posouzení čís. 2

Lomená smyková plocha po optimalizaci :

Úhel smykové plochy = 54.00 °
Počátek smykové plochy v hloubce = 11.53 m
Tíhová síla = 555.02 kN/m
Celková síla v hřebících za sm. pl. = 247.72 kN/m
Síly na sm. ploše posun. (tíh.síla) = 449.02 kN/m
Síly na sm. ploše posun. (tlak) = 52.20 kN/m
Síly na sm. ploše vzdor. (zemina) = 422.21 kN/m
Síly na sm. ploše vzdor. (hřeby) = 92.80 kN/m

Vzdorující síla = 515.01 kN/m > 501.22 kN/m = posouvající síla.

Stabilita smykové plochy VYHOVUJE

Posouzení čís. 3

Vodorovný tlak na konstrukci:

Bod	Hloubka [m]	Tlak [kPa]
1	0.00	0.00
2	1.32	0.00
3	1.80	0.00
4	1.93	0.00
5	2.34	0.00
6	2.50	0.00
7	4.50	7.42
8	5.04	10.27
9	11.53	44.65

Posouzení únosnosti hřebů

Redukční součinitel aktivního tlaku pro posouzení únos. hřebů $k_n = 0.85$.

Hřeb	Únosnost hřebu [kN]	Síla v hřebu [kN]
1	150.80	0.00
2	150.80	0.47
3	150.80	6.57
4	150.80	18.70
5	150.80	33.16
6	150.80	48.18
7	150.80	62.53
8	150.80	80.67

Únosnost hřebů VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíhová síla	0.00	-5.15	1021.79	3.70	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	280.86	-4.29	125.42	6.10	1.000	1.000	1.000

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlpení

Moment vzdorující $M_{vzd} = 4551.24 \text{ kNm/m}$

Moment klopící $M_{kl} = 1206.06 \text{ kNm/m}$

Zed' na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 661.49 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující $H_{pos} = 280.86 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 273.51kPa

Výpočet stability svahu

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		1.85	1.30	4.14	1.94		
2		-28.82	-11.53	-12.79	-11.53	-2.88	-11.53
		-0.46	-1.80	0.00	0.00	0.05	0.00
		1.85	0.00	1.95	0.00	2.20	0.00
		4.14	1.94	34.59	1.94		
3		0.00	0.00	1.23	0.50	1.50	1.30
		1.85	1.30	1.85	0.00		
4		-0.46	-1.80	-0.40	-1.80	-0.36	-1.80
		34.59	-1.80				
5		-2.88	-11.53	-2.84	-11.53	-2.79	-11.53
		34.59	-11.53				

Výztuhy

Číslo	Bod vlevo		Bod vpravo		Délka L [m]	Pevnost R_t [kN/m]	Ún. na vytrž.
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]			
1	-0.07	-0.29	2.74	-0.99	2.90	100.53	$T_p = 55.71 \text{ kN/m}^2$
2	-0.48	-1.94	2.33	-2.64	2.90	100.53	$T_p = 55.71 \text{ kN/m}^2$
3	-0.80	-3.20	2.01	-3.90	2.90	100.53	$T_p = 69.64 \text{ kN/m}^2$
4	-1.16	-4.66	1.65	-5.36	2.90	100.53	$T_p = 69.64 \text{ kN/m}^2$
5	-1.53	-6.11	3.71	-7.42	5.40	100.53	$T_p = 69.64 \text{ kN/m}^2$
6	-1.89	-7.57	3.35	-8.88	5.40	100.53	$T_p = 69.64 \text{ kN/m}^2$
7	-2.25	-9.02	2.99	-10.33	5.40	100.53	$T_p = 69.64 \text{ kN/m}^2$
8	-2.62	-10.48	2.62	-11.79	5.40	100.53	$T_p = 69.64 \text{ kN/m}^2$

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : v efektivních parametrech

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Stav STR [-]		Stav GEO [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	γ_w			1.00	

Součinitelé redukce materiálu (M)	Souč.	[-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření	γ_ϕ	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti	γ_c	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti	γ_{cu}	1.40

Výpočet 1

Polygonální smyková plocha

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-5.11	-11.53	-3.42	-12.30	-0.71	-11.17	3.48	-6.48	6.31	1.66
6.41	1.94								
Smyková plocha po optimalizaci.									

Síly ve výztuhách

Výztuha Síla [kN/m]

1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	16.71
5	62.77
6	100.53
7	100.53
8	100.53

Posouzení stability svahu (Sarma)

Využití : 75.8 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Výpočet 2

Polygonální smyková plocha

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-4.65	-11.53	-2.47	-12.13	-1.12	-12.02	2.47	-9.87	7.22	-5.11
12.23	0.53	13.06	1.94						

Smyková plocha po optimalizaci.

Síly ve výztuhách

Výztuha Síla [kN/m]

1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	65.23
8	100.53

Posouzení stability svahu (Spencer)

Využití : 80.3 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Výpočet gravitační zídky v koruně zárezu

Vstupní data

Projekt

Datum : 2/14/2013

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ct} = 2.20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E = 200000.00 \text{ MPa}$

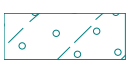
Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.80
3	0.00	1.20
4	-0.62	1.20
5	-0.62	0.80
6	-0.35	0.00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 0.63 m^2 .

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída S4		31.00	20.00	18.00	9.50	10.00


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

Parametry zemin

Třída S4

Objemová tíha :	γ = 18.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 31.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 20.00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 10.00 °
Zemina :	nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 19.50 kN/m ³

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	Třída S4	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	Přítížení změna	Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	ANO		stálé	5.00				na terénu

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla nová	Síla změna	Název	Působ.	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	ANO		Síla č. 1	proměnné	-1.00	0.00	0.00	-0.15	-1.10

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992 1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Dílčí součinitelé posouzení zdi

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Zadání koeficientů : Standard
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu
Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00
Zatížení vodou	γ_w	1.30	

Součinitelé redukce odporu (R)	Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na překlopení	γ_{Re}	1.40
Součinitel redukce odporu na posunutí	γ_{Rh}	1.10
Součinitel redukce odporu základové půdy	γ_{Rv}	1.40

Kombinační součinitelé pro proměnná zatížení	Souč.	[-]
Součinitel kombinační hodnoty	Ψ_0	0.70
Součinitel časté hodnoty	Ψ_1	0.50
Součinitel kvazistále hodnoty	Ψ_2	0.30

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Tvar zemního klínu

Zemní klín počítat šikmý.

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vzd} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-0.54	14.57	0.35	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	0.00	-1.20	0.00	0.62	1.000	1.000	1.000
Přít.1 - celopl.	0.00	-1.20	0.31	0.62	1.000	1.000	1.350
Síla č. 1	1.00	-2.30	0.00	0.47	1.500	1.500	1.500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{vzd} = 3.73$ kNm/m

Moment klopící $M_{kl} = 3.45$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 12.45$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{pos} = 1.50$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 56.05kPa

Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
1	2.59	20.08	1.50	0.19	62.50
2	2.82	14.88	1.50	0.13	56.05

Posouzení únosnosti základové půdy

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 189.3$ mm

Maximální dovolená excentricita $e_{dov} = 203.5$ mm

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Návrhová únosnost základové půdy $R = 150.00$ kPa

Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1.40$

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 56.05$ kPa

Únosnost základové půdy $R_d = 107.14$ kPa

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE

Dimenzace čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zed'	0.00	-0.36	8.88	0.37	1.000	1.350	1.000
Tlak v klidu	2.78	-0.27	0.00	0.62	1.350	1.000	1.350
Přít. 1 - celopl.	1.94	-0.40	0.00	0.62	1.350	1.000	1.350
Síla č. 1	1.00	-1.90	0.00	0.47	1.500	0.000	1.500

Posouzení dřívku zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

Profil vložky = 14.0 mm

Počet vložek = 5

Krytí výztuže = 40.0 mm

Šířka průřezu = 1.00 m

Výška průřezu = 0.62 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0.14 \% > 0.13 \% = \rho_{\min}$

Moment na mezi únosnosti $M_{\text{Rd}} = 186.30 \text{ kNm} > 4.36 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$

Průřez VYHOVUJE.

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Projekt

Datum : 2/14/2013

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

$f_{\text{ck}} = 20.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{\text{ct}} = 2.20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{\text{cm}} = 30000.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$f_{\text{yk}} = 500.00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E = 200000.00 \text{ MPa}$


Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.80
3	0.00	1.20
4	-0.62	1.20
5	-0.62	0.80
6	-0.35	0.00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 0.63 m².

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída S4		31.00	20.00	18.00	9.50	10.00

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

Parametry zemín

Třída S4

Objemová tíha : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 31.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel ke-zemina : $\delta = 10.00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19.50 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	Třída S4	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

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]
1	ANO	změna	stálé	5.00				na terénu

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	ANO	změna	Síla č. 1	proměnné	-1.00	0.00	0.00	-0.15	-1.10

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)
 Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
 Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992 1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Dílčí součinitelé posouzení zdi

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Zadání koeficientů : Standard
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu
 Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00
Zatížení vodou	γ_w	1.30	

Součinitelé redukce odporu (R)	Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na překlopení	γ_{Re}	1.40
Součinitel redukce odporu na posunutí	γ_{Rh}	1.10
Součinitel redukce odporu základové půdy	γ_{Rv}	1.40

Kombinační součinitelé pro proměnná zatížení	Souč.	[-]
Součinitel kombinační hodnoty	ψ_0	0.70
Součinitel časté hodnoty	ψ_1	0.50
Součinitel kvazistálé hodnoty	ψ_2	0.30

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Tvar zemního klínu

Zemní klín počítat šikmý.

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-0.54	14.57	0.35	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	0.00	-1.20	0.00	0.62	1.000	1.000	1.000
Přít. 1 - celopl.	0.00	-1.20	0.31	0.62	1.000	1.000	1.350
Síla č. 1	1.00	-2.30	0.00	0.47	1.500	1.500	1.500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{vzd} = 3.73$ kNm/m

Moment klopící $M_{kl} = 3.45$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 12.45$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{pos} = 1.50$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 56.05kPa

Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
1	2.59	20.08	1.50	0.19	62.50
2	2.82	14.88	1.50	0.13	56.05

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 189.3 \text{ mm}$

Maximální dovolená excentricita $e_{\text{dov}} = 203.5 \text{ mm}$

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Návrhová únosnost základové půdy $R = 150.00 \text{ kPa}$

Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1.40$

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 56.05 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy $R_d = 107.14 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE

Záver

Navrhnutá konštrukcia vyhovuje daným podmienkam.

V Bratislave: 02.2013

Ing. Ján Vanko