

## Obsah

1	Identifikačné údaje .....	1
2	Stupeň dokumentácie .....	2
3	Technická správa k statickému výpočtu .....	2
4	Technické riešenia .....	2
4.1	Súčasný stav .....	2
4.2	Navrhované riešenie.....	2
4.3	Technický popis riešenia:.....	2
4.4	Výsledky prieskumov .....	3
4.4.1	Geologické a geotechnické podmienky .....	3
5	Návrh a posúdenie múra .....	4
5.1	Posúdenie stability zosuvu svahu .....	4
5.2	Návrh oporného múra a mikropilótovej steny .....	11
5.3	Záver .....	31

### SO KA-526.01\_04.17      **Rekonštrukcia cesty II/526 v km 0,000 - 16,10** **Sanácia násypu v úseku cesty II/526 v km 4,152-4,290**

## 1 Identifikačné údaje

Názov stavby:	<b>„Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie – Senohrad a II/527 Dobrá Niva – Senohrad, I. etapa – úseky v rámci okresu Krupina“</b>
Kraj:	Banskobystrický
Okres :	Krupina
Katastrálne územie:	Bzovík
Stavebník:	<b>Banskobystrický samosprávny kraj,</b> Námestie SNP 23, 974 01 Banská Bystrica
Generálny projektant:	<b>REMING CONSULT a.s.,</b> Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava
Správca SO:	Regionálna správa ciest BBSK

## 2 Stupeň dokumentácie

Stupeň dokumentácie: dokumentácia pre stavebné povolenie a realizáciu stavby (DSPRS)

## 3 Technická správa k statickému výpočtu

V mieste riešenej sanácie násypového telesa komunikácie v obci Bzovík navrhujeme úpravu krajnice násypu cesty riešiť mikropilótovou stenou so šikmými tlakovými mikropilótami v krajnici cesty zakončenou žel. bet stužujúcim oporným múrom.

Pri návrhu a posúdení nosnej konštrukcie sú použité v súčasnosti platné predpisy pre navrhovanie a posudzovanie mikropilót.

## 4 Technické riešenia

### 4.1 Súčasný stav

Predmetné územie sa nachádza na ceste II/526 v úseku km 4,150 – 4,300. Svahové pohyby a pokles cesty v úrovni krajnice je lokálne badateľný.

Výška násypu cesty po pôvodný terén tohto úseku dosahuje maximálnu výšku do cca 4,5 m, so sklonom cca do 31-33°. Celková dĺžka upravovaného úseku cesty je 150m.

### 4.2 Navrhované riešenie

V rámci sanácie násypu, resp. prepadnutej vozovky, sa v návrhu riešenia zohľadňujú ekonomické, priestorové aj časové možnosti realizácie v danom úseku. Z možných riešení sa ako najvhodnejší zdá variant zachytenia svahu pomocou železobetónového múrika, ktorý vytvára spriahajúci prvok pre oceľové mikropilóty.

Aby boli dodržané podmienky únosnosti zemnej pláne pre cestnú komunikáciu, je navrhnutá aj chemická stabilizácia a Geodoska.

### 4.3 Technický popis riešenia:

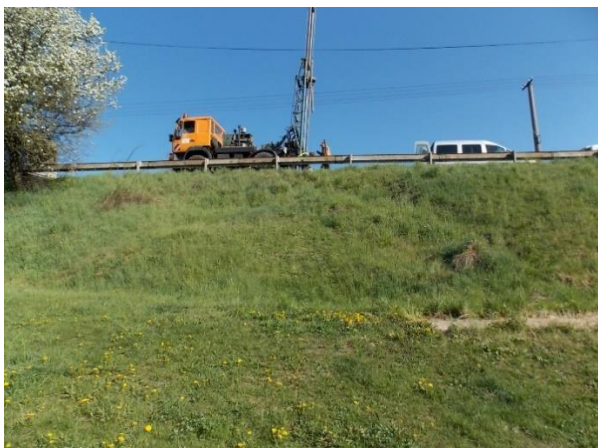
Svahové pohyby a upadajúca krajnica v predmetnom úseku budú sanované vhodným odstránením dostatočného množstva nevyhovujúceho materiálu. Na styku pôvodného a nového materiálu násypu sa vytvoria svahové stupne. Na zachytenie šmykových plôch sú v celej pravej časti navrhnuté šikmé oceľové mikropilóty prierezu 89/10 triedy S235. Mikropilóty sa vkladajú do predvrtaného otvoru priemeru 0,156 m a sú tlakovo injektované po celej svojej dĺžke. Stena a súčasne založenie oporného múra je navrhnuté realizáciou dvojradovej mikropilótovej steny na krajnici cesty so šikmými tlakovými mikropilótami. Hlavy mikropilót budú v úrovni cesty ukončené železobetónovým múrom výšky cca 1,05 m, do ktorého budú uchytené i šikmé mikropilóty. V pozdĺžnom smere sú pilóty vzdialené osovo 1500 mm. ŽB múry sú konštrukcie triedy C30/37 vystužené rebierkovou oceľovou výstužou triedy B500B.

Na hornej hrane rímsy múru bude umiestnené oceľové zvodidlo.

Celá plocha pod pláňou budúcej cestnej komunikácie sa musí mechanicky vápniť, a to na hrúbku min. 400 mm s obsahom spojiva min. 5,0 % hmotnosti zeminy. Množstvo sa môže meniť v závislosti od zastihnutej geologickej štruktúry a výsledku overovacích skúšok. Na mechanické vápnenie sa položí Geodoska hrúbky 200mm s dvomi vrstvami šesťuholníkovej geomreže. Geomreže umožňujú, aby sa častice sypkého materiálu zazubili a zadržali v jej štruktúre, čím sa zvyšuje pružnosť, deformačná odolnosť, únosnosť a celková účinnosť systému. Na Geodosku sa položia vrstvy vozovky.

## 4.4 Výsledky prieskumov

### 4.4.1 Geologické a geotechnické podmienky



Obrázok 1 Odtrhová hrana plošného zosuvu v násype cesty  
v úseku pod vrtom VKC-14



Obrázok 2 Vrtý a sondy na ceste II/526 v km 4,152-4,290  
v obci Bzovík

IG pomery a súčasný stav:

Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery násypového úseku cesty II/526 v km 4,152-4,290 boli overené jadrovými vrtmi VKC-13 (340,42 m n. m.) do hĺbky 4 m, VKC-14 (388,59 m n. m.) do hĺbky 7 m, VKC-15 (336,68 m n. m.) do hĺbky 5 m a sondami dynamickej DPSK-13 (339,27 m n. m.) hĺbky 10 m, DPSK-14 (337,25 m n. m.) hĺbky 9 m a DPSK-15 (336,68 m n. m.) hĺbky 7 m. Vrtý a sondy boli realizované v pravom jazdnom pruhu cesty smer Bzovík. Sondy boli situované za zvodidlami, mimo vozovky, v profile s vrtmi (Príloha 2.2).

Pod vrstvou asfaltu hrúbky 0,1-0,15 m bola zistená poloha drveného kameniva z úlomkov andezitov veľkosti 1,5-8 cm, hrúbky 0,2-0,35 m. Vo vrtoch VKC-13 a VKC-15 sa pod drveným kamenivom v hĺbke 0,3-0,6 m vyskytovali balvany andezitu.

Teleso násypu tvoria íly so strednou, vysokou až veľmi vysokou plasticitou F6/CIY, F8/CHY, CVY ( $w_l = 81\%$ ), tuho-pevnej konzistencie ( $I_c = 1,01$ ), do hĺbky 1,6-2,1 m s úlomkami andezitov do 1-5 cm, ojedinele až charakteru ílu štrkovitého F2/CGY (VKC-15) s vysokou plasticitou ( $w_l = 51\%$ ), tuhej konzistencie ( $I_c = 0,82$ ), s úlomkami 3-6 cm, obsahu do 27 %. Vo vrtoch VKC-14 a VKC-15 boli v íloch zaznamenané tuho-mäkké vrstvy. Hrúbka ílov v násype je od 3,1-3,9 m do 5 m.

Pod násypovým telesom boli vrtom VKC-14 v hĺbke 3,6-7,0 m zistené deluviálno-fluviálne bahnité íly s vysokou až veľmi vysokou plasticitou F8/CH, CV ( $w_l = 64-71\%$ ), tuho-pevnej konzistencie ( $I_c = 0,79-1,01$ ), miestami mäkký a s prímесou organických látok. Rovnaký sediment bol zistený aj vrtom VKC-15 v hĺbke 4,5-4,55 m. V sondách dynamickej penetrácie boli pod násypovými ílmi do hĺbky 7-10 m zachytené striedajúce sa vrstvy ílov F6/CI, F2/CG a piesku ílovitého S5/SC (Príloha 4 až 6).

V celom posudzovanom úseku cesty je povrch komunikácie porušený, krajnice z južnej strany sú poklesnuté a pod vrtom VKC-14 bol registrovaný plošný zosuv násypu v celej výške násypu, s odtrhovou hranou od krajnice výšky 1-1,5 m a akumuláciou zosuvného materiálu v päte svahu v dĺžke cca 13 m.

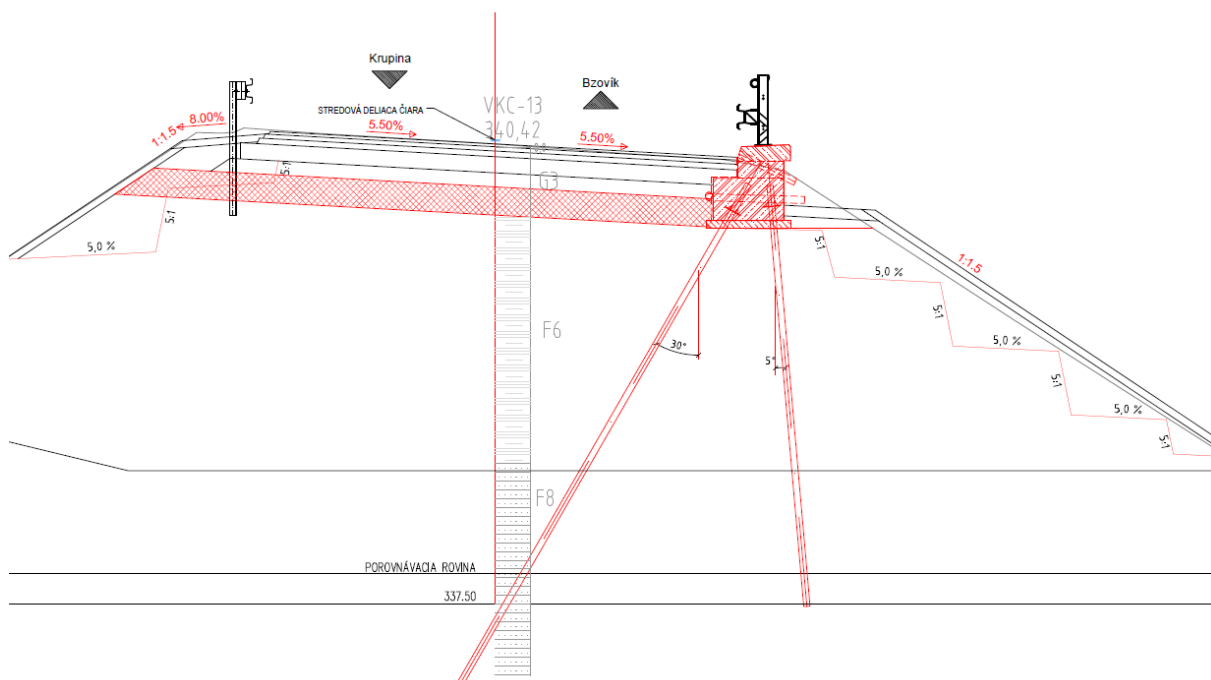
Podľa skúšok dynamickej penetrácie (Príloha 5.1) môžeme stredne uľahnuté až uľahnuté ( $I_d = 0,50-0,83$ ) piesky ílovité S5/SC a piesky s prímесou jemnozrnnej zeminy, S3/S-F v podloží násypu charakterizovať odvodeným modulom pretvárnosti v intervale  $E_{dps} = 6,36-15,44$  MPa s odporúčanou hodnotou 9 MPa. Pevné íly štrkovité F3/CG v podloží pieskov sú charakterizované odvodeným modulom pretvárnosti v intervale  $E_{dps} = 17,36 - 24,49$  MPa s odporúčanou hodnotou 21 MPa. Sondou

DPSK-14 bola v podloží násypu v hĺbke od 8,2 - 9,0 m zistená vrstva veľmi uľahnutého ( $I_d = 0,97$ ) štrku ílovitého G5ZGC ( $E_{Dps} = 58,88$  MPa).

Hladina podzemnej vody nebola vrtmi a sondami do hĺbky 4-10 m zistená.

Hodnoty koeficientu filtrácie ílu s veľmi vysokou plasticitou a ílu štrkovitého F8/CV, F2/CG, ktoré budujú násyp cesty, stanovené zo zrnitosti analýzy  $k_f = 4,41 \cdot 10^{-8} - 1,96 \cdot 10^{-8}$  m.s<sup>-1</sup>, charakterizuje zeminu s triedou priepustnosti VII, podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1982) ide o veľmi slabo priepustné horninové prostredie. Koeficienty filtrácie deluviálno-fluviálnych ílov s vysokou až veľmi vysokou plasticitou F8/CH, CV v podloží násypu, stanovené zo zrnitosti analýzy  $k_f = 2,44 \cdot 10^{-9} - 1,77 \cdot 10^{-9}$  m.s<sup>-1</sup> charakterizuje zeminu s triedou priepustnosti VIII, podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1982) ide o nepatrne priepustné horninové prostredie.

## 5 Návrh a posúdenie múra



### 5.1 Posúdenie stability zosuvu svahu

Stabilitné výpočty sa vykonali pomocou programu GEO 5.0. Aktívne šmykové plochy zosuvu boli interpretované z tvarových pomerov svahu cesty a ižnierskogeologických pomerov. Hladina podzemnej vody nebola vrtmi a sondami do hĺbky 4-10 m zistená. Pre posúdenie bola vygenerovaná 1 šmyková plocha

Výsledky výpočtov a výpočtové parametre zemín pre výpočet stability sú uvedené v nasledujúcich výsledkoch výpočtov.

Posúdenie je v 2 fázach:

fáza 1 - jestvujúci stav,

fáza 2 - návrh a posúdenie pilótovej steny v krajnici cesty

## Výpočet stability svahu

### Vstupní data

#### Nastavení

Slovensko - EN 1997

#### Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

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

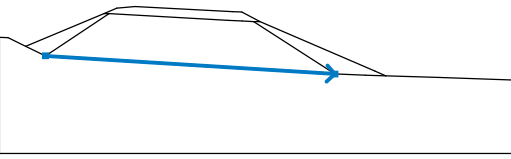
Součinitele redukce zatížení (F)					
Trvalá návrhová situace					
		Stav STR		Stav GEO	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	



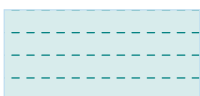
Součinitele redukce materiálu (M)		
Trvalá návrhová situace		
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_\phi =$	1,25 [-]
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :	$\gamma_c =$	1,25 [-]
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]

#### Rozhraní



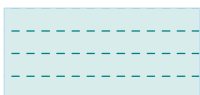
Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		1,79	4,95	7,15	7,18	8,02	7,54
		9,26	7,65	15,92	7,31	16,53	7,27
		17,79	6,62				
2		7,15	7,18	7,48	7,17		
3		0,00	5,55	0,60	5,54	1,79	4,95
		3,14	4,30	7,48	7,17	15,57	6,71
		16,57	6,66	17,35	6,62	22,89	3,06
		24,97	2,99	25,60	2,96	26,35	2,94
		30,00	2,82	35,00	2,66		
4		17,35	6,62	17,79	6,62	25,61	3,26
		26,35	2,94				

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
5		3,14	4,30	22,89	3,06		

#### Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Třída F8, konzistence tuhá		15,00	8,00	20,50
2	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,25	19,00
3	F6, konzistencia tuho-pevna		18,00	14,00	21,00

#### Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [–]
1	Třída F8, konzistence tuhá		20,50		
2	Třída G3, středně ulehlá		19,00		
3	F6, konzistencia tuho-pevna		21,00		

#### Parametry zemin

##### Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektivní  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

##### Třída G3, středně ulehlá

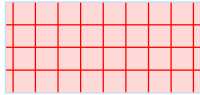
Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektivní  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,25 \text{ kPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

##### F6, konzistencia tuho-pevna

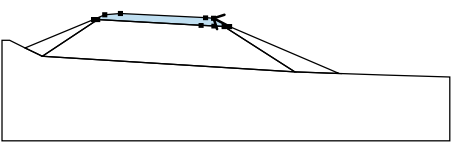

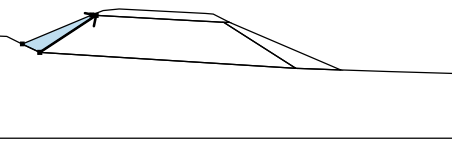

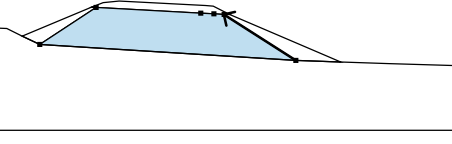
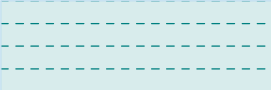
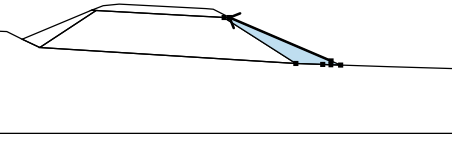
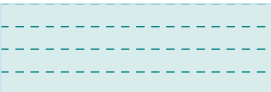
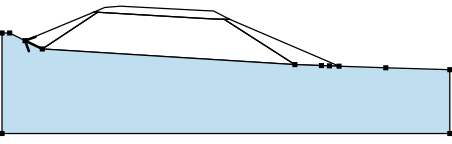

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektivní

Úhel vnútorného trení :  $\varphi_{ef} = 18,00^\circ$   
Soudržnosť zeminy :  $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

### Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Tuhé těleso č. 1		25,00

### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		17,79	6,62	16,53	7,27	Třída G3, středně ulehlá 
		15,92	7,31	9,26	7,65	
		8,02	7,54	7,15	7,18	
		7,48	7,17	15,57	6,71	
		16,57	6,66	17,35	6,62	
2		3,14	4,30	7,48	7,17	F6, konzistencia tuho-pevna 
		7,15	7,18	1,79	4,95	
3		22,89	3,06	17,35	6,62	F6, konzistencia tuho-pevna 
		16,57	6,66	15,57	6,71	
		7,48	7,17	3,14	4,30	
4		25,61	3,26	17,79	6,62	F6, konzistencia tuho-pevna 
		17,35	6,62	22,89	3,06	
		24,97	2,99	25,60	2,96	
		26,35	2,94			
5		3,14	4,30	1,79	4,95	Třída F8, konzistence tuhá 
		0,60	5,54	0,00	5,55	
		0,00	-2,34	35,00	-2,34	
		35,00	2,66	30,00	2,82	
		26,35	2,94	25,60	2,96	
		24,97	2,99	22,89	3,06	

### Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost q, q <sub>1</sub> , f, F	Velikost q <sub>2</sub>	jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 12,50	l = 3,00		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Doprava



## Voda

Typ vody : Voda není

## Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

## Výsledky (Fáze budování 1)

### Výpočet 1

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	21,41 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-67,91 [°]
	z =	11,09 [m]		$\alpha_2 =$	31,76 [°]
Poloměr :	R =	9,59 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

#### Posouzení stability svahu (Fellenius / Petterson)

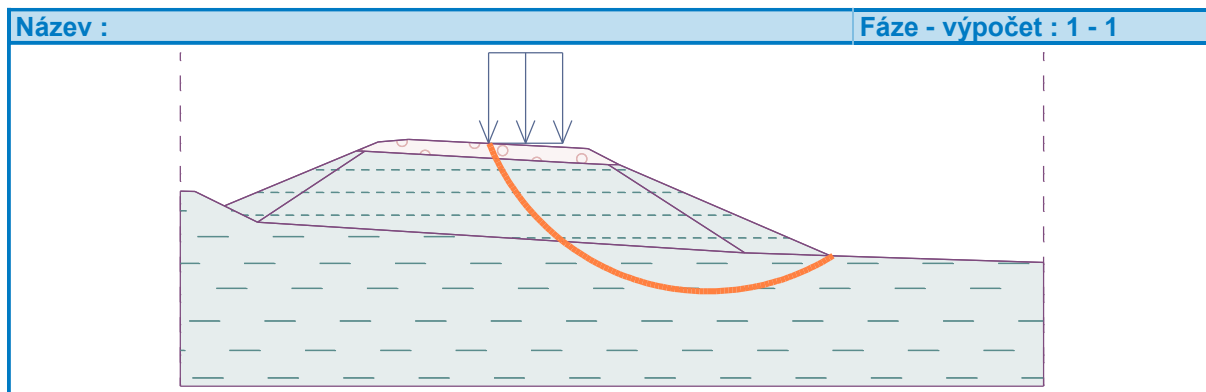
Sumace aktivních sil :  $F_a = 393,40$  kN/m

Sumace pasivních sil :  $F_p = 331,39$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 3772,74$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 3178,01$  kNm/m

Využití : 118,7 %



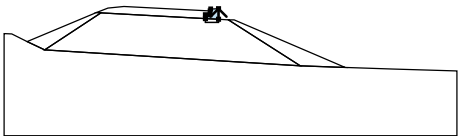
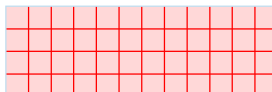
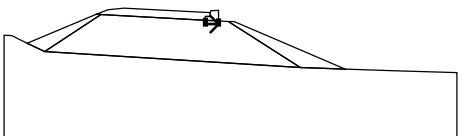
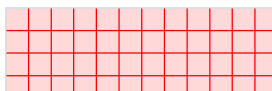
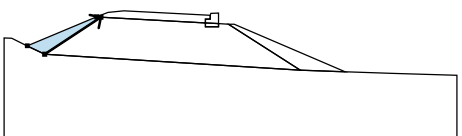

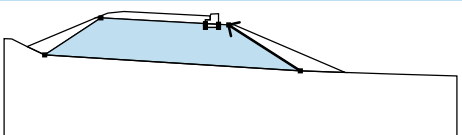

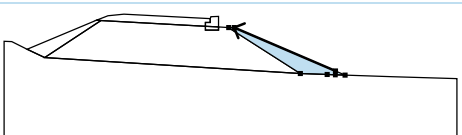

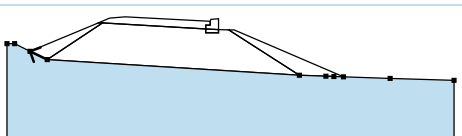
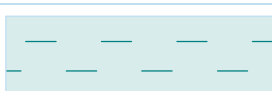
**Stabilita svahu NEVYHOVUJE**

## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		15,57	6,71	15,57	7,01	Třída G3, středně ulehlá
		15,92	7,01	15,92	7,31	
		9,26	7,65	8,02	7,54	
		7,15	7,18	7,48	7,17	



Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
2		16,57	6,66	16,57	7,49	Tuhé těleso č. 1 
		15,97	7,46	15,92	7,31	
		15,92	7,01	15,57	7,01	
		15,57	6,71			
3		15,57	6,41	16,57	6,41	Tuhé těleso č. 1 
		16,57	6,66	15,57	6,71	
4		3,14	4,30	7,48	7,17	Třída G3, středně ulehlá 
		7,15	7,18	1,79	4,95	
5		22,89	3,06	17,35	6,62	F6, konzistencia tuho-pevna 
		16,57	6,66	16,57	6,41	
		15,57	6,41	15,57	6,71	
		7,48	7,17	3,14	4,30	
6		25,61	3,26	17,79	6,62	Třída G3, středně ulehlá 
		17,35	6,62	22,89	3,06	
		24,97	2,99	25,60	2,96	
		26,35	2,94			
7		3,14	4,30	1,79	4,95	Třída F8, konzistence tuhá 
		0,60	5,54	0,00	5,55	
		0,00	-2,34	35,00	-2,34	
		35,00	2,66	30,00	2,82	
		26,35	2,94	25,60	2,96	
		24,97	2,99	22,89	3,06	

#### Stabilizační piloty

Číslo	Stabilizační pilota	Bod		Délka l [m]	Vzdálenost pilot b [m]	Průřez [m]	Únosnost piloty			
	nová	x [m]	z [m]				Průběh po délce piloty	Maximální únosnost $V_u$ [kN]	Gradient K [-]	Směr pasivní síly
1	Ano	15,87	6,40	8,00	1,50	d = 0,10	lineární	140,00	0,50	kolmo na pilotu
2	Ano	16,36	6,41	6,00	1,50	d = 0,10	lineární	140,00	0,50	kolmo na pilotu

#### Přetížení

Číslo	Přetížení		Typ	Působení	Umístění z [m]	Počet k x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost		
	nové	změna								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ne	Ano	pásové	stálé	na povrchu	x = 12,50	l = 3,00		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

## Názvy prítížení

Číslo	Název
1	Doprava

## Voda

Typ vody : Voda není

## Výsledky (Fáze budování 2)

### Výpočet 1 (fáze 2)

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	21,58 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-77,48 [°]
	z =	9,74 [m]		$\alpha_2 =$	47,50 [°]
Poloměr :	R =	10,20 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

#### Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 478,70$  kN/m

Sumace pasivních sil :  $F_p = 636,46$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 4882,76$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 6491,90$  kNm/m

Využití : 75,2 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

### Výpočet 2 (fáze 2)

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	21,28 [m]	Úhly :	$\alpha_1$ =	-88,73 [°]
	z =	7,68 [m]		$\alpha_2$ =	56,78 [°]
Poloměr :	R =	8,79 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

#### Posouzení stability svahu (Fellenius / Petterson)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 478,58$  kN/m

Sumace pasivních sil :  $F_p = 526,82$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 4206,69$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 4630,71$  kNm/m

Využití : 90,8 %

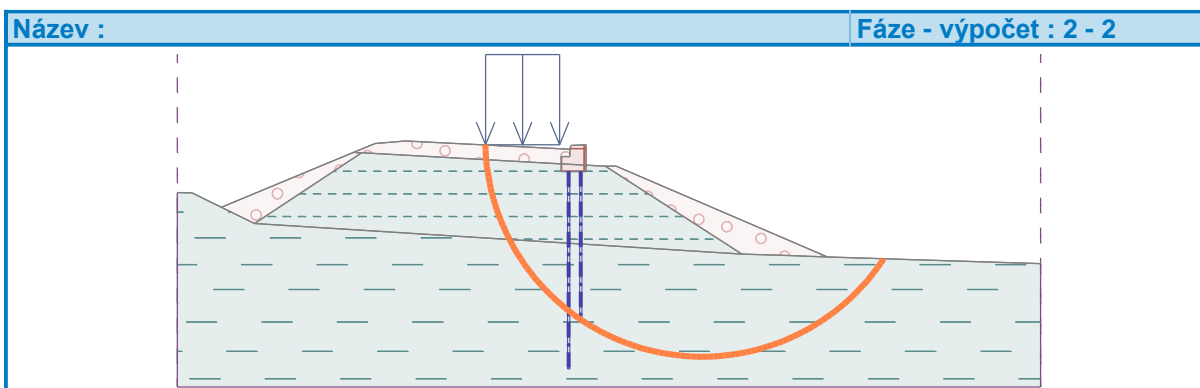
**Stabilita svahu VYHOVUJE**

### Posouzení pilot 1 (fáze 2)

Stabilizační pilota : Stabilizační pilota č. 1 (15,87; 6,40 [m])

Výpočet : Výpočet č. 1 (smyk. plocha kruhová)

Metoda : Bishop



**Stabilita svahu VYHOVUJE**

## 5.2 Návrh oporného múra a mikropilótovej steny

Oporný múr je navrhnutý realizovať ako dvojradovú mikropilóťovú stenu zakotvenou šikmými ťahovými mikropilótami na krajnici cesty. Stena bude kotvená pod úroveň šmykovej plochy s posúdením jednotlivých prvkov zakotvenou šikmými ťahovými mikropilótami. Líce múra bude pohľadový betón.

### Výpočet Mikropiloty

Slovensko - EN 1997 (7)

#### Materiály a normy

Betonové konštrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní  
 Ocelové konštrukce : EN 1993-1-1 (EC3)  
 Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$

#### Mikropiloty

Výpočet únosnosti dříku : geometrická (Eulerova) metoda  
 Výpočet únosnosti kořene : kořen v hornině  
 Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\phi} =$	1,25	[-]
Součinitel redukce soudržnosti :	$\gamma_{mc} =$	1,40	[-]
Součinitel redukce kritické síly :	$\gamma_{mf} =$	1,00	[-]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	$\gamma_{sc} =$	1,50	[-]
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_{ss} =$	1,50	[-]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	$\gamma_r =$	1,50	[-]

#### Parametry zemin

##### Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 15,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

##### Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 32,50^\circ$

Soudržnosť zeminy :  $c_{ef} = 0,25 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

#### F6, konzistencia tuho-pevna

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 18,00^\circ$   
Soudržnosť zeminy :  $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### Geometrie

Průměr = 89,0 mm  
Tloušťka stěny = 10,0 mm  
Volná délka mikropiloty  $l = 0,60 \text{ m}$   
Délka kořene  $l_r = 7,40 \text{ m}$   
Průměr kořene  $d_r = 0,16 \text{ m}$   
Odklon mikropiloty od svislice  $\alpha = 5,00^\circ$   
Vysazení mikropiloty nad terén  $l_a = 0,00 \text{ m}$

#### 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  $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

#### Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu  $f_y = 355,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E = 210000,00 \text{ MPa}$

#### Geologický profil a přiřazení zemín

#### Zatížení

Číslo	Zatížení nové změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano	Zatížení č. 1	450,00	0,00

#### Posouzení čís. 1

#### Posouzení průřezu 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

#### Ve výpočtu uvažován vliv koroze

Požadovaná životnost  $t = 100 \text{ [rok]}$   
Typ zeminy: zeminy v přírodním uložení

#### Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda

Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-kloub).

Modul reakce podloží  $E_p = 30,00 \text{ MN/m}^3$   
Spočtený počet půlvln  $n = 2,22$   
Vzpěrná délka  $l_{cr} = 1,35 \text{ m}$

Kritická normálová síla  $N_{crd} = 2067,91 \text{ kN}$   
Maximální normálová síla  $N_{max} = 450,00 \text{ kN}$

**Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:

Plocha ideálneho prúžezu  $A_i = 2,74E+03 \text{ mm}^2$   
 Moment setrvačnosti ideálneho prúžezu  $J_i = 1,82E+06 \text{ mm}^4$   
 Štíhlost prutu  $\lambda = 52,390$   
 Součinitel vzpěrnosti  $\kappa = 0,880$

Napětí v oceli = 207,18 MPa

Výpočtová pevnost oceli = 236,67 MPa

**Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE**

## Posouzení čís. 1

### Posouzení kořene

Způsob výpočtu - kořen v hornině.

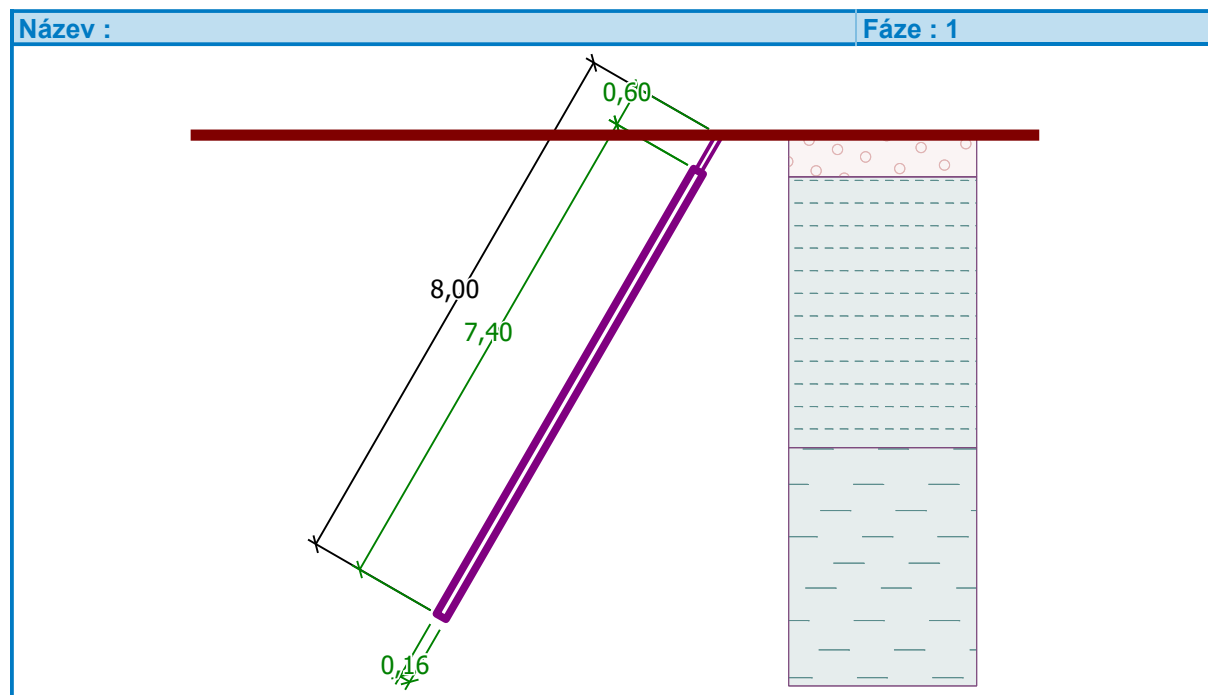
### Posouzení tlačené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty  $R_s = 929,91 \text{ kN}$

Únosnost paty mikropiloty  $R_b = 1,41 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty  $R_d = 620,88 \text{ kN}$

Maximální normálová síla  $N_{\max} = 450,00 \text{ kN}$



**Únosnost tlačené mikropiloty VYHOVUJE**

## Výpočet metodou konečných prvků

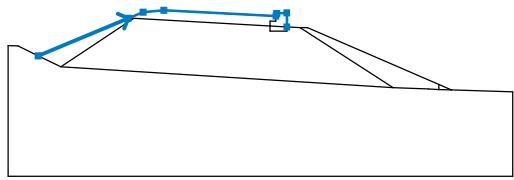
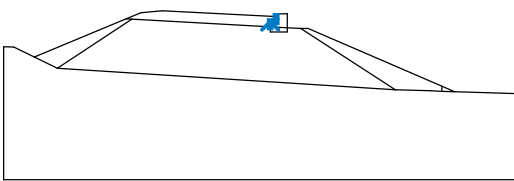
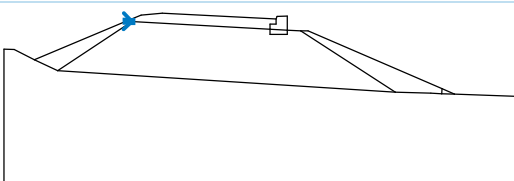
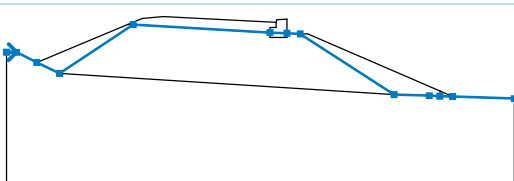
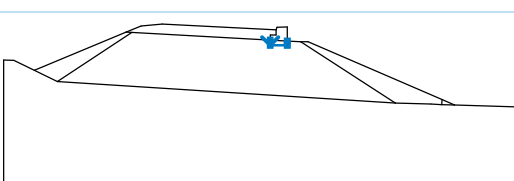
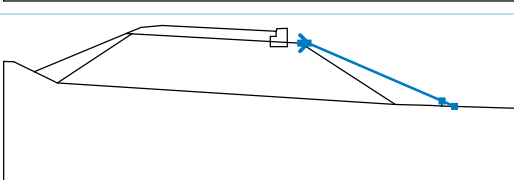
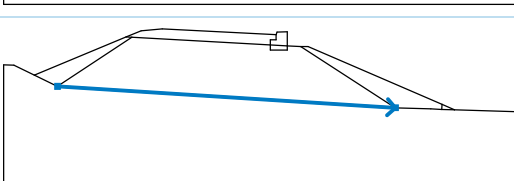
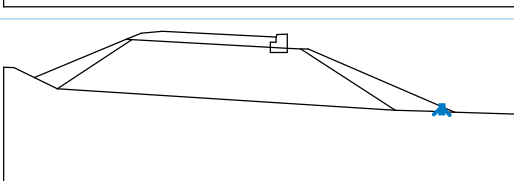
### Celkové nastavení výpočtu

Typ úlohy :	Rovinná
Typ výpočtu :	Napjatost
Tunely :	ne
Podrobné parametry generování sítě :	ne
Podrobné parametry proudění :	ne
Zatížení teplotou :	ne
Podrobné parametry zemin :	ne
Speciální modely zemin :	ne
Podrobné výsledky :	ne




Betonové konštrukce :

EN 1992-1-1 (EC2)

## Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		1,79	4,95	7,15	7,18	8,02	7,54
		9,26	7,65	15,92	7,31	15,97	7,46
		16,57	7,49	16,57	6,66		
2		15,57	6,71	15,57	7,01	15,92	7,01
		15,92	7,31				
3		7,15	7,18	7,48	7,17		
4		0,00	5,55	0,60	5,54	1,79	4,95
		3,14	4,30	7,48	7,17	15,57	6,71
		16,57	6,66	17,35	6,62	22,89	3,06
		24,97	2,99	25,60	2,96	26,35	2,94
		30,00	2,82				
5		15,57	6,71	15,57	6,41	16,57	6,41
		16,57	6,66				
6		17,35	6,62	17,79	6,62	25,61	3,26
		26,35	2,94				
7		3,14	4,30	22,89	3,06		
8		25,60	2,96	25,61	3,26		




### Parametry zemin - základní data

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$ [-]
1	Třída F8, konzistence tuhá		20,50	4,00	0,42
2	Třída G3, středně ulehlá		19,00	90,00	0,25
3	F6, konzistencia tuho pevná		21,00	30,00	0,40

### Parametry zemin - data podle modelu

Číslo	Materiálový model	$c_{ef}$ [kPa]	$\phi_{ef}$ [°]	$\psi$ [°]
1	Mohr - Coulomb	6,00	15,00	0,00
2	Mohr - Coulomb	0,25	32,50	0,00
3	Mohr - Coulomb	14,00	18,00	0,00

### Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Třída F8, konzistence tuhá		20,50		
2	Třída G3, středně ulehlá		19,00		
3	F6, konzistencia tuho pevná		21,00		

### Parametry zemin

#### Třída F8, konzistence tuhá

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,42$
Modul pružnosti :	$E = 4,00 \text{ MPa}$
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur} = 12,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

#### Třída G3, středně ulehlá

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,25$
Modul pružnosti :	$E = 90,00 \text{ MPa}$
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur} = 270,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} = 32,50^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 0,25 \text{ kPa}$

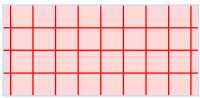


Úhel dilatance :  $\psi = 0,00^\circ$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

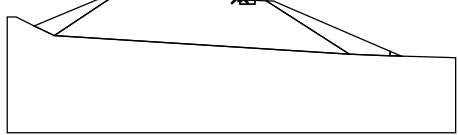

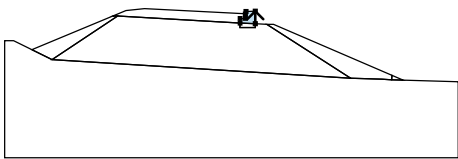
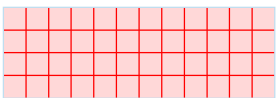
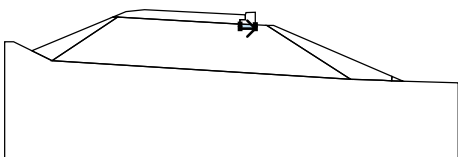
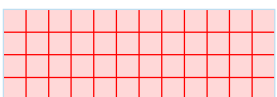
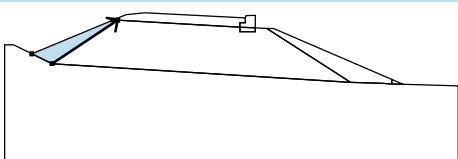
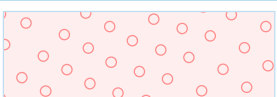
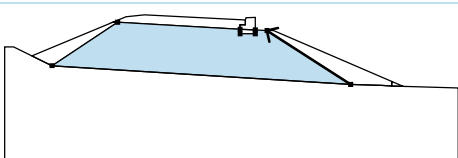

### F6, konzistencia tuho pevná

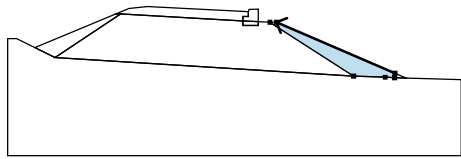

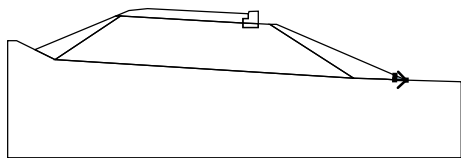
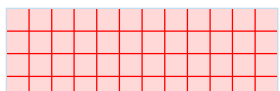
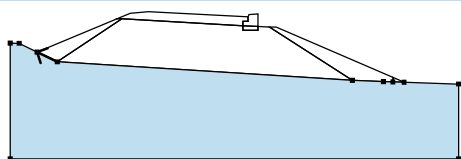

Materiálový model : Mohr - Coulomb  
Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,40$   
Modul pružnosti :  $E = 30,00 \text{ MPa}$   
Modul odtížení / pritížení :  $E_{\text{ur}} = 30,00 \text{ MPa}$   
Úhel vnútorného trení :  $\varphi_{\text{ef}} = 18,00^\circ$   
Soudržnosť zeminy :  $c_{\text{ef}} = 14,00 \text{ kPa}$   
Úhel dilatance :  $\psi = 0,00^\circ$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

### Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Tuhé těleso č. 1		25,00

### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		15,57	6,71	15,57	7,01	Třída G3, středně ulehlá 
		15,92	7,01	15,92	7,31	
		9,26	7,65	8,02	7,54	
		7,15	7,18	7,48	7,17	
2		16,57	6,66	16,57	7,49	Tuhé těleso č. 1 
		15,97	7,46	15,92	7,31	
		15,92	7,01	15,57	7,01	
		15,57	6,71			
3		15,57	6,41	16,57	6,41	Tuhé těleso č. 1 
		16,57	6,66	15,57	6,71	
4		3,14	4,30	7,48	7,17	Třída G3, středně ulehlá 
		7,15	7,18	1,79	4,95	
5		22,89	3,06	17,35	6,62	F6, konzistencia tuho pevná 
		16,57	6,66	16,57	6,41	
		15,57	6,41	15,57	6,71	
		7,48	7,17	3,14	4,30	

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
6		25,61	3,26	17,79	6,62	Třída G3, středně ulehlá 
		17,35	6,62	22,89	3,06	
		24,97	2,99	25,60	2,96	
7		25,60	2,96	26,35	2,94	Tuhé těleso č. 1 
		25,61	3,26			
8		3,14	4,30	1,79	4,95	Třída F8, konzistence tuhá 
		0,60	5,54	0,00	5,55	
		0,00	-2,18	30,00	-2,18	
		30,00	2,82	26,35	2,94	
		25,60	2,96	24,97	2,99	
		22,89	3,06			

#### Volné body

Číslo	Umístění		Číslo	Umístění		Číslo	Umístění		Číslo	Umístění	
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]		x [m]	z [m]		x [m]	z [m]
1	12,07	0,00	2	16,07	6,93	3	16,90	0,93	4	16,38	6,91

#### Volné linie

Číslo	Typ linie	Způsob zadání	Topologie linie
1	úsečka		Počátek (12,07; 0,00) [m] , konec (16,07; 6,93) [m]
2	úsečka		Počátek (16,90; 0,93) [m] , konec (16,38; 6,91) [m]

#### Generování sítě

##### Parametry generování sítě

Délka hrany prvků : 1,50 [m]

Vyhlazovat síť : ano

Generovat víceuzlové prvky : ano

##### Výsledek generování sítě

**Síť konečných prvků byla úspěšně vygenerována.**

Počet uzlů 1059

Počet prvků 682 (plošných 246, nosíkových 109, přechodových 327)

##### Varování

[W085] Body sítě (16,57; 6,41) a (16,42; 6,41) leží příliš blízko sebe.

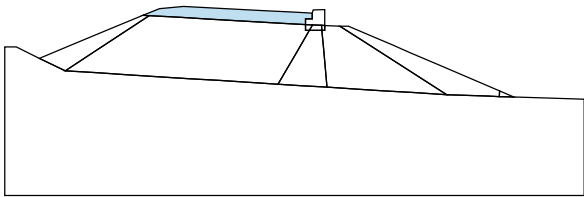

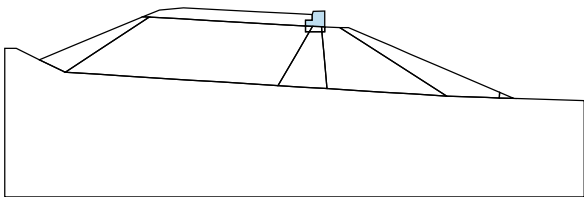
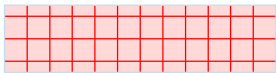
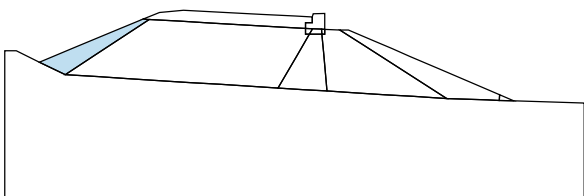

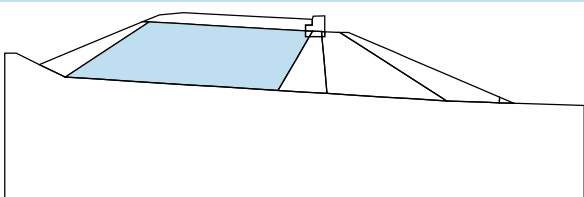

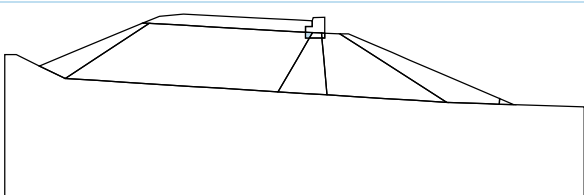
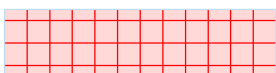
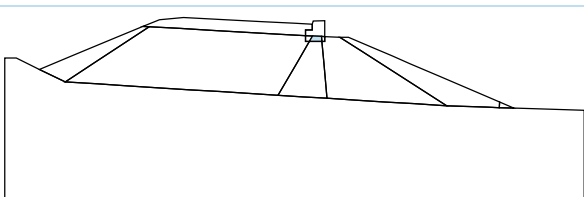
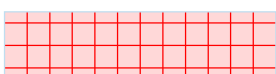
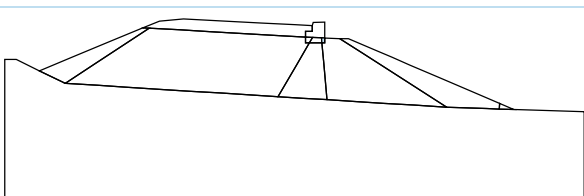
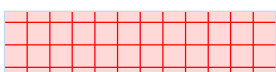
[W086] Bod sítě (7,48; 7,17) leží příliš blízko linie LI{(8,02; 7,54) .. (7,15; 7,18)}.

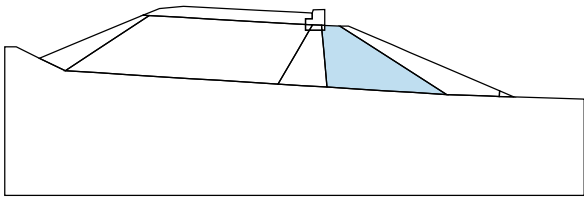

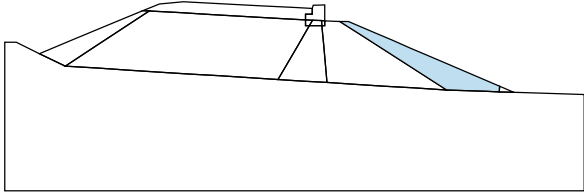

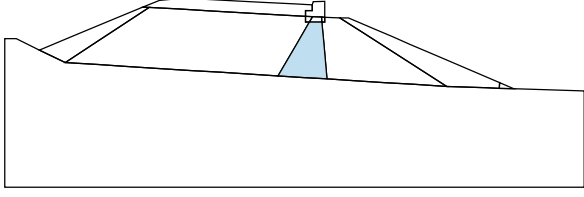

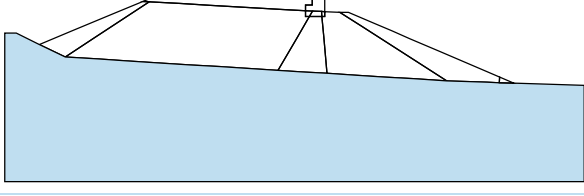

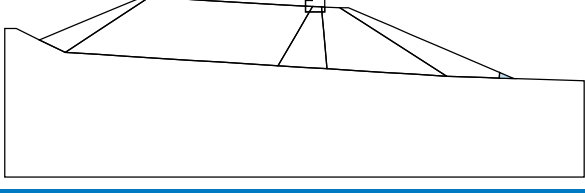
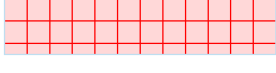
[W086] Bod sítě (16,42; 6,41) leží příliš blízko linie LI{(16,57; 6,41) .. (16,57; 6,66)}.

[W086] Bod sítě (16,57; 6,41) leží příliš blízko linie LI{(16,68; 3,45) .. (16,42; 6,41)}.

## Vstupní data (Fáze budování 1)

### Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 
2		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 
3		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 
4		Aktivní	F6, konzistencia tuho pevná 
5		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 
6		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 
7		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 

Číslo	Oblasť	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
8		Aktivní	F6, konzistencia tuho pevná 
9		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 
10		Aktivní	F6, konzistencia tuho pevná 
11		Aktivní	Třída F8, konzistence tuhá 
12		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 

### Liniové podpory

Číslo	Umístění	Podpěření	
		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Linie sítě č. 31	pevné	volné
A2	Linie sítě č. 33	pevné	volné
A3	Linie sítě č. 32	pevné	pevné
A1 až A3 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.			

### Voda

Typ vody : Voda není

### Pružné oblasti

Číslo	Souřadnice [m]							
	x	z	x	z	x	z	x	z
1	15,38	7,42	15,44	6,17	16,56	7,33		

### Nastavení výpočtu

#### Obecné

Metoda :

Změna matice tuhosti :

Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :

Newton - Raphson

po každé iteraci

100

Počátečný výpočtový krok : 0,25  
Tolerance chyby posunutí : 0,0100  
Tolerance chyby nevyrovnaných sil : 0,0100  
Tolerance chyby energie : 0,0100  
Respektovať materiálová rozhraní : ne  
**Newton - Raphson**  
Relaxačný faktor výpočtového kroku : 2  
Maximálny počet relaxácií výpočtového kroku : 2  
Minimálny počet iterácií pro jeden výp. krok : 1  
**Line search**  
Způsob řešení : neiterovat  
Line search limit - minimum : 0,100  
Line search limit - maximum : 1,000  
**Plasticita**  
Tolerance chyby návratu na plochu plasticity : 0,00100  
Maximálny počet iterácií pro jeden plastický krok : 20

## Výsledky (Fáze budování 1)

**Výpočet napjatosti skončil úspěšně.**

Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

### Extrémy

#### Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma <sub>z, tot.</sub> [kPa]	7,15	7,18	0,00	15,12	-2,18	179,61
Sigma <sub>z, eff.</sub> [kPa]	7,15	7,18	0,00	15,12	-2,18	179,61
Sigma <sub>x, tot.</sub> [kPa]	0,00	5,55	3,87	15,12	-2,18	127,08
Sigma <sub>x, eff.</sub> [kPa]	0,00	5,55	3,87	15,12	-2,18	127,08
Tau <sub>xz</sub> [kPa]	21,00	-2,18	-19,06	6,00	-2,18	6,37

#### Přetvoření (extrémy)

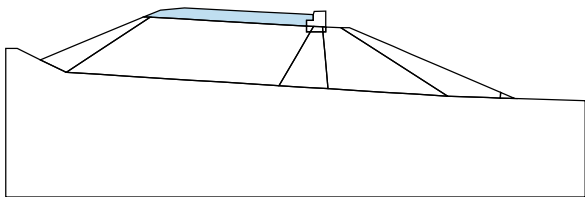

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon <sub>eq.</sub> [%]	15,92	7,01	0,01	15,12	-2,18	2,27
Epsilon <sub>eq., pl.</sub> [%]	15,57	6,71	0,00	25,61	3,26	0,79

#### Pórové tlaky (extrémy)

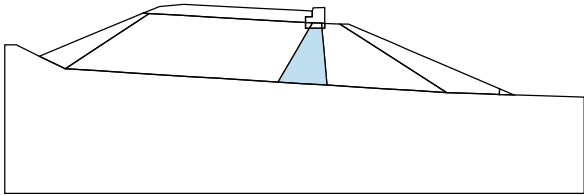

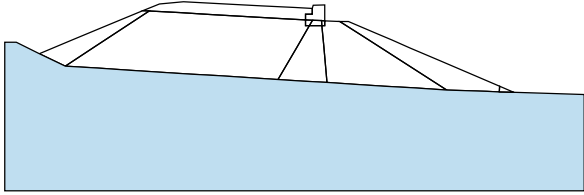

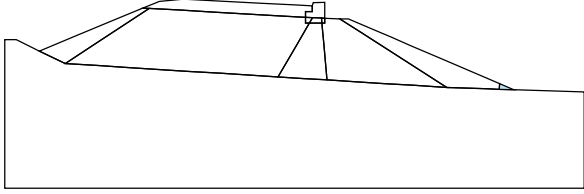
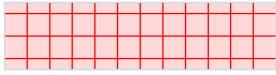
	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	7,48	7,17	0,00

## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 

Číslo	Oblasť	Aktívny / neaktívny	Priřazená zemina
2		Aktívny	Tuhé těleso č. 1
3		Aktívny	Třída G3, středně ulehlá
4		Aktívny	F6, konzistencia tuho pevná
5		Aktívny	Tuhé těleso č. 1
6		Aktívny	Tuhé těleso č. 1
7		Aktívny	Tuhé těleso č. 1
8		Aktívny	F6, konzistencia tuho pevná
9		Aktívny	Třída G3, středně ulehlá

Číslo	Oblasť	Aktívny / neaktívny	Priřazená zemina
10		Aktívny	F6, konzistencia tuho pevná 
11		Aktívny	Třída F8, konzistence tuhá 
12		Aktívny	Tuhé těleso č. 1 

#### Liniové podpory

Číslo	Liniová podpora		Umístění	Podpěření	
	nová	změněná		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Ano		Linie sítě č. 31	pevné	volné
A2	Ano		Linie sítě č. 33	pevné	volné
A3	Ano		Linie sítě č. 32	pevné	pevné
A1 až A3 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.					

#### Přetížení

Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1 / z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 / x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 / l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 / b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon / α [°]	Velikost		
	nové	změna							q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ano		pásové	na povrchu	x = 12,50	l = 3,00		0,00	38,00		kN/m <sup>2</sup>

#### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Doprava

#### Voda

Typ vody : Voda není

#### Pružné oblasti

Číslo	Souřadnice [m]							
	x	z	x	z	x	z	x	z
1	15,38	7,42	15,44	6,17	16,56	7,33		

#### Nastavení výpočtu

##### Obecné

Metoda :

Změna matice tuhosti :

Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :

Newton - Raphson

po každé iteraci

100



Počáteční výpočtový krok :	0,25
Tolerance chyby posunutí :	0,0100
Tolerance chyby nevyrovnaných sil :	0,0100
Tolerance chyby energie :	0,0100
Respektovat materiálová rozhraní :	ne
<b>Newton - Raphson</b>	
Relaxační faktor výpočtového kroku :	2
Maximální počet relaxací výpočtového kroku :	2
Minimální počet iterací pro jeden výp. krok :	1
<b>Line search</b>	
Způsob řešení :	neiterovat
Line search limit - minimum :	0,100
Line search limit - maximum :	1,000
<b>Plasticita</b>	
Tolerance chyby návratu na plochu plasticity :	0,00100
Maximální počet iterací pro jeden plastický krok :	20

## Výsledky (Fáze budování 2)

**Výpočet napjatosti skončil úspěšně.**

Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

## Extrémy

### Deformace (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	18,13	3,36	-10,0	9,60	3,89	6,6
Deformace z [m]	0,00	5,55	-3,3	13,32	7,44	20,4

### Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma z, tot. [kPa]	7,15	7,18	0,00	15,12	-2,18	186,39
Sigma z, eff. [kPa]	7,15	7,18	0,00	15,12	-2,18	186,39
Sigma x, tot. [kPa]	17,79	6,62	0,83	15,12	-2,18	131,38
Sigma x, eff. [kPa]	17,79	6,62	0,83	15,12	-2,18	131,38
Tau xz [kPa]	21,00	-2,18	-22,17	11,29	6,15	8,91

### Přetvoření (extrémy)

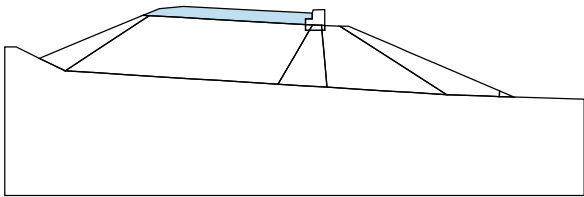

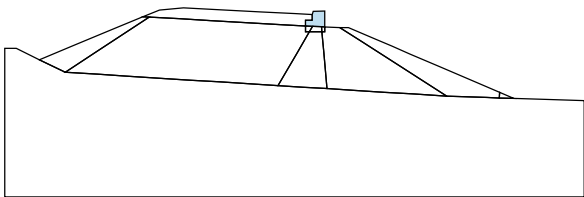
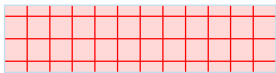
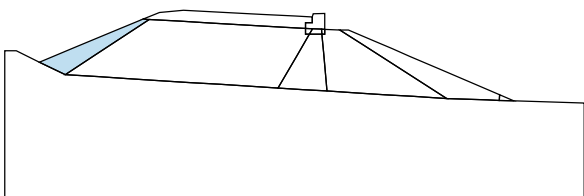

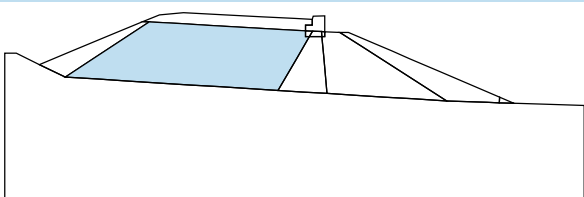

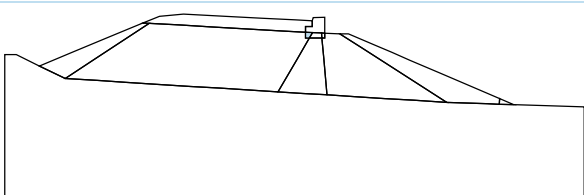
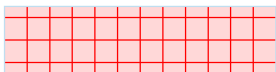
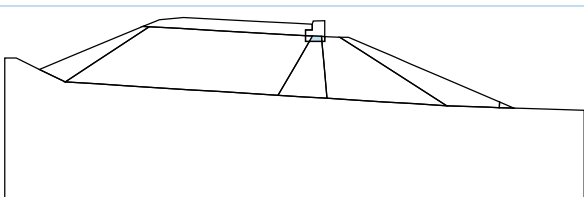
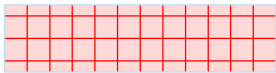
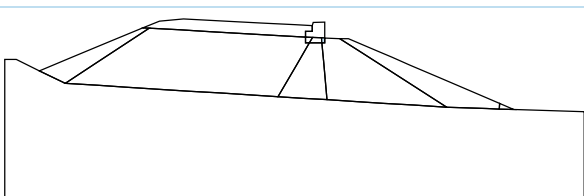
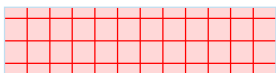
	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	15,92	7,01	0,02	18,02	-2,18	2,44
Epsilon eq., pl. [%]	15,57	6,71	0,00	25,61	3,26	0,99

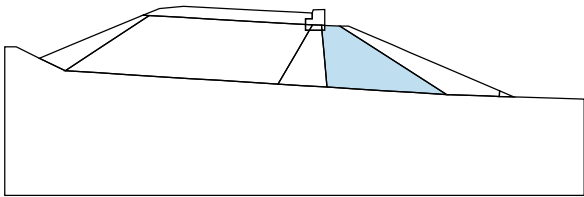

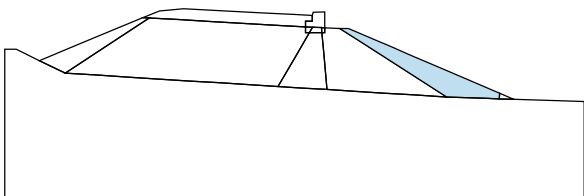

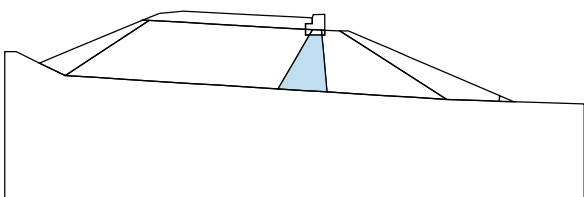

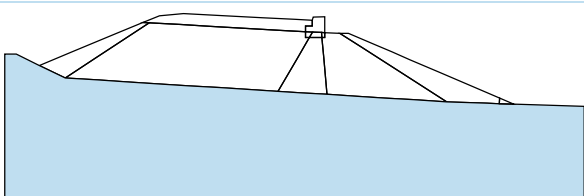

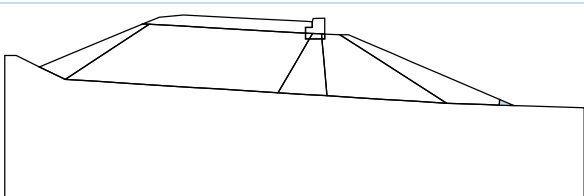
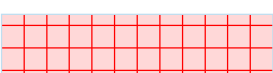
### Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	7,48	7,17	0,00

## Vstupní data (Fáze budování 3)

### Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 
2		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 
3		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 
4		Aktivní	F6, konzistencia tuho pevná 
5		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 
6		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 
7		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 

Číslo	Oblasť	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
8		Aktivní	F6, konzistencia tuho pevná 
9		Aktivní	Třída G3, středně ulehlá 
10		Aktivní	F6, konzistencia tuho pevná 
11		Aktivní	Třída F8, konzistence tuhá 
12		Aktivní	Tuhé těleso č. 1 

#### Nosníky

Číslo	Nosník		Umístění	Uložení [m]		Uvažova t vlastní tíhu	Průřez	Materiál	Kontakty	
	nový	změněn ý		Začátek	Konec				vlevo	vpravo
1	Ano		Volná linie č. 1	└─	┐─ 0,30	Ano	$A = 2,48E-03 \text{ m}^2/\text{m}; I_y = 1,97E-06 \text{ m}^4/\text{m}$	EN 10210-1 : S 235	(není zadán)	(není zadán)
2	Ano		Volná linie č. 2	└─	┐─ 0,30	Ano	$A = 2,48E-03 \text{ m}^2/\text{m}; I_y = 1,97E-06 \text{ m}^4/\text{m}$	EN 10210-1 : S 235	(není zadán)	(není zadán)

Číslo	Průřez		Materiál	
	$I_y [\text{m}^4/\text{m}]$	$A [\text{m}^2/\text{m}]$	$E [\text{MPa}]$	$G [\text{MPa}]$
1	1,97E-06	2,48E-03	210000,00	81000,00
2	1,97E-06	2,48E-03	210000,00	81000,00

## Liniové podpory

Číslo	Liniová podpora		Umístění	Podepření	
	nová	změněná		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Ano		Linie sítě č. 31	pevné	volné
A2	Ano		Linie sítě č. 33	pevné	volné
A3	Ano		Linie sítě č. 32	pevné	pevné
A1 až A3 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.					

## Přetížení

Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1	Počátek / Bod 1	Délka / Bod 2	Šířka / Bod 2	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost		
	nové	změna		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ne	Ano	pásové	na povrchu	x = 12,50	l = 3,00		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

## Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Doprava

## Voda

Typ vody : Voda není

## Pružné oblasti

Číslo	Souřadnice [m]					
	x	z	x	z	x	z
1	15,38	7,42	15,44	6,17	16,56	7,33

## Nastavení výpočtu

### Obecné

Metoda : Newton - Raphson  
 Změna matice tuhosti : po každé iteraci  
 Maximální počet iterací pro jeden výp. krok : 100  
 Počáteční výpočtový krok : 0,25  
 Tolerance chyby posunutí : 0,0100  
 Tolerance chyby nevyrovnaných sil : 0,0100  
 Tolerance chyby energie : 0,0100  
 Respektovat materiálová rozhraní : ne

### Newton - Raphson

Relaxační faktor výpočtového kroku : 2  
 Maximální počet relaxací výpočtového kroku : 2  
 Minimální počet iterací pro jeden výp. krok : 1

### Line search

Způsob řešení : neiterovat  
 Line search limit - minimum : 0,100  
 Line search limit - maximum : 1,000

### Plasticita

Tolerance chyby návratu na plochu plasticity : 0,00100  
 Maximální počet iterací pro jeden plastický krok : 20

## Výsledky (Fáze budování 3)

### Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

## Extrémy

### Deformace (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	18,13	3,36	-12,8	9,60	3,89	8,0
Deformace z [m]	0,00	5,55	-4,1	13,32	7,44	26,3

### Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma z, tot. [kPa]	7,15	7,18	0,00	15,12	-2,18	188,34
Sigma z, eff. [kPa]	7,15	7,18	0,00	15,12	-2,18	188,34
Sigma x, tot. [kPa]	7,15	7,18	0,51	15,12	-2,18	132,78
Sigma x, eff. [kPa]	7,15	7,18	0,51	15,12	-2,18	132,78
Tau xz [kPa]	15,57	6,71	-26,85	11,29	6,15	11,41

### Přetvoření (extrémy)

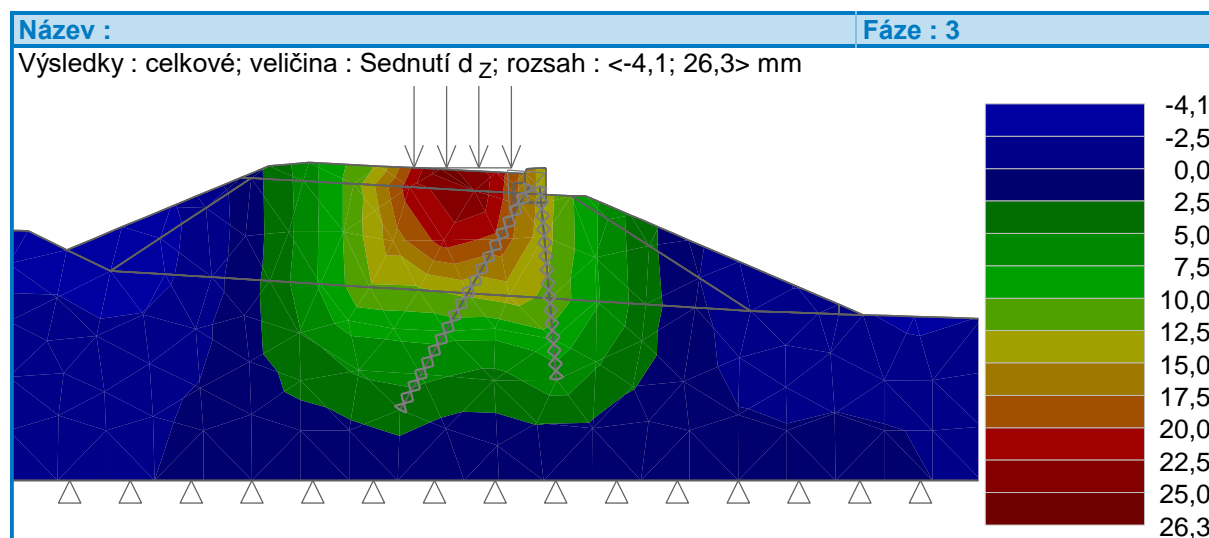
	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	15,92	7,01	0,01	18,02	-2,18	2,51
Epsilon eq., pl. [%]	15,57	6,71	0,00	25,61	3,26	1,04

### Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	7,48	7,17	0,00

### Průběhy na nosnících (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	14,15	3,61	-15,4	15,93	6,69	0,0
M [kNm/m]	15,77	6,41	-1,3	16,42	6,41	0,7
Q [kN/m]	15,93	6,69	-1,1	15,77	6,41	3,9



## Výpočet metódou konečných prvků

### Topologie

#### Projekt

#### Celkové nastavení výpočtu

Typ úlohy :	Rovinná
Typ výpočtu :	Stabilita svahu
Tunely :	ne
Podrobné parametry generování sítě :	ne
Podrobné parametry proudění :	ne
Zatížení teplotou :	ne
Podrobné parametry zemin :	ne
Speciální modely zemin :	ne
Podrobné výsledky :	ne
Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)

### Parametry zemin - základní data

#### Parametry zemin - data podle modelu

Číslo	Materiálový model	$c_{ef}$ [kPa]	$\varphi_{ef}$ [°]	$\psi$ [°]
1	Mohr - Coulomb	6,00	15,00	0,00
2	Mohr - Coulomb	0,25	32,50	0,00
3	Mohr - Coulomb	14,00	18,00	0,00

### Parametry zemin

#### Třída F8, konzistence tuhá

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,42$
Modul pružnosti :	$E = 4,00 \text{ MPa}$
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur} = 12,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zemin :	$c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zemin :	$\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

#### Třída G3, středně ulehlá

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,25$
Modul pružnosti :	$E = 90,00 \text{ MPa}$
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur} = 270,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
Soudržnost zemin :	$c_{ef} = 0,25 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zemin :	$\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

#### F6, konzistencia tuho pevná

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,40$
Modul pružnosti :	$E = 30,00 \text{ MPa}$
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur} = 30,00 \text{ MPa}$

Úhel vnútorného trení :	$\varphi_{ef} = 18,00^\circ$
Soudržnosť zeminy :	$c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

### Volné body

Číslo	Umístění		Číslo	Umístění		Číslo	Umístění		Číslo	Umístění	
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]		x [m]	z [m]		x [m]	z [m]
1	12,07	0,00	2	16,07	6,93	3	16,90	0,93	4	16,38	6,91

### Volné linie

Číslo	Typ linie	Způsob zadání	Topologie linie
1	úsečka		Počátek (12,07; 0,00) [m] , konec (16,07; 6,93) [m]
2	úsečka		Počátek (16,90; 0,93) [m] , konec (16,38; 6,91) [m]

### Generování sítě

#### Parametry generování sítě

Délka hrany prvků :	1,50 [m]
Vyhlažovat síť :	ano
Generovat víceuzlové prvky :	ano

#### Výsledek generování sítě

**Síť konečných prvků byla úspěšně vygenerována.**

Počet uzlů 1059

Počet prvků 682 (plošných 246, nosníkových 109, přechodových 327)

#### Varování

- [W085] Body sítě (16,57; 6,41) a (16,42; 6,41) leží příliš blízko sebe.
- [W086] Bod sítě (7,48; 7,17) leží příliš blízko linie LI{(8,02; 7,54) .. (7,15; 7,18)}.
- [W086] Bod sítě (16,42; 6,41) leží příliš blízko linie LI{(16,57; 6,41) .. (16,57; 6,66)}.
- [W086] Bod sítě (16,57; 6,41) leží příliš blízko linie LI{(16,68; 3,45) .. (16,42; 6,41)}.

## Vstupní data (Fáze budování 1)

### Přiřazení a aktivace

#### Nosníky

Číslo	Umístění	Uložení [m]		Uvažova t vlastní tíhu	Průřez	Materiál	Kontakty	
		Začátek	Konec				vlevo	vpravo
1	Volná linie č. 1	├─	└─ 0,30	Ano	$A = 2,48E-03 \text{ m}^2/\text{m}; I_y = 1,97E-06 \text{ m}^4/\text{m}$	EN 10210-1 : S 235	(není zadán)	(není zadán)
2	Volná linie č. 2	├─	└─ 0,30	Ano	$A = 2,48E-03 \text{ m}^2/\text{m}; I_y = 1,97E-06 \text{ m}^4/\text{m}$	EN 10210-1 : S 235	(není zadán)	(není zadán)

Číslo	Průřez		Materiál	
	$I_y \text{ [m}^4/\text{m]}$	$A \text{ [m}^2/\text{m]}$	$E \text{ [MPa]}$	$G \text{ [MPa]}$
1	1,97E-06	2,48E-03	210000,00	81000,00
2	1,97E-06	2,48E-03	210000,00	81000,00



### Liniové podpory

Číslo	Umístění	Podepření	
		Ve směru X	Ve směru Z
1	Linie sítě č. 31	pevné	volné
2	Linie sítě č. 33	pevné	volné
3	Linie sítě č. 32	pevné	pevné

### Přetížení

Číslo	Typ	Umístění / Bod 1	Počátek / Bod 1	Délka / Bod 2	Šířka / Bod 2	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost		
		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	pásové	na povrchu	x = 12,50	l = 3,00		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Doprava

### Voda

Typ vody : Voda není

### Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

### Nastavení výpočtu

#### Obecné

Metoda :

Newton - Raphson

Změna matice tuhosti :

po každé iteraci

Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :

100

Počáteční výpočtový krok :

0,25

Redukce parametrů zeminy :

redukovat c, f<sub>i</sub>

Počáteční redukční krok :

0,90

Tolerance chyby posunutí :

0,0100

Tolerance chyby nevyrovnaných sil :

0,0100

Tolerance chyby energie :

0,0100

Respektovat materiálová rozhraní :

ano

#### Newton - Raphson

Relaxační faktor výpočtového kroku :

2

Maximální počet relaxací výpočtového kroku :

2

Relaxační faktor redukčního kroku :

2

Maximální počet relaxací redukčního kroku :

3

Minimální redukční krok :

0,99

#### Line search

Způsob řešení :

neiterovat

Line search limit - minimum :

0,100

Line search limit - maximum :

1,000

#### Plasticita

Tolerance chyby návratu na plochu plasticity :

0,00100

Maximální počet iterací pro jeden plastický krok :

20

### Výsledky (Fáze budování 1)

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :  $\gamma_{M,\phi} = 1,25$

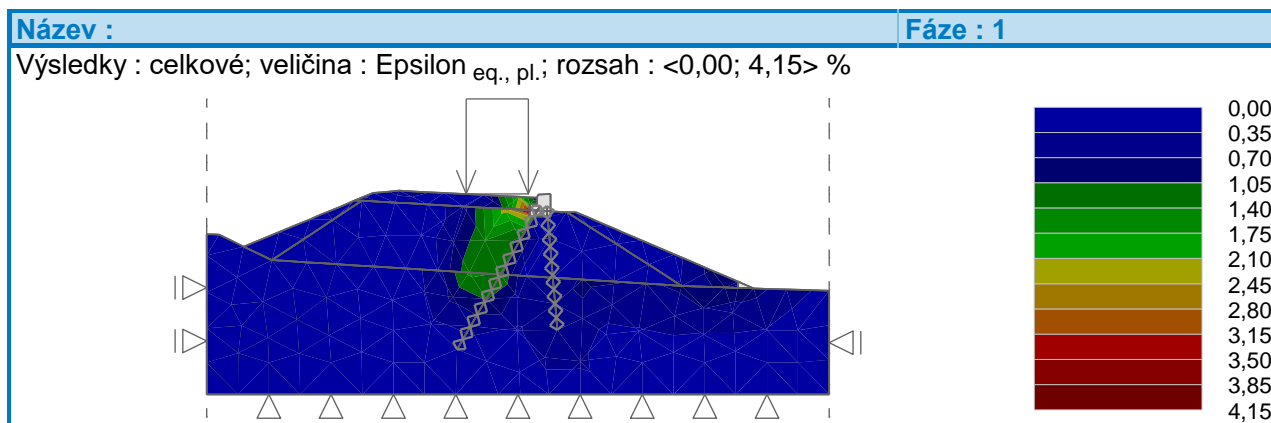
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :  $\gamma_{M,c} = 1,25$

**Výpočet stability skončil úspěšně.**

Nastavení výpočtu : **uživatelské**

**Stupeň stability FS = 1,09**

Parametry zemin v poslednej dokončenej iterácii		
Oblasť číslo	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]
1	23,79	0,18



### 5.3 Záver

V statickom výpočte bola navrhnutá a posúdená úprava krajnice cesty II/526 v úseku km 4,150 – 4,300-sanácia násypu.

Všetky prvky konštrukcie boli navrhnuté a posúdené podľa platných STN a STN EN. Navrhnutá konštrukcia je stabilná a vyhovuje pre najnepriaznivejšiu kombináciu vnútorných síl.

Železobetónový múr je vystužený podľa konštrukčných zásad.

Statickým posudkom bolo preukázané splnenie základnej požiadavky na stavby – mechanickej odolnosti a stability stavby v zmysle § 43d ods.1. písm. a) Zákona č.50/1976 Zb. v znení neskorších predpisov (Stavebný zákon) a sú splnené podmienky spoľahlivosti (t.j. bezpečnosti, použiteľnosti a trvanlivosti) stavby.

V Bratislave, 10/2020

Mgr. Silvia Hudečková