

## 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 .....	2
4.4.1	Geologické a geotechnické podmienky .....	2
5	Návrh a posúdenie múra .....	5
5.1	Posúdenie stability zosuvu svahu .....	5
5.2	Návrh oporného múra a mikropilótovej steny .....	12
5.3	Záver .....	28

SO ZV 527.01\_04

Rekonštrukcia cesty II/527 v km 75,454 - 85,566  
Spevnenie krajnice v úseku cesty II/527 v km 75,557-76,732

## 1 Identifikačné údaje

Názov stavby:	Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie – Senohrad a II/527 Dobrá Niva – Senohrad – II.etapa – úseky v rámci okresu Zvolen
Kraj:	Banskobystrický
Okres :	Zvolen
Katastrálne územie:	Pliešovce
Stavebník:	Banskobystrický samosprávny kraj, Námestie SNP 23, 974 01 Banská Bystrica
Generálny projektant:	REMING CONSULT a.s., 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

Na ceste II/527 v úseku km 75,557 – 76,732 je lokálne badateľný pokles krajnice cesty. V týchto miestach navrhujeme úpravu 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/527 v úseku km 75,557 – 76,732. Pokles cesty v úrovni krajnice je lokálne badateľný.

Výška násypu cesty po pôvodný terén tohto úseku dosahuje maximálnu výšku do max 10,5 m , so sklonom max do 32°. Celková dĺžka upravovaného úseku cesty je 970 m.

### 4.2 Navrhované riešenie

V rámci spevnenia krajnice cesty, 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.

### 4.3 Technický popis riešenia:

Vzhľadom na stav krajnice cesty, priestorové možnosti realizácie stavby a stabilitných výpočtov navrhujeme úpravu krajnice cesty riešiť mikropilótovou stenou so šikmými tlakovými mikropilótami v krajnici cesty zakončenou žel. bet stužujúcim oporným múrom.

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 korune múra bude uchytené zábraditeľné zvodidlo.

### 4.4 Výsledky prieskumov

#### 4.4.1 Geologické a geotechnické podmienky

Kedže v predmetnom úseku trasy cestnej komunikácie (v mieste spevnenia krajnice) nebol vykonaný žiadny IG prieskum, najbližšie IG prieskum bol realizovaný na obj. mosta SO 527-037 čo je cca 1,2 km od navrhovaného riešenia v km 77,844, ktorý nie je dostačujúci pre návrh mikropilótového prahu, preto musí byť pred začiatkom stavby zrealizovaný podrobný



inžiniersko-geologický prieskum, následne nové statické posúdenie navrhovaného riešenia mikropilotového prahu vychádzajúce z nového IG prieskumu a z výsledkov navrhnúť potrebné opatrenia tak aby k-cia mohla spoľahlivo plniť svoju funkciu!

#### SO 527-037 rekonštrukcia mosta:

Úryvok zo záverečnej správy – Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery v mieste mostného objektu boli overené jadrovým vrtom VZM-02 (440,62 m n. m.) do hĺbky 7 m a sondami dynamickej penetrácie DPSZ-02 (439,40 m n. m.) a DPSZ-03 (440,10 m n. m.) hĺbky 1,3-2,4 m. Vrt bol situovaný po pravej strane cesty v smere staničenia, v mieste násypu na pravom brehu toku, pri opore smer Pliešovce. Sondy boli realizované po ľavej strane cesty v smere staničenia, v blízkosti obidvoch mostných opôr.

Vrtom VZM-02 bolo overené teleso násypu hrúbky cca 2,5 m tvorené ílom so strednou až vysokou plasticitou F6/CIY, F8/CHY, so suťovými G4/GCY a štrkovými G5/GCY polohami hrúbky 0,10-0,35 m a kameňmi až balvanmi andezitov (hĺbka 0,4-0,6 m). Konzistencia ílov je prevažne pevná, na báze tuho-pevná. Suťové a štrkové polohy tvoria valúny andezitov veľkosti 1-5 cm, obsahu cca 50-60 %. V hĺbke 2,2-2,5 m bola dokumentovaná vrstva znečisteného sivočierneho štrku s olejovým zápachom.

Pod násypom boli v hĺbke 2,5-4,6 m navrtané fluviálne štrky ílovité G5/GC a štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F, tvorené pevnými, zdravými valúnami andezitov veľkosti 1-12 cm, lokálne nad 15 cm, obsahu v rozmedzí 40-60 %. Fluviálne štrky G3/G-F, G1/GW a G2/GP boli overené aj sondou dynamickej penetrácie DPSZ-02 v hĺbke 1,7-2,4 m a sondou DPSZ-03 v hĺbke 0,8-1,4 m. Skúšky dynamickej penetrácie boli ukončené v hĺbkach 1,3-2,4 m z dôvodu výskytu pevných valúnov (balvanov ?) andezitov.

Jadrovým vrtom boli v hĺbke 4,6-7,0 m zistené zvetrané vulkanické brekcie až piesčité tufy, úlomkovité do 2,5-5 cm, max. a ojedinele 10 cm, hrúbky 6-10 cm, charakteru sute s úlomkami pevnosti R3-R4 (Príloha 4 až 6).

Podľa skúšok dynamickej penetrácie môžeme fluviálne íly štrkovité F2/CG tuhej konzistencie charakterizovať odvodeným modulom pretvárnosti v intervale  $E_{DPS} = 7,92 - 13,36$  MPa s odporúčanou hodnotou 11 MPa. Od hĺbky cca 0,8 m až 1,7 m je stredne až veľmi uľahnutý ( $I_D = 0,47-0,70$ ) štrk siltovitý G4/GM a štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F charakterizovaný odvodeným modulom pretvárnosti v intervale  $E_{DPS} = 64,19 - 90,14$  MPa s odporúčanou hodnotou 75 MPa. Obidve sondy boli ukončené na balvanitých polohách charakteru štrku zle zrneného G2/GP až štrku dobre zrneného G1/GW charakterizovaného odvodeným modulom pretvárnosti v intervale  $E_{DPS} = 239,53 - 318,83$  MPa s odporúčanou hodnotou 270 MPa.

Hladina podzemnej vody bola zistená vrtom VZM-02 vo fluviálnych štrkoch v hĺbke 4,30 m, po ukončení vrtania vystúpila do úrovne 4,05 m pod terénom. V údolí potoka Krupinica je hladina podzemnej vody v hydraulikkej spojitosti s povrchovým tokom.

Koeficient filtrácie štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F zistený z krivky zrnitosti  $k_f = 4,88 \cdot 10^{-5}$  charakterizuje zeminu s triedou priepustnosti IV, podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1982) ide o mierne priepustné horninové prostredie.

Podľa chemickej analýzy vzorka vody z vrtu VZM-02 tvorí prostredie s veľmi vysokou chemickou agresivitou na oceľ so stupňom agresivity IV. Podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 sa na ochranu ocele uloženej v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou odporúča zosilnená izolácia. Podzemná voda z vrtu predstavuje chemické prostredie bez nebezpečenstva korózie betónu vplyvom chemického pôsobenia.

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností zeminy vyplýva, že ide o prostredie bez nebezpečenstva korózie betónu vplyvom chemického pôsobenia a prostredie s veľmi nízkou chemickou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity I. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 použiť normálnu izoláciu.

Dátum vŕtania: 22.04.2020

## Kvartér

0,00 – 0,40 m	Násyp opory mosta – silt s nízkou plasticitou F5/CLY s úlomkami hornín do 2-3 cm, poloha sivá, sypká.
0,40 – 0,60 m	Násyp opory mosta – balvan andezitu svetlosivej farby, jemnozrnný, veľkosti nad priemer vrtu, veľmi vysokej pevnosti R1.
0,60 – 1,15 m	Násyp opory mosta – íl s vysokou plasticitou F8/CHY žltohnedý, so sivými a čiernymi šmuhami, pevnej konzistencie.
1,15 – 1,20 m	Násyp opory mosta – suť hlinito-kamenitá G4/GMY, sivej farby, tvorená valúnami veľkosti 2-4 cm, poloha spevnená.
1,20 – 1,35 m	Násyp opory mosta – íl so strednou plasticitou F6/CIY, žltohnedý so škvárou, pevnej konzistencie.
1,35 – 1,55 m	Násyp opory mosta – íl so strednou plasticitou F6/CIY, hnedý, slabo piesčitý, pevnej konzistencie.
1,55 – 1,90 m	Násyp opory mosta – štrk ílovitý G5/GCY, hnedý, tvorený plastickým ílom F6/CI, C8/CH, mäkkej konzistencie a štrkom veľkosti 1-5 cm, obsahu cca 55-60 %.
1,90 – 2,00 m	Násyp opory mosta – balvan andezitu na povrchu hrdzavohnedej farby, na báze s tmavým ílom.
2,00 – 2,20 m	Násyp opory mosta ?? - íl so strednou plasticitou F6/CIY, žltohnedý s čiernymi zátekmi, tuhej konzistencie.
2,20 – 2,50 m	Násyp opory mosta ?? - štrk ílovitý G5/GCY tmavohnedý až čierny veľkosti od 3 cm do priemeru vrtu, obsahu cca 70 %, poloha s olejovým zápachom.
2,50 – 4,60 m	Do hĺbky 2,9 m štrk ílovitý G5/GC, fluviálny, hnedý, tvorený mäkkým ílom so strednou plasticitou a valúnami andezitu veľkosti 1-12 cm, valúny sú pevné, zdravé, zaoblené, obsahu cca 60 %. Do hĺbky 3,0 m balvan pevného zdravého sivého andezitu (R1). Do hĺbky 3,6 m štrk s prímесou jemnozrnnnej zeminy G3/G-F, sivej farby, tvorený valúnami veľkosti 1,5-7 cm, obsahu do 50 %. Výplň je ílovito-piesčitá, poloha mokrá. Do hĺbky 3,7 m balvan andezitu a do 4,0 m sivý štrk veľkosti 2-6 cm. Do hĺbky 4,3 m štrk piesčitý, sivý, tvorený valúnami andezitu veľkosti 1-4 cm, obsahu do 40-50 %, výplň je piesčitá hrubozrnná. Do 4,6 m štrk ílovito-piesčitý hnedastý, veľkosti 2-3 cm, max. a ojedinele 5-6 cm, obsahu cca 40 %.

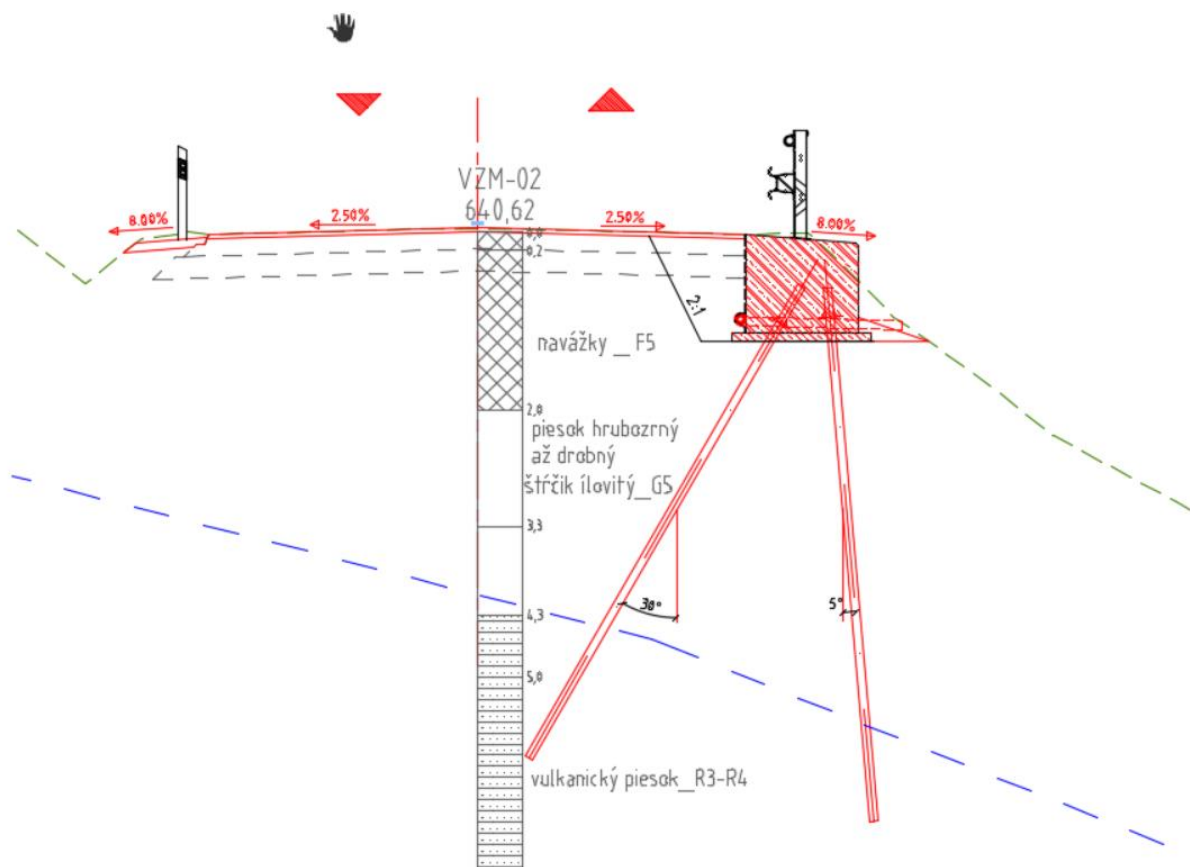
4,60 – 7,00 m Vulkánická brekcia do hĺbky 5,1 m zvetraná, úlomkovitá do 2,5-5 cm, max. a ojedinele 10 cm, charakteru sute. Od hĺbky 5,1 m piesčitá brekcia až tuf, zvetraná, hrdzavosivej farby, úlomkovitá max. nad priemer vrtu, hrúbky 6-10 cm, úlomky strednej pevnosti R3, (pomerne ťažké vŕtanie).

Hladina podzemnej vody	narazená:	4,30 m p. t.
	vystúpená:	4,05 m p. t.

Terénne merania vody: vodivosť = 1080  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; pH = 7,45; t = 16,6 °C

Výnos vrtného jadra: 0,0 – 7,0 m ~ 95-100 %

## 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 bola zistená vrtom VZM-02 vo fluviaálnych štrkoch v hĺbke 4,30 m, po ukončení vrtania vystúpila do úrovne 4,05 m pod terénom. 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

##### Projekt

Datum : 10. 9. 2020

##### 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		0,00	11,90	0,64	11,72	4,40	10,70
		4,91	10,96	5,50	11,10	5,71	11,06
		6,16	11,03	10,00	11,22	14,04	11,24
		14,83	11,27	14,96	11,26	19,64	8,61
		24,42	5,85	26,72	4,81	29,18	4,65
		30,00	4,30				
2		4,40	10,70	5,26	9,84	6,24	9,51
		10,00	9,17	14,04	8,70	14,83	8,60
		17,00	8,50	24,42	5,85		
3		0,00	8,50	0,75	8,30	5,82	7,50
		16,00	6,60	19,75	5,50	30,00	1,50

### Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m³]
1	navažky		18,00	10,00	20,00
2	G5		30,00	6,00	19,50

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
3	R3		38,00	400,00	21,00

#### Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [–]
1	navažky		20,00		
2	G5		19,50		
3	R3		21,00		

#### Parametry zemin

##### navažky

Objemová tíha :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektívni  
 Úhel vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 18,00^\circ$   
 Soudržnosť zeminy :  $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

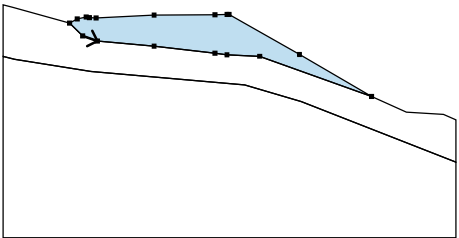

##### G5

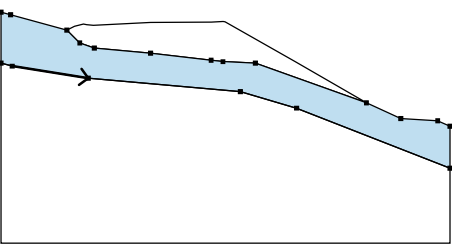

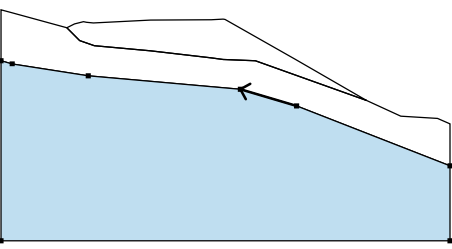

Objemová tíha :  $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektívni  
 Úhel vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
 Soudržnosť zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

##### R3

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektívni  
 Úhel vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 38,00^\circ$   
 Soudržnosť zeminy :  $c_{ef} = 400,00 \text{ kPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		5,26	9,84	6,24	9,51	navažky 
		10,00	9,17	14,04	8,70	
		14,83	8,60	17,00	8,50	
		24,42	5,85	19,64	8,61	
		14,96	11,26	14,83	11,27	
		14,04	11,24	10,00	11,22	
		6,16	11,03	5,71	11,06	
		5,50	11,10	4,91	10,96	
		4,40	10,70			

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
2		0,75	8,30	5,82	7,50	G5 
		16,00	6,60	19,75	5,50	
		30,00	1,50	30,00	4,30	
		29,18	4,65	26,72	4,81	
		24,42	5,85	17,00	8,50	
		14,83	8,60	14,04	8,70	
		10,00	9,17	6,24	9,51	
		5,26	9,84	4,40	10,70	
		0,64	11,72	0,00	11,90	
		0,00	8,50			
3		19,75	5,50	16,00	6,60	R3 
		5,82	7,50	0,75	8,30	
		0,00	8,50	0,00	-3,50	
		30,00	-3,50	30,00	1,50	

#### Přetížení

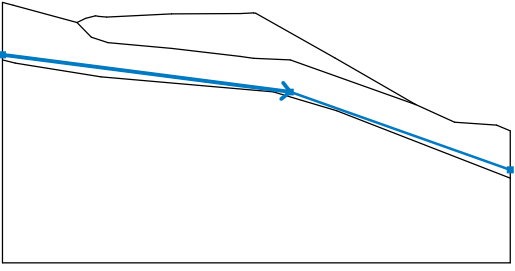
Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost		
								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 7,40	l = 7,00		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

#### Názyvy přetížení

Číslo	Název
1	doprava

#### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	8,80	17,00	6,60	30,00	2,00

#### Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

#### Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

#### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

## Výsledky (Fáze budování 1)

### Výpočet 1 (fáze 1)

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	17,02 [m]	Úhly :	$\alpha_1$ =	-62,82 [°]
	z =	13,53 [m]		$\alpha_2$ =	24,00 [°]
Poloměr :	R =	5,03 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

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

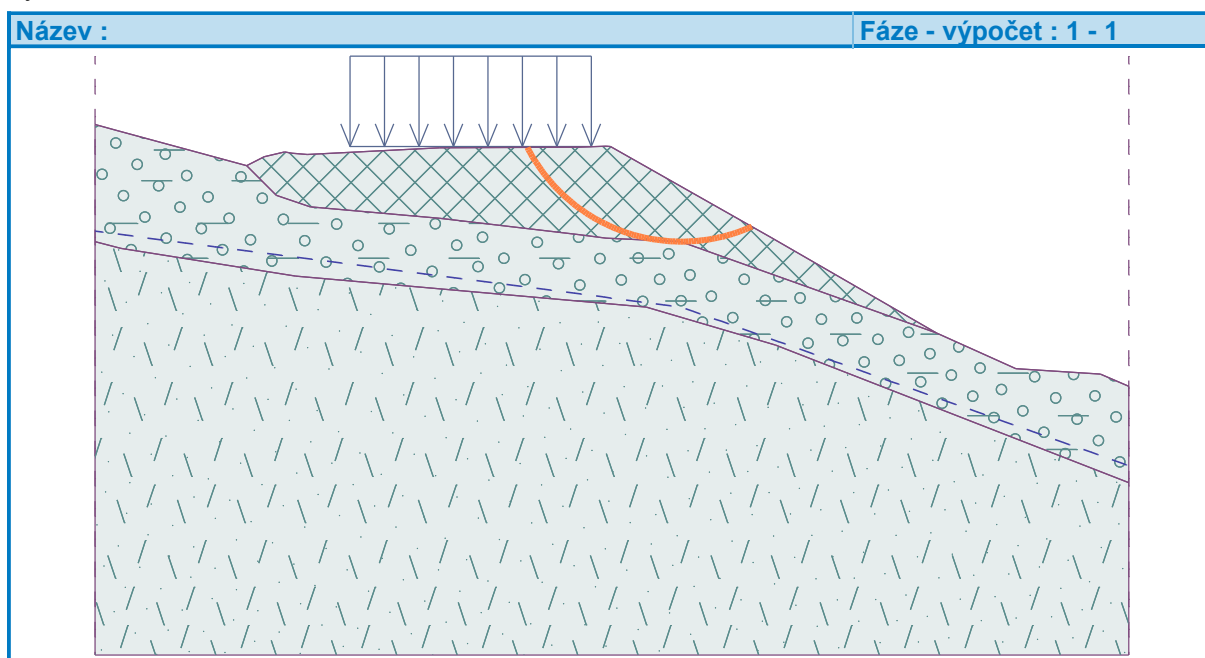
Sumace aktivních sil :  $F_a = 151,20$  kN/m

Sumace pasivních sil :  $F_p = 130,23$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 760,54$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 655,05$  kNm/m

Využití : 116,1 %



**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		5,26	9,84	6,24	9,51	navažky 
		10,00	9,17	14,04	8,70	
		14,83	8,60	17,00	8,50	
		24,42	5,85	19,64	8,61	
		14,96	11,26	14,83	11,27	
		14,04	11,24	10,00	11,22	
		6,16	11,03	5,71	11,06	
		5,50	11,10	4,91	10,96	
		4,40	10,70			

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
2		0,75	8,30	5,82	7,50	G5
		16,00	6,60	19,75	5,50	
		30,00	1,50	30,00	4,30	
		29,18	4,65	26,72	4,81	
		24,42	5,85	17,00	8,50	
		14,83	8,60	14,04	8,70	
		10,00	9,17	6,24	9,51	
		5,26	9,84	4,40	10,70	
		0,64	11,72	0,00	11,90	
		0,00	8,50			
3		19,75	5,50	16,00	6,60	R3
		5,82	7,50	0,75	8,30	
		0,00	8,50	0,00	-3,50	
		30,00	-3,50	30,00	1,50	

### 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	15,00	11,24	6,00	1,50	d = 0,15	lineární	325,00	0,50	kolmo na pilotu

### Přetížení

Číslo	Přetížení		Typ	Působení	Umístění z [m]	Počet k	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost		
	nové	změna								$q, q_1, f, F$	$q_2$	jednotka
1	Ne	Ne	pásové	proměnné	na povrchu	x = 7,40	l = 7,00		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	doprava

### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	8,80	17,00	6,60	30,00	2,00



### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

### Výsledky (Fáze budování 2)

#### Výpočet 1 (fáze 2)

##### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	25,35 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-45,54 [°]
	z =	26,32 [m]		$\alpha_2 =$	3,78 [°]
Poloměr :	R =	21,56 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

##### Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 479,77$  kN/m

Sumace pasivních sil :  $F_p = 673,26$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 10343,84$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 14515,57$  kNm/m

Využití : 71,3 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

#### Výpočet 2 (fáze 2)

##### Polygonální smyková plocha

##### Síly působící na piloty

Stabilizační pilota č. 1 (15,00; 11,24 [m])

Vodorovná aktivní síla: 161,53 kN/m

Vodorovná pasivní síla: 161,53 kN/m

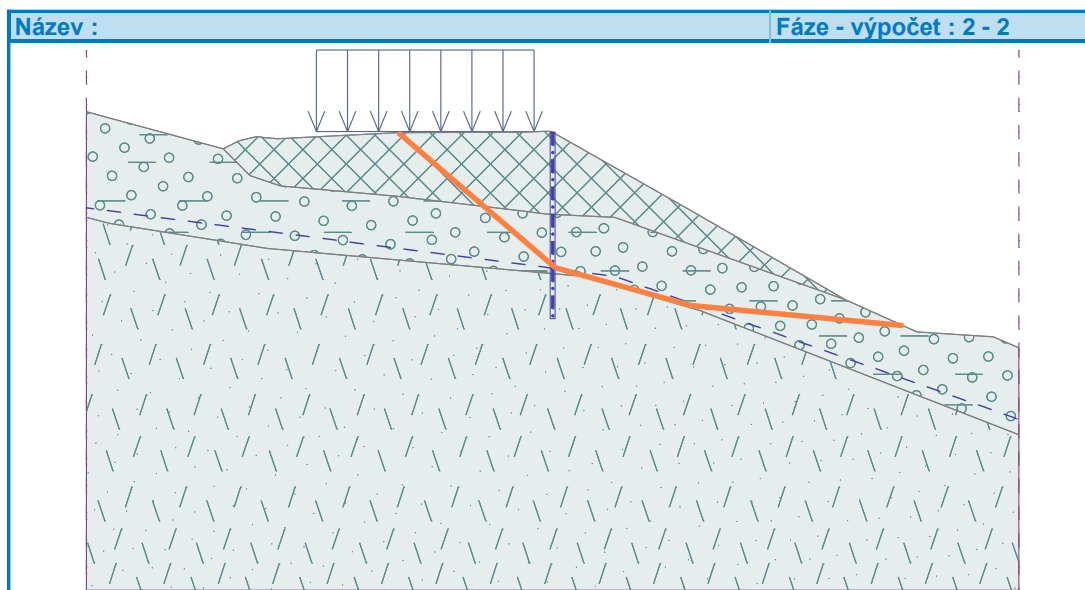
Hloubka sm.plochy: 4,28 m

Délka piloty pod terénem: 6,00 m

##### Posouzení stability svahu (Spencer)

Využití : 68,8 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



## 5.2 Návrh oporného múra a mikropilótovej steny

Oporný múr je navrhnutý realizovať ako dvojradovú mikropilótovú 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

#### Vstupní data

##### Materiály a normy

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

##### 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

###### navážky

Objemová tíha :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 18,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

###### G5

Objemová tíha :  $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 30,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

###### R3

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 38,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 100,00 \text{ kPa}$   
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  $l = 0,50 \text{ m}$   
Délka kořene  $l_r = 5,50 \text{ m}$

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 zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,50	navažky	
2	2,10	G5	
3	6,40	R3	
4	-	R3	

#### Zatížení

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

#### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 4,60 m od původního terénu.

#### 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  $n = 1,68$   
 Vzpěrná délka  $l_{cr} = 1,33 \text{ m}$

Kritická normálová síla  $N_{crd} = 2145,24 \text{ kN}$

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	$\lambda = 51,437$
Součinitel vzpěrnosti	$\kappa = 0,886$
Napětí v oceli	$= 205,96 \text{ MPa}$
Výpočtová pevnost oceli	$= 236,67 \text{ MPa}$

**Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE**

## Posouzení čís. 2

### Posouzení průřezu 2

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

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

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

Modul reakce podloží	$E_p = 10,00 \text{ MN/m}^3$
Spočtený počet půlvln	$n = 1,23$
Vzpěrná délka	$l_{cr} = 1,80 \text{ m}$
Kritická normálová síla	$N_{crd} = 1372,80 \text{ kN}$
Maximální normálová síla	$N_{max} = 450,00 \text{ kN}$

**Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:

Plocha ideálneho prúžezu	$A_i = 3,07E+03 \text{ mm}^2$
Moment setrvačnosti ideálneho prúžezu	$J_i = 2,14E+06 \text{ mm}^4$
Štíhlost prutu	$\lambda = 68,075$
Součinitel vzpěrnosti	$\kappa = 0,773$
Napětí v oceli	$= 208,17 \text{ MPa}$
Výpočtová pevnost oceli	$= 236,67 \text{ MPa}$

**Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE**

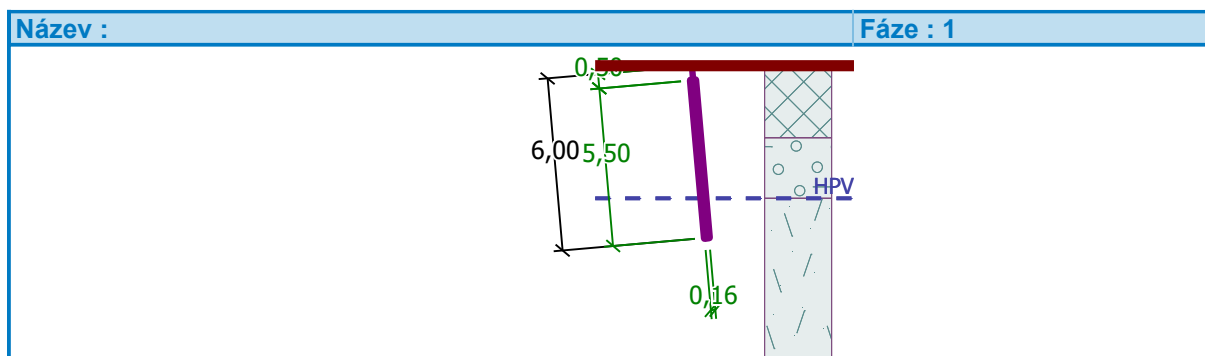
## Posouzení čís. 1

### Posouzení kořene

Způsob výpočtu - kořen v hornině.

#### Posouzení tlačené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty	$R_s = 829,38 \text{ kN}$
Únosnost paty mikropiloty	$R_b = 1,41 \text{ kN}$
Výpočtová únosnost kořene mikropiloty	$R_d = 553,86 \text{ kN}$
Maximální normálová síla	$N_{max} = 450,00 \text{ kN}$



Únosnosť tlačenej mikropily VYHOVUJE

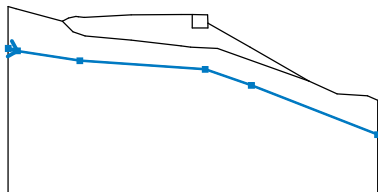
## Výpočet metódou konečných prvků

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

### Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	11,90	0,64	11,72	4,40	10,70
		4,91	10,96	5,50	11,10	5,71	11,06
		6,16	11,03	10,00	11,22	14,04	11,24
		14,96	11,26	16,20	11,23	16,21	10,55
		19,64	8,61	24,42	5,85	26,72	4,81
		29,18	4,65	30,00	4,30		
2		14,96	11,26	14,96	10,16	16,21	10,16
		16,21	10,55				
3		4,40	10,70	5,26	9,84	6,24	9,51
		10,00	9,17	14,04	8,70	14,83	8,60
		17,00	8,50	24,42	5,85		

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0,00	8,50	0,75	8,30	5,82	7,50
		16,00	6,80	19,75	5,50	30,00	1,50




#### Parametry zemin - základní data

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$ [-]
1	navažky		20,00	50,00	0,40
2	G5		19,50	60,00	0,25
3	R3		21,00	270,00	0,20

#### Parametry zemin - data podle modelu

Číslo	Materiálový model	$c_{ef}$ [kPa]	$\phi_{ef}$ [°]	$\psi$ [°]
1	Mohr - Coulomb modifikovaný	12,00	20,00	0,00
2	Mohr - Coulomb modifikovaný	6,00	30,00	0,00
3	Mohr - Coulomb modifikovaný	500,00	38,00	0,00

#### Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	navažky		20,00		
2	G5		19,50		
3	R3		21,00		

#### Parametry zemin

##### navažky

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný
Objemová tíha :	$\gamma$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,40
Modul pružnosti :	E = 50,00 MPa
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur}$ = 150,00 MPa
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef}$ = 20,00 °
Soudržnost zemin :	$c_{ef}$ = 12,00 kPa
Úhel dilatance :	$\psi$ = 0,00 °
Obj.tíha sat.zemin :	$\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>

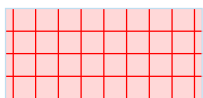
### G5

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný		
Objemová tíha :	$\gamma$	=	19,50 kN/m <sup>3</sup>
Poissonovo číslo :	$\nu$	=	0,25
Modul pružnosti :	E	=	60,00 MPa
Modul odtížení / pritížení :	$E_{ur}$	=	180,00 MPa
Úhel vnútorného trení :	$\varphi_{ef}$	=	30,00 °
Soudržnosť zeminy :	$c_{ef}$	=	6,00 kPa
Úhel dilatance :	$\psi$	=	0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	19,50 kN/m <sup>3</sup>

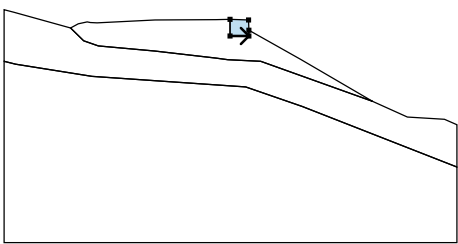
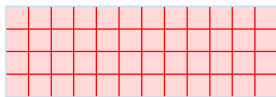
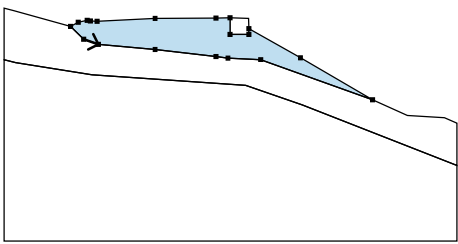

### R3

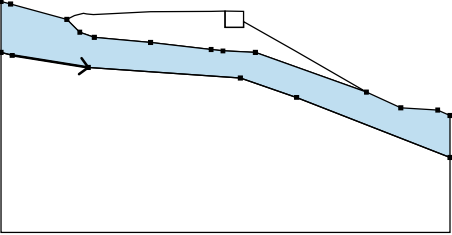

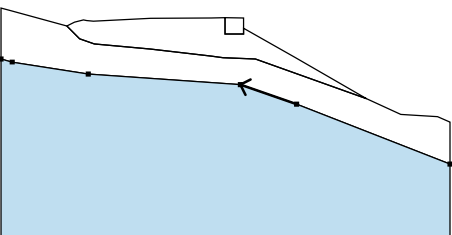

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný		
Objemová tíha :	$\gamma$	=	21,00 kN/m <sup>3</sup>
Poissonovo číslo :	$\nu$	=	0,20
Modul pružnosti :	E	=	270,00 MPa
Modul odtížení / pritížení :	$E_{ur}$	=	810,00 MPa
Úhel vnútorného trení :	$\varphi_{ef}$	=	38,00 °
Soudržnosť zeminy :	$c_{ef}$	=	500,00 kPa
Úhel dilatance :	$\psi$	=	0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	21,00 kN/m <sup>3</sup>

### 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		14,96	10,16	16,21	10,16	Tuhé těleso č. 1 
		16,21	10,55	16,20	11,23	
		14,96	11,26			
2		5,26	9,84	6,24	9,51	navažky 
		10,00	9,17	14,04	8,70	
		14,83	8,60	17,00	8,50	
		24,42	5,85	19,64	8,61	
		16,21	10,55	16,21	10,16	
		14,96	10,16	14,96	11,26	
		14,04	11,24	10,00	11,22	
		6,16	11,03	5,71	11,06	
		5,50	11,10	4,91	10,96	
		4,40	10,70			

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
3		0,75	8,30	5,82	7,50	G5 
		16,00	6,80	19,75	5,50	
		30,00	1,50	30,00	4,30	
		29,18	4,65	26,72	4,81	
		24,42	5,85	17,00	8,50	
		14,83	8,60	14,04	8,70	
		10,00	9,17	6,24	9,51	
		5,26	9,84	4,40	10,70	
		0,64	11,72	0,00	11,90	
		0,00	8,50			
4		19,75	5,50	16,00	6,80	R3 
		5,82	7,50	0,75	8,30	
		0,00	8,50	0,00	-3,50	
		30,00	-3,50	30,00	1,50	

#### 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	15,59	10,80	2	12,25	5,00	3	16,00	10,80	4	16,57	4,45

#### Volné linie

Číslo	Typ linie	Způsob zadání	Topologie linie
1	úsečka		Počátek (15,59; 10,80) [m] , konec (12,25; 5,00) [m]
2	úsečka		Počátek (16,00; 10,80) [m] , konec (16,57; 4,45) [m]

#### Generování sítě

##### Parametry generování sítě

Délka hrany prvků : 1,00 [m]

Vyhlazovat síť : ano

Generovat víceuzlové prvky : ano

##### Výsledek generování sítě

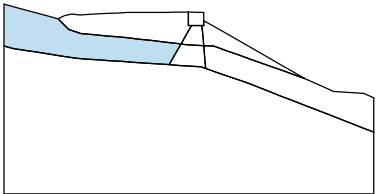

**Síť konečných prvků byla úspěšně vygenerována.**

Počet uzlů 2410

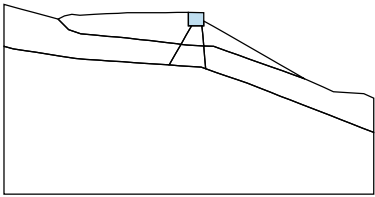
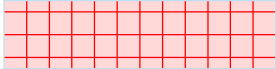
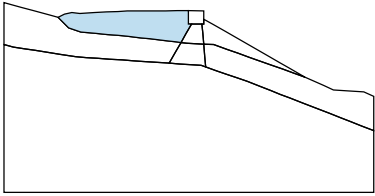

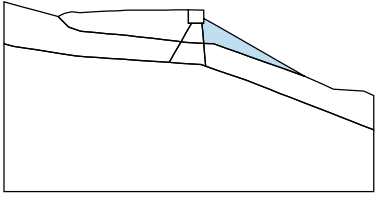

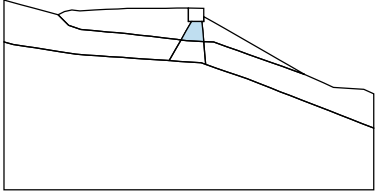

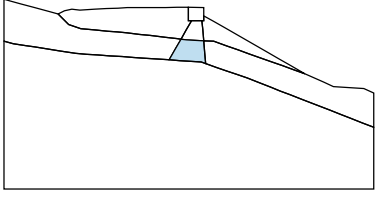

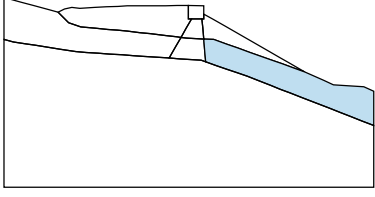

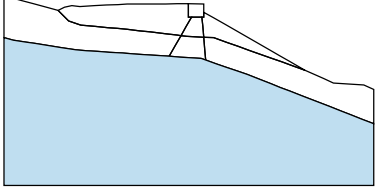

Počet prvků 1447 (plošných 795, nosníkových 163, přechodových 489)

#### Vstupní data (Fáze budování 1)

##### Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	G5 



Číslo	Oblasť	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
2		Aktivní	Tuhé těleso č. 1
			
3		Aktivní	navažky
			
4		Aktivní	navažky
			
5		Aktivní	navažky
			
6		Aktivní	G5
			
7		Aktivní	G5
			
8		Aktivní	R3
			

#### Liniové podpory

Číslo	Umístění	Podpření	
		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Linie sítě č. 34	pevné	volné
A2	Linie sítě č. 32	pevné	volné
A3	Linie sítě č. 36	pevné	volné
A4	Linie sítě č. 26	pevné	volné

Číslo	Umístění	Podpěření	
		Ve směru X	Ve směru Z
A5	Linie sítě č. 35	pevné	pevné
A1 až A5 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.			

#### Přetížení

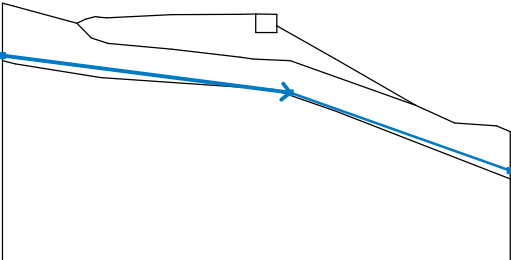
Číslo	Typ	Umístění / Bod 1	Počátek / Bod 1	Délka / Bod 2	Šířka / Bod 2	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost		
		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	pásové	na povrchu	x = 11,00	l = 3,50		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

#### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	doprava

#### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	8,80	17,00	6,60	30,00	2,00

#### Pružné oblasti

Číslo	Souřadnice [m]					
	x	z	x	z	x	z
1	14,75	11,42	14,75	9,81	16,12	11,42

#### 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 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 Z, tot. [kPa]	1,42	11,51	0,00	0,00	-3,50	305,82
Sigma Z, eff. [kPa]	1,42	11,51	0,00	10,00	-3,50	189,81
Sigma X, tot. [kPa]	1,42	11,51	-0,39	0,00	-3,50	166,85
Sigma X, eff. [kPa]	1,42	11,51	-0,39	30,00	0,50	58,18
Tau xz [kPa]	20,00	-3,50	-30,22	9,61	7,24	9,97

#### Přetvoření (extrémy)

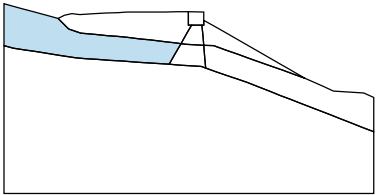

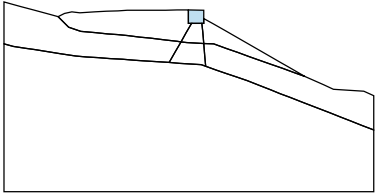
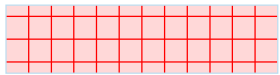
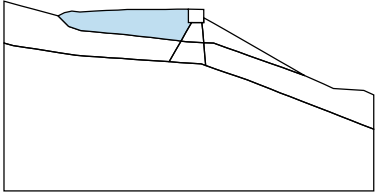

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	1,42	11,51	0,01	14,67	7,77	0,18
Epsilon eq., pl. [%]	0,00	8,50	0,00	14,67	7,77	0,04

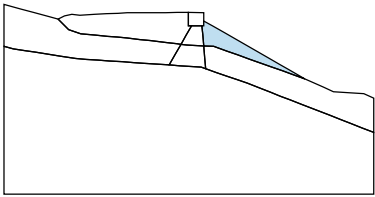

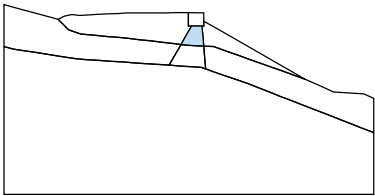

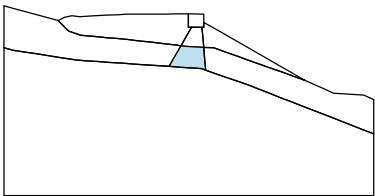

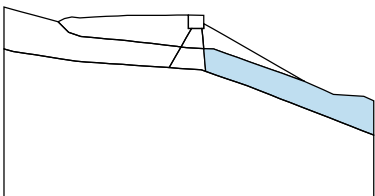

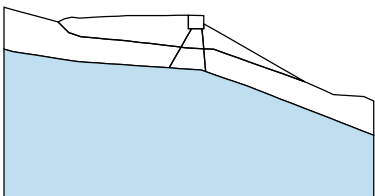

#### Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	0,00	-3,50	121,98

## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	G5
			
2		Aktivní	Tuhé těleso č. 1
			
3		Aktivní	navažky
			

Číslo	Oblasť	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
4		Aktivní	navažky
			
5		Aktivní	navažky
			
6		Aktivní	G5
			
7		Aktivní	G5
			
8		Aktivní	R3
			

### 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. 34	pevné	volné
A2	Ano		Linie sítě č. 32	pevné	volné
A3	Ano		Linie sítě č. 36	pevné	volné
A4	Ano		Linie sítě č. 26	pevné	volné
A5	Ano		Linie sítě č. 35	pevné	pevné
A1 až A5 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.					

## Přetížení

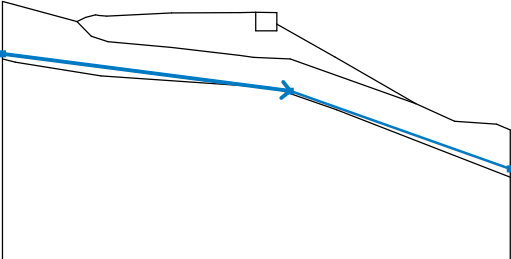
Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1 z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Velikost		
	nové	změna							q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ne	Ano	pásové	na povrchu	x = 11,00	l = 3,50		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

## Názvy přetížení

Číslo	Název
1	doprava

## Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	8,80	17,00	6,60	30,00	2,00

## Pružné oblasti

Číslo	Souřadnice [m]							
	x	z	x	z	x	z	x	z
1	14,75	11,42	14,75	9,81	16,12	11,42		

## 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 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]	13,11	11,24	0,0	12,25	5,00	0,0
Deformace z [m]	30,00	4,30	0,0	16,21	10,55	0,0

### Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma z, tot. [kPa]	1,42	11,51	0,00	0,00	-3,50	305,85
Sigma z, eff. [kPa]	1,42	11,51	0,00	10,00	-3,50	189,93
Sigma x, tot. [kPa]	1,42	11,51	-0,41	0,00	-3,50	166,86
Sigma x, eff. [kPa]	1,42	11,51	-0,41	30,00	0,50	58,20
Tau xz [kPa]	20,00	-3,50	-30,26	9,61	7,24	9,99

### Přetvoření (extrémy)

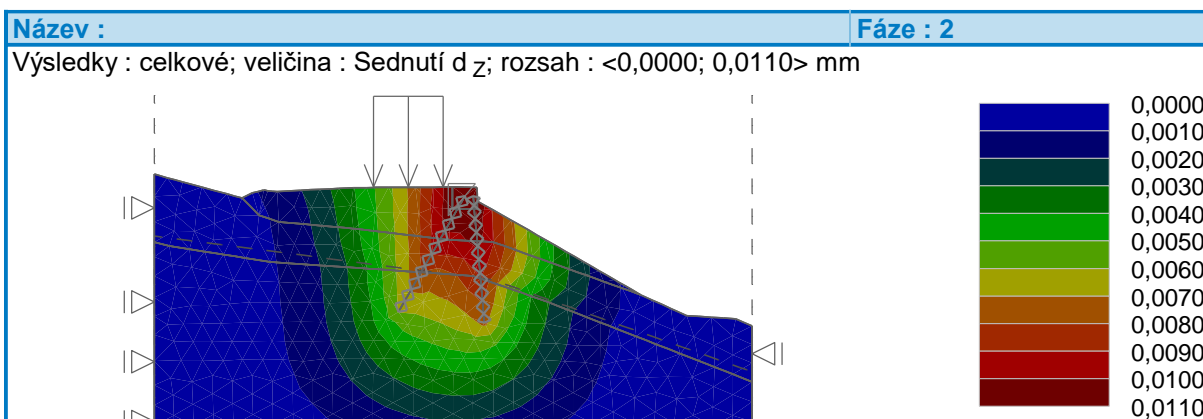
	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	1,42	11,51	0,01	14,67	7,77	0,18
Epsilon eq., pl. [%]	0,00	8,50	0,00	14,67	7,77	0,04

### Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	0,00	-3,50	121,98

### Průběhy na nosnících (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	16,37	6,67	-0,5	15,59	10,80	0,0
M [kNm/m]	16,06	10,16	0,0	16,37	6,67	0,0
Q [kN/m]	15,59	10,80	0,0	12,25	5,00	0,0



## 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 modifikovaný	12,00	20,00	0,00
2	Mohr - Coulomb modifikovaný	6,00	30,00	0,00
3	Mohr - Coulomb modifikovaný	500,00	38,00	0,00

#### navážky

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný
Objemová tíha :	$\gamma$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,40
Modul pružnosti :	$E$ = 50,00 MPa
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur}$ = 150,00 MPa
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 20,00 °
Soudržnost zemin :	$c_{ef}$ = 12,00 kPa
Úhel dilatance :	$\psi$ = 0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>

#### G5

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný
Objemová tíha :	$\gamma$ = 19,50 kN/m <sup>3</sup>
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,25
Modul pružnosti :	$E$ = 60,00 MPa
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur}$ = 180,00 MPa

Úhel vnútorného trení :	$\varphi_{ef}$	=	30,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$	=	6,00 kPa
Úhel dilatance :	$\psi$	=	0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	19,50 kN/m <sup>3</sup>

### R3

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný		
Objemová tíha :	$\gamma$	=	21,00 kN/m <sup>3</sup>
Poissonovo číslo :	$\nu$	=	0,20
Modul pružnosti :	$E$	=	270,00 MPa
Modul odtížení / přitížení :	$E_{ur}$	=	810,00 MPa
Úhel vnútorného trení :	$\varphi_{ef}$	=	38,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$	=	500,00 kPa
Úhel dilatance :	$\psi$	=	0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	21,00 kN/m <sup>3</sup>

### 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	15,59	10,80	2	12,25	5,00	3	16,00	10,80	4	16,57	4,45

### Volné linie

Číslo	Typ linie	Způsob zadání	Topologie linie
1	úsečka		Počátek (15,59; 10,80) [m] , konec (12,25; 5,00) [m]
2	úsečka		Počátek (16,00; 10,80) [m] , konec (16,57; 4,45) [m]

### Generování sítě

#### Parametry generování sítě

Délka hrany prvků :	1,00 [m]
Vyhlažovat síť :	ano
Generovat víceuzlové prvky :	ano

#### Výsledek generování sítě

**Síť konečných prvků byla úspěšně vygenerována.**

Počet uzlů 2410

Počet prvků 1447 (plošných 795, nosníkových 163, přechodových 489)

### Vstupní data (Fáze budování 1)

#### Nosníky

Číslo	Umístění	Uložení [m]		Uvažova t vlastní tíhu	Průřez	Materiál	Kontakty	
		Začátek	Konec				vlevo	vpravo
1	Volná linie č. 1	├─	└─ 0,30	Ano	$A = 2,48E-03$ $m^2/m$ ; $I_y = 1,97E-06$ $m^4/m$	EN 10210-1 : S 235	(není zadán)	(není zadán)
2	Volná linie č. 2	├─	└─ 0,30	Ano	$A = 1,24E-03$ $m^2/m$ ; $I_y = 1,97E-06$ $m^4/m$	EN 10210-1 : S 235	(není zadán)	(není zadán)

Číslo	Průřez		Materiál	
	$I_y$ [m <sup>4</sup> /m]	$A$ [m <sup>2</sup> /m]	$E$ [MPa]	$G$ [MPa]
1	1,97E-06	2,48E-03	210000,00	81000,00
2	1,97E-06	1,24E-03	210000,00	81000,00



## Liniové podpory

Číslo	Umístění	Podepření	
		Ve směru X	Ve směru Z
1	Linie sítě č. 34	pevné	volné
2	Linie sítě č. 32	pevné	volné
3	Linie sítě č. 36	pevné	volné
4	Linie sítě č. 26	pevné	volné
5	Linie sítě č. 35	pevné	pevné

## Přetížení

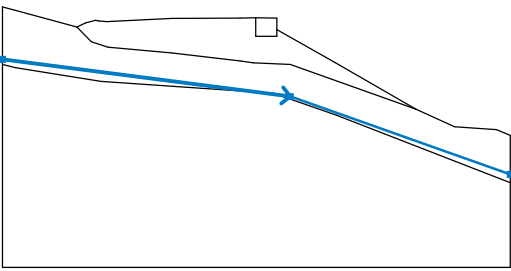
Číslo	Typ	Umístění / Bod 1	Počátek / Bod 1	Délka / Bod 2	Šířka / Bod 2	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost		
		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	pásové	na povrchu	x = 11,00	l = 3,50		0,00	50,00		kN/m <sup>2</sup>

## Názvy přetížení

Číslo	Název
1	doprava

## Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	8,80	17,00	6,60	30,00	2,00

## 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
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)

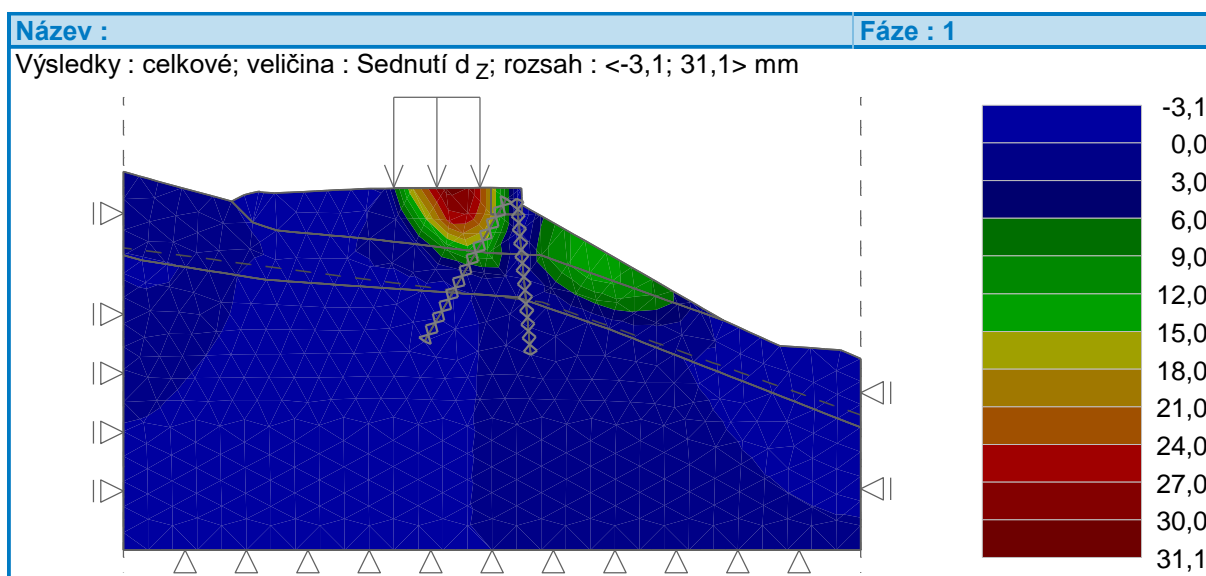
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :  $\gamma_{M,\phi} = 1,25$

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

**Výpočet stability skončil úspěšně.**

Nastavení výpočtu : **uživatelské**

**Stupeň stability FS = 1,60**



### 5.3 Závěr

V statickom výpočte bola navrhnutá a posúdená úprava krajnice na ceste II/527 v úseku km 75,557 – 76,732.

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.