

Statický výpočet

Obsah:

1.	ÚVOD.....	1
1.1.	VŠEOBECNĚ	1
1.2.	POPIS KONSTRUKCE.....	1
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	1
1.4.	LITERATURA.....	2
2.	STATICKÝ VÝPOČET.....	2
2.1.	GEOMETRIE.....	2
2.2.	ZATÍŽENÍ.....	5
2.2.1.	Stálé zatížení.....	5
2.2.2.	Nahodilé zatížení	5
2.2.3.	Vedlejší zatížení.....	5
2.2.4.	Mimořádné zatížení	5
2.3.	NÁVRH A POSOUZENÍ ZDI.....	5
2.3.1.	Posouzení vlastní zdi	6
2.3.2.	Posouzení stability svahu s úpravou vrstev	13
3.	ZÁVĚR.....	21

1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o zárubní opěrnou zeď u obce Podhradí u Bakova nad Jizerou. Zeď se nachází v patě násypu drážního tělesa podél komunikace III/2766, která je vedena v souběhu.

1.2. Popis konstrukce

Jedná se o tížnou zeď proměnné výšky od 1.7m až po 2.7m. Po délce je zeď rozdělena na 2 části, které odpovídají jednotlivým objektům stavby. Zeď objektu 251 je dlouhá 144.40m a zeď objektu 252 má délku 42.66m. V příčném řezu má zeď přední i zadní základový ústupek, zadní část je přitom betonována do kontaktu s výkopem.

1.3. Předpoklady výpočtu

Předpokládá se betonáž na rubu do kontaktu s výkopem. Provádění výkopů po jednotlivých dilatačních celcích délky 5m tak, aby nedošlo k destabilizaci drážního tělesa. Výkopy lze provádět šachovnicově minimálně ob dva dilatační celky.

1.4. Literatura

Normy:

- ČSN EN 1992 Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí základy

Programy:

- GEO-4 FINE s.r.o. Praha, řešení geotechnických úloh

Podklady:

- Geodetické zaměření
- Fotodokumentace
- Rekognoskace
- Rozpracovaný projekt

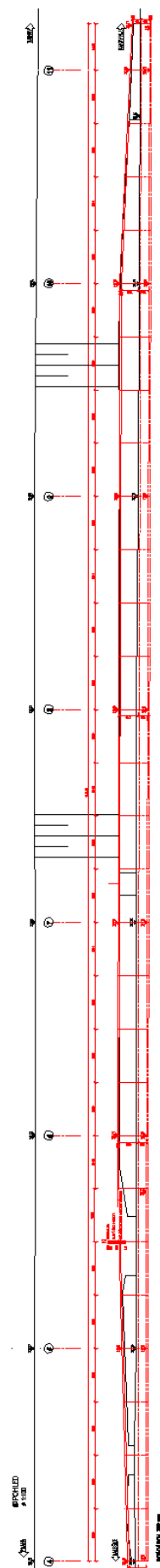
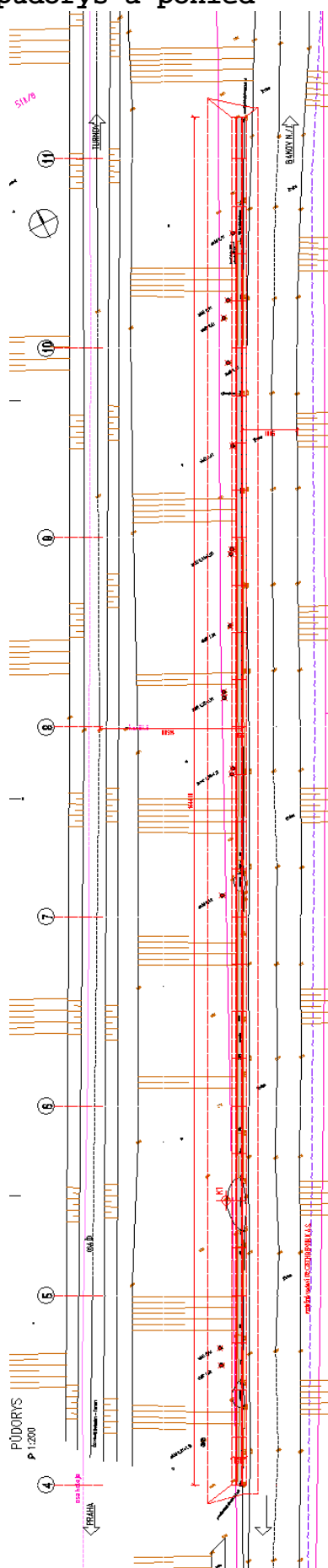
2. Statický výpočet

2.1. Geometrie

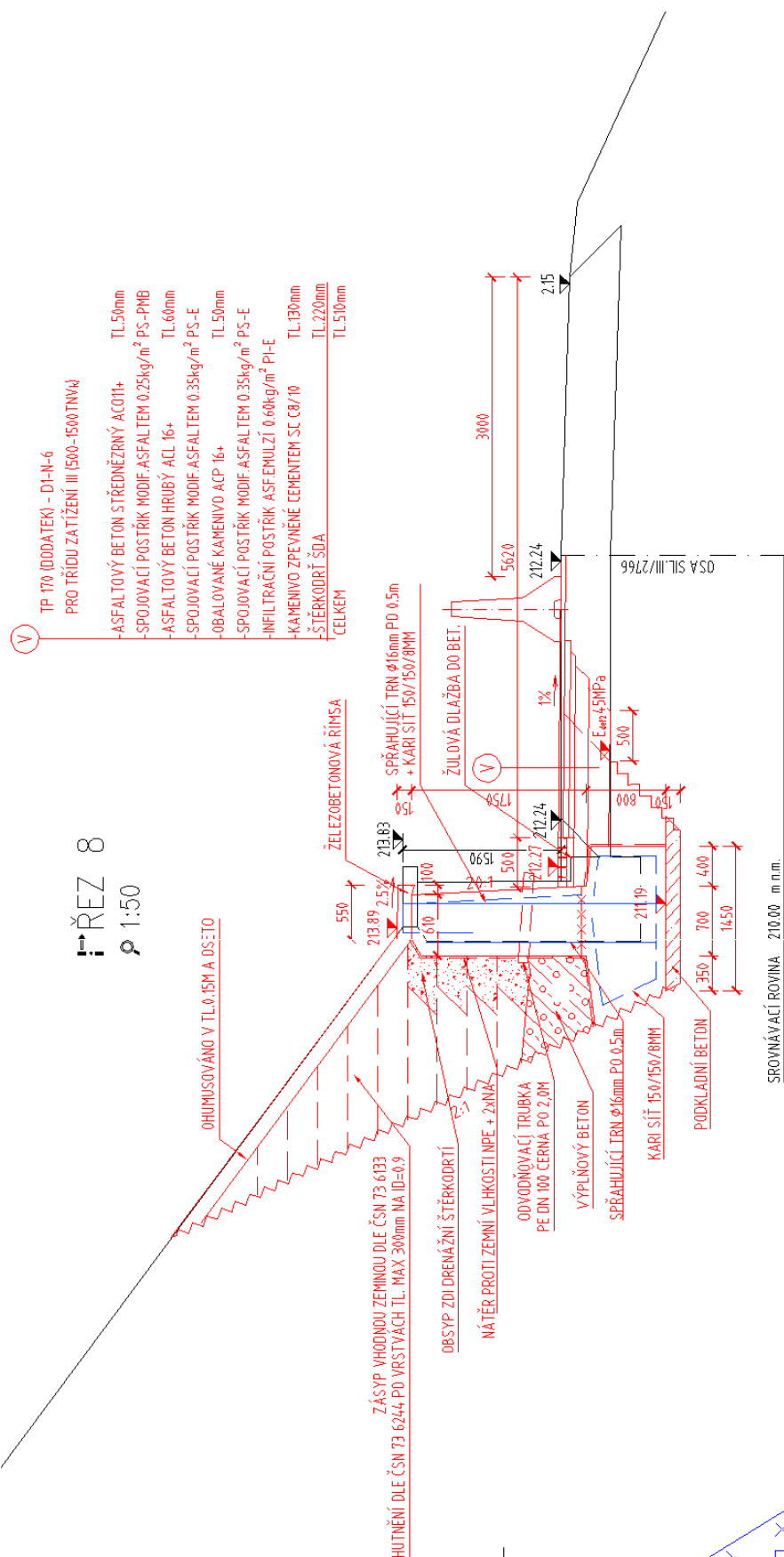
Tvar a základní rozměry konstrukce i modelu jsou patrné z příložených schémat. Model nosné konstrukce je zvolen jako opěrná tížná zeď z betonu.

Vstupní údaje a údaje o modelu jsou s ohledem na množství dat uvedeny pouze základní, kompletní vstupy jsou archivovány u projektanta.

SO 251 půdorys a pohled



8
REZ
1:50



2.2. Zatížení

2.2.1. Stálé zatížení

Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce je v programu vygenerováno ze zadaného tvaru zdi i terénu a materiálových charakteristik.

2.2.2. Nahodilé zatížení

Nahodilé zatížení je uvažováno od vlaku UIC-71 a to rozneseným plošným zatížením jako přitížení povrchu terénu:

$$p = \frac{80}{6.0} = 13.33 \text{ kPa}$$

Dynamický součinitel se neuplatní.

2.2.3. Vedlejší zatížení

Účinky vedlejšího zatížení nemají na tuto konstrukci zásadní vliv, jsou zanedbány.

2.2.4. Mimořádné zatížení

Mimořádné zatížení není s ohledem na charakter konstrukce uvažováno.

2.3. Návrh a posouzení zdi

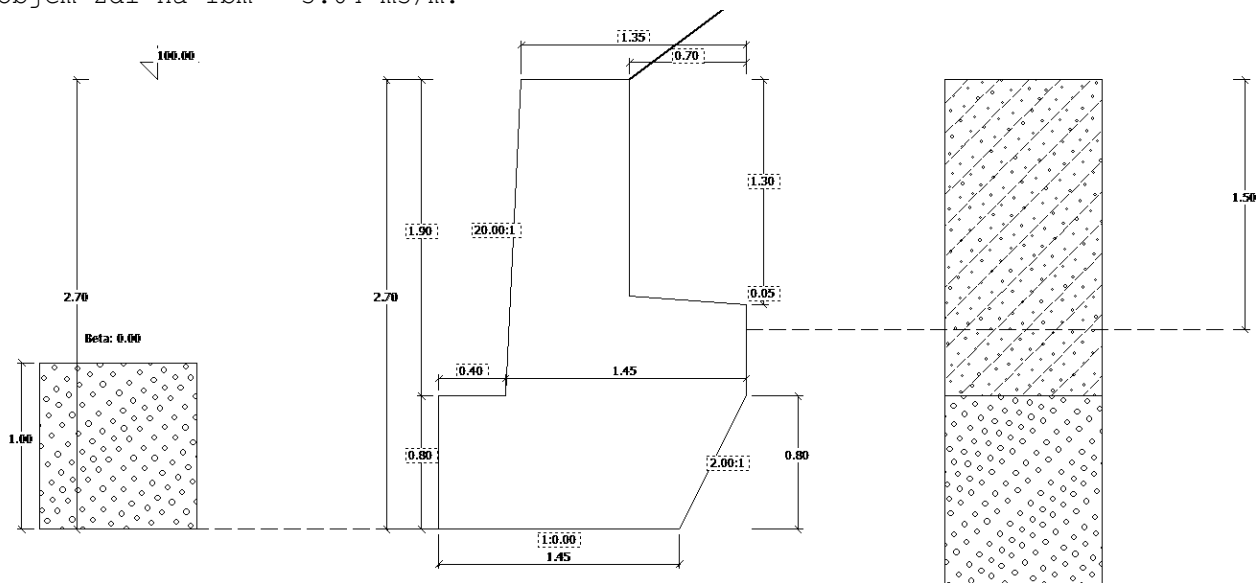
Výpočet je proveden pomocí programového systému GEO-4 pro řešení geotechnických problémů, podprogramem T-ZED pro výpočet tížných zdí. Pro posouzení stability svahu je použit podprogram STABILITA. Kompletní vstupní a výstupní data jsou archivována u projektanta, s ohledem na množství výstupních údajů jsou přiloženy pouze vybrané údaje, grafy a schémata.

Název	gamma, sat [kN/m3]	pórovitost [0-1]	gamma, sk [kN/m3]	gamma, su [kN/m3]
Třída G3 ,ulehlá	21.00	-	-	11.00
Třída S4	21.00	-	-	11.00

Geometrie konstrukce

Číslo bodu.	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	1.30
3	0.70	1.35
4	0.70	1.90
5	0.30	2.70
6	-1.15	2.70
7	-1.15	1.90
8	-0.75	1.90
9	-0.65	0.00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Objem zdi na 1bm = 3.04 m³/m.

**Materiál konstrukce:**

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

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy ČSN 73 1201 R.

Beton : B 20

Pevnost v tlaku $R_{\text{bd}} = 11.50 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $R_{\text{btd}} = 0.90 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{\text{b}} = 27000.00 \text{ MPa}$

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 1.34 (úhel sklonu je 36.78 stupňů).
Výška náspu je 7.85 m, délka náspu je 10.50 m.

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.50 m.
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2.70 m.
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

Zadaná přitížení

Typ	Název	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x [m]	Délka [m]	Šířka [m]	Hloub. [m]
Pásové	vlak UIC-71	13.33		11.00	6.00		

Odpor na líci konstrukce:

Odpor na líci konstrukce uvažován jako tlak v klidu.

Zemina na líci konstrukce - Třída G3, ulehlá

Výška zeminy před zdí $h = 1.00 \text{ m}$

Výpočet proveden dle klasické teorie bez redukce vstupních parametrů zemin.

Výpočet tížné zdi - posouzení čis.1: (zeď h=270)

Sklon svahu (beta) je větší než výpočtový úhel vnitřního tření zeminy (ϕ).
Program počítal s hodnotou $\beta = \phi$.

Spočtené síly působící na konstrukci:

Název	F, vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F, svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0.00	-1.08	70.01	0.90	1.000
Odpor na líci	-3.98	-0.33	0.02	0.36	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.18	19.99	1.52	1.000
Aktivní tlak	52.05	-1.33	13.77	1.91	1.000
vlak UIC-71	0.02	-2.51	0.01	1.15	1.000

Vstupní údaje pro posouzení:

Úhel tření konstrukce-zemina	psi	= 35.50 stup.
Soudržnost konstrukce-zemina	a	= 5.00 kPa
Výpočtová únosnost základové půdy	Rd	= 150.00 kPa

Posouzení celé zdi:**Posouzení na překlpení:**

Moment vzdorující Mvzd	= 119.65 kNm/m
Moment klopící Mkl	= 68.03 kNm/m

Stupeň bezpečnosti = 1.76 > 1.50

Zeď na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí:

Vodorovná síla vzdorující Hvzd	= 79.02 kN/m
Vodorovná síla posunující Hpos	= 48.09 kN/m

Stupeň bezpečnosti = 1.64 > 1.50

Zeď na posunutí VYHOVUJE

Síly působící ve středu základové spáry:

Celkový moment M	= 23.38 kNm/m
Normálová síla N	= 103.81 kN/m
Smyková síla Q	= 48.09 kN/m

Posouzení únosnosti základové půdy:

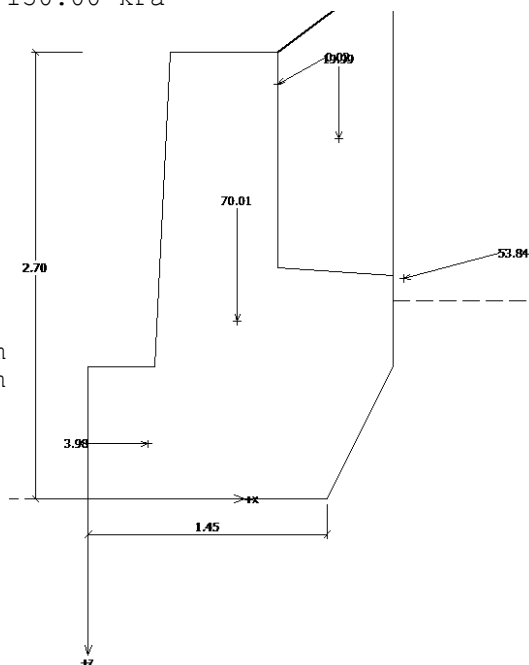
Excentricita normálové síly e	= 22.52 cm
Maximální dovolená excentricita e,dov	= 47.69 cm
Excentricita normálové síly VYHOVUJE	

Napětí v základové spáře Sigma = 104.37 kPa

Únosnost základové půdy Rd = 150.00 kPa

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - OPĚRA VYHOVUJE



Výpočet tížné zdi - dimenzace čís.1: (zeď h=270)

Sklon svahu (beta) je větší než výpočtový úhel vnitřního tření zeminy (ϕ).
Program počítal s hodnotou $\beta = \phi$.

Spočtené síly působící na konstrukci:

Název	F, vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F, svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0.00	-0.78	39.70	0.56	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.37	19.99	1.12	1.000
Aktivní tlak	40.72	-0.80	17.46	1.44	1.000
vlak UIC-71	0.02	-1.71	0.01	0.74	1.000

Posouzení dříku zdi:

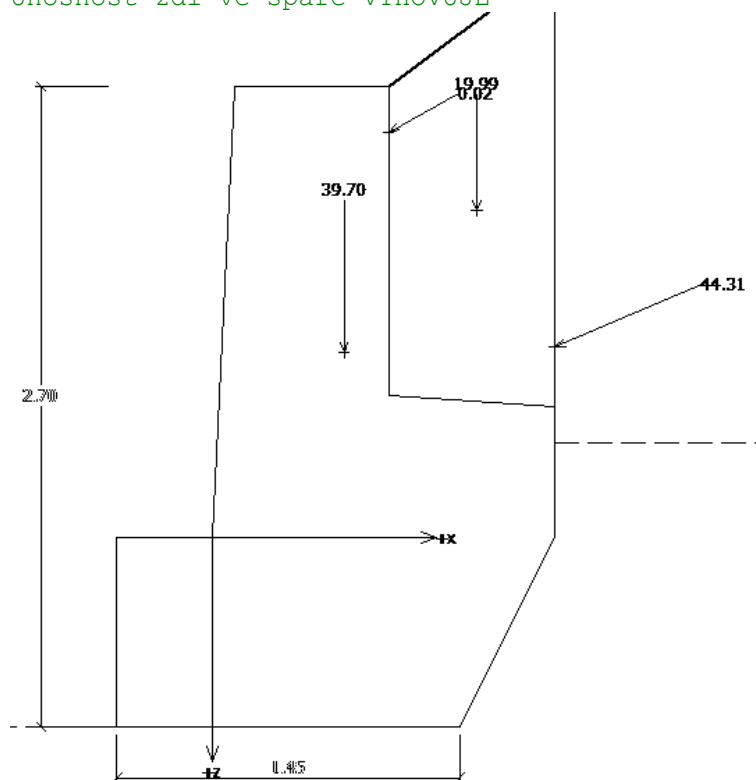
Výška průřezu $h = 1.44 \text{ m}$

Smyk : $Q_d = 40.74 \text{ kN/m} < Q_u = 433.48 \text{ kN/m}$

Tlak + Ohyb : $M_d = 18.73 \text{ kNm/m}$

$N_d = 77.16 \text{ kN/m} < N_u = 10885.32 \text{ kN/m}$

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE



Výpočet tížné zdi - dimenzace čís.2: (zeď h=270)

Sklon svahu (beta) je větší než výpočtový úhel vnitřního tření zeminy (ϕ).
Program počítal s hodnotou $\beta = \phi$.

Spočtené síly působící na konstrukci:

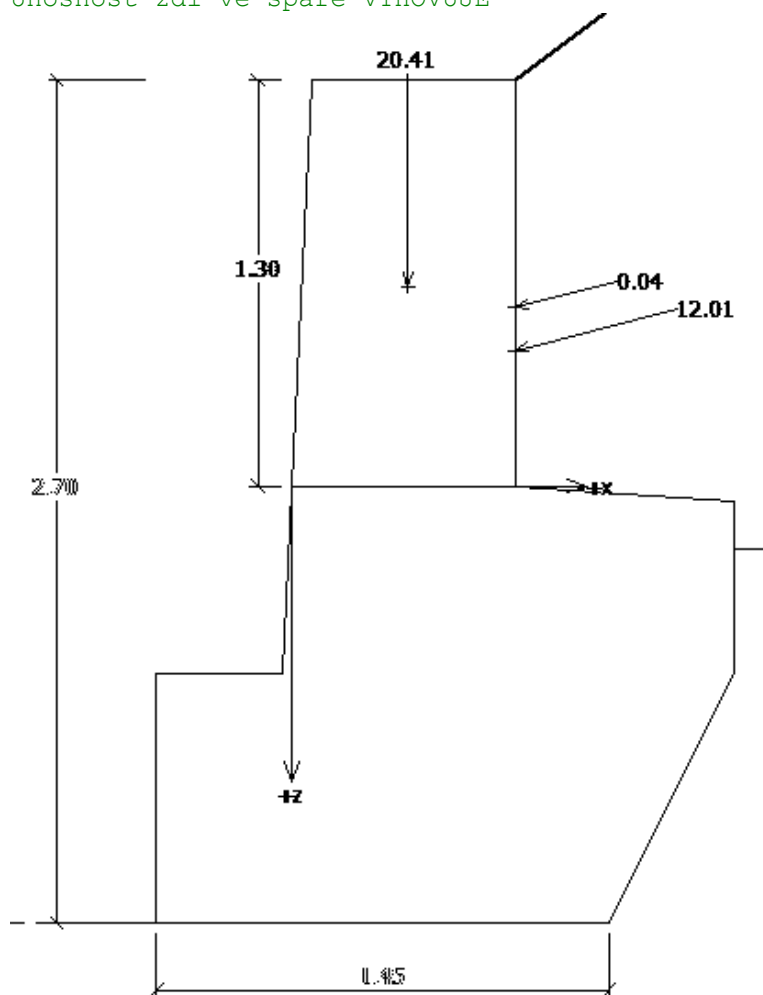
Název	F, vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F, svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0.00	-0.64	20.41	0.37	1.000
Aktivní tlak	11.63	-0.43	3.01	0.72	1.000
vlak UIC-71	0.04	-0.57	0.01	0.72	1.000

Posouzení zdi v pracovní spáře 1.30m od koruny zdi:

Výška průřezu $h = 0.72$ m

Smyk : $Q_d = 11.66$ kN/m < $Q_u = 214.50$ kN/m
Tlak + Ohyb : $M_d = 3.65$ kNm/m
Nd = 23.42 kN/m < $N_u = 4512.75$ kN/m

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE



Výpočet tížné zdi - dimenzace čis.3: (zeď h=270)

Sklon svahu (beta) je větší než výpočtový úhel vnitřního tření zeminy (ϕ).
 Program počítal s hodnotou $\beta = \phi$.

Spočtené síly působící na konstrukci:

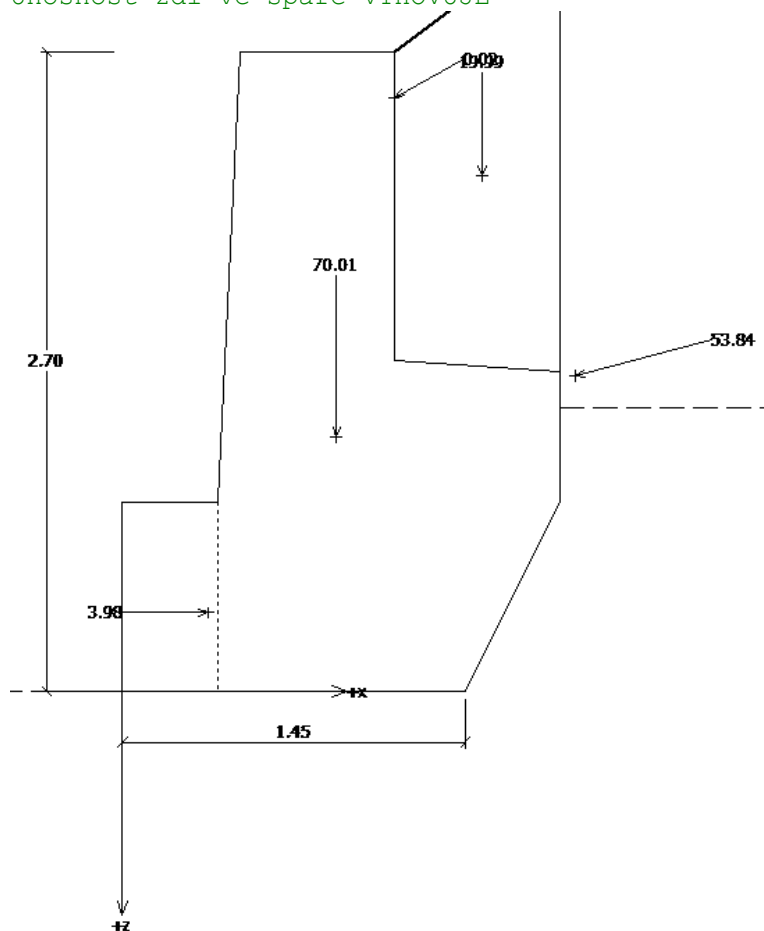
Název	F, vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F, svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0.00	-1.08	70.01	0.90	1.000
Odpor na líci	-3.98	-0.33	0.02	0.36	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.18	19.99	1.52	1.000
Aktivní tlak	52.05	-1.33	13.77	1.91	1.000
vlak UIC-71	0.02	-2.51	0.01	1.15	1.000

Posouzení předního výstupku zdi:

Výška průřezu $h = 0.80$ m
 Napětí v zákl.spáře = 104.37 kPa

Smyk : $Q_d = 41.75$ kN/m < $Q_u = 240.00$ kN/m
 Ohyb : $M_d = 8.35$ kNm/m < $M_u = 93.74$ kNm/m

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE



Výpočet stability svahu:

Výpočet číslo 1:

Parametry kruhové smykové plochy:

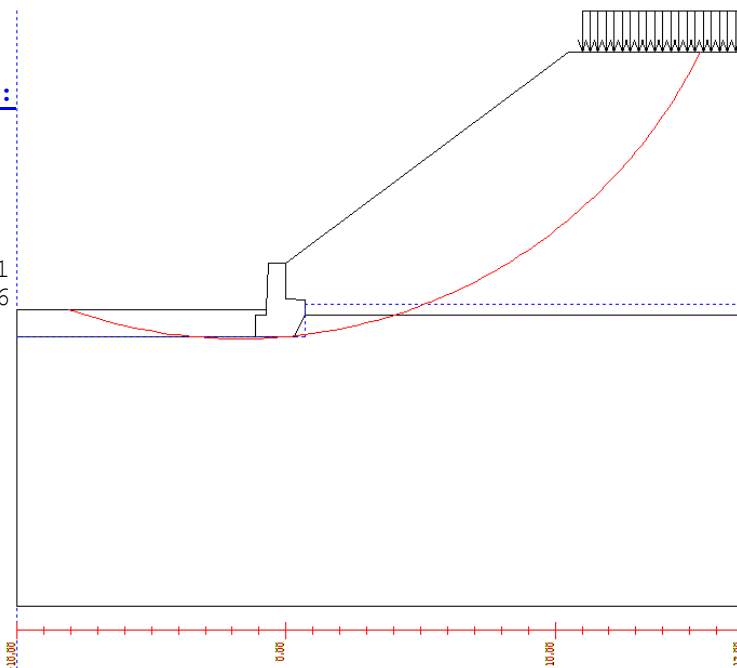
Souřadnice středu X = -1.71 m
 Y = 116.29 m
 Poloměr r = 19.08 m

Výsledky:

Stupeň stability - Bishop = 1.41
 - Petterson = 1.26

Sumace aktivních sil = 652.85 kN/m

Sumace pasivních sil = 923.76 kN/m



Výpočet číslo 2:

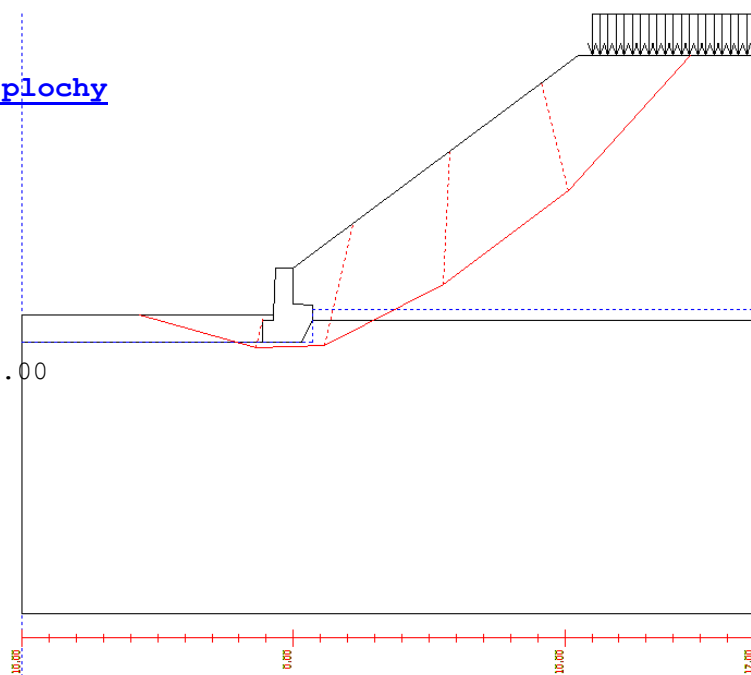
Souřadnice polygonální smykové plochy

Bod čís.	Souř. X [m]	Hloubka [m]
1	-5.65	98.30
2	-1.36	97.10
3	1.16	97.19
4	5.52	99.44
5	10.13	102.87
6	14.64	107.85

Faktor vodorovné akcelerace kh = 0.00

Výsledky:

Stupeň stability = 1.32



2.3.2. Posouzení stability svahu s úpravou vrstev

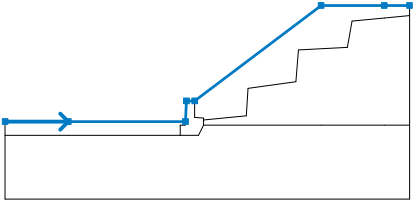
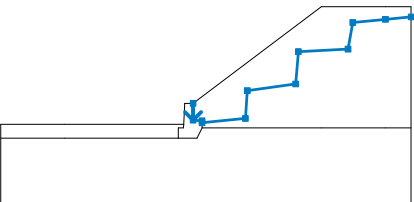
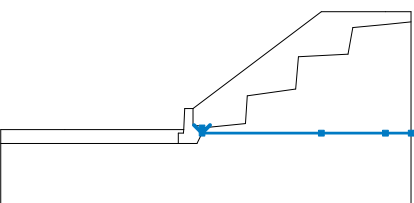
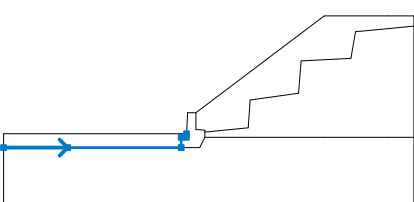
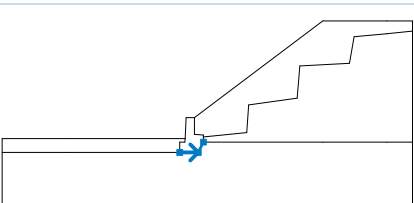
Výpočet stability svahu

Projekt


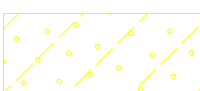
Datum : 7.11.2014

Typ výpočtu : v efektivních parametrech



Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15.00	98.38	-10.00	98.38	-0.73	98.38
		-0.65	100.00	0.00	100.00	10.00	107.48
		15.00	107.48	17.00	107.48		
2		0.00	100.00	0.00	98.70	0.70	98.65
		0.70	98.50	4.08	98.83	4.22	100.98
		8.00	101.50	8.21	104.00	12.08	104.20
		12.45	106.26	15.00	106.50	17.00	106.69
3		0.70	98.50	0.70	98.10	10.00	98.10
		15.00	98.10	17.00	98.10		
4		-15.00	97.30	-10.00	97.30	-1.15	97.30
		-1.15	98.10	-0.75	98.10	-0.73	98.38
5		-1.15	97.30	0.30	97.30	0.70	98.10

Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Třída G3, ulehlá		35.50	0.00	19.00
2	Třída S4		29.00	5.00	18.00

Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída G3, ulehlá		21.00		
2	Třída S4		20.00		

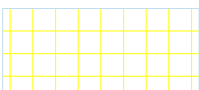
Parametry zemin
Třída G3, ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 35.50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Třída S4

Objemová tíha : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 5.00 \text{ kPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]
1	Tuhé těleso		23.00

Přirazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přirazená zemina
		x	z	x	z	
1		0.00	98.70	0.70	98.65	Třída S4
		0.70	98.50	4.08	98.83	
		4.22	100.98	8.00	101.50	
		8.21	104.00	12.08	104.20	
		12.45	106.26	15.00	106.50	
		17.00	106.69	17.00	107.48	
		15.00	107.48	10.00	107.48	
		0.00	100.00			
2		0.70	98.10	10.00	98.10	Třída G3, ulehlá
		15.00	98.10	17.00	98.10	
		17.00	106.69	15.00	106.50	
		12.45	106.26	12.08	104.20	
		8.21	104.00	8.00	101.50	
		4.22	100.98	4.08	98.83	
		0.70	98.50			
3		0.30	97.30	0.70	98.10	Tuhé těleso
		0.70	98.50	0.70	98.65	
		0.00	98.70	0.00	100.00	
		-0.65	100.00	-0.73	98.38	
		-0.75	98.10	-1.15	98.10	
		-1.15	97.30			
4		-10.00	97.30	-1.15	97.30	Třída G3, ulehlá
		-1.15	98.10	-0.75	98.10	
		-0.73	98.38	-10.00	98.38	
		-15.00	98.38	-15.00	97.30	
5		0.30	97.30	-1.15	97.30	Třída G3, ulehlá
		-10.00	97.30	-15.00	97.30	
		-15.00	92.30	17.00	92.30	
		17.00	98.10	15.00	98.10	
		10.00	98.10	0.70	98.10	

Přetížení

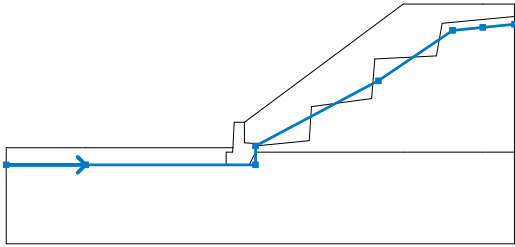
Číslo	Typ	/		/		Sklon α [°]	Velikost		
		z [m] / x ₁ [m]	x [m] / z ₁ [m]	l [m] / x ₂ [m]	b [m] / z ₂ [m]		q, q ₁ , f, F	q ₂	jednotka
1	pásové	na povrchu	x = 11.00	l = 6.00		0.00	13.33		kN/m ²

Názvy přetížení

Číslo	Název
1	vlak UIC-71

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15.00	97.30	-10.00	97.30	0.70	97.30
		0.70	98.50	8.43	102.62	13.10	105.81
		15.00	106.00	17.00	106.20		

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Nastavení výpočtu

Nastavení výpočtu : Uživatelské

Typ výpočtu : Stupeň bezpečnosti

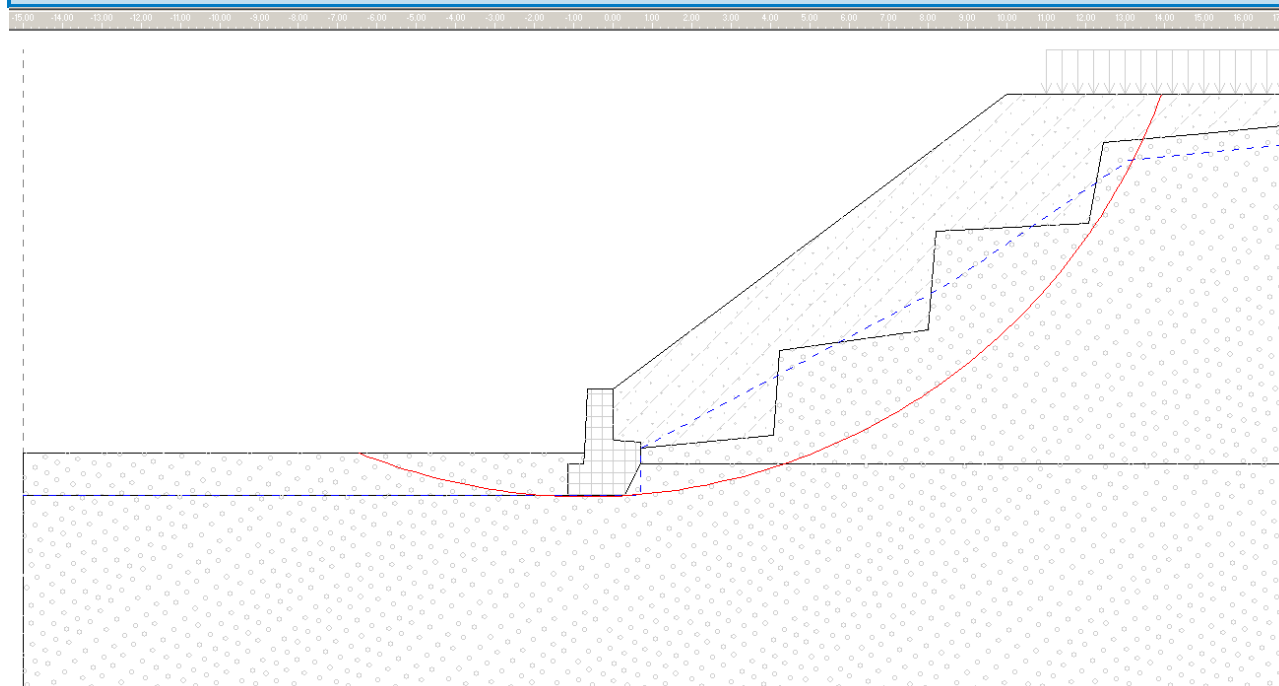
Stupeň bezpečnosti : 1.20

Výsledky

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-0.68 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-21.80 [°]
	z =	112.82 [m]		$\alpha_2 =$	69.92 [°]
Poloměr :	R =	15.55 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					



Posouzení stability svahu (Bishop)

 Sumace aktivních sil : $F_a = 604.50 \text{ kN/m}$

 Sumace pasivních sil : $F_p = 776.58 \text{ kN/m}$

 Moment sesouvající : $M_a = 9401.84 \text{ kNm/m}$

 Moment vzdorující : $M_p = 12078.25 \text{ kNm/m}$

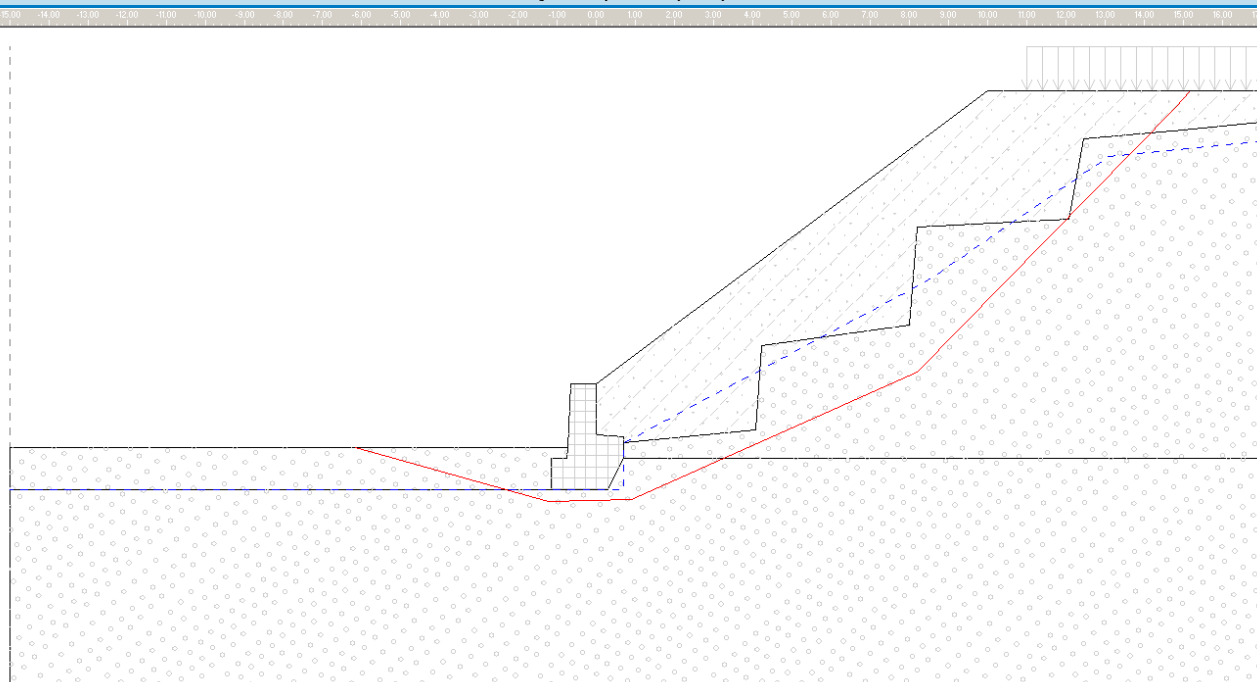
 Stupeň bezpečnosti = $1.28 > 1.20$
Stabilita svahu VYHOVUJE

Výpočet 2

Polygonální smyková plocha

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-6.17	98.38	-1.23	97.00	0.90	97.06	8.21	100.31	14.84	107.09
15.18	107.48								

Smyková plocha po optimalizaci.



Posouzení stability svahu (Sarma)

Stupeň bezpečnosti = 1.35 > 1.20

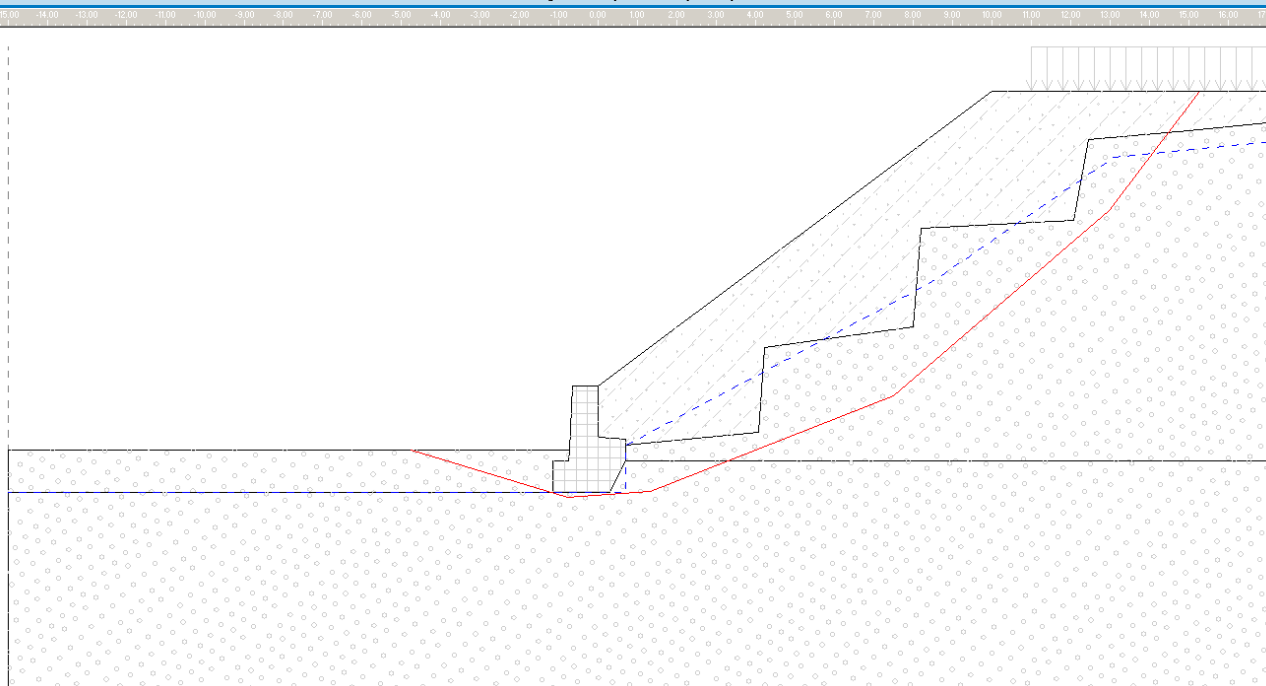
Stabilita svahu VYHOVUJE

Výpočet 3

Polygonální smyková plocha

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-4.77	98.38	-0.77	97.19	1.33	97.32	7.51	99.75	12.99	104.47
15.29	107.48								

Smyková plocha po optimalizaci.



Posouzení stability svahu (Spencer)

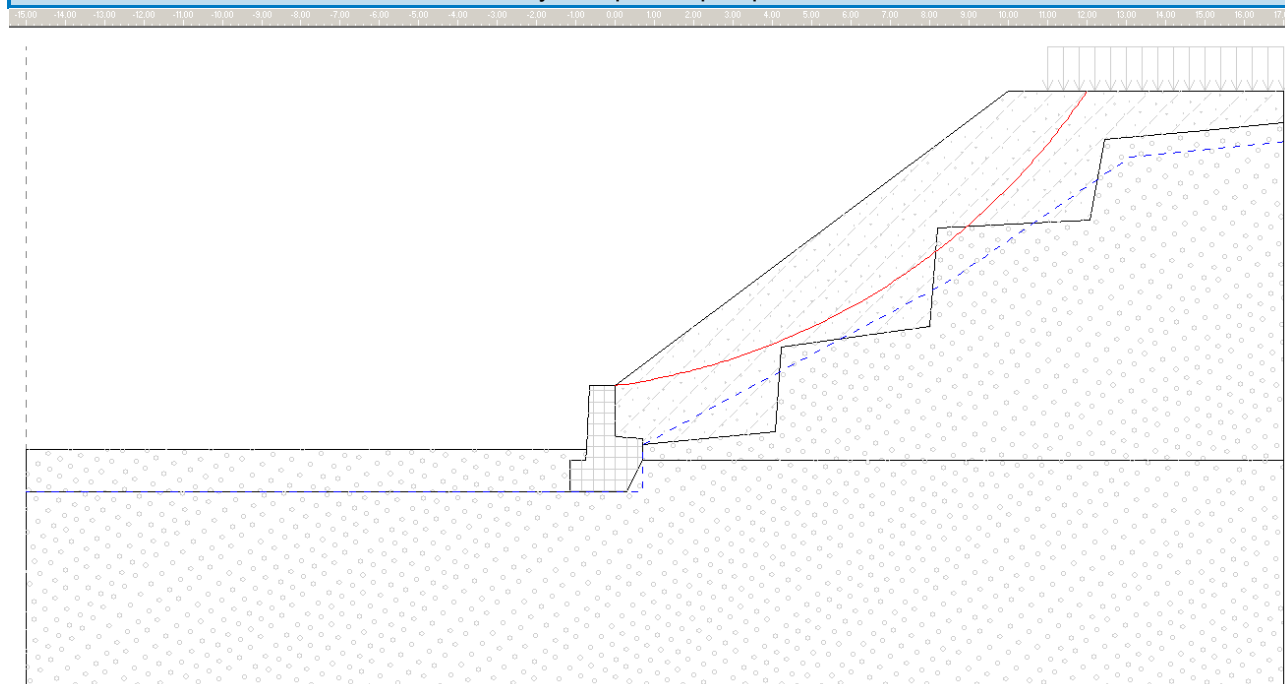
Stupeň bezpečnosti = 1.27 > 1.20

Stabilita svahu VYHOVUJE

Výpočet 4

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-2.42 [m]	Úhly :	α_1 =	8.00 [°]
	z =	117.25 [m]		α_2 =	55.88 [°]
Poloměr :	R =	17.42 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					



Posouzení stability svahu (Bishop)

 Sumace aktivních sil : $F_a = 214.70$ kN/m

 Sumace pasivních sil : $F_p = 268.46$ kN/m

 Moment sesouvající : $M_a = 3739.13$ kNm/m

 Moment vzdorující : $M_p = 4675.44$ kNm/m

Stupeň bezpečnosti = 1.25 > 1.20

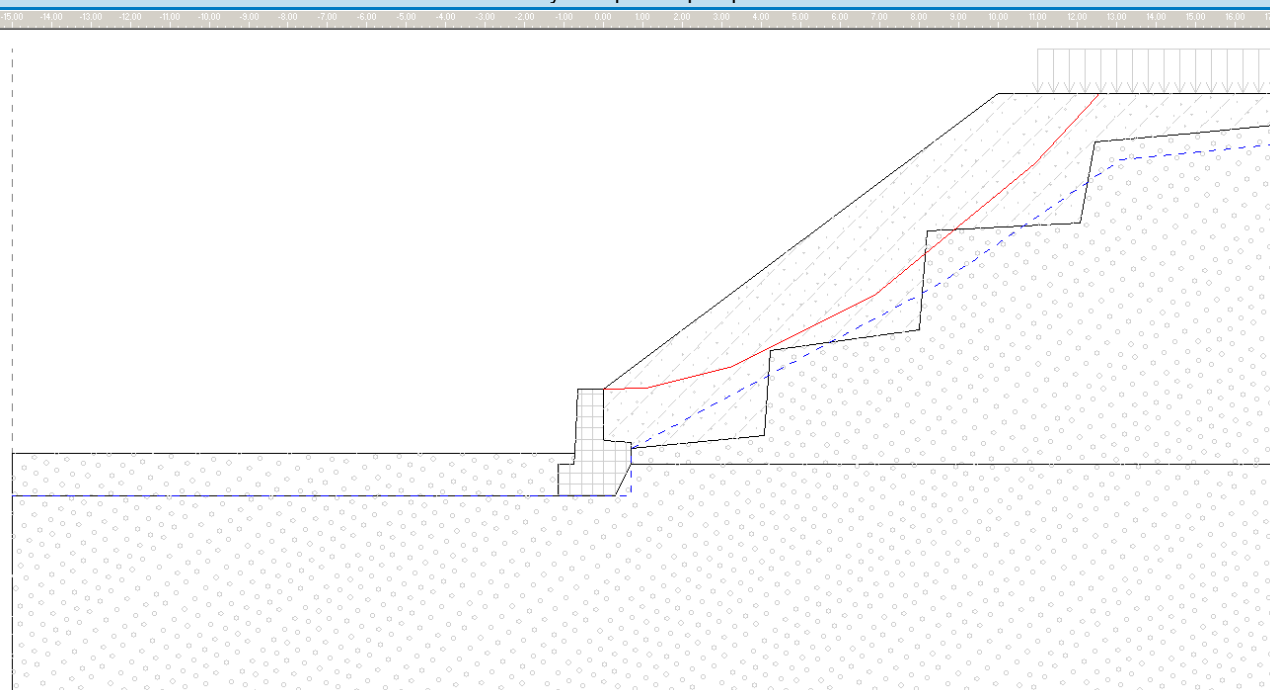
Stabilita svahu VYHOVUJE

Výpočet 5

Polygonální smyková plocha

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.00	100.00	1.10	100.03	3.28	100.59	6.89	102.41	10.93	105.71
12.51	107.42	12.56	107.48						

Smyková plocha po optimalizaci.



Posouzení stability svahu (Sarma)

Stupeň bezpečnosti = 1.27 > 1.20

Stabilita svahu VYHOVUJE

3. Závěr

Navržená konstrukce zdi vyhovuje za materiálových a geometrických předpokladů uvedených výše. Stabilita úpravy byla určena pro charakteristiky zemin stanovené na základě IGP a zařazení zemin zastižených v provedených sondách. Při výkopech je **nutné dodržovat šachovnicové provádění vždy ob 2 dilatační celky**, tedy každý třetí.

V Liberci, dne 17.12.2014
 Vypracoval Ing.T.Humpal