



**GEOING**

PODJETJE ZA GEOTEHNIČNI IN  
GRADBENI INŽENIRING d.o.o.  
Primorska ulica 10, 2000 MARIBOR  
Tel.: 02/320 38 80, Fax.: 02/320 38 81  
GSM: 041 618 638

## 10.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI

ŠTEVILČNA OZNAKA IN VRSTA ELABORATA:  
**10. Dopolnitev geotehničnih pogojev temeljenja  
in stabilnostne razmere na območju objekta  
TELOVADNICA PRI OSNOVNI ŠOLI KAPELA**

NAROČNIK:  
**OBČINA RADENCI  
Radgonska cesta 9  
9252 RADENCI**

OBJEKT:  
**TELOVADNICA PRI OSNOVNI ŠOLI KAPELA**

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:  
**DGD**

ZA GRADNJO:  
**NOVOGRADNJA**

IZDELOVALEC ELABORATA:  
**GEOING d.o.o.  
Primorska ulica 10  
2000 MARIBOR**



ODGOVORNI IZDELOVALEC ELABORATA:

**Stanislav Dokl, univ.dipl.inž.grad.**  
Identifikacijska številka: **G - 1377**

Žig in podpis:

**STANISLAV DOKL**  
univ. dipl. inž. grad.  
**IZS G-1377**

Številka elaborata:  
**47-V/19**

Številka izvoda:  
**1 2 3**

Kraj:  
**Maribor**

Datum izdelave elaborata:  
**maj 2019**

Dopolnitev geotehničnih pogojev temeljenja in stabilnostne razmere na območju objekta  
Telovadnica pri OŠ Kapela

<b>10.2 KAZALO VSEBINE ELABORATA</b>
--------------------------------------

<b>ELABORAT</b>		
-----------------	--	--

10.	Dopolnitev geotehničnih pogojev in stabilnost	št. 47-V/19
10.1	Naslovna stran elaborata	
10.2	Kazalo vsebine elaborata	
10.3	Dopolnitev geotehničnih pogojev temeljenja in stabilnost	
10.4	Grafične priloge	
1	Situacija sond vrtin in prerezov	M 1:500
2, 3, 4	Geotehnični prerezi P-1 do P3	M 1:200
10.5	Izračuni projektne nosilnosti temeljnih tal R/A'	
10.6	Stabilnostne analize	

### 10.3 DOPOLNITEV GEOTEHNIČNIH POGOJEV IN STABILNOSTNE RAZMERE

#### 10.3.1 SPLOŠNO

Predmetno dopolnitev podajamo na osnovi rezultatov iz obstoječega Geotehničnega poročila št. 21-VI/11, ki ga je junija 2011 izdelalo podjetje GEOING d.o.o. iz Maribora.

Predvidena telovadnica bo tlorisne velikost 31,8 x 49,95 m in temeljena na koti 292,15 m. Obdelali smo temeljenje na pasovnih in točkovnih temeljih.

#### 10.3.2 POVZETEK TERENSKIH RAZISKAV IZ OBSTOJEČEGA GEOTEH. POROČILA

Iz zgoraj navedenega Geotehničnega poročila smo uporabili sondažne vrtine od V-1 do V-6, katerih lega je vidna v situaciji in geotehničnih profilih (grafične priloge št. 1 do 4).

##### 10.3.2.1 Podzemna voda

Z ozirom na sestav terena lahko v območju predmetne parcele pričakujemo pojav precejnih vod, katerih količina je odvisna od padavin.

#### 10.3.3 POGOJI TEMELJENJA

##### 10.3.3.1 Povzetek terenskih raziskav (geološko-geotehnične razmere)

Iz gološkega vidika gradijo predmetno območje miocenski (M) laporji, prekriti s svojo preperino in plastmi glin ter peska z drobnimi prodniki.

Raziskani temeljni polprostor sestavljajo pod največ 0,20 m debelim humusnim slojem puste in peščene glin (CI, CL), srednje do težko gnetnih konsistenc, ki v globinah od -0,50 do 1,50 m pod koto terena prehajajo v slabo granulirane peščeno glinaste do meljne zemljine (SFs, SFc) z drobnimi prodniki, rahlega do srednje gostega sestava.

Navedena struktura je v globinah od -1,40 do -2,30 m pod koto terena odložena na mastne glin (CH), poltrdnih konsistenc.

Osnovna hribina glinasti lapor se nahaja v globinah od -2,20 do -2,50 m pod koto terena.

Lega podzemne vode je opisana v točki 10.2.2.1.

##### 10.3.3.2 Sistem in globina temeljenja

Z ozirom na sestav temeljnih tal in zasnovu objekta smo obdelali temeljenje na pasovnih in točkovnih temeljih.

Glede na podatke projektanta smo obdelali temeljenje objekta na koti temeljenja 292,15 m. Minimalna globina temeljenja objekta  $D = 6$  m pod koto terena vpada v lapornato hribino.

##### 10.3.3.3 Izračun dopustne obremenitve – Pa in projektne nosilnosti tal R/A`

Za vrednotenje dopustne obremenitve tal sta merodajna kriterij loma tal pod temelji in dopustno posedanje objekta.

Robne dopustne obremenitve temeljnih tal smo računali po metodi Brinch-Hansena, kjer je uporabljena naslednja osnovna relacija za izračun robnih napetosti:

$$Pa = c \times Nc \times dc \times ic \times D \times Nq \times sq \times iq + 0,5 \times \gamma \times B \times sy \times iy$$

in upoštevane naslednje geofizikalne karakteristike temeljnega polprostora:

- lapor, trdne konsistence

$\gamma$	= 21,00 kN/m <sup>3</sup>	... suha prostorninska teža,
$\varphi$	= 34°	... strižni kot,
$c$	= 15,00 kN/m <sup>2</sup>	... kohezija,
$M_s$	= 30.000 kN/m <sup>2</sup>	... modul stisljivosti,
$F_\varphi$	= 1,25	... varnostni količnik,
$F_c$	= 1,25	... varnostni količnik,
$k$	= 10 <sup>-9</sup> m/s	... koeficient vodoprepustnosti.

- glina, srednje do težko gnetnih konsistenc

$\gamma$	= 19,00 kN/m <sup>3</sup>	... suha prostorninska teža,
$\varphi$	= 20°	... strižni kot,
$c$	= 5,00 kN/m <sup>2</sup>	... kohezija,
$M_s$	= 3.000 kN/m <sup>2</sup>	... modul stisljivosti,
$F_\varphi$	= 1,25	... varnostni količnik,
$F_c$	= 1,25	... varnostni količnik,
$k$	= 10 <sup>-7</sup> m/s	... koeficient vodoprepustnosti.

Za navedene parametre smo dobili s pomočjo rač. programa PROKON vrednost **vertikalne dopustne obremenitve Pa laporja na pobočju:**

- Pa = 300 kN/m<sup>2</sup> ... pasovni temelji.
- Pa = 350 kN/m<sup>2</sup> ... točkovni temelji.

Navedena vrednost je tudi največja dovoljena robna obremenitev temeljnih tal.

**Projektna nosilnost R/A' lapornatih temeljnih tal na pobočju:**

- R/A' = 400 kN/m<sup>2</sup> ... pasovni temelji.
- R/A' = 500 kN/m<sup>2</sup> ... točkovni temelji.

Za dokončno dimenzioniranje temeljev je obvezno v analizo vključiti dejanske vplive konstrukcije in dejansko geometrijo temeljev ter tudi kriterije mejnega stanja uporabnosti (SLS) – dopustnih usedkov!

Pri analizi projektne odpornosti tal je potrebno upoštevati tudi vse delne varnostne faktorje za vplive oz. učinke vplivov in varnostne faktorje za posamezno vrsto temeljenja (SIST EN 1997-1:2005 Dodatek A – Preglednica A.5 – za plitvo temeljenje).

Izračuni projektne nosilnosti tal so vidni v poglavju 10.5.

**10.3.3.4 Kriterij usedkov**

Absolutni usedki, ki se bodo aktivirali pri vertikalnih obremenitvah tal so določeni po metodi srednjega modula stisljivosti in izračunani s programom PROKON. Pri izkoriščeni vertikalni obremenitvi se bodo v zaglinjenih prodih in gruščih aktivirali računski usedki velikosti  $U_{abs.}$  = do 1,5 cm, kar je v mejah dovoljenega za navedeno strukturo temeljnih tal.

### 10.3.3.5 Seizmični podatki

Širše obravnavano območje sodi po Karti potresne nevarnosti Slovenije s povratno dobo 475 let v širše področje SV dela Slovenije, kjer se upošteva računsko vrednost potresnega pospeška temeljnih tal  $a_{gR} = 0,125 \times g$ .

Temeljna tla po svoji sestavi ustrezajo **tipu tal "A"** (po preglednici 3.1 SIST EN 1998-1:2006).

### 10.3.4 STABILNOSTNE RAZMERE IN ZAŠČITNI UKREPI

Iz Karte verjetnosti pojavljanja plazov (GZS) je razvidno, da predmetna parcela leži na območju, kjer je velika verjetnost plazenja tal. Iz opozorilne karte erozije pa, da se obravnavana parcela nahaja na območju zahtevnih zaščitnih ukrepov.

Vkopne brežine temeljnih jam objekta bo potrebno med gradnjo izvesti v stabilnem naklonu in jih zaščititi pred erozijo. Stabilnostno smo preverili vkopne brežine gradbene jame objekta.

Stabilnostne analize so bile izdelane s programom GEO5 - Janbu slope stability analysis. Program omogoča izdelavo stabilnostnih analiz, ki lahko upoštevajo krožne in poligonalne porušnice. Stabilnostne analize so bile narejene v glinah in laporju, materialih, ki sestavljata vkopno brežino gradbene jame.

#### 10.3.4.1 Geomehanski parametri za izračun stabilnih naklonov vkopnih brežin gradb. jame

Geomehanski parametri posameznih materialov so bili privzeti na podlagi izkušenj ter opravljenih terenskih raziskav materialov na predmetnem območju. V izračunih so bile uporabljene fizikalne karakteristike materialov iz poglavja 10.3.3.3 na strani št. 4.

Varnost proti zdrsu smo definirali z minimalnim varnostnim količnikom  $F = 1,25$ .

V spodnji tabeli so prikazani računsko določeni faktorji varnosti v posameznih materialih, v povezavi s strižnim kotom materiala. **Vpliv podzemne vode ni upoštevan (drenirano stanje).**

**Tabela 1:** Računsko določen faktor varnosti, strižni kot materiala in varni naklon brežine:

F	Strižni kot [°]	Material	Varni naklon
1,83	20	GLINA	2:3
1,76	20	GLINA	2:3
2,27	20	GLINA	2:3
1,85	20	GLINA	2:3
1,41	20-34	GLINA-LAPOR	2:3 in 2:1
1,74	20-34	GLINA-LAPOR	2:3 in 2:1
1,37	20-34	GLINA-LAPOR	2:3 in 2:1
1,50	34	LAPOR	2:1
1,66	20-34	GLINA-LAPOR	2:3 in 2:1

Obstoječi (naravni) teren je stabilen ( $F > 1,25$ ).

**Glede na privzete rezultate terenskih geotehničnih raziskav in rezultate stabilnostnih analiz zaključujemo, da so vkopne brežine gradbene jame pri glinah in laporjih v analiziranih naklonih in v suhem stanju varne pred zdrsom.**

**Obvezno je vzdrževaje suhega stanja in erozijska zaščita brežin (naprimer mreže in torkret). V nasprotnem primeru je potrebno izvesti varovanje brežin pred zarušavanjem z ustrežno konstrukcijo. Vkopane zidove objekta v glinastih materialih je potrebno dimenzionirati z upoštevanjem aktivnega zemeljskega pritiska.**

**Priporočamo pa, da se vkopne brežine varujejo z ustrežno konstrukcijo napram cesti na JV in JZ strani predvidenega objekta (uvrtani jekleni profili, založeni s plohi).**

Rezultati stabilnostnih analiz so prikazani v poglavju 10.6.

### 10.3.5 ODVOD METEORNIH IN DRUGIH VOD

Predmetno območje je pod vplivom precejnih vod.

Odvodnjavanje površinskih in precejnih vod je potrebno izvesti tako, da bo možen kontroliran odtok in preprečeno pronicanje v območje temeljev objekta. V času gradnje je predvideti ustrezen način črpanja padavinske vode iz gradbene jame.

Okoli objekta mora biti na koti neprepustne podlage izvedena ustrežna drenaža, ki bo preusmerjala precejne vode iz območja objekta.

Odvod padavinskih vod iz območja objekta je potrebno načrtovati tako, da ne bo ogrožena stabilnost terena in s tem preprečena erozija terena na sosednje parcele ali objekte.

Padavinske vode s strešnih površin morajo biti speljane preko peskolovov v odvodnjo.

Ponikanje padavinskih vod ne bo možno, ker so lapornata tla slabo prepustna  $k = 10^{-9}$  m/s.

### 10.3.6 ZAKLJUČEK

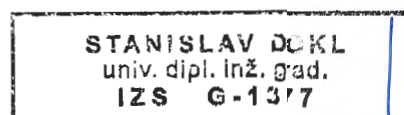
Izračun dopustnih obremenitev in deformacij temeljnih tal je določen za predpostavljene dimenzije temeljev in globino temeljenja objekta.

Obvezno je urediti odvodnjo podzemnih vod (drenaže) in površinsko odvodnjavanje iz zunanje ureditve in iz strehe objekta.

Pri izvedbi zemeljskih del in temeljnega dela objekta je obvezen geotehnični nadzor, ki bo potrdil ustreznost kvalitete temeljnih tal glede na tukaj navedene pogoje oziroma uskladi morebitna odstopanja.

Sestavil:

Stanislav Dokl, univ.dipl.inž.grad.



**10.4 GRAFIČNE PRILOGE**

**10.5 Izračuni projektne nosilnosti temeljnih tal R/A'**



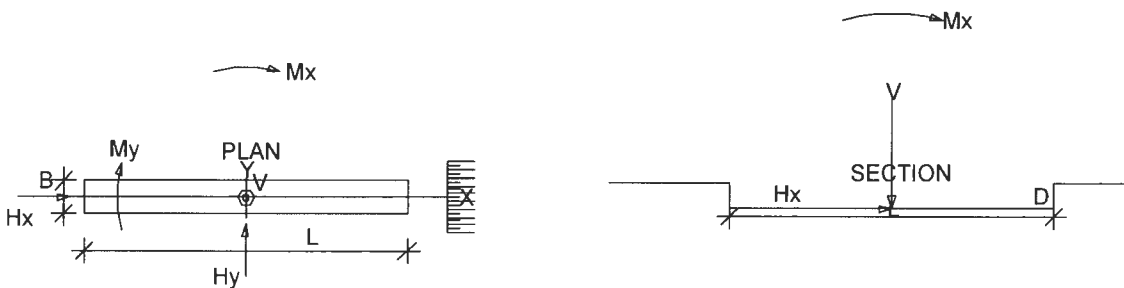
## Bearing Capacity of Shallow Foundations :

### Input Data



General Parameters		Probability Dist.	Std. Dev	Minimum	Maximum
Length of base L (m)	10	Triangular		1.95	2.05
Width of base B (m)	1	Triangular		1.95	2.05
Shallow depth of base D (m)	.8	Triangular		0.75	0.75
Found. Surface x-dip (°)	0	Normal	1		
Found. Surface y-dip (°)	0	Deterministic			
General slope dip β (°)	0	Normal	2		
Vertical load V	1200	Normal	10		
Vload X-eccentricity ex	0	Triangular		0.16	0.24
Vload Y-eccentricity ey	0	Triangular		0	0.13
Hor. Load X-direction Hx	0	Triangular		180	220
Hor. Load Y-direction Hy	0	Triangular		80	120
Moment about Y-axis My (kN.m)	0	Triangular		45	55
Moment about X-axis Mx (kN.m)	0	Triangular		36	44

Soil Parameters		Probability Dist.	Std. Dev	Minimum	Maximum
Soil friction angle R (°)	25	Normal	3		
Soil cohesion c	8	Normal	4		
Soil density γ (kN/m <sup>3</sup> )	21	Normal	0.6		
Adhesion to base ca	4	Triangular		9	11
Base friction angle δ (°)	15	Triangular		14	16



### Deterministic Analysis

**Max bearing pressure: 565.87 kN/m<sup>2</sup>**  
**Max Vertical load: 5658.72 kN OK**  
**Max Horizontal load: 361.54 kN OK**

**R/A' = 565.87/1.4 = 404.19 kN/m<sup>2</sup>**

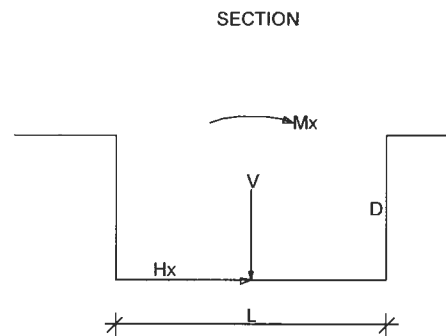
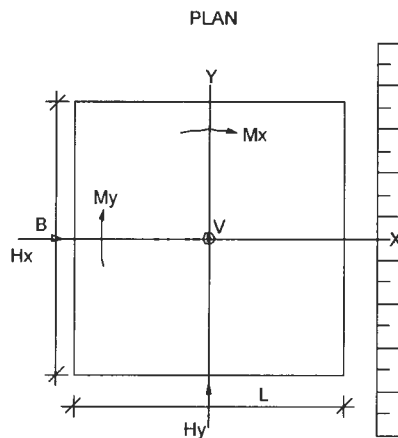
## Bearing Capacity of Shallow Foundations :

### Input Data



General Parameters		Probability Dist.	Std. Dev	Minimum	Maximum
Length of base L (m)	1.5	Triangular		1.95	2.05
Width of base B (m)	1.5	Triangular		1.95	2.05
Shallow depth of base D (m)	0.8	Triangular		0.75	0.75
Found. Surface x-dip (°)	0	Normal	1		
Found. Surface y-dip (°)	0	Deterministic			
General slope dip β (°)	0	Normal	2		
Vertical load V	1200	Normal	10		
Vload X-eccentricity ex	0	Triangular		0.16	0.24
Vload Y-eccentricity ey	0	Triangular		0	0.13
Hor. Load X-direction Hx	0	Triangular		180	220
Hor. Load Y-direction Hy	0	Triangular		80	120
Moment about Y-axis My (kN.m)	0	Triangular		45	55
Moment about X-axis Mx (kN.m)	0	Triangular		36	44

Soil Parameters		Probability Dist.	Std. Dev	Minimum	Maximum
Soil friction angle R (°)	25	Normal	3		
Soil cohesion c	8	Normal	4		
Soil density γ (kN/m <sup>3</sup> )	21	Normal	0.6		
Adhesion to base ca	4	Triangular		9	11
Base friction angle δ (°)	15	Triangular		14	16



### Deterministic Analysis

**Max bearing pressure: 705.98 kN/m<sup>2</sup>**  
**Max Vertical load: 1588.46 kN OK**  
**Max Horizontal load: 330.54 kN OK**

**$R/A' = 705.98/1.4 = 504.27 \text{ kN/m}^2$**

**10.6 STABILNOSTNE ANALIZE**

## Slope stability analysis

### Input data

#### Project

Task : Stabilnostne analize brežin gradbene jame  
 Customer : Občina Radenci  
 Author : GEOING d.o.o.  
 Date : 16.5.2019

#### Settings

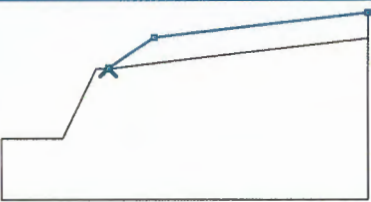
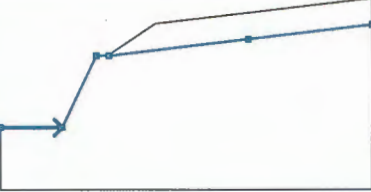
Standard - safety factors

#### Stability analysis



Earthquake analysis : Standard  
 Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors	
Permanent design situation	
Safety factor :	$SF_s = 1,50 [-]$


#### Interface


No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		8,76	7,70	8,76	7,75	12,51	10,25
		30,00	12,25				
2		0,00	2,00	5,00	2,00	7,75	7,70
		8,75	7,70	8,76	7,70	20,00	9,00
		30,00	10,16				

#### Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Glina		20,00	5,00	19,00
2	Hribina		34,00	15,00	21,00

#### Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Glina		19,00		

No.	Name	Pattern	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
2	Hribina		21,00		

### Soil parameters

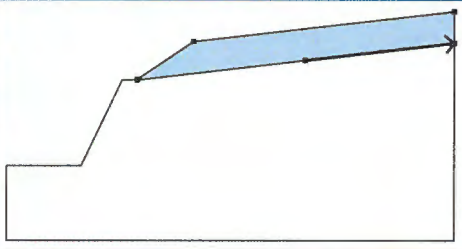

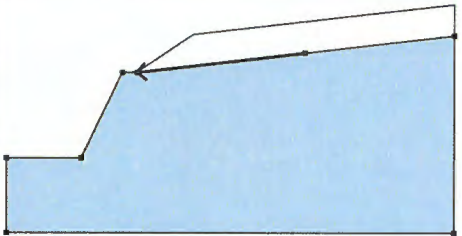

#### Glina

Unit weight :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$   
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

#### Hribina

Unit weight :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 15,00 \text{ kPa}$   
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

### Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		20,00	9,00	30,00	10,16	Glina 
		30,00	12,25	12,51	10,25	
		8,76	7,75	8,76	7,70	
2		20,00	9,00	8,76	7,70	Hribina 
		8,75	7,70	7,75	7,70	
		5,00	2,00	0,00	2,00	
		0,00	-3,00	30,00	-3,00	
		30,00	10,16			

### Water

Water type : No water

### Tensile crack

Tensile crack not input.

### Earthquake

Earthquake not included.

### Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

### Results (Stage of construction 1)

#### Analysis 1

#### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	7,81 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	5,20 [°]
	z =	20,02 [m]		$\alpha_2 =$	39,56 [°]
Radius :	R =	12,22 [m]			

Analysis of the slip surface without optimization.

**Slope stability verification (Bishop)**

Sum of active forces :  $F_a = 40,18$  kN/m

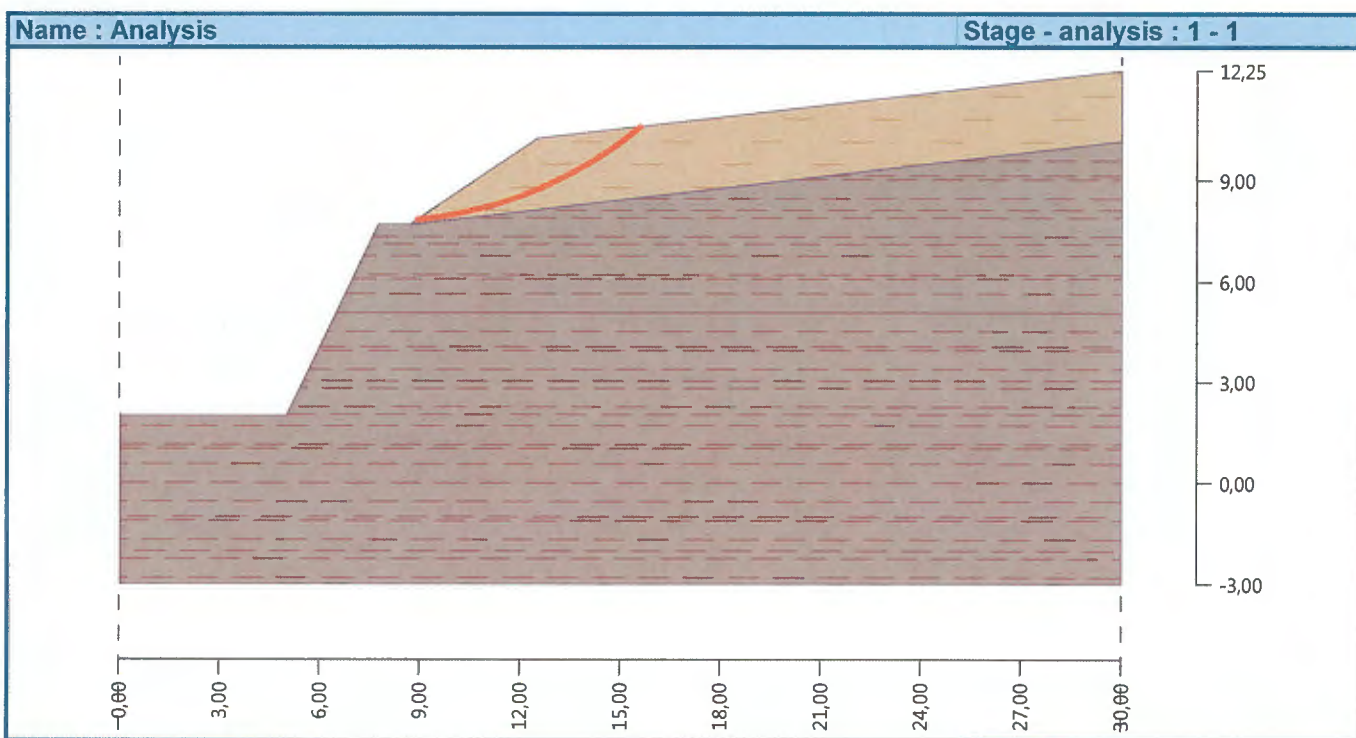
Sum of passive forces :  $F_p = 73,57$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 490,99$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 899,02$  kNm/m

Factor of safety = 1,83 > 1,50

**Slope stability ACCEPTABLE**



**Analysis 2**

**Circular slip surface**

Slip surface parameters					
Center :	x =	7,52 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	8,12 [°]
	z =	17,46 [m]		$\alpha_2 =$	43,84 [°]
Radius :	R =	9,73 [m]			

Analysis of the slip surface without optimization.

**Slope stability verification (Bishop)**

Sum of active forces :  $F_a = 30,37$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 53,39$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 295,47$  kNm/m

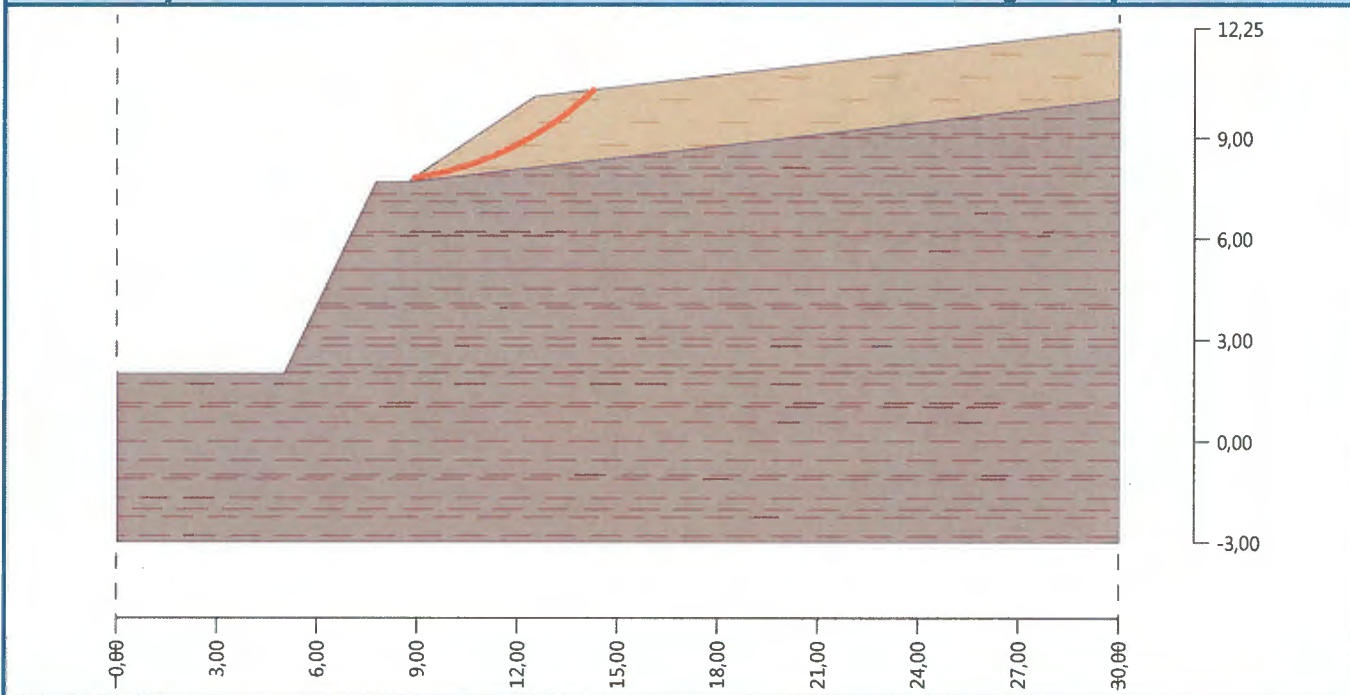
Resisting moment :  $M_p = 519,47$  kNm/m

Factor of safety = 1,76 > 1,50

**Slope stability ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 2



### Analysis 3

#### Circular slip surface

Slip surface parameters				
Center :	x =	3,62 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$ 8,77 [°]
	z =	42,09 [m]		$\alpha_2 =$ 26,10 [°]
Radius :	R =	34,65 [m]		
Analysis of the slip surface without optimization.				

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 49,62$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 112,58$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 1719,19$  kNm/m

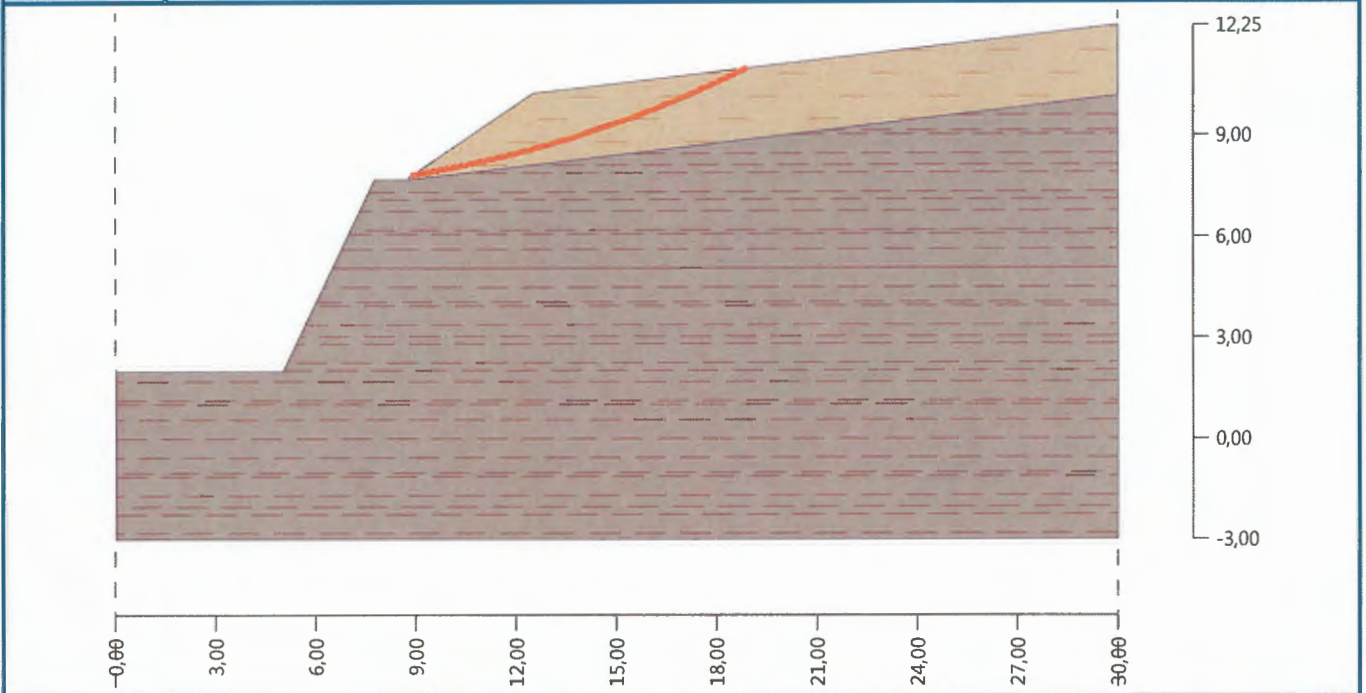
Resisting moment :  $M_p = 3900,95$  kNm/m

Factor of safety = 2,27 > 1,50

**Slope stability ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 3



#### Analysis 4

#### Circular slip surface

Slip surface parameters			
Center :	x =	8,13 [m]	Angles :
	z =	14,57 [m]	
Radius :	R =	6,69 [m]	$\alpha_2 =$ 50,85 [°]
Analysis of the slip surface without optimization.			

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 21,13$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 39,12$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 141,35$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 261,70$  kNm/m

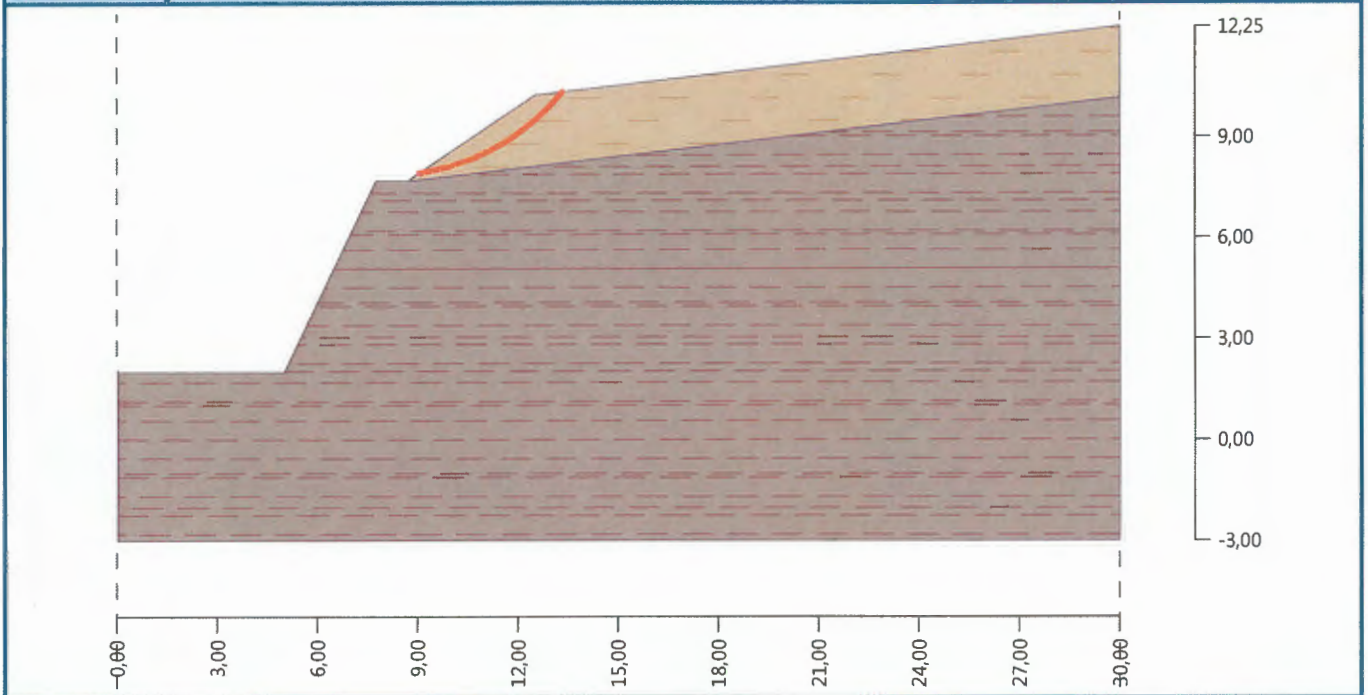
Factor of safety = 1,85 > 1,50

**Slope stability ACCEPTABLE**



Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 4



#### Analysis 5

#### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-0,63 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	19,15 [°]
	z =	18,59 [m]		$\alpha_2 =$	62,29 [°]
Radius :	R =	17,39 [m]			
Analysis of the slip surface without optimization.					

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 330,68$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 467,88$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 5750,61$  kNm/m

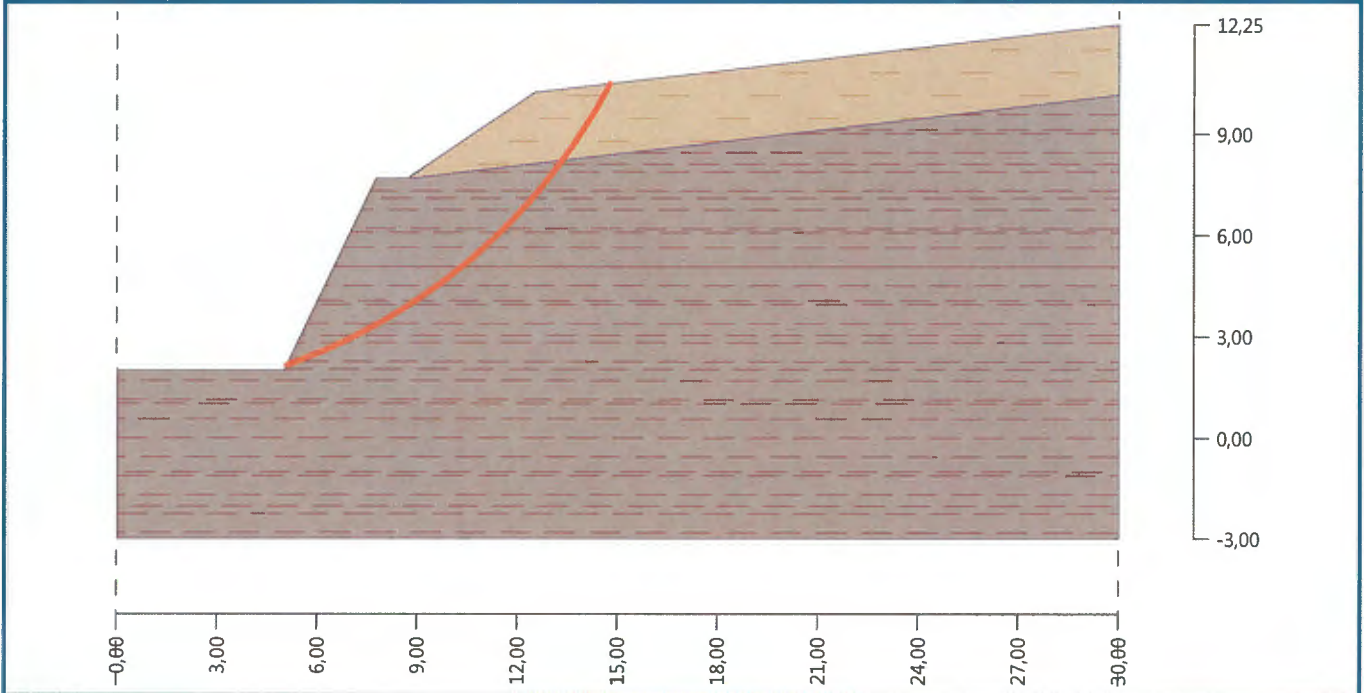
Resisting moment :  $M_p = 8136,38$  kNm/m

Factor of safety = 1,41 < 1,50

**Slope stability NOT ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 5



### Analysis 6

#### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	2,23 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	8,12 [°]
	z =	21,83 [m]		$\alpha_2 =$	57,04 [°]
Radius :	R =	19,93 [m]			
Analysis of the slip surface without optimization.					

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 493,91$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 861,04$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 9844,35$  kNm/m

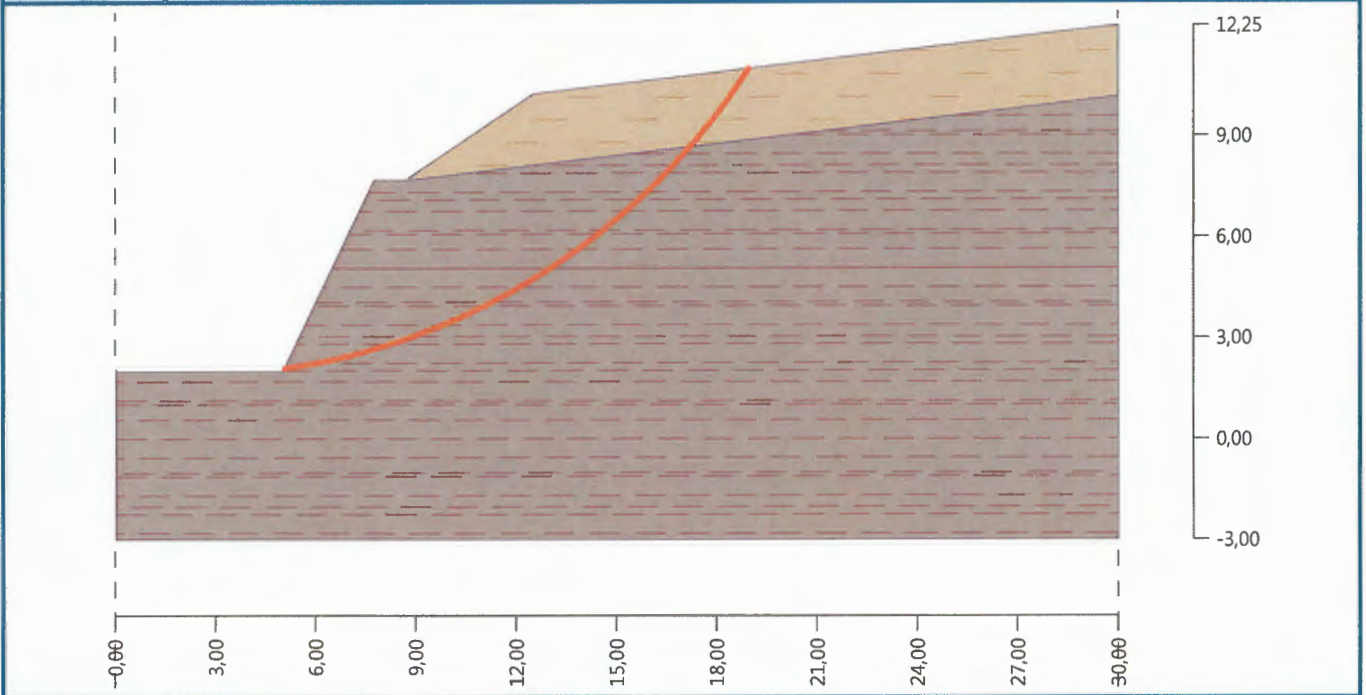
Resisting moment :  $M_p = 17161,77$  kNm/m

Factor of safety = 1,74 > 1,50

**Slope stability ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 6



### Analysis 7

#### Circular slip surface

Slip surface parameters			
Center :	x =	-0,07 [m]	Angles :
	z =	14,32 [m]	
Radius :	R =	13,24 [m]	$\alpha_2 =$ 72,10 [°]
Analysis of the slip surface without optimization.			

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 241,56$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 331,35$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 3199,00$  kNm/m

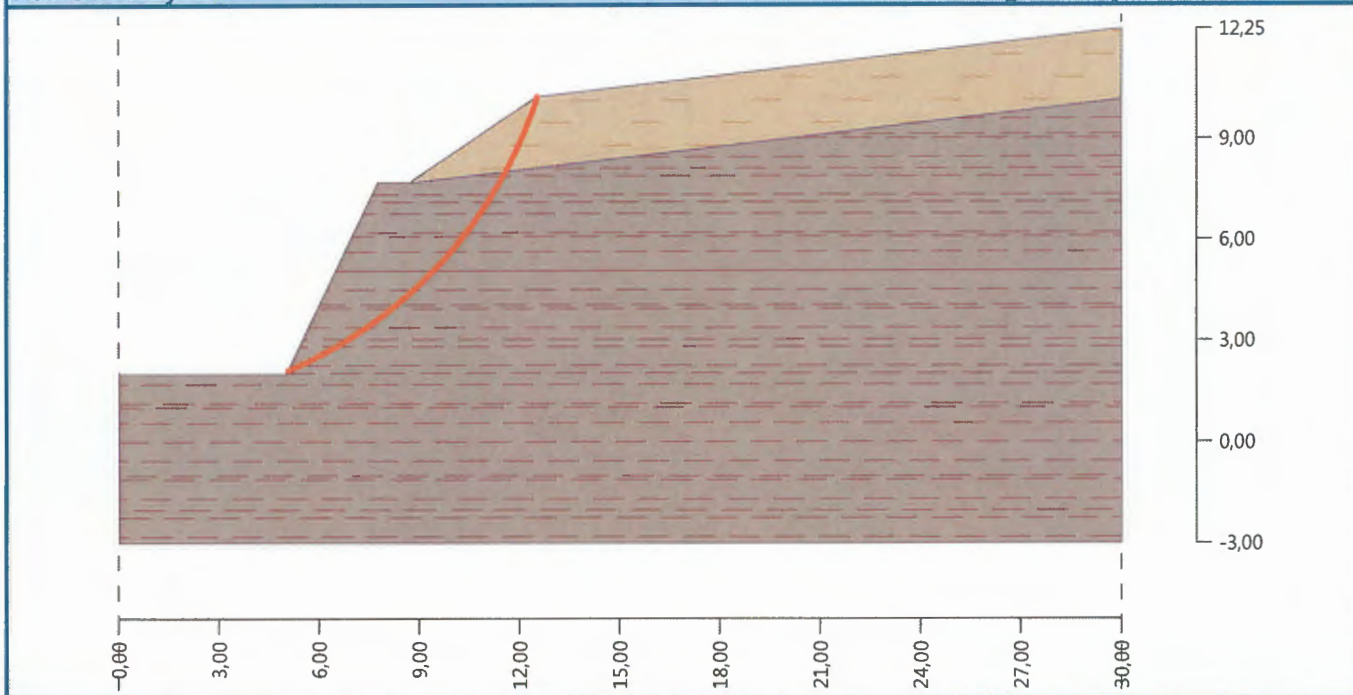
Resisting moment :  $M_p = 4388,11$  kNm/m

Factor of safety =  $1,37 < 1,50$

**Slope stability NOT ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 7



**Analysis 8**

**Circular slip surface**

Slip surface parameters					
Center :	x =	0,65 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	32,12 [°]
	z =	8,96 [m]		$\alpha_2 =$	81,17 [°]
Radius :	R =	8,19 [m]			
Analysis of the slip surface without optimization.					

**Slope stability verification (Bishop)**

Sum of active forces :  $F_a = 103,11$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 154,27$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 844,62$  kNm/m

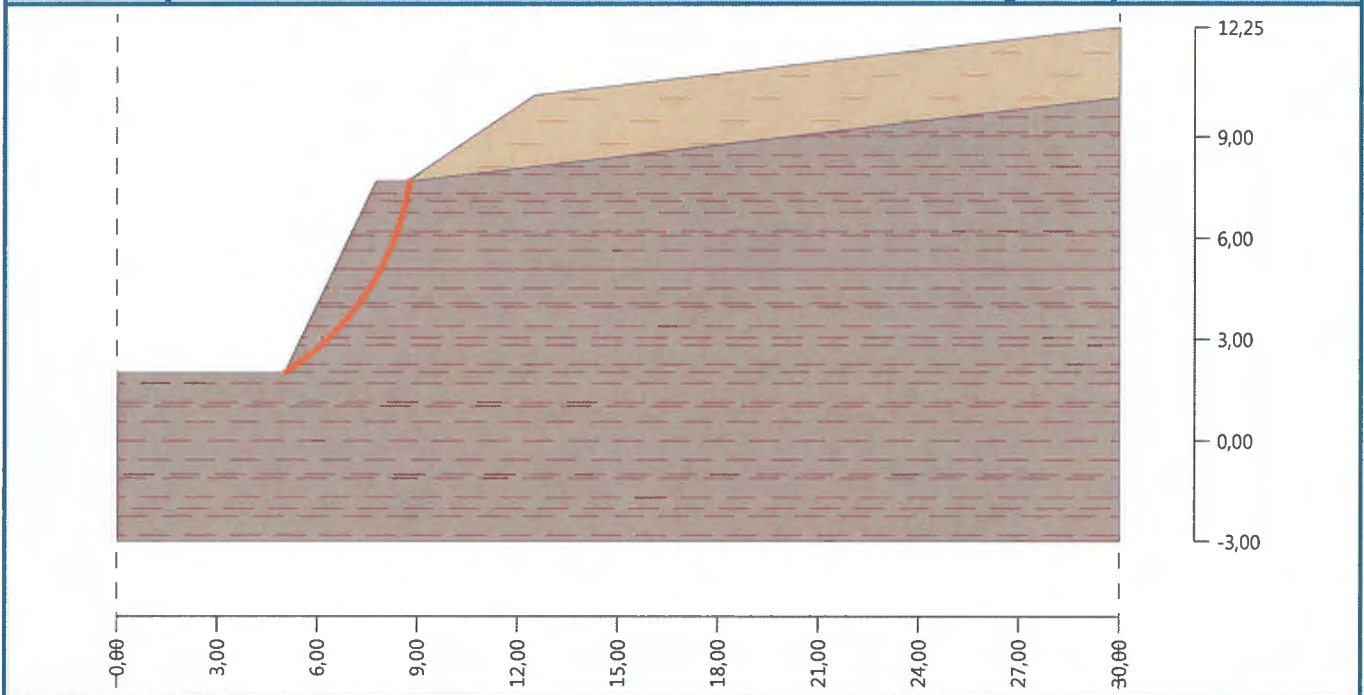
Resisting moment :  $M_p = 1263,65$  kNm/m

Factor of safety =  $1,50 < 1,50$

**Slope stability NOT ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 8



### Analysis 9

#### Circular slip surface

Slip surface parameters			
Center :	x =	1,12 [m]	Angles :
	z =	19,12 [m]	
Radius :	R =	15,92 [m]	$\alpha_1 =$ 17,61 [°]
			$\alpha_2 =$ 57,11 [°]
Analysis of the slip surface without optimization.			

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 198,46$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 328,70$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 3159,34$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 5232,74$  kNm/m

Factor of safety = 1,66 > 1,50

**Slope stability ACCEPTABLE**

Name : Analysis

Stage - analysis : 1 - 9

