

SO 201

VEDOUCÍ ÚDI	VEDOUCÍ PROJEKTU	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL		
ING. M. PERNICA	ING. P. KNEŠL	ING. M. MALINSKÝ	ING. M. MALINSKÝ		
<i>Pernica</i>	<i>Knešl</i>	<i>Malinský</i>	<i>Malinský</i>		
INVESTOR: STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO				DATUM	DUBEN 2022
NÁZEV AKCE: Chodník Černohorská II mezi ul. Příjezdovou a Jezerůvky SO 201 Zárubní zeď				FORMÁT	A4
				STUPEŇ	DSP+PDPS
				MĚŘÍTKO	-
				Č.ARGIVNÍ	907
NÁZEV VÝKRESU: Statické posouzení				ČÍSLO PARÉ	ČÍSLO VÝKRESU 07

OBSAH

1.	ÚVOD	2
2.	SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ	2
3.	INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY	3
4.	METODIKA VÝPOČTŮ	3
5.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	3
6.	ZÁVĚR.....	5

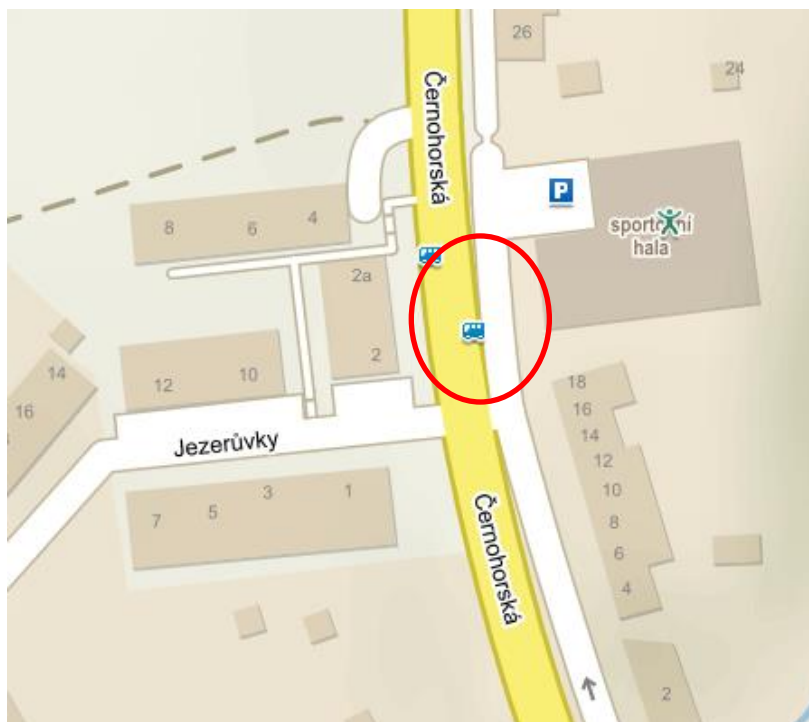
PŘÍLOHY:

1.	Statický výpočet.....	7
----	-----------------------	---

1. ÚVOD

V rámci tohoto statického posudku, pro stupeň projektové dokumentace DSP+PDPS, je zpracován návrh a posouzení rozšíření stávající zárubní zdi, která se nachází v ulici Černohorská v Brně.

Předmětem návrhu je zajištění stability svahu odřezu, který vznikne z důvodu posunutí nástupní hrany zastávky MHD Černohorská ve směru na Ivanovice.



Obr. 1-1: Schéma umístění stavby

2. SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ

- [1] ČSN EN 1990 ed. 2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [2] ČSN EN 1991–1–1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení. Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [3] ČSN EN 1992–1–1 : Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [4] ČSN EN 1991–2 ed. 2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 2: Zatížení mostů dopravou. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [5] ČSN EN 1997–1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [6] ČSN EN 206+A2: Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021.
- [7] ČSN 73 0037: Zemní tlak na stavební konstrukce. Praha: Český normalizační institut, 1992.

- [8] ČSN 72 1006: *Kontrola zhutnění zemin a sypanin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví, 2015.
- [9] ČSN 73 6133: *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví, 2016.
- [10] FINE, spol. s.r.o. *Geo5-ug-01-uzivatelska-prirucka.pdf*, www.fine.cz.
- [11] MASOPUST, Jan. *Navrhování základových a pažicích konstrukcí: příručka k ČSN EN 1997*. 1. vyd. Informační centrum ČKAIT, 2012, 208 s. ISBN 978-80-87438-31-2.
- [12] Výkresová dokumentace (v elektronické formě, Brněnské komunikace a.s.)
- [13] KOPEČNÝ, Tomáš a Jaroslav HAUSER. *Chodník Černohorská II mezi ul. Příjezdovou a Jezerůvky. Inženýrsko-geologický průzkum*. Brno: GEOSTAR, spol. s r.o., únor 2022.

3. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

V rámci provedeného inženýrskogeologického průzkumu byla v zájmové lokalitě realizována jedna průzkumná sonda s označením KS-1 do hloubky 1,6 m pod terénem.

Profil kopané sondy je tvořen štěrkovitou hlínou a jílem se střední plasticitou.

Hladina podzemní vody nebyla v kopané sondě zastižena.

4. METODIKA VÝPOČTŮ

Pro posouzení navržené konstrukce byl vybrán jeden rozhodující příčný řez z hlediska její výšky, průběhu terénu a geologických podmínek.

Výpočtový model byl ve vybraném příčném řezu sestaven na základě provedeného inženýrsko-geologického průzkumu a výkresové dokumentace.

Za rubem konstrukce bylo uvažováno přetížení od dopravy o velikosti 10 kNm^{-2} . Jedná se o rovnoměrné spojitě zatížení v charakteristické hodnotě.

V modelu je dále uvažováno zatížení na zábradlí ve smyslu normy ČSN EN 1991-2. Jedná se o proměnné přímkové zatížení působící na horní hraně zábradlí ve směru svislém nebo vodorovném o velikosti 1 kN/m . Uvažovaná hodnota zatížení je charakteristická.

Zárubní zeď byla posouzena z hlediska lokální a globální stability v mezním stavu únosnosti (MSÚ) ve smyslu návrhových přístupů uvedených v ČSN EN 1997-1. Lokální stabilitou se rozumí posouzení konstrukce na posunutí v základové spáře, překlopení a únosnost v základové spáře. Globální stabilitou je myšlena celková vnější stabilita celého systému.

V rámci tohoto statického posouzení byl proveden i návrh a posouzení vyztužení ŽB zárubní zdi.

5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Zárubní zeď (SO 201) je navržena ve svahu mezi ulicí Černohorská a příjezdem ke sportovní hale (Sportcentrum Ivanovice). Jedná se o prodloužení stávající zárubní zdi lemující zastávku MHD Černohorská z důvodu projektované úpravy zastávky a nejbližšího okolí.

Z hlediska technického řešení bude v první fázi nezbytné odbourat část stávající železobetonové konstrukce, včetně ocelového zábradlí. Následně bude provedena sanace odbourané části a nakonec bude realizováno projektované prodloužení, včetně napojení na stávající konstrukci.

Zárubní zeď je navržena z betonu pevnostní třídy C 30/37 vyztuženým betonářskou ocelí třídy B500. Hlavní nosná výztuž bude tvořena minimálně profilem Ø12 mm v osové vzdálenosti 200 mm. Minimální krytí výztuže bude 50 mm. Smyková výztuž bude provedena konstrukčně.

6. ZÁVĚR

Výpočty byly provedeny podle platných norem a předpisů. Návrh opěrné konstrukce, je podrobně popsán v kapitole 5. Statický výpočet je uveden v příloze 1.

Výkopy nutné pro výstavbu opěrné zdi budou prováděny ve sklonu 2:1. Přítomnost hladiny podzemní vody ve výkopech se dle provedeného IGP neočekává. Je nutné zajistit pouze odvod povrchových vod.

Základová spára bude převzata geotechnikem zápisem do stavebního deníku.

Základová spára bude před pokládkou podkladního betonu přehutněna. Ověření dosažené míry zhutnění bude provedeno kontrolními zkouškami, viz kap. 5.

Terén na lici konstrukce bude upraven a vyspádován směrem od konstrukce.

PŘÍLOHA 1:

Statický výpočet

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Výpočet zdi

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe

Tvar zemního klínu : počítat šikmý

Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru

Dovolená excentricita : 0.333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)				
Trvalá návrhová situace				
		Nepříznivé		Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35	[-]	1.00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1.50	[-]	0.00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1.35	[-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Rv} =$	1.40	[-]
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1.10	[-]
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Re} =$	1.40	[-]

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0.70	[-]
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0.50	[-]
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0.30	[-]

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu


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

Geometrie konstrukce


Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	1.20
3	0.00	1.60
4	-0.70	1.60
5	-0.70	1.20
6	-0.42	1.20
7	-0.42	0.00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 0.78 m².

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	v [-]	δ [°]
1	F6		19.00	16.00	21.00	11.00	0.40	9.50

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	F6	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.


Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

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

Vstupní data

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	F6	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	10.00				na terénu

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	F _x [kN/m]	F _z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	nová	změna							
1	Ano		Zábradlí	proměnné	-1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

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

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F _{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F _{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-0.71	19.60	0.44	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	0.00	-1.60	0.00	0.70	1.000	1.000	1.000
Přít.1 - celopl.	0.00	-1.60	1.23	0.70	0.000	0.000	1.500
Zábradlí	1.00	-2.60	0.00	0.70	1.500	1.500	1.500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlpení

Moment vzdorující M_{res} = 6.16 kNm/m

Moment klopící M_{ovr} = 3.90 kNm/m

Zed' na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující H_{res} = 13.15 kN/m

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

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 44.34 kPa

Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	0.87	28.30	1.50	0.044	44.34
2	2.14	19.60	1.50	0.156	40.66

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	0.41	20.83	1.00
2	0.84	19.60	1.00

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
ZS 1	Ano	-0.03	0.00	44.34	176.57	25.11	Ano
ZS 1	Ne	-0.03	0.00	44.34	176.57	25.11	Ano
ZS 2	Ano	-0.11	0.00	40.66	166.16	24.47	Ano
ZS 2	Ne	-0.11	0.00	40.66	166.16	24.47	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 7.00$ kN/m

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN/m

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 0.79$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 2.03$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 176.57$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 44.34$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.156 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.156 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (ZS 2)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 13.15$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 1.50$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 7.00 \text{ kN/m}$
 Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN/m}$

Sednutí středu délkové hrany $= 0.6 \text{ mm}$
 Sednutí středu šířkové hrany 1 $= 1.0 \text{ mm}$
 Sednutí středu šířkové hrany 2 $= 0.8 \text{ mm}$
 (1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 6.00 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=1026.24$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=352.00$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.061 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.061 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu $= 1.1 \text{ mm}$

Hloubka deformační zóny $= 0.81 \text{ m}$

Natočení ve směru šířky $= 0.576 \text{ (tan}^{\circ} 1000)$; $(3.3\text{E-}02^{\circ})$

Dimenzace čís. 1 (Fáze budování 2)

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0.00	-0.60	12.59	0.21	1.000	1.350	1.000
Tlak v klidu	10.06	-0.40	0.00	0.42	1.350	1.000	1.350
Přít.1 - celopl.	7.99	-0.60	0.00	0.42	1.500	0.000	1.500
Zábradlí	1.00	-2.20	0.00	0.42	1.500	0.000	1.500

Posouzení dříku zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

5 ks profil 12.0 mm, krytí 50.0 mm

Šířka průřezu $= 1.00 \text{ m}$

Výška průřezu $= 0.42 \text{ m}$

Stupeň vyztužení $\rho = 0.16 \% > 0.15 \% = \rho_{\text{min}}$

Poloha neutrálné osy $x = 0.02 \text{ m} < 0.22 \text{ m} = x_{\text{max}}$

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{\text{Rd}} = 160.33 \text{ kN} > 27.07 \text{ kN} = V_{\text{Ed}}$

Moment na mezi únosnosti $M_{\text{Rd}} = 87.98 \text{ kNm} > 15.91 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$

Průřez VYHOVUJE.

Výpočet stability svahu

Vstupní data

Projekt

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

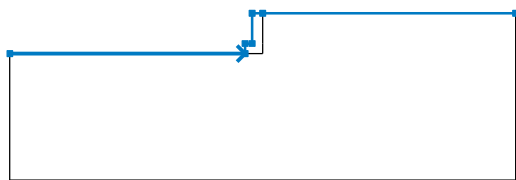
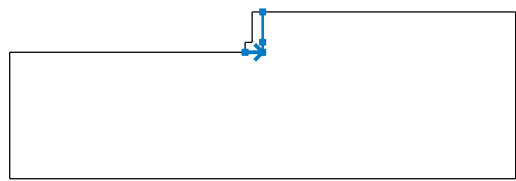
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

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

Součinitele redukce zatížení (F)							
Trvalá návrhová situace							
		Stav STR				Stav GEO	
		Nepříznivé		Příznivé		Nepříznivé	
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35	[-]	1.00	[-]	1.00	[-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1.50	[-]	0.00	[-]	1.30	[-]
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	[-]

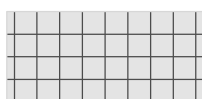
Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-1.60	-0.70	-1.60	-0.70	-1.20
		-0.42	-1.20	-0.42	0.00	0.00	0.00
		10.00	0.00				
2		-0.70	-1.60	0.00	-1.60	0.00	-1.20
		0.00	0.00				

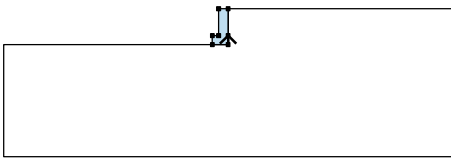
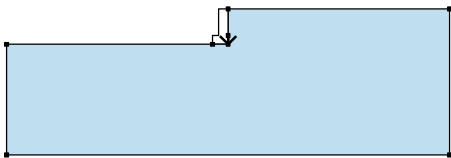
Parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ_{sat} [kN/m³]	γ [kN/m³]
1	F6		19.00	16.00	21.00	21.00

Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m³]
1	Materiál zdi		25.00

Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0.00	-1.60	0.00	-1.20	Materiál zdi
		0.00	0.00	-0.42	0.00	
		-0.42	-1.20	-0.70	-1.20	
		-0.70	-1.60			
2		0.00	-1.20	0.00	-1.60	F6
		-0.70	-1.60	-10.00	-1.60	
		-10.00	-6.60	10.00	-6.60	
		10.00	0.00	0.00	0.00	

Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost		
								q, q ₁ , f, F	q ₂	jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 0.00	l = 10.00		0.00	10.00		kN/m ²

Voda

Typ vody : Voda není

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy							
Střed :	x =	-0.46	[m]	Úhly :	α_1 =	-13.83	[°]
	z =	0.41	[m]		α_2 =	78.58	[°]
Poloměr :	R =	2.07	[m]				
Smyková plocha po optimalizaci.							

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 35.45$ kN/m

Sumace pasivních sil : $F_p = 63.08$ kN/m

Moment sesouvající : $M_a = 73.38$ kNm/m

Moment vzdorující : $M_p = 130.57$ kNm/m

Využití : 56.2 %

Stabilita svahu VYHOVUJE