

Výpočet vyztužených svahů

Vstupní data (Fáze budování 1)

Akce : VYZTUŽENÝ SVAH_II/611 Kostelní Lhota
Část : Vyztužená zemní konstrukce
Popis : Green Terramesh 60°
Odběratel : HBH, s.r.o.
Vypracoval : Ing. Tomáš Rezbárik
Datum : 4. 5. 2023

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

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

Výpočet zdí

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Dovolená excentricita : 0,333
Vnitřní stabilita : Standard - rovná smyková plocha
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 [-]
Součinitel redukce Poissonova čísla :	$\gamma_v =$	1,00 [-]

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 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)

Seismická návrhová situace

		Stav STR		Stav GEO	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)**Seismická návrhová situace**

Proměnné zatížení :	$Y_Q =$	1,00 [-]	0,00 [-]	1,00 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$Y_W =$			1,00 [-]	

Součinitele redukce materiálu (M)**Seismická návrhová situace**

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$Y_\phi =$	1,00 [-]
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :	$Y_c =$	1,00 [-]
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti :	$Y_{cu} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce Poissonova čísla :	$Y_v =$	1,00 [-]

Stabilitní výpočty

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 :	$Y_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$Y_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$Y_W =$			1,00 [-]	

Součinitele redukce materiálu (M)**Trvalá návrhová situace**

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$Y_\phi =$	1,25 [-]
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :	$Y_c =$	1,25 [-]
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti :	$Y_{cu} =$	1,40 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)**Seismická návrhová situace**

		Stav STR		Stav GEO	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$Y_G =$	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$Y_Q =$	1,00 [-]	0,00 [-]	1,00 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$Y_W =$			1,00 [-]	

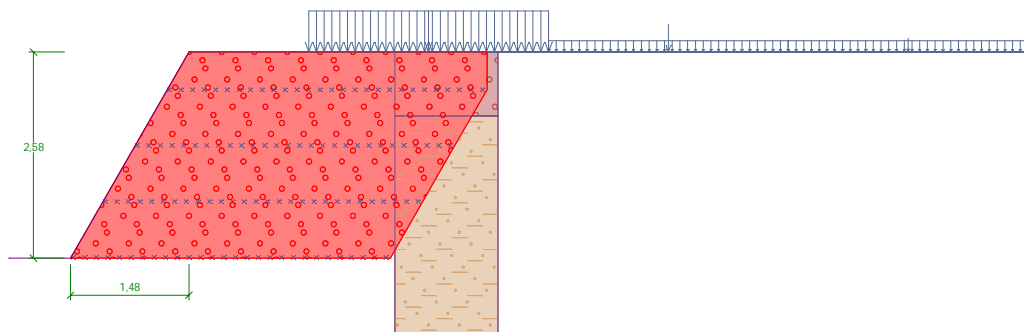
Součinitele redukce materiálu (M)**Seismická návrhová situace**

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$Y_\phi =$	1,00 [-]
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :	$Y_c =$	1,00 [-]
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti :	$Y_{cu} =$	1,00 [-]

Geometrie konstrukceVýška náspu $h_n = 2,58$ mDélka náspu $l_n = 1,48$ m

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Materiál

Zemina mezi výztuhami - Konstrukce vozovky G3-GF

Typy výztuh

Číslo	Název	Typ výztuhy	Typ čáry	Pevnost výztuhy		Koeficient	
				$T_{ult}[\text{kN/m}]$	$R_t[\text{kN/m}]$	$C_{ds}[-]$	$C_i[-]$
1	Green Terramesh	Green Terramesh	x x x x x x	50,00	39,82	0,75	0,85

Podrobnosti výztuh

1. Green Terramesh

Krátkodobá char. pevnost $T_{ult} = 50,00 \text{ kN/m}$ Dlouhodobá návrhová pevnost $R_t = 39,82 \text{ kN/m}$ Celk. souč. nejistoty modelu $FS_{UNC} = 1,00$

Dopočítané redukční součinitele

Životnost : 120 let

Součinitel životnosti $RF_{CR} = 1,04$

Chemismus : pH 3.0-13.0

Chem/bio vliv prostředí $RF_D = 1,05$ Velikost zrn : $\leq 38 \text{ mm}$ Narušení geovýztuhy zhutňováním $RF_{ID} = 1,15$

Vyztužení

Číslo	Počet výztuh	Typ výztuhy	Vzdálenost výztuh $h_r[\text{m}]$	Výška první výztuhy $y[\text{m}]$	Geometrie výztuh
1	4	Green Terramesh	0,70	0,01	stejná délka výztuh

Podrobnosti vyztužení

Vyztužení číslo 1

Typ výztuhy : Green Terramesh

Počet výztuh 4

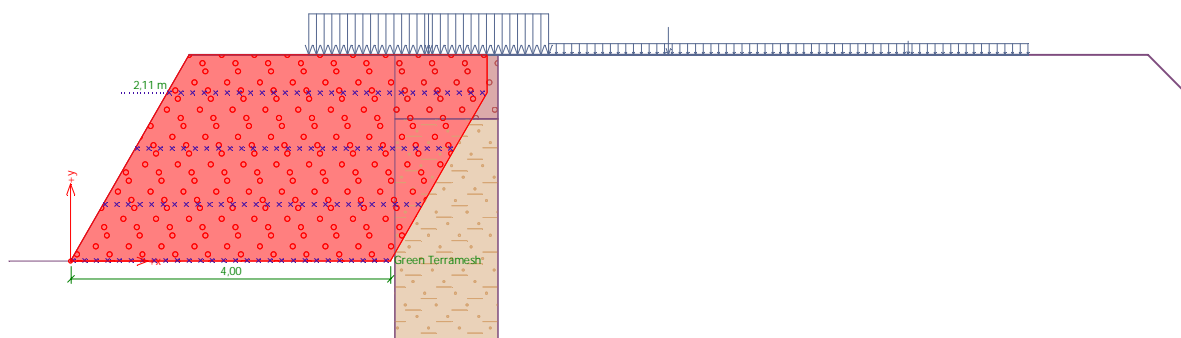
Geometrie výztuh : stejná délka výztuh

Délka výztuh : 4,00 m

Číslo	Počátek l_1 [m]	Konec l_2 [m]	Výška od spodu y [m]	Délka l [m]
1	-1,47	2,53	0,01	4,00
2	-1,07	2,93	0,71	4,00
3	-0,67	3,33	1,41	4,00
4	-0,27	3,73	2,11	4,00

Název : Vyztužení

Fáze - výpočet : 1 - 0



Parametry zemin

Konstrukce vozovky G3-GF

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 20,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Písek uhlý S3 S-F

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 14,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin


Informace o umístění

Kóta povrchu = 121,25 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,80	0,00 .. 0,80	121,25 .. 120,45	Konstrukce vozovky G3-GF	
2	8,00	0,80 .. 8,80	120,45 .. 112,45	Písek uhlý S3 S-F	

	Ing. Tomáš Rezbárik	VYZTUŽENÝ SVAH_II/611 Kostelní Lhota Vyztužená zemní konstrukce Green Terramesh 60°
--	---------------------	---

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
3	-	8,80 .. ∞	112,45 .. -	Písek ulehlý S3 S-F	

Tvar terénu

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	12,00	0,00
3	12,50	0,50
4	13,50	0,50

Počátek [0,0] je v umístěn v pravém horním rohu konstrukce.
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Vliv vody

Hladina podzemní vody není uvažována.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m²]	Vel.2 [kN/m²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	9,00		1,50	3,00	na terénu
2	Ano		proměnné	2,50		4,50	3,00	na terénu
3	Ano		proměnné	2,50		7,50	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	q1
2	q2
3	q3

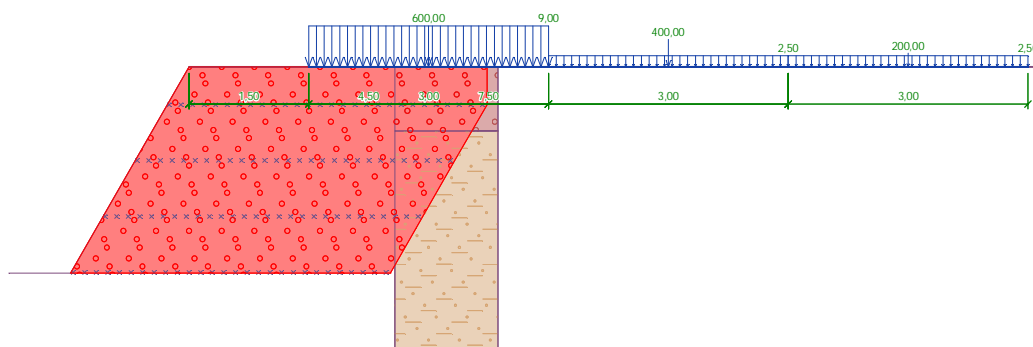
Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b[m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	600,00	1,50	3,00	5,00	na terénu
2	Ano		proměnné	400,00	4,50	3,00	5,00	na terénu
3	Ano		proměnné	200,00	7,50	3,00	5,00	na terénu

Číslo	Název
1	Q1
2	Q2
3	Q3

Název : Přetížení

Fáze - výpočet : 1 - 0



Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

Nastavení výpočtu fáze

Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1 (Fáze budování 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.- vyztužená zemina	0,00	-1,28	194,88	2,72	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	8,05	-0,93	-0,13	2,74	1,000	1,000	1,000
Q1	9,15	-2,13	1,80	5,23	1,300	1,300	1,300
q1	2,56	-2,13	0,51	5,23	1,300	1,300	1,300
q2	1,73	-1,17	-0,05	4,17	1,300	1,300	0,000
Q2	7,35	-1,17	-0,22	4,17	1,300	1,300	0,000
q3	0,60	-0,43	-0,03	4,24	1,300	1,300	0,000
Q3	0,28	-0,06	-0,02	4,03	1,300	1,300	0,000
Q1	0,00	-2,58	89,22	4,10	0,000	0,000	1,300
q1	0,00	-2,58	20,07	4,10	0,000	0,000	1,300

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 544,50$ kNm/m

Moment klopící $M_{ovr} = 54,03$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 91,14$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{act} = 36,21$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Únosnost základové půdy (Fáze budování 1)

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	-457,94	408,04	23,27	0,000	102,01
2	-95,80	197,33	36,21	0,000	49,33

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-350,47	307,60	19,92
2	-121,49	198,31	19,92

Posouzení posunutí po výztuze čís. 1 (Fáze budování 1)

Spočtené síly působící na konstrukci (posouzení geovýztuhy s největším využitím)

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Aktivní tlak	0,36	-0,16	-0,03	4,09	1,000
Q1	5,37	-0,23	-0,49	4,13	1,300
q1	1,34	-0,23	-0,12	4,13	1,300
q2	0,23	-0,12	-0,02	4,07	1,300
Q2	1,00	-0,12	-0,09	4,07	1,300
q3	0,00	-0,47	0,00	4,27	1,300
Q3	0,00	-0,47	0,00	4,27	1,300
Tíh.- vyztužená zemina	0,00	-0,23	35,65	2,13	1,000
Q1	0,00	-0,47	100,05	3,02	0,000
q1	0,00	-0,47	22,51	3,02	0,000

Posouzení na posunutí po geovýztuze s největším využitím (Výzt. čís.: 4)

Sklon smykové plochy	= 60,00 °
Celková normálová síla působící na výztuhu	= 34,67 kN/m
Součinitel redukce posunutí po geovýztuze	= 0,75
Odpor na geovýztuze	= 15,01 kN/m
Odpor zdi	= 0,00 kN/m
Celková únosnost výztuh	= 0,00 kN/m

Posouzení na posunutí:

Vodor. síla vzdorující H_{res} = 15,01 kN/mVodor. síla posunující H_{act} = 10,67 kN/m

Posunutí po geovýztuze VYHOVUJE

Výpočet vnitřní stability čís. 1 (Fáze budování 1)

Spočtené síly a únosnosti geovýztuh

Číslo	Název	F_x [kN/m]	Hloubka z[m]	R_t [kN/m]	Využití [%]	T_p [kN/m]	Využití [%]
1	Green Terramesh	-6,14	2,58	39,82	15,41	192,45	3,19
2	Green Terramesh	-11,06	1,88	39,82	27,77	129,84	8,52
3	Green Terramesh	-9,97	1,19	39,82	25,05	75,83	13,15
4	Green Terramesh	-3,01	0,48	39,82	7,55	27,84	10,79

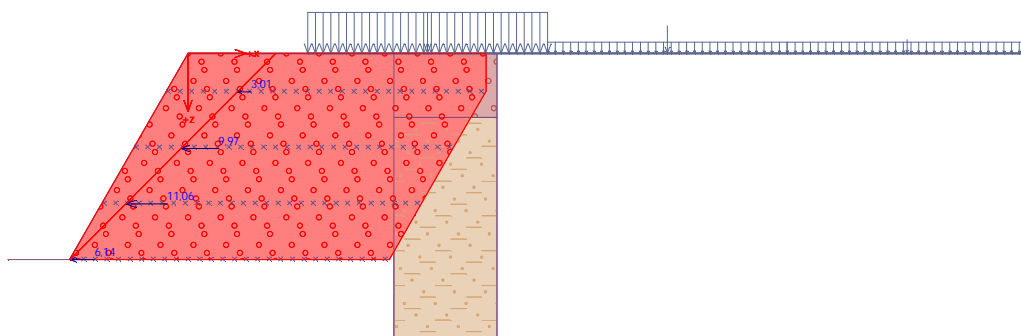
Posouzení na přetržení (geovýztuha čís.2)

Únosnost na přetržení R_t = 39,82 kN/mSíla v geovýztuze F_x = 11,06 kN/m

Geovýztuha na přetržení VYHOVUJE**Posouzení na vytržení (geovýztuha čís.3)**Únosnost na vytržení $T_p = 75,83 \text{ kN/m}$ Síla v geovýztuze $F_x = 9,97 \text{ kN/m}$ **Geovýztuha na vytržení VYHOVUJE****Celkové posouzení - geovýztuha VYHOVUJE**

Název : Vnitř. stabilita

Fáze - výpočet : 1 - 1

**Výpočet globální stability čís. 1 (Fáze budování 1)****Parametry smykové plochy**

(smyková plocha po optimalizaci)

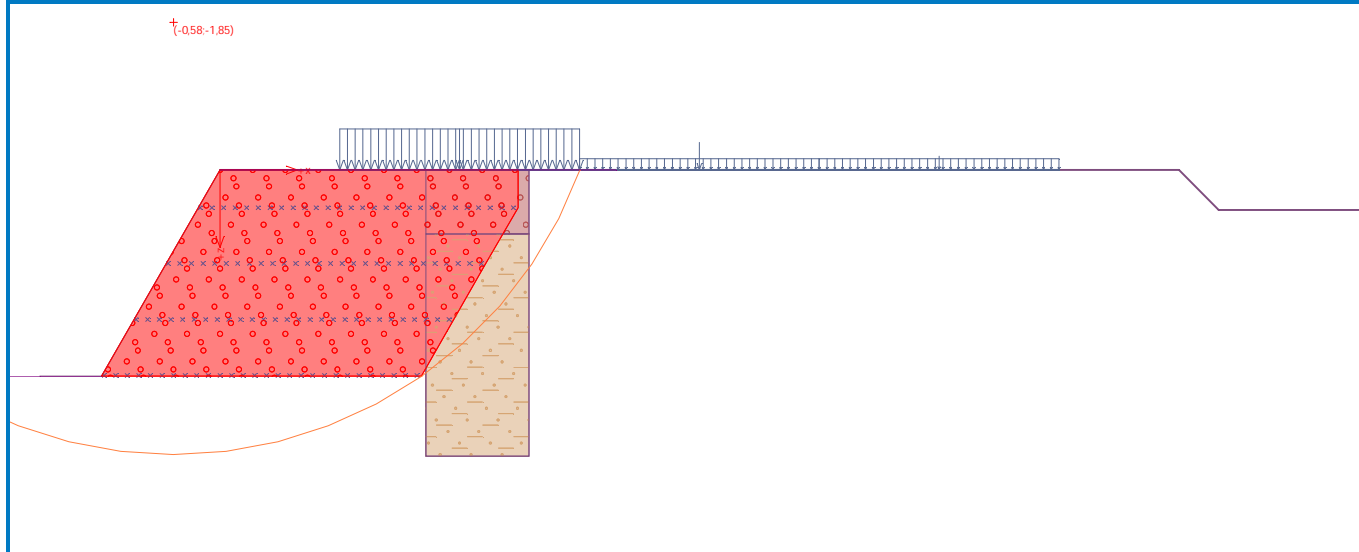
Střed $S = (-0,58; -1,85) \text{ m}$ Poloměr $r = 5,41 \text{ m}$ Úhel $\alpha_1 = -35,03^\circ$ $\alpha_2 = 70,00^\circ$ **Posouzení stability svahu (Bishop)**

Využití = 83,33 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Název : Globální stabilita

Fáze - výpočet : 1 - 1



Vstupní data (Fáze budování 2)

Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění

Kóta povrchu = 121,25 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,80	0,00 .. 0,80	121,25 .. 120,45	Konstrukce vozovky G3-GF	
2	8,00	0,80 .. 8,80	120,45 .. 112,45	Písek ulehlý S3 S-F	
3	-	8,80 .. ∞	112,45 .. -	Písek ulehlý S3 S-F	

Tvar terénu

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	12,00	0,00
3	12,50	0,50
4	13,50	0,50

Počátek [0,0] je v umístěn v pravém horním rohu konstrukce.

Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Vliv vody

Hladina podzemní vody není uvažována.

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	Ne	Ne	proměnné	9,00		1,50	3,00	na terénu
2	Ne	Ne	proměnné	2,50		4,50	3,00	na terénu
3	Ne	Ne	proměnné	2,50		7,50	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	q1
2	q2
3	q3

Zadaná bodová přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Velikost [kN]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Šířka b[m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ne	Ne	proměnné	600,00	1,50	3,00	5,00	na terénu
2	Ne	Ne	proměnné	400,00	4,50	3,00	5,00	na terénu
3	Ne	Ne	proměnné	200,00	7,50	3,00	5,00	na terénu

Číslo	Název
1	Q1
2	Q2
3	Q3

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

Zemětřesení

Faktor vodorovné akcelerace $K_h = 0,0600$

Faktor svislé akcelerace $K_v = 0,0300$

Voda pod hladinou spodní vody je vázaná.

Nastavení výpočtu fáze

Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

Návrhová situace : seismická

Posouzení 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. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- vyztužená zemina	0,00	-1,28	194,88	2,72	1,000	1,000	1,000
Zemětř.- zemní klín	11,48	-1,29	-5,74	2,73	1,000	1,000	1,000
Aktivní tlak	4,57	-0,97	0,45	4,96	1,000	1,000	1,000
Zemětř.- akt.tlak	1,97	-1,78	0,47	5,17	1,000	1,000	1,000
Q1	6,89	-2,13	2,14	5,21	0,500	0,500	0,500
q1	1,93	-2,13	0,60	5,21	0,300	0,300	0,300
q2	1,21	-1,12	0,05	4,68	0,300	0,300	0,300
Q2	5,15	-1,12	0,20	4,68	0,300	0,300	0,300
q3	0,17	-0,15	0,01	4,08	0,300	0,300	0,300
Q3	0,00	-2,58	0,00	5,21	0,000	0,000	0,300
Q1	0,00	-2,58	89,22	4,10	0,000	0,000	0,300
q1	0,00	-2,58	20,07	4,10	0,000	0,000	0,300

Posouzení celé zdi**Posouzení na překlopení**

Moment vzdorující $M_{res} = 526,73$ kNm/m

Moment klopící $M_{ovr} = 33,49$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE**Posouzení na posunutí**

Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 110,49$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{act} = 24,00 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Posouzení posunutí po výztuze čís. 1 (Fáze budování 2)

Spočtené síly působící na konstrukci (posouzení geovýztuhy s největším využitím)

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Aktivní tlak	12,52	-0,87	6,87	4,04	1,000
Zeměťř.- akt.tlak	2,19	-1,73	1,16	4,09	1,000
Q1	14,64	-1,31	7,90	4,07	0,500
q1	5,61	-1,31	3,03	4,07	0,500
q2	0,86	-0,76	0,47	4,04	0,500
Q2	3,11	-0,76	1,72	4,04	0,500
q3	0,00	-2,57	0,00	4,13	0,500
Q3	0,00	-2,57	0,00	4,13	0,500
Tíh.- vyztužená zemina	0,00	-1,20	162,54	2,37	1,000
Zeměťř.- zemní klín	9,56	-1,21	-4,78	2,38	1,000
Q1	0,00	-2,57	46,41	3,55	0,000
q1	0,00	-2,57	10,44	3,55	0,000
Výztuha	-12,53	-0,70	0,00	4,04	1,000
Výztuha	-15,79	-1,40	0,00	4,07	1,000
Výztuha	-9,59	-2,10	0,00	4,11	1,000

Posouzení na posunutí po geovýztuze s největším využitím (Výzt. čís.: 1)

Sklon smykové plochy = $87,00^\circ$
 Celková normálová síla působící na výztuhu = $172,35 \text{ kN/m}$
 Součinitel redukce posunutí po geovýztuze = $0,75$
 Odpor na geovýztuze = $74,63 \text{ kN/m}$
 Odpor zdi = $0,00 \text{ kN/m}$
 Celková únosnost výztuh = $37,92 \text{ kN/m}$

Posouzení na posunutí:

Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 112,54 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující $H_{act} = 26,81 \text{ kN/m}$

Posunutí po geovýztuze VYHOVUJE

Výpočet vnitřní stability čís. 1 (Fáze budování 2)

Spočtené síly a únosnosti geovýztuh

Číslo	Název	F_x [kN/m]	Hloubka z[m]	R_t [kN/m]	Využití [%]	T_p [kN/m]	Využití [%]
1	Green Terramesh	-2,48	2,58	39,82	6,24	192,45	1,29
2	Green Terramesh	-4,42	1,88	39,82	11,11	129,84	3,41
3	Green Terramesh	-3,71	1,19	39,82	9,31	75,83	4,89
4	Green Terramesh	-1,89	0,48	39,82	4,74	27,84	6,78

Posouzení na přetržení (geovýztuha čís.2)

Únosnost na přetržení $R_t = 39,82 \text{ kN/m}$

Síla v geovýztuze $F_x = 4,42 \text{ kN/m}$

Geovýztuha na přetržení VYHOVUJE

Posouzení na vytržení (geovýztuha čís.4)

Únosnost na vytržení $T_p = 27,84 \text{ kN/m}$

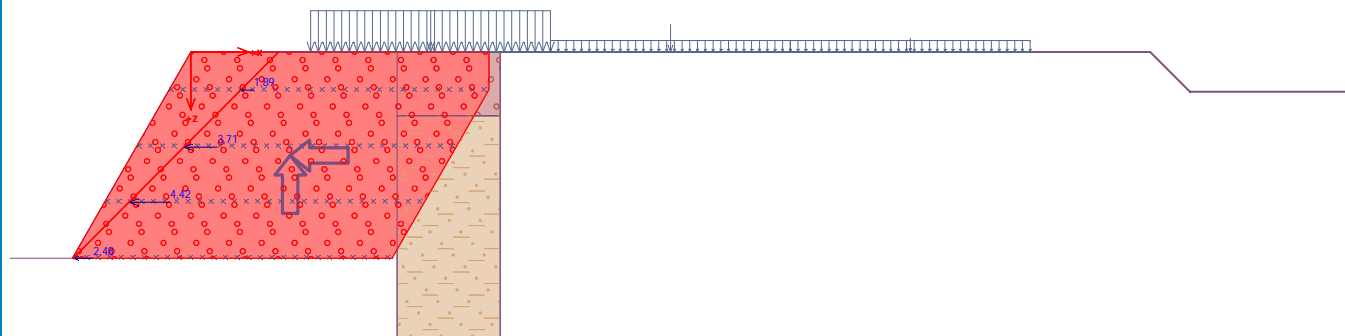
Síla v geovýtaze $F_x = 1,89 \text{ kN/m}$

Geovýtzuha na vytržení VYHOVUJE

Celkové posouzení - geovýtzuha VYHOVUJE

Název : Vnitř. stabilita

Fáze - výpočet : 2 - 1



Výpočet globální stability čís. 1 (Fáze budování 2)

Parametry smykové plochy

(smyková plocha po optimalizaci)

Střed $S = (4,29;-0,28) \text{ m}$

Poloměr $r = 0,57 \text{ m}$

Úhel $\alpha_1 = -60,58^\circ$

$\alpha_2 = 60,58^\circ$

Posouzení stability svahu (Bishop)

Využití = 72,22 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Název : Globální stabilita

Fáze - výpočet : 2 - 1

