

# **STATICKÝ VÝPOČET**

## **Vybudovanie oporného múru Cyklotrasa Vodná – Zelokvet v Nitre**

Objekt:

**SO 01 – Cyklotrasa Vodná – Zelokvet**

STUPEŇ:

**Dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP)**

**Dokumentácia pre realizáciu stavby (DRS)**

Vypracoval:

**Ing. Marek Výboch**

Zodpovedný projektant:

**Ing. Adam Miškovčík**

Dátum:

**01/2021**

## Výpočet úhlove zdi

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : Cyklotrasa Vodná ul. - Zelokvet, Nitra  
Časť : Oporný múr  
Popis : Oporný múr - Návrh a posúdenie  
Odběratel : Mesto Nitra  
Vypracoval : Ing. Marek Výboch  
Datum : 15.01.2021

#### Nastavení

Slovensko - EN 1997

#### Materiály a normy

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

#### Výpočet zdí

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 :	$\gamma_w =$	1,00 [-]	

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  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

#### Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

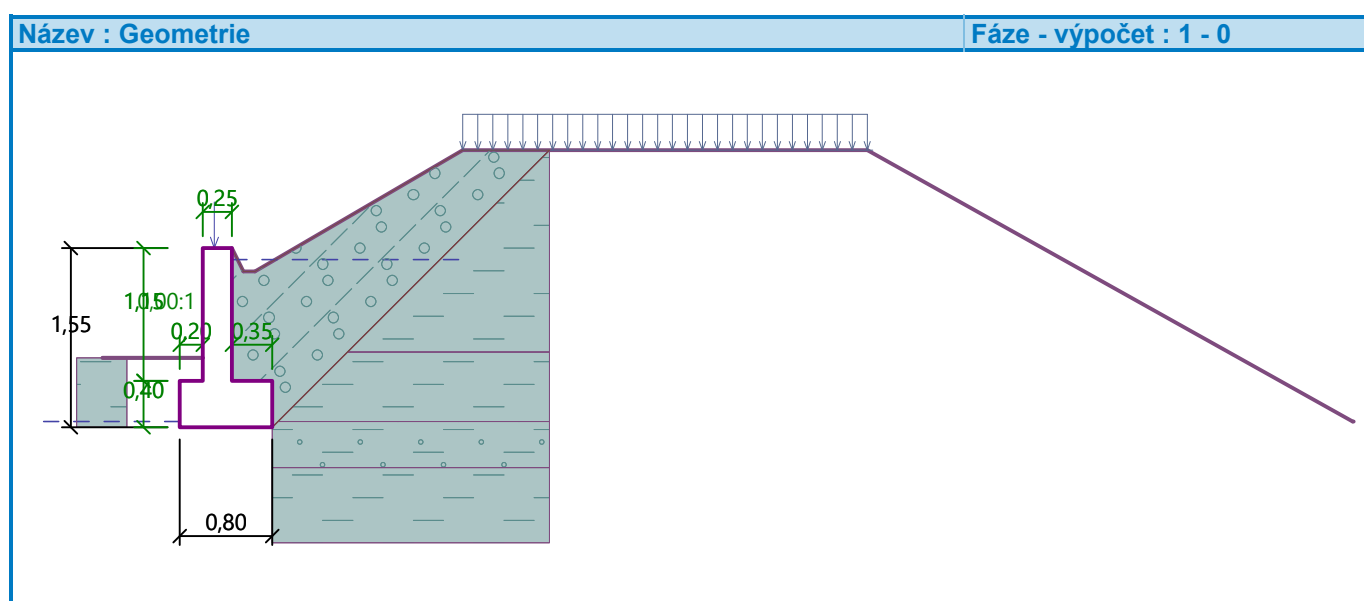
#### Ocel podélná : B500

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	1,15
3	0,35	1,15
4	0,35	1,55
5	-0,45	1,55
6	-0,45	1,15
7	-0,25	1,15
8	-0,25	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.  
 Plocha řezu zdi = 0,61 m<sup>2</sup>.



## Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída F8, konzistence měkká		15,00	5,00	20,50	10,50	10,00
2	Třída F6, konzistence měkká		19,00	12,00	21,00	11,00	17,00
3	Třída F4, konzistence měkká		24,50	14,00	18,50	8,50	19,00
4	Třída F8, konzistence tuhá		15,00	5,00	20,50	10,50	13,00
5	Třída G4		32,50	4,00	19,00	9,00	22,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

## Parametry zemín

### Třída F8, konzistence měkká

Objemová tíha :  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Napjatost :                      efektívni  
Úhel vnútorného trení :        $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$   
Soudržnosť zeminy :          $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel kce-zemina :        $\delta = 10,00^\circ$   
Zemina :                        nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :          $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

#### Třída F6, konzistence měkká

Objemová tíha :                 $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :                      efektívni  
Úhel vnútorného trení :        $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$   
Soudržnosť zeminy :          $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel kce-zemina :        $\delta = 17,00^\circ$   
Zemina :                        nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :          $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### Třída F4, konzistence měkká

Objemová tíha :                 $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :                      efektívni  
Úhel vnútorného trení :        $\varphi_{ef} = 24,50^\circ$   
Soudržnosť zeminy :          $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel kce-zemina :        $\delta = 19,00^\circ$   
Zemina :                        nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :          $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

#### Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha :                 $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :                      efektívni  
Úhel vnútorného trení :        $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$   
Soudržnosť zeminy :          $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel kce-zemina :        $\delta = 13,00^\circ$   
Zemina :                        nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :          $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$



#### Třída G4



Objemová tíha :                 $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :                      efektívni  
Úhel vnútorného trení :        $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$   
Soudržnosť zeminy :          $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel kce-zemina :        $\delta = 22,00^\circ$   
Zemina :                        nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :          $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

#### Zásyp za konstrukcí

Přiřazená zemina : Třída G4  
Sklon =  $45,00^\circ$

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,90	0,00 .. 0,90	Třída F8, konzistence měkká	
2	0,60	0,90 .. 1,50	Třída F6, konzistence měkká	

Číslo	Mocnosť vrstvy t [m]	Hĺbka z [m]	Priřazená zemina	Vzorek
3	0,40	1,50 .. 1,90	Třída F4, konzistence měkká	
4	2,70	1,90 .. 4,60	Třída F8, konzistence tuhá	
5	1,50	4,60 .. 6,10	Třída F8, konzistence tuhá	
6	-	6,10 .. ∞	Třída F8, konzistence tuhá	

### Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

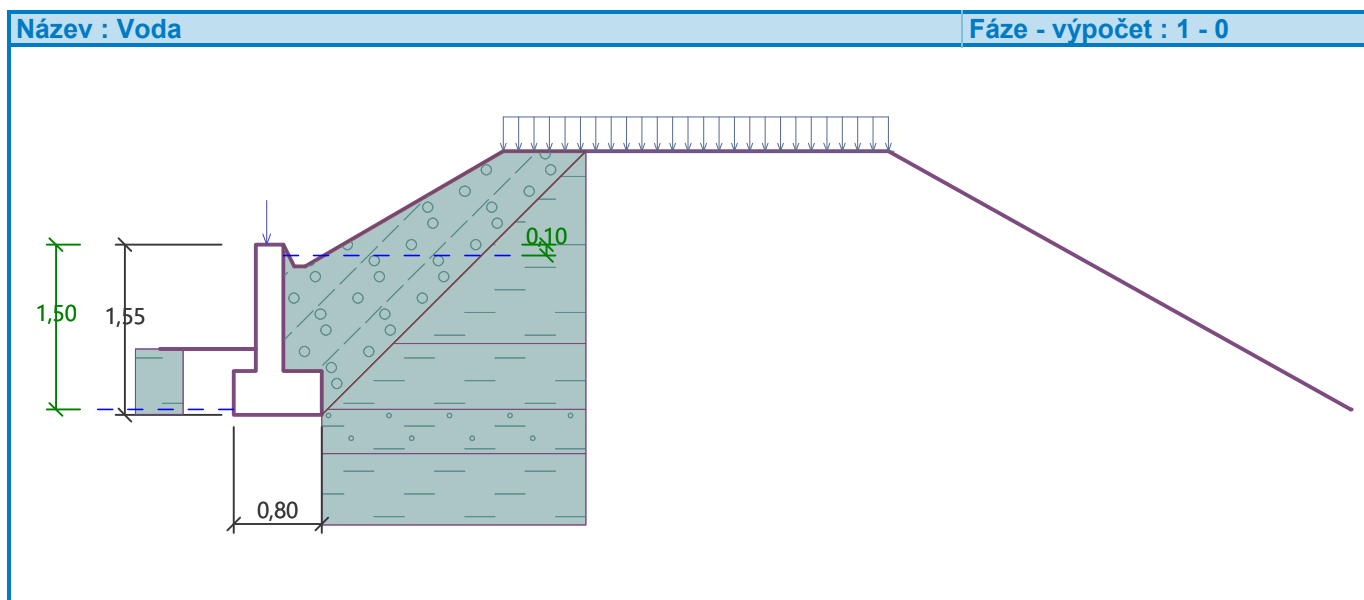
### Tvar terénu

Číslo	Souřadnice x [m]	Hĺbka z [m]
1	0,00	0,00
2	0,10	0,20
3	0,20	0,20
4	2,00	-0,85
5	5,50	-0,85
6	9,70	1,50
7	10,70	1,50

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

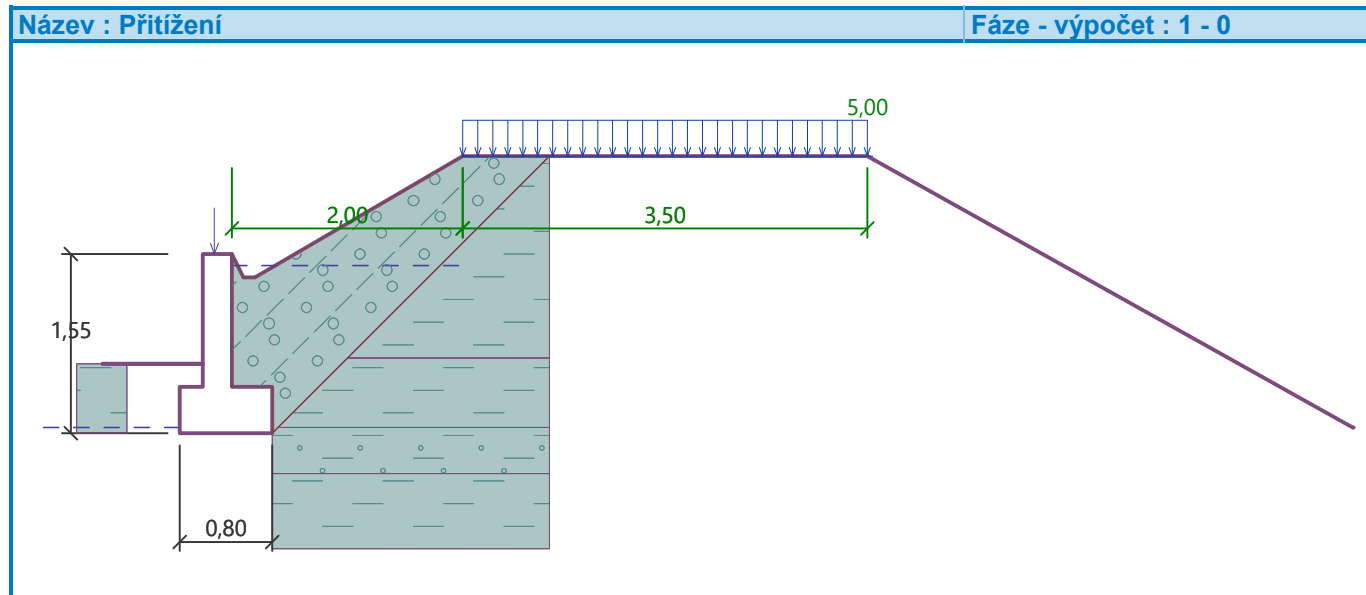
### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 0,10 m  
 Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 1,50 m  
 Podloží u paty konstrukce je nepropustné.  
 Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.



### Zadaná plošná prítlačnosť

Číslo	Prítlačnosť		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		stále	5,00		2,00	3,50	na terénu



### Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: klidový  
 Zemina na líci konstrukce - Třída F8, konzistence měkká  
 Výška zeminy před zdí  $h = 0,60$  m  
 Terén před konstrukcí je rovný.

### 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		Síla č. 1	stále	0,00	2,50	0,00	-0,15	0,00

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá  
 Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

### Posouzení čís. 1

#### Průběh tlaku od prítlačnosti - Prít.1 - pásové

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00
3	0,10	0,00	0,00
4	0,19	0,00	0,00
5	0,20	0,00	0,00
6	0,32	0,00	0,00
7	0,42	0,00	0,00
8	0,42	0,66	0,87
9	0,71	0,66	0,85

Hlavný inžinier projektu: Ing. Ján Výboch  
 Kontroloval: Ing. Adam Miškovčík  
 Vypracoval: Ing. Marek Výboch

Stavba: Cyklotrasa Vodná ul. - Zelokvet, Nitra  
 Časť: Oporný múr - Návrh a posúdenie  
 Investor: Mesto Nitra

Bod čís.	Hĺbka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
10	0,71	0,63	0,82
11	0,78	0,62	0,81
12	0,78	0,64	0,84
13	0,90	0,64	0,84
14	0,90	0,63	0,83
15	0,93	0,63	0,83
16	0,93	0,66	0,86
17	1,09	0,66	0,86
18	1,09	0,65	0,85
19	1,15	0,65	0,85
20	1,15	1,15	0,46
21	1,42	1,13	0,46
22	1,50	1,12	0,45
23	1,55	1,12	0,45

#### Spočtené síly pôsobící na kontrukci

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	-0,58	13,57	0,36	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-2,72	-0,20	0,01	0,10	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-0,72	1,51	0,57	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	0,19	-0,38	0,21	0,78	1,000	1,350	1,350
Tlak vody	10,50	-0,48	0,00	0,45	1,000	1,000	1,000
Vztlak vody	0,00	-1,55	0,00	0,45	1,000	1,000	1,000
Přít.1 - pásové	0,47	-0,29	0,80	0,70	1,000	1,350	1,350
Síla č. 1	0,00	-1,55	2,50	0,30	1,000	1,000	1,350

#### Posouzení celé zdi

##### Posouzení na překlopení

Moment vzdorující  $M_{res} = 5,19$  kNm/m

Moment klopící  $M_{ovr} = 4,74$  kNm/m

**Zed' na překlopení VYHOVUJE**

##### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 11,47$  kN/m

Vodor. síla posunující  $H_{act} = 8,66$  kN/m

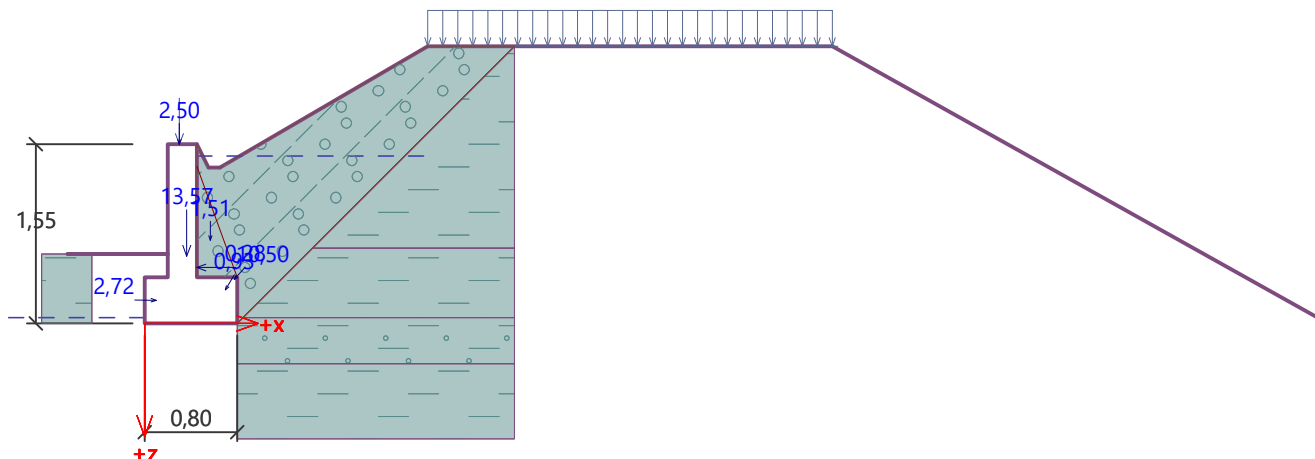
**Zed' na posunutí VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 68,73 kPa

Název : Posouzení

Fáze - výpočet : 1 - 1



## 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	4,87	25,11	7,71	0,242	60,90
2	4,92	18,60	8,66	0,331	68,73

### Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	4,92	18,60	8,43

### Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

#### Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly  $e = 0,331$

Maximální dovolená excentricita  $e_{alw} = 0,333$

**Excentricita normálové síly VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti základové spáry

Únosnost základové půdy  $R = 112,00 \text{ kPa}$

Součinitel redukce odporu základové půdy  $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře  $\sigma = 68,73 \text{ kPa}$

Návrhová únosnost základové půdy  $R_d = 80,00 \text{ kPa}$

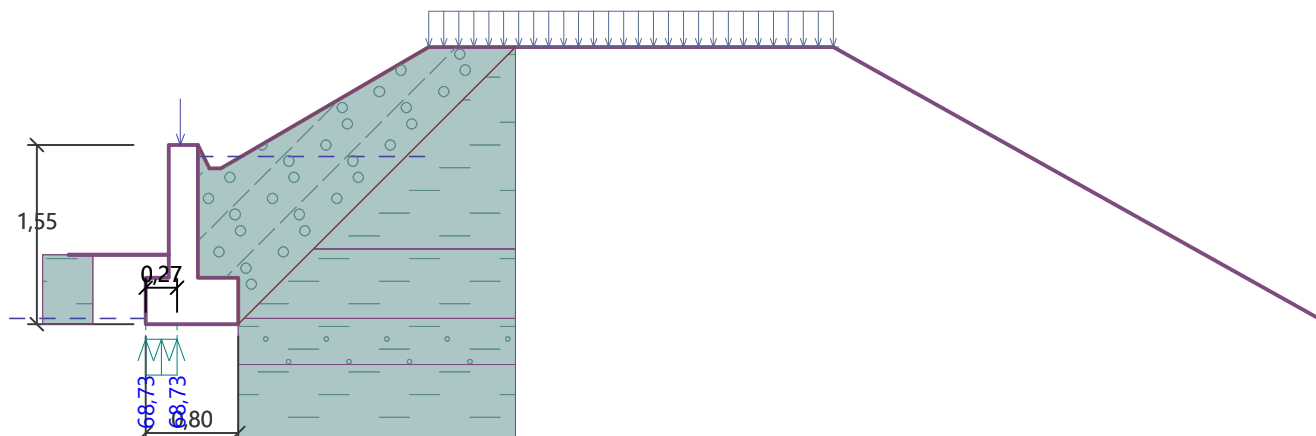
**Únosnost základové půdy VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE**



**Název : Únosnost**

**Fáze - výpočet : 1 - -1**



## Dimenzace čís. 1

### Posouzení dřiku - přední výztuž

#### 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	-0,57	6,61	0,12	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-0,30	-0,07	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	1,62	-0,31	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	5,50	-0,35	0,00	0,25	1,000	1,000	1,000
Vztlak vody	0,00	-1,15	0,00	0,25	1,000	1,000	1,000
Přít.1 - pásové	2,10	-0,55	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Síla č. 1	0,00	-1,15	2,50	0,10	1,350	1,350	1,000

### Posouzení dřiku - přední výztuž

Přední výztuž není nutná.

### Posouzení dřiku - zadní výztuž

#### 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	-0,57	6,61	0,12	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-0,30	-0,07	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	1,62	-0,31	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	5,50	-0,35	0,00	0,25	1,000	1,000	1,000
Vztlak vody	0,00	-1,15	0,00	0,25	1,000	1,000	1,000
Přít.1 - pásové	2,10	-0,55	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Síla č. 1	0,00	-1,15	2,50	0,10	1,350	1,350	1,000

### Posouzení dřiku - zadní výztuž

Posouzení zdi v pracovní spáře 1,15 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

6 ks profil 12,0 mm, krytí 50,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,25 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,35 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$   
 Poloha neutrálnej osy  $x = 0,04 \text{ m} < 0,12 \text{ m} = x_{\max}$   
 Posuvajúcí sila na mezu únosnosti  $V_{Rd} = 89,05 \text{ kN} > 10,23 \text{ kN} = V_{Ed}$   
 Moment na mezu únosnosti  $M_{Rd} = 58,33 \text{ kNm} > 4,24 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

## Posouzení paty

### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0,00	-0,20	3,22	0,62	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-0,72	1,51	0,57	1,350
Aktivní tlak	0,19	-0,38	0,21	0,78	1,350
Přít. 1 - pásové	0,47	-0,29	0,80	0,70	1,350
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-1,86	0,51	1,000

## Posouzení paty

Vyztužení a rozměry průřezu  
 6 ks profil 10,0 mm, krytí 50,0 mm  
 Šířka průřezu = 1,00 m  
 Výška průřezu = 0,40 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,14 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$   
 Poloha neutrálnej osy  $x = 0,02 \text{ m} < 0,21 \text{ m} = x_{\max}$   
 Posuvajúcí sila na mezu únosnosti  $V_{Rd} = 126,24 \text{ kN} > 5,89 \text{ kN} = V_{Ed}$   
 Moment na mezu únosnosti  $M_{Rd} = 69,11 \text{ kNm} > 4,24 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

