

Statický výpočet

Obsah:

1.	ÚVOD.....	1
1.1.	VŠEOBECNĚ	1
1.2.	POPIS KONSTRUKCE.....	1
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	1
2.	GEOMETRIE.....	2
3.	ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	5
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	5
3.2.	NAHODILÉ ZATÍŽENÍ.....	5
4.	STATICKÉ POSOUZENÍ.....	5
4.1.	STÁVAJÍCÍ ZEĎ	6
4.2.	ZEĎ S UPRAVENOU KORUNOU ŘEZ B	12
5.	ZÁVĚR.....	18

1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o nábřežní zeď Lužické Nisy v Liberci u Krajského Úřadu Libereckého Kraje. Zeď se nachází na levobřežní straně toku před budovou správy CHKO na vtokové straně budoucí lávky.

1.2. Popis konstrukce

Stávající opěrná zeď výšky 3.0m nade dnem toku bude upravena snížením povrchu terénu, resp. snížením koruny zdi, a naopak přitížena opěrnou zdí za korunou té stávající.

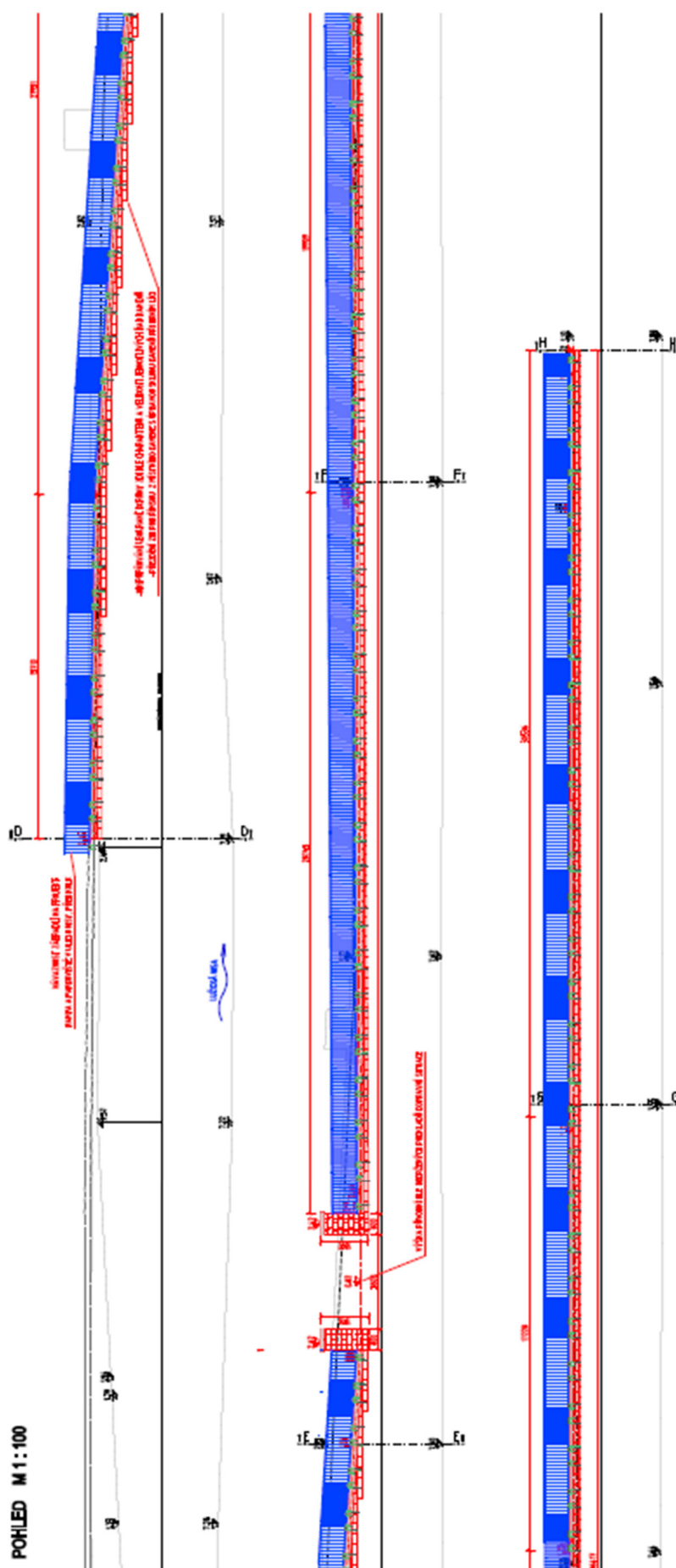
1.3. Předpoklady výpočtu

Stávající konstrukce byla podrobena diagnostickému průzkumu se zaměřením na ověření tloušťky dřívku. Ta je uvažována 1.05m po celé výšce i délce zdi.

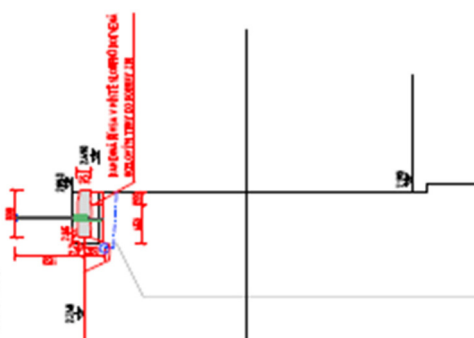
Přední základový ústupek, nebyl ověřen, ve výpočtu uvažuji s minimální šířkou ústupku 10cm. Výška základu rovněž nebyla ověřena, uvažuji 1.0m.

Současně byl proveden geologický průzkum. Ve výpočtu uvažuji zeminy v konsolidovaném stavu, nepředpokládá se narušení půdy výkopy, rub zdi se nebude obnažovat. Opěrnou zeď, která se bude snižovat, (např. řez D), není třeba posuzovat.

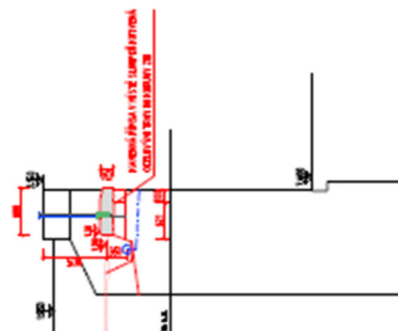
Výpočet je proveden pro stávající zeď tak, aby byly odladěny neznámé geometrické a materiálové parametry a to na základě faktu, že stávající zeď je stabilní a nevykazuje statické poruchy. S takto odladěnými parametry je stávající zeď postupně upravována v koruně.



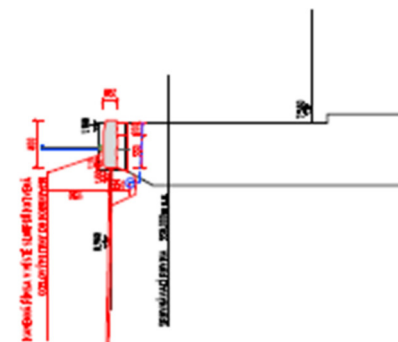
CHARAKTERISTICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ D-D
M 1:50



CHARAKTERISTICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ E-E
M 1:50



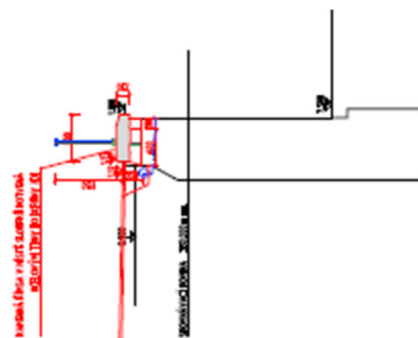
CHARAKTERISTICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ F-F
M 1:50



CHARAKTERISTICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ G-G
M 1:50



CHARAKTERISTICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ H-H
M 1:50



3. Zatížení konstrukce

3.1. Stálé zatížení

Zatížení vlastní tíhou zdi a zemin za rubem je v programu vygenerováno ze zadaného tvaru zdi, resp. terénu a materiálových charakteristik. Přídavná přitížení zdi jsou stanovena následovně:

$$q_{zed' za korunou stávající zdi} = 1.8 \cdot 20 = 36.0 kPa$$

3.2. Nahodilé zatížení

S ohledem na charakter konstrukce určené pro pěší provoz se uvažuje zatížení LM4 dle ČSN EN 1991-2 kap.5.3.2.1:

$$q_P \text{ pěši} = 5.0 kN/m^2$$

4. Statické posouzení

Výpočet je proveden pomocí programového systému GEO5 2020 pro řešení geotechnických úloh. Kompletní vstupní i výstupní data jsou archivována u projektanta, s ohledem na množství výstupních údajů jsou přiloženy pouze vybrané údaje, grafy a schémata.

4.1. Stávající zeď

Na tomto modelu jsou upřesněny neznámé parametry odladěním tvaru konstrukce i charakteristik zemin.

Výpočet tížné zdi

Vstupní data

Projekt

Datum : 22.06.2020

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Zděná (kamenná) zeď : EN 1996-1-1 (EC6)

Výpočet zdi

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

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 $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Kamenné zdivo : Kategorie I

Původ malty : Předpisová

Pevnost zdiva $f_b = 50,00 \text{ MPa}$

Pevnost malty $f_m = 7,10 \text{ MPa}$

Parametry

Tlaková pevnost $f_k = 12,53 \text{ MPa}$

Smyková pevnost $f_{vko} = 0,10 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu za ohybu $f_{xk} = 0,10 \text{ MPa}$

Dílčí součinitel $\gamma_M = 2,20$

Geometrie konstrukce

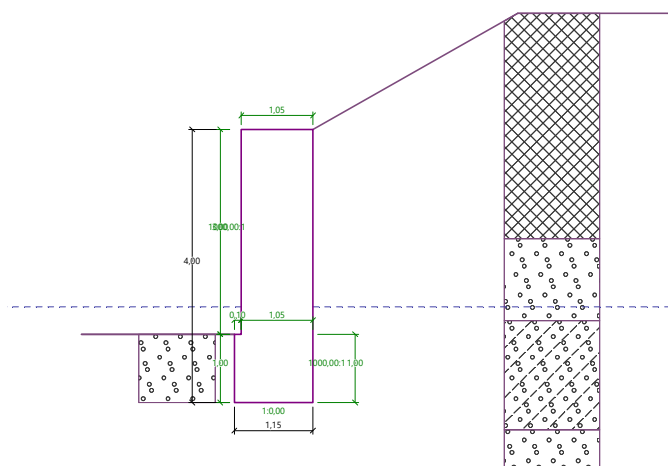
Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	3,00
3	0,00	4,00
4	-1,15	4,00
5	-1,15	3,00
6	-1,05	3,00
7	-1,05	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

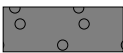
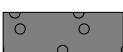
Plocha řezu zdi = 4,31 m².

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F1, konzistence tuhá		29,00	8,00	19,00	9,00	19,00
2	Třída G2, středně ulehlá		39,00	3,00	20,00	10,00	25,00
3	Třída G3, středně ulehlá		32,50	2,00	19,00	9,00	21,00
4	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	19,00

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

Parametry zemín

Třída F1, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 19,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G2, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 39,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 3,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 25,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$


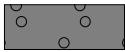
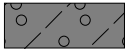
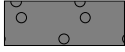
Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 21,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 38,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 19,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,60	0,00 .. 1,60	Třída F1, konzistence tuhá	
2	1,20	1,60 .. 2,80	Třída G2, středně ulehlá	
3	1,60	2,80 .. 4,40	Třída G3, středně ulehlá	
4	-	4,40 .. ∞	Třída G1, středně ulehlá	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 1,76 (úhel sklonu je 29,54 °).
 Výška náspu je 1,70 m, délka náspu je 3,00 m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2,60 m
 Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,60 m
 Podloží u paty konstrukce je nepropustné.
 Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: pasivní
 Zemina na líci konstrukce - Třída G1, středně ulehlá
 Třecí úhel kce-zemina $\delta = 25,00^\circ$
 Výška zeminy před zdí $h = 1,00 \text{ m}$
 Terén před konstrukcí je rovný.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

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	-2,18	91,94	0,62	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-57,27	-0,33	-26,70	0,00	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	43,29	-1,22	17,29	1,15	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-4,00	0,00	1,15	1,000	1,000	1,350

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlpení

 Moment vzdorující $M_{res} = 59,78 \text{ kNm/m}$

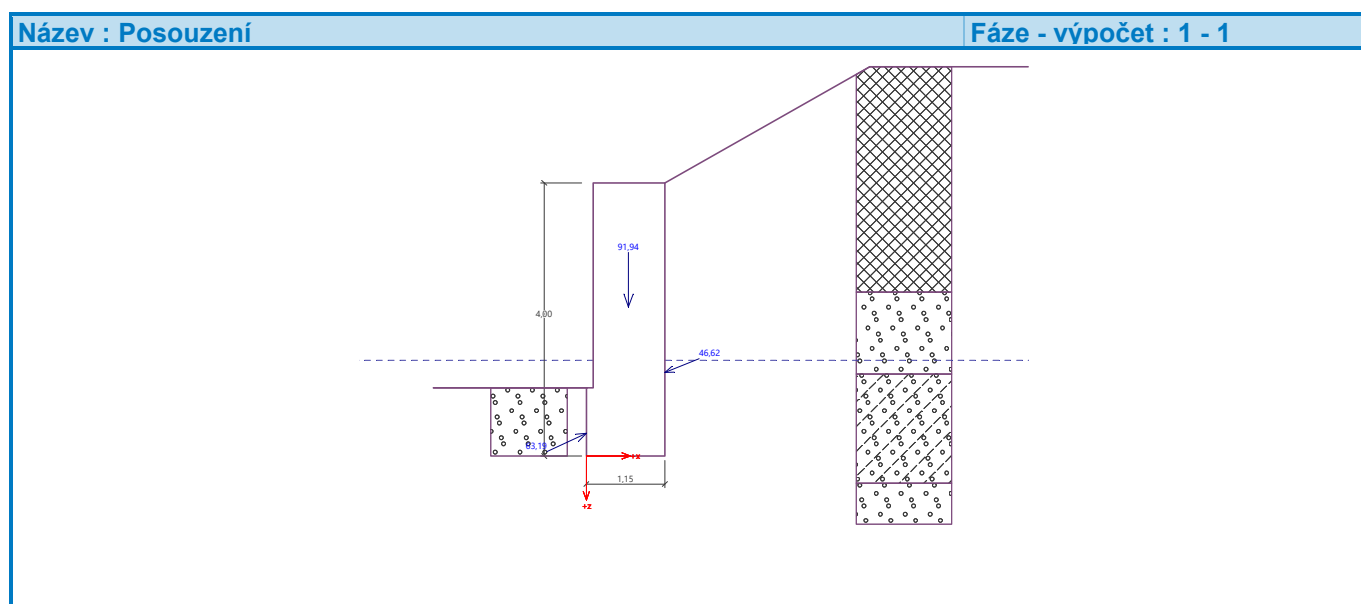
 Moment klopící $M_{ovr} = 52,47 \text{ kNm/m}$
Zed' na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

 Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 52,58 \text{ kN/m}$

 Vodor. síla posunující $H_{act} = 1,18 \text{ kN/m}$
Zed' na posunutí VYHOVUJE
Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 125,61 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	6,38	111,41	-18,86	0,050	107,39
2	19,79	88,58	1,18	0,194	125,61

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	4,73	82,52	-13,97

Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 0,194$

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

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Únosnost základové půdy $R = 800,00 \text{ kPa}$

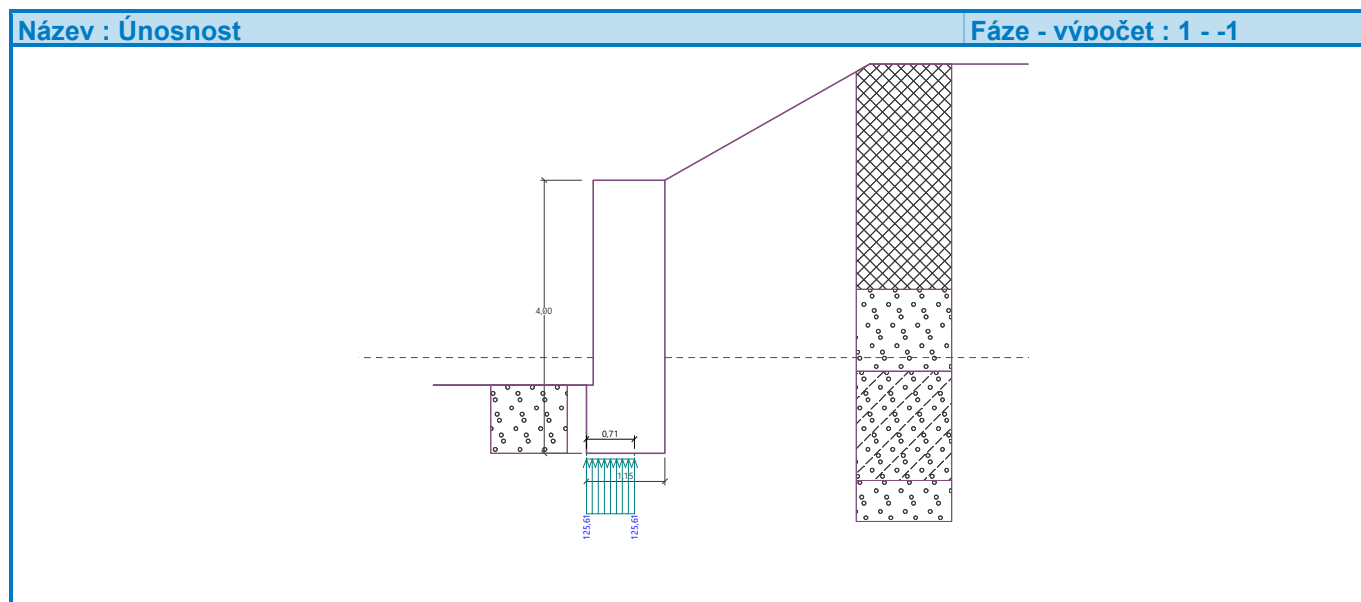
Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 125,61 \text{ kPa}$

Návrhová únosnost základové půdy $R_d = 571,43 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE



4.2. Zed' s upravenou korunou řez B

Výpočet tížné zdi

Vstupní data

Projekt

Datum : 22.06.2020

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Zděná (kamenná) zed' : EN 1996-1-1 (EC6)

Výpočet zdí

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

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 $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Kamenné zdivo : Kategorie I

Původ malty : Předpisová

Pevnost zdiva $f_b = 50,00 \text{ MPa}$

Pevnost malty $f_m = 7,10 \text{ MPa}$

Parametry

Tlaková pevnost $f_k = 12,53 \text{ MPa}$

Smyková pevnost $f_{vko} = 0,10 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu za ohybu $f_{xk} = 0,10 \text{ MPa}$

Dílčí součinitel $\gamma_M = 2,20$

Geometrie konstrukce

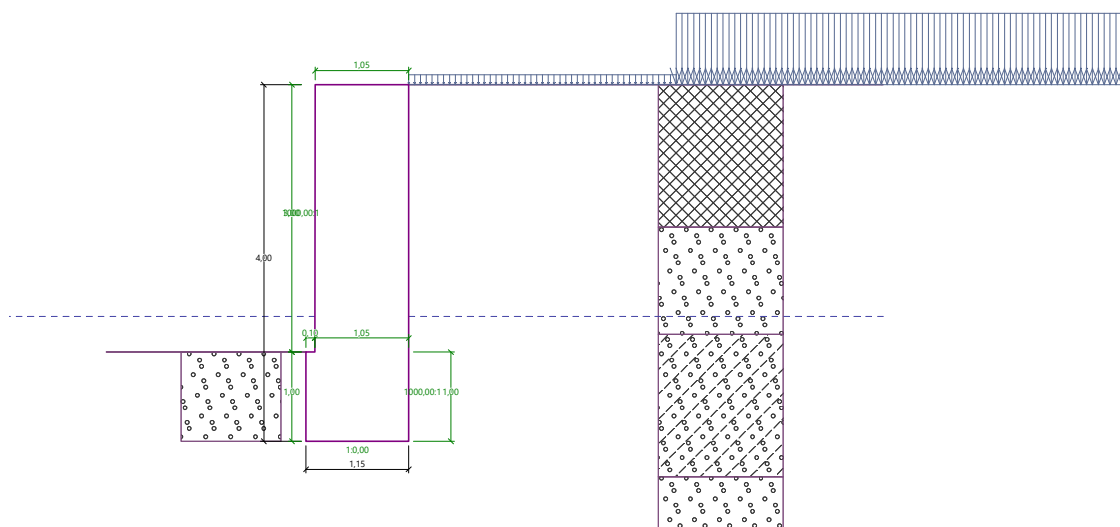
Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	3,00
3	0,00	4,00
4	-1,15	4,00
5	-1,15	3,00
6	-1,05	3,00
7	-1,05	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 4,31 m².

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F1, konzistence tuhá		29,00	8,00	19,00	9,00	19,00
2	Třída G2, středně ulehlá		39,00	3,00	20,00	10,00	25,00
3	Třída G3, středně ulehlá		32,50	2,00	19,00	9,00	21,00
4	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	19,00

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

Parametry zemín

Třída F1, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 19,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G2, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 39,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 3,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 25,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$


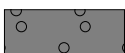
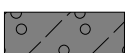

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 21,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 38,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 19,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,60	0,00 .. 1,60	Třída F1, konzistence tuhá	
2	1,20	1,60 .. 2,80	Třída G2, středně ulehlá	
3	1,60	2,80 .. 4,40	Třída G3, středně ulehlá	
4	-	4,40 .. ∞	Třída G1, středně ulehlá	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2,60 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,60 m

Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.

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		stálé	36,00		3,00	5,00	na terénu
2	Ano		stálé	5,00		0,00	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	zed za korunou
2	pěší

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: pasivní

Zemina na líci konstrukce - Třída G1, středně ulehlá

Třecí úhel ke-zemina $\delta = 25,00^\circ$

Výška zeminy před zdí $h = 1,00$ m

Terén před konstrukcí je rovný.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

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	-2,18	91,94	0,62	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-57,27	-0,33	-26,70	0,00	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	22,40	-0,94	9,14	1,15	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-4,00	0,00	1,15	1,000	1,000	1,350
zed za korunou	17,16	-1,09	7,17	1,15	1,350	1,350	1,350
pěší	3,13	-1,36	1,88	1,15	1,350	1,350	1,350

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 60,79$ kNm/m

Moment klopící $M_{ovr} = 40,51$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

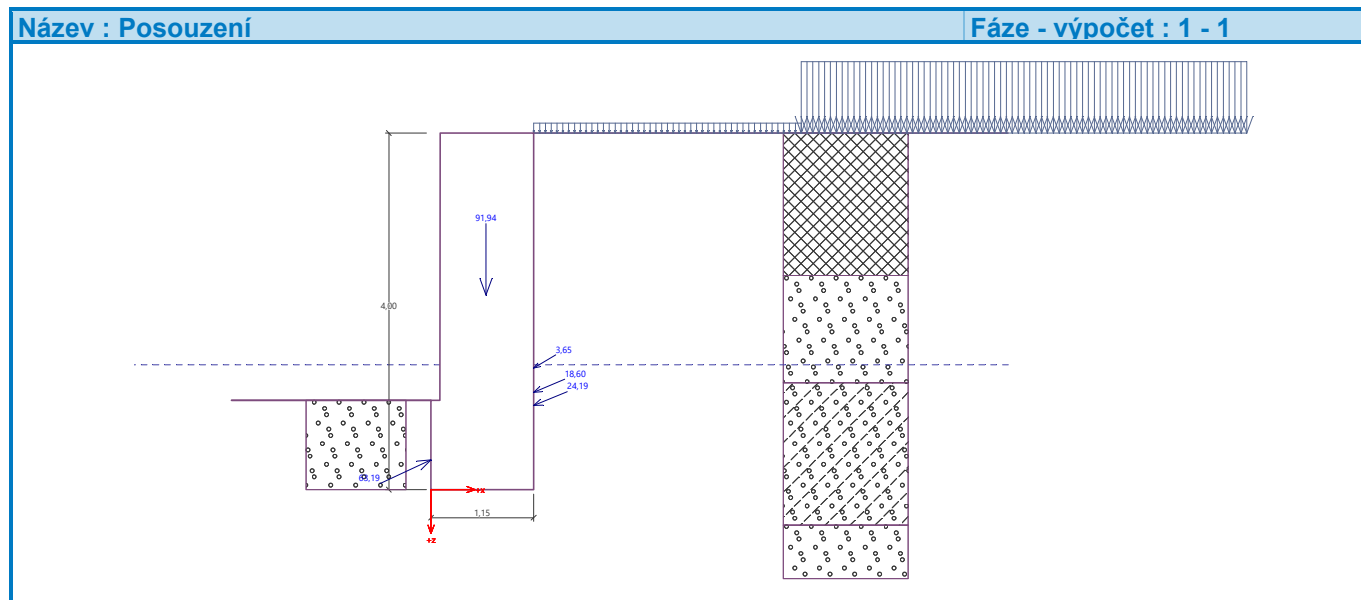
Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 53,81$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{act} = 0,37$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 97,77 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	-6,28	112,63	-19,68	0,000	97,77
2	7,13	89,80	0,37	0,069	90,41

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-4,65	83,43	-14,57

Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 0,069$

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

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Únosnost základové půdy $R = 800,00 \text{ kPa}$

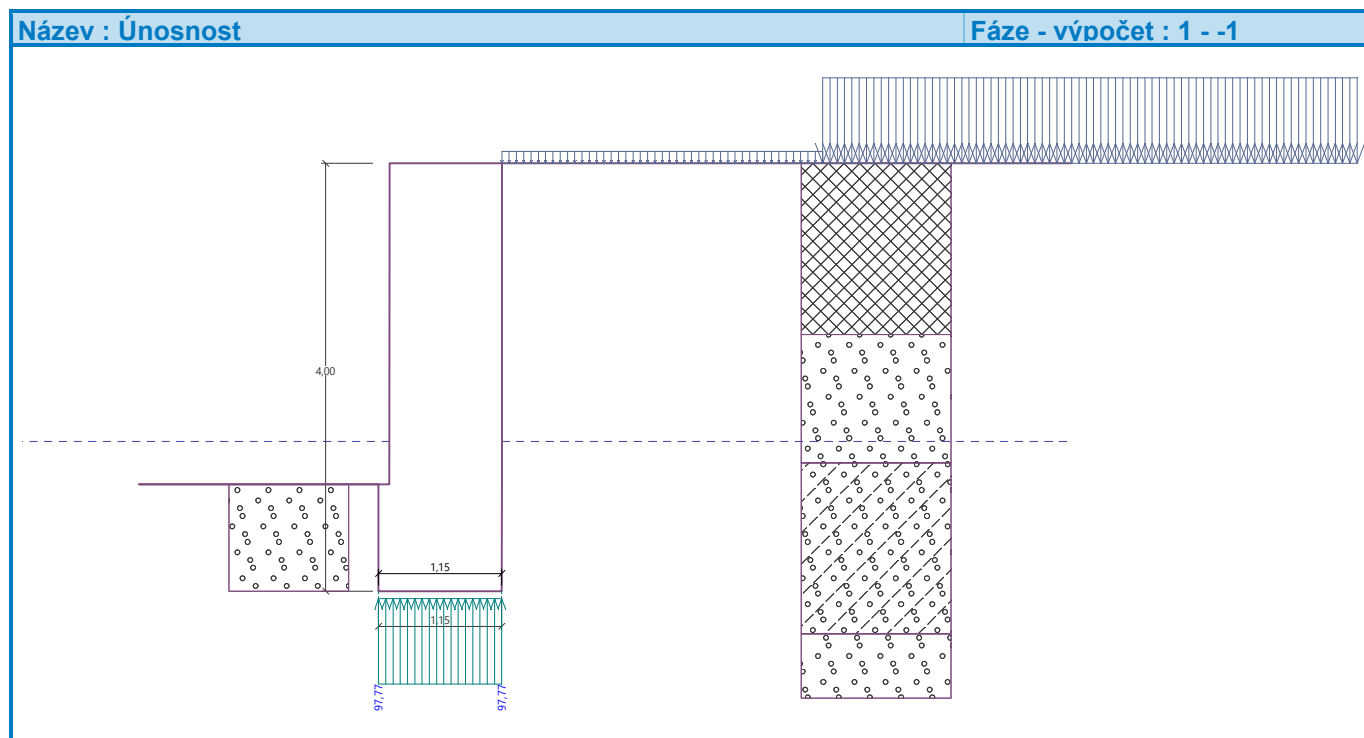
Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 97,77 \text{ kPa}$

Návrhová únosnost základové půdy $R_d = 571,43 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE



5. Závěr

Stávající regulace toku vyhovuje na zvýšené zatížení za výše uvedených geometrických a materiálových předpokladů. Stabilita navrhované konstrukce je dostatečná a podle typu úpravy se mění následovně:

posuzovaný profil zdi	překlopení	napětí ZS
stávající zeď	87.8%	125kPa
zeď s upravenou korunou	66.6%	98kPa

V Liberci, dne 22.7.2024
Vypracoval Ing.T.Humpal