

Název akce : **Na Schodech – oprava opěrné zdi**

Č. zak.: 22/423

Příloha G

G. STATICKÝ VÝPOČET

Zpracováno pro:



AZ CONSULT, spol. s r.o.

Číslo zakázky.....22/423

Výrobek uvolněn k použití

Datum.....

Koucký

P. Vít

1 Identifikace stavby

Údaje o stavbě:

název stavby: **Na Schodech – oprava opěrné zdi**
místo stavby: Ústí nad Labem
katastrální území: Ústí nad Labem, číslo k. ú 774871
dotčené pozemky: p.p.č.: 2202/3, 2202/2, 4256
předmět PD: oprava stávající opěrné zdi

Údaje o stavebníkovi:

Investor: **Statutární město Ústí nad Labem**
Velká Hradební 2336/4; 401 01 Ústí nad Labem
IČ 00081531, DIČ CZ00081531



Údaje o zpracovateli projektové dokumentace:

Zpracovatel: **AZ Consult spol. s r.o.**
Klíšská 12
400 01 Ústí nad Labem
IČO: 44567430, DIČ: CZ 44567430

Zodpov. projektant: Ing. Martin Komín (č.a. 0401577)
Vypracoval: Ing. Petr Vít

2 Seznam vstupních podkladů

- [1] Geodetické zaměření stávajícího stavu, AZ Consult spol s r.o., březen 2023
- [2] ČSN EN 1997-1: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

3 Postup výpočtu

Tímto statickým výpočtem byla posouzena únosnost a stabilita opěrných zdí a provizorního zajištění svahu během výkopových prací. Výpočet byl proveden softwarem FINE GEO5 – 2023.

Výpočet tížné zdi

Vstupní data

Akce : 22/423 - Na Schodech - oprava opěrné zdi
Část : Tížná zeď
Datum : 07.09.2023

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 zdí

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětláčení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Dovolená excentricita : 0,333
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 [-]	

Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce			
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_s =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$\gamma_e =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	

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
Pevnost v tahu

$f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

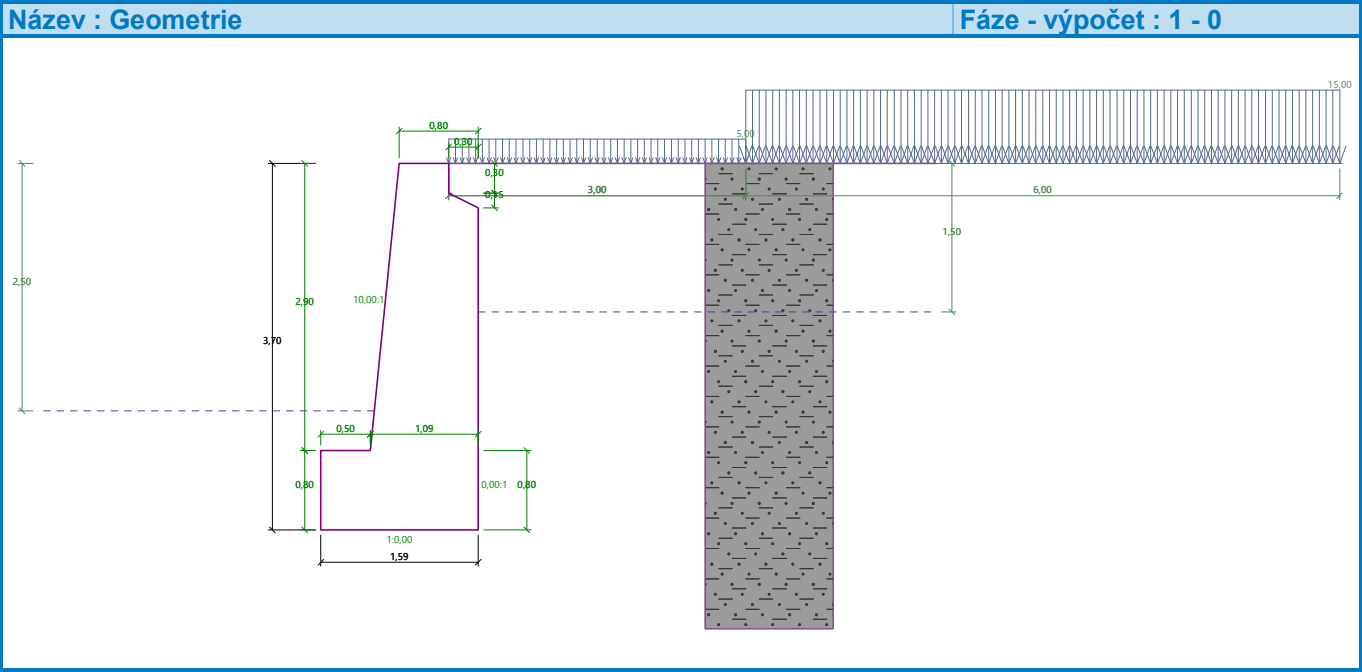
Ocel podélná: B500B
Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	0,30
3	0,30	0,45
4	0,30	2,90
5	0,30	3,70
6	-1,29	3,70
7	-1,29	2,90
8	-0,79	2,90
9	-0,50	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 3,90 m².



Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F4, konzistence tuhá		24,50	14,00	18,50	8,50	12,00

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


Parametry zemín

Třída F4, konzistence tuhá
Objemová tíha :
Napjatost :
Úhel vnitřního tření :

$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
efektivní
 $\varphi_{ef} = 24,50^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 12,00^\circ$
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Třída F4, konzistence tuhá	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1,50 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,50 m

Podloží u paty konstrukce je propustné.

Hydraulický gradient = 0,45

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	15,00		3,00	6,00	na terénu
2	Ano		proměnné	5,00		0,00	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava
2	Chodník

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

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.- zeď	0,00	-1,79	72,70	1,03	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-3,46	0,88	1,39	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	2,70	-0,35	0,57	1,59	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	11,00	-1,13	0,00	1,30	1,350	1,350	1,350
Doprava	7,92	-0,84	2,49	1,59	1,500	1,500	1,500
Chodník	4,10	-1,14	1,58	1,56	1,500	1,500	1,500
Chodník	0,00	-3,70	0,05	1,30	0,000	0,000	1,500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 62,28 \text{ kNm/m}$

Moment klopící $M_{ovr} = 35,15 \text{ kNm/m}$

Zeď na překlpení VYHOVUJE**Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 49,80 \text{ kN/m}$ Vodor. síla posunující $H_{act} = 36,53 \text{ kN/m}$ **Zeď na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 71,66 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	5,66	106,30	36,53	0,034	71,66
2	11,94	80,47	36,53	0,093	62,22

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	3,29	78,28	25,72
2	3,32	78,23	25,72

Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricityMax. excentricita normálové síly $e = 0,093$ Maximální dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$ **Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Únosnost základové půdy $R = 150,00 \text{ kPa}$ Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$ Max. napětí v základové spáře $\sigma = 71,66 \text{ kPa}$ Návrhová únosnost základové půdy $R_d = 107,14 \text{ kPa}$ **Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE****Dimenzace čís. 1****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zeď	0,00	-1,40	56,15	0,60	1,000	1,000	1,000
Tíh.- zemní klín	0,00	-2,65	0,88	0,89	1,000	1,000	1,000
Aktivní tlak	0,16	-0,09	0,03	1,09	1,000	1,000	1,350
Tlak vody	6,99	-0,60	0,00	0,80	1,350	1,350	1,350
Doprava	4,02	-0,47	1,66	1,09	1,500	1,500	1,500
Chodník	2,67	-0,74	1,28	1,05	1,500	1,500	1,500
Chodník	0,00	-2,90	0,05	0,80	0,000	0,000	0,000

Posouzení dříku zdiVýška průřezu $h = 1,09 \text{ m}$

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 616,92 \text{ kN/m} > 19,69 \text{ kN/m} = V_{Ed}$
Tlaková síla na mezi únosnosti $N_{Rd} = 9699,91 \text{ kN/m} > 61,47 \text{ kN/m} = N_{Ed}$
Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 33,32 \text{ kNm/m} > 5,55 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Únosnost průřezu VYHOVUJE

Výpočet hřebíkovaného svahu

Vstupní data

Akce : 22/423 - Na Schodech - oprava opěrné zdi
Část : Hřebíkování
Datum : 07.09.2023

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

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
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 [-]	

Stabilitní výpočty

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 smyk. ploše : $Y_{Rs} = 1,10 [-]$

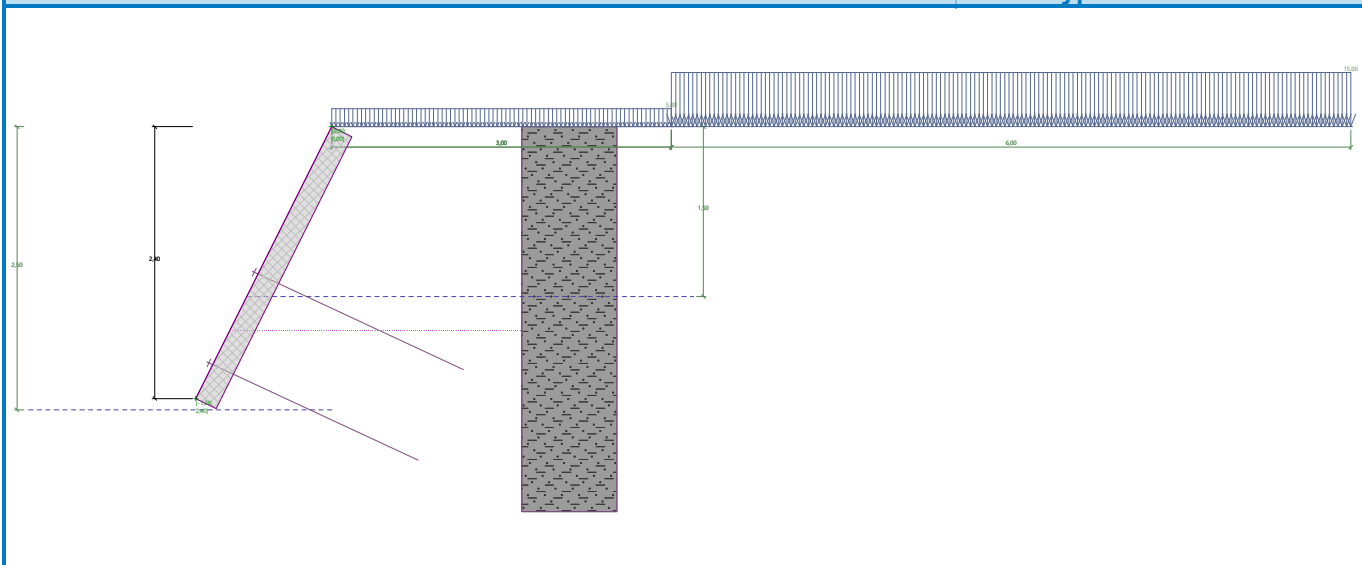
Geometrie konstrukce

Tloušťka betonového krytu $h = 0,20$ m

Číslo	Hloubka z [m]	Pořadnice x [m]
1	0,00	0,00
2	2,40	-1,20

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Typy hřebů

Číslo	Název	Typ hřebu	Únos. přetržení R_t [kN]	Únos. vytržení T_p [kN/m]	Únos. hlavy R_f [kN]
1	Typ hřebu č. 1	uživatelský	100,14	-	-

Geometrie hřebů

Celkový počet hřebů - 2

Sklon hřebů od vodorovné = 25,00 °

Hřeb	Hloubka [m]	Hloubka etáže [m]	Délka [m]	Vzdálenost [m]	Typ hřebíku
1	1,30	0,50	2,00	1,00	Typ hřebu č. 1
2	2,10	0,30	2,00	1,00	Typ hřebu č. 1

Materiál konstrukce

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

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 20,00$ MPa

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,20$ MPa

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu

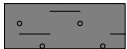
$f_{yk} = 500,00$ MPa

Parametry zemin

Třída F4, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24,50^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 12,00^\circ$
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Třída F4, konzistence tuhá	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1,50 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,50 m

Podloží u paty konstrukce je propustné.

Hydraulický gradient = 1,11

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	15,00		3,00	6,00	na terénu
2	Ano		proměnné	5,00		0,00	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	Doprava
2	Chodník

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

Vnitřní stabilita

Výpočet čís. 1

Rovná smyková plocha po optimalizaci :

Úhel smykové plochy = $37,00^\circ$

Počátek smykové plochy v hloubce = 2,40 m

Tíhová síla = 69,85 kN/m

Celková síla v hřebících za sm. pl. = 13,44 kN/m

Síly na sm. ploše posun. (tíh.síla) = 42,04 kN/m

Síly na sm. ploše posun. (tlak) = 0,00 kN/m

Síly na sm. ploše vzdor. (zemina) = 78,78 kN/m

Síly na sm. ploše vzdor. (hřeby) = 6,31 kN/m

Vzdorující síla = 85,09 kN/m > 42,04 kN/m = posouvající síla.

Stabilita smykové plochy VYHOVUJE

Výpočet čís. 2

Lomená smyková plocha po optimalizaci :

Úhel smykové plochy = $31,00^\circ$

Počátek smykové plochy v hloubce = 2,40 m

Tíhová síla = 66,12 kN/m

Celková síla v hřebících za sm. pl. = 12,86 kN/m
Síly na sm. ploše posun. (tíh.síla) = 34,06 kN/m
Síly na sm. ploše posun. (tlak) = 3,21 kN/m
Síly na sm. ploše vzdor. (zemina) = 62,98 kN/m
Síly na sm. ploše vzdor. (hřeby) = 7,19 kN/m

Vzdorující síla = 70,17 kN/m > 37,26 kN/m = posouvající síla.

Stabilita smykové plochy VYHOVUJE

Výpočet čís. 3

Vodorovný tlak na konstrukci:

Bod	Hloubka [m]	Tlak [kPa]
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	0,02	0,00
4	1,37	0,00
5	1,50	0,00
6	2,40	12,15

Posouzení únosnosti hřebů

Redukční součinitel aktivního tlaku pro posouzení únos. hřebů $k_n = 0,85$.

Hřeb	Hloubka h [m]	Typy hřebů	Únosnost hřebu [kN]	Síla v hřebu [kN]	Posouzení
1	1,30	Typ hřebu č. 1	9,31	0,57	Vyhovuje
2	2,10	Typ hřebu č. 1	10,24	4,56	Vyhovuje

Maximálně využitý je hřeb č. 2

Únosnost hřebu = 10,24 kN > 4,56 kN = Síla v hřebu

Únosnost hřebů VYHOVUJE

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.- vyztužená zemina	0,00	-1,15	64,06	1,49	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	0,00	-2,40	0,00	2,36	1,000	1,000	1,350
Tlak vody	7,23	-0,08	-2,57	3,13	1,350	1,350	1,000
Doprava	1,38	-0,52	2,69	2,37	0,000	1,500	1,500
Chodník	1,39	-0,70	1,50	2,37	0,000	1,500	1,500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 60,37$ kNm/m

Moment klopící $M_{ovr} = 0,83$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 52,68$ kN/m

Vodor. síla posouvající $H_{act} = 13,91$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře: 45,95 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	-43,94	90,19	11,38	0,000	45,95
2	-24,24	60,59	13,91	0,000	30,87

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-30,50	65,68	10,00
2	-26,38	61,49	10,00

Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricityMax. excentricita normálové síly $e = 0,000$ Maximální dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$ **Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Únosnost základové půdy $R = 100,00 \text{ kPa}$ Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$ Max. napětí v základové spáře $\sigma = 45,95 \text{ kPa}$ Návrhová únosnost základové půdy $R_d = 71,43 \text{ kPa}$ **Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE****Dimenzace čís. 1****Vstupní data**

Typ sítě : KY49 (8,0x8,0/100x100 [mm])

Plocha vodorovné výztuže $A_{hor} = 502,7 \text{ mm}^2/\text{m}$ Plocha svislé výztuže $A_{vert} = 502,7 \text{ mm}^2/\text{m}$ Vzdálenost těžiště sítě od rubu $h_1 = 40,0 \text{ mm}$ Vzdálenost těžiště sítě od líce $h_2 = 160,0 \text{ mm}$ **Dimenzace betonového krytu****Svislý směr - rub**Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,10 \text{ m} = x_{max}$ Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 33,18 \text{ kNm/m} > 0,47 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$ **Průřez VYHOVUJE.****Vodorovný směr - rub**Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,10 \text{ m} = x_{max}$ Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 33,18 \text{ kNm/m} > 0,68 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$ **Průřez VYHOVUJE.****Svislý směr - líce**Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,02 \text{ m} = x_{max}$ Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = -6,95 \text{ kNm/m} > -0,14 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$ **Průřez VYHOVUJE.**

Vodorovný směr - líc

Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,02 \text{ m} = x_{\max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = -6,95 \text{ kNm/m} > -0,34 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Konstrukční zásady

Stupeň vyztužení $\rho = 0,31 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení na smyk

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 28,12 \text{ kN/m} > 4,05 \text{ kN/m} = V_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Celkové posouzení VYHOVUJE