
Zajištění opěrné zdi

Zhodnocení variantního řešení

0. Akce	2
1. Podklady	2
2. Použité normy a programy	2
3. Návrh řešení	2
4. Základní parametry posouzení	4
5. Varianta 1	4
5.1. technické řešení	4
5.2. přístup	4
5.3. statický výpočet	4
6. Varianta 2	8
6.1. technické řešení	8
6.2. přístup	8
6.3. statický výpočet	9
7. Varianta 3	14
7.1. technické řešení	14
7.2. přístup	14
7.3. statický výpočet	14
8. Varianta 4	18
8.1. technické řešení	18
8.2. přístup	18
8.3. statický výpočet	18
9. Cenové porovnání	21
10. Zhodnocení variant	21
11. Závěr	22

0. **Akce**

Sokolov – zajištění opěrné zdi na p.p.č. 2436/56
Zajištění svahu
Zhodnocení variantního řešení

1. **Podklady**

Projektová dokumentace pro stavební povolení akce „Statické zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 v Sokolově“, Ing.Anton Jurica , ateliér Sokolov , květen 2006
Protokol o předání geodetických prací č. 1/2015 , zaměření tachymetrického plánu “Sokolov – opěrná zeď - dialíza“, Ing. Tomáš Vilím – geodetická kancelář , březen 2015
geologická mapa zájmového území
technická a cenová nabídka na projektové práce , vlastní
objednávka číslo OBJ/119/2017/ORM ze dne 11.01.2017 od Města Sokolov
fotodokumentace , vlastní prohlídka lokality

2. **Použité normy a programy**

ČSN 73 0090 Zakládání staveb . Geologický průzkum pro stavební účely
ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy
ČSN EN 14689-1 Geotechnický průzkum a zkoušení, pojmenování a zařídování hornin a zemin
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1998-5 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 5: Základy, opěrné a zárubní zdi a geotechnická hlediska
GEO 5.11 kompletní systém geotechnických výpočtů – FINE Praha
FIN 10 EC kompletní statický SW v prostředí 2D
SW WORD, EXCEL

3. **Návrh řešení**

Stavba se nachází v intravilánu obce Sokolov , v blízkosti ulice Slovenská . Opěrná zeď se nachází na pozemku p.p.č.2436/56 k.ú. Sokolov v celkové délce cca 22,00 m . Opěrná zeď zajišťuje převýšení upravených terénů před objekty na p.p.č. 2436/54 a 2436/55 , výška opěrné zdi rozdíl terénů je cca 2,30 m .

V minulosti již byla tato opěrná zeď sanována dle projektu z roku 2006 . Zeď byla zajištěna rubovou gabionovou zdí , která by měla převzít většinu zatížení od zemního tlaku včetně přetížení povrchu .

Dle provedených kontrolních statických výpočtů je navržena gabionová zeď vyhovující a měla by přenést veškeré zatížení od zemního tlaku a přetížení provozem v rubu zdi . V případě zvodnění podloží a uvažování hydrostatického tlaku (což není

v případě gabionové konstrukce reálné i s ohledem na časový odstup provádění sanace) tato konstrukce je na hranici únosnosti (využití 100%) .

Přesto lícová původní železobetonová opěrná zeď vykazuje poruchy – vyklonění v koruně zdi o cca 50 mm . Dále při prohlídce opěrné zdi je patrný pokles zásypu v rubu opěrné zdi .



Uvažované způsoby zajištění svahu rozdílů upravených terénů . S ohledem na provedené statické výpočty jsou navrženy tři základní varianty řešení . Nejlevnější varianta je vybourání stávající betonové lícové opěrné zdi a případné zesílení gabionové tížené zdi . Druhá varianta je odstranění stávající lícové opěrné zdi a provedení nové železobetonové úhlové zdi . Další varianta zajištění svahu pomocí vyztužení svahu geomřížemi (tzv. armování zemin) by znamenalo velké zemní práce se velkým zásahem do svahu a zpevněných konstrukcí . Při realizaci zajištění by došlo k výkopu od hrany svahu v rozsahu až 5,00 m a tudíž k rozkopání větší části přilehlých ploch . Další varianta je zajištění stávajícího stavu pomocí předsazených železobetonových pilířů , které budou v patě zajištěny krátkými mikropilotami pro zajištění vodorovných sil .

Další možné varianty zabezpečení svahu jsou různé kombinace výše uvedených řešení nebo varianty už proveditelné s větším zásahem do svahu nebo přilehlých pozemků .

Z čistě technického hlediska je nejlepší varianta zajištění číslo 1 jelikož je prováděna přímo s využitím stávajících konstrukcí a tato konstrukce je pružná s možností drobných dotvarování bez ztráty funkčnosti (únosnosti) .

Popis variant následuje v samostatných kapitolách .

4. Základní parametry posouzení

Zatěžovací údaje jsou dány osazením opěrné zdi do terénu a morfologií terénu, stávajícího stavu úpravy terénu a polohou objektů v rubu zdi . Pro posouzení a návrh zabezpečení opěrné zdi jsme uvažovaly s plošným přitížením rubu opěrné stěny $12,00 \text{ kN/m}^2$ (jako náhrada využívání plochy) . Dále bylo uvažováno v základním výpočtu (3.fáze) přitížení opěrné zdi podzemní vodou - simulována zvýšená nebo zadržovaná hladina podzemní vody v rubu zdi do úrovně cca 1,00 m pod terénem v rubu zdi .

Zatěžovací údaje jsou přímo generovány v statickém výpočtu – posouzení .

5. Varianta 1

5.1. technické řešení

Návrh zabezpečení svahu řeší zajištění svahu pomocí stávajících konstrukcí . Předpokládáme provedení gabionové zdi podle PD z roku 2006 . Podle statického výpočtu je navržená gabionová zeď schopná přenášet veškeré zatížení , pouze v případě zavodnění je její využití na 100% únosnosti . Z tohoto důvodu navrhuje zesílení této gabionové zdi o přední (v lici v patě zdi) jeden gabionový koš rozměru 1,00 / 1,00 m . Zesílení již provedené gabionové zdi je navrženo při uvažování plného odstranění stávající betonové lícové opěrné zdi . Stávající zábradlí by se osadil do koruny gabionové zdi nebo by se osadilo za rub gabionové opěrné zdi .

5.2. přístup

Stavbu by byla možno provádět při pouze omezeném požadavku na zábor přilehlých ploch – v patě opěrné zdi pruh cca 10 m (vlastní provádění zajištění a zařízení staveniště) a pruh cca 4 m v rubu zdi (to znamená pouze posunutí obrubníku parkoviště o cca 2,00 m) . Veškeré stavební práce proběhnou na vlastním pozemku investora .

Délka realizace stavby cca 1 měsíc .

5.3. statický výpočet

Výpočet gabionu

Vstupní data

Materiály bloků - výplň

Číslo	Název	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]
1	Materiál č. 1	20.00	30.00	0.00

Materiály bloků - pletivo

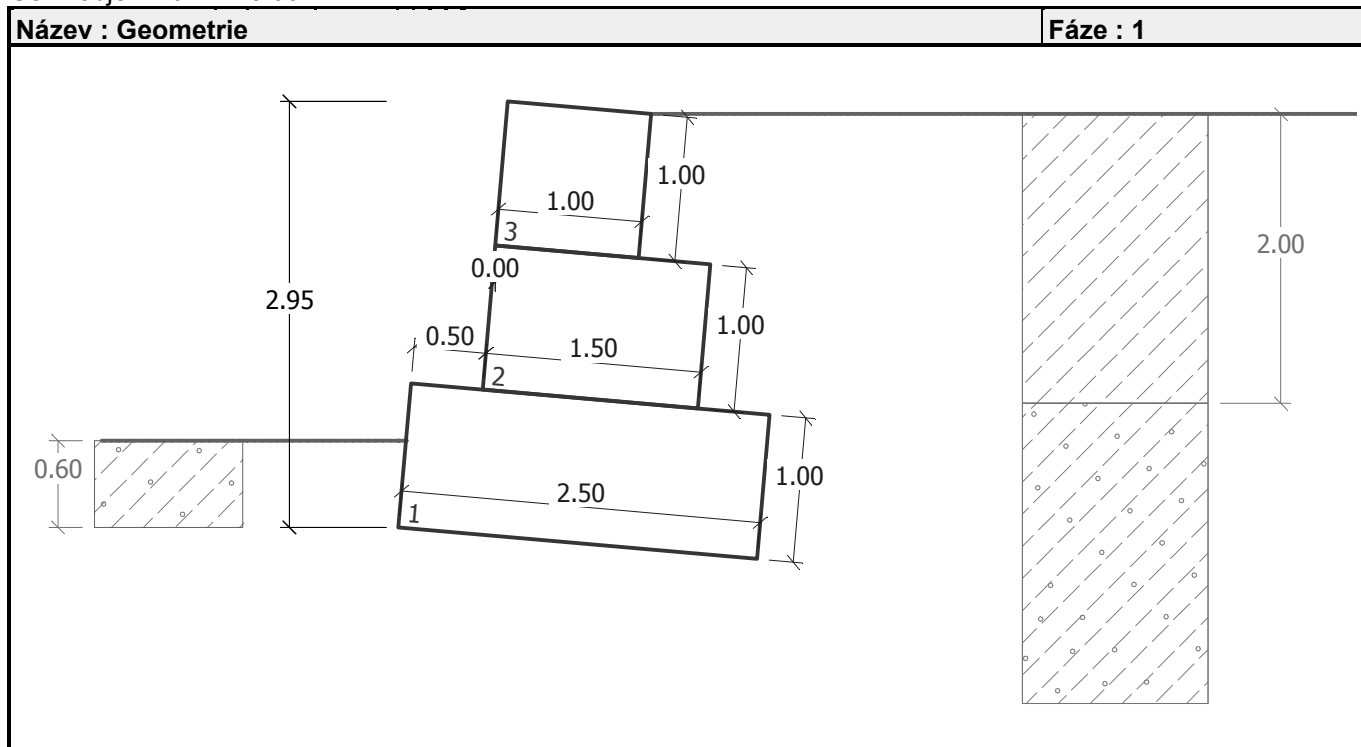
Číslo	Název	Pevnost sítě R_t [kN/m]	Vzdálenost svislých sítí b [m]	Únosnost čelního spoje R_s [kN/m]
1	Materiál č. 1	40.00	1.00	40.00

Geometrie konstrukce

Číslo	Šířka b [m]	Výška h [m]	Odskok a [m]	Materiál
3	1.00	1.00	0.00	Materiál č. 1
2	1.50	1.00	0.50	Materiál č. 1
1	2.50	1.00	-	Materiál č. 1

Sklon gabionu = 5.00 °

Celková výška = 2.95 m

Celk. objem zdi = 5.00 m³/m**Celkové nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00
Zatížení vodou	γ_w	1.30	
Součinitelé redukce odporu (R)		Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na překlopení		γ_{Re}	1.40
Součinitel redukce odporu na posunutí		γ_{Rh}	1.10
Součinitel redukce odporu základové půdy		γ_{Rv}	1.40

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu


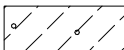
Zhodnocení variantního řešení

zakázka číslo 11 - 03/2017

Součinitel redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Součinitel redukce namáhání sítě		γ_{Rn1}	1.10
Součinitel redukce spoje sítě		γ_{Rn2}	1.10
Kombinační součinitel pro proměnná zatížení		Souč.	[-]
Součinitel kombinační hodnoty		ψ_0	0.70
Součinitel časté hodnoty		ψ_1	0.50
Součinitel kvazistále hodnoty		ψ_2	0.30

Vstupní data (Fáze budování 3)

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.00	Třída F5, konzistence tuhá	
2	-	Třída F3, konzistence tuhá	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.50 m
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	NE	NE	proměnné	12.00		0.50	6.00	na terénu
Číslo	Název							
1	provoz							

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 1/2 pas., 1/2 v klidu
Zemina na líci konstrukce - Třída F3, konzistence tuhá
Výška zeminy před zdí $h = 0.60$ m
Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0.00^\circ$
Terén před konstrukcí je rovný.

Posouzení čís. 1 (Fáze budování 3)

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zeď	0.00	-1.09	100.00	1.28	1.000	1.000	1.350
Odpor na líci	-11.46	-0.26	1.07	0.02	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.01	1.43	2.26	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.04	2.93	1.85	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	13.81	-0.94	12.77	2.29	1.000	1.350	1.350
Tlak vody	12.15	-0.30	-0.82	2.50	1.300	1.300	1.300

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu
Zhodnocení variantního řešení
zakázka číslo 11 - 03/2017

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Vztlak vody	0.00	-2.86	0.00	1.76	1.000	1.000	1.000
provoz	10.41	-0.98	3.84	2.12	1.500	1.500	1.500

Posouzení celé zdi**Posouzení na překlopení**Moment vzdorující $M_{\text{vzd}} = 125.40$ kNm/mMoment klopící $M_{\text{kl}} = 29.99$ kNm/m**Zed' na překlopení VYHOVUJE****Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující $H_{\text{vzd}} = 69.61$ kN/mVodor. síla posunující $H_{\text{pos}} = 27.34$ kN/m**Zed' na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 69.37kPa

Únosnost základové půdy (Fáze budování 3)**Síly působící ve středu základové spáry**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
1	4.36	166.65	19.92	0.09	69.37

Posouzení únosnosti základové půdy**Posouzení excentricity**Max. excentricita normálové síly $e = 88.8$ mmMaximální dovolená excentricita $e_{\text{dov}} = 825.0$ mm**Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Max. napětí v základové spáře $\sigma = 69.37$ kPaÚnosnost základové půdy $R_d = 107.14$ kPa**Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE****Dimenzace čís. 1 (Fáze budování 3)****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-0.84	50.00	0.73	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.09	2.93	1.27	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	3.87	-0.59	2.38	1.43	1.000	1.350	1.350
Tlak vody	1.43	-0.05	-0.13	1.51	1.300	1.300	1.300
Vztlak vody	0.00	-1.91	0.00	1.17	1.000	1.000	1.000
provoz	7.34	-0.53	1.62	1.32	1.500	1.500	1.500

Posouzení pracovní spáry nad blokem čís.: 1**Posouzení na překlopení**Moment vzdorující $M_{vzd} = 33.12 \text{ kNm/m}$ Moment klopící $M_{kl} = 8.24 \text{ kNm/m}$ **Spára na překlopení VYHOVUJE****Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 31.37 \text{ kN/m}$ Vodor. síla posunující $H_{pos} = 12.94 \text{ kN/m}$ **Spára na posunutí VYHOVUJE**

Maximální napětí na spodní blok = 58.23 kPa
 Souč.redukce odskokem hor.bloku = 0.13
 Průměrná hodnota tlaku na čelo = 7.40 kPa
 Smyková síla přenášená třením = 29.80 kN/m

Únosnost na boční tlak:

Únosnost spoje = 40.00 kN/m

Spočtené namáhání = 3.69 kN/m

Posouzení na boční tlak VYHOVUJE**Posouzení spáry mezi bloky:**

Únosnost materiálu sítě = 40.00 kN/m

Spočtené namáhání = 3.69 kN/m

Spára mezi bloky VYHOVUJE

6. Variant 2

6.1. technické řešení

Návrh zabezpečení svahu řeší zajištění svahu pomocí nové opěrné zdi provedené místo původní opěrné betonové zdi . Postup prací by byl jednodušší s ohledem na provedenou původní sanaci v rubu zdi pomocí gabionových košů . Po úplném odstranění původní opěrné zdi , by stávající gabionová zeď převzala funkci pažení . Následně by byla provedena nová železobetonová úhlová zeď , která by byla dimenzována na zajištění veškerého zatížení .

6.2. přístup

Stavba včetně zařízení staveniště z větší části přístupná pouze se spodní částí pozemku a pouze po nezbytně krátkou dobu omezení ploch v rubu zdi při provádění nového zábradlí a úpravy terénu v rubu zdi .

Veškeré stavební práce proběhnou na vlastním pozemku investora .

Délka realizace stavby cca 2 měsíce .

6.3. statický výpočet

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ct} = 2.60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 30500.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

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

Modul pružnosti

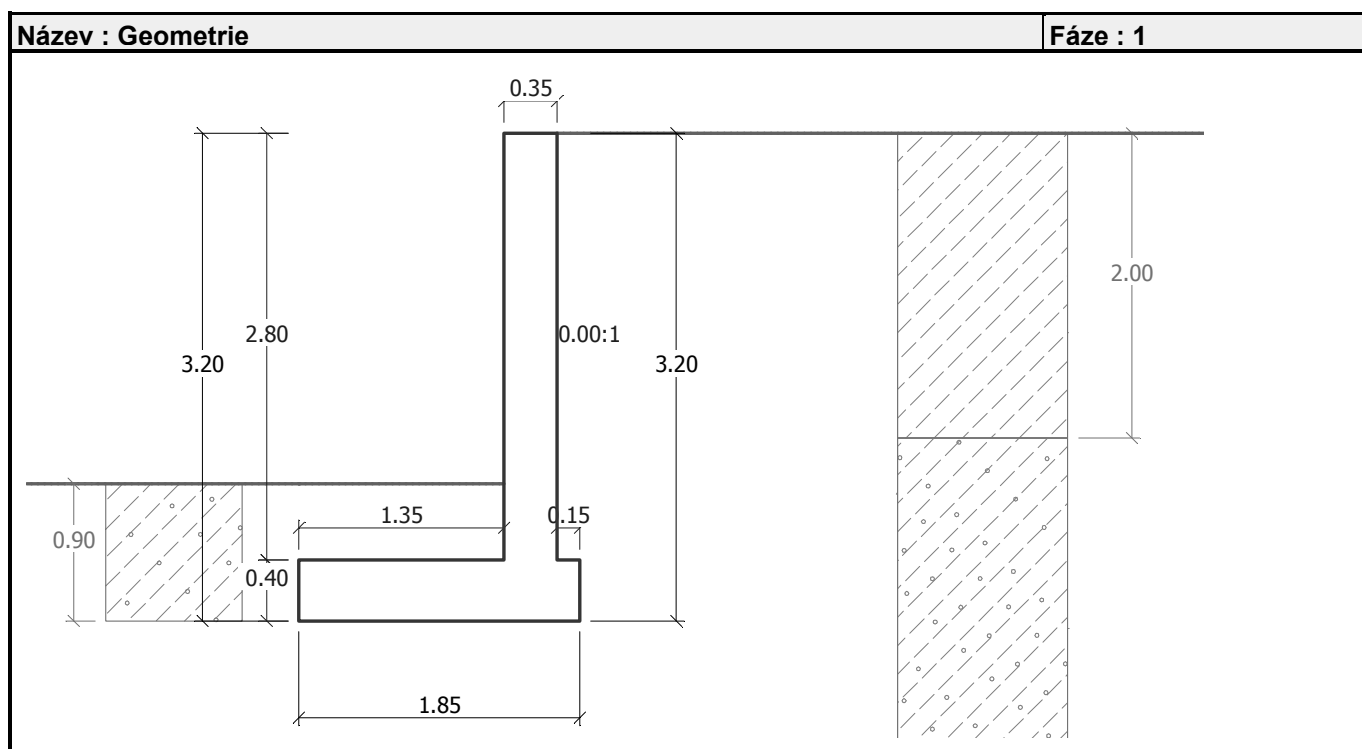
$E = 200000.00 \text{ MPa}$

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	2.80
3	0.15	2.80
4	0.15	3.20
5	-1.70	3.20
6	-1.70	2.80
7	-0.35	2.80
8	-0.35	0.00

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

Plocha řezu zdi = 1.72 m^2 .


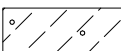


Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu


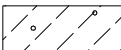
Zhodnocení variantního řešení

zakázka číslo 11 - 03/2017

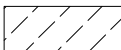

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F5, konzistence tuhá		19.00	8.00	20.00	10.00	0.00
2	Třída F3, konzistence tuhá		24.00	8.00	18.00	8.00	0.00

Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ [°]	v [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Třída F5, konzistence tuhá		soudržná	-	0.40	-	-
2	Třída F3, konzistence tuhá		soudržná	-	0.35	-	-

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.00	Třída F5, konzistence tuhá	
2	-	Třída F3, konzistence tuhá	

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992 1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00
Zatížení vodou	γ_w	1.30	
Součinitelé redukce odporu (R)		Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na překlopení		γ_{Re}	1.40
Součinitel redukce odporu na posunutí		γ_{Rh}	1.10
Součinitel redukce odporu základové půdy		γ_{Rv}	1.40
Kombinační součinitelé pro proměnná zatížení		Souč.	[-]
Součinitel kombinační hodnoty		ψ_0	0.70
Součinitel časté hodnoty		ψ_1	0.50

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu

Zhodnocení variantního řešení

zakázka číslo 11 - 03/2017

Součinitel redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Součinitel kvazistále hodnoty		ψ ₂	0.30

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

Posouzení čís. 1 (Fáze budování 1)

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F _{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F _{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-1.11	39.56	1.27	1.000	1.000	1.350
Odpor na líci	-21.83	-0.38	0.03	0.67	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-0.48	0.31	1.75	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	18.64	-0.72	6.42	1.78	1.350	1.350	1.350

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlpení

Moment vzdorující $M_{vzd} = 47.20$ kNm/m

Moment klopící $M_{kl} = 9.97$ kNm/m

Zed' na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 33.11$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{pos} = 3.34$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 33.80kPa

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 [m]	Napětí [kPa]
1	-18.88	62.54	-4.30	0.00	33.80

Posouzení únosnosti základové půdy

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 0.0$ mm

Maximální dovolená excentricita $e_{dov} = 610.5$ mm

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 33.80$ kPa

Únosnost základové půdy $R_d = 85.71$ kPa

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE

Vstupní data (Fáze budování 3)

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.50 m
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	NE	NE	proměnné	12.00		1.50	6.00	na terénu
Číslo	Název							
1	provoz							

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 2/3 pas., 1/3 v klidu
Zemina na líci konstrukce - Třída F3, konzistence tuhá
Výška zeminy před zdí $h = 0.90$ m
Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0.00^\circ$
Terén před konstrukcí je rovný.

Posouzení čís. 1 (Fáze budování 3)

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	$F_{\text{svís}}$ [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zeď	0.00	-1.11	39.56	1.27	1.000	1.000	1.350
Odpor na líci	-27.81	-0.38	0.03	0.67	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-0.48	0.14	1.75	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	12.44	-0.79	4.65	1.78	1.350	1.350	1.350
Tlak vody	14.45	-0.57	0.00	1.70	1.300	1.300	1.300
Vztlak vody	0.00	-3.20	0.00	1.70	1.000	1.000	1.000
provoz	12.14	-1.31	0.71	1.77	1.500	1.500	1.500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{\text{vzd}} = 45.30$ kNm/m

Moment klopící $M_{\text{kl}} = 37.21$ kNm/m

Zeď na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{\text{vzd}} = 27.15$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{\text{pos}} = 25.98$ kN/m

Zeď na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 39.11kPa

Únosnost základové půdy (Fáze budování 3)**Síly působící ve středu základové spáry**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
1	8.87	60.98	16.25	0.37	39.11

Posouzení únosnosti základové půdy**Posouzení excentricity**Max. excentricita normálové síly $e = 368.3 \text{ mm}$ Maximální dovolená excentricita $e_{\text{dov}} = 610.5 \text{ mm}$ **Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Max. napětí v základové spáře $\sigma = 39.11 \text{ kPa}$ Únosnost základové půdy $R_d = 85.71 \text{ kPa}$ **Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE****Dimenzace čís. 1 (Fáze budování 3)****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zed'	0.00	-1.40	22.53	0.18	1.000	1.350	1.000
Odpor na líci	-12.23	-0.22	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
Tlak v klidu	42.26	-1.06	0.00	0.35	1.350	1.000	1.350
Tlak vody	8.43	-0.43	0.00	0.35	1.300	1.000	1.300
Vztlak vody	0.00	-2.80	0.00	0.35	1.000	1.000	1.000
provoz	15.42	-1.18	0.00	0.35	1.500	0.000	1.500

Posouzení dřívku zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

Profil vložky = 16.0 mm

Počet vložek = 5

Krytí výztuže = 30.0 mm

Šířka průřezu = 1.00 m

Výška průřezu = 0.35 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0.32 \% > 0.13 \% = \rho_{\text{min}}$ Moment na mezi únosnosti $M_{\text{Rd}} = 130.64 \text{ kNm} > 89.69 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$ **Průřez VYHOVUJE.**

7. Varianta 3

7.1. technické řešení

Návrh zabezpečení svahu řeší zajištění svahu pomocí zcela nové konstrukce při využití určitého odstupu zpevněných ploch a možností vytvoření svahovaného zajištění rozdílu terénů . Navrhujeme zajištění pomocí tzv.armované zeminy , při kompletním odstranění původních konstrukcí .

Při tomto způsobu zajištění budou velké přesuny stavebních hmot a také zemních prací . Výhodou je konstrukce bez nutnosti údržby a menších materiálových vstupů .

7.2. přístup

Stavba včetně zařízení staveniště bude zabírat největší plochu z uvedených variant zajištění . Bude potřeba po celou dobu výstavby omezit využívání přilehlých ploch včetně horní zpevněné plochy zmenšené o minimálně 4,00 m . Po provedení zajištění vznikne zpevněný svah bez nutnosti dalších úprav , nebude osazeno zábradlí, ale pouze obrubník u zpevněné plochy .

Veškeré stavební práce proběhnou na vlastním pozemku investora .

Délka realizace stavby cca 2 měsíce .

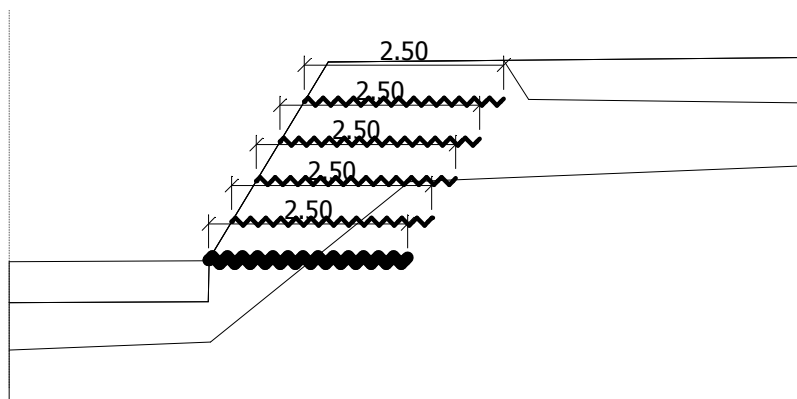
7.3. statický výpočet

Výpočet vyztuženého svahu:

Parametry zemín

Název	f_i [st.]	c [kPa]	γ_{ma} [kN/m ³]	$\gamma_{ma, sat}$ [kN/m ³]
Navážka	19.00	9.00	4.00	19.00
Třída F5 ,konzistence tuhá	19.00	8.00	20.00	20.00
Třída F3 ,konzistence tuhá	24.00	8.00	18.00	18.00

Název	Velikost zrn	Chemizmus prostř.
Navážka	2-20	normální
Třída F5 ,konzistence tuhá	<0.006	normální
Třída F3 ,konzistence tuhá	<0.006	normální



Souřadnice terénu:**Přiřazená zemina: Navážka**

Bod	Souř. X	Hloubka
čís.	[m]	[m]
1	0.00	-12.00
2	2.49	-11.99
3	3.99	-9.51
4	10.00	-9.45

Rozhraní vrstev čís.1:**Přiřazená zemina: Navážka**

Bod	Souř. X	Hloubka
čís.	[m]	[m]
1	0.00	-12.51
2	2.49	-12.50
3	2.50	-11.96

Rozhraní vrstev čís.2:**Přiřazená zemina: Třída F5 ,konzistence tuhá**

Bod	Souř. X	Hloubka
čís.	[m]	[m]
1	6.19	-9.49
2	6.50	-9.97
3	10.00	-10.02

Rozhraní vrstev čís.3:**Přiřazená zemina: Třída F3 ,konzistence tuhá**

Bod	Souř. X	Hloubka
čís.	[m]	[m]
1	0.00	-13.10
2	2.52	-13.00
3	5.01	-11.00
4	10.00	-10.80

Podzemní voda nebyla zadána.

Materiály výztuh

Typ výztuhy	Název	Okamž.pevnost [kN/m]	Životnost [roky]
PP - geomříž	geomříže	55.00	120

Výpočet proveden dle klasické teorie bez redukce vstupních parametrů zemin.

Výpočet číslo 1:**Parametry kruhové smykové plochy:**

Souřadnice středu	X = 2.07 m
	Y = -9.12 m
Poloměr	r = 3.31 m

Výsledky:

Stupeň stability = 1.59

Fáze budování číslo 2:**Zadané výztuhy**

Číslo	Výška	Počátek	Konec	Délka	Název
výzt.	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-10.00	3.69	6.19	2.50	geomříže

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu
 Zhodnocení variantního řešení
 zakázka číslo 11 - 03/2017

2	-10.50	3.39	5.89	2.50	geomříže
3	-10.99	3.09	5.59	2.50	geomříže
4	-11.50	2.79	5.29	2.50	geomříže
5	-11.98	2.49	4.99	2.50	geomříže

Číslo výzt.	Efekt.šířka [m]	Okamž.pevnost [kN/m]	Výpočt.pevnost [kN/m]
1	1.00	55.00	9.26
2	1.00	55.00	9.26
3	1.00	55.00	9.26
4	1.00	55.00	9.26
5	1.00	55.00	9.26

Podzemní voda nebyla zadána.

Výpočet číslo 1:

Parametry kruhové smykové plochy:

Souřadnice středu X = 2.88 m
Y = -9.43 m
Poloměr r = 3.32 m

Výsledky:

Stupeň stability = 1.69

Průsečíky se smykovou plochou a využití výztuh.

Čís.	Průsečík [m]	Využití [-]
1	6.12	0.014
2	5.89	0.000
3	5.59	0.000
4	5.29	0.000
5	4.99	0.000

Fáze budování číslo 3:

Zadané výztuhy

Číslo výzt.	Výška [m]	Počátek [m]	Konec [m]	Délka [m]	Název
1	-10.00	3.69	6.69	3.00	geomříže
2	-10.50	3.39	6.39	3.00	geomříže
3	-10.99	3.09	6.09	3.00	geomříže
4	-11.50	2.79	5.29	2.50	geomříže
5	-11.98	2.49	4.99	2.50	geomříže

Číslo výzt.	Efekt.šířka [m]	Okamž.pevnost [kN/m]	Výpočt.pevnost [kN/m]
1	1.00	55.00	9.26
2	1.00	55.00	9.26
3	1.00	55.00	9.26
4	1.00	55.00	9.26
5	1.00	55.00	9.26

Zadaná přitížení

Typ	Název	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x [m]	Délka [m]	Šířka [m]	Sklon [[st.]]
Pásové	provoz - parkoviště	12.00		4.50	5.50		

Podzemní voda nebyla zadána.

Výpočet číslo 1:**Parametry kruhové smykové plochy:**

Souřadnice středu X = 2.83 m
 Y = -9.17 m
 Poloměr r = 3.57 m

Výsledky:

Stupeň stability = 1.53

Průsečíky se smykovou plochou a využití výztuh.

Čís.	Průsečík [m]	Využití [-]
1	6.29	0.083
2	6.16	0.094
3	5.92	0.121
4	5.29	0.000
5	4.99	0.000

Fáze budování číslo 4:**Zadané výztuhy**

Číslo výzt.	Výška [m]	Počátek [m]	Konec [m]	Délka [m]	Název
1	-10.00	3.69	6.69	3.00	geomříže
2	-10.50	3.39	6.39	3.00	geomříže
3	-10.99	3.09	6.09	3.00	geomříže
4	-11.50	2.79	5.29	2.50	geomříže
5	-11.98	2.49	4.99	2.50	geomříže

Číslo výzt.	Efekt.šířka [m]	Okamž.pevnost [kN/m]	Výpočet.pevnost [kN/m]
1	1.00	55.00	9.26
2	1.00	55.00	9.26
3	1.00	55.00	9.26
4	1.00	55.00	9.26
5	1.00	55.00	9.26

Zadaná přetížení

Typ	Název	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x [m]	Délka [m]	Šířka [m]	Sklon [[st.]]
Pásové	provoz - parkoviště	12.00		4.50	5.50		

Hladina podzemní vody:

Bod čís.	Souř. X [m]	Hloubka [m]
1	0.00	-12.58
2	3.02	-12.00
3	5.40	-10.90
4	10.00	-10.71

Výpočet číslo 1:**Parametry kruhové smykové plochy:**

Souřadnice středu X = 2.84 m
 Y = -9.39 m
 Poloměr r = 3.61 m

Výsledky:

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu
 Zhodnocení variantního řešení
 zakázka číslo 11 - 03/2017

Stupeň stability = 1.42

Průsečíky se smykovou plochou a využití výztuh.

Čís.	Průsečík [m]	Využití [-]
1	6.36	0.067
2	6.25	0.056
3	6.09	0.001
4	5.29	0.000
5	4.99	0.000

8. Varianta 4

8.1. technické řešení

Návrh zabezpečení svahu řeší zajištění pomocí zpevnění a zachování veškerých stávajících konstrukcí . V lici stávající opěrné zdi se provedou ztužující opěrné pilíře v osové vzdálenosti cca 1,50 m . Železobetonové pilíře budou založené na patkách podepřených krátkými mikropilotami (bez zajištění základu mikropilotami není možno tyto ztužující pilíře nadimenzovat hlavně na posun) . Předpoklad je vyhovující betonové konstrukce stěny stávající opěrné zdi , která bude zajišťovat svah mezi jednotlivými pilíři .

Při tomto způsobu zajištění svahu budou eliminovány bourací práce a minimalizovány zemní práce . Veškeré práce proběhnou při využití stávajících konstrukcí a bez většího omezení okolních odstavných ploch .

8.2. přístup

Stavba včetně zařízení staveniště bude zabírat nejmenší plochu z uvedených variant zajištění . Téměř po celou dobu výstavby se bude využívat pouze spodní zpevněná plocha v předpokládané šířce cca 6,00 m a to i jako zařízení staveniště .

Veškeré stavební práce proběhnou na vlastním pozemku investora .

Délka realizace stavby cca 1,5 měsíce .

8.3. statický výpočet

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ct} = 2.60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 30500.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

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

Modul pružnosti

$E = 200000.00 \text{ MPa}$

Geometrie konstrukce

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu

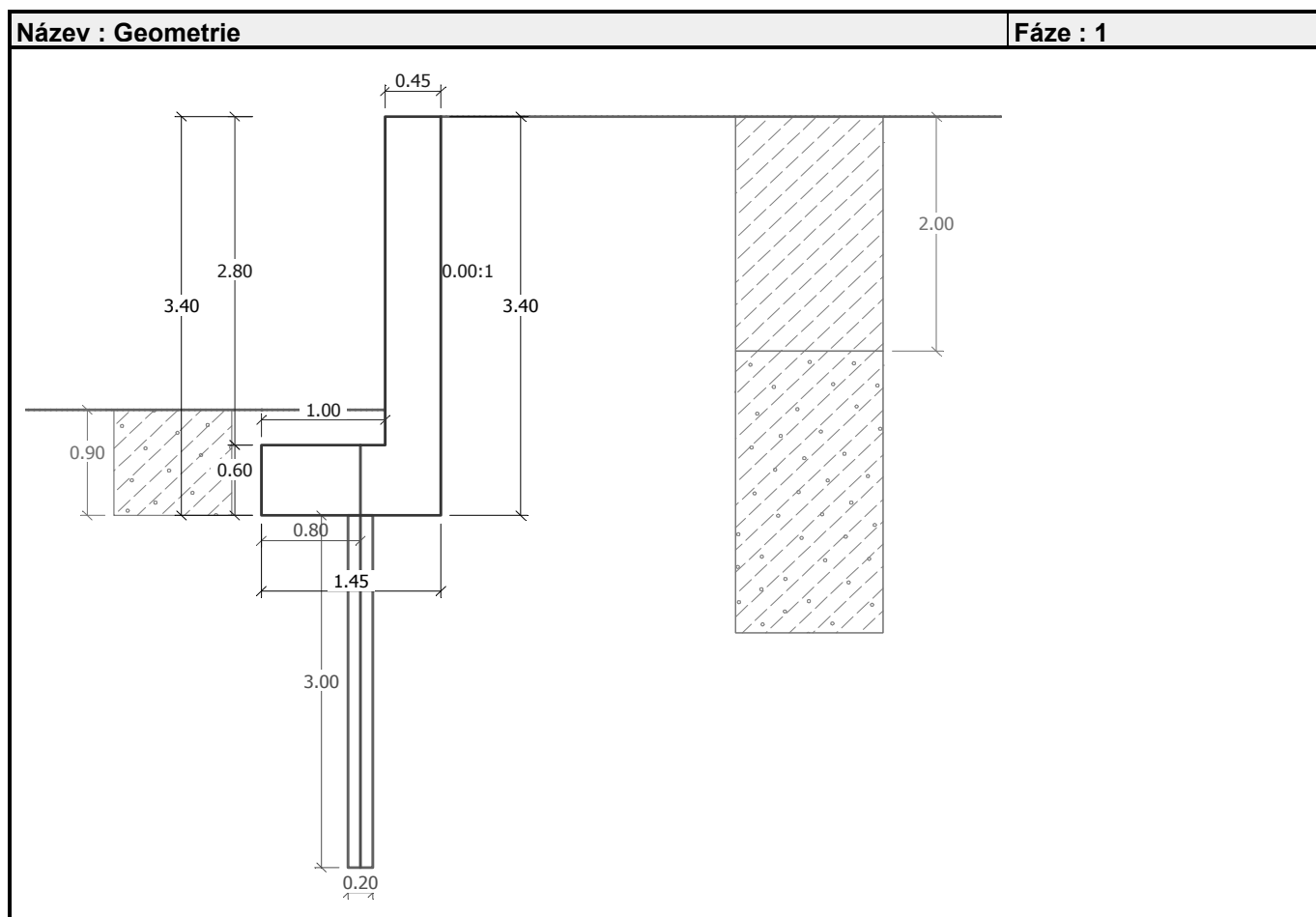
Zhodnocení variantního řešení

zakázka číslo 11 - 03/2017

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	2.80
3	0.00	3.40
4	-1.45	3.40
5	-1.45	2.80
6	-0.45	2.80
7	-0.45	0.00

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

Plocha řezu zdi = 2.13 m².



Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.00	Třída F5, konzistence tuhá	
2	-	Třída F3, konzistence tuhá	

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu

Zhodnocení variantního řešení

zakázka číslo 11 - 03/2017

Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992 1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Výpočet proveden podle ČSN 730037 (s redukcí vstupních parametrů zemin).
Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Vstupní data (Fáze budování 3)

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.50 m
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	NE	NE	proměnné	12.00		1.50	6.00	na terénu
Číslo	Název							
1	provoz							

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 2/3 pas., 1/3 v klidu
Zemina na líci konstrukce - Třída F3, konzistence tuhá
Výška zeminy před zdí $h = 0.90$ m
Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0.00$ °
Terén před konstrukcí je rovný.

Kotvení základu

Geometrie

Vzdálenost $x = 0.80$ m
Hloubka $h = 3.00$ m
Průměr vrtu $d = 0.20$ m
Vzdálenost vrtů $v = 1.00$ m
Únosnost na vytržení zadána hodnotou $T_p = 100.00$ kN/m
Únosnost na přetržení zadána hodnotou $R_t = 120.00$ kN

Posouzení čís. 1 (Fáze budování 3)

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0.00	-1.31	48.99	1.02	1.000
Odpor na líci	-22.57	-0.37	0.02	0.50	1.000
Aktivní tlak	22.65	-1.03	0.00	1.45	1.500
Tlak vody	18.05	-0.63	0.00	1.45	1.500
Vztlak vody	0.00	-3.40	0.00	1.45	1.000
provoz	16.41	-1.51	0.00	1.45	1.500
Kotvení základu	0.00	0.00	120.00	0.80	1.000

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Akce : Sokolov - zajištění opěrné zdi na p.p.č.2436/56 – zajištění svahu
Zhodnocení variantního řešení
zakázka číslo 11 - 03/2017

Moment vzdorující $M_{vzd} = 131.42 \text{ kNm/m}$

Moment klopící $M_{kl} = 81.20 \text{ kNm/m}$

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 64.84 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující $H_{pos} = 63.10 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Síly působící ve středu základové spáry

Celkový moment $M = 57.72 \text{ kNm/m}$

Normálová síla $N = 169.01 \text{ kN/m}$

Smyková síla $Q = 63.10 \text{ kN/m}$

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

9. Cenové porovnání

Náklady na stavbu – opravu opěrné zdi respektive zabezpečení stávající opěrné zdi je zpracováno na základě předběžného návrhu zabezpečení opěrné zdi (statického výpočtu, geodetického zaměření stávající zdi a vzorového řezu) podle jednotlivých variant řešení zabezpečení.

V propočtu nákladů je obsažena i položka na opravu poškozené tepelné izolace fasády sousedního objektu. Je uvažováno jednotně s rozsahem poškození $6,00 \text{ m}^2$.

Níže je uvedena tabulka výsledných celkových cen nákladů na stavbu dle variant.

Jednotlivé propočty nákladů jsou obsahem přílohy (předány v elektronické podobě).

	Cena bez DPH	Cena s DPH	Pořadí
Varianta 1	966.926,- Kč	1.169.981,- Kč	1.
Varianta 2	1.457.536,- Kč	1.763.619,- Kč	3.
Varianta 3	2.206.180,- Kč	2.669.477,- Kč	4.
Varianta 4	984.469,- Kč	1.191.207,- Kč	2.

Z provedených propočtů nákladů dle jednotlivých variant řešení zabezpečení opěrné zdi vyplývá že nejlevnější z hlediska celkových nákladů na stavbu je varianta číslo 1 a s nepatrným navýšením pak varianta číslo 4. Varianty číslo 2 a 3 jsou výrazně nákladově dražší.

10. Zhodnocení variant

Na základě provedených statických výpočtů, konstrukčních řešeních zabezpečení stávající opěrné zdi a propočtu nákladů na stavbu je možné konstatovat, že jako nejvýhodnější varianta řešení zabezpečení stávající opěrné zdi je varianta číslo 1. Tato varianta je cenově nejnižší a také je stavebně nejméně náročná.

11. Závěr

Výpočty bylo prokázáno , že navržené řešení zajištění opěrné zdi – zajištění svahu je dostatečně únosné a stabilní .

Projektová dokumentace – zajištění svahu – zhodnocení variantního řešení je vypracována s použitím podkladů dosažitelných v době jeho zpracování .

V případě , že při provádění budou podstatně jiné podmínky , než projekt předpokládá , vyhrazuje si projektant právo projekt příslušně upravit .

Zpracovatel nenese zodpovědnost za dodatečné úpravy vlivem změny technologie , postupu prací atd. .

Přílohy :

- Schéma zajištění variantu 2 – vzorový řez
- Schéma zajištění variantu 3 – vzorový řez
- Schéma zajištění variantu 4 – vzorový řez
- Propočet nákladů na stavbu – varianty 1-4 (pouze v paré 1)