



certifikována podle ČSN EN ISO 9001 : 2001

Kancelář stavebního inženýrství s. r. o.

Sídlo spol.: Botanická 256, 360 02, Dalovice - Karlovy Vary, IČ: 25 22 45 81 DIČ: CZ25 22 45 81

Karlovy Vary, Na Výšině – opěrná zeď

Statické zajištění stávající opěrné zdi

Statický výpočet

V Karlových Varech 24.10.2012

Ing.Tomáš Křelina

Ing.Stanislav Vonka

Akce : Karlovy Vary, Na Výšině – opěrná zeď
Statické zajištění stávající opěrné zdi
zakázkové číslo 55 - 10/2012

Statický výpočet

1. Obsah	
1. Obsah	2
2. Akce	3
3. Podklady	3
4. Použité normy a programy	3
5. Statický výpočet – úvod	3
6. Stávající stav	4
6.1. geologické poměry	4
6.2. opěrná zeď	4
7. Statický výpočet	5
7.1. postup výpočtu	5
7.2. posouzení opěrné zdi	6
7.3. posouzení opěrné zdi – zajištění	12
7.4. posouzení opěrné zdi – zajištění s přitížením	17
8. Souhrn výsledků	22
9. Závěr	23

Akce : Karlovy Vary, Na Výšině – opěrná zeď
Statické zajištění stávající opěrné zdi
zakázkové číslo 55 - 10/2012

2. Akce

Karlovy Vary , Na Výšině – opěrná zeď
Statické zajištění stávající opěrné stěny

3. Podklady

fotodokumentace , vlastní prohlídka lokality
stavební zaměření rozměrů opěrné zdi (profilu) , vlastní
projektová dokumentace pro stavební povolení v rozpracovanosti , H –PaSP SERVICE
s.r.o. Karlovy Vary, Ing.M.Trnka a Z.Volek, září 2012
stavebně technický průzkum , Kancelář stavebního inženýrství s.r.o. Karlovy Vary,
Ing.S.Vonka , září 2012

4. 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 zatřídění hornin a zemin
ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy,
vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 206-1 Beton – část 1 : Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 1537 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektované horninové kotvy
GEO 5.11 komplexní systém geotechnických výpočtů – FINE Praha
FIN 10 EC kompletní statický SW v prostředí 2D

5. Statický výpočet – úvod

Na základě požadavku investora a vystavené objednávky bude proveden návrh statického zajištění stávající opěrné stěny , která v důsledku stárí – degradace materiálu začala vykazovat poruchy . Opěrná zeď která zabezpečuje konec ulice Na Výšině směrem k jihu kam pokračuje již pouze cesta pro pěší se schodištěm , dochází k silné degradaci omítky , povrchové betonové vrstvy i kamene opěrné zdi . Degradace je způsobena zatékáním povrchové vody z přilehlé komunikace , špatným odvodněním rubu zdi a stárím objektu .

Nejdříve je posouzen stávající stav a následně návrh řešení dodatečného zajištění opěrné stěny a svahu pomocí kotvení stěny opěrné zdi . Posouzení je zpracováno na základě dostupných informací . Návrh zabezpečení řeší současný stav opěrné stěny s využitím dostupné techniky a rychlosti postupu zabezpečení .

Při návrhu řešení se uvažovalo s přitížením rubu opěrné stěny (běžné využití plochy – přilehlá komunikace , uvažováno 12 kN/m²) včetně uvažování zatížením zvýšenou hladinou podzemní vody . Zatížení od zemního tlaku bylo uvažováno dle ČSN EN . Ve výpočtech se uvažuje s podzemní vodou s ohledem na předpoklady IG poměrů (cca do 0,50 m nad základovou konstrukcí opěrné zdi) . Dále se neuvažuje se seizmickým

zatížením dle ČSN EN 1998-5 . Stabilita svahu byla testována na potenciální kruhové smykové ploše . Geotechnický model vychází z předpokládaných geologických poměrů – geotechnických údajů a tabulky směrných normových charakteristik zemin . Výpočty byly provedeny programem GEO 5.11 firmy FINE s.r.o. .

6. Stávající stav

6.1. geologické poměry

Geologický profil na staveništi nebyl v rámci tohoto úkolu ověřen inženýrsko-geologickým průzkumem , pouze zadány předpoklady z rekognoskace terénu a regionálních geologických map .

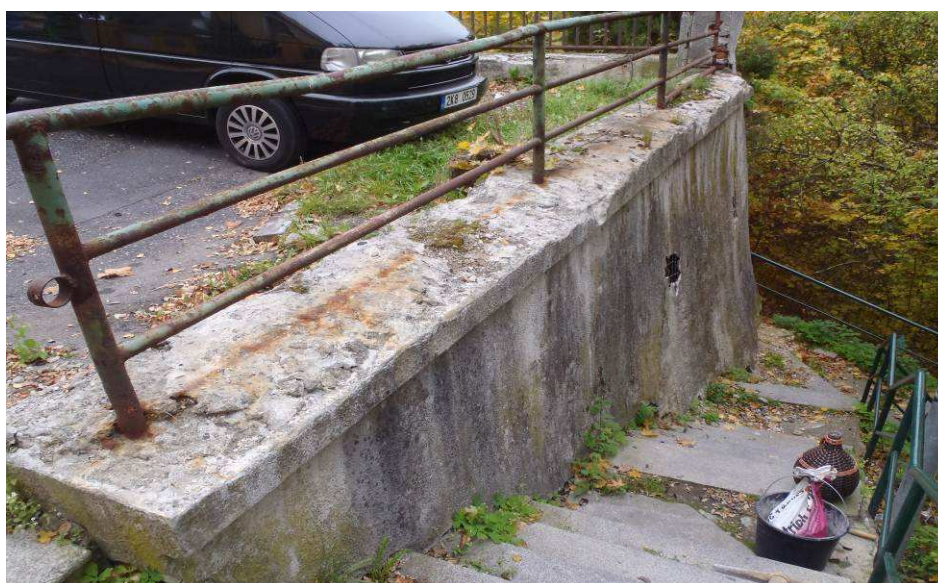
V prostoru projektovaného zajištění stávající opěrné zdi předpokládáme že geologický profil je tvořen od povrchu konstrukcí vozovky nebo pokryt slabou humosní vrstvou a navážkami do hloubek 1,00 m . Dále se nachází vrstva písčité hlíny která může místy i zcela chybět . Přirozený podklad tvoří rozložené skalní podloží a částečně přemístěné charakteru štěrkovité hlíny níže pak hlinitých štěrků . Směrem do hloubky přechází do eluvií , tj.nepřemístěné zvětraliny skalního podloží budované granitem , třídy R4.

Hladina podzemní předpokládáme mimo dosah stavebních i vrtných prací s ohledem na morfologii terénu a původním stavebním zásahům v lokalitě výstavby . Podzemní vodu předpokládáme až ve skalním masívu vody .

Skutečný geologický profil bude ověřen na stavbě prováděnými vrtnými pracemi a o zjištěných skutečnostech bude informován projektant a zapsán do stavebního deníku .

6.2. opěrná zeď

Jedná se o stávající kamennou zeď doplněnou betonovými vrstvami a plombami s vyztuženou povrchovou torkrétovou vrstvou celkové délky cca 16,00 m . Převýšení terénu zajišťující opěrnou zdí je cca do 3,50 m . Opěrná zeď je vybudována na konci komunikace Na Výšině a zabezpečuje komunikaci na svahu a pěší cestu se schodištěm vedoucí směrem k ulici Dalovická .





Skutečné rozměry opěrné zdi – geometrie profilu zdi bude ověřena průzkumem . Především tloušťky stěny , hloubka základové spáry a šířka základového pasu (předsazení v lici zdi) . Tyto informace budou po odvrtání prvních vrtů a provedení sondy v základech zapsány do stavebního deníku a bude informován projektant zajištění opěrné zdi .

Stávající opěrná zeď je ve špatném technickém stavu s ohledem na úplnou degradaci a ztrátu soudržnosti povrchové zpevňující torkrétové vyztužené vrstvy stěny opěrné zdi . Jsou patrné známky zatékání do tělesa opěrné zdi a vliv špatného nebo spíše chybějícího odvodnění rubu opěrné zdi .

7. Statický výpočet

7.1. postup výpočtu

Pro korektní celkové posouzení nemáme kompletní podklady od stávající opěrné zdi . Dle dostupných podkladů (viditelné části opěrné zdi- tloušťka stěny 450 mm , geologie – navážka, písčité hlíny, jílovito štěrkové zeminy a bez přetížení povrchu a hladinou podzemní vodou) byl proveden základní výpočet pro zjištění výchozích parametrů .

Při posouzení bez přetížení vykazuje opěrná zeď nevyhovující posouzení hlavně na překlopení . Základovou spáru nemůžeme hodnověrně posoudit z důvodu chybějících údajů o základové spáře .

Z těchto údajů byl vytvořen základní model a byl posouzen návrh zabezpečení a různé přetížení opěrné zdi . Nejdříve bylo posouzeno přetížení povrchu za rubem zdi pásovým plošným zatížením $12,00 \text{ kN/m}^2$ (provoz na komunikaci) a dále přetížení podzemní (případně zateklou , zadržovanou povrchovou) vodou .

Navrhujeme zajištění stávající opěrné zdi pomocí vrtaných zemních kotev . Kotvy zajistí zvýšené vodorovné síly a bezpečně stabilizuje nevyhovující opěrnou zeď . Kotvy budou předpjaté (předpětí 50 kN z důvodu malé únosnosti průřezu stěny opěrné zdi) v osové vzdálenosti $1,50 - 2,00 \text{ m}$ pro bezpečné přenesení sil opěrnou stěnou .

7.2. posouzení opěrné zdi

Výpočet tížné 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 12/15

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 12.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ct} = 1.60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 26000.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

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

Modul pružnosti

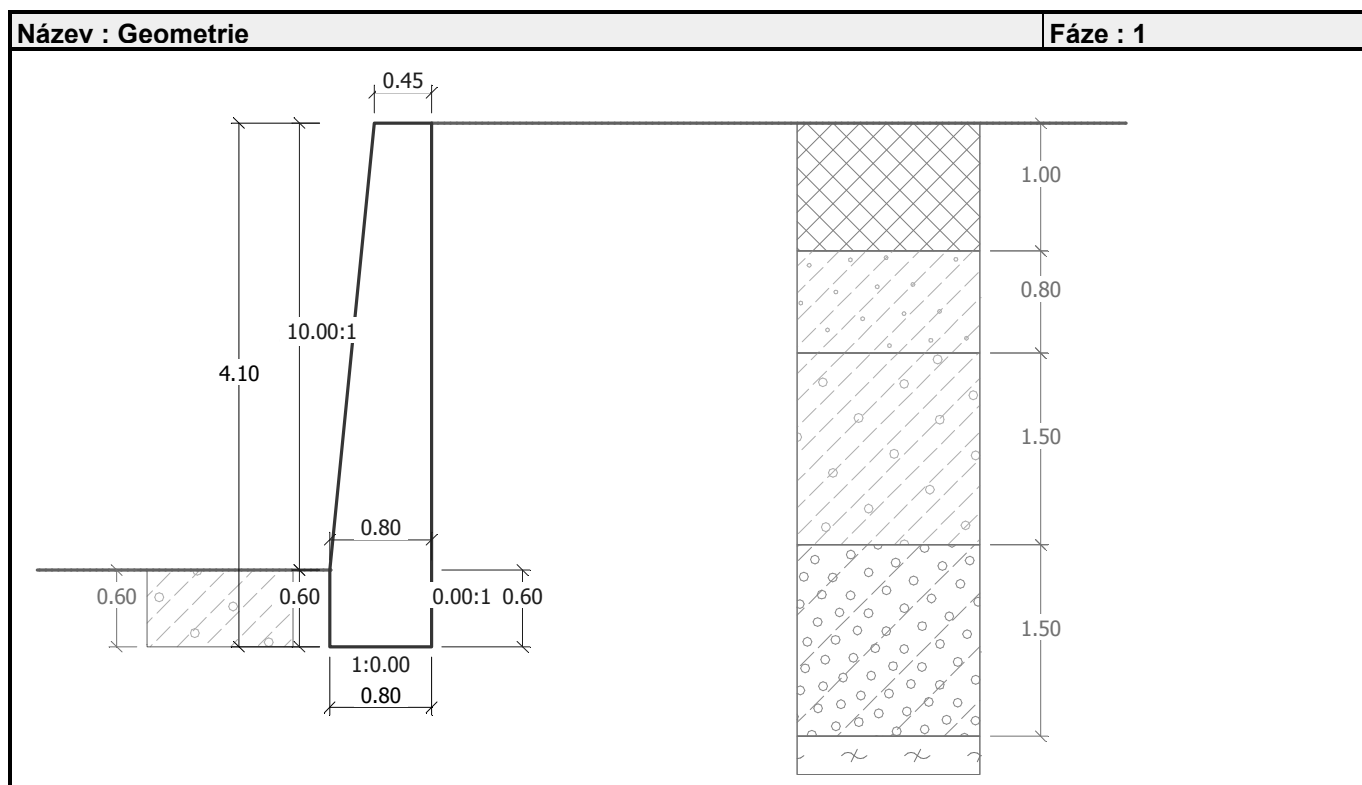
$E = 200000.00 \text{ MPa}$

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	3.50
3	0.00	4.10
4	-0.80	4.10
5	-0.80	3.50
6	-0.45	0.00

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

Plocha řezu zdi = 2.67 m^2 .



Parametry zemin navázka

Objemová tíha :	γ = 18.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 6.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 2.00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 0.00 °
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	ν = 0.30
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 18.00 kN/m ³

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ = 18.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 24.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 8.00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 3.00 °
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	ν = 0.35
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 18.00 kN/m ³

Třída F1, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ = 19.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 29.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 8.00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 5.00 °
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	ν = 0.35
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 19.00 kN/m ³

Třída G4


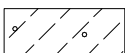
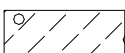
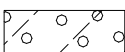
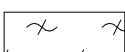
Objemová tíha :	γ = 19.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 32.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 8.00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 8.00 °
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	ν = 0.30
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 19.00 kN/m ³

Třída G3/R4, ulehlá

Objemová tíha :	γ = 21.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 38.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 45.00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 15.00 °
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	ν = 0.25
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 21.00 kN/m ³

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
-------	------------	------------------	--------

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.00	navážka	
2	0.80	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.50	Třída F1, konzistence tuhá	
4	1.50	Třída G4	
5	-	Třída G3/R4, ulehlá	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 1/2 pas., 1/2 v klidu

Zemina na líci konstrukce - Třída F1, konzistence tuhá

Výška zeminy před zdí $h = 0.60 \text{ m}$

Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0.00^\circ$

Terén před konstrukcí je rovný.

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 redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Součinitel kombinační hodnoty		Ψ_0	0.70
Součinitel časté hodnoty		Ψ_1	0.50
Součinitel kvazistále hodnoty		Ψ_2	0.30

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	-1.85	61.35	0.47	1.000	1.000	1.350
Odpor na líci	-14.14	-0.26	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
Aktivní tlak	23.65	-1.36	2.17	0.80	1.350	1.350	1.350

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{\text{vzd}} = 22.05 \text{ kNm/m}$

Moment klopící $M_{\text{kl}} = 39.89 \text{ kNm/m}$

Zed' na překlopení NEVYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{\text{vzd}} = 36.51 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující $H_{\text{pos}} = 17.79 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' NEVYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 3796.68kPa

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	33.33	85.75	17.79	0.54	3796.68

Posouzení únosnosti základové půdy

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 540.3 \text{ mm}$

Maximální dovolená excentricita $e_{\text{dov}} = 264.0 \text{ mm}$

Excentricita normálové síly NEVYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 3796.68 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy $R_d = 357.14 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy NEVYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy NEVYHOVUJE

Dimenzace 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. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0.00	-1.59	50.29	0.48	1.000	1.350	1.000
Aktivní tlak	16.48	-1.23	1.16	0.80	1.350	1.350	1.350

Posouzení dříku zdi

Výška průřezu $h = 0.80 \text{ m}$

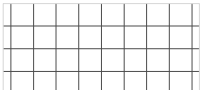
Smyk : $V_{\text{Ed}} = 22.24 \text{ kN/m} < V_{\text{Rd}} = 315.86 \text{ kN/m}$

Tlak + Ohyb : $M_{\text{Ed}} = 22.77 \text{ kNm/m}$

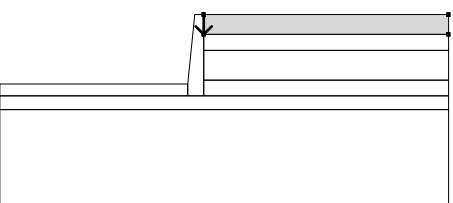
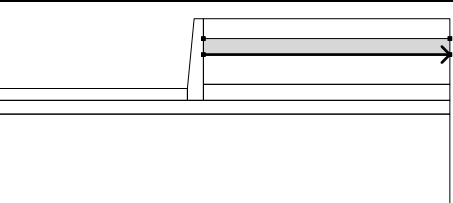
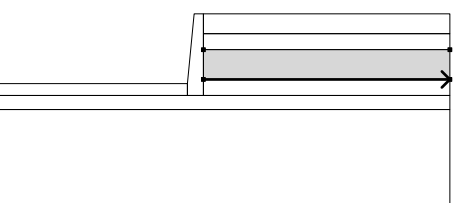
$N_{\text{Ed}} = 51.85 \text{ kN/m} < N_{\text{Rd}} = 204.65 \text{ kN/m}$

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE

Výpočet stability svahu**Vstupní data****Tuhá tělesa**

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]
1	Tuhé těleso		23.00

Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0.00	0.00	0.00	-1.00	navážka
		12.30	-1.00	12.30	0.00	
2		0.00	-1.80	12.30	-1.80	Třída F3, konzistence tuhá
		12.30	-1.00	0.00	-1.00	
3		0.00	-3.30	12.30	-3.30	Třída F1, konzistence tuhá
		12.30	-1.80	0.00	-1.80	

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
4		0.00	-4.10	0.00	-3.50	Tuhé těleso
		0.00	-3.30	0.00	-1.80	
		0.00	-1.00	0.00	0.00	
		-0.45	0.00	-0.80	-3.50	
		-0.80	-4.10			
5		0.00	-3.50	0.00	-4.10	Třída G4
		12.30	-4.10	12.30	-3.30	
		0.00	-3.30			
6		-0.80	-4.10	-0.80	-3.50	Třída F1, konzistence tuhá
		-10.25	-3.50	-10.25	-4.10	
7		0.00	-4.80	12.30	-4.80	Třída G4
		12.30	-4.10	0.00	-4.10	
		-0.80	-4.10	-10.25	-4.10	
		-10.25	-4.80			
8		0.00	-4.80	-10.25	-4.80	Třída G3/R4, ulehlá
		-10.25	-9.80	12.30	-9.80	
		12.30	-4.80			

Voda

Typ vody : Voda není

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : v efektivních parametrech

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : trvalá

Součinitel redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Proměnné zatížení	γ_Q	1.50	0.00
Zatížení vodou	γ_w	1.00	
Součinitelé redukce odporu (R)		Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše		γ_{Rs}	1.10

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy						
Střed :	x =	-1.46	[m]	Úhly :	α_1 =	-35.92 [°]
	z =	0.11	[m]		α_2 =	88.60 [°]
Poloměr :	R =	4.46	[m]			
Smyková plocha po optimalizaci.						

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 131.73$ kN/m

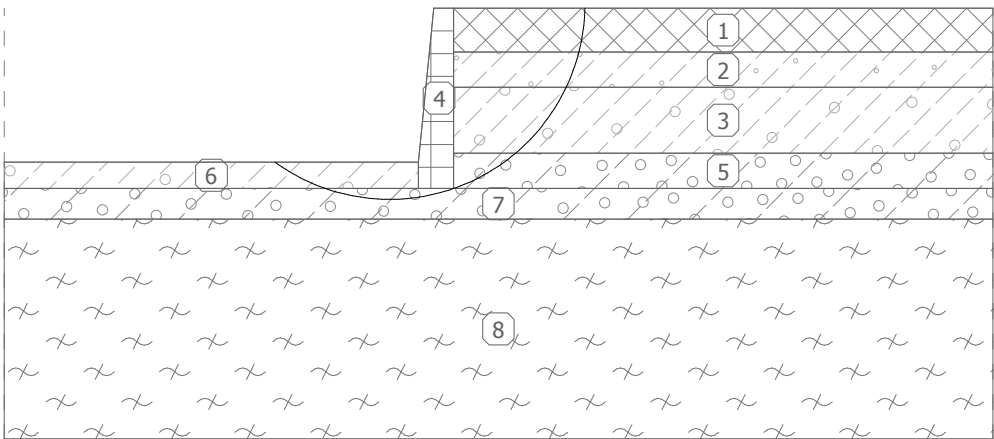
Sumace pasivních sil : $F_p = 250.61$ kN/m

Moment sesouvající : $M_a = 587.51$ kNm/m

Moment vzdorující : $M_p = 1016.10$ kNm/m

Využití : 57.8 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Název : Výpočet	Fáze - výpočet : 1 - 1
	



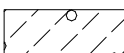
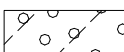
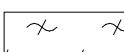
7.3. posouzení opěrné zdi – zajištění

Výpočet tížné zdi

Vstupní data (Fáze budování 2)

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
-------	------------	------------------	--------

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.00	navážka	
2	0.80	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.50	Třída F1, konzistence tuhá	
4	1.50	Třída G4	
5	-	Třída G3/R4, ulehlá	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Odpor na lici konstrukce

Odpor na lici konstrukce: 1/2 pas., 1/2 v klidu

Zemina na lici konstrukce - Třída F1, konzistence tuhá

Výška zeminy před zdí $h = 0.60 \text{ m}$

Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0.00^\circ$

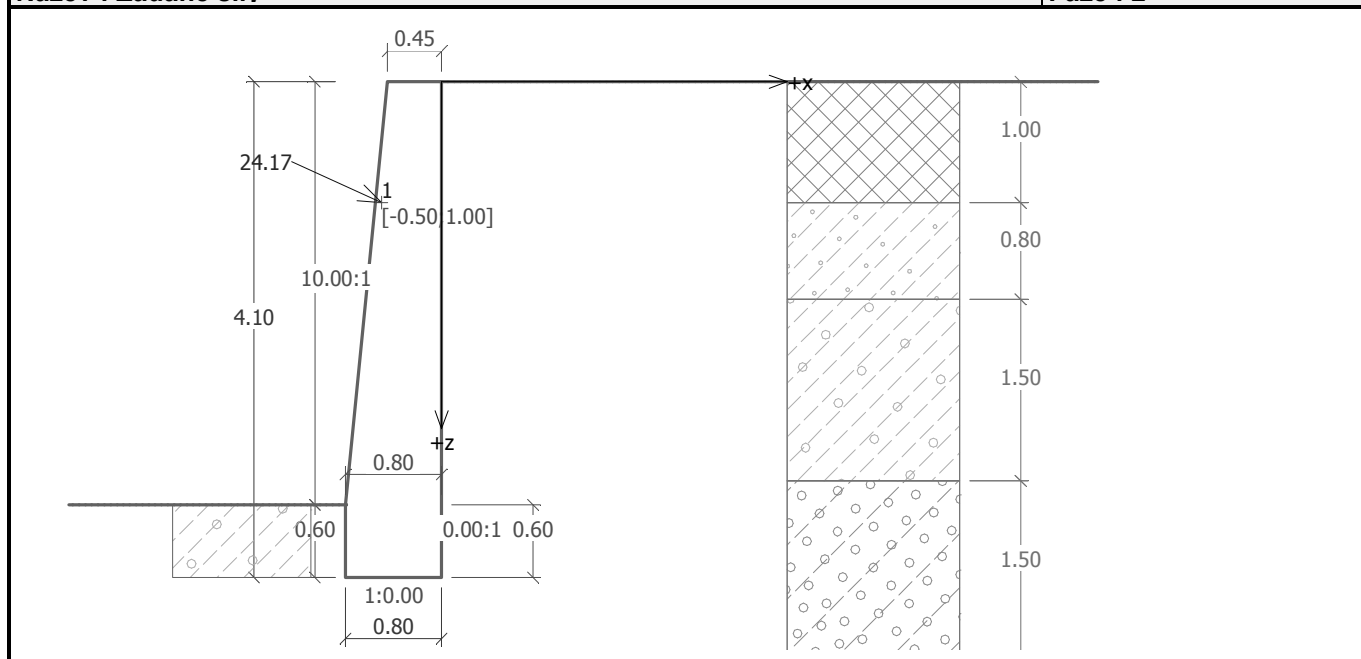
Terén před konstrukcí je rovný.

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		Kotva	stálé	22.00	10.00	0.00	-0.50	1.00

Název : Zadané síly

Fáze : 2



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
Součinitel kvazistále hodnoty		ψ_2	0.30

Posouzení čís. 1 (Fáze budování 2)**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	-1.85	61.35	0.47	1.000	1.000	1.350
Odpor na líci	-14.14	-0.26	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
Aktivní tlak	23.65	-1.36	2.17	0.80	1.350	1.350	1.350
Kotva	-22.00	-3.10	10.00	0.30	1.000	1.000	1.350

Posouzení celé zdi**Posouzení na překlopení**Moment vzdorující $M_{vzd} = 24.19$ kNm/mMoment klopící $M_{kl} = -28.31$ kNm/m**Zeď na překlopení VYHOVUJE****Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 48.01$ kN/mVodor. síla posunující $H_{pos} = -4.21$ kN/m**Zeď na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 124.06kPa

Únosnost základové půdy (Fáze budování 2)**Síly působící ve středu základové spáry**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
-------	-------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-----------------

Akce : Karlovy Vary, Na Výšině – opěrná zeď

Statické zajištění stávající opěrné zdi

zakázkové číslo 55 - 10/2012

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
1	-57.39	99.25	-11.91	0.00	124.06

Posouzení únosnosti základové půdy**Posouzení excentricity**Max. excentricita normálové síly $e = 0.0$ mmMaximální dovolená excentricita $e_{dov} = 264.0$ mm**Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Max. napětí v základové spáře $\sigma = 124.06$ kPaÚnosnost základové půdy $R_d = 178.57$ kPa**Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE****Dimenzace čí. 1 (Fáze budování 2)****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	-1.59	50.29	0.48	1.000	1.350	1.000
Aktivní tlak	16.48	-1.23	1.16	0.80	1.350	1.350	1.350
Kotva	-22.00	-2.50	10.00	0.30	1.000	1.350	1.000

Posouzení dříku zdiVýška průřezu $h = 0.80$ mSmyk : $V_{Ed} = 0.24$ kN/m $< V_{Rd} = 300.54$ kN/mTlak + Ohyb : $M_{Ed} = -31.20$ kNm/m $N_{Ed} = 61.85$ kN/m $< N_{Rd} = 168.69$ kN/m**Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE****Výpočet stability svahu****Vstupní data****Kotvy**

Číslo	Počátek		Délka a sklon / souřadnice		Vzd. kotev b [m]	Průměr / plocha d [mm] / A [mm ²]	Modul pružnosti E [MPa]	Síla na m.přetrž. F_c [kN]	Působí v tlaku	Síla F [kN]
	x [m]	z [m]	l [m] / x [m]	α [°] / z [m]						
1	-0.55	-1.00	l = 5.00	$\alpha = 25.00$	2.00	d =			Ne	50.00

Voda

Typ vody : Voda není

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : v efektivních parametrech

Nastavení výpočtu fáze

Akce : Karlovy Vary, Na Výšině – opěrná zed'

Statické zajištění stávající opěrné zdi

zakázkové číslo 55 - 10/2012

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	1.00	
Součinitelé redukce odporu (R)		Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše		γ_{Rs}	1.10

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy							
Střed :	x =	-1.66	[m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-37.21	[°]
	z =	0.09	[m]		$\alpha_2 =$	88.86	[°]
Poloměr :	R =	4.51	[m]				
Smyková plocha po optimalizaci.							

Délky kotev ke smykové ploše (kotvy byly uvažovány jako nekonečné)

Kotva Délka [m]

1 3.01

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 133.01$ kN/m

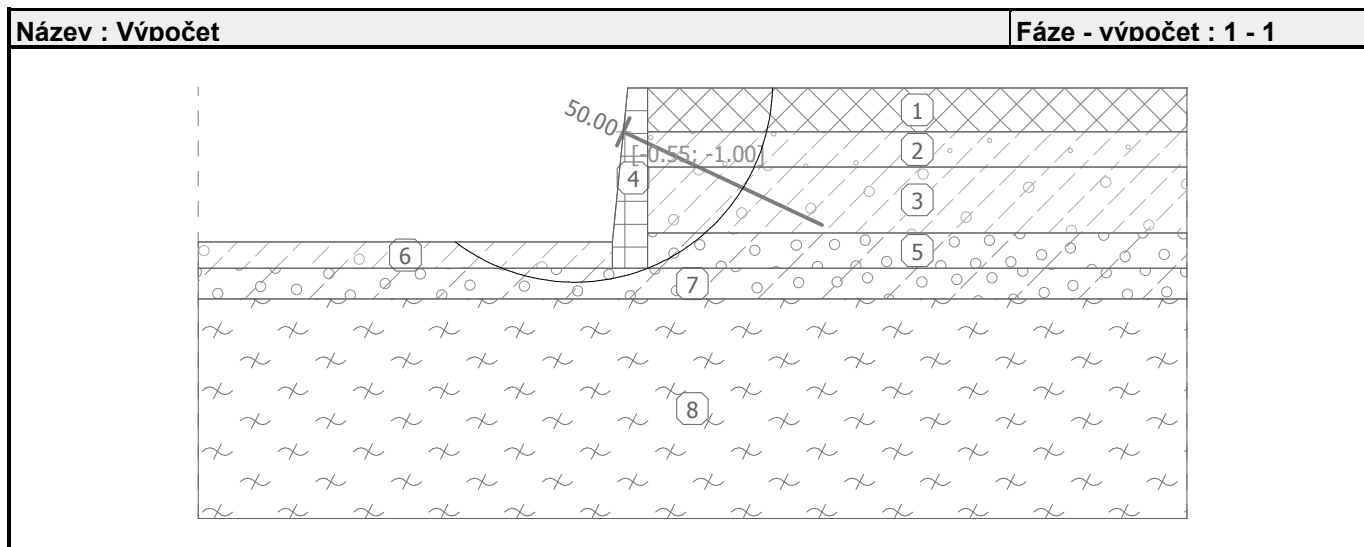
Sumace pasivních sil : $F_p = 257.39$ kN/m

Moment sesouvající : $M_a = 599.88$ kNm/m

Moment vzdorující : $M_p = 1055.30$ kNm/m

Využití : 56.9 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



7.4. posouzení opěrné zdi – zajištění s přitížením


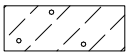
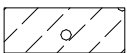

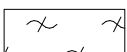
Při zadání přitížení opěrné zdi první návrh zabezpečení opěrné zdi je nevyhovující a tudíž bylo nutné přidat druhou řadu kotev . Zvýšení předpětí v kotvě nebylo možné z důvodu posouzení jako celku je zeď vyhovující , ale v případě posouzení průřezu je zeď nevyhovující (materiál není schopen přenést toto zvýšené předpětí – síla od kotvy) .

Navrhujeme zabezpečení stávající opěrné zdi pomocí dvou řad kotev a předpínací silou 50 kN na jednu kotvu .

Výpočet tížné zdi

Vstupní data (Fáze budování 3)

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.00	navážka	
2	0.80	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.50	Třída F1, konzistence tuhá	
4	1.50	Třída G4	
5	-	Třída G3/R4, ulehlá	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2.80 m

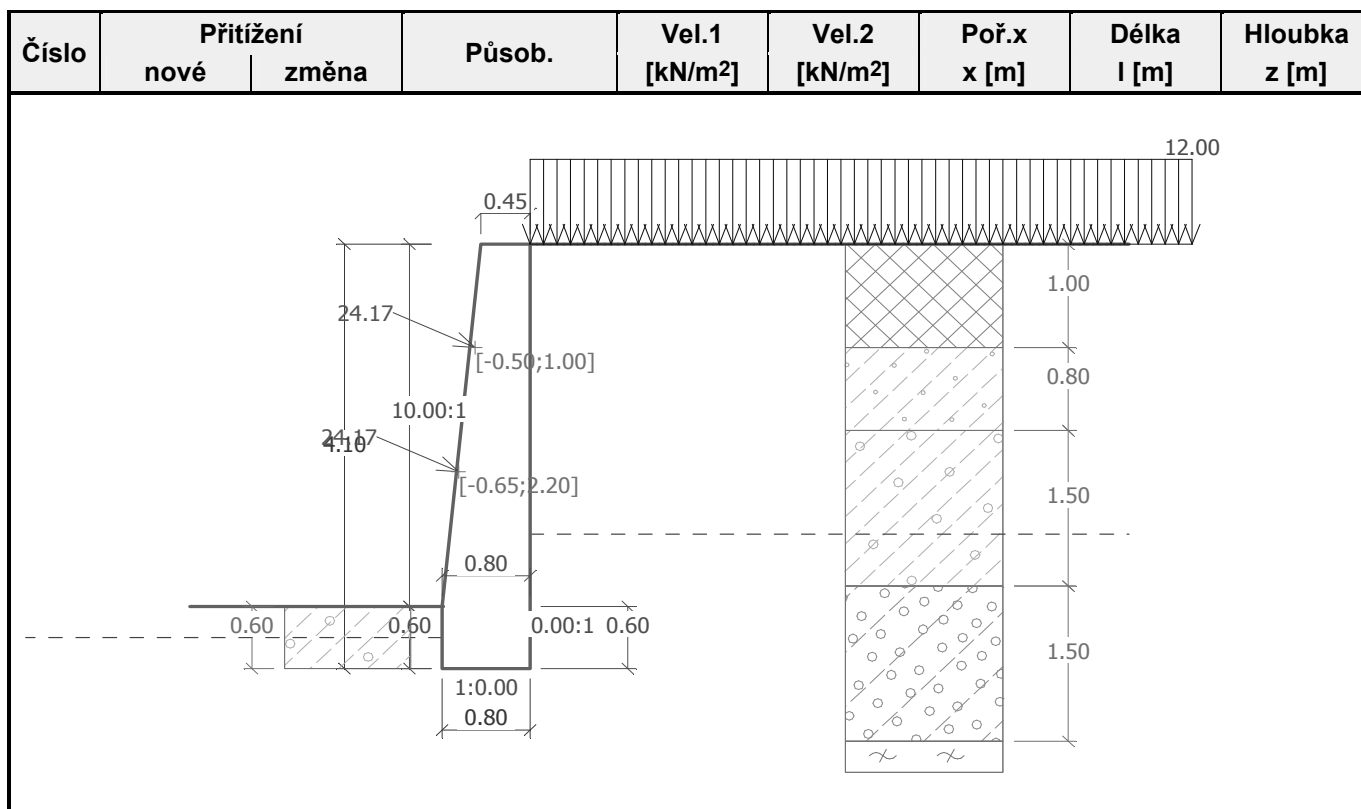
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 3.80 m

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		proměnné	12.00				na terénu
Číslo	Název							
1	komunikace							
Název : Přítížení							Fáze : 3	



Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 1/2 pas., 1/2 v klidu

Zemina na líci konstrukce - Třída F1, konzistence tuhá

Výška zeminy před zdí $h = 0.60 \text{ m}$

Třecí úhel kce-zemina $\delta = 0.00^\circ$

Terén před konstrukcí je rovný.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla nová změna		Název	Působ.	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	NE	NE	Kotva	stálé	22.00	10.00	0.00	-0.50	1.00
2	ANO		Kotva 2 řada	stálé	22.00	10.00	0.00	-0.65	2.20

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

Akce : Karlovy Vary, Na Výšině – opěrná zeď

Statické zajištění stávající opěrné zdi

zakázkové číslo 55 - 10/2012

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
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
Součinitel kvazistálé hodnoty		ψ_2	0.30

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	-1.92	58.95	0.47	1.000	1.000	1.350
Odpor na líci	-13.36	-0.27	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
Aktivní tlak	21.18	-1.47	1.84	0.80	1.350	1.350	1.350
Tlak vody	8.00	-0.45	0.00	0.80	1.300	1.300	1.300
Vztlak vody	0.00	-4.10	0.00	0.80	1.000	1.000	1.000
komunikace	21.40	-2.46	1.11	0.80	1.500	1.500	1.500
Kotva	-22.00	-3.10	10.00	0.30	1.000	1.000	1.350
Kotva 2 řada	-22.00	-1.90	10.00	0.15	1.000	1.000	1.350

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{vzd} = 25.28$ kNm/m

Moment klopící $M_{kl} = 12.18$ kNm/m

Zeď na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{vzd} = 51.27$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{pos} = 13.73$ kN/m

Zeď na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 138.42kPa

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	-28.65	110.74	-1.67	0.12	138.42

Posouzení únosnosti základové půdy

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 120.6$ mm

Maximální dovolená excentricita $e_{dov} = 264.0$ mm

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 138.42 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy $R_d = 178.57 \text{ kPa}$

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]	$F_{\text{svís}}$ [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0.00	-1.59	50.29	0.48	1.000	1.350	1.000
Aktivní tlak	15.72	-1.28	1.07	0.80	1.350	1.350	1.350
Tlak vody	2.44	-0.23	0.00	0.80	1.300	1.000	1.300
Vztlak vody	0.00	-3.50	0.00	0.80	1.000	1.000	1.000
komunikace	19.34	-2.09	0.82	0.80	1.500	1.500	1.500
Kotva	-22.00	-2.50	10.00	0.30	1.000	1.350	1.000
Kotva 2 řada	-22.00	-1.30	10.00	0.15	1.000	1.350	1.000

Posouzení dříku zdi

Výška průřezu $h = 0.80 \text{ m}$

Smyk : $V_{Ed} = 9.40 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 336.49 \text{ kN/m}$

Tlak + Ohyb : $M_{Ed} = 3.40 \text{ kNm/m}$

$N_{Ed} = 72.97 \text{ kN/m} < N_{Rd} = 4523.33 \text{ kN/m}$

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE

Výpočet stability svahu

Vstupní data

Kotvy

Číslo	Počátek		Délka a sklon / souřadnice		Vzd. kotev b [m]	Průměr / plocha d [mm] / A [mm ²]	Modul pružnosti E [MPa]	Síla na m.přetrž. F _c [kN]	Působí v tlaku	Síla F [kN]
	x [m]	z [m]	l [m] / x [m]	α [°] / z [m]						
1	-0.55	-1.00	l = 5.00	$\alpha = 25.00$	2.00	d =			Ne	50.00
2	-0.67	-2.20	l = 5.00	$\alpha = 25.00$	2.00	d =			Ne	50.00

Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost	
								q, q ₁ , f, F	q ₂ jednotka
1	pásové	stálé	na povrchu	x = 0.00	l = 12.30		0.00	12.00	kN/m ²

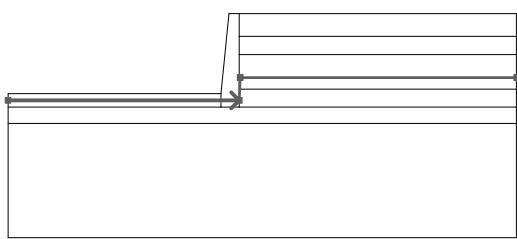
Názvy přetížení

Číslo	Název
1	komunikace

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]			
		x	z	x	z

1		-10.25	-3.80	0.00	-3.80	0.05	-2.80
		12.30	-2.80				

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : v efektivních parametrech

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	1.00	
Součinitelé redukce odporu (R)		Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše		γ_{Rs}	1.10

Výsledky (Fáze budování 1)**Výpočet 1****Kruhová smyková plocha**

Parametry smykové plochy						
Střed :	x =	-1.74	[m]	Úhly :	α_1 =	-38.01 [°]
	z =	0.03	[m]		α_2 =	89.61 [°]
Poloměr :	R =	4.48	[m]			
Smyková plocha po optimalizaci.						

Délky kotev ke smykové ploše (kotvy byly uvažovány jako nekonečné)

Kotva Délka [m]

1 2.93

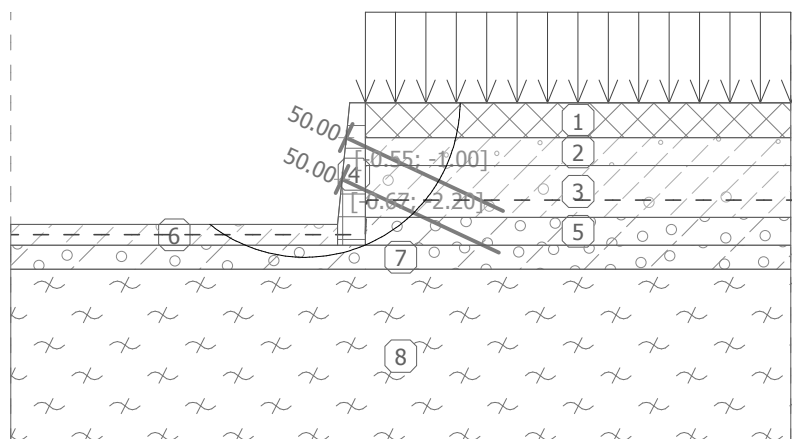
2 2.28

Posouzení stability svahu (Bishop)Sumace aktivních sil : $F_a = 163.50$ kN/mSumace pasivních sil : $F_p = 268.75$ kN/mMoment sesouvající : $M_a = 732.47$ kNm/mMoment vzdorující : $M_p = 1094.55$ kNm/m

Využití : 67.0 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Název : Výpočet	Fáze - výpočet : 1 - 1
-----------------	------------------------



8. Souhrn výsledků

Z provedených statických výpočtů, posouzení opěrné zdi vyplývá že stávající opěrná zeď je nevyhovující. Při stávajícím stavu je jako první nevyhovující kritérium opěrná zeď na překlopení, dále pak nevyhovující únosnost v základové spáře. Větší vliv na nestabilitu opěrné zdi má vliv podzemní nebo zateklé vody, mírnější pak přitížení rubu zdi. V kombinaci těchto přitížení je opěrná zeď zcela nestabilní tedy v havarijním stavu.

Základní rozměr pro posouzení opěrné zdi je uveden na obrázku na straně 6. Na tento průřez opěrné zdi byl následně posouzen vliv přitížení a také návrh zabezpečení opěrné zdi. Bez přitížení rubu opěrné zdi je zabezpečení opěrné zdi navrženo jednou úrovní zemních kotev, kdy je zeď vyhovující. Bylo nutno navrhnout kotvu s malým předpětím z důvodu zajištění přenosu sil materiálem stěny opěrné zdi (při větších zatíženích byl už nevyhovující průřez zdi). V dalším postupu posouzení opěrné zdi kdy byly přidány zatížení rubu zdi – plošné přitížení povrchu za rubem zdi a následně i přitížení zvýšenou hladinou podzemní vody nebo zateklou povrchovou vodou už byla zeď pouze s jednou úrovní kotev nevyhovující. Po přidání druhé řady kotev je zeď vyhovující a plně funkční.

Zajištění opěrné zdi je navrženo pomocí zemní kotvy (tyčová kotva např. CKT 25) délky 5,00 m ve sklonu 25-30° od vodorovné, v osově vzdálenosti 2,00 m (dle materiálu a výztuže stříkaného betonu na stěně opěrné zdi). Výškové osazení hlavy zemní kotvy je navrženo ve dvou úrovních z důvodu možného vnášení sil do tělesa stávající opěrné síly a možnostem jejich bezpečnému přenosu. Osazení první řady kotev je minimálně 1,00 m pod horní hranou stěny opěrné zdi a druhá řada je o 1,20 m níže než první řada. Osazení kotev je v půdorysném rastru v jednotlivých řadách posunuta o 1/2 osově vzdálenosti horní řady kotev. Délka kořenové části zemní kotvy je uvažovaná v délce 4,00 m. Injektáž kořenové části se předpokládá vysokotlaká 0,80 – 2,10 MPa a spotřeba cementové injektážní směsi je maximálně 25 l na etáž (etáž 0,50 m). Předepnutí kotvy je navrženo na hodnotu 50 kN. Na hlavě kotvy bude osazena ocelová roznášecí deska minimálního rozměru 300/300/12 mm. Hlava kotvy bude částečně zapuštěná do kapsy ve zdivu tak

aby při následné úpravě povrchu opěrné zdi stříkaným betonem výrazně nepřesahovala líc stěny zdi .

Takto navržené zabezpečení opěrné zdi je funkční za předpokladu ověření rozměrů základových konstrukcí v minimálních rozměrech uvedených obrázkem , které je nutno ověřit na stavbě v rámci zabezpečovacích prací . Dále je nutné provést odvodnění rubu zdi pomocí odvodňovacích vrtů umístěných nad patou opěrné zdi .

Při posouzení zabezpečení opěrné zdi bylo uvažováno přetížení povrchu za rubem zdi plošným zatížením $12,00 \text{ kN/m}^2$ a přetížení vodou v hloubce 2,80 m od povrchu terénu v rubu zdi .

9. Závěr

Posouzení a návrh zajištění , posoudil stávající stav opěrné zdi včetně uvažování možných přetížení jako nevyhovující - stávající stav opěrné zdi je podmíněně havarijní . Dále byl proveden návrh statického zajištění opěrné zdi pomocí zemních kotev . Výpočty včetně posouzení stability bylo ověřeno že takto zabezpečená stávající opěrná zeď je stabilní .

Posouzení a návrh řešení je vypracováno s použitím podkladů dosažitelných v době jeho zpracování .

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

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