

\*\*\*\*\*

## **Opěrné zdi – zajištění svahu Konstrukční část – statika**

# **Statický výpočet**

### **1. Obsah**

<b>1. Obsah</b>	<b>1</b>
<b>2. Akce</b>	<b>2</b>
<b>3. Podklady</b>	<b>2</b>
<b>4. Použité normy a programy</b>	<b>2</b>
<b>5. Statický výpočet – úvod</b>	<b>2</b>
<b>6. Statický výpočet</b>	<b>3</b>
6.1. zajištění svahu řez 1-1	3
6.2. zajištění svahu řez 3-3	16
6.3. žb.převázka mikrozápor	27
<b>7. Shrnutí výsledků statických výpočtů</b>	<b>35</b>
<b>8. Závěr</b>	<b>36</b>

## **2. Akce**

Opěrná zeď, ulice Mincovní, lokalita 28, Jáchymov – II. etapa  
Statické zajištění svahu – mikrozáporová stěna  
Konstrukční – statická část  
Projekt pro realizaci a SFŽP

## **3. Podklady**

Projektová dokumentace pro stavební povolení „Jáchymov , Mincovní ulice – opěrné zdi , Statické zajištění svahu – mikrozáporová stěna , Konstrukční – statická část“, vlastní , 2010  
Projektová dokumentace v rozpracovanosti akce „Opěrná zeď, ulice Mincovní, lokalita 28, Jáchymov – II. etapa“, červen 2015  
Posudek geologických poměrů pro potřeby sanace systému opěrných zdí Mincovní ulice - II. etapa , AGUAS CF s.r.o. Karlovy Vary , RNDr.T.Vylita, červen 2015

## **4. Použité normy a programy**

ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy  
ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb  
ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou  
ČSN EN 206-1 Beton – část 1 : Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda  
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  
ČSN EN 1536 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty  
ČSN EN 1537 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektované horninové kotvy  
ČSN EN 12715 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže  
GEO 5.1 komplexní systém geotechnických výpočtů – FINE Praha  
FIN EC kompletní statický SW v prostředí 2D

## **5. Statický výpočet – úvod**

Na základě objednávky jsme vypracovali statické a stabilitní posouzení svahu a návrh zabezpečení svahu . Navržené řešení – mikrozáporová stěna kotvená bude posouzena na stávající platné normy ČSN EN a dále bude přesně specifikováno přetížení rubu opěrné zdi , koruny svahu . Statický výpočet – posouzení bude provedeno ve vytypovaných charakteristických řezech svahem – řezy 1-1 a 3-3 .

Zajištění svahu pomocí mikrozáporové kotvené stěny bude posouzeno v obecném vrstevnatém zemním prostředí . Je uvažován původní rostlý geologický profil . Ve statickém výpočtu – posouzení bude uvažován geologický profil pro řez 1-1 dle sondy J-7 a pro řez 3-3 dle sondy J-12 (vlastní popis viz.vlastní statické posouzení pažení) . Geologický profil charakterizovaný sondami J-7 a J-12 je drobně odlišný proti uvažovanému geologickému profilu v PD pro SP . Zvětralé skalní podloží se nachází o 0,50 až 1,00 m níže než bylo uvažováno .

Dále budou uvažovány přetížení v rubu opěrné zdi, v koruně svahu – přetížení terénu za hranou svahu případně terén ve sklonu (přetížení zeminou) . Ve statickém výpočtu – posouzení budou uvažovány následující přetížení :

- 5,00 kN/m<sup>2</sup> ( dle ČSN EN 1991-1-1 tabulky 6.7 a 6.8 - užitné zatížení dopravních ploch pro vozidla 30 – 160 kN – kategorie „G“ , nebo dle ČSN EN 1991-2 , model zatížení 4 )
- 9,00 kN/m<sup>2</sup> ( přetížení dopravním provozem dle ČSN EN 1991-2 , model zatížení 1 – nápravová síla 300 kN, dvounáprava – rovnoměrné zatížení)
- 12,00 a 16,00 kN/m<sup>2</sup> ( přetížení dopravním provozem dle ČSN EN 1991-2 , model zatížení 2 – jednonápravová síla 400 kN, náhradní rovnoměrné zatížení)
- Pro posouzení mikrozáporové stěny bude uvažováno přetížení povrchu 20 kN/m<sup>2</sup>

Posouzení mikrozáporové stěny bude provedeno dle ČSN EN. Dále se provede posouzení materiálu respektive průřezu . Nakonec bude provedeno posouzení celkové stability konstrukce . Smyková plocha je předpokládána kruhová i polygonální ( výpočet proveden dle metody Bishopa , Pettersena resp.Sarma , Spencra ) .

Ve výpočtech se neuvažuje s podzemní vodou (na konstrukci zajištění svahu – mikrozáporovou stěnu nebude působit hydrostatický tlak) . Dále se neuvažuje se seizmickým zatížením dle ČSN EN 1998-5 .

Předmětem dokumentu je :

- stanovení rozměrů hlavních prvků nosné konstrukce a zatěžovacích údajů
- statický výpočet (výpočet vnitřních sil) hlavních prvků nosné konstrukce
- posouzení opěrné zdi jako celku i posouzení průřezu nosné konstrukce
- posouzení stability zajišťovaného zemního odřezu

Dokumentace byla zpracována v rozsahu dokumentace k žádosti o stavební povolení podle § 110 odst. 2 písm. b stavebního zákona, který je definován Příl.1. odst. 1.2. Stavebně konstrukční část.

Nedílnou součástí dokumentu je TECHNICKÁ ZPRÁVA .

## 6. Statický výpočet

### 6.1. zajištění svahu řez 1-1

#### Posouzení pažící konstrukce

#### Vstupní data

**Geometrie konstrukce**

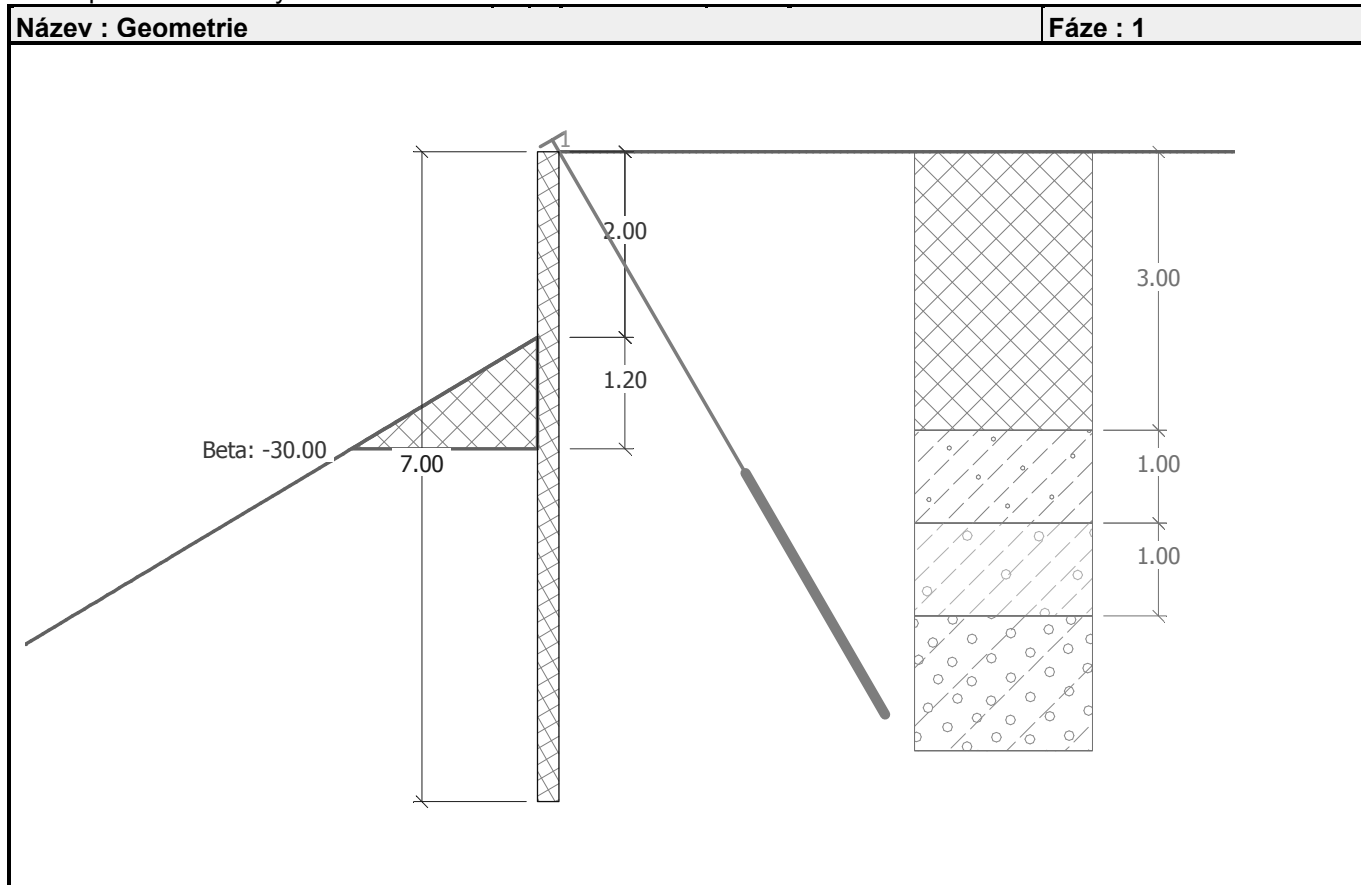
Délka konstrukce = 7.00 m

Typ konstrukce : Ocelový I-průřez

Průřez : HE 180 B


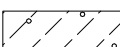
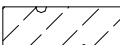
Osová vzdálenost průřezů  $a = 1.20$  m

Koef.redukce tlaku před stěnou = 1.00

Plocha průřezu  $A = 5.442\text{E-}03 \text{ m}^2/\text{m}$ Moment setrvačnosti  $I = 3.192\text{E-}05 \text{ m}^4/\text{m}$ Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$ Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$ 


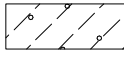
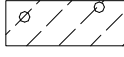
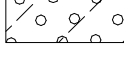
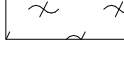
Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

**Základní parametry zemín**


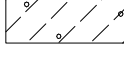
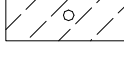
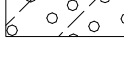

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	navážka		12.00	3.00	18.00	8.00	0.00	0.00
2	Třída F3, konzistence tuhá		26.00	14.00	18.00	8.00	4.00	5.00
3	Třída F1, konzistence tuhá		29.00	10.00	19.00	9.00	6.00	8.00

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
4	Třída R6-5/G4		32.00	15.00	20.00	10.00	10.00	12.00
5	Třída R4		38.00	45.00	21.50	11.50	18.00	22.00


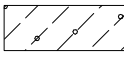
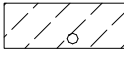
**Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu**


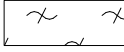
Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	navážka		soudržná	-	0.30	-	-
2	Třída F3, konzistence tuhá		soudržná	-	0.35	-	-
3	Třída F1, konzistence tuhá		soudržná	-	0.35	-	-
4	Třída R6-5/G4		soudržná	-	0.30	-	-
5	Třída R4		soudržná	-	0.25	-	-

**Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)**

Číslo	Název	Vzorek	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]
1	navážka		0.30	-	1.00
2	Třída F3, konzistence tuhá		0.35	-	8.00
3	Třída F1, konzistence tuhá		0.35	-	15.00
4	Třída R6-5/G4		0.30	-	70.00
5	Třída R4		0.25	-	150.00

**Geologický profil a přiřazení zemín**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3.00	navážka	
2	1.00	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.00	Třída F1, konzistence tuhá	

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
4	3.00	Třída R6-5/G4	
5	-	Třída R4	

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2.00 m.

Sklon zeminy před zdí  $\beta = -30.00^\circ$

Navážka zeminy: navážka

Mocnost vrstvy = 1.20 m

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je rovný.

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

**Zadané kotvy**

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l <sub>k</sub> [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	ANO	0.00	4.00	3.00	60.00	3.00
Číslo	Průměr d [mm]	Plocha A [mm²]	Modul E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]	
1	32.0		210000.00		100.00	

**Celkové nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

**Nastavení výpočtu fáze**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Číslo kombinace : 1

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Kombinace 1 [–]		Kombinace 2 [–]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	γG	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	γQ	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	γw	1.30		1.00	
Součinitelé redukce materiálu (M)			Souč.	Kombinace 1 [–]	Kombinace 2 [–]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření			γφ	1.00	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti			γc	1.00	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti			γcu	1.00	1.40
Součinitel redukce Poissonova čísla			γv	1.00	1.00

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,\min} = 0.20\sigma_z$ .

## Výsledky výpočtu (Fáze budování 1)

### Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	7.45
0.41	0.00	0.00	0.00	1.48	3.18	18.86
2.00	-0.00	-0.00	-0.00	25.31	25.31	62.92
2.00	-0.00	-0.00	-0.77	25.31	25.31	62.92
3.00	-1.06	-1.06	-1.06	41.24	41.24	90.65
3.00	-1.06	-1.06	-1.06	10.80	29.08	211.97
3.08	-1.08	-1.08	-1.08	11.08	29.83	216.21
3.20	-1.12	-1.12	-1.12	11.52	31.02	222.87
3.20	-4.32	-7.75	-34.42	11.52	31.02	222.87
4.00	-7.20	-12.91	-42.99	14.40	38.77	266.43
4.00	-7.20	-14.44	-63.10	16.89	38.77	309.30
5.00	-11.00	-22.06	-85.11	25.28	49.00	380.74
5.00	-11.00	-18.33	-139.42	18.20	39.00	516.47
7.00	-19.00	-31.66	-211.79	29.42	56.14	714.47

### Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-33.40	0.00	16.67	0.00
0.35	0.00	0.00	-32.12	1.26	16.45	-5.81
0.70	0.00	0.00	-30.74	5.81	15.21	-11.39
1.05	0.00	0.00	-29.15	11.06	12.26	-16.25
1.40	0.00	0.00	-27.26	16.31	7.47	-19.76
1.75	0.00	0.00	-25.02	21.56	0.84	-21.27
1.99	0.00	0.00	-23.26	25.16	-4.77	-20.81
2.01	0.00	0.00	-23.11	24.70	-5.26	-20.71
2.10	0.00	0.00	-22.39	26.11	-7.55	-20.14
2.45	0.00	0.00	-19.40	31.58	-17.65	-15.78
2.80	0.00	0.00	-16.13	37.06	-29.66	-7.56
3.15	0.00	0.00	-12.72	10.24	-37.93	4.54
3.50	0.00	0.00	-9.40	-25.03	-35.34	17.72
3.85	0.00	0.00	-6.40	-27.52	-26.15	28.51
4.20	0.00	0.00	-3.91	-48.94	-12.77	35.54
4.55	21.91	0.00	-2.06	-42.37	6.55	35.63
4.90	21.91	21.91	-0.86	-10.89	17.60	30.63
5.25	135.18	0.00	-0.21	-28.52	28.40	22.41
5.60	135.18	135.18	0.03	31.13	28.96	11.53
5.95	135.18	135.18	0.06	38.09	15.78	3.64
6.30	135.18	135.18	0.00	24.05	4.64	0.21
6.65	135.18	135.18	-0.06	6.61	-0.73	-0.30
7.00	135.18	135.18	-0.13	-10.87	-0.00	0.00

Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
----------------	------------------------------	------------------------------	-------------------	---------------	--------------------	-------------------

Maximální posouvající síla = 37.93 kN/m

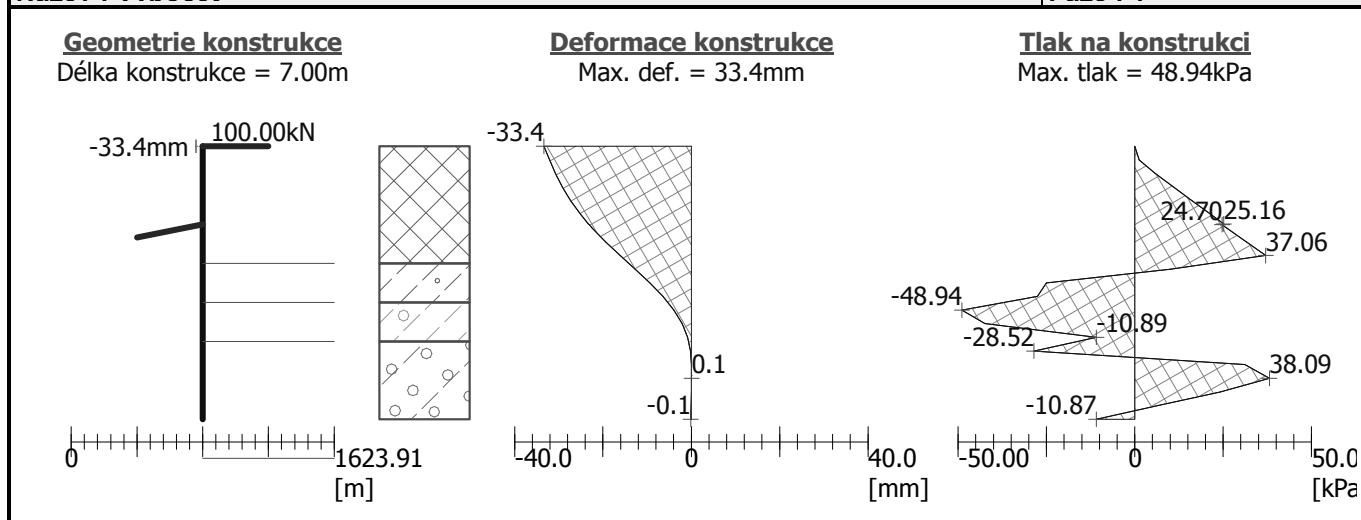
Maximální moment = 35.63 kNm/m

Maximální deformace = 33.4 mm

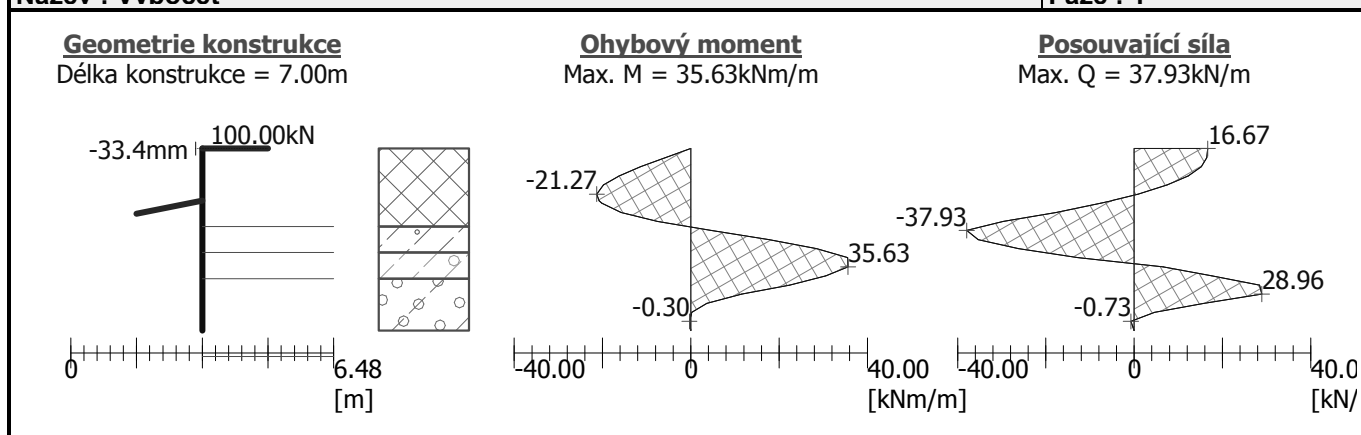
#### Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	0.00	-33.4	100.00

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



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



#### Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

$E_A = 63.70 \text{ kN/m}$      $\delta = 1.25^\circ$

Řada kotev	$E_{A1}$ [kN/m]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK <sub>MAX</sub> [kN]
1	63.78	14.73	233.61	27.55	-3.40		163.60	179.30	537.89

#### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	100.00	537.89	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1



Max. dovolená síla  $F_{\max} = 537.89 \text{ kN} > 100.00 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3.00	navážka	
2	1.00	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.00	Třída F1, konzistence tuhá	
4	3.00	Třída R6-5/G4	
5	-	Třída R4	

### Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2.00 m.

Sklon zeminy před zdí  $\beta = -30.00^\circ$

Navážka zeminy: navážka

Mocnost vrstvy = 1.20 m

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	ANO		proměnné	5.00				na terénu
2	ANO		proměnné	20.00		2.00	5.00	na terénu
Číslo	Název							
1	užívání plochy							
2	komunikace							

### Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l <sub>k</sub> [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	NE	0.00	4.00	3.00	60.00	3.00
Číslo	Průměr d [mm]	Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Modul E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]	
1	32.0		210000.00		301.70	

### Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
 Zadání koeficientů : Standard  
 Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu  
 Návrhová situace : trvalá  
 Číslo kombinace : 1

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Kombinace 1 [-]		Kombinace 2 [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	$\gamma_G$	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	$\gamma_Q$	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	$\gamma_w$	1.30		1.00	
Součinitelé redukce materiálu (M)			Souč.	Kombinace 1 [-]	Kombinace 2 [-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření			$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti			$\gamma_c$	1.00	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti			$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Součinitel redukce Poissonova čísla			$\gamma_v$	1.00	1.00

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$ .

## Výsledky výpočtu (Fáze budování 2)

### Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	2.14	7.45
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.14	7.45
0.13	0.00	0.00	0.00	0.48	4.37	11.16
0.32	0.00	0.00	0.00	3.43	7.43	16.27
0.41	0.00	0.00	0.00	4.92	8.87	18.86
0.43	0.00	0.00	0.00	24.13	24.13	24.13
0.64	0.00	0.00	0.00	27.28	27.28	27.28
0.95	0.00	0.00	0.00	32.03	32.03	33.92
1.27	0.00	0.00	0.00	36.77	36.77	42.75
1.59	0.00	0.00	0.00	41.51	41.51	51.57
1.91	0.00	0.00	0.00	46.26	46.26	60.40
2.00	-0.00	-0.00	-0.00	47.61	47.61	62.92
2.00	-0.00	-0.00	-0.77	47.61	47.61	62.92
2.23	-0.24	-0.24	-0.83	51.00	51.00	69.22
2.55	-0.58	-0.58	-0.93	55.74	55.74	78.05
2.86	-0.92	-0.92	-1.02	60.49	60.49	86.87
3.00	-1.06	-1.06	-1.06	62.52	62.52	90.65
3.00	-1.06	-1.06	-1.06	16.85	40.39	211.97
3.08	-1.08	-1.08	-1.08	17.52	41.04	216.21
3.18	-1.11	-1.11	-1.11	18.42	41.89	221.88
3.20	-4.32	-7.75	-34.42	18.58	42.04	222.87
3.50	-5.40	-9.68	-37.63	21.17	44.49	239.20
3.82	-6.55	-11.74	-41.04	23.92	47.08	256.53
4.00	-7.20	-12.91	-42.99	25.49	48.56	266.43

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
4.00	-7.20	-14.44	-63.10	27.10	48.56	309.30
4.14	-7.72	-15.48	-66.11	28.20	49.74	319.05
4.45	-8.93	-17.91	-73.11	30.74	52.51	341.78
4.77	-10.14	-20.33	-80.11	33.29	55.31	364.51
5.00	-11.00	-22.06	-85.11	35.11	57.32	380.74
5.00	-11.00	-18.33	-139.42	22.68	46.77	516.47
5.09	-11.36	-18.93	-142.71	23.34	47.43	525.47
5.41	-12.64	-21.05	-154.22	25.65	49.74	556.97
5.73	-13.91	-23.17	-165.73	27.97	52.09	588.47
6.05	-15.18	-25.30	-177.25	30.28	54.46	619.97
6.36	-16.45	-27.42	-188.76	32.59	56.86	651.47
6.68	-17.73	-29.54	-200.27	34.91	59.29	682.97
7.00	-19.00	-31.66	-211.79	37.22	61.74	714.47

**Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci**

Hloubka [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-38.18	0.00	50.28	-0.00
0.35	0.00	0.00	-40.06	3.93	49.59	-17.52
0.70	0.00	0.00	-41.62	28.23	43.97	-34.14
1.05	0.00	0.00	-42.56	33.45	33.17	-47.69
1.40	0.00	0.00	-42.64	38.67	20.55	-57.15
1.75	0.00	0.00	-41.68	43.88	6.10	-61.86
1.99	0.00	0.00	-40.37	47.46	-4.86	-62.03
2.01	0.00	0.00	-40.24	46.99	-5.80	-61.92
2.10	0.00	0.00	-39.60	48.31	-10.09	-61.21
2.45	0.00	0.00	-36.40	53.42	-27.89	-54.62
2.80	0.00	0.00	-32.22	58.54	-47.48	-41.48
3.15	0.00	0.00	-27.30	17.04	-60.71	-22.12
3.50	0.00	0.00	-21.97	-16.46	-60.81	-0.51
3.85	0.00	0.00	-16.63	-17.19	-54.92	19.75
4.20	0.00	0.00	-11.64	-38.80	-45.13	37.48
4.55	0.00	0.00	-7.34	-43.70	-30.69	50.80
4.90	0.00	0.00	-3.95	-48.59	-14.54	58.76
5.25	0.00	0.00	-1.63	-123.97	15.66	59.33
5.60	135.18	0.00	-0.36	-43.34	58.12	43.58
5.95	0.00	135.18	0.13	56.50	53.42	22.87
6.30	0.00	135.18	0.18	64.67	31.12	8.00
6.65	135.18	135.18	0.07	47.65	9.63	1.27
7.00	135.18	135.18	-0.09	6.83	0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 60.81 kN/m

Maximální moment = 62.03 kNm/m

Maximální deformace = 42.6 mm

## Síly v kotvách

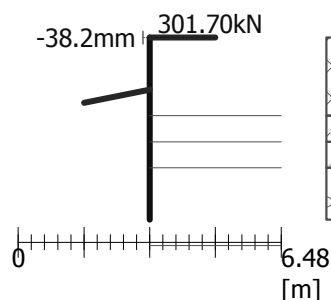
Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	0.00	-38.2	301.70

Název : Výpočet

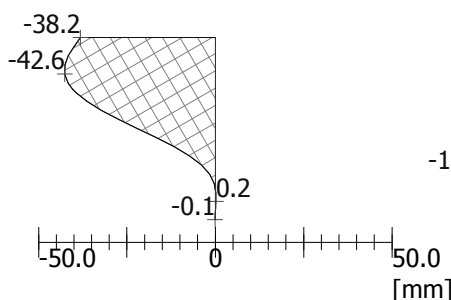
Fáze : 2

Geometrie konstrukce

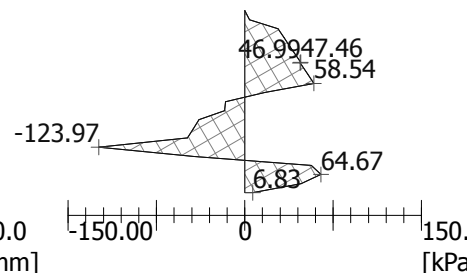
Délka konstrukce = 7.00m

Deformace konstrukce

Max. def. = 42.6mm

Tlak na konstrukci

Max. tlak = 123.97kPa

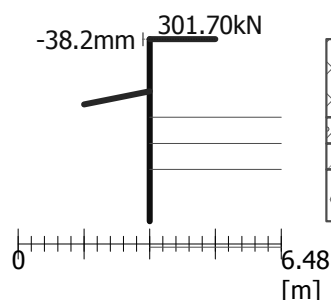


Název : Výpočet

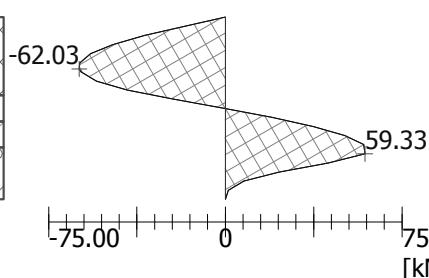
Fáze : 2

Geometrie konstrukce

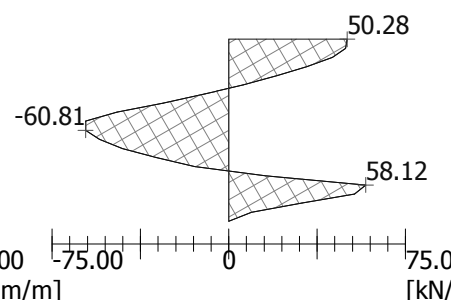
Délka konstrukce = 7.00m

Ohybový moment

Max. M = 62.03kNm/m

Posouvající síla

Max. Q = 60.81kN/m



## Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

 $E_A = 125.51 \text{ kN/m}$      $\delta = 2.17^\circ$ 

Řada kotev	$E_{A1}$ [kN/m]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	$FK_{MAX}$ [kN]
1	111.60	16.56	256.22	37.63	14.02		247.57	181.35	544.06

## Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	301.70	544.06	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

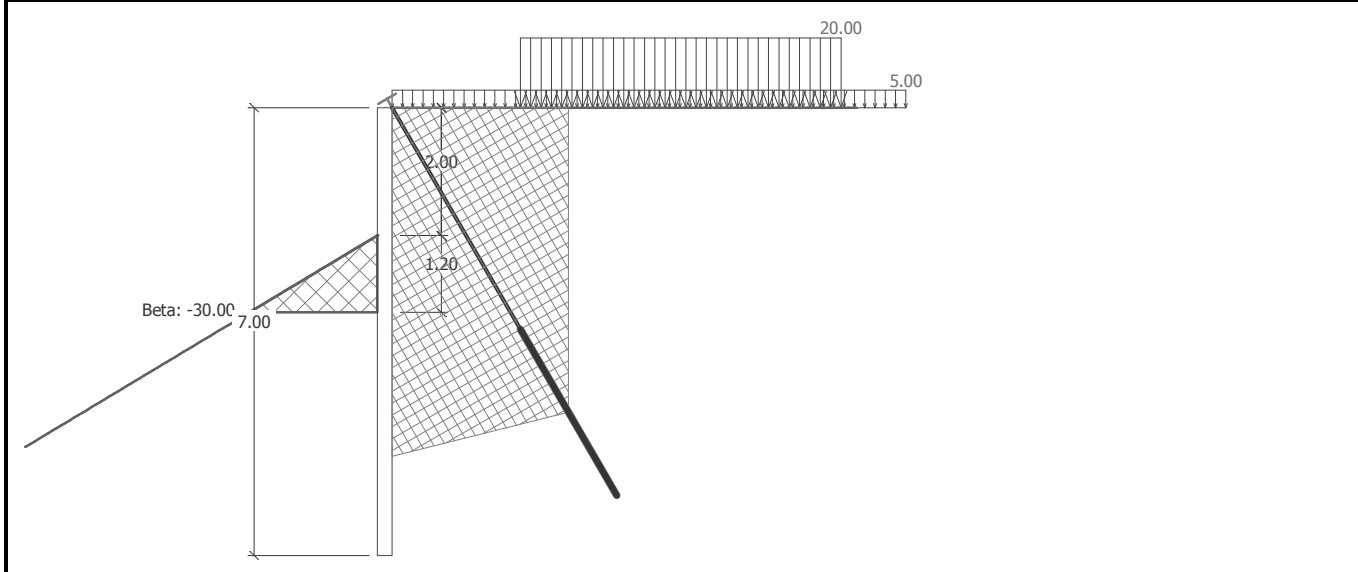
Max. dovolená síla  $F_{max} = 544.06 \text{ kN} > 301.70 \text{ kN} = F_{zad}$ Celkové posouzení vnitřní stability **VYHOVUJE**

Název : Vnitřní stabilita

Fáze : 2

Název : Vnitřní stabilita

Fáze : 2

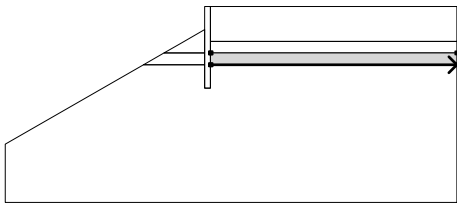

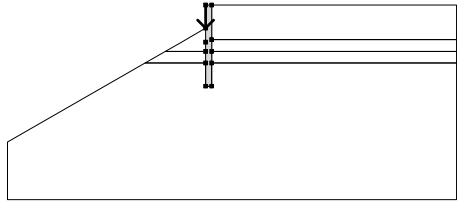
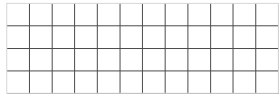
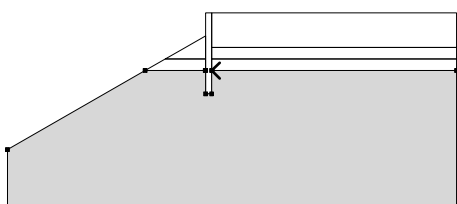



## Výpočet stability svahu

### Vstupní data

#### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0.05	-3.00	21.00	-3.00	navážka
		21.00	0.00	0.00	0.00	
		0.00	-3.00			
2		-0.55	-4.00	-0.50	-4.00	navážka
		-0.50	-3.20	-0.50	-2.00	
		-2.58	-3.20	-3.97	-4.00	
3		0.05	-4.00	21.00	-4.00	Třída F3, konzistence tuhá
		21.00	-3.00	0.05	-3.00	
		0.00	-3.00	0.00	-4.00	
4		-0.55	-5.00	-0.50	-5.00	Třída F1, konzistence tuhá
		-0.50	-4.00	-0.55	-4.00	
		-3.97	-4.00	-5.70	-5.00	

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
5		0.05	-5.00	21.00	-5.00	Třída F1, konzistence tuhá
		21.00	-4.00	0.05	-4.00	
		0.00	-4.00	0.00	-5.00	
						
6		-0.50	0.00	-0.50	-2.00	Tuhé těleso
		-0.50	-3.20	-0.50	-4.00	
		-0.50	-5.00	-0.50	-7.00	
		0.00	-7.00	0.00	-5.00	
		0.00	-4.00	0.00	-3.00	
		0.00	0.00			
7		0.05	-5.00	0.00	-5.00	Třída R4
		0.00	-7.00	-0.50	-7.00	
		-0.50	-5.00	-0.55	-5.00	
		-5.70	-5.00	-17.50	-11.81	
		-17.50	-16.81	21.00	-16.81	
		21.00	-5.00			

**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**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Číslo kombinace : 1

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Kombinace 1 [-]		Kombinace 2 [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	$\gamma_G$	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	$\gamma_Q$	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	$\gamma_w$	1.30		1.00	
Součinitelé redukce materiálu (M)			Souč.	Kombinace 1 [-]	Kombinace 2 [-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření			$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti			$\gamma_c$	1.00	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti			$\gamma_{cu}$	1.00	1.40

## Výsledky (Fáze budování 1)

### Výpočet 1

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy						
Střed :	x =	-15.13	[m]	Úhly :	$\alpha_1$ =	-4.99 [°]
	z =	14.16	[m]		$\alpha_2$ =	57.01 [°]
Poloměr :	R =	26.01	[m]			
Smyková plocha po optimalizaci.						

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

Kotva Délka [m]  
1 5.46

#### Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 1012.92$  kN/m

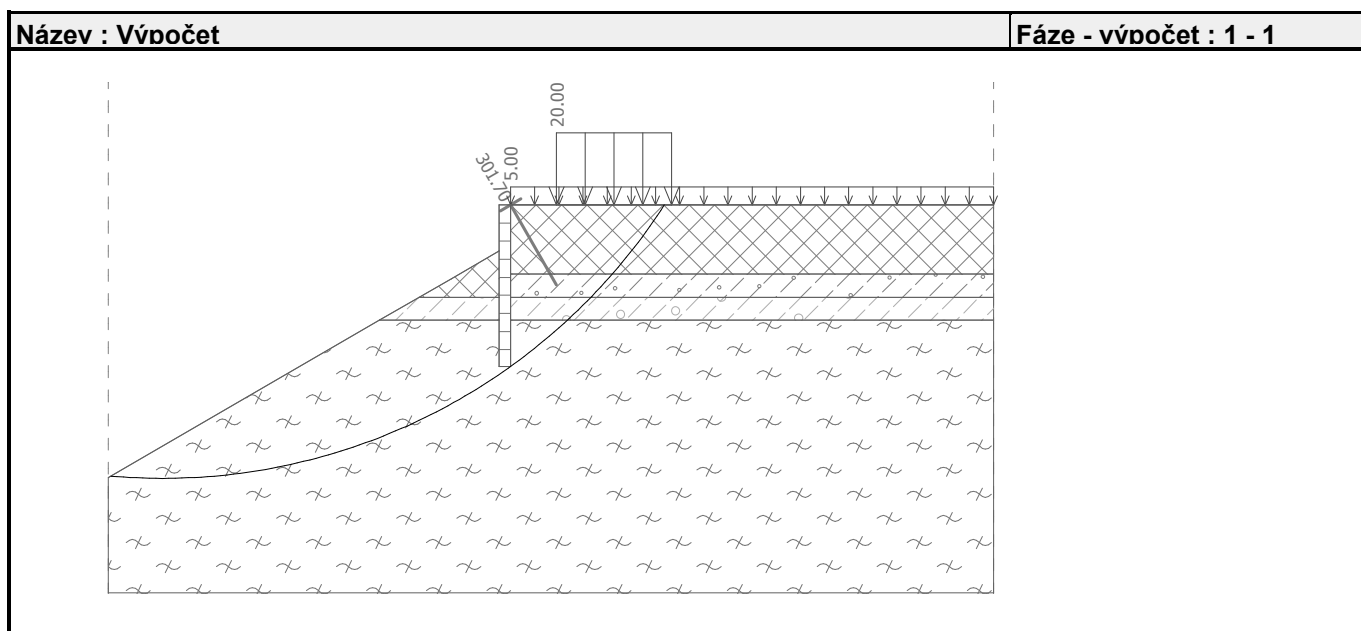
Sumace pasivních sil :  $F_p = 2459.65$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 26346.08$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 63975.51$  kNm/m

Využití : 41.2 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



### Výpočet 2

#### Polygonální smyková plocha

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-11.50	-8.35	-8.85	-8.58	-0.80	-8.04	0.14	-6.83	1.78	-5.15
3.30	-3.33	5.48	-0.07	5.51	0.00				
Smyková plocha po optimalizaci.									

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

Kotva Délka [m]  
1 4.97

#### Posouzení stability svahu (Sarma)

Využití : 41.1 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

## 6.2. zajištění svahu řez 3-3

### Posouzení pažící konstrukce

#### Vstupní data

##### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6.50 m

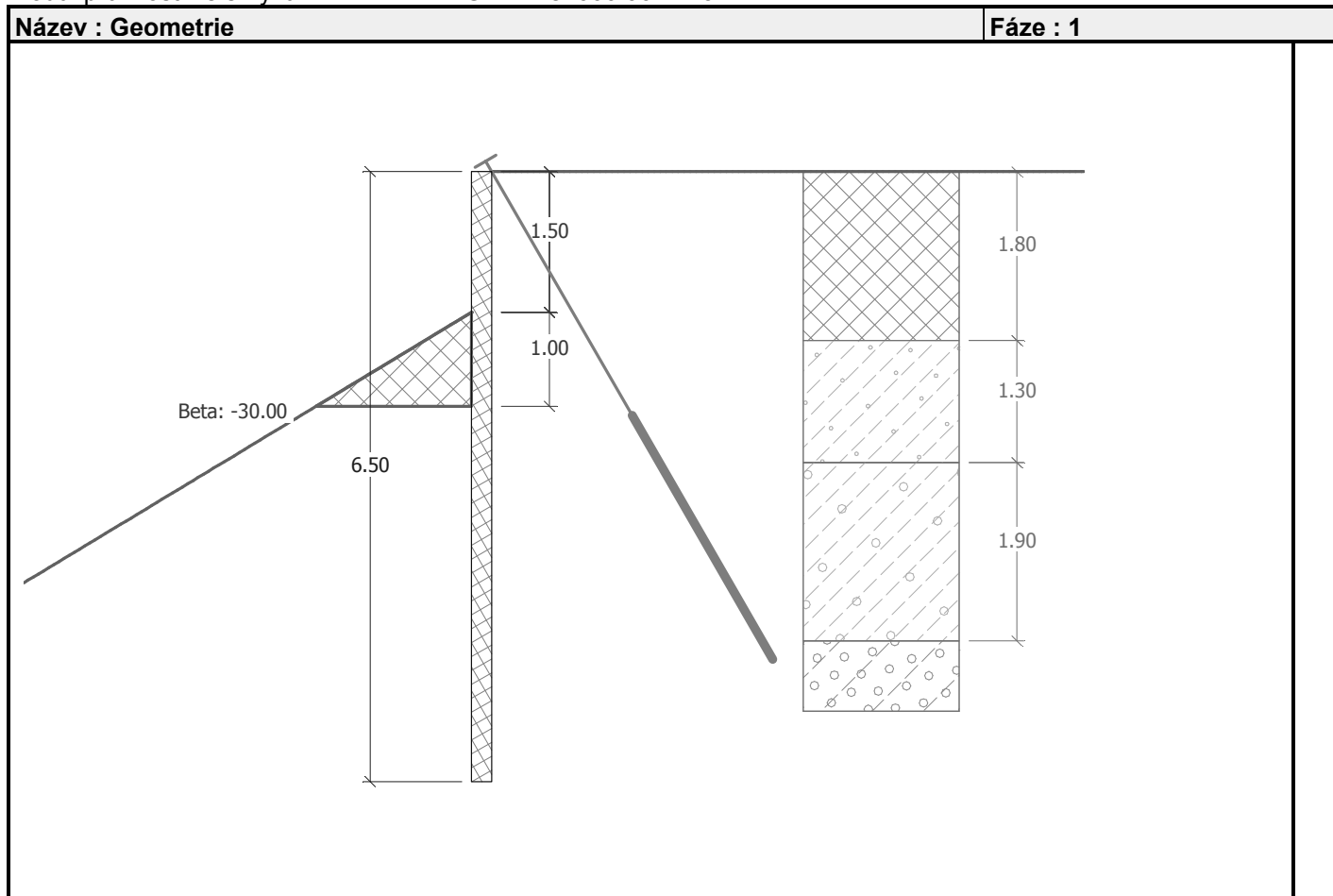
Typ konstrukce : Ocelový I-průřez

Průřez : HE 180 B

Osová vzdálenost průřezů a = 1.20 m

Koef.redukce tlaku před stěnou = 1.00

Plocha průřezu  $A = 5.442\text{E-}03 \text{ m}^2/\text{m}$   
 Moment setrvačnosti  $I = 3.192\text{E-}05 \text{ m}^4/\text{m}$   
 Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$


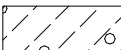
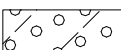
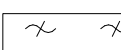


Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.


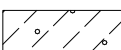
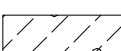
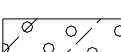
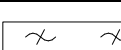
#### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	navážka		12.00	4.00	18.00	8.00	0.00	0.00


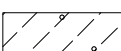
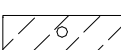
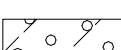
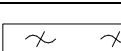


Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
2	Třída F3, konzistence tuhá		26.00	12.00	18.00	8.00	4.00	5.00
3	Třída F1, konzistence tuhá		29.00	10.00	19.00	9.00	6.00	8.00
4	Třída R6-5/G4		32.00	15.00	20.00	10.00	10.00	12.00
5	Třída R4		38.00	45.00	21.50	11.50	18.00	22.00


**Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu**

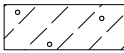


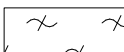
Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	navážka		soudržná	-	0.30	-	-
2	Třída F3, konzistence tuhá		soudržná	-	0.35	-	-
3	Třída F1, konzistence tuhá		soudržná	-	0.35	-	-
4	Třída R6-5/G4		soudržná	-	0.30	-	-
5	Třída R4		soudržná	-	0.25	-	-

**Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)**

Číslo	Název	Vzorek	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]
1	navážka		0.30	-	1.00
2	Třída F3, konzistence tuhá		0.35	-	8.00
3	Třída F1, konzistence tuhá		0.35	-	15.00
4	Třída R6-5/G4		0.30	-	70.00
5	Třída R4		0.25	-	150.00

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.80	navážka	

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
2	1.30	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.90	Třída F1, konzistence tuhá	
4	3.00	Třída R6-5/G4	
5	-	Třída R4	

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1.50 m.

Sklon zeminy před zdí  $\beta = -30.00^\circ$

Navážka zeminy: navážka

Mocnost vrstvy = 1.00 m

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je rovný.

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

**Zadané kotvy**

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l <sub>k</sub> [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	ANO	0.00	3.00	3.00	60.00	3.00
Číslo	Průměr d [mm]	Plocha A [mm²]	Modul E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]	
1	32.0		210000.00		50.00	

**Celkové nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

**Nastavení výpočtu fáze**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Číslo kombinace : 1

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Kombinace 1 [-]		Kombinace 2 [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	$\gamma_G$	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	$\gamma_Q$	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	$\gamma_w$	1.30		1.00	
Součinitelé redukce materiálu (M)		Souč.		Kombinace 1	Kombinace 2

		[-]	[-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření	$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti	$\gamma_c$	1.00	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Součinitel redukce Poissonova čísla	$\gamma_v$	1.00	1.00

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$ .

### Výsledky výpočtu (Fáze budování 1)

Maximální posouvající síla = 8.85 kN/m

Maximální moment = 8.20 kNm/m

Maximální deformace = 1.9 mm

#### Síly v kotvách

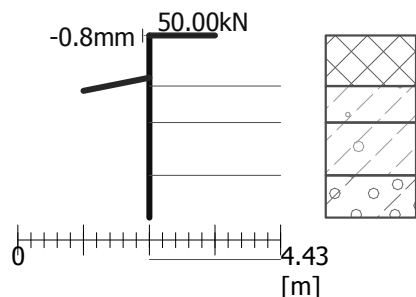
Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	0.00	-0.8	50.00

Název : Výpočet

Fáze : 1

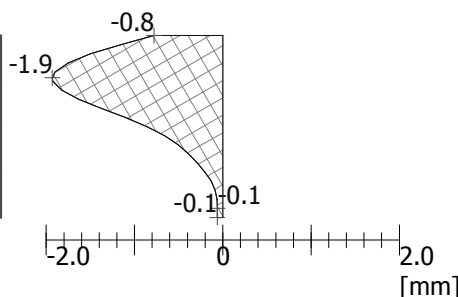
#### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6.50m



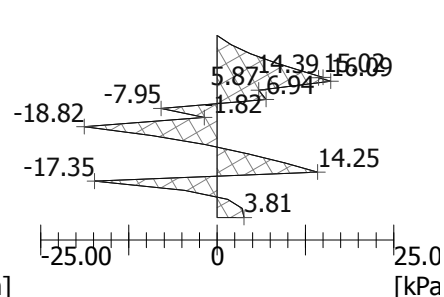
#### Deformace konstrukce

Max. def. = 1.9mm



#### Tlak na konstrukci

Max. tlak = 18.82kPa

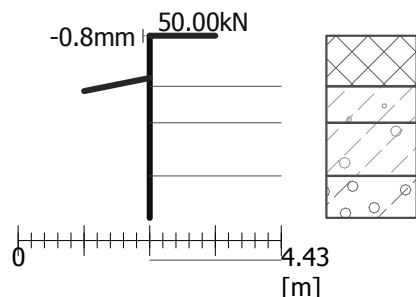


Název : Výpočet

Fáze : 1

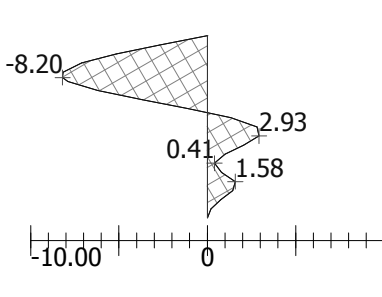
#### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6.50m



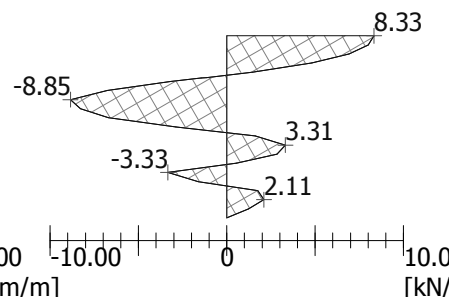
#### Ohybový moment

Max. M = 8.20kNm/m



#### Posouvající síla

Max. Q = 8.85kN/m



### Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

$E_A = 28.55 \text{ kN/m}$      $\delta = 1.37^\circ$

Řada kotev	$E_{A1}$ [kN/m]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK <sub>MAX</sub> [kN]
1	32.45	13.20	153.28	22.70	-7.52		108.29	122.79	368.36

### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	50.00	368.36	Vyhovuje



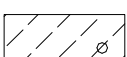
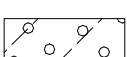
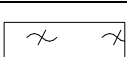
Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{\max} = 368.36 \text{ kN} > 50.00 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.80	navážka	
2	1.30	Třída F3, konzistence tuhá	
3	1.90	Třída F1, konzistence tuhá	
4	3.00	Třída R6-5/G4	
5	-	Třída R4	

### Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1.50 m.

Sklon zeminy před zdí  $\beta = -30.00^\circ$

Navážka zeminy: navážka

Mocnost vrstvy = 1.00 m

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přetížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	ANO		proměnné	5.00				na terénu
2	ANO		proměnné	20.00		0.50	5.00	na terénu
Číslo	Název							
1	užívání plochy							
2	komunikace							

### Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l <sub>k</sub> [m]	Sklon $\alpha$ [°]	Vzd. mezi b [m]
-------	---------------	------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------	--------------------

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l <sub>k</sub> [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	NE	0.00	3.00	3.00	60.00	3.00
Číslo	Průměr d [mm]	Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Modul E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]	
1	32.0		210000.00		185.44	

### Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Číslo kombinace : 1

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Kombinace 1 [-]		Kombinace 2 [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	$\gamma_G$	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	$\gamma_Q$	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	$\gamma_w$	1.30		1.00	
Součinitelé redukce materiálu (M)			Souč.	Kombinace 1 [-]	Kombinace 2 [-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření			$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti			$\gamma_c$	1.00	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti			$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Součinitel redukce Poissonova čísla			$\gamma_v$	1.00	1.00

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$ .

### Výsledky výpočtu (Fáze budování 2)

#### Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	T <sub>a,p</sub> [kPa]	T <sub>k,p</sub> [kPa]	T <sub>p,p</sub> [kPa]	T <sub>a,z</sub> [kPa]	T <sub>k,z</sub> [kPa]	T <sub>p,z</sub> [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	2.14	9.93
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	9.93
0.11	0.00	0.00	0.00	0.38	6.92	12.88
0.11	0.00	0.00	0.00	16.90	16.90	16.90
0.27	0.00	0.00	0.00	19.74	19.74	19.74
0.30	0.00	0.00	0.00	20.16	20.16	20.16
0.55	0.00	0.00	0.00	24.52	24.52	25.15
0.59	0.00	0.00	0.00	25.17	25.17	26.32
0.89	0.00	0.00	0.00	29.73	29.73	34.51
1.18	0.00	0.00	0.00	34.29	34.29	42.71
1.48	0.00	0.00	0.00	38.86	38.86	50.90
1.50	-0.00	-0.00	-0.00	39.21	39.21	51.53
1.50	-0.00	-0.00	-1.02	39.21	39.21	51.54
1.77	-0.67	-0.67	-1.10	13.41	27.96	59.10
1.80	-0.74	-0.74	-1.11	10.83	28.07	59.85
1.80	-0.74	-0.74	-1.11	43.84	43.84	139.68

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
1.85	-0.78	-0.78	-1.12	10.82	32.50	142.43
2.07	-0.96	-0.96	-1.19	12.97	33.85	154.29
2.13	-1.01	-1.01	-1.21	13.57	34.24	157.56
2.13	-1.01	-1.01	-1.21	13.57	34.24	157.56
2.36	-1.20	-1.20	-1.28	15.66	35.74	170.38
2.50	-1.32	-1.32	-1.32	16.87	36.63	177.80
2.50	-3.60	-6.46	-29.20	16.87	36.63	177.81
2.66	-4.17	-7.48	-30.90	18.29	37.69	186.47
2.95	-5.24	-9.39	-34.07	20.91	39.70	202.56
3.10	-5.76	-10.33	-35.62	22.20	40.72	210.48
3.10	-5.76	-11.55	-54.77	21.41	40.72	248.39
3.25	-6.33	-12.70	-58.07	22.64	41.87	259.11
3.34	-6.67	-13.37	-60.01	23.37	42.56	265.43
3.55	-7.45	-14.95	-64.57	25.07	44.18	280.22
3.84	-8.58	-17.20	-71.07	27.49	46.56	301.32
4.14	-9.70	-19.45	-77.57	29.92	49.00	322.43
4.43	-10.82	-21.70	-84.07	32.34	51.50	343.54
4.73	-11.94	-23.95	-90.57	34.77	54.04	364.64
5.00	-12.98	-26.03	-96.57	37.01	56.44	384.13
5.00	-12.98	-21.63	-157.33	24.30	45.79	520.92
5.02	-13.07	-21.78	-158.15	24.47	45.95	523.17
5.32	-14.25	-23.75	-168.84	26.67	48.10	552.42
5.61	-15.43	-25.72	-179.53	28.86	50.29	581.67
5.91	-16.62	-27.69	-190.22	31.06	52.51	610.92
6.20	-17.80	-29.65	-200.91	33.26	54.76	640.17
6.50	-18.98	-31.62	-211.60	35.45	57.04	669.42

**Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci**

Hloubka [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.47	-3.18	1.04	30.91	0.00
0.33	0.00	0.00	-4.23	20.67	27.42	-9.72
0.65	0.00	0.00	-5.13	26.08	19.82	-17.44
0.97	0.00	0.00	-5.75	31.10	10.53	-22.42
1.30	0.00	0.00	-6.03	36.12	-0.39	-24.11
1.49	0.00	0.00	-6.02	39.05	-7.53	-23.36
1.51	0.00	0.00	-6.01	37.25	-8.30	-23.21
1.63	0.00	0.47	-5.93	30.22	-12.17	-22.02
1.95	0.00	0.00	-5.49	10.65	-18.83	-16.69
2.27	0.00	0.00	-4.79	13.62	-22.77	-9.96
2.60	0.00	0.00	-3.94	-12.51	-22.96	-2.30
2.92	0.00	0.00	-3.05	-13.10	-18.79	4.49
3.25	0.00	0.00	-2.22	-35.43	-10.91	9.52
3.58	21.91	0.00	-1.54	-23.71	-0.13	10.64
3.90	21.91	0.00	-1.03	-12.25	5.61	9.65

Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
4.22	21.91	21.91	-0.67	0.38	8.06	7.07
4.55	21.91	21.91	-0.42	11.51	6.02	4.68
4.88	21.91	21.91	-0.25	19.22	0.94	3.48
5.20	135.18	0.00	-0.14	-16.64	1.19	3.41
5.53	135.18	135.18	-0.09	0.25	4.19	2.16
5.85	135.18	135.18	-0.07	5.19	3.11	0.93
6.17	135.18	135.18	-0.07	5.09	1.35	0.20
6.50	135.18	135.18	-0.08	3.03	-0.00	-0.00

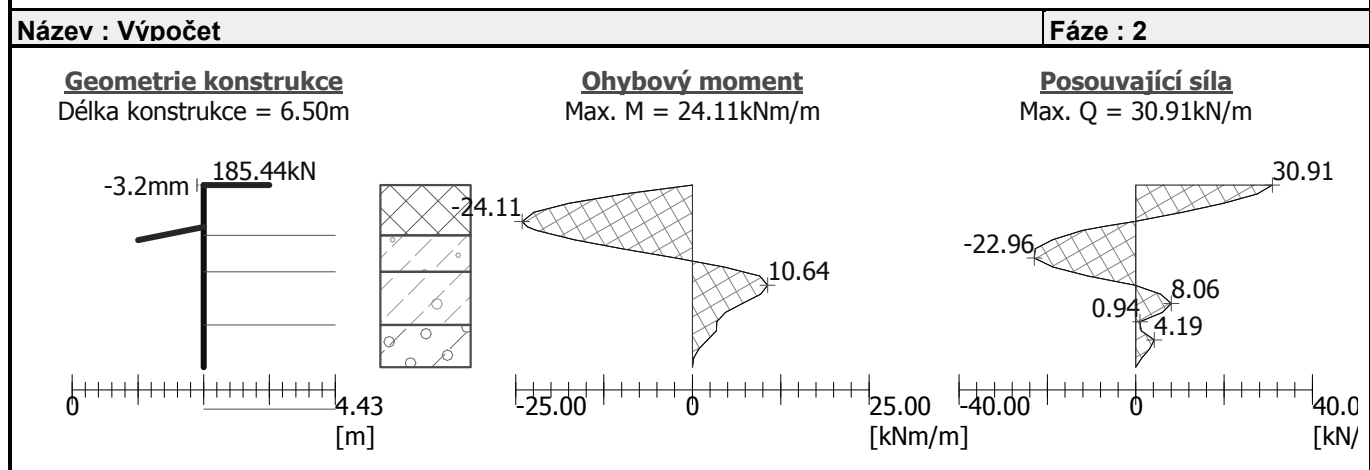
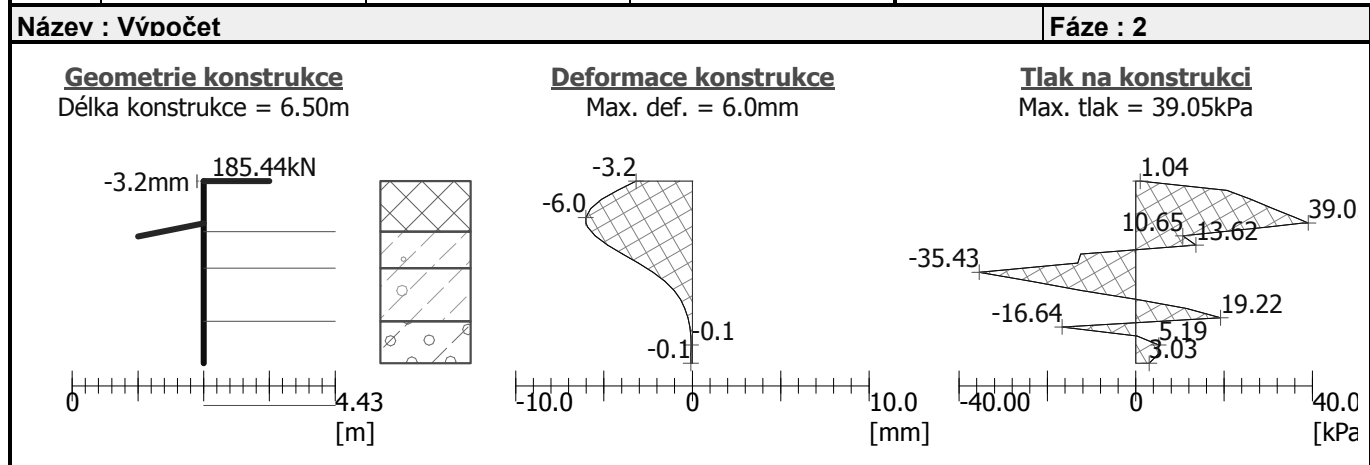
Maximální posouvající síla = 30.91 kN/m

Maximální moment = 24.11 kNm/m

Maximální deformace = 6.0 mm

#### Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	0.00	-3.2	185.44



#### Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

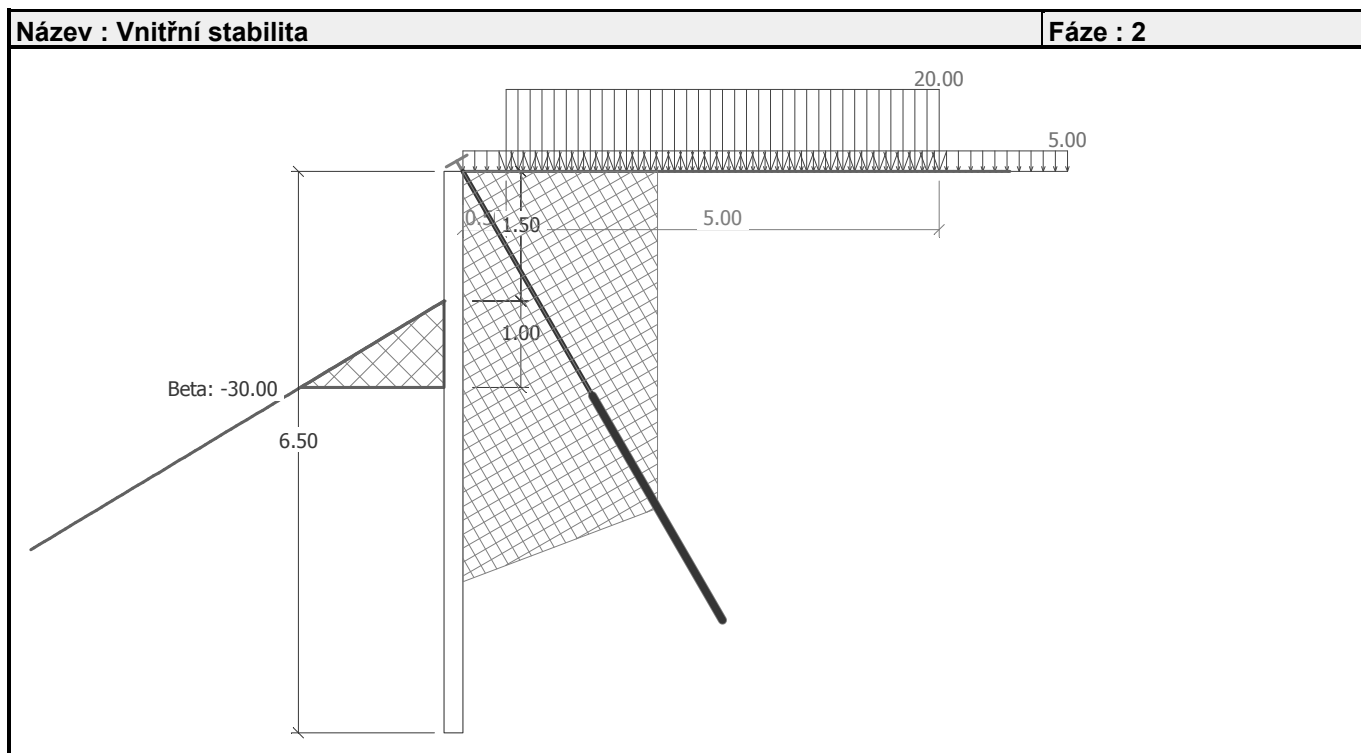
$E_A = 85.09 \text{ kN/m}$   $\delta = 3.04^\circ$

Řada kotev	$E_{A1}$ [kN/m]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	$FK_{MAX}$ [kN]
1	63.11	19.04	177.86	24.06	20.76		239.87	119.37	358.10

**Posouzení vnitřní stability kotevního systému**

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	185.44	358.10	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{\max} = 358.10 \text{ kN} > 185.44 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE****Výpočet stability svahu****Vstupní data****Přiřazení a plochy**

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0.05	-1.80	19.50	-1.80	navážka
		19.50	0.00	0.00	0.00	
		0.00	-1.80			
2		-0.55	-3.10	-0.50	-3.10	navážka
		-0.50	-2.50	-0.50	-1.50	
		-2.23	-2.50	-3.27	-3.10	



Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
3		0.05	-3.10	19.50	-3.10	Třída F3, konzistence tuhá
		19.50	-1.80	0.05	-1.80	
		0.00	-1.80	0.00	-3.10	
4		-0.55	-5.00	-0.50	-5.00	Třída F1, konzistence tuhá
		-0.50	-3.10	-0.55	-3.10	
		-3.27	-3.10	-6.56	-5.00	
5		0.05	-5.00	19.50	-5.00	Třída F1, konzistence tuhá
		19.50	-3.10	0.05	-3.10	
		0.00	-3.10	0.00	-5.00	
6		-0.50	0.00	-0.50	-1.50	Tuhé těleso
		-0.50	-2.50	-0.50	-3.10	
		-0.50	-5.00	-0.50	-6.50	
		0.00	-6.50	0.00	-5.00	
		0.00	-3.10	0.00	-1.80	
		0.00	0.00			
7		0.05	-5.00	0.00	-5.00	Třída R4
		0.00	-6.50	-0.50	-6.50	
		-0.50	-5.00	-0.55	-5.00	
		-6.56	-5.00	-16.25	-10.59	
		-16.25	-15.59	19.50	-15.59	
		19.50	-5.00			

**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**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Číslo kombinace : 1

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Kombinace 1 [-]		Kombinace 2 [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	$\gamma_G$	1.35	1.00	1.00	1.00
Proměnné zatížení	$\gamma_Q$	1.50	0.00	1.30	0.00
Zatížení vodou	$\gamma_w$	1.30		1.00	
Součinitelé redukce materiálu (M)			Souč.	Kombinace 1 [-]	Kombinace 2 [-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření			$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti			$\gamma_c$	1.00	1.25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti			$\gamma_{cu}$	1.00	1.40

## Výsledky (Fáze budování 1)

### Výpočet 1

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy							
Střed :	x =	-12.88	[m]	Úhly :	$\alpha_1$ =	-8.92	[°]
	z =	10.44	[m]		$\alpha_2$ =	60.57	[°]
Poloměr :	R =	21.24	[m]				
Smyková plocha po optimalizaci.							

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

Kotva Délka [m]

1 4.91

#### Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 894.21$  kN/m

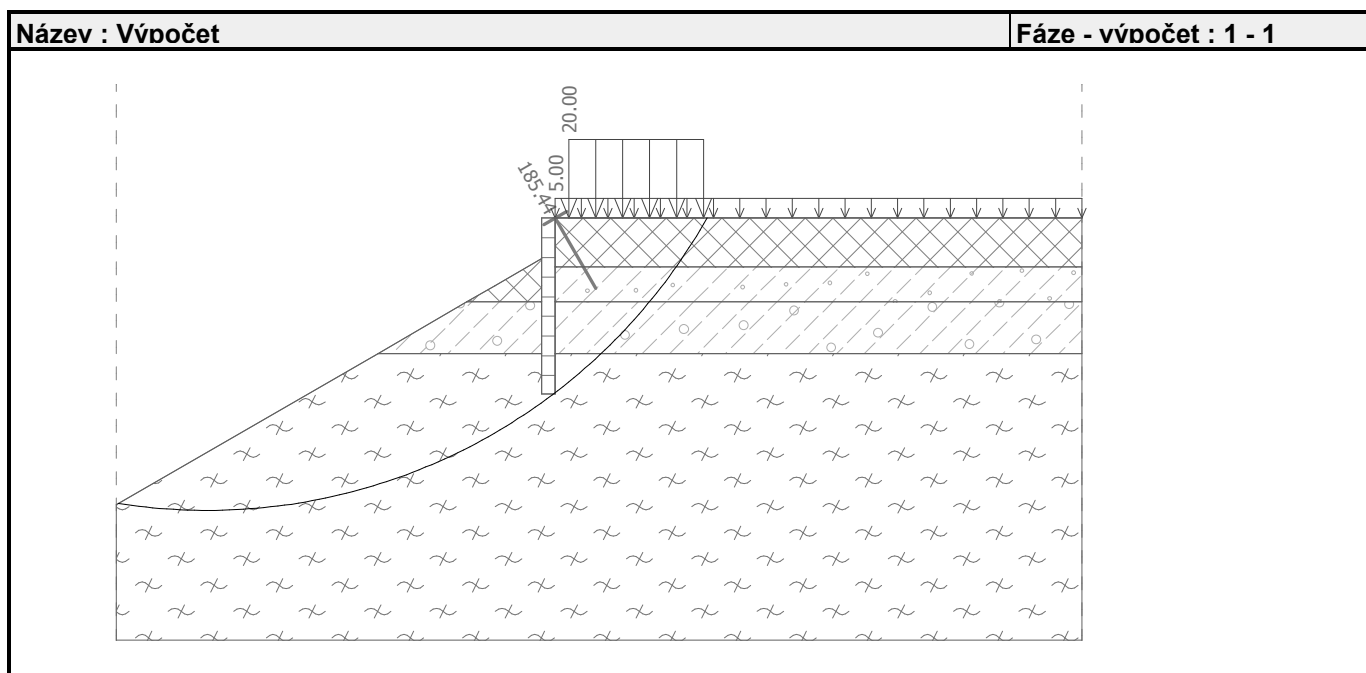
Sumace pasivních sil :  $F_p = 2284.41$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 18993.09$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 48520.88$  kNm/m

Využití : 39.1 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



**Výpočet 2****Polygonální smyková plocha**

Souřadnice bodů smykové plochy [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-11.93	-8.10	-8.75	-8.22	-0.71	-7.34	0.17	-6.43	1.40	-5.09
3.02	-3.27	4.02	-2.08	5.69	0.00				
Smyková plocha po optimalizaci.									

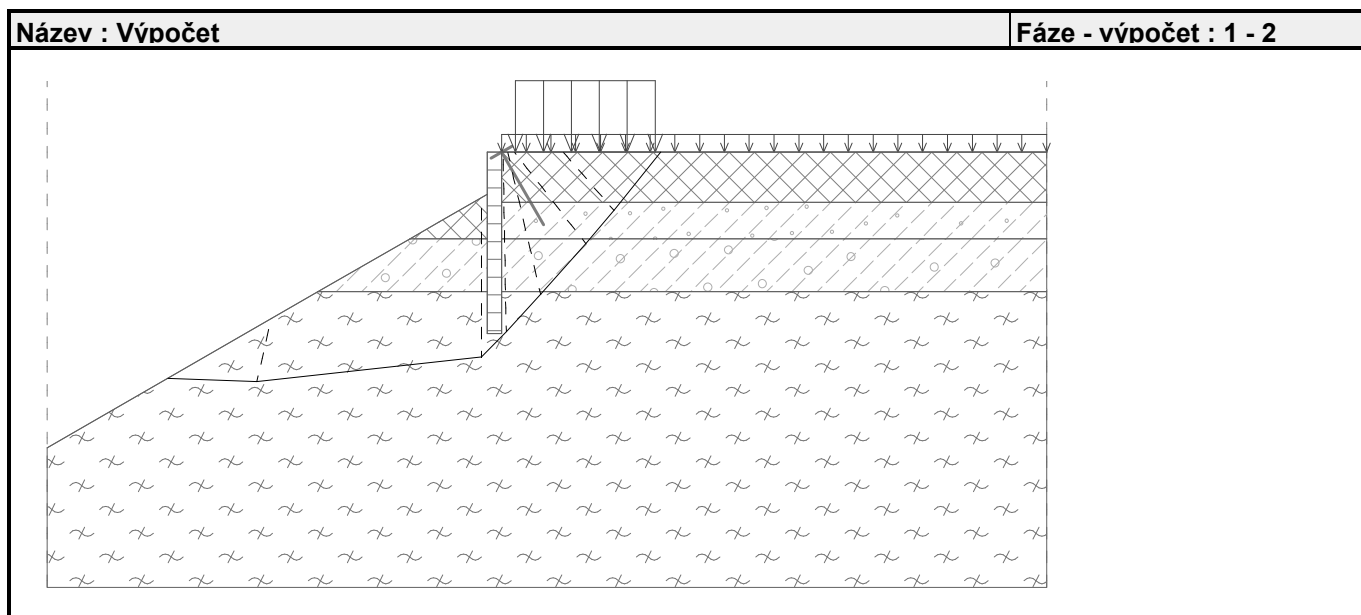
**Délky kotev ke smykové ploše (kotvy byly uvažovány jako nekonečné)**

Kotva Délka [m]

1 4.67

**Posouzení stability svahu (Sarma)**

Využití : 39.7 %

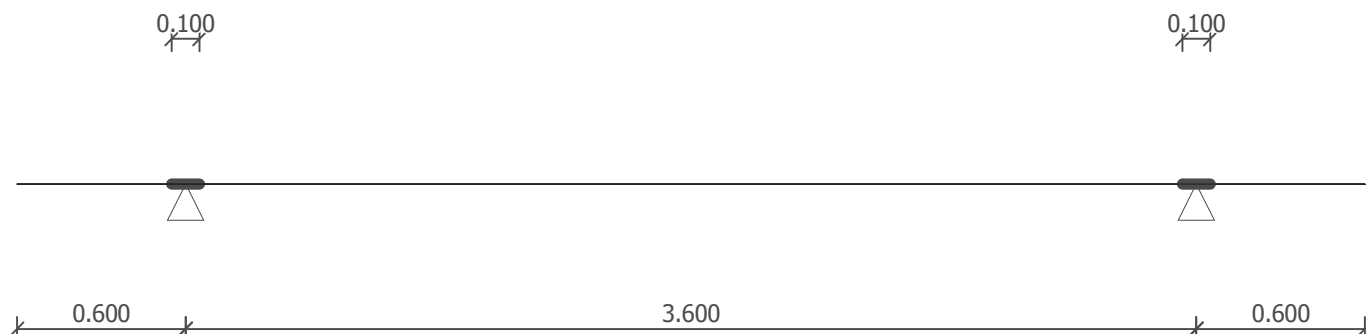
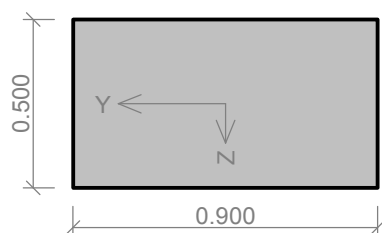
**Stabilita svahu VYHOVUJE****6.3. žb.převázka mikrozápor****Součinitele výpočtu**

Uvažovány dle normy ČSN EN 1992-1-1.

**Vstupní data****Geometrie**

Délka dílce = 4.80m

x [m]	Podpora	Šířka [m]	Uložení	Odsazení [m]
0.000	volná	-	přímé	-
0.600	kloub	0.100	přímé	-
4.200	kloub	0.100	přímé	-
4.800	volná	-	přímé	-

**Průřez****Materiály****Beton : C 25/30**
 $f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ct} = 2.6 \text{ MPa}$ ;  $E_{cm} = 31000.0 \text{ MPa}$ 
**Ocel podélná : B500** ( $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$ ;  $E = 200000.0 \text{ MPa}$ )

**Ocel příčná : B500** ( $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$ ;  $E = 200000.0 \text{ MPa}$ )
**Zatěžovací stavy**

č.	Název	Kód	Typ	$\gamma_f$ ( $\gamma_{f,inf}$ )*	Součinitele pro kombinace				
					$\xi$	Kateg.**	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	1.35(0.90)	0.85	-	-	-	-
2	Q2 silové-proměnné - zápory	Silové	Proměnné	1.50	-	F	0.70	0.70	0.60
3	Q3 silové-proměnné - zemina (1)	Silové	Proměnné	1.50	-	G	0.70	0.50	0.30
4	Q4 silové-proměnné - zemina (2)	Silové	Proměnné	1.50	-	G	0.70	0.50	0.30
5	Q5 silové-proměnné - zemina (3)	Silové	Proměnné	1.50	-	G	0.70	0.50	0.30

\*  $\gamma_{f,inf}$  pro příznivě působící stálá zatížení

\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

Q2 SILOVÉ-PROMĚNNÉ - ZÁPORY - ZATÍŽENÍ				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
síla	0.000	-	60.00kN	-
síla	1.200	-	60.00kN	-
síla	2.400	-	60.00kN	-
síla	3.600	-	60.00kN	-
síla	4.800	-	60.00kN	-

Q3 SILOVÉ-PROMĚNNÉ - ZEMINA (1) - ZATÍŽENÍ				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0.000	4.800	20.00kN/m	-

Q4 SILOVÉ-PROMĚNNÉ - ZEMINA (2) - ZATÍŽENÍ				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0.000	0.600	10.00kN/m	-
pásové	4.200	0.600	10.00kN/m	-

Q 5 SILOVÉ - PROMĚNNÉ - ZEMINA (3) - ZATÍŽENÍ				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0.600	3.600	10.00kN/m	-

### Kombinace

## Kombinace pro výpočet podle 1.řádu

### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1$
2	Q5:G1; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,5} * Q5$
3	Q4:G1; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,4} * Q4$
4	Q3:G1; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,3} * Q3$
5	Q2:G1; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * Q2$
6	Q2:G1+Q5; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * Q2 + \gamma_{f,sup,5} * \psi_{0,5} * Q5$
7	Q5:G1+Q2; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * \psi_{0,2} * Q2 + \gamma_{f,sup,5} * Q5$
8	Q2:G1+Q4; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * Q2 + \gamma_{f,sup,4} * \psi_{0,4} * Q4$
9	Q4:G1+Q2; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * \psi_{0,2} * Q2 + \gamma_{f,sup,4} * Q4$
10	Q2:G1+Q3; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * Q2 + \gamma_{f,sup,3} * \psi_{0,3} * Q3$
11	Q3:G1+Q2; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * \psi_{0,2} * Q2 + \gamma_{f,sup,3} * Q3$

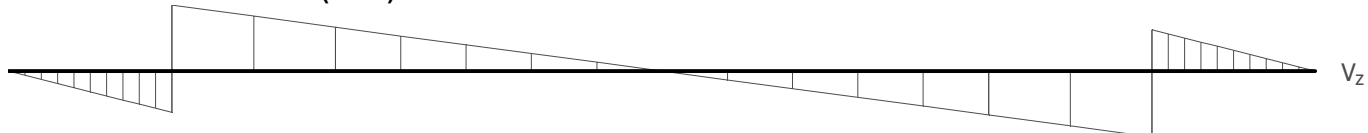
### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1; charakteristická kombinace
	G1
2	Q5:G1; charakteristická kombinace
	G1 + Q5
3	Q4:G1; charakteristická kombinace
	G1 + Q4
4	Q3:G1; charakteristická kombinace
	G1 + Q3
5	Q2:G1; charakteristická kombinace
	G1 + Q2

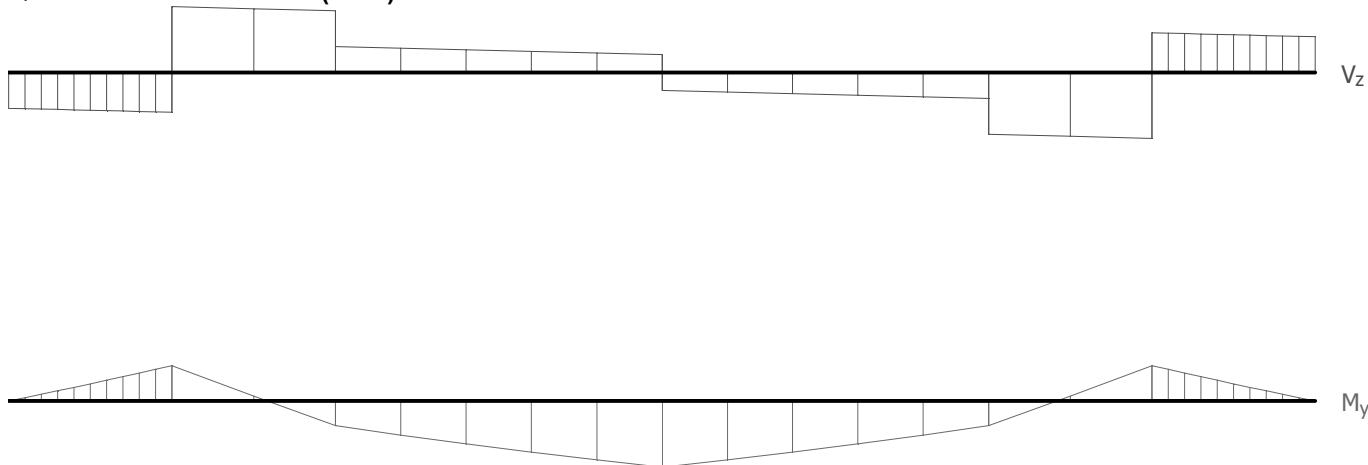
Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
6	Q2:G1+Q5; charakteristická kombinace
	$G1 + Q2 + \psi_{0,5} \cdot Q5$
7	Q5:G1+Q2; charakteristická kombinace
	$G1 + \psi_{0,2} \cdot Q2 + Q5$
8	Q2:G1+Q4; charakteristická kombinace
	$G1 + Q2 + \psi_{0,4} \cdot Q4$
9	Q4:G1+Q2; charakteristická kombinace
	$G1 + \psi_{0,2} \cdot Q2 + Q4$
10	Q2:G1+Q3; charakteristická kombinace
	$G1 + Q2 + \psi_{0,3} \cdot Q3$
11	Q3:G1+Q2; charakteristická kombinace
	$G1 + \psi_{0,2} \cdot Q2 + Q3$

### Vnitřní síly

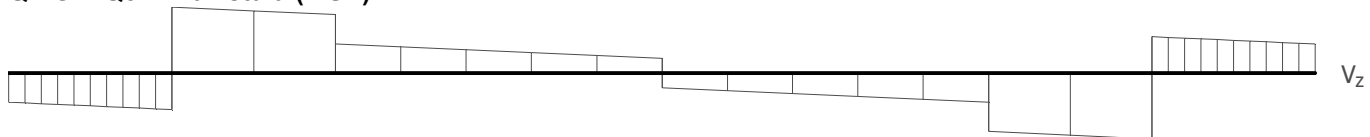
#### Q4:G1 - charakteristická (MSP)



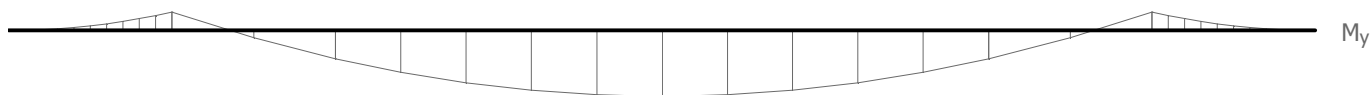
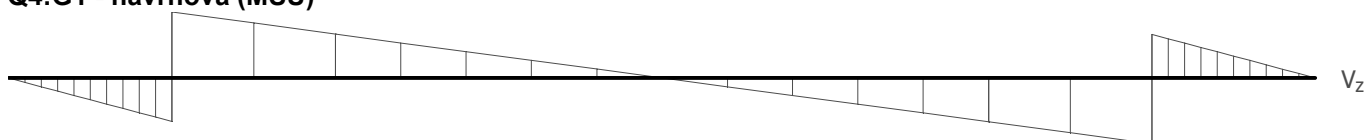
#### Q2:G1 - charakteristická (MSP)



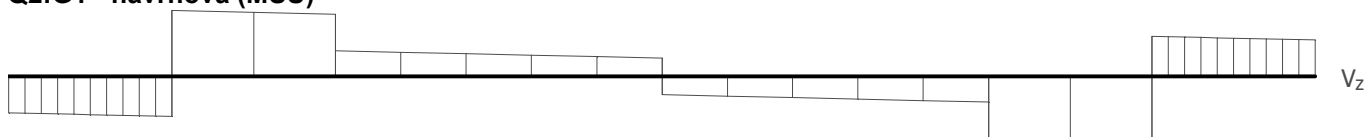
**Q2:G1+Q3 - kvazistálá (MSP)**



**Q4:G1 - návrhová (MSÚ)**



**Q2:G1 - návrhová (MSÚ)**



**Výztužení**

Typ vložky	Počátek [m]	Konec [m]	Krytí [mm]	Profil [mm]	Počet
Dolní	0.000	4.800	35.0	14.00	5
Horní	0.000	4.800	35.0	14.00	5

S tlačnou výztuží není počítáno.

**Smyková výztuž**

Úsek č.: 1, (0.00m - 4.80m)

**Třmínky**

Profil: 8.0 mm; Vzdálenost: 0.13 m; Střihy: 2

**Výsledky - mezní stav únosnosti**

Mezní stav únosnosti je posuzován pro obálku extrémních zatěžovacích případů

**Ohyb**

Tlačená výztuž neuvažována; redukce momentu - ne

**Posouzení min. a max. stupně výztužení**

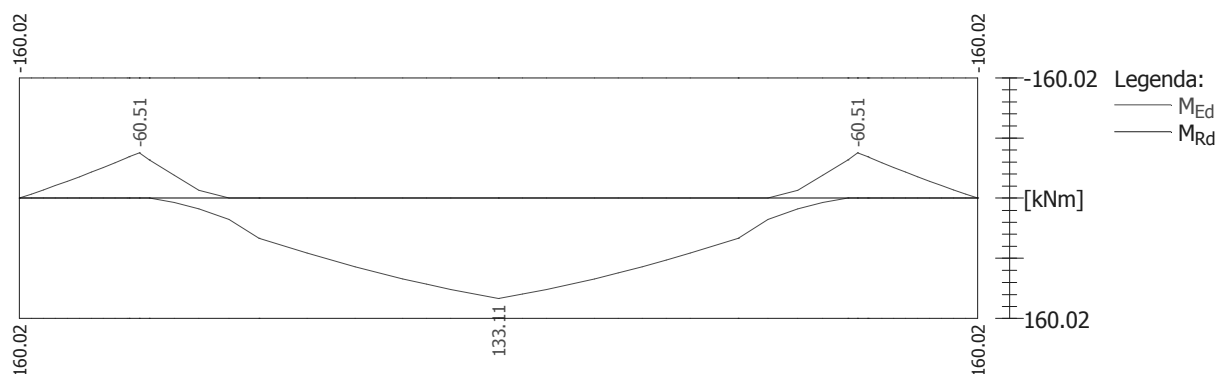
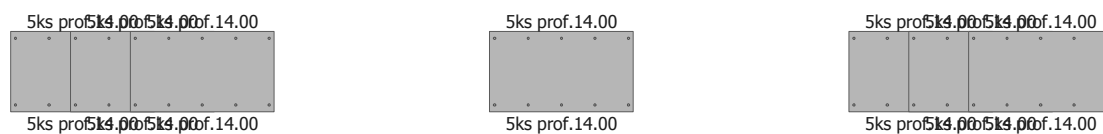
Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0.00187 \geq \rho_{s,min} = 0.00135 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\rho_s = 0.00342 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Kritický řez v bodě  $x = 2.400\text{m}$

$$M_{Ed} = 133.11\text{kNm} \leq M_{Rd} = 160.02\text{kNm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Ohyb dílce VYHOVUJE**



**Smyk**

Typ prvku: trám

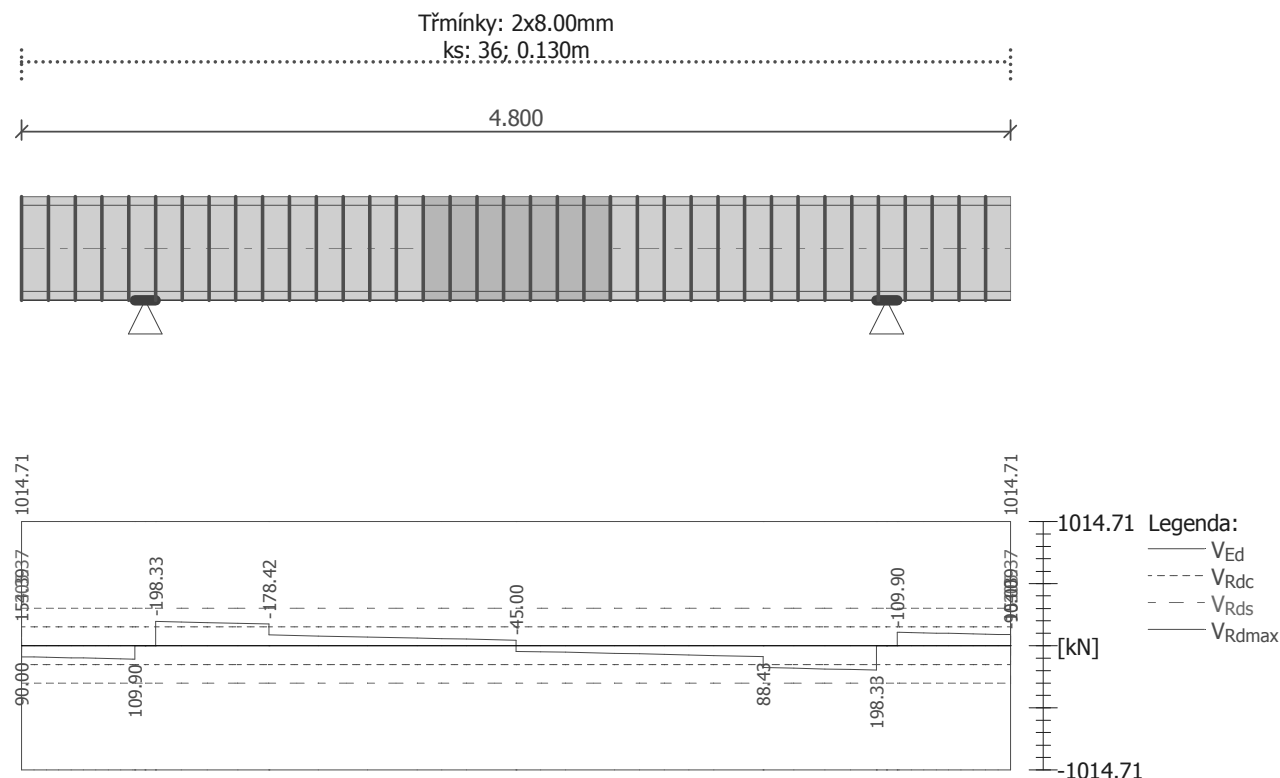
Kritický řez v bodě  $x = 4.150\text{m}$ **Stupeň vyztužení smykovou výztuží**

$$\rho_{w,\min} = 800 \cdot 10^{-6} \leq \rho_w = 859 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{l,\max} = 0.34 \text{ m} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků} \quad s_{t,\max} = 0.34 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = 198.33\text{kN} \leq V_{Rd} = 305.37\text{kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Smyk dílce VYHOVUJE****Kotvení**

Koncová úprava vložek - Přímý prut

Typ	profil [mm]	Počátek		Konec		Úč. délka [m]	Celk. délka [m]
		$\sigma_{sd}$ [MPa]	$l_{bd}$ [m]	$\sigma_{sd}$ [MPa]	$l_{bd}$ [m]		
Dolní	14.00	434.78	0.437	434.78	0.437	4.800	5.674
Horní	14.00	434.78	0.624	434.78	0.624	4.800	6.048

**Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk) VYHOVUJE****Výsledky - mezní stav použitelnosti**

Mezní stav použitelnosti je posuzován pro obálku provozních zatěžovacích případů

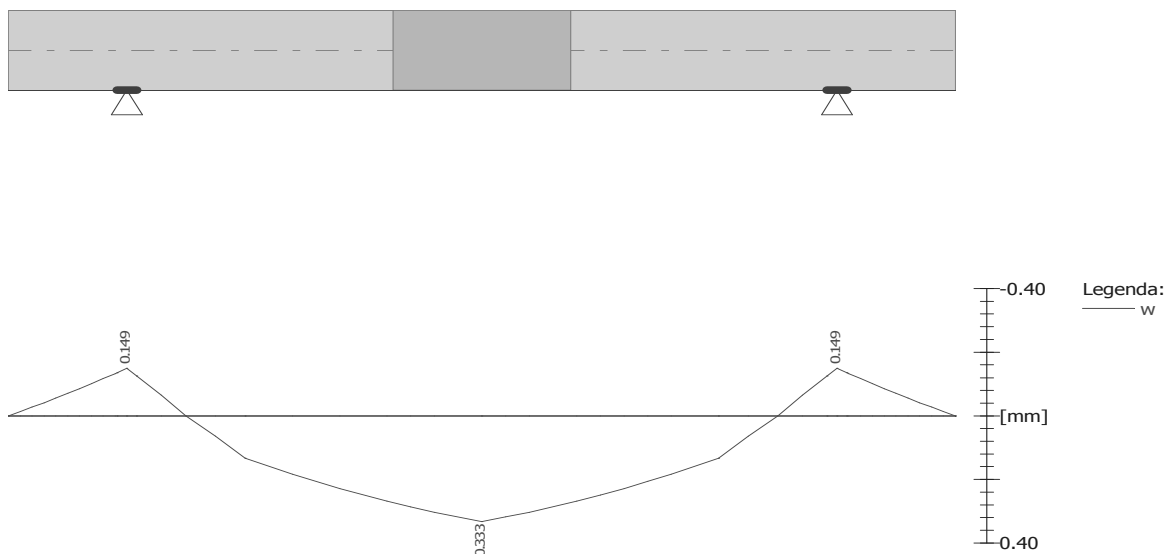
**Trhliny**

Mezní stav použitelnosti (šířka trhlin) je posuzován pro všechny kvazistálé zatěžovací případy

Maximální velikost trhlin:  $w_k = 0.333\text{mm}$

Maximální povolená šířka trhliny:  $w_{\max} = 0.400\text{mm}$  (Prostředí - X0 nebo XC1 - šířka trhliny neovlivňuje trvanlivost)

**Šířka trhlin VYHOVUJE**



### Průhyb

Mezní stav použitelnosti (omezení průhybu) je posuzován pro všechny kvazistálé, charakteristické zatěžovací případy

Počátek vysychání:  $t_s = 7$  [dny]

Konec vysychání:  $t = 29200$  [dny]

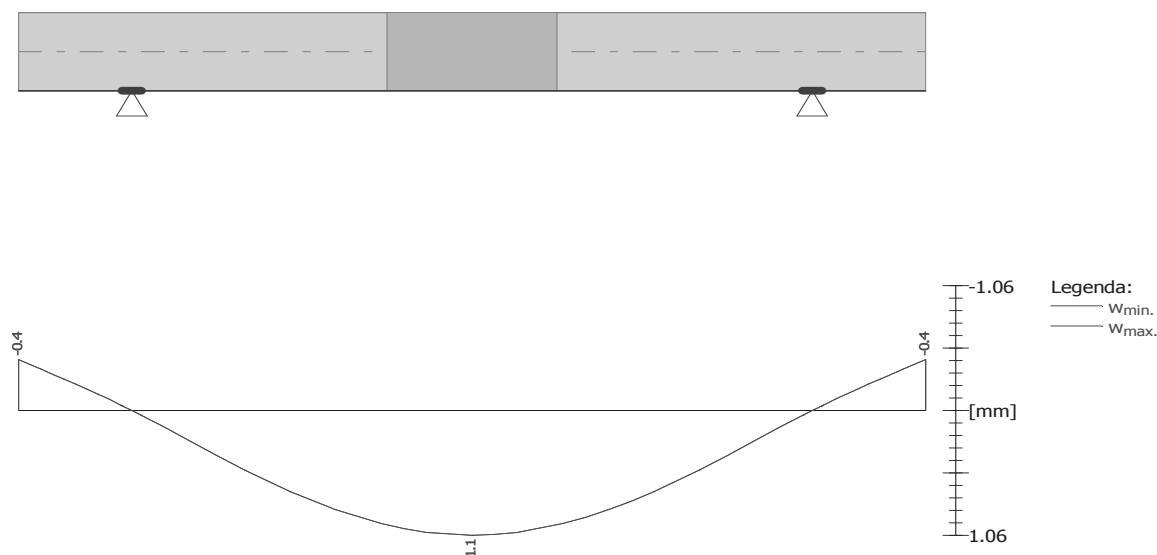
Počátek zatěžování:  $t_0 = 28$  [dny]

Konec zatěžování:  $t = 29200$  [dny]

Maximální deformace prutu od kvazistálých kombinací je 1.1mm v bodě  $x = 2.400\text{m}$

Maximální povolená deformace prutu od kvazistálých kombinací je 14.4mm

**Průhyb dílce VYHOVUJE**



### Napětí

Mezní stav použitelnosti (omezení napětí) je posuzován pro všechny charakteristické zatěžovací případy

Největší tlakové napětí v betonu:

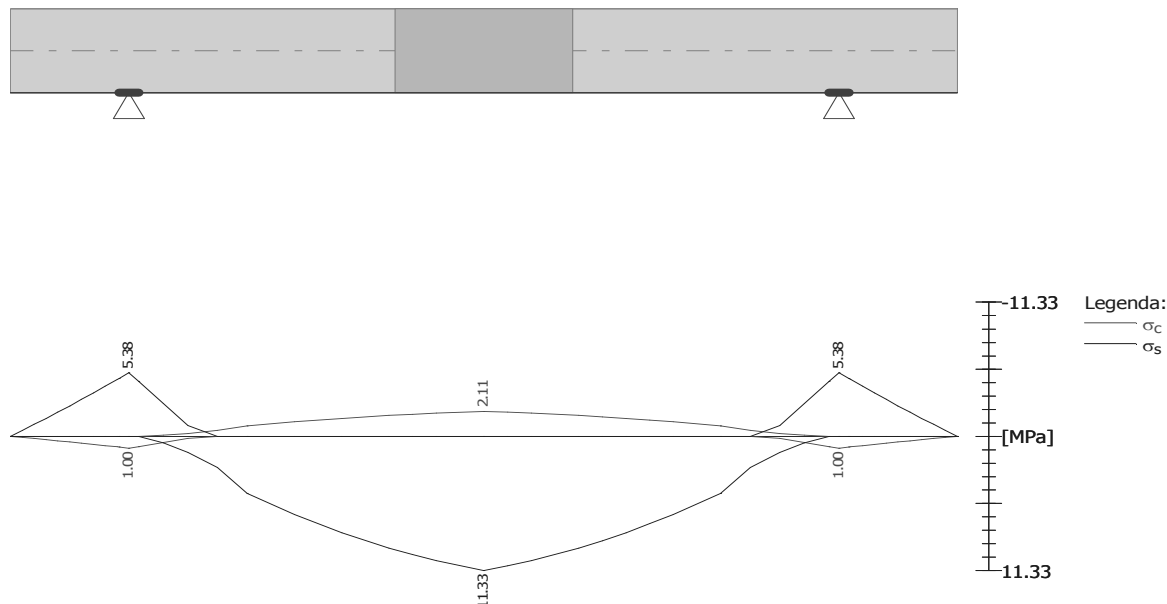
$$\sigma_c = 2.1 \text{ MPa} < k_1 \times f_{ck} = 15.0 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Splněna hodnota pro prostředí XD, XF, XS}$$

$$\sigma_c = 2.1 \text{ MPa} < k_2 \times f_{ck} = 11.2 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Lineární dotvarování}$$

Největší tahové napětí ve výztuži:

$$\sigma_s = 11.3 \text{ MPa} < k_3 \times f_{yk} = 400.0 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Nepříjemné trhliny ani deformace nevzniknou}$$

**Napětí na dílci VYHOVUJE**



**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE**

## 7. Shrnutí výsledků statických výpočtů

Všechny statické výpočty, posouzení a stabilitní posouzení zdí, svahu jsou uloženy v archivu zpracovatele (včetně zde neuvedených).

Z výše provedených statických výpočtů a posouzení jednotlivých zatěžovacích případů (přetížení rubu opěrné zdi) a rozdílného geologického profilu vyplývá, že určující pro únosnost a stabilitu svahu jsou vrchní partie svahu to znamená zajištění povrchových vrstev svahu a eliminace přetížení v koruně svahu přímo na hraně svahu. Dále je nutné zamezit zvýšenému zatékání povrchových vod do svahu a tím sycení zemin geologického profilu vodou a tím zmenšování jejich únosnosti.

Délka mikrozápor HEB 180 je 7,00 m (řez 1-1) a 6,50 m (řez 3-3) v osové vzdálenosti 1,20 m. Pro zajištění svahu je důležité provedení kotevních prvků. Navržené kotevní prvky – zemní kotvy jsou uvažovány v provedení pod úhlem 30° od svislice (tento úhel je minimální úhel osazení kotvy), u kotvy se předpokládá předepnutí na minimální hodnotu 100 kN (řez 1-1) a 50 kN (řez 3-3) a úprava kotvy jako trvalá kotva. Zemní kotvy jsou navrženy v délce 7,00 m (kořenová část 3,00 m) pro řez 1-1 v osové vzdálenosti 3,00 m. Pro řez 3-3 je navržena zemní kotva v délce 6,00 m (kořenová část 3,00 m) v osové vzdálenosti 3,00 m.

Pro železobetonový trám – žb.převážku mikrozápor byly uvažovány materiály beton C30/37 a ocel B500 . Výztuž celkově 14 profilů R14 a třmínky R8 v osově vzdálenosti 130 mm . Beton prefabriků musí být upraven v případě speciálních požadavků na povrchy betonů a jejich odolnost (podmínky prostředí dle ČSN EN 1992-1-1 kapitola 4, stupně vlivu prostředí dle ČSN EN 206-1) . V běžném provozu doporučuji provádět betony do prostředí XC4 a v případě dopravních staveb XF4 . V těchto případech při uvažování třídy konstrukce S4 je minimální hodnota krycí vrstvy výztuže 35 mm . Návrh - dimenzování výztuž v průřezu bylo provedeno informativně pro ověření běžného standardního vyztužení průřezu prvku . Posuzované prvky byly vyztuženy v souladu s minimálním stupněm vyztužení a momentem na mezi únosnosti průřezu .

## 8. Závěr

Výpočty bylo prokázáno , že posuzované hlavní prvky nosné konstrukce – zajištění svahu jsou dostatečně únosné a stabilní pro dané stavební řešení , výškové uspořádání a použité materiály, zatížení .

Posouzení záporové stěny kotvené – statická část je vypracována s použitím podkladů dosažitelných v době jeho zpracování . Zpracovatel nenese zodpovědnost za dodatečné úpravy vlivem změny technologie , postupu prací atd. .