

## Posouzení pažící konstrukce

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : Diplomová práce - Návrh silničního tunelu Stránov  
Část : Zajištěné stavební jámy vpravo v km 0,900  
Odběratel : ČVUT v Praze  
Vypracoval : Bc. Václav Novotný  
Datum : 2.11.2016

#### Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní  
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)  
Dílní součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$   
Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)  
Dílní součinitel vlastností dřeva :  $\gamma_M = 1,30$   
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) :  $k_{mod} = 0,50$   
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) :  $k_{cr} = 0,67$

#### Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Metoda výpočtu : závislé tlaky  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Modul reakce podloží : standardní  
Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení  
Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin		
Trvalá návrhová situace		
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\phi} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce soudržnosti :	$\gamma_{mc} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce Poissonova čísla :	$\gamma_{mv} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce objemové tíhy za konstrukcí :	$\gamma_{m\gamma} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce objemové tíhy před konstrukcí :	$\gamma_{m\gamma} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,00 [-]

#### Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce		
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_s =$	1,00 [-]
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$\gamma_e =$	1,00 [-]
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky :	$\gamma_c =$	1,00 [-]

#### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6,80 m

Název průřezu : I-průřez : HE 200 B; a = 2,00 m  
Spočtený koeficient redukce tlaku pod dnem jámy = 0,40  
Plocha průřezu A = 3,90E-03 m<sup>2</sup>/m



Pouze pro nekomerční využití



Moment setrvačnosti	$I = 2,85E-05 \text{ m}^4/\text{m}$
Modul pružnosti	$E = 210000,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G = 81000,00 \text{ MPa}$
Průřezový modul	$W = 2,848E-04 \text{ m}^3/\text{m}$
Plastický průřezový modul	$W_{pl} = 3,212E-04 \text{ m}^3/\text{m}$

### Materiál konstrukce




#### Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 235

Mez kluzu	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E = 210000,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G = 81000,00 \text{ MPa}$


### Modul reakce podloží

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> ]	$\delta$ [°]
1	navážky		23,00	5,00	18,00	8,50	6,00
2	Q1, eolické sedimenty		20,00	12,00	18,00	11,00	7,00
3	Q2, Fluviální sedimenty		28,00	10,00	19,00	10,00	9,50
4	Q3, deluviální sedimenty		20,00	10,00	20,50	11,00	6,50
5	K2, zvětralý pískovec		30,50	5,00	21,00	11,00	10,50
6	K3, mírně zvětralý pískovec		31,50	10,00	21,50	11,50	10,50
7	K4, zdravý pískovec		33,00	20,00	22,50	12,50	11,00
8	navážky		23,00	5,00	18,00	8,50	6,00


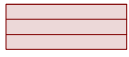

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	navážky		soudržná	-	0,40	-	-
2	Q1, eolické sedimenty		soudržná	-	0,40	-	-
3	Q2, Fluviální sedimenty		soudržná	-	0,35	-	-
4	Q3, deluviální sedimenty		soudržná	-	0,42	-	-
5	K2, zvětralý pískovec		soudržná	-	0,32	-	-







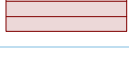



Pouze pro nekomerční využití

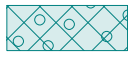




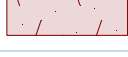



Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
6	K3, mírně zvětralý pískovec		soudržná	-	0,30	-	-
7	K4, zdravý pískovec		soudržná	-	0,27	-	-
8	navážky		soudržná	-	0,40	-	-

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

Číslo	Název	Vzorek	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]
1	navážky		0,40	-	2,00
2	Q1, eolické sedimenty		0,40	-	4,00
3	Q2, Fluviální sedimenty		0,35	-	8,00
4	Q3, deluviální sedimenty		0,42	-	6,00
5	K2, zvětralý pískovec		0,32	-	40,00
6	K3, mírně zvětralý pískovec		0,30	-	120,00
7	K4, zdravý pískovec		0,27	-	300,00
8	navážky		0,40	-	2,00

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,50	navážky	
2	1,60	Q1, eolické sedimenty	
3	1,40	Q2, Fluviální sedimenty	
4	0,40	Q3, deluviální sedimenty	
5	0,40	K2, zvětralý pískovec	
6	0,80	K3, mírně zvětralý pískovec	
7	-	K4, zdravý pískovec	



Pouze pro nekomerční využití



## Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2,50 m.

## Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

## Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,80 m  
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 4,80 m  
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

## Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		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		10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Přítížení povrchu

## Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 40  
Vlastní výpočet mezních tlaků : neredukovat  
Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

## Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

## Výsledky výpočtu (Fáze budování 1)

### 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	-13.99	0.00	0.00	0.00
0.17	0.00	0.00	-13.23	0.61	-0.05	0.00
0.34	0.00	0.00	-12.46	1.22	-0.21	0.02
0.51	0.00	0.00	-11.69	1.84	-0.47	0.08
0.68	0.00	0.00	-10.93	2.45	-0.83	0.19
0.85	0.00	0.00	-10.17	3.06	-1.30	0.37
1.02	0.00	0.00	-9.40	3.67	-1.87	0.64
1.19	0.00	0.00	-8.64	4.28	-2.55	1.01
1.36	0.00	0.00	-7.89	4.90	-3.33	1.51
1.53	0.00	0.00	-7.14	5.51	-4.21	2.15
1.70	0.00	0.00	-6.41	6.12	-5.20	2.95
1.87	0.00	0.00	-5.68	6.73	-6.29	3.92
2.04	0.00	0.00	-4.98	7.34	-7.49	5.09
2.21	0.00	0.00	-4.30	7.98	-8.79	6.48
2.38	0.00	0.00	-3.65	8.62	-10.20	8.09
2.49	0.00	0.00	-3.25	9.05	-11.19	9.29
2.51	0.00	0.00	-3.19	-11.97	-11.17	9.47
2.55	0.00	0.00	-3.05	-13.09	-10.64	9.93
2.72	0.00	0.00	-2.49	-17.63	-8.03	11.52



Pouze pro nekomerční využití



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]
2.89	0.00	0.00	-1.98	-22.17	-4.65	12.61
3.06	13.91	0.00	-1.54	-19.01	-0.89	12.99
3.23	13.91	0.00	-1.16	-14.09	1.91	12.89
3.40	13.91	0.00	-0.84	-10.02	3.95	12.38
3.57	17.60	17.60	-0.58	-4.24	5.37	11.52
3.74	17.60	17.60	-0.37	2.93	5.46	10.59
3.91	102.08	0.00	-0.22	-19.82	7.28	9.53
4.08	102.08	0.00	-0.11	-9.18	9.68	8.06
4.25	102.08	102.08	-0.05	1.17	10.58	6.28
4.42	407.12	0.00	-0.01	-3.05	10.95	4.46
4.59	407.12	407.12	0.01	15.88	9.99	2.62
4.76	407.12	407.12	0.01	18.22	6.98	1.18
4.93	407.12	407.12	0.01	15.68	4.06	0.24
5.10	407.12	407.12	0.00	11.94	1.72	-0.24
5.27	1250.84	1250.84	-0.00	6.45	-0.08	-0.36
5.44	1250.84	1250.84	-0.00	1.12	-0.67	-0.28
5.61	1250.84	1250.84	-0.00	-1.06	-0.64	-0.17
5.78	1250.84	1250.84	-0.00	-1.42	-0.41	-0.08
5.95	1250.84	1250.84	-0.00	-1.04	-0.19	-0.03
6.12	1250.84	1250.84	-0.00	-0.53	-0.06	-0.01
6.29	1250.84	1250.84	-0.00	-0.14	-0.01	-0.00
6.46	1250.84	1250.84	-0.00	0.05	-0.00	-0.00
6.63	1250.84	1250.84	-0.00	0.03	-0.01	-0.00
6.80	1250.84	1250.84	-0.00	-0.21	0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 11,19 kN/m  
 Maximální moment = 12,99 kNm/m  
 Maximální deformace = 14,0 mm



Pouze pro nekomerční využití





Název : Vnitřní síly

Fáze - výpočet : 1 - -1

**Geometrie konstrukce**

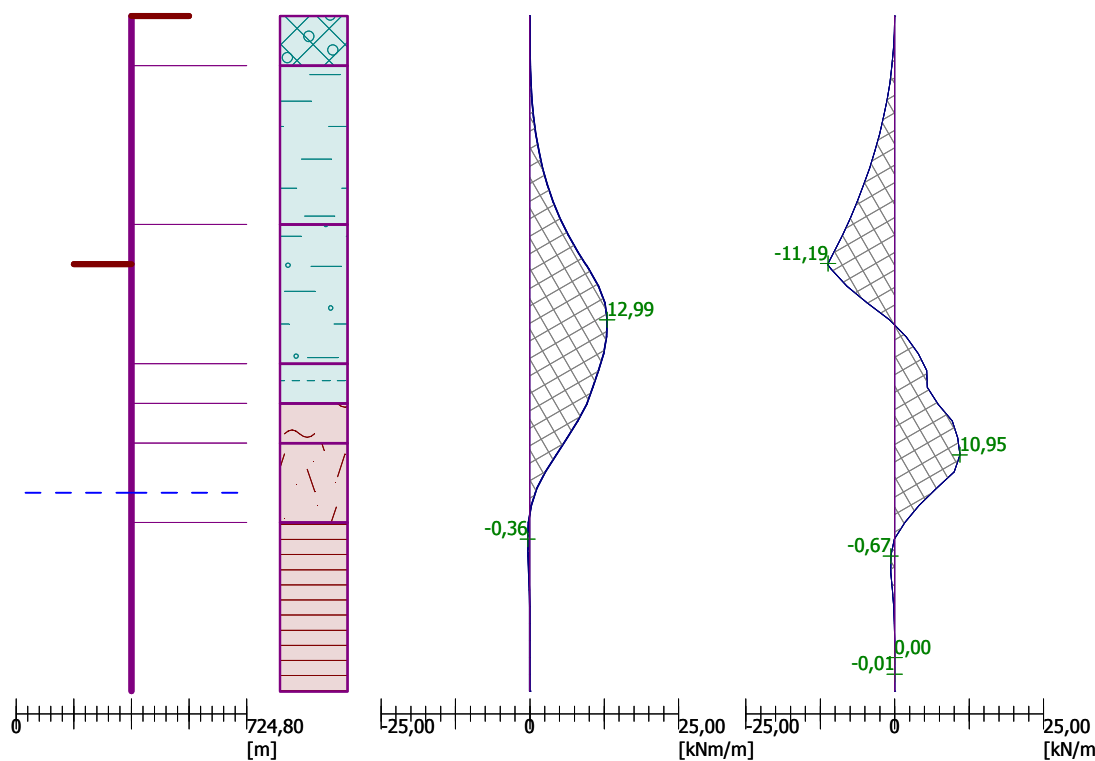
Délka konstrukce = 6,80m

**Ohybový moment**

Max. M = 12,99 kNm/m

**Posouvající síla**

Max. Q = 11,19 kN/m



**Vstupní data (Fáze budování 2)**

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,80 m  
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 4,80 m  
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

**Zadané kotvy**

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ano	2,00	DYWIDAG dočasná kotva 0.62" St 1770 MPa		200,00

**Seznam nových kotev**

**DYWIDAG dočasná kotva 0.62" St 1770 MPa**

Typ kotvy : pramencová

Výrobní řada : DYWIDAG lanová kotva

Hloubka : z = 2,00 m

Volná délka : l = 5,00 m

Délka kořene :  $l_k$  = 4,00 m

Sklon :  $\alpha$  = 30,00 °

Vzd. mezi : b = 4,00 m

Plocha pramence :  $A_1$  = 150,00 mm<sup>2</sup>

Počet pramenců : n = 2

Modul pružnosti : E = 195000,00 MPa

Předpínací síla : F = 200,00 kN

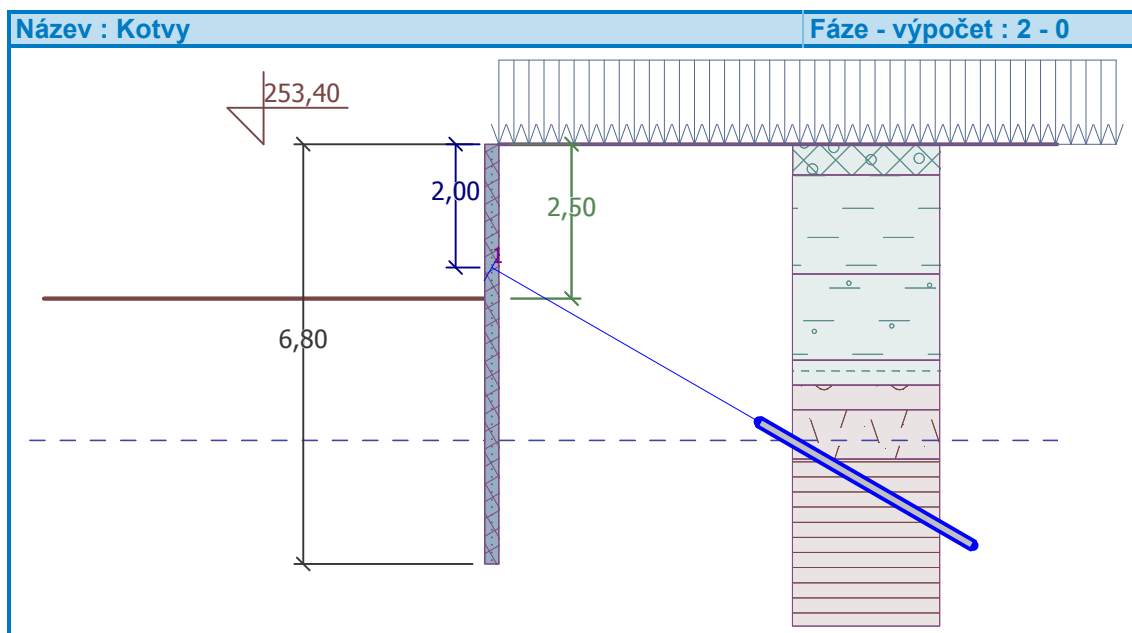
Výpočtová pevnost materiálu :  $f_u$  = 1770,00 MPa



Pouze pro nekomerční využití



Únosnost na vytržení ze zeminy : počítat z plášťového tření  
 Průměr kořene :  $d = 150,0$  mm  
 Plášťové tření :  $f = 300,00$  kPa  
 Únosnost na vytržení ze zálivky : počítat z parametrů betonu  
 Norma betonu : EN 1992-1-1 (EC2)  
 Pevnost betonu v tlaku :  $f_c = 80,00$  MPa  
 Součinitel soudržnosti :  $\eta_1 = 0,70$



## Výsledky výpočtu (Fáze budování 2)

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	-14.08	0.00	-0.00	0.00
0.17	0.00	0.00	-13.21	0.61	-0.05	0.00
0.34	0.00	8.05	-12.34	2.20	0.01	-0.37
0.51	0.00	20.29	-11.47	6.43	-0.27	-0.87
0.68	0.00	20.29	-10.60	9.20	-1.60	-0.70
0.85	0.00	20.29	-9.72	12.01	-3.41	-0.26
1.02	0.00	20.29	-8.85	14.82	-5.69	0.52
1.19	0.00	20.29	-7.99	17.60	-8.45	1.73
1.36	0.00	20.29	-7.13	20.27	-11.67	3.45
1.53	0.00	20.29	-6.29	22.70	-15.33	5.76
1.70	0.00	20.29	-5.49	24.73	-19.37	8.72
1.87	0.00	20.29	-4.73	26.16	-23.71	12.40
2.00	0.00	20.29	-4.18	26.60	-27.16	15.71
2.00	0.00	20.29	-4.18	26.60	16.14	15.71
2.04	0.00	20.29	-4.02	26.74	15.07	15.09
2.21	0.00	34.78	-3.39	39.53	9.80	12.75
2.38	0.00	34.78	-2.83	37.36	3.24	11.68
2.49	0.00	34.78	-2.49	35.55	-0.85	11.55



Pouze pro nekomerční využití





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]
2.51	0.00	13.91	-2.44	-1.51	-1.13	11.57
2.55	0.00	13.91	-2.32	-2.99	-1.04	11.62
2.72	0.00	13.91	-1.87	-9.03	-0.03	11.74
2.89	13.91	13.91	-1.47	-10.66	1.86	11.51
3.06	13.91	13.91	-1.13	-7.79	3.41	11.06
3.23	13.91	13.91	-0.85	-5.54	4.52	10.39
3.40	13.91	13.91	-0.61	-3.82	5.30	9.56
3.57	17.60	17.60	-0.42	1.11	5.57	8.61
3.74	17.60	17.60	-0.28	6.29	4.92	7.71
3.91	102.08	102.08	-0.17	-9.16	5.89	6.72
4.08	102.08	102.08	-0.09	-4.60	6.97	5.63
4.25	102.08	102.08	-0.04	2.02	7.12	4.42
4.42	407.12	407.12	-0.01	-1.16	7.64	3.14
4.59	407.12	407.12	-0.00	9.27	6.81	1.88
4.76	407.12	407.12	0.00	12.12	4.92	0.88
4.93	407.12	407.12	0.00	11.30	2.90	0.22
5.10	407.12	407.12	-0.00	9.44	1.13	-0.12
5.27	1250.84	1250.84	-0.00	3.24	-0.07	-0.20
5.44	1250.84	1250.84	-0.00	0.51	-0.36	-0.16
5.61	1250.84	1250.84	-0.00	-0.59	-0.33	-0.10
5.78	1250.84	1250.84	-0.00	-0.75	-0.21	-0.05
5.95	1250.84	1250.84	-0.00	-0.52	-0.10	-0.02
6.12	1250.84	1250.84	-0.00	-0.24	-0.04	-0.01
6.29	1250.84	1250.84	-0.00	-0.03	-0.01	-0.01
6.46	1250.84	1250.84	-0.00	0.06	-0.02	-0.01
6.63	1250.84	1250.84	-0.00	-0.02	-0.02	-0.00
6.80	1250.84	1250.84	-0.00	-0.30	-0.00	0.00

Maximální posouvající síla = 27,16 kN/m  
 Maximální moment = 15,71 kNm/m  
 Maximální deformace = 14,1 mm

#### Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	2,00	-4,2	200,00



Pouze pro nekomerční využití



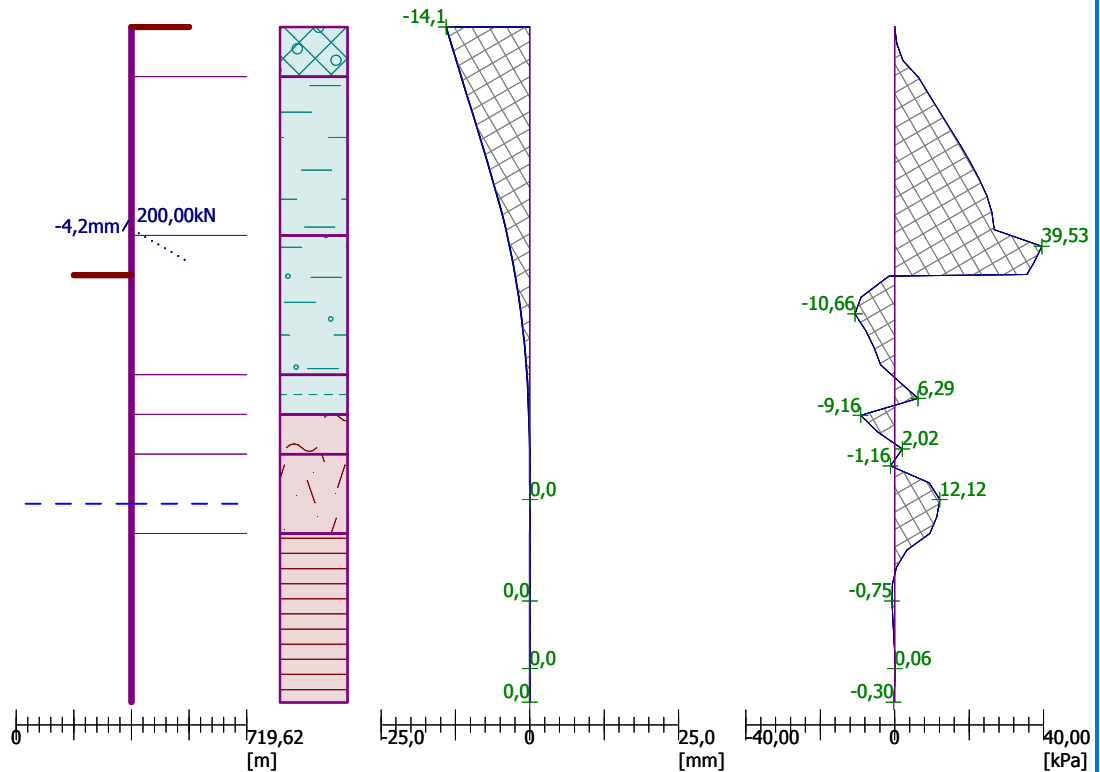
Název : Deformace a tlaky na konstrukci

Fáze - výpočet : 2 - -1

**Geometrie konstrukce**  
Délka konstrukce = 6,80m

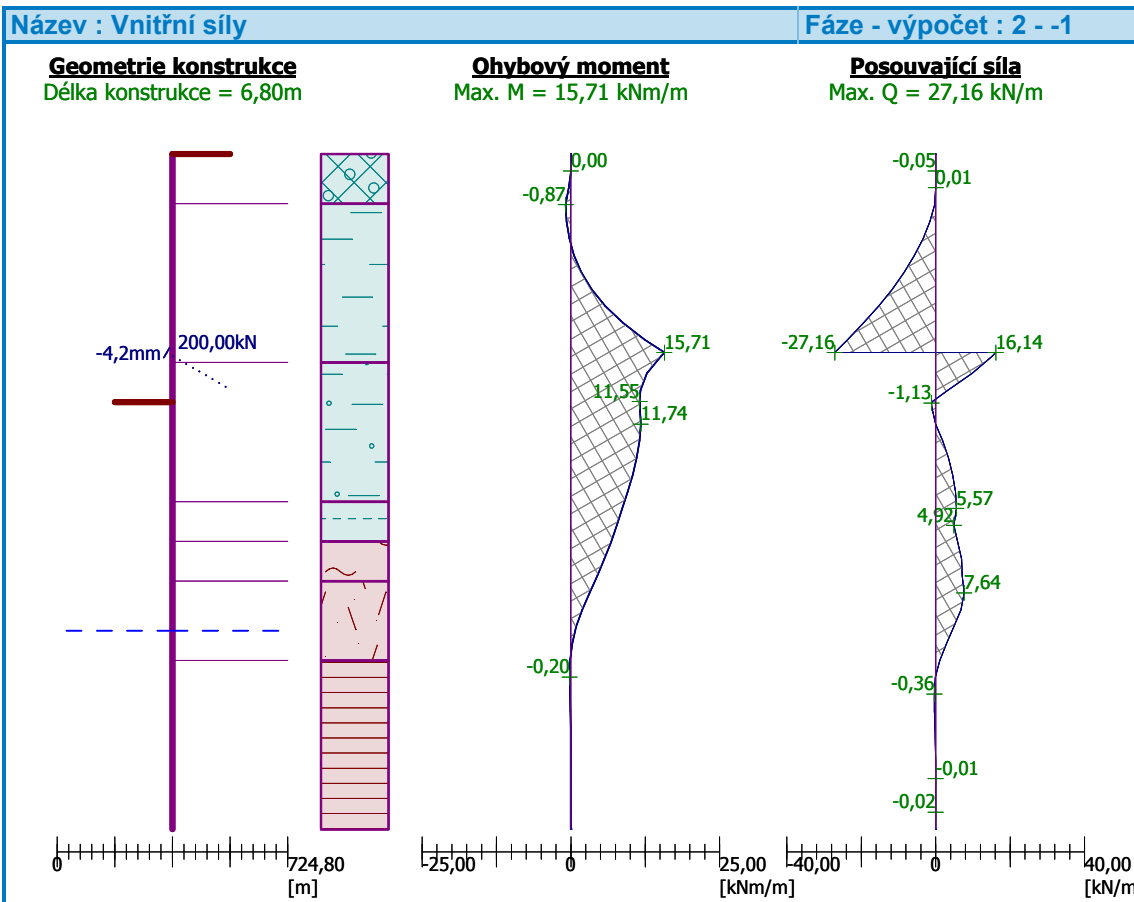
**Deformace konstrukce**  
Max. def. = 14,1 mm

**Tlak na konstrukci**  
Max. tlak = 39,53 kPa



Pouze pro nekomerční využití





### Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

$E_A = 17,78 \text{ kN/m}$        $\delta = 6,34^\circ$

Hloubka teoretické paty pod dno jámy  $H_0 = 0,30 \text{ m}$

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	68,18	23,58	459,83	66,36	-24,00		469,81	445,74	1782,96

### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	200,00	1782,96	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{\max} = 1782,96 \text{ kN} > 200,00 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

### Vstupní data (Fáze budování 3)

#### Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5,10 m.

#### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,80 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 5,50 m

Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

### Výsledky výpočtu (Fáze budování 3)

#### 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	8.05	-13.16	6.69	0.00	0.00
0.17	0.00	8.05	-12.45	6.89	-1.15	0.10
0.34	0.00	8.05	-11.73	7.07	-2.34	0.41
0.51	0.00	20.29	-11.03	15.41	-3.88	0.42
0.68	0.00	20.29	-10.32	14.78	-6.45	1.31
0.85	0.00	20.29	-9.63	13.98	-8.90	2.64
1.02	0.00	20.29	-8.95	12.91	-11.19	4.37
1.19	0.00	20.29	-8.29	11.43	-13.27	6.47
1.36	0.00	20.29	-7.67	9.37	-15.05	8.90
1.53	0.00	20.29	-7.09	6.54	-16.41	11.59
1.70	0.00	0.00	-6.57	6.12	-17.95	15.02
1.87	0.00	0.00	-6.12	6.73	-19.04	18.17
2.00	0.00	0.00	-5.84	7.20	-19.94	20.70
2.00	0.00	0.00	-5.84	7.20	25.46	20.70
2.04	0.00	0.00	-5.77	7.34	25.17	19.69
2.21	0.00	0.00	-5.50	8.04	23.86	15.52
2.38	0.00	0.00	-5.31	8.78	22.43	11.58
2.55	0.00	0.00	-5.17	9.53	20.87	7.90
2.72	0.00	0.00	-5.07	10.27	19.19	4.49
2.89	0.00	0.00	-5.00	11.02	17.38	1.38
3.06	0.00	0.00	-4.93	11.76	15.44	-1.41
3.23	0.00	0.00	-4.85	12.50	13.38	-3.86
3.40	0.00	0.00	-4.76	13.25	11.19	-5.95
3.57	0.00	0.00	-4.64	21.65	8.23	-7.62
3.74	0.00	0.00	-4.48	23.24	4.41	-8.70
3.91	0.00	0.00	-4.28	19.45	0.78	-9.13
4.08	0.00	0.00	-4.03	20.51	-2.62	-8.98
4.25	0.00	0.00	-3.74	21.57	-6.19	-8.23
4.42	0.00	0.00	-3.42	16.87	-9.46	-6.89
4.59	0.00	0.00	-3.06	17.81	-12.41	-5.04
4.76	0.00	0.00	-2.67	18.76	-15.52	-2.66
4.93	0.00	0.00	-2.27	20.71	-18.87	0.25
5.09	0.00	0.00	-1.90	22.86	-22.40	3.59
5.11	0.00	0.00	-1.86	-28.47	-22.56	3.95
5.27	0.00	0.00	-1.50	-35.72	-17.36	7.20
5.44	0.00	0.00	-1.16	-43.32	-10.64	9.60
5.61	62.54	0.00	-0.86	-47.20	-2.18	10.49
5.78	62.54	0.00	-0.61	-31.86	4.49	10.26
5.95	62.54	0.00	-0.41	-19.61	8.83	9.09
6.12	62.54	0.00	-0.26	-10.10	11.32	7.36
6.29	62.54	0.00	-0.14	-2.81	12.39	5.33
6.46	62.54	0.00	-0.05	2.88	12.36	3.21



Pouze pro nekomerční využití

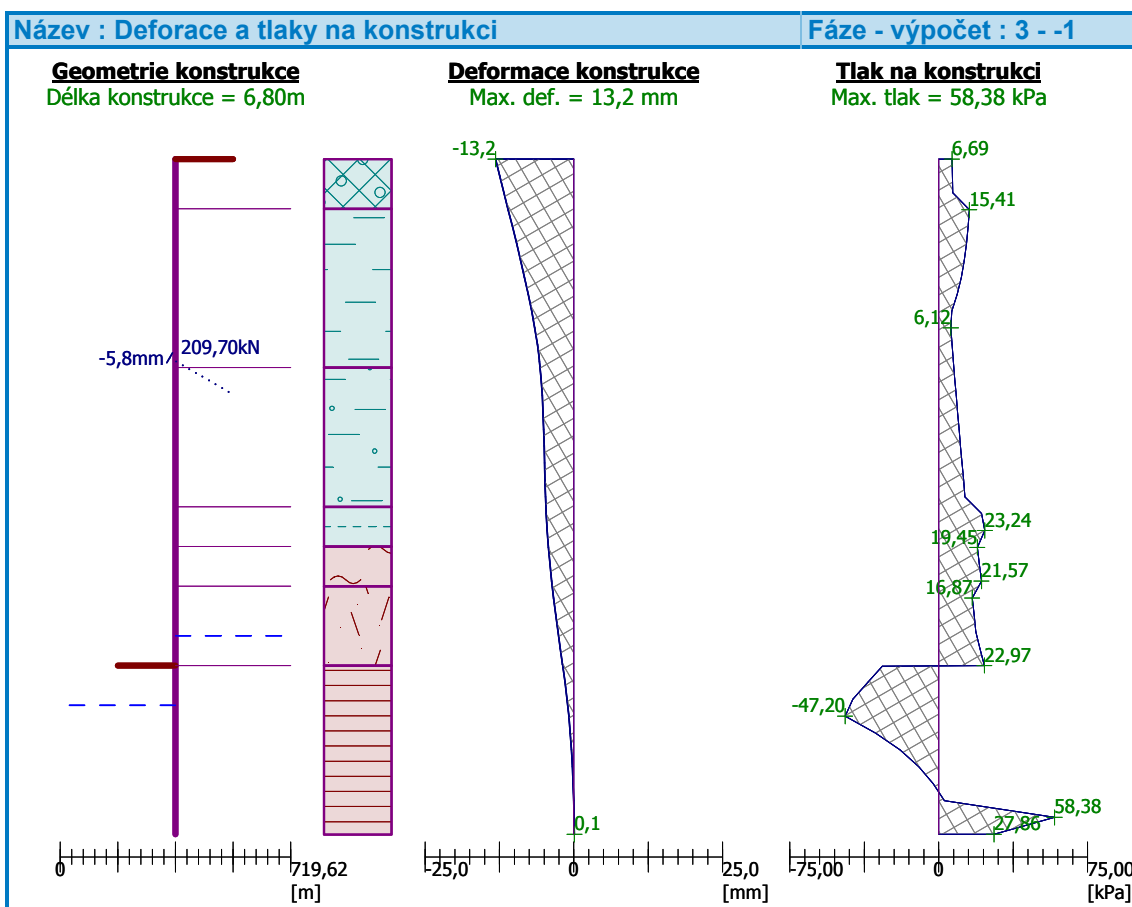


Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
6.63	0.00	1250.84	0.03	58.38	10.98	1.05
6.80	0.00	62.54	0.10	27.86	0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 25,46 kN/m  
 Maximální moment = 20,70 kNm/m  
 Maximální deformace = 13,2 mm

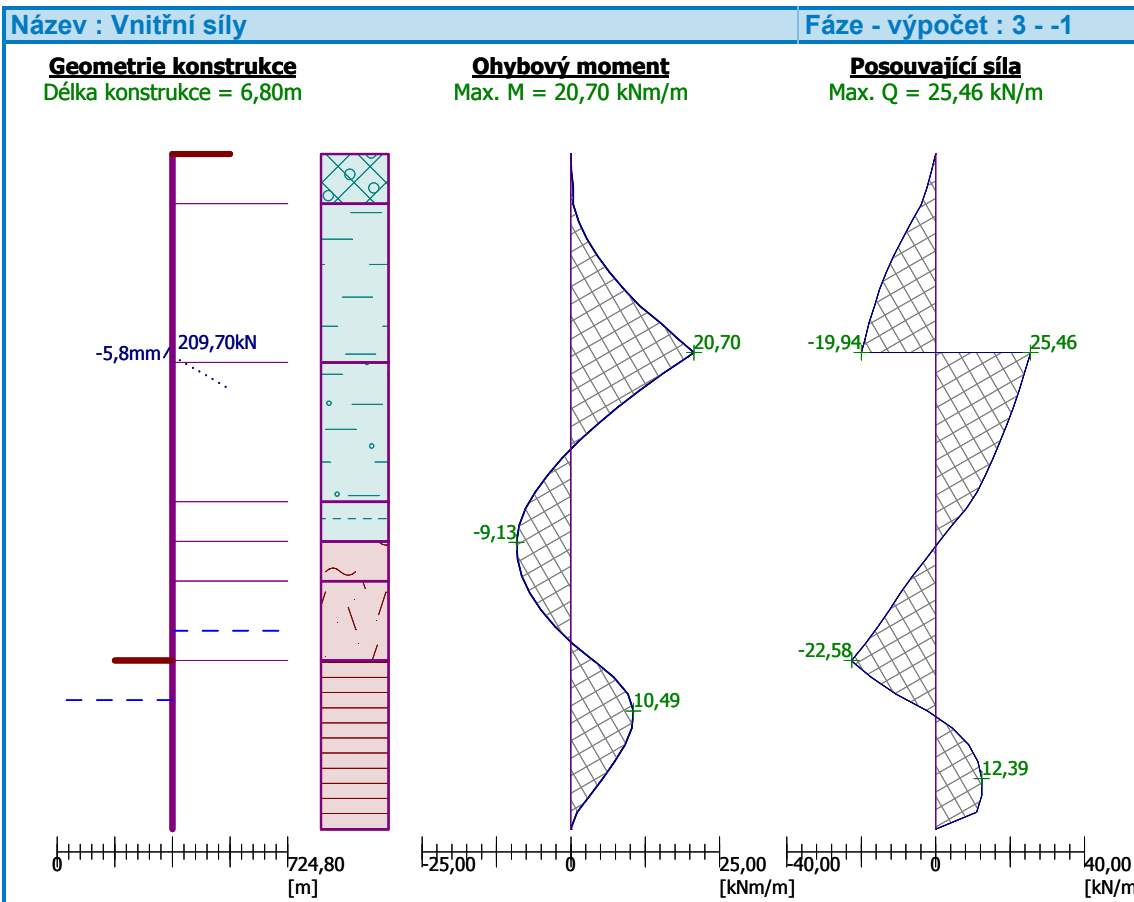
#### Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	2,00	-5,8	209,70



Pouze pro nekomerční využití





### Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

$$E_A = 70,09 \text{ kN/m} \quad \delta = 7,90^\circ$$

Hloubka teoretické paty pod dno jámy  $H_0 = 0,56 \text{ m}$

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	68,18	23,58	613,53	121,29	1,52		479,88	437,36	1749,45

### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	209,70	1749,45	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

$$\text{Max. dovolená síla } F_{max} = 1749,45 \text{ kN} > 209,70 \text{ kN} = F_{zad}$$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

### Výpočet stability svahu

#### Vstupní data

Projekt

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)



Pouze pro nekomerční využití




### Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

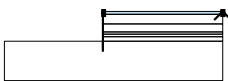

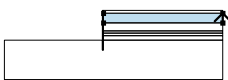

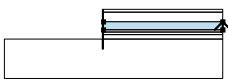


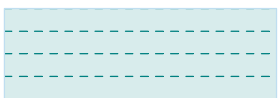
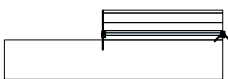

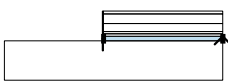

Metodika posouzení : stupně bezpečnosti

Stupně bezpečnosti	
Trvalá návrhová situace	
Stupeň bezpečnosti :	SF <sub>s</sub> = 1,50 [-]

### Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Materiál zdi		23,00

### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		20,40	252,90	20,40	253,40	navážky 
		0,00	253,40	0,00	252,90	
2		20,40	251,30	20,40	252,90	Q1, eolické sedimenty 
		0,00	252,90	0,00	251,30	
3		20,40	249,90	20,40	251,30	Q2, Fluviální sedimenty 
		0,00	251,30	0,00	249,90	
4		20,40	249,50	20,40	249,90	Q3, deluviální sedimenty 
		0,00	249,90	0,00	249,50	
5		20,40	249,10	20,40	249,50	K2, zvětralý pískovec 
		0,00	249,50	0,00	249,10	
6		20,40	248,30	20,40	249,10	K3, mírně zvětralý pískovec 
		0,00	249,10	0,00	248,30	



Pouze pro nekomerční využití



Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
7		-0,20	246,60	0,00	246,60	Materiál zdi 
		0,00	248,30	0,00	249,10	
		0,00	249,50	0,00	249,90	
		0,00	251,30	0,00	252,90	
		0,00	253,40	-0,20	253,40	
		-0,20	248,30			
8		0,00	248,30	0,00	246,60	K4, zdravý pískovec 
		-0,20	246,60	-0,20	248,30	
		-17,00	248,30	-17,00	241,60	
		20,40	241,60	20,40	248,30	

### Kotvy

Číslo	Počátek		Délka a sklon / souřadnice		Vzd. kotev b [m]	Průměr / plocha d [mm] / A [mm²]	Modul pružnosti E [MPa]	Síla na m.přetrž. F <sub>c</sub> [kN]	Působí v tlaku	Síla F [kN]
	x [m]	z [m]	l [m] / x [m]	α [°] / z [m]						
1	-0,20	251,40	l = 7,00	α = 30,00	4,00	d =			Ne	209,70

### Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost	
								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub> jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 0,00	l = 20,40		0,00	10,00	kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Přetížení povrchu

### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-17,00	247,90	0,00	247,90	0,00	248,60
		20,40	248,60				

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

### Výsledky (Fáze budování 1)

#### Výpočet 1

#### Kruhá smyková plocha

Parametry smykové plochy							
Střed :	x =	-1,50	[m]	Úhly :	α <sub>1</sub> =	-40,95	[°]
	z =	254,01	[m]		α <sub>2</sub> =	85,37	[°]
Poloměr :	R =	7,56	[m]				

Smyková plocha po optimalizaci.



Pouze pro nekomerční využití





### Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 310,49$  kN/m

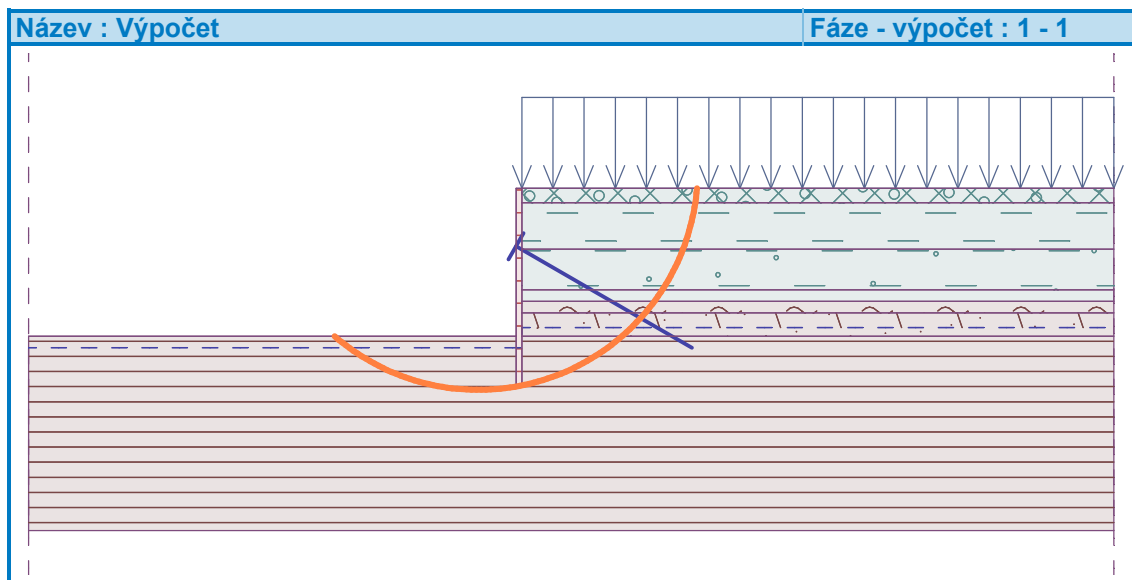
Sumace pasivních sil :  $F_p = 800,45$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 2347,27$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 6051,38$  kNm/m

Stupeň bezpečnosti =  $2,58 > 1,50$

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



### Vstupní data (Fáze budování 4)

#### Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5,10 m.

#### Tvar dna jámy

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	-2,00	0,00
3	-2,65	1,95
4	-3,65	1,95

Počátek [0,0] je umístěn na dně jámy.  
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

#### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

#### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,80 m  
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 5,50 m  
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.



Pouze pro nekomerční využití



## Výsledky výpočtu (Fáze budování 4)

### 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	8.05	-12.92	8.59	0.00	0.00
0.17	0.00	8.05	-12.26	8.37	-1.44	0.13
0.34	0.00	8.05	-11.60	8.13	-2.84	0.50
0.51	0.00	20.29	-10.95	17.00	-4.64	0.62
0.68	0.00	20.29	-10.30	15.28	-7.39	1.66
0.85	0.00	20.29	-9.66	13.35	-9.82	3.15
1.02	0.00	20.29	-9.04	11.10	-11.91	5.02
1.19	0.00	20.29	-8.44	8.38	-13.57	7.21
1.36	0.00	20.29	-7.88	5.00	-14.72	9.64
1.53	0.00	0.00	-7.37	5.51	-16.06	12.82
1.70	0.00	0.00	-6.93	6.12	-17.05	15.63
1.87	0.00	0.00	-6.56	6.73	-18.14	18.62
2.00	0.00	0.00	-6.33	7.20	-19.05	21.04
2.00	0.00	0.00	-6.33	7.20	26.98	21.04
2.04	0.00	0.00	-6.27	7.34	26.68	19.97
2.21	0.00	0.00	-6.09	8.04	25.38	15.54
2.38	0.00	0.00	-5.97	8.78	23.95	11.34
2.55	0.00	0.00	-5.92	9.53	22.39	7.40
2.72	0.00	0.00	-5.89	10.27	20.71	3.74
2.89	0.00	0.00	-5.89	11.02	18.90	0.37
3.06	0.00	0.00	-5.89	11.76	16.96	-2.68
3.23	0.00	0.00	-5.87	12.50	14.90	-5.39
3.40	0.00	0.00	-5.83	13.25	12.71	-7.74
3.57	0.00	0.00	-5.76	21.65	9.74	-9.67
3.74	0.00	0.00	-5.63	23.24	5.93	-11.00
3.91	0.00	12.76	-5.45	22.97	2.10	-11.94
4.08	0.00	12.76	-5.22	24.47	-1.92	-11.96
4.25	0.00	0.00	-4.93	21.57	-5.99	-11.04
4.42	0.00	0.00	-4.59	16.87	-9.25	-9.73
4.59	0.00	0.00	-4.20	17.81	-12.20	-7.91
4.76	0.00	0.00	-3.77	18.76	-15.31	-5.57
4.93	0.00	0.00	-3.32	20.71	-18.67	-2.69
5.09	0.00	0.00	-2.87	22.86	-22.20	0.62
5.11	0.00	0.00	-2.83	-28.11	-22.36	0.97
5.27	0.00	0.00	-2.39	-27.94	-17.82	4.23
5.44	0.00	0.00	-1.95	-27.77	-13.08	6.85
5.61	0.00	0.00	-1.54	-27.60	-8.37	8.68
5.78	0.00	0.00	-1.17	-27.43	-3.70	9.70
5.95	0.00	0.00	-0.84	-27.26	0.95	9.94
6.12	0.00	0.00	-0.57	-27.09	5.57	9.38
6.29	0.00	0.00	-0.34	-26.92	10.16	8.04
6.46	0.00	0.00	-0.15	-26.75	14.73	5.93
6.63	0.00	1250.84	0.01	36.60	22.36	2.36



Pouze pro nekomerční využití

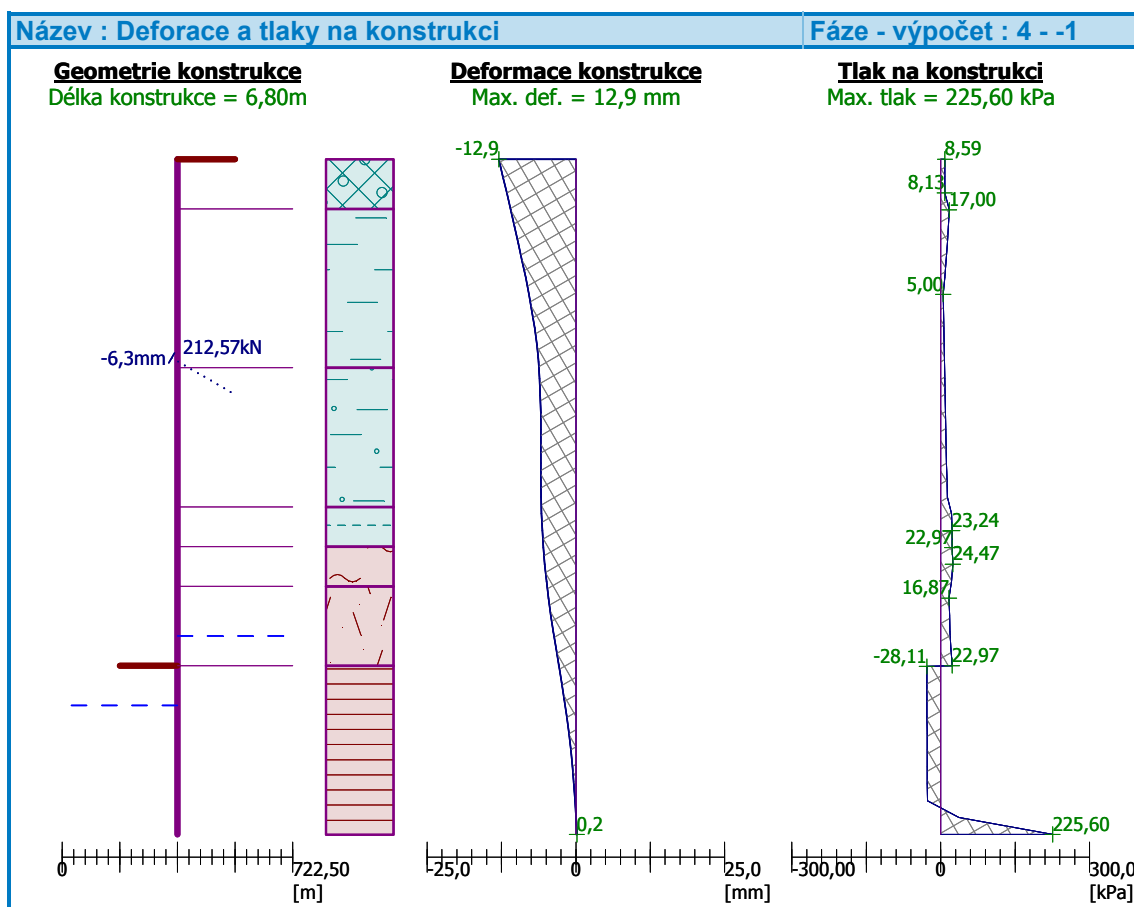


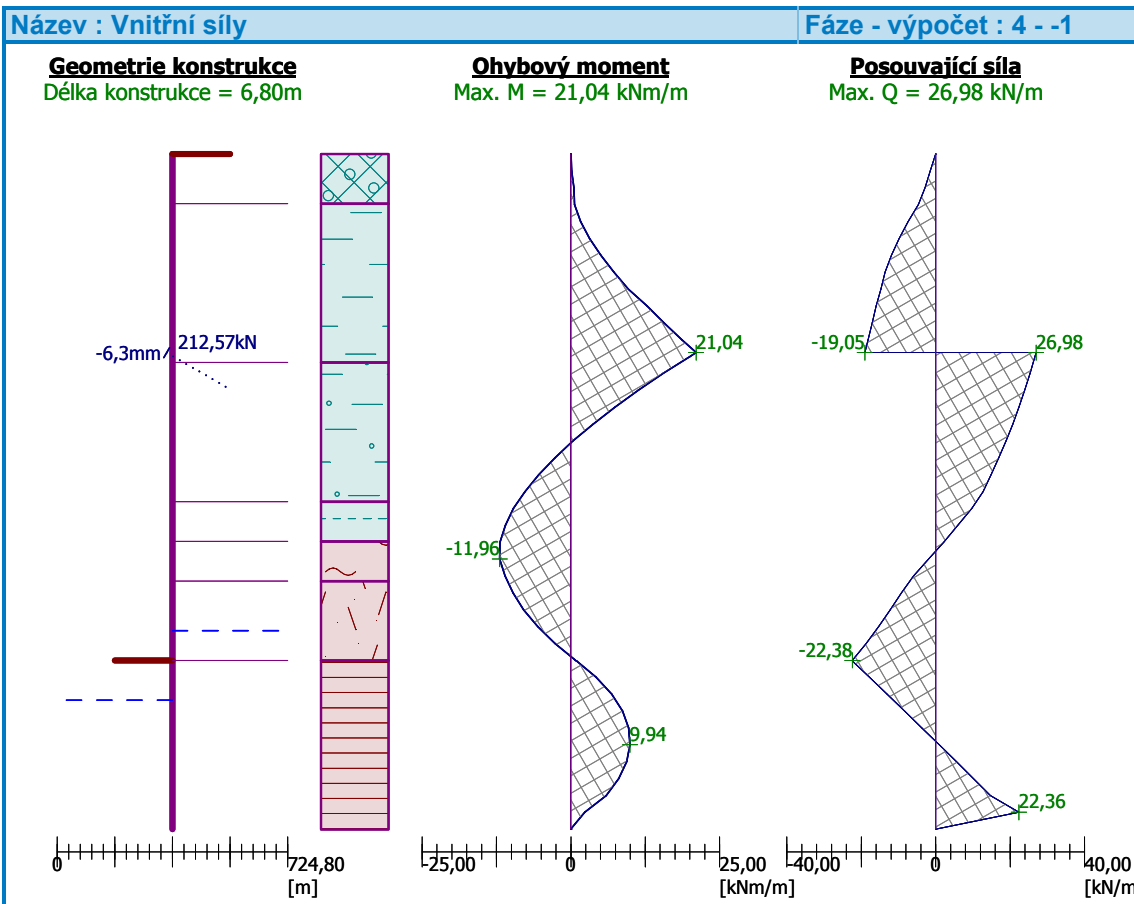
Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
6.80	0.00	1250.84	0.16	225.60	-0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 26,98 kN/m  
 Maximální moment = 21,04 kNm/m  
 Maximální deformace = 12,9 mm

**Síly v kotvách**

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	2,00	-6,3	212,57





### Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledek

$E_A = 75,05 \text{ kN/m}$        $\delta = 7,77^\circ$

Hloubka teoretické paty pod dno jámy  $H_0 = 0,80 \text{ m}$

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	68,18	23,58	622,55	121,51	3,77		480,54	424,71	1698,82

### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	212,57	1698,82	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{max} = 1698,82 \text{ kN} > 212,57 \text{ kN} = F_{zad}$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

### Výpočet stability svahu

#### Vstupní data

Projekt

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)


### Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

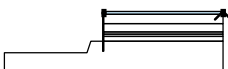
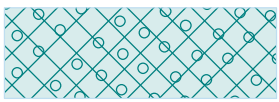
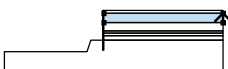

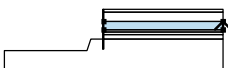

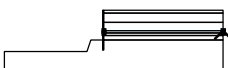

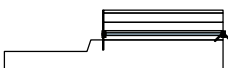
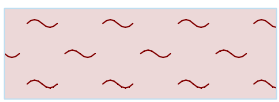
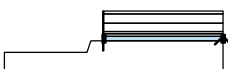

Metodika posouzení : stupně bezpečnosti

Stupně bezpečnosti		
Trvalá návrhová situace		
Stupeň bezpečnosti :	SF <sub>s</sub> =	1,50 [-]

### Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Materiál zdi		23,00

### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		20,40	252,90	20,40	253,40	navážky 
		0,00	253,40	0,00	252,90	
2		20,40	251,30	20,40	252,90	Q1, eolické sedimenty 
		0,00	252,90	0,00	251,30	
3		20,40	249,90	20,40	251,30	Q2, Fluviální sedimenty 
		0,00	251,30	0,00	249,90	
4		20,40	249,50	20,40	249,90	Q3, deluviální sedimenty 
		0,00	249,90	0,00	249,50	
5		20,40	249,10	20,40	249,50	K2, zvětralý pískovec 
		0,00	249,50	0,00	249,10	
6		20,40	248,30	20,40	249,10	K3, mírně zvětralý pískovec 
		0,00	249,10	0,00	248,30	



Pouze pro nekomerční využití



Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
7		-0,20	253,40	-0,20	248,30	Materiál zdi 
		-0,20	246,60	0,00	246,60	
		0,00	248,30	0,00	249,10	
		0,00	249,50	0,00	249,90	
		0,00	251,30	0,00	252,90	
		0,00	253,40			
8		0,00	248,30	0,00	246,60	K4, zdravý pískovec 
		-0,20	246,60	-0,20	248,30	
		-2,20	248,30	-2,85	246,35	
		-17,00	246,35	-17,00	241,35	
		20,40	241,35	20,40	248,30	

### Kotvy

Číslo	Počátek		Délka a sklon / souřadnice		Vzd. kotev b [m]	Průměr / plocha d [mm] / A [mm²]	Modul pružnosti E [MPa]	Síla na m.přetrž. F <sub>c</sub> [kN]	Působí v tlaku	Síla F [kN]
	x [m]	z [m]	l [m] / x [m]	α [°] / z [m]						
1	-0,20	251,40	l = 7,00	α = 30,00	4,00	d =			Ne	212,57

### Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost	
								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub> jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 0,00	l = 20,40		0,00	10,00	kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Přetížení povrchu

### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-17,00	247,90	0,00	247,90	0,00	248,60
		20,40	248,60				

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

### Výsledky (Fáze budování 1)

#### Výpočet 1

#### Kruhá smyková plocha

Parametry smykové plochy							
Střed :	x =	-2,33	[m]	Úhly :	α <sub>1</sub> =	-11,32	[°]
	z =	253,41	[m]		α <sub>2</sub> =	89,92	[°]
Poloměr :	R =	7,20	[m]				

Smyková plocha po optimalizaci.



Pouze pro nekomerční využití



### Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 321,08$  kN/m

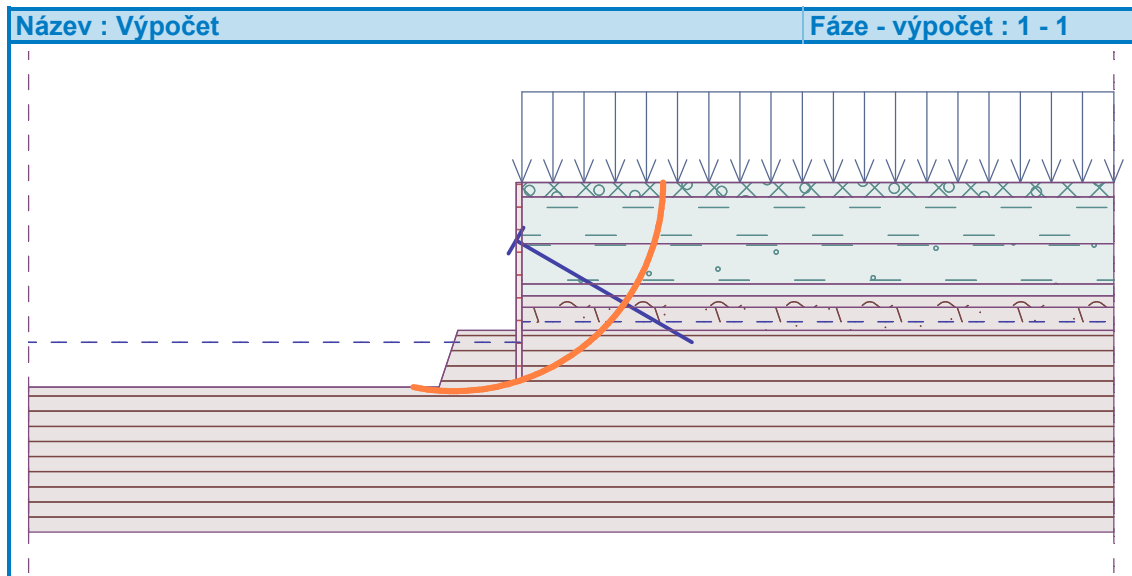
Sumace pasivních sil :  $F_p = 549,49$  kN/m

Moment sesouvající :  $M_a = 2311,78$  kNm/m

Moment vzdorující :  $M_p = 3956,29$  kNm/m

Stupeň bezpečnosti =  $1,71 > 1,50$

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



### Dimenzace č. 1

#### Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace =  $-14,1$  mm

Minimální deformace =  $0,2$  mm

Maximální ohybový moment =  $21,04$  kNm/m

Minimální ohybový moment =  $-11,96$  kNm/m

Maximální posouvající síla =  $26,98$  kN/m

#### Posouzení průřezu - mezivýsledky

##### Průřezové charakteristiky:

Průřezová plocha  $A = 7,808E-03$  m<sup>2</sup>

Průřezový modul  $W = 5,696E-04$  m<sup>3</sup>

Plastický průřezový modul  $W_{pl} = 6,425E-04$  m<sup>3</sup>

Moment setrvačnosti  $I = 5,696E-05$  m<sup>4</sup>

Statický moment průřezu  $S = 3,212E-04$  m<sup>3</sup>

Statický moment  $S_1 = 2,775E-04$  m<sup>3</sup>

Tloušťka stěny průřezu  $t = 9,0$  mm

##### Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu oceli  $f_y = 235,00$  MPa

##### Normové součinitele:

Součinitel únosnosti průřezu  $\gamma_{M0} = 1,00$

##### Únosnost průřezu:

Únosnost v ohybu  $M_{c,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M0} = 133,86$  kNm

Únosnost na osovou sílu  $N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1834,88$  kN

Únosnost ve smyku  $V_{c,Rd} = I \cdot t / S \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 216,51$  kN



Pouze pro nekomerční využití



### Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.  
Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

#### Dimenzační síly na 1 I-profil

$$M_{\max} = 42,08 \text{ kNm}; \quad Q = 53,95 \text{ kN}; \quad N = 53,14 \text{ kN}$$
$$Q_{\max} = 54,31 \text{ kN}; \quad M = 31,42 \text{ kNm}; \quad N = 53,14 \text{ kN}$$

#### Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q + N$ :

##### Posouzení ohybu a osově síly:

$$M_{\max}/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0,343 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení smyku:

$$Q/V_{c,Rd} = 0,249 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí } \sigma_{x,Ed} = 69,60 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí } \tau_{Ed} = 29,20 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,134 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

#### Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M + N$ :

##### Posouzení ohybu a osově síly:

$$M/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0,264 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení smyku:

$$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,251 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí } \sigma_{x,Ed} = 53,70 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí } \tau_{Ed} = 29,40 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,099 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

**Průřez VYHOVUJE**



Pouze pro nekomerční využití





Název : Obálka průběhů vnitřních sil a deformací

Fáze - výpočet : 1 - 1

**Deformace**

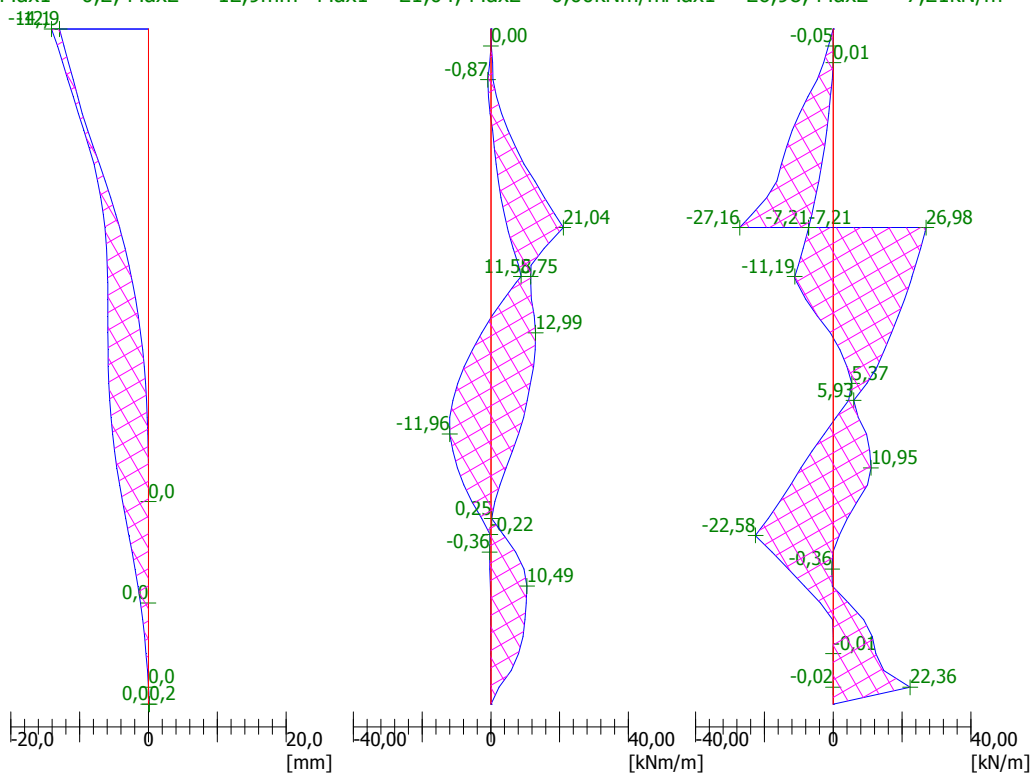
Min1 = 0,0; Min2 = -14,1mm  
Max1 = 0,2; Max2 = -12,9mm

**Ohybový moment**

Min1 = 8,75; Min2 = -11,96kNm/m  
Max1 = 21,04; Max2 = 0,00kNm/m

**Posouvající síla**

Min1 = 5,37; Min2 = -27,16kN/m  
Max1 = 26,98; Max2 = -7,21kN/m



Pouze pro nekomerční využití

