

## Posouzení pažící konstrukce

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : III/21036 Statické zajištění silnice Oloví - Boučí  
 Popis : Ukotvení opěrné zdi  
 Vypracoval : Martin Komárek  
 Datum : 12.1.2016

#### 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)  
 Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$   
 Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)  
 Dílčí 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

#### Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

#### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 7,50 m

Název průřezu : 2xHEB140-400-1600

Zadaný koeficient redukce tlaku pod dnem jámy = 1,00

Plocha průřezu  $A = 8,60E-03 \text{ m}^2/\text{m}$

Moment setrvačnosti  $I = 6,92E-05 \text{ m}^4/\text{m}$




Modul pružnosti  $E = 210000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000,00 \text{ MPa}$

#### Modul reakce podloží




Modul reakce podloží vypočten z přetvárných charakteristik zemin.

#### 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	Navážka - písek hlinitý S4 - (QA13)		28,00	5,00	18,00	10,00	14,00
2	Zemní těleso - štěrk hlinitý G4		33,00	4,00	19,00	10,00	15,00
3	Skalní podloží - rula zvětralá R5 - (C11)		30,00	30,00	20,00	10,00	20,00

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

#### Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží (iterovat)

Číslo	Název	Vzorek	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$m$ [-]
1	Navážka - písek hlinitý S4 - (QA13)		0,30	-	10,00	0,30
2	Zemní těleso - štěrk hlinitý G4		0,30	-	50,00	0,30
3	Skalní podloží - rula zvětřalá R5 - (C11)		0,30	-	60,00	0,30

#### Parametry zemín

##### Navážka - písek hlinitý S4 - (QA13)

Objemová tíha :	$\gamma$ = 18,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 28,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 5,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta$ = 14,00 °
Zemina :	nesoudržná
Modul přetvárnosti :	$E_{def}$ = 10,00 MPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,30
Koef. strukturní pevnosti :	$m$ = 0,30
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>



##### Zemní těleso - štěrk hlinitý G4

Objemová tíha :	$\gamma$ = 19,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 33,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 4,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta$ = 15,00 °
Zemina :	nesoudržná
Modul přetvárnosti :	$E_{def}$ = 50,00 MPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,30
Koef. strukturní pevnosti :	$m$ = 0,30
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>

##### Skalní podloží - rula zvětřalá R5 - (C11)

Objemová tíha :	$\gamma$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 30,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 30,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta$ = 20,00 °
Zemina :	nesoudržná
Modul přetvárnosti :	$E_{def}$ = 60,00 MPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,30
Koef. strukturní pevnosti :	$m$ = 0,30
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5,00	Zemní těleso - štěrk hlinitý G4	
2	-	Skalní podloží - rula zvětralá R5 - (C11)	

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1,50 m.

**Tvar dna jámy**

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	-0,30	0,00
3	-6,30	6,00
4	-7,30	6,00

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 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	10,00		0,50	6,00	na terénu

Číslo	Název
1	silniční doprava

**Celkové nastavení výpočtu**

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

Vlastní výpočet mezních tlaků : redukovat podle nastavení

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

**Nastavení výpočtu fáze**



Návrhová situace : trvalá

**Výsledky výpočtu (Fáze budování 1) – stávající stav**

Celkový provedený počet iterací modulu reakce podloží - 31.

Maximální posouvající síla = 62,74 kN/m  
 Maximální moment = 50,07 kNm/m  
 Maximální deformace = 37,3 mm

**Vstupní data (Fáze budování 2)****Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5,00	Zemní těleso - štěrk hlinitý G4	
2	-	Skalní podloží - rula zvětralá R5 - (C11)	

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1,50 m.

**Tvar dna jámy**

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	-0,30	0,00
3	-6,30	6,00
4	-7,30	6,00

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 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	10,00		0,50	6,00	na terénu

Číslo	Název
1	silni4n9 doprava

**Zadané kotvy**

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ano	1,30	DYWIDAG S950/1050 D26.5		1,00

**Seznam nových kotev****DYWIDAG S950/1050 D26.5**

Typ kotvy : tyčová předpínací

Výrobní řada : DYWIDAG tyčová kotva

Hloubka : z = 1,30 m  
 Volná délka : l = 5,00 m  
 Délka kořene : l<sub>k</sub> = 3,00 m  
 Sklon : α = 15,00 °  
 Vzd. mezi : b = 3,20 m  
 Průměr : d<sub>s</sub> = 26,50 mm  
 Modul pružnosti : E = 200000,00 MPa

Martin Komárek

Předpínací síla :  $F = 1,00 \text{ kN}$   
 Únosnost na přetržení :  $R_t = 578,00 \text{ kN}$   
 Únosnost na vytržení ze zeminy : počítat z efektivní napjatosti  
 Průměr kořene :  $d = 500,0 \text{ mm}$   
 Únosnost na vytržení ze zálivky : počítat z parametrů betonu  
 Norma betonu : EN 1992-1-1 (EC2)  
 Pevnost betonu v tlaku :  $f_{ck} = 40,00 \text{ MPa}$   
 Součinitel soudržnosti :  $\eta_1 = 0,70$

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá

**Výsledky výpočtu (Fáze budování 2) – stav po ukotvení**

Celkový provedený počet iterací modulu reakce podloží - 31.

Maximální posouvající síla =  $61,28 \text{ kN/m}$   
 Maximální moment =  $48,76 \text{ kNm/m}$   
 Maximální deformace =  $36,2 \text{ mm}$

**Síly v kotvách**

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,30	-26,1	1,00

**Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky** $E_A = 80,35 \text{ kN/m}$      $\delta = 13,45^\circ$ Hloubka teoretické paty pod dnem jámy  $H_0 = 3,90 \text{ m}$ 



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	20,82	26,81	500,18	55,85	21,06		426,68	203,37	650,77

**Posouzení vnitřní stability kotevního systému**

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	1,00	650,77	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{max} = 650,77 \text{ kN} > 1,00 \text{ kN} = F_{zad}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE****Vstupní data (Fáze budování 3)****Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5,00	Zemní těleso - štěrk hlinitý G4	
2	-	Skalní podloží - rula zvětralá R5 - (C11)	

**Hloubení**

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

Martin Komárek

**Tvar dna jámy**

Číslo	Souřadnice x [m]	Hloubka z [m]
1	0,00	0,00
2	-0,30	0,00
3	-6,30	5,50
4	-7,30	5,50

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 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	10,00		0,50	6,00	na terénu

Číslo	Název
1	silni4n9 doprava

**Zadané kotvy**

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ne	1,30	DYWIDAG S950/1050 D26.5		124,12

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá

**Výsledky výpočtu (Fáze budování 3) – stav po případném sesuvu zeminy**

Celkový provedený počet iterací modulu reakce podloží - 31.

Maximální posouvající síla = 60,79 kN/m  
 Maximální moment = 51,25 kNm/m  
 Maximální deformace = 40,0 mm

**Síly v kotvách**

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,30	-31,7	124,12

**Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky**

$E_A = 84,66 \text{ kN/m}$        $\delta = 13,43^\circ$

Hloubka teoretické paty pod dnem jámy  $H_0 = 3,10 \text{ m}$

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	20,82	26,81	512,33	67,75	22,63		428,92	205,55	657,75

**Posouzení vnitřní stability kotevního systému**

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	124,12	657,75	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{\max} = 657,75 \text{ kN} > 124,12 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

**Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil**

Maximální deformace = -40,0 mm  
 Minimální deformace = 0,3 mm  
 Maximální ohybový moment = 51,25 kNm/m  
 Minimální ohybový moment = -11,97 kNm/m  
 Maximální posouvající síla = 62,74 kN/m

Vlastní průřez není možné posuzovat!

**Celkové posouzení únosnosti kotev**

Maximálně využita je kotva č. 1.

Využití je 96,63 %

**Únosnost kotev VYHOVUJE**

Číslo	Hloubka z [m]	Maximální síla F [kN]	Přetržení kotvy $R_t$ [kN]	Vytržení ze zeminy $R_e$ [kN]	Vytržení ze zálivky $R_c$ [kN]	Posouzení
1	1,30	124,12	428,15	128,45	254,47	Vyhovuje