

# **Statické posouzení**

## **Kanalizace Lipník n. Beč – Trnávka, čerpací stanice**

---

Při realizaci nové kanalizace v místní části Trnávka bude realizována nová čerpací stanice a lomová šachta. Tyto konstrukce budou pod terénem založeny v hloubce cca 4,65 m. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně hluboký výkop ve stísněných poměrech a ustálená hladina podzemní vody je v hloubce cca 2,00 m, je navržen výkop pod ochranou svislých larzenových stěn.

Při návrhu konstrukce bylo uvažováno s vnitřní ocelovou rozpěrou v hloubce přibližně 2,40 m. Rozpěra je navržena z profilu HEB 200 po obvodě výkopu. V rozích je rozpěra vyztužena výztuhou z trubky profilu 108x6,3 mm. Ve svislém směru je rozpěra podepřena celkem osmi vodorovnými konzolami navařenými na svislé ocelové larzeny.

Larzeny jsou navrženy typu IIIa a předpokládá se jejich délka 8,00 m. Larzeny budou zabírány do hloubky -7,50 m od úrovně terénu, nad terén budou vystupovat 0,50 m. Po realizaci se předpokládá s jejich vytažením.

Úkolem výpočtu je ověření navržených nosných prvků konstrukce dle projektové dokumentace pro realizaci.

### **Použitá literatura:**

ČSN EN 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy

Statické tabulky

Projektová dokumentace – stavební část

## Návrh pažící konstrukce

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : Kanalizace - Trnávka

Datum : 21.08.2022

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

Betónové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)

Dílič součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$ 

Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)

Dílič součinitel vlastností dřeva :  $\gamma_M = 1,30$ Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevě) :  $k_{mod} = 0,50$ Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevě) :  $k_{Gr} = 0,67$ 

#### Výpočet tlaků

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet zemitřesení : Mononobe-Okabe

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

#### Součinitele redukce zatížení (F)

##### Trvalá návrhová situace




		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

#### Součinitele redukce odporu (R)

##### Trvalá návrhová situace

Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]
-------------------------------------	-----------------	----------

#### 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	Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0,8$		19,00	30,00	21,00	11,00	18,00
2	Třída G4		32,50	4,00	19,00	9,00	30,00
3	Třída F6, konzistence pevná, $S_r > 0,8$		19,00	16,00	21,00	11,00	15,00

#### Parametry zemin

##### Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0,8$

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00$  kN/m<sup>3</sup>

Napjatost : efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$ Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 30,00$  kPaTřecí úhel ke zemině :  $\delta = 18,00^\circ$

Zemina : nesusdržná  
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kNm}^3$

**Třída G4**  
Objemová tíha :  $\gamma = 19.00 \text{ kNm}^3$   
Napjatost : efektivní  
Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 32.50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 4.00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel ke-zemina :  $\delta = 30.00^\circ$   
Zemina : nesusdržná  
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kNm}^3$

**Třída F6, konzistence pevná,  $S_r > 0.8$**   
Objemová tíha :  $\gamma = 21.00 \text{ kNm}^3$   
Napjatost : efektivní  
Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 19.00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 16.00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel ke-zemina :  $\delta = 15.00^\circ$   
Zemina : nesusdržná  
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kNm}^3$

**Materiál konstrukce**

Ocel konstrukční: EN 10025 : Fe 360  
Mez kluzu  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$

**Geologický profil a přiřazení zemín**

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,80	0,00 .. 1,80	Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0.8$	
2	0,80	1,80 .. 2,60	Třída G4	
3	1,40	2,60 .. 4,00	Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0.8$	
4	4,00	4,00 .. 8,00	Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0.8$	
5	-	8,00 .. ∞	Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0.8$	

**Geometrie konstrukce**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 4,66 m.

**Průřez**

Název průřezu : Štětovnice : VL 503  
Plocha průřezu  $A = 1.49E-02 \text{ m}^2/\text{m}$   
Moment setrvačnosti  $I = 2.12E-04 \text{ m}^4/\text{m}$   
Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$   
Průřezový modul  $W = 1.250E-03 \text{ m}^3/\text{m}$   
Plastický průřezový modul  $W_{pl} = 1.430E-03 \text{ m}^3/\text{m}$

## Zadané rozpěry

Číslo	Nová rozpěra	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Vzdálenost b [m]	Sklon o [°]
1	Ano	2,10	5,50	3,80	0,00

## Zadané podpory

Číslo	Nová podpora	Hloubka z [m]	Vzdálenost b [m]
1	Ano	2,10	2,50

## Tlak působící na konstrukci

Typ tlaku : aktivní

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

Typ redistribuce : bez redistribuce

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2,00 m

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

## Posouzení čís. 1

Návrh kotvené pažené stěny v patě vetknuté

Součinitel redukce pasivního tlaku = 1,00

Spočtená hloubka nulového bodu = 0,00 m

Maximální hodnota pos. síly = 59,85 kN/m

Maximální hodnota momentu = 16,18 kNm/m

Nutná hloubka konstrukce v zemině = 2,10 m

Celková délka konstrukce = 6,75 m

## Síly v rozpěrách

Číslo	Hloubka z [m]	Síla v rozpěře [kN]
1	2,10	126,99

## Reakce v podporách

Číslo	Hloubka z [m]	Reakce [kN]
1	2,10	0,00

## Průběhy tlaku a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	Celk.tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	-0.00	-0.00
0.33	1.40	-0.23	0.03
0.67	2.80	-0.93	0.21
1.00	4.20	-2.10	0.70
1.40	5.88	-4.12	1.92
1.80	7.56	-6.80	4.08
1.80	7.78	-6.80	4.08
2.00	8.99	-8.48	5.61
2.10	10.62	-9.46	6.50
2.10	10.62	23.96	6.50
2.60	18.80	16.60	-3.81

Hloubka [m]	Celk.tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
2.60	9.40	16.60	-3.81
2.95	13.80	12.54	-8.95
3.30	18.20	6.94	-12.41
3.65	22.60	-0.20	-13.63
4.00	27.00	-8.88	-12.09
4.33	31.39	-18.36	-7.70
4.65	35.78	-29.28	-0.00
4.65	-32.72	-29.28	-0.00
5.11	-45.00	-11.45	9.56
5.57	-57.29	12.00	9.65
5.94	-64.85	34.53	1.15
6.31	-72.41	59.85	-16.18

**Dimenzace čis. 1**

	Pos.síla min. [kN/m]	Pos.síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.33	-0.23	-0.23	0.03	0.03
0.67	-0.93	-0.93	0.21	0.21
1.00	-2.10	-2.10	0.70	0.70
1.40	-4.12	-4.12	1.92	1.92
1.80	-6.80	-6.80	4.08	4.08
2.00	-8.48	-8.48	5.61	5.61
2.10	-9.46	-9.46	6.50	6.50
2.10	23.96	23.96	6.50	6.50
2.60	16.60	16.60	-3.81	-3.81
2.95	12.54	12.54	-8.95	-8.95
3.30	6.94	6.94	-12.41	-12.41
3.65	-0.20	-0.20	-13.63	-13.63
4.00	-8.88	-8.88	-12.09	-12.09
4.33	-18.36	-18.36	-7.70	-7.70
4.65	-29.28	-29.28	-0.00	-0.00
5.11	-11.45	-11.45	9.56	9.56
5.57	12.00	12.00	9.65	9.65
5.94	34.53	34.53	1.15	1.15
6.31	59.85	59.85	-16.18	-16.18
6.42	59.85	59.85	-5.02	-5.02
6.53	59.85	59.85	-6.69	-6.69
6.64	59.85	59.85	-5.02	-5.02
6.75	59.85	59.85	0.00	0.00

**Maximální hodnoty vnitřních sil**

Maximální ohybový moment = 9,65 kNm/m

Minimální ohybový moment = -16,18 kNm/m

Maximální posouvající síla = 59,85 kN/m

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

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

**Dimenzační síly na 1 m stěny**

$$M_{\max} = 16,18 \text{ kNm/m}; \quad Q = 59,85 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\max} = 59,85 \text{ kN/m}; \quad M = 16,18 \text{ kNm/m}$$

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

Posouzení ohybu:

$$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,055 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení smyku:

$$Q/V_{c,Rd} = 0,079 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí } \sigma_{x,Ed} = 12,24 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí } \tau_{Ed} = 6,90 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,005 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

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

Posouzení ohybu:

$$M/M_{c,Rd} = 0,055 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení smyku:

$$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,079 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí } \sigma_{x,Ed} = 12,24 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí } \tau_{Ed} = 6,90 \text{ MPa}$$

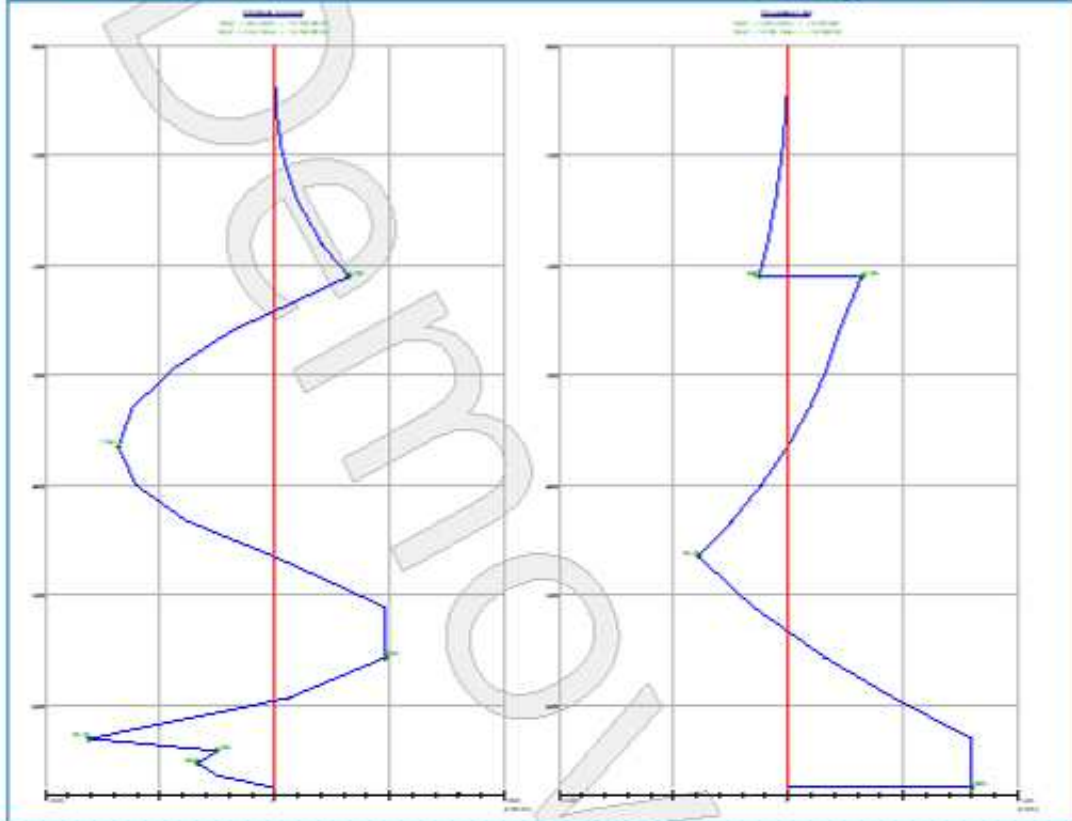
$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,005 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

**Průřez VYHOVUJE**



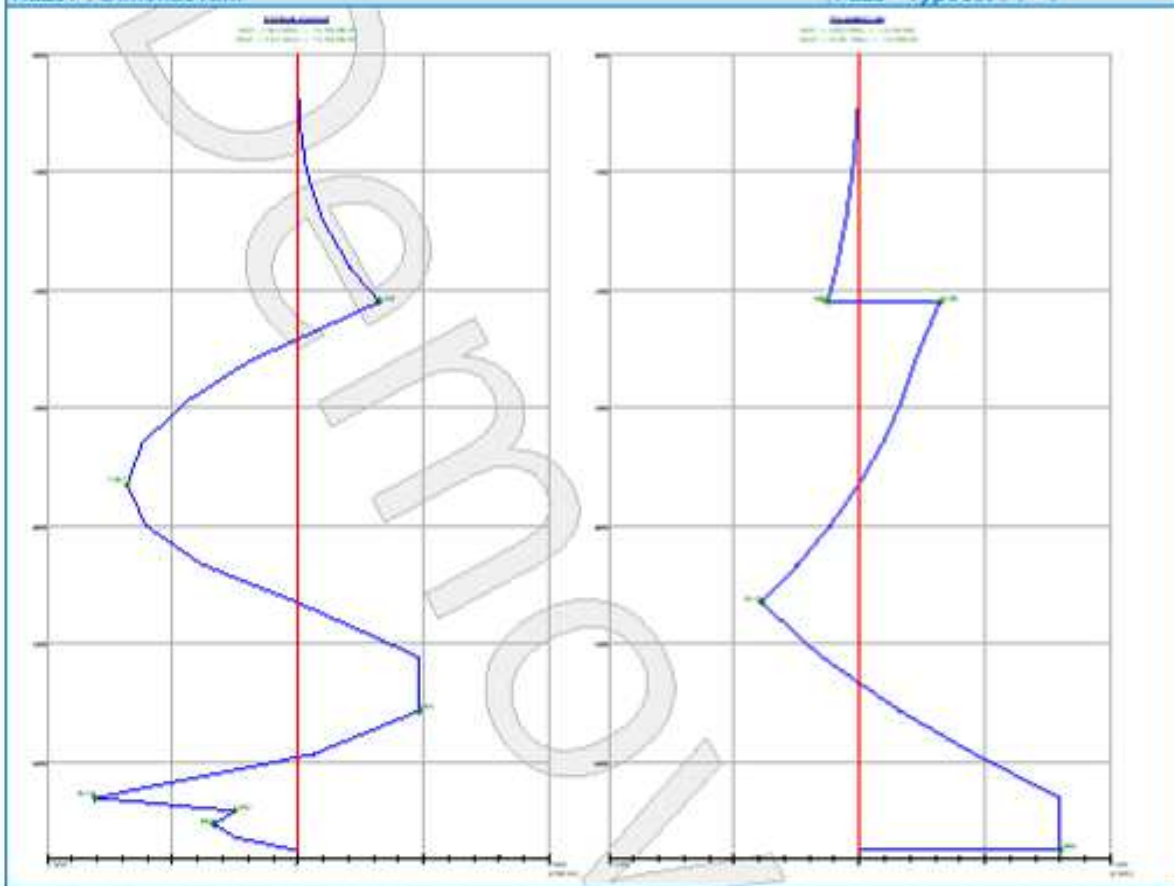
Název : Dimenzování

Fáze - výpočet : 1 - 1



Název : Dimenzování

Fáze - výpočet : 1 - 1





### Vodorovná rozpěra

Zatížení :  $q = h \times a = 9,5 \times 2,50 = 22,8 \text{ kN/m}$

$$M = 1/12 \times q \times l^2 = 1/12 \times 22,8 \times 5,40^2 = 55,4 \text{ kNm}$$

Navržen ocelový profil **HEA 200**

$$W_x = 389 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = M / (f \times W_x) = 55,4 / (1,0 \times 389 \times 10^3) =$$

$$= \underline{\underline{144,3 \text{ MPa} < R = 210 \text{ MPa}}}$$

### Rohová vzpěra rozpěr

Navržen ocelový profil **Tr. ø 108x6,3**

..... neposuzováno, profil vyhoví

### Poznámka :

Výchozí předpoklady budou na místě ověřeny před realizací.

### Závěr :

Konstrukce jsou navrženy podle platných ČSN EN a pro uvažované zatížení **vyhoví**.

Srpen 2022