

## Plavební komora Praha – Staré Město

### D.1.4 Statický výpočet

#### OBSAH:

A.	ÚVOD .....	2
B.	VZPĚRNÁ VRATA V DOLNÍM OHLAVÍ .....	3
B.1	Schéma vrat.....	3
B.2	Posouzení na max. zatížení od vrat na konstrukce.....	3
C.	KLAPKOVÁ VRATA V HORNÍM OHLAVÍ .....	5
C.1	Schéma vrat.....	5
C.2	Stabilita čela komory proti nadzvednutí vztlakem .....	5
D.	NOVÁ DĚLÍCÍ ZEĎ .....	8
D.1	Schéma dělící zdi .....	8
D.2	Výpočet úhlové zdi .....	9
D.2.1	Posouzení čís. 1 (Fáze budování 1).....	11
D.2.2	Posouzení celé zdi .....	11
D.2.3	Únosnost základové půdy .....	12

## A. ÚVOD

Předmětem statického výpočtu je posouzení konstrukcí PK:

SO 01 – Plavební komora

V dolním ohlavi budou osazena vzpěrná vrata.

Uzávěrem horního ohlavi budou klapková vrata.

Konstrukce zdí - zeď plavební komory je navržena jako betonová polorámová konstrukce obložená kamenem. Dno a boční zdi budou spojeny v jeden monolitický celek.

SO 02 – Dolní plavební kanál

Dolní plavební kanál bude oddělovat nová dělicí zeď, jejíž hrana bude na úrovni současné dělicí zdi ve výšce 186,70 m n. m. Dělicí zeď bude napojena na stávající zeď. Konstrukce zdi bude betonová, obložená kamenem. Zeď bude tvarově shodná se stávající dělicí zdí.

Součástí tohoto objektu je též odstranění části stávající dělicí zdi na úroveň základu, který bude ponechán.

SO 03 – Horní čekací stání

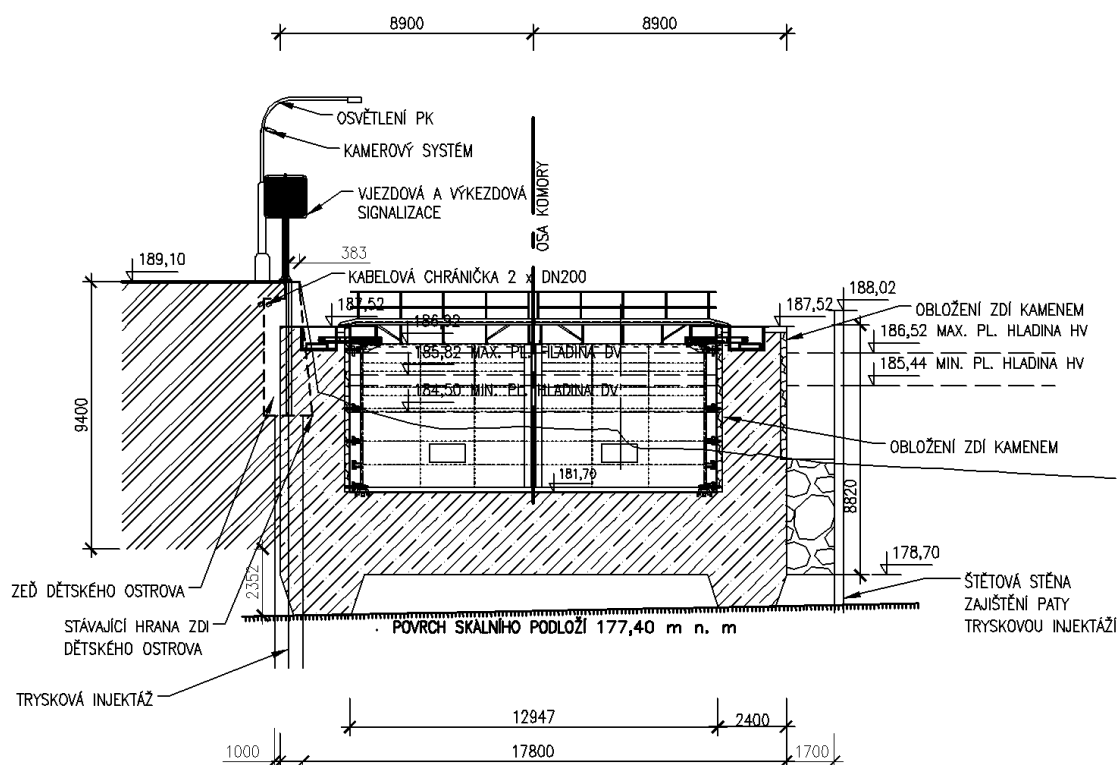
Délka horního čekacího stání je 30 m. Jedná se o zajištění stávající zdi a ukotvení úvazných zařízení.

### Použité normy

- ČSN EN 206 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, 2006
- ČSN EN 13670-1 (73 2400), Provádění betonových konstrukcí – část 1: Společná ustanovení, 2008
- ČSN 73 0031 - Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd. Základní ustanovení pro výpočet (zpracován ST SEV 384-87)z 12/1988
- ČSN 73 0035 - Zatížení stavebních konstrukcí z 12/1986, Změna a) - 8/1991, Změna 2) 1994
- ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy, 1987
- ČSN 73 1201 - Navrhování betonových konstrukcí z 8/1986, Změna a) - 9/1989 Změna 2) - 1994
- ČSN 73 6503 - Zatížení vodohospodářských staveb vodním tlakem, 1979
- ČSN EN 1990 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, březen 2004
- ČSN 73 1208 - Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských staveb

## B. VZPĚRNÁ VRATA V DOLNÍM OHLAVÍ

### B.1 Schéma vrat



### B.2 Posouzení na max. zatížení od vrat na konstrukce

#### a) zatížení na kotvení :

Zatížení od vodního sloupce při max. hladině 186,70 m n.m. výšky 6,6 m na plochu vrat šířky 13,0m ve spodní části vzdálenost kotvení 0,7 m

**max.  $F_{dz}$**  =  $0,7 \text{ m} * 6,6 \text{ m} * 10 \text{ kN/m}^2 * 13,0 \text{ m} = 600,6 \text{ kN} * 1,2 \text{ (součinitel)} = 721 \text{ kN/2 strany} = 361 \text{ kN}$

**max.  $F_{dz}$  = 361 kN** nejnižší deska nade dnem

kotevní desky min. 150x100 mm

$f_s = 1,05 \text{ MPa}$  pro nový železobeton C30/37

tloušťka stěny 2,40 m

účinky se prolínají, stěna posouzena na zatížení  $2 * 361 = 822 \text{ kN}$  v ose stěny

pro roznášecí šířku  $1,2 + 0,15 + 1,2 = 2,55 \text{ m} * 2,55 = 6,5 \text{ m}^2$

$$\sigma_T = 822 / (2,55+2,55) \cdot 2 \cdot 1,2 = 68 \text{ kPa} = \mathbf{0,068 \text{ MPa}} < f_s = \mathbf{1,05 \text{ MPa}} \dots \text{vyhovuje}$$

b) zatížení od TLG :

$$\max. F_{dm} = 6,6 \cdot 13,0 \cdot 10,0 \cdot 1/2 \cdot 1,5 = 644 \text{ kN}$$

mimořádné vodorovné zatížení od tlg. na horní ložisko vč. souč. - pouze TLAK; **max.  $F_{dm} = 644 \text{ kN}$**

tloušťka stěny 2,20 m

soustředěné namáhání od vodorovné síly:

$$f_c' = 35 \text{ MPa pro železobeton C30/37}$$

$$A = 800 \times 400 = 320000 \text{ mm}^2 \quad \text{min. rozměr přenosu do betonu}$$

$$\sigma_A = F_{dz} / A = 644/320 = 4,28 \text{ MPa}$$

$$f_s = 0,75 \cdot \gamma_c \cdot f_c' = 0,75 \cdot 1,25 \cdot 35 = 23,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A \leq f_s$$

$$\mathbf{4,3 \text{ MPa} \leq 23,6 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}}$$

Návrh výztuže

předpoklad: nosná  $\emptyset R 25$  á 100 mm

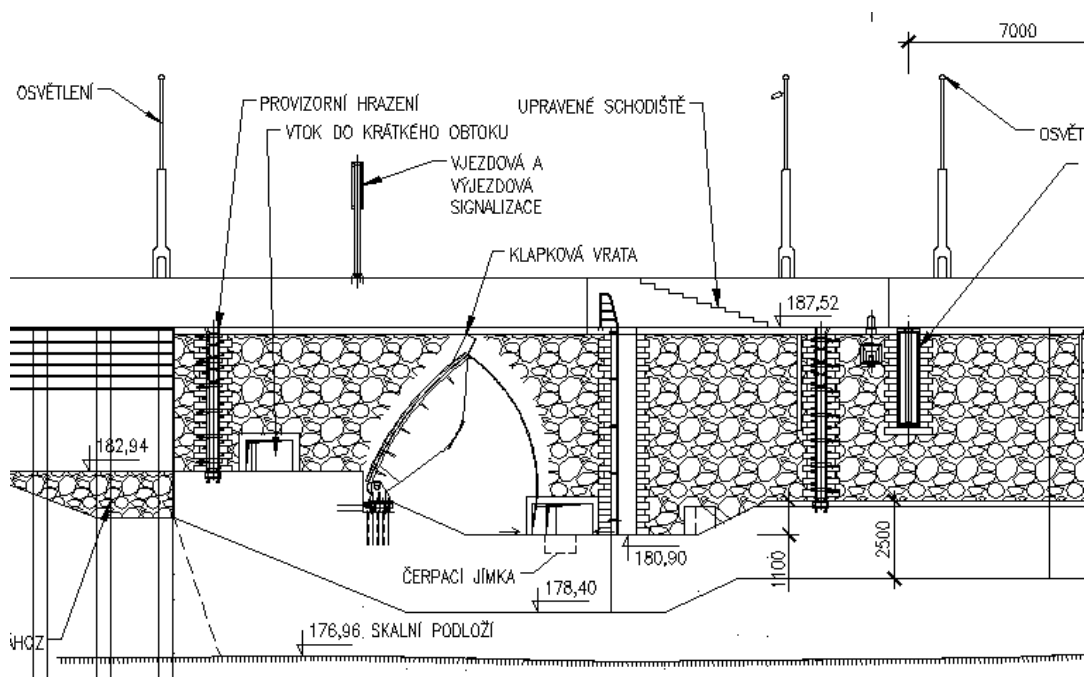
vodorovná  $\emptyset R 10$  á 250 mm

Kotvení nového betonu do stávající konstrukce

(zeď Dětského ostrova částečně odbouraná) - trny navrženy R12 – 9 ks/m<sup>2</sup>

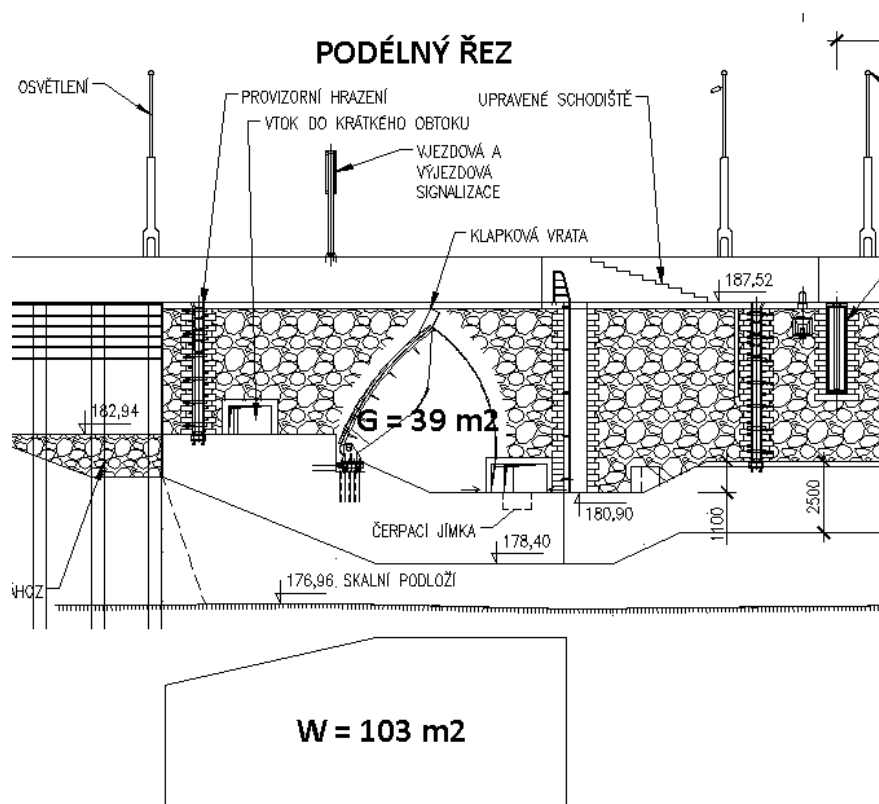
## C. Klapková vrata v horním ohlavi

### C.1 Schéma vrat



### C.2 Stabilita čela komory proti nadzvednutí vztlakem

Počítán dilatační blok na nejnepříznivější stav – vtok zahrazen a úroveň vody je na 186,52, t.j. max. 8,13 m nad zákl. spárou 178,40 m n.m.



$$F_{vz} = V_p \cdot \rho \cdot g \quad [\text{kN}]$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad \dots \text{ hustota kapaliny}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \quad \dots \text{ tíhové zrychlení}$$

$$F_{vz} \quad \dots \text{ vztlková síla}$$

$$V_p \quad \dots \text{ objem ponořené části objektu}$$

Vlastní hmotnost dna a stěn (plochy stanoveny z ACAD)

Půdorysné rozměry: šířka 16,2 m; délka 14,0 m.

**Vztlak:**

Plocha vztlaku: viz vztlakový obrazec  $103,0 \text{ m} \cdot 16,2 \text{ m} \cdot 10 = 16\,686 \text{ kN} \cdot 1,2 = \underline{20\,023 \text{ kN}}$

žlb.dno:  $39 \cdot 13,4 \cdot 24 = 12\,542 \text{ kN}$

boční stěny  $2 \text{ ks} \cdot 2,4 \cdot 8,8 = 42 \cdot 24 = 1\,014 \text{ kN}$

tlg. odhad 300 kN

celkem  $33\,878 \text{ kN} \cdot 0,9 = \underline{30\,490 \text{ kN}}$

Vyplavání vzdoruje celkem: 30 490 kN

**Vztlak:  $20\,023 \text{ kN} < 30\,490 \text{ kN}$  .....VYHOVÍ bez kotvení**

**Kontrola minimálního stupně vyztužení**

pro C 30/37, ocel 10 505

$\min A_{s,\min} = 0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot 2,9 \text{ MPa} / 490 \text{ MPa} = 0,001538 \cdot b_t \cdot d$

výška průřezu:  $h = 2500 \text{ mm}$

účinná výška:  $d = 2500 - 50 - 8 = 2442 \text{ mm}$

$\min A_{sld} = 0,0013 \cdot 1 \cdot d = 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 2,442 = x \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$\min A_{sld} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 2,9 \cdot 2,442 / 500 = \mathbf{40,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \quad \mathbf{\Phi 25/100 (49,09 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)}$

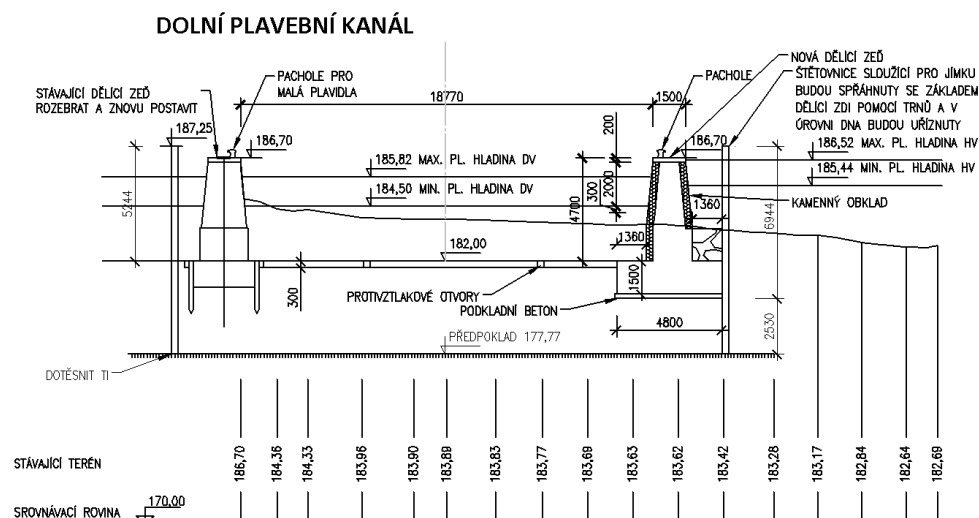
**Návrh výztuže**

předpoklad: nosná  $\emptyset R 25$  á 100 mm

vodorovná  $\emptyset R 10$  á 250 mm

## D. NOVÁ DĚLÍČÍ ZEĎ

### D.1 Schéma děličí zdi



#### Stabilita proti nadzvednutí vztlakem

– není nutno posuzovat, ve dně jsou protivztlakové otvory.

Pro výpočet zdi byly geotechnické hodnoty převzaty z:

Inženýrskogeologický a stavebně technický průzkum pro projekt realizace nové plavební komory Praha – Staré Město, GEOTest, a.s., březen 2018.

Nejméně příznivé podloží je v okolí sond JV1 – JV2.

SONDA HLOUBKA [m] LAB. Č. DRUH VZORKU	JV 1 6,6 - 6,7 238 NEPORUŠENÝ	JV 2 3,0 - 4,2 239 POLOPORUŠ.	JV 2 5,5 - 6,5 240 POLOPORUŠ.	JV 3 2,9 - 4,4 241 POLOPORUŠ.
VLHKOST [%]	7,8	7,3	9	6
VLHKOST HRUBOZRN. FRAKCE		0,7	2,3	1,9
JEMNOZRN. FRAKCE		20,9	15,4	9
VLHKOST OBJEMOVÁ	16,8			
OBJ. HMOTNOST VLHKÁ [kg/m <sup>3</sup> ]	2322			
OBJ. HMOTNOST VYSUŠENÁ [kg/m <sup>3</sup> ]	2154			
OBJEMOVÁ TÍHA [N/m <sup>3</sup> ]	22771			
MEZ TEKUTOSTI [%]		NEPLASTICKÝ	NEPLASTICKÝ	NEPLASTICKÝ
MEZ PLASTICITY [%]		NEPLASTICKÝ	NEPLASTICKÝ	NEPLASTICKÝ
ČÍSLO PLASTICITY [%]		NEPLASTICKÝ	NEPLASTICKÝ	NEPLASTICKÝ
KLASIFIKACE ČSN 73 6133		G3 G-F	G4 GM	S3 S-F
KLASIFIKACE ČSN EN ISO 14688-2		saGr	saGr	grSa
KLASIFIKACE ČSN 75 2410		G3 G-F	G4 GM	S3 S-F



Číslo vzorku:			177481/01	177481/02	177481/03	177481/04	177481/05
Sonda:			JV1	JV1	JV1	JV2	JV2
Hloubka odběru vzorku:		m	8,7 - 10,6	12,1 - 12,6	13,3 - 13,5	9,3 - 9,9	9,8 - 10,4

<b>Fyzikální vlastnosti:</b>							
Nasákavost	$n_s$	%	1,71	1,12	0,95	1,68	1,55
Vlhkost horniny v dodaném stavu	$w$	%					
Objemová hmotnost *)	$\rho_{ds}$	kg.m <sup>-3</sup>					
Objemová hmotnost po vysušení	$\rho_n$	kg.m <sup>-3</sup>	2583	2578	2617	2649	2655
Objemová hmotnost po nasycení	$\rho_{ns}$	kg.m <sup>-3</sup>	2627	2607	2642	2693	2697

<b>Mechanické vlastnosti:</b>							
Pevnost v prostém tlaku po nasycení	$\sigma_{c,N}$	MPa	65,4 **)	59,6 - 132,3	144,4 **)	35,6	30,2
Pevnost v prostém tlaku stanovená drcením nepravidelných těles *)	$\sigma_{c(N,ds)}$	MPa					
Pevnost v prostém tlaku drcením nepravidelných těles po nasycení	$\sigma_{c(N,N)}$	MPa					

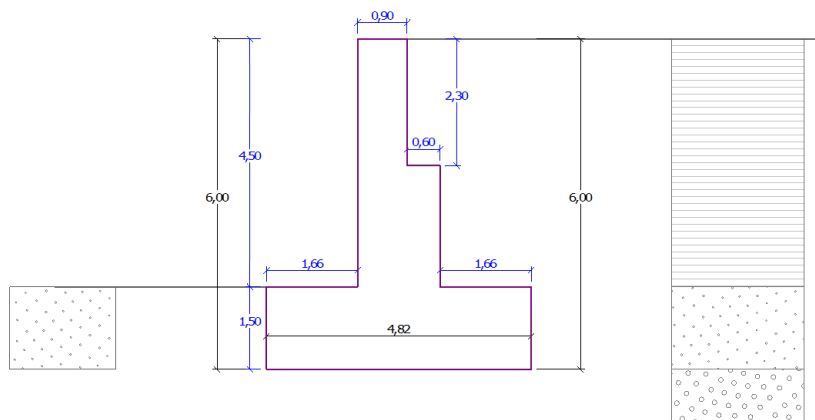
  

<b>Makroskopický popis horniny:</b>	Křemenec navětralý	Křemenec navětralý	Křemenec zdravý	Břidlice grafitická	Břidlice grafitická
Zatřídění horniny dle ČSN 73 6133	R2	R2	R2	R3	R3
Poznámka	Ve vzorku byly zastiženy dva materiály rozdílných pevností				

## D.2 Výpočet úhlové zdi

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992 1-1 (EC2).

Skutečný tvar byl přizpůsoben možnostem výpočetního programu (rozšíření pouze na 1



stranu).

### Parametry zemín

#### Třída S3, ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$

Napjatost : efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 31,50^\circ$

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 10,00^\circ$

Zemina : nesoudržná

Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 17,50 \text{ kN/m}^3$

**Třída G3, ulehlá**

Objemová tíha :	$\gamma$	=	19,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	efektivní		
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$	=	35,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$	=	0,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta$	=	10,00 °
Zemina :	nesoudržná		
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	19,00 kN/m <sup>3</sup>

**Třída R3**

Objemová tíha :	$\gamma$	=	23,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	efektivní		
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$	=	38,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$	=	3,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\delta$	=	20,00 °
Zemina :	soudržná		
Poissonovo číslo :	$\nu$	=	0,20
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	23,00 kN/m <sup>3</sup>

**Odpor na líci konstrukce**

Odpor na líci konstrukce: 1/3 pas., 2/3 v klidu

Zemina na líci konstrukce - Třída S3, ulehlá

Třecí úhel kce-zemina  $\delta = 0,0^\circ$   
0

Výška zeminy před zdí  $h = 1,5$  m  
0

Terén před konstrukcí je rovný.

**D.2.1 Posouzení čís. 1 (Fáze budování 1)****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Působíště Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,91	302,40	2,36	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-27,84	-0,50	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tíh.- zemní klín	0,00	-2,05	13,80	3,71	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-3,90	1,80	2,76	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	104,88	-2,54	56,00	3,93	1,350	1,350	1,350

**D.2.2 Posouzení celé zdi****Posouzení na překlopení**

Moment vzdorující  $M_{\text{vzd}} = 762,53 \text{ kNm/m}$

Moment klopící  $M_{\text{kl}} = 345,97 \text{ kNm/m}$

**Zed' na překlopení VYHOVUJE**

**Posouzení na posunutí**

Vodor. síla vzdorující  $H_{\text{vzd}} = 219,27 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující  $H_{\text{pos}} = 113,75 \text{ kN/m}$

**Zed' na posunutí VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 128,61kPa

### D.2.3 Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [m]	Napětí [kPa]
1	225,71	504,90	113,75	0,58	107,35
2	227,01	393,60	113,75	0,45	128,61

#### Posouzení únosnosti základové půdy

##### Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly  $e = 576,8 \text{ mm}$

Maximální dovolená excentricita  $e_{\text{dov}} = 1590,6 \text{ mm}$

**Excentricita normálové síly VYHOVUJE**

##### Posouzení únosnosti základové spáry

Návrhová únosnost základové půdy  $R = 140,00 \text{ kPa}$

Součinitel redukce odporu základové půdy  $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře  $\sigma = 128,61 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy  $R_d = 135,71 \text{ kPa}$

**Únosnost základové půdy VYHOVUJE**

#### **Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Vypracoval: Ing. Šárka Florianová