

# **Rekonstrukce levobřežní části jezu Rajhrad**

**Dokumentace pro provádění stavby**

**Objednatel : Povodí Moravy, s. p.**

## **D.1.7.1.1. STATICKÝ VÝPOČET**

**SO 01 LB opěrná zeď v nadjezí**

## **Rekonstrukce levobřežní části jezu Rajhrad**

### **SO 01 Rekonstrukce LB opěrné zdi**

#### **D.1.7.1.1 STATICKÝ VÝPOČET – LB opěrná zeď v nadjezí**

D.1.7.1.1	Všeobecná část.....	2
D.1.7.1.2	Identifikace stavby.....	2
D.1.7.1.2.1	Identifikační údaje o stavbě.....	2
D.1.7.1.2.2	Údaje o stavebníkovi.....	2
D.1.7.1.2.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	2
D.1.7.1.3	Účel stavby.....	3
D.1.7.1.4	Technické řešení .....	3
D.1.7.1.5	Použité normy .....	3
D.1.7.1.6	Použité programy .....	3
D.1.7.1.7	Posuzované konstrukce.....	4
D.1.7.1.8	Materiály.....	4
D.1.7.1.9	Krytí výztuže.....	5
D.1.7.1.10	Podmínky provádění.....	5
D.1.7.1.11	Součinitel významu.....	5
D.1.7.1.12	Geologické poměry.....	5
D.1.7.1.13	Opěrná zeď .....	7

## D.1.7.1.1 Všeobecná část

## D.1.7.1.2 Identifikace stavby

### D.1.7.1.2.1 Identifikační údaje o stavbě

Název stavby :	<b>Rekonstrukce levobřežní části jezu Rajhrad</b>
Charakter stavby :	Rekonstrukce stávajícího jezu – komplexní oprava opěrné zdi v levé části nadjezí včetně celoplošné sanace betonů přelivných ploch jezu, opatření proti bočním průsakům s výrony v podjezí, sanace netěsných spár, výstavba a technologická modernizace 2 nadzemních strojoven, odtěžení nánosů v korytě v nadjezí, osazení prvků a měřicích zařízení pro TBD, venkovní úpravy – zábradlí, oplocení, zpevněná plocha atd.
Vodní tok :	Svratka, říční km 29,430 – jez Rajhrad ( <i>dle TP evidence správce toku</i> ) Svratka, říční km 34,970 – jez Rajhrad ( <i>dle platného MŘ z roku 2008</i> )
Kraj :	Jihomoravský, okres Brno - venkov
Obec :	Rajhrad (583758),
Obec s rozšířenou působností :	Židlochovice (584282)
Číslo hydrologického pořadí :	4-15-03-0211 4-15-03-0212
Katastrální území :	Rajhrad (738921)
Pozemky parcelní č.:	trvalý a dočasný zábor – parcely č. 1914/7, 1914/8, 1914/18, 2245, 1977/1 (pouze dočasný zábor – plocha ZS na PB)
Strojní vybavení jezu :	2x jezová klapka (výška 1 930 mm, zdvih 3 215 mm, šířka pole 17 m), jednostranně poháněná el. mechanickým pohonem přes cévovou tyč

### D.1.7.1.2.2 Údaje o stavebníkovi

Investor stavby :	<b>Povodí Moravy, s. p.</b> Dřevařská 11, 601 75 Brno ☎: +420 541 637 111 IČ: 70890013 DIČ: CZ70890013
Technický zástupce :	Ing. Libor Holán <a href="mailto:holan@pmo.cz">holan@pmo.cz</a>
Přímá správa :	<b>Povodí Moravy, s. p., závod Dyje</b> Dřevařská 11, 601 75 Brno ☎: +420 541 637 602
Provoz :	<b>Povodí Moravy, s. p., závod Dyje – provoz Brno</b> K Povodí 10, 617 00 Brno - Komárov ☎: +420 543 423 441
Vedoucí provozu :	Ing. Bohuslav Štol <a href="mailto:stol@pmo.cz">stol@pmo.cz</a>

### D.1.7.1.2.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Generální projektant :	<b>AQUATIS a.s.</b> Botanická 834/56, 602 00 Brno ☎: 541 554 111 IČ: 46347526 DIČ: CZ46347526
------------------------	--

Hlavní inženýr projektu : Ing. David Prachař, [david.prachar@aquatis.cz](mailto:david.prachar@aquatis.cz)  
 ☎: 541 554 259, mobil 724 878 435  
 autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného  
 inženýrství – osvědčení č. 40190, zapsán v evidenci autorizovaných  
 osob ČKAIT pod číslem 1006418

### D.1.7.1.3 Účel stavby

Účel stavby jezu Rajhrad zůstane zachován – dle platného Manipulačního řádu z r. 2008 je :

- stabilizační – stabilizace koryta Svratky a stabilizace hladiny udržující hladinu spodní vody;
- energetický – zajištění odběru do náhonu Rajhrad – Vojkovice, jehož vlastníkem je obec Rajhrad, se dvěma soukromými MVE a to firmou PENAM a.s. Vojkovice a podnikatelkou paní Konečnou z Čejkovic); vtok do náhonu není vybaven žádným měrným ani regulačním zařízením a velikost odebíraných průtoků není proto možné ovlivnit jinak, než výškou vzduté hladiny vody v nadjezí jezu Rajhrad pomocí jezových hradicích klapek; zajištění odběru pro plánovanou MVE u jezu;
- zajištění dostatečného průtoku v Městském rameni Stará Svratka pod objektem Stará Pila;
- zajištění minimálního průtoku pod jezem v korytě Svratky ( $Q_{MZP} = 2,87 \text{ m}^3/\text{s}$ ) a zajištění převádění povodňových průtoků a ledochodů.

### D.1.7.1.4 Technické řešení

Technické řešení SO 01 LB zeď v nadjezí – viz. technická zpráva D.1.1. a výkresová část D.1.6.1.

### D.1.7.1.5 Použité normy

ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí  
 ČSN EN 1992-1-1:2006 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby  
 ČSN EN 206-1 (74 2403) Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda  
 ČSN EN 13670:2010 (73 2400) Provádění betonových konstrukcí  
 ČSN EN 1992-3:2007 (73 1212) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky  
 ČSN EN 1997-1:2006 (73 1000) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla  
 ČSN EN 10080 (42 1039) Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně  
 ČSN EN 1991-1-1:2004 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb  
 ČSN EN 1991-2: 2005 (73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou  
 ČSN EN 1991-4: 2006 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží  
 ČSN 73 6503 - Zatížení vodohospodářských staveb vodním tlakem, 1979  
 ČSN 73 0905 - Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží  
 ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy, 1987  
 ČSN 73 0037 - Zemní tlak na stavební konstrukce, 1990  
 ČSN 73 1208: 2010 - Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů  
 ČSN 73 6203 - Zatížení mostů, 1986

### D.1.7.1.6 Použité programy

Geotechnika GEO5 – Zemní tlaky, Úhlová zeď; FINE, spol. s r.o. Praha.

### D.1.7.1.7 Posuzované konstrukce

Obsahem tohoto statického výpočtu je výpočet vnitřních sil a dimenzování betonových průřezů pro navrhovanou levobřežní opěrnou zeď v nadjezí.

### D.1.7.1.8 Materiály

Železobetonové konstrukce jsou navrženy z betonů podle ČSN EN 206-1.

Pro konstrukce, kde je beton vystavený promrzání, je použito tř. C30/37-XC4 XF3 XA1 XM1 – max. průsak 30 mm podle ČSN EN 12390-8.

Podkladní betony jsou typu: C12/15-X0

Beton		C12/15	C25/30	C30/37	C35/45	
Charakteristická pevnost betonu v tlaku válcová	$f_{ck} =$	12	25	30	35	MPa
Charakteristická pevnost betonu v tlaku krychelná	$f_{ck, cube} =$	15	30	37	45	MPa
Součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_C =$	1,5	1,5	1,5	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$	8	16,7	20	23,3	MPa
	$f_{cm} =$	20,00	33	38	43	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu	$f_{ctm} =$	1,6	2,6	2,9	3,2	MPa
Modul pružnosti	$E_{cm} =$	27	31	32	34	GPa

Betonářská výztuž	B500B		
Charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže	$f_{yk} =$	500	MPa
Parciální součinitel spolehlivosti pro vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_S =$	1,15	
Návrhová hodnota meze kluzu betonářské výztuže	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S$	435	MPa
Modul pružnosti	$E_s =$	200000,0	MPa

### D.1.7.1.9 Krytí výztuže

Pro všechny posuzované objekty platí třída prostředí XC4 (z hlediska karbonatace) – střídavě mokré a suché povrchy betonů ve styku s vodou, které nejsou zahrnuty ve stupni vlivu prostředí XC2 (povrchy betonů vystavených dlouhodobému působení vody).

Min. pevnostní třída dle EN 206 tabulky F1 C30/37 je splněna.

Pro životnost 50 let je uvažovaná třída konstrukce je S4.

Úprava třídy konstrukce dle tabulky 4.3CZ, ČSN EN 1992-1-1 (životnost 100 roků, desková konstrukce):  
 $4+2-1 = 5$

Nominální krycí vrstva :  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$

Minimální krycí vrstva :  $c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} =$   
 $\max\{20; 35 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm}\} = 35 \text{ mm}$

Platí pro průměr výztuže menší jak 30 mm;  $c_{min,b} = \varnothing_s = 10 \div 25 \text{ mm}$ , rozhoduje proto  $c_{min,dur}$ .

Návrhový přírůstek krytí :  $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$ .

Z důvodů zvýšení životnosti konstrukce uvažujeme krytí 50 mm.

### D.1.7.1.10 Podmínky provádění

Pro výrobní tolerance monolitických betonových konstrukcí platí norma ČSN 73 0210-1. Před ukládáním betonové směsi je nutné mít v případě dodávky betonové směsi na stavbu certifikát o kvalitě, resp. v případě míchání betonu na stavbě musí být pravidelně odebrán příslušný počet vzorků pro dokumentaci kvality.

Doporučujeme omezit vznik smršťovacích trhlin a proto je nutno použít betonové směsi s nižším vodním součinitelem  $w < 0,50$  (zpracovatelnost betonové směsi je nutné upravit pouze použitím plastifikátorů).

Pro ukládání výztuže platí, že předepsané krytí výztuže musí být zajištěno pomocí distančních tělísek z vláknobetonu, v žádném případě nesmí být použity odřezky výztuže, dřeva apod.

Výztuž do bednění rozdělit rovnoměrně podle výkresu výztuže. Krytí výztuže je 50 mm.

Stavební činnosti musí být vzájemně koordinovány. Rozsah kontroly jakosti betonářských prací bude stanoven dohodou investora a zhotovitele v návaznosti na platné ČSN.

### D.1.7.1.11 Součinitel významu

V souladu s požadavky normy ČSN 73 1208 jsou objekty zařazeny do třídy objektů se středními následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí (třída významu objektů CC2 podle tab. 1 ČSN 73 1208).

Hodnota součinitele významu byla stanovena  $\gamma_1 = 1,1$ .

### D.1.7.1.12 Geologické poměry

Terénní průzkumné práce v rámci zadání projektové dokumentace byly provedeny specializovanou firmou v srpnu 2016 v rozsahu celkem 2 jádrových vrtů **RA-1** a **RA-2** umístěných v prostoru plánované MVE a rybochodu na pravém břehu řeky Svratky. Dále byly využity archivní vrty z Geofondu Praha, které se nacházejí na levém a pravém břehu řeky Svratky v blízkosti jezu Rajhrad a leží v obvodu staveniště a další údaje o poměrech z projektu přestavby jezu v roce 1947 až 1954.

Staveniště MVE je situováno na levý a pravý břeh těsně vedle řeky Svratky do prostoru pozemků v majetku Povodí Moravy, s. p. Prostor pravého břehu je oplocený a je omezený technickým zázemím provozovatele (jedná se o areál tzv. povodňového dvora). Levý břeh je přístupný veřejnosti a prostor ZS je v místě dnešní zpevněné plochy pro stání vozidel. Terén v místě stavby byl do stávající podoby upravený převážně navážkou. Přebytky zeminy pocházejí z přestavby původního výmolem narušeného pevného jezu do současné podoby jezu, která proběhla v 50. letech minulého století.

### Předkvartérní podloží

Je tvořeno terciárními sedimentárními horninami čelní hlubiny. Litologicky je představováno písky a jíly spodního bádenu, které byly na pravém břehu zastiženy v hloubce 12,0 až 14,0 m pod terénem, tj. na kótě 174,95 m n.m. až 177,10 m n.m. Archivním vrtem pak 9,8 m pod terénem, tj. na kótě 177,20 m n.m. (Balt p.v.).

Svrchní polohu neogenního souvrství budují modrošedé, proměnlivě zahliněné písky, stejnozrné, ulehle až silně ulehle. Jsou zvodnělé. Ve smyslu ČSN 73 6133 náleží tř. S4-SM, třída těžitelnosti dle téže normy I, dle ČSN 73 3050 pak třída 4 (těžba pod hladinou podzemní vody).

Jejich mocnost je v obou vrtech rozdílná a svědčí o poměrně chaotické sedimentaci v daném prostoru. Mocnost se pohybuje od 1,0 až do 2,4 m a vzrůstá proti vodě.

V podloží písků byly zastiženy neogenní vysoce plastické jíly, slabě jemnozrně písčité, pevné konzistence, ve kterých jsou obsaženy laminy jemnozrného písku. Tyto náleží tř. F8-CH, třída těžitelnosti I/3. Oba zmíněné litologické typy zemin se po konečnou hloubku vrtu několikrát zastupují.

### Kvartérní sedimenty

Kvartérní souvrství je tvořeno zeminami fluviálního původu. Jsou vyvinuty v klasickém vývoji – soudržné povodňové zeminy a nesoudržná bazální klastika, přičemž souvrství soudržných zemin je redukováno přechozí stavební činností a nahrazeno recentními navážkami.

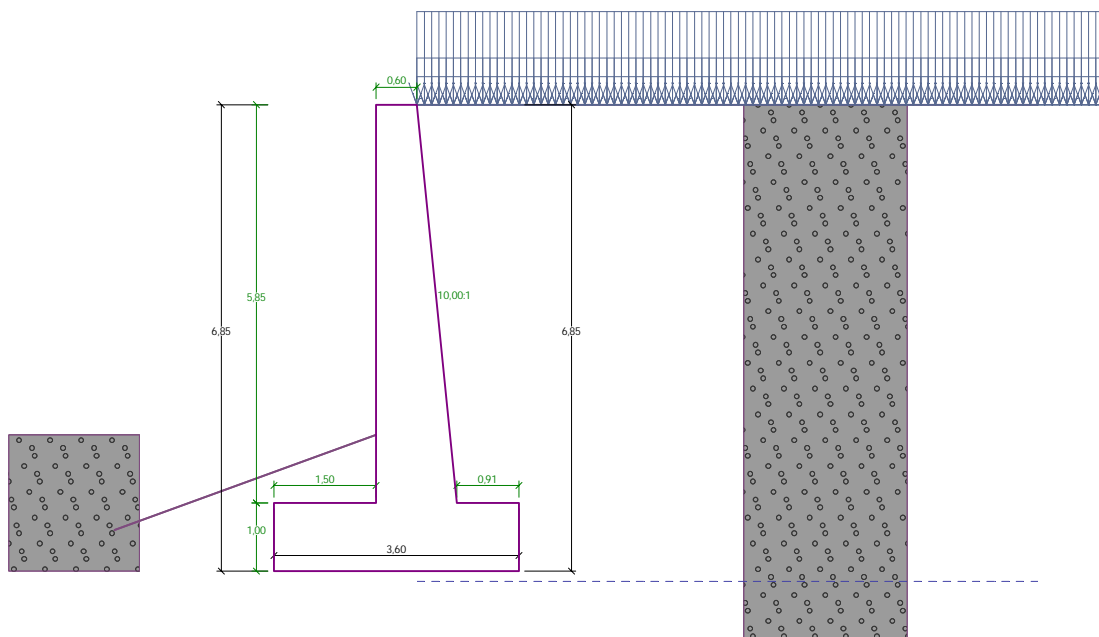
Štěrk je drobný až kamenitý s výplní slabě zahliněným pískem. Valouny jsou velmi dobře až dobře opracované, polymiktní, tvořené materiálem snosových oblastí s převahou granitoidních hornin a křemene. Výplň tvoří jemně až hrubě zrnitý písek s nízkým obsahem jemnozrné zeminy. Štěrk je dobře propustný, středně uhlý až uhlý, třídy G3-G-F, třída těžitelnosti I/3.

V nadloží štěrků, ale i v nich jsou uloženy jemně až hrubě zrnité písky, hlinité, slídnaté s proměnlivou příměsí valounů štěrku v objemu 20 %. Tyto náleží třídě S3-S-F, třída těžitelnosti I/4.

Nejsvrchnější oddíl v přirozeném uložení reprezentují soudržné povodňové zeminy – proměnlivě písčité jíly s možnou příměsí zetlelých rostlinných zbytků (nebylo průzkumnými vrtů zastiženo). Jsou nasycené, v důsledku čehož jsou měkce tuhé až tuhé konzistence. Náleží třídě F6-CI a F4-CS, třída těžitelnosti I/3.

Nejsvrchnější polohu kvartérního souvrství reprezentují recentní navážky. Jedná se o zeminy poměrně širokého zrnitostního spektra od hlín písčitých s proměnlivou příměsí klastických úlomků až po zahliněné sutě. Úlomky jsou v podstatném objemu tvořeny stavebním odpadem, kameny a valouny štěrku. Podružně je obsaženo železo, dráty, kabely. Navážky náleží třídě Y F2-CG, G3-G-F, třída těžitelnosti I/2-4.

### D.1.7.1.13 Opěrná zeď



#### Výpočet úhlové zdi

##### Posouzení čís. 1

##### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zeď	0,00	-2,34	202,77	1,90	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-42,94	-0,67	0,02	0,75	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,73	19,95	2,92	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	120,54	-2,34	128,74	3,03	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-6,85	0,00	2,10	1,000	1,000	1,350
ZS	17,86	-3,47	15,59	2,88	1,000	1,000	1,000
užitné	8,93	-3,47	7,79	2,88	1,500	1,500	1,500
parkoviště	5,36	-3,47	4,68	2,88	1,350	1,350	1,350

#### Posouzení celé zdi

##### Posouzení na překlpení

Moment vzdorující :  $M_{res} = 761,24$  kNm/m

Moment klopící :  $M_{ovr} = 486,10$  kNm/m

##### Zed' na překlpení VYHOVUJE

##### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující :  $H_{res} = 278,93$  kN/m

Vodor. síla posunující :  $H_{act} = 158,27$  kN/m

##### Zed' na posunutí VYHOVUJE

##### Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 173,38 kPa



## Únosnost základové půdy

### Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	168,81	508,10	143,24	0,092	173,38
2	193,55	430,14	158,27	0,125	159,60

### Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	134,26	379,55	109,74

## Posouzení plošného základu

### Vstupní data

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

#### Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

#### Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333



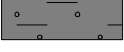
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

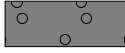
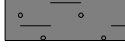
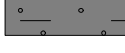
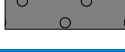
Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

### 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 G2, středně ulehlá		35,50	0,00	20,00	10,00	15,00
2	Třída F4, konzistence měkká		24,50	14,00	18,50	8,50	7,00
3	Třída F4, konzistence pevná, $S_r > 0,8$		24,50	18,00	18,50	8,50	7,00
4	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	16,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Třída G2, středně ulehlá		nesoudržná	35,50	-	-	-
2	Třída F4, konzistence měkká		soudržná	-	0,35	-	-
3	Třída F4, konzistence pevná, $S_r > 0,8$		soudržná	-	0,35	-	-
4	Třída G1, středně ulehlá		nesoudržná	38,50	-	-	-

### Parametry zemin

#### Třída G2, středně ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma$  = 20,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef}$  = 35,50 °  
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef}$  = 0,00 kPa  
 Edometrický modul :  $E_{oed}$  = 161,00 MPa  
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat}$  = 20,00 kN/m<sup>3</sup>

#### Třída F4, konzistence měkká

Objemová tíha :  $\gamma$  = 18,50 kN/m<sup>3</sup>  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef}$  = 24,50 °  
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef}$  = 14,00 kPa  
 Edometrický modul :  $E_{oed}$  = 5,00 MPa  
 Obj. tíha sat. zeminy :  $\gamma_{sat}$  = 18,50 kN/m<sup>3</sup>

#### Třída F4, konzistence pevná, $S_r > 0,8$

Objemová tíha :  $\gamma$  = 18,50 kN/m<sup>3</sup>  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef}$  = 24,50 °  
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef}$  = 18,00 kPa  
 Edometrický modul :  $E_{oed}$  = 10,50 MPa  
 Obj. tíha sat. zeminy :  $\gamma_{sat}$  = 18,50 kN/m<sup>3</sup>

**Třída G1, středně ulehlá**Objemová tíha :  $\gamma$  = 21,00 kN/m<sup>3</sup>Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef}$  = 38,50 °Soudržnost zeminy :  $c_{ef}$  = 0,00 kPaEdometrický modul :  $E_{oed}$  = 355,50 MPaObj. tíha sat. zeminy :  $\gamma_{sat}$  = 21,00 kN/m<sup>3</sup>**Založení****Typ základu: základový pas**Hloubka od původního terénu :  $h_z$  = 6,85 mHloubka základové spáry :  $d$  = 2,00 mTloušťka základu :  $t$  = 1,00 mSklon upraveného terénu :  $s_1$  = 20,00 °Sklon základové spáry :  $s_2$  = 0,00 °**Nadloží**

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m<sup>3</sup>**Geometrie konstrukce****Typ základu: základový pas**

Celková délka pasu = 10,00 m

Šířka pasu (x) = 3,60 m

Šířka sloupu ve směru x = 0,10 m

Zadané zatížení je uvažováno na 1 bm délky pasu.

Objem pasu = 3,60 m<sup>3</sup>/mObjem výkopu = 7,19 m<sup>3</sup>/mObjem zasypu = 3,50 m<sup>3</sup>/m**Materiál konstrukce**Objemová tíha  $\gamma$  = 23,00 kN/m<sup>3</sup>

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

**Beton : C 30/37**Válcová pevnost v tlaku :  $f_{ck}$  = 30,00 MPaPevnost v tahu :  $f_{ctm}$  = 2,90 MPaModul pružnosti :  $E_{cm}$  = 33000,00 MPa**Ocel podélná : B500B**Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,00 MPa**Ocel příčná: B500B**Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,00 MPa

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	11,40	0,00 .. 11,40	Třída G2, středně ulehlá	
2	2,60	11,40 .. 14,00	Třída F4, konzistence měkká	
3	-	14,00 .. ∞	Třída F4, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	

**Zatížení**

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN/m]	M <sub>y</sub> [kNm/m]	H <sub>x</sub> [kN/m]
	nové	změna					
1	Ano		ZS 1	Návrhové	351,02	25,56	-143,24
2	Ano		ZS 2	Návrhové	273,06	35,27	-158,27
3	Ano		ZS 3	Užitné	222,47	24,51	-109,74

**Hladina podzemní vody**

Hladina podzemní vody je v hloubce 7,00 m od původního terénu.

**Celkové nastavení výpočtu**

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá

**Posouzení čís. 1****Posouzení zatěžovacích stavů**

Název	VI. tíha příznivě	e <sub>x</sub> [m]	e <sub>y</sub> [m]	σ [kPa]	R <sub>d</sub> [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
ZS 1	Ano	-0,34	0,00	172,20	260,23	66,17	Ano
ZS 1	Ne	-0,34	0,00	172,20	260,23	66,17	Ano
ZS 2	Ano	-0,45	0,00	158,49	200,14	79,19	Ano
ZS 2	Ne	-0,45	0,00	158,49	200,14	79,19	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu :  $G = 82,69 \text{ kN/m}$

Spočtená tíha nadloží :  $Z = 69,90 \text{ kN/m}$

**Posouzení vislé únosnosti**

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (ZS 2)

Parametry smykové plochy pod základem :

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 6,08 \text{ m}$

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 18,92 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy :  $R_d = 200,14 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 158,49 \text{ kPa}$

**Svislá únosnost VYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**

Max. excentricita ve směru délky patky :  $e_x = 0,126 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky :  $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita :  $e_t = 0,126 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (ZS 2)

Zemní odpor : není uvažován

Horizontální únosnost základu :  $R_{dh} = 276,01 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla :  $H = 158,27 \text{ kN}$

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu VYHOVUJE****Posouzení čís. 1****Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu  $\kappa_1$  (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu  $G = 82,69 \text{ kN/m}$

Spočtená tíha nadloží  $Z = 69,90 \text{ kN/m}$

Sednutí středu délkové hrany = 0,4 mm

Sednutí středu šířkové hrany 1 = 1,3 mm

Sednutí středu šířkové hrany 2 = 0,0 mm

(1-hrana max. tlačená; 2-hrana min. tlačená)

**Sednutí a natočení základu - výsledky****Tuhost základu :**

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti :  $E_{def} = 139,66 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ( $k=5,09$ )

Základ je ve směru šířky tuhý ( $k=236,29$ )

**Posouzení excentricity zatížení**

Max. excentricita ve směru délky patky :  $e_x = 0,100 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky :  $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita :  $e_t = 0,100 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Celkové sednutí a natočení základu :**

Sednutí základu = 0,7 mm

Hloubka deformační zóny = 3,55 m

Natočení ve směru šířky = 0,370 ( $\tan \cdot 1000$ ); ( $2,1 \cdot 10^{-2}^\circ$ )

**Dimenzace čís. 1****Posouzení dříku - přední výztuž****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-2,60	120,05	0,46	1,350	1,350	1,000
Odpor na líci	-10,72	-0,33	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	142,72	-1,95	34,04	0,99	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-5,85	0,00	0,60	1,000	1,000	1,000
ZS	23,85	-2,92	13,57	0,89	1,000	1,000	1,000
užitné	11,93	-2,92	6,78	0,89	1,500	1,500	1,500
parkoviště	7,16	-2,92	4,07	0,89	1,350	1,350	1,350

**Posouzení dříku - přední výztuž -  $V_{Ed}$** 

Posouzení zdi v pracovní spáře 5,85 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

8 ks profil 20,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 2513,3 mm<sup>2</sup>

Nutná plocha výztuže = 1711,4 mm<sup>2</sup>

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 1,18 m

Posouvající síla na mezi únosnosti  $V_{Rd} = 368,06 \text{ kN} > 233,36 \text{ kN} = V_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

**Posouzení dříku - přední výztuž -  $M_{Ed}$** 

Posouzení zdi v pracovní spáře 0,11 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

8 ks profil 20,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 2513,3 mm<sup>2</sup>

Nutná plocha výztuže = 1711,4 mm<sup>2</sup>

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,61 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,45 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy  $x = 0,06 \text{ m} < 0,35 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 583,64 \text{ kNm} > 0,01 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

**Posouzení dříku - zadní výztuž****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-2,60	120,05	0,46	1,350	1,350	1,000
Odpor na líci	-10,72	-0,33	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	142,72	-1,95	34,04	0,99	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-5,85	0,00	0,60	1,000	1,000	1,000
ZS	23,85	-2,92	13,57	0,89	1,000	1,000	1,000
užitné	11,93	-2,92	6,78	0,89	1,500	1,500	1,500
parkoviště	7,16	-2,92	4,07	0,89	1,350	1,350	1,350

**Posouzení dříku - zadní výztuž**

Posouzení zdi v pracovní spáře 5,85 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

8 ks profil 20,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 2513,3 mm<sup>2</sup>

Nutná plocha výztuže = 1711,4 mm<sup>2</sup>

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 1,18 m

Stupeň vyztužení :  $\rho = 0,22 \% > 0,15 \% = \rho_{\min}$

Poloha neutrální osy :  $x = 0,06 \text{ m} < 0,70 \text{ m} = x_{\max}$

Posouvající síla na mezi únosnosti :  $V_{Rd} = 368,06 \text{ kN} > 233,36 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti :  $M_{Rd} = 1210,22 \text{ kNm} > 516,47 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

**Posouzení výstupku****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	$F_{\text{hor}}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{\text{vert}}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0,00	-2,34	202,77	1,90	1,350
Odpor na líci	-42,94	-0,67	0,02	0,75	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,73	19,95	2,92	1,350
Aktivní tlak	120,54	-2,34	128,74	3,03	1,350
Tlak vody	0,00	-6,85	0,00	2,10	1,350
ZS	17,86	-3,47	15,59	2,88	1,000
užité	8,93	-3,47	7,79	2,88	1,500
parkoviště	5,36	-3,47	4,68	2,88	1,350

**Posouzení výstupku**

Vyztužení a rozměry průřezu

8 ks profil 16,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 1608,5 mm<sup>2</sup>

Nutná plocha výztuže = 1435,6 mm<sup>2</sup>

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení :  $\rho = 0,17 \% > 0,15 \% = \rho_{\min}$

Poloha neutrální osy :  $x = 0,04 \text{ m} < 0,59 \text{ m} = x_{\max}$

Posouvající síla na mezi únosnosti :  $V_{Rd} = 321,41 \text{ kN} > 246,01 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti :  $M_{Rd} = 653,55 \text{ kNm} > 403,03 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

## Posouzení paty

### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0,00	-0,50	20,93	3,14	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,73	19,95	2,92	1,350
Aktivní tlak	120,54	-2,34	128,74	3,03	1,350
ZS	17,86	-3,47	15,59	2,88	1,000
užitné	8,93	-3,47	7,79	2,88	1,500
parkoviště	5,36	-3,47	4,68	2,88	1,350
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-75,35	3,10	1,000
Tíhová přít.1	0,00	-6,85	3,66	2,87	1,000
Tíhová přít.2	0,00	-6,85	1,83	2,87	1,500
Tíhová přít.3	0,00	-6,85	1,10	2,87	1,350

## Posouzení paty

Vyztužení a rozměry průřezu

8 ks profil 16,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 1608,5 mm<sup>2</sup>

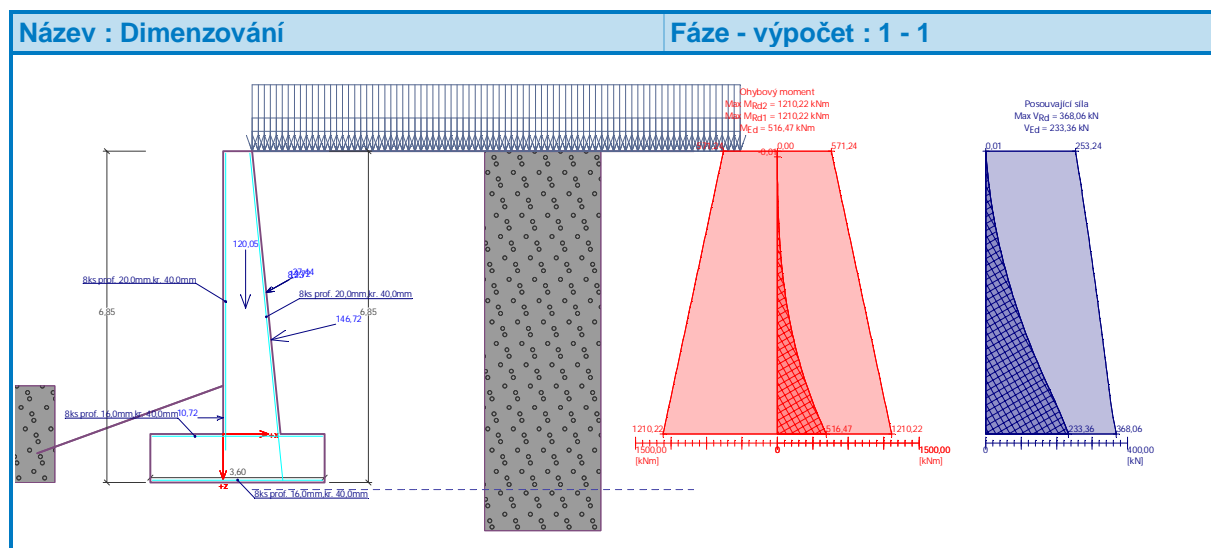
Nutná plocha výztuže = 1435,6 mm<sup>2</sup>

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	$\rho$	=	0,17 %	>	0,15 %	= $\rho_{min}$
Poloha neutrální osy	x	=	0,04 m	<	0,59 m	= $x_{max}$
Posouvající síla na mezi únosnosti	$V_{Rd}$	=	321,41 kN	>	195,12 kN	= $V_{Ed}$
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd}$	=	653,55 kNm	>	113,44 kNm	= $M_{Ed}$

## Průřez VYHOVUJE.



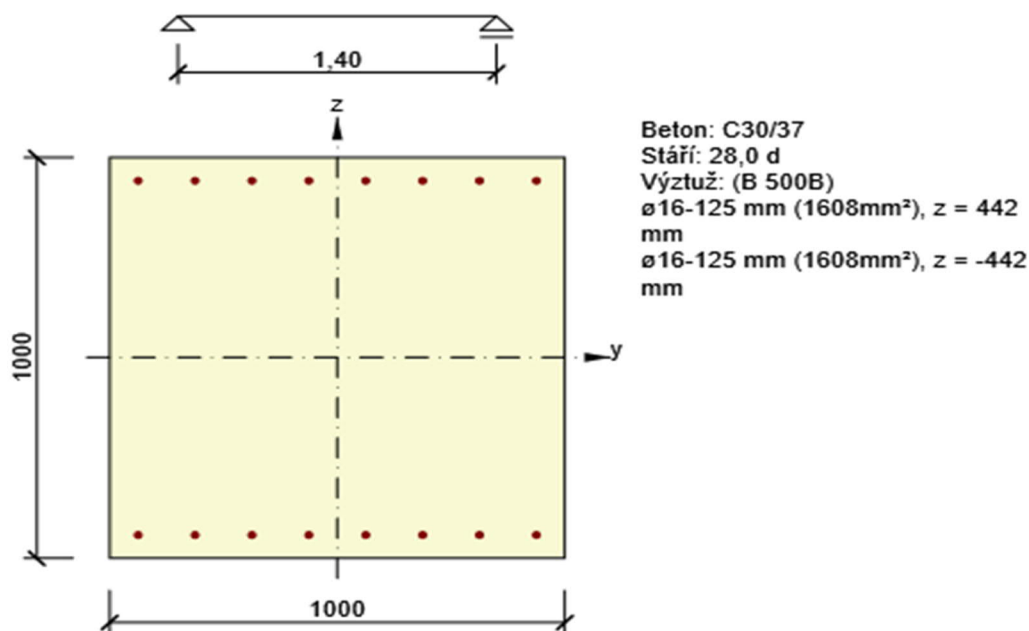


## 3 Posouzení řezů

### 3.1 Řez S 1

#### 3.1.1 Kritický extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



#### 3.1.1.1 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	0,0	516,0	0,0	233,0	0,0	77,4	OK
Typ posudku	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	516,0	0,0			74,5	OK
Smyk	0,0			233,0	0,0	73,1	OK
Interakce	0,0	516,0	0,0	233,0	0,0	77,4	OK
Omezení napětí	0,0	338,0	0,0			14,4	OK
Šířka trhliny	0,0	338,0	0,0			0,0	OK
Ohybová štíhlost	0,0	338,0	0,0			4,2	OK

Mezní hodnota využití průřezu : 100,0 %

VYPRACOVAL :

Brno, prosinec 2022

Ing. Aleš Kika