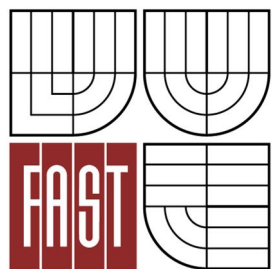




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONOLITICKÁ NÁDRŽ ČOV

CAST-IN-PLACE TANK OF SEWAGE PLANT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

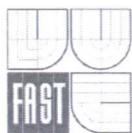
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PETR MATUŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

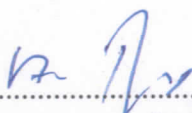
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

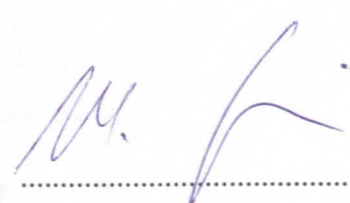
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Petr Matušík
Název	Monolitická nádrž ČOV
Vedoucí diplomové práce	Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012




prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Schematické výkresy zadaného objektu (půdorysy, řezy)

EC z oboru betonových staveb, geotechniky atd. (včetně změn a doplňků)

Bažant, Šmiřák: Betonové konstrukce III. Konstrukce plošné, nádrže a zásobníky

Majdúch: Zásady vystužování betonových konstrukcí

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBaZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Proveďte návrh a posouzení monolitické konstrukce nádrže v areálu ČOV.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užit školní dílo (3x), Prohlášení o shodě

listinné a elektronické formy VŠKP (3x), Popisný soubor závěrečné práce

Diplomová práce bude odevzdána 1x v listinné podobě a 2x v elektronické podobě na CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Účelem diplomové práce je navržení monolitické nádrže čističky odpadních vod. Nádrž je kruhového průřezu bez stropní desky a bude celá obsypaná. Jedná se o jednoduchou konstrukci ve složitých základových poměrech. Z toho vyplývá návrh založení podle 2. geotechnické kategorie. Nádrž musí být navržena, aby odolávala průsaku kapaliny do okolního prostředí. Konstrukce je navržena jako bílá vana a posouzena podle mezního stavu únosnosti a na mez vzniku šířky trhlin v souladu s evropskými normami.

Klíčová slova

Monolitická nádrž, zatížení, teplota, šířka trhliny, mezní stav únosnosti, tlak zeminy, podzemní voda, základová deska, spárový pás, bílá vana, pracovní spára.

Abstract

The topic of diploma thesis is to design a cast-in-place tank of sewage plant. The tank has circular shape without ceiling slab and will be completely covered in by soil on sides. The tank is a simple construction with complex relation of foundation. It means the construction will be founded according to second geotechnical category. The tank has to be designed as waterproof construction, which is reached by making white tank system. Calculation was made according to ultimate limit state and limit crack width was assessed according to European standards.

Keywords

Cast-in-place tank, load, temperature, width of crack, ultimate limit state, soil pressure, groundwater, slab foundation, joint profile, white tank system, day-work joint.

Bibliografická citace VŠKP

MATUŠÍK, Petr. *Monolitická nádrž ČOV*. Brno, 2013. 103 s., 4 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 3.1.2013



podpis autora
Petr Matušík

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Jiřímu Strnadovi, Ph.D. za příkladné vedení při zpracování mé diplomové práce.



PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Vypracoval:

Petr Matušík

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

1	ÚVOD	2
2	KONSTRUKČNÍ SYSTÉM (popis konstrukce).....	2
2.1	Bílé vany	2
3	ZATÍŽENÍ.....	3
4	POSOUZENÍ KONSTRUKCE	4
4.1	Posouzení na vyplavání.....	4
4.2	Ověření pevnosti, porušení konstrukce.....	4
4.2.1	Stanovení zatížení od náplně.....	4
4.2.2	Stanovení zatížení od tlaku zeminy	4
4.2.3	Stanovení zatížení od tlaku podzemní vody.....	6
4.2.4	Zatížení teplotou.....	6
4.2.5	Rozdílné smrštění základové desky a stěny	6
5	ZALOŽENÍ OBJEKTU	7
6	MATERIÁLY	9
6.1	ŽB nádrž ČOV.....	9
6.2	Provozní budova	9
7	ŘEŠENÉ PRVKY.....	9
7.1	Základová deska nádrže	9
7.2	Stěna nádrže	10
7.3	Pochůzí pororošt.....	10
7.4	Provozní budova	10
8	MANIPULACE A SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU	11
9	POPIS STATICKÉHO VÝPOČTU	11
10	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRACI	13
11	POUŽITÁ LITERATURA.....	13
12	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	14
13	SEZNAM PŘÍLOH	17

1 ÚVOD

Účelem diplomové práce je navrhnout nádrž v areálu čističky odpadních vod (ČOV) - aktivace. V areálu ČOV se dále nachází druhá nádrž - kalojem, a provozní budova, u které bude proveden návrh krovu, návrh stropní železobetonové desky a posouzení základu. Rozmístění objektů je zřejmé ve výkrese situace viz příloha P2. Seznam příloh uveden níže, bod 13 v tomto textu.

2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM (POPIS KONSTRUKCE)

Nádrž je kruhového půdorysu, bez stropní desky. Na místo stropu je navržen pochůzí pororošt, který je uložen na válcované I profily do kapes v nádrži. Základní rozměry nádrže jsou $r=2,75\text{m}$, $h=5,6\text{m}$, $V=133,05\text{m}^3$, kde r – poloměr, h – výška, V – objem nádrže. Konstrukce nádrže je celá obsypaná. Na obsyp bude použita zemina, která byla vykopána při hloubení stavební jámy.

Stavební jáma musí být zapažena. Z hlediska vysoké hladiny podzemní vody a skalního podkladu pod základem nádrže je provedení pažení obtížné. Může být provedeno záporové pažení, pažení pomocí pilot a popř. zajištění stavební jámy svahováním. V případech uvedených výše, vyjma pažení pomocí pilot, musí být prováděno odčerpávání vody ze stavební jámy až do samotného odstranění pažení a zpětného zasypání stavební jámy. Podzemní voda bude odčerpána ze stavební jámy do okolních polí.

Nádrž je navržena jako bílá vana a posouzena na vznik maximální šířky trhliny.

2.1 Bílé vany

Jsou konstrukce z železobetonu popř. z předpjatého betonu, které mají zajistit kromě nosné funkce také vodotěsnost konstrukce. Používají se při provádění suterénů,

podzemních garáží nebo nádrží. Požadavky na nepropustnost (vodotěsnost) se liší zejména podle způsobu užívání konstrukce.

V ČSN EN 1992-3 *Nádrže na kapaliny a zásobníky* je určena klasifikace do čtyř tříd nepropustnosti. Dle těchto tříd jsou v normě uvedeny i požadavky na dovolenou šířku trhlin popř. norma zcela vylučuje vznik trhlin. Správnou funkci konstrukce ovlivňuje několik činitelů. Patří sem

- vhodná volba založení a tvar konstrukce. V případě nerovnoměrného sedání musí být odpovídajícím způsobem omezen vznik trhlin. Ideální tvar má konstrukce, která vyvodí v základové spáře rovnoměrně rozložené napětí.
- použití vhodného betonu a cementu pro výrobu betonu, bez vývoje nadměrného hydratačního tepla. Musí se dbát na správné ošetření betonu.

Po stanovení požadované šířky trhlin v konstrukci musí být provedeno posouzení výztuže dle grafu, který určuje maximální průměr prutu a maximální vzdálenost prutů v závislosti na napětí ve výztuži. Výztuž může být ověřena také pomocí přímého výpočtu šířky trhlin.

Kritickými místy bílých van jsou pracovní spáry, místa dilatace a prostupy. Pro těsnění těchto míst se používají speciální prvky, vnitřní spárový pás, dilatační pás, z PVC, elastomery, těsnicí plechy apod. Pro prostupy pak tlakové průchodky, bobtnavé nebo injektážní prvky.

3 ZATÍŽENÍ

Na konstrukci působí následující zatížení:

- a) Vlastní tíha
- b) Náplň
- c) Tlak zeminy
- d) Podzemní voda, vztlaková síla
- e) Přetížení od komunikace
- f) Teplota
- g) Rozdílné smrštění desky a stěny nádrže

4 POSOUZENÍ KONSTRUKCE

4.1 Posouzení na vyplavání

Do posouzení na vyplavání jsou zavedeny součinitele zatížení dle EC7. Konstrukce je založena pod hladinou podzemní vody. Vlastní tíha prázdné konstrukce je přenásobena součinitelem 0,9 a vztaková síla od podzemní vody součinitelem 1,5.

Dílčí součinitele pro ověření mezních stavů způsobené vztlakem (UPL)

Dílčí součinitele zatížení (γ_f)

Zatížení		Značka	Hodnota
Stálé	Nepříznivé	$\gamma_{G;dst}$	1,0
	Příznivé	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Proměnné	Nepříznivé	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
	Příznivé		0

Dílčí součinitele parametru zeminy a únosnosti

Parametr zeminy	Značka	Hodnota
Úhel vnitřního tření	γ_ϕ	1,25
Efektivní soudržnost	γ_c	1,25
Neodvodněná smyková pevnost	γ_{cu}	1,4
Únosnost piloty v tahu	$\gamma_{s;t}$	1,4
Únosnost kotvy	γ_a	1,4

4.2 Ověření pevnosti, porušení konstrukce

4.2.1 Stanovení zatížení od náplně

Uvažuje se plné naplnění nádrže vodou. Součinitel zatížení je stanoven normou na 1,2. Tlak na stěnu byl vypočítán dle vztahu $\sigma = \gamma \cdot z$, kde σ – tlak náplně na stěnu, γ – objemová tíha vody, z – vzdálenost od hladiny k počítané hloubce a zatížení základové desky $F = \gamma \cdot V$, kde γ – objemová tíha vody, V – objem nádrže.

4.2.2 Stanovení zatížení od tlaku zeminy

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

Uvažované jsou dvě možnosti zatížení zeminou. Tlak zeminy bez vlivu podzemní vody a s vlivem podzemní vody, kdy je zemina nadlehčována podzemní vodou. Zatížení je stanoveno dle EC7, která uvádí tři návrhové přístupy pro výpočet zatížení, lišící se aplikací dílčích součinitelů. Dílčí součinitele se obecně aplikují na samotná zatížení nebo jejich účinky (soubor A), na vlastnosti základové půdy (soubor M), na odpory (soubor R).

Návrhové přístupy:

NP1: Kombinace 1: A1+M1+R1

NP1: Kombinace 2: A2+M2+R2

NP2: A1+M1+R2

NP3: A1 nebo A2+M2+R3

Dílčí součinitele pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)

Dílčí součinitele zatížení (γ_f) nebo účinků zatížení (γ_e)

Zatížení		Značka	Soubor	
			A1	A2
Stálé	Nepříznivé	γ_G	1,35	1,0
	Příznivé	γ_G	1,0	1,0
Proměnné	Nepříznivé	γ_Q	1,5	1,3
	Příznivé	γ_Q	0	0

Dílčí součinitele parametrů zeminy (γ_m)

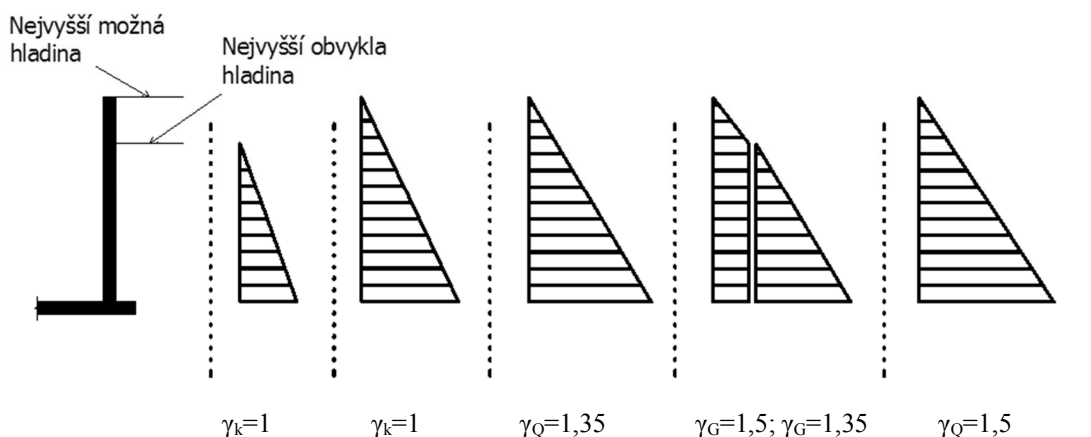
Parametr zeminy	Značka	Soubor	
		M1	M2
Úhel vnitřního tření	γ_φ	1,0	1,25
Efektivní soudržnost	γ_c	1,0	1,25
Neodvodněná smyková pevnost	γ_{cu}	1,0	1,4
Pevnost v prostém tlaku	γ_{qu}	1,0	1,4
Objemová tíha	γ_γ	1,0	1,0

Dílčí součinitele únosnosti plošných základů (γ_r)

	Značka	Soubor		
		R1	R2	R3
Únosnost	$\gamma_{R;v}$	1,0	1,4	1,0
Usmyknutí	$\gamma_{R;h}$	1,0	1,1	1,0

4.2.3 Stanovení zatížení od tlaku podzemní vody

EC7 připouští několik možností jak uvažovat působení spodní vody a podle toho aplikaci dílčích součinitelů. Voda může být uvažována jako zatížení stálé v nejvyšší možné výšce, zatížení nahodilé v nejvyšší možné výšce nebo jako kombinace zatížení stálého v obvyklé výšce a nahodilého zatížení v nejvyšší výšce hladiny podzemní vody.



Obrázek 1: Znázornění možných přístupů pro určení zatížení podzemní vody

4.2.4 Zatížení teplotou

Konstrukce byla zatížena ve vrchní části nad provozem (hladina náplně) teplotou. Dle EC1 část o zatížení teplotou je nutno uvažovat působení tří složek od zatížení teplotou na nádrže. Hodnoty maximální a minimální rovnoměrné složky teploty vzduchu, lineární rozdílová složka teploty mezi vnějším a vnitřním povrchem stěny a stupňovitá složka teploty po obvodě konstrukce uvažována tak, že jeden kvadrant obvodu má průměrnou teplotu vyšší než zbývající část.

4.2.5 Rozdílné smrštění základové desky a stěny

Základová deska a stěna nebude betonována ve stejný čas. Deska a stěna budou mít rozdílný průběh smršťování a tím bude vznikat ve stěně tahové napětí. Rozdílné smrštění je přepočítáno na teplotní zatížení, které je zadáno do výpočetního programu. Z něj jsou pak odečtené vnitřní síly a na ně je navržena výztuž a provedeno posouzení na šířku trhlin.

5 ZALOŽENÍ OBJEKTU

Staveniště ČOV se nachází v obci Rozkoš, okres Znojmo, v úzké údolní nivě Slatinského potoka, který je součástí povodí řeky Jevišovky. Terén je zde téměř rovný s nepatrným spádem ve směru toku.

Na staveništi ČOV byl proveden jeden jádrový inženýrskogeologický vrt označený J-1 pro zjištění místních geologických podmínek. Vrt byl projektován do hloubky 6 m, vzhledem k příznivým geologickým poměrům byl ukončen v hloubce 5,2m. Nadmořská výška vrtu J-1 je 394,3m. Situování místa průzkumu vzhledem k širšímu okolí je zřejmé z přehledné situace v příloze.

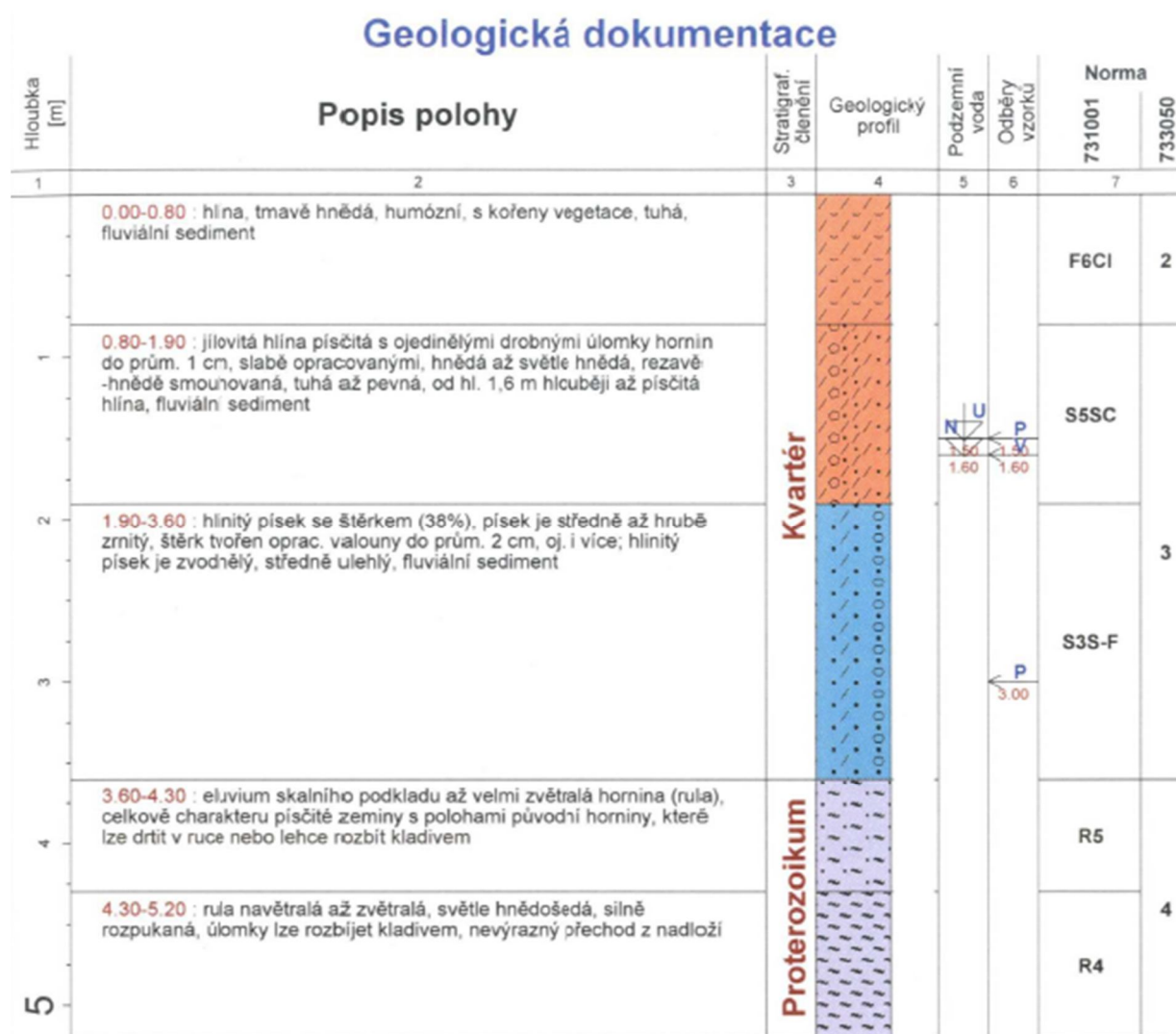
Podrobný popis geologických poměrů je přiložen k zadání projektu.

V hloubce 1,6 m pod terénem byla navrtána hladina podzemní vody. Voda je v hydraulické spojitosti s povrchovým tokem vzdáleným asi 10 m. Hladina podzemní vody je mírně napjatá vlivem stropního izolátoru tvořeného hlinitými sedimenty. Z toho důvodu lze předpokládat že, po vyhloubení a zpětném zasypaní stavební jámy, se hladina podzemní vody bude měnit a že se může i zvýšit.

Objekt ČOV je možno ze statického hlediska považovat za stavbu jednoduchou, základové podmínky za složité. Při návrhu základových konstrukcí je třeba v tomto případě postupovat podle zásad druhé geotechnické kategorie ve smyslu ČSN 73 1001.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva



Obrázek 2: Geologický profil zjištěný sondou J-1

Parametry zeminy: VRT J-1

Humózní hlína F6-CI

Jílovitá hlína písčitá S5SC

Hlinitý písek se štěrkem S3 S-F

Eluvium skalního podkladu R5

Skalní podklad R4

Hloubka	Mocnost vrstvy	$\gamma[\text{kN/m}^3]$	φ_{ef}	$c_{\text{ef}} [\text{Kpa}]$	$E_{\text{def}}[\text{Mpa}]$	ν	$R_{\text{dt}}[\text{Kpa}]$
0,8	0,8	21				0,40	
1,9	1,1	18,5	26°	6	8	0,35	125
3,6	1,7	17,5	30°	0	15	0,30	145
4,3	0,7				30	0,30	200
5,2	0,9				60	0,30	300

6 MATERIÁLY

6.1 ŽB nádrž ČOV

Beton: C30/37

Výztuž: B500B

Krytí: 55mm

Prostředí: XA2, z geologické zprávy stanoveno jako středně agresivní

Pochůzí pororošt: I180, mřížový rošt 500x1000mm

6.2 Provozní budova

Strop, základ:

Beton: C20/25

Výztuž: B500B

Krytí: 25mm

Prostředí: XC1

Krov:

Pro krov bude použito smrkové řezivo

7 ŘEŠENÉ PRVKY

7.1 Základová deska nádrže

Základová deska je z železobetonu. Tloušťka desky je 400 mm. Vnitřní síly působící v desce byly stanoveny ve výpočetním programu. Vyztuž je navržena dle konstrukčních zásad na minimální stupeň vyztužení. Použitá vyztuž je uložena do bednění ortogonálně při spodním i horním okraji po vzdálenostech 150 mm v obou směrech. Profil vyztuže je R10. Vyztuž je rozdělena na tři délky. Po uložení do bednění je třeba délkově upravit (zarovnat) vyztuže do požadovaného tvaru kruhu, upálit. Dále bude v desce zabetonovaná vyztuž pro napojení stěny na desku.

Pro zajištění nepropustnosti spoje v pracovní spáře mezi deskou a stěnou bude osazen do pracovní spáry vnitřní spárový pás.

7.2 Stěna nádrže

Stěna je z železobetonu. Tloušťka stěny je 300 mm. Vnitřní síly působící ve stěně byly stanoveny ve výpočetním programu. Svislá výztuž je provázána s vyčnívající výztuží z desky. Výztuž je po 150 mm profil R10 délky 5,5 m.

Vodorovná výztuž je navržena dle konstrukčních zásad. V horní části stěny je provedeno zhuštění výztuže proti vzniku svislých trhlin vlivem působení teplotních změn na konstrukci. Toto zhuštění je provedeno i ve spodní části konstrukce vzhledem k možnosti vzniku trhlin způsobených rozdílným smršťováním základové desky a stěny, protože tyto části nejsou betonovány ve stejný čas.

Ve vrchní části konstrukce je třeba zhotovit otvory pro kapsy. Do kapes bude uloženo kování pro osazení I nosníku potřebného pro konstrukci pochůzího pororoštu.

7.3 Pochůzí pororošt

Mřížový rošt o rozměrech 500x1000 mm (delší strana nosná) bude uložen na I nosníky. Připojení roštu na I nosníky bude provedeno dle konstrukčních detailů výrobce roštu. Profil I nosníku je navržen jako I180.

7.4 Provozní budova

Základ budovy je široký 700 mm a 1350 mm hluboký (vztaženo k upravenému terénu), což znamená, že bude založen v hloubce 350 mm pod úroveň původního terénu. Základ bude ztužen obvodovým věncem z výztuže R8. Pod základem bude proveden šterkový podsyp, který musí být zhutněn, stejně jak zemina před provádění podsypu a samotného základu.

Stropní deska je navržena tloušťky 120 mm. Výztuž bude provedena z profilu R8. Výztuž je navržena při spodním povrchu, při horním povrchu je navržena výztuž

konstrukčně a přídavná výztuž v rozích. Bude proveden obvodový ztužující věnec, do kterého bude kotvena konstrukce krovu.

Krov je navržený hambalkový. Krokve jsou rozměru 100/180 mm a kleštíny 65/180 mm (šířka/výška). Krokve budou kotveny do obvodového věnce.

8 MANIPULACE A SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU

Výztuž do betonu musí být uskladněna na dřevěných hranolech tak, aby nekorodovala vlivem zemní vlhkosti.

Beton bude dovezen na stavbu v době betonáže.

Zemina vykopaná při hloubení stavební jámy bude uskladněna v areálu ČOV a později použita pro zához jámy a obsypání nádrže.

9 POPIS STATICKÉHO VÝPOČTU

Zatížení je určeno dle norem *EC1* a *EC7*. Zatížení bylo zadáno do výpočetního programu SCIA, ze kterého byly odečteny vnitřní síly. Návrh vyztužení a posouzení byl proveden ručně podle zásad uvedených v *EC2*. Statický výpočet je součástí přílohy P4 a jeho popis je uveden níže.

1	VSTUPNÍ ÚDAJE.....	3
1.1	Základní rozměry a vstupní parametry	3
1.2	Posouzení konstrukce.....	4
2	ZATÍŽENÍ.....	5
2.1	Popis zatížení konstrukce.....	5
2.2	Výpočet působícího zatížení	6
3	VNITŘNÍ SÍLY.....	20
3.1	Výpis zatížení jak byl zadáván do výpočetního programu:	20
3.2	Výpis rozhodujících kombinací:.....	20
4	POSOUZENÍ.....	25

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

4.1	Posouzení na únosnost zeminy	25
4.2	Sedání	26
4.3	Vyplavání	27
4.4	Porušení konstrukce	28
4.4.1	Posouzení stěny	28
4.4.2	Posouzení napětí ve výztuži, 2.MS	29
4.4.3	Posouzení základové desky	30
4.5	Omezení šířky trhlin	32
4.5.1	Posouzení na šířku trhlin v horní části nádrže: teplotní zatížení	32
4.5.2	Posouzení rozdílného smršťování	34
5	NÁVRH I NOSNÍKU NA POCHŮZÍ POROROŠT	37
6	VÝSTUPY Z VÝPOČETNÍHO PROGRAMU	38
6.1	1.ZS Vlastní tíha	38
6.2	2.ZS Náplň	41
6.3	3.ZS (4.ZS) Zatížení zeminou	44
6.4	5.ZS Podzemní voda	47
6.5	6.ZS Přetížení od komunikace	50
6.6	7.ZS Vztlak	54
6.7	8.ZS Zatížení teplotou – rovnoměrná složka 20°C	57
6.8	9.ZS Zatížení teplotou – lineární rozdílová složka teploty mezi vnějším a vnitřním povrchem stěny	60
6.9	10.ZS Zatížení teplotou – jeden kvadrant má průměrnou teplotu vyšší než ostatní	63
6.10	11.ZS Rozdílné smrštění desky a stěny	66
7	NÁVRH PROVOZNÍ BUDOVY	69
7.1	Posouzení krovu	69
7.2	Posouzení stropu	73
7.3	Posouzení základu	76

10 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRACI

Veškeré práce budou prováděny v souladu s platnými normami a vyhláškou 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništi. Práci smějí vykonávat pouze vyškolení pracovníci. Na pomocné práce musí být pracovníci zaškoleni. Všichni pracovníci musí být proškoleni a seznámeni s případnými riziky.

11 POUŽITÁ LITERATURA

Normy:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení, zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení, zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení, zatížení teplotou
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- ČSN P ENV 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – Část 1: společná ustanovení

Publikace:

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

- HORÁK V., MIČA L., RAČANSKÝ V.: *Prezentace ČSN EN 1997-1 pro ČKAIT*

Učební opory:

- ŠTĚPÁNEK P., ZMEK B.: *Prvky betonových konstrukcí (modul CM4)*. Brno 2007
- BAŽANT Z.: *Betonové konstrukce I (modul CS4)*. Brno 2004

Použitý software:

- Scia Engineer 2009
- AutoCAD 2007
- Recoc
- MS Word 2010
- MS Excel 2010

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Velká latinská písmena:

A_c	plocha betonu
A_n	plocha nádrže
A_s	plocha výztuže
E_c	modul pružnosti betonu
E_{oedi}	výpočtový edometrický modul i-té vrstvy základové půdy
E_s	modul pružnosti oceli
F_d	návrhová síla
F_{ed}	návrhové zatížení
F_k	charakteristická síla
F_{vz}	vztlačková síla
I	moment setvačnosti
I_v	intenzita turbulence
M_{ed}	návrhový moment od zatížení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

M_{rd}	návrhový moment únosnosti
R_{dt}	návrhová únosnost
V	posouvající síla
V_{hpv}	objem ponořené části pod hladinou podzemní vody
V_k	objem konstrukce nádrže (ŽB)
V_n	objem nádrže
W	modul průřezu

Malá latinská písmena:

b	působící šířka
c	krytí
c_e	součinitel okolního prostředí
c_o	součinitel orografie
c_{pe}	součinitel tlaku
c_r	součinitel síly
c_t	tepelný součinitel
d	účinná výška průřezu
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	tahová pevnost betonu
$f_{w,0,c}$	pevnost dřeva v tlaku
$f_{w,0,m}$	pevnost dřeva v ohybu
f_{yd}	návrhová pevnost oceli na mezi kluzu
f_{yk}	charakteristická pevnost oceli na mezi kluzu
g	zatížení
h	výška stěny
h_0	náhradní rozměr průřezu
h_i	mocnost i-té vrstvy
hpv	hladina podzemní vody
h_s	tloušťka desky
k	součinitel
k_h	součinitel závisící na náhradní tloušťce

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

k_r	součinitel terénu
k_r	součinitel zemního tlaku v klidu
l	rozpětí
m_i	opravný součinitel přetížení, který se pro i -tou vrstvu stanoví v závislosti na druhu základové půdy podle tab
q_p	maximální hodnota dynamického tlaku
r_n	poloměr dna nádrže
r_s	vnitřní poloměr nádrže
s	sednutí
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi
s_r	vzdálenost trhlin
t	tloušťka stěny
v_b	základní rychlost větru
v_m	střední rychlost větru
w_k	šířka trhliny
x	tlačená výška betonu
z	hloubka
z_c	rameno vnitřních sil

Řecká písmena:

β_{ds}	součinitel
γ	objemová tíha
γ_c	objemová tíha ŽB
γ_n	objemová tíha náplně
ϵ_c	poměrné smrštění betonu
ϵ_{ca}	poměrné autogenní smršťování
ϵ_{cd}	poměrné smršťování vysycháním
$\epsilon_{cd,0}$	neomezené poměrné smršťování vysycháním
ϵ_{cs}	celkové poměrné smršťování
ϵ_s	poměrné smrštění oceli
λ	součinitel
μ	tvarový součinitel zatížení sněhem

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průvodní zpráva

ρ	hustota vzduchu
σ	tlak náplně
σ_{ori}	původní geostatické napětí ve středu i-té vrstvy
σ_s	napětí ve výztuži
σ_{vz}	vztlakové napětí
σ_{zi}	svislá složka napětí pod uvažovaným bodem od přitížení stavbou σ_{ol} ve středu i-té vrstvy
φ_{ef}	uhel vnitřního tření
$\emptyset$	profil výztuže

13 SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy

P3. Stavební postupy a vizualizace

P4. Statický výpočet