


6			
5			
4			
3			
2	ČISTOPIS	08.09.2022	Ing. Kuba, Ph.D.
1	PRVNÍ VYDÁNÍ PRO KONTROLU	09.08.2022	Ing. Kuba, Ph.D.
REVIZE	POPIS	DATUM	SCHVÁLIL

Sweco Hydroprojekt a.s. Ústředí Praha Táborská 31, 140 16 Praha 4; praha@sweco.cz; www.sweco.cz				SWECO 		
VYPRACOVAL	Ing. Holuša	HIP	Ing. Rinn	T. KONTROLA	Ing. Trnka	
PROJEKTANT	Ing. Holuša	ŘEDITEL DIVIZE	Ing. Hanák	DATUM	09/2022	
OBJEDNATEL	Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.			OKRES	Brno Modřice	
AKCE: Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice D 1 Dokumentace stavebních a inženýrských objektů, D.1.2 Stavebně konstrukční řešení				ČÍSLO ZAKÁZKY	12 2127 01 01	
				STUPEŇ	DSP	
				FORMÁT	14x A4	
				ARCHIVNÍ ČÍSLO	005859/22/1	
ČÁST STAVBY	BIOFILTR F			SO/PS	SO 2406	
PŘÍLOHA: STATICKÉ POSOUZENÍ				ČÍSLO PŘÍLOHY	D1.2.2406.2	d
					2	

Tato dokumentace včetně všech příloh (s výjimkou dat poskytnutých objednatelem) je duševním vlastnictvím akciové společnosti Sweco Hydroprojekt a.s. Objednatel této dokumentace je oprávněn ji využít k účelům vyplývajícím z uzavřené smlouvy bez jakéhokoliv omezení. Jiné osoby (jak fyzické, tak právnické) nejsou bez předchozího výslovného souhlasu objednatele oprávněny tuto dokumentaci ani její části jakkoli využívat, kopírovat (ani jiným způsobem rozmnožovat) nebo zpřístupnit dalším osobám.

Poznámka: Podpisy zpracovatelů jsou připojeny pouze k výtisku číslo 01 nebo originálu přílohy (matrici).

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

strana

1	Zpráva ke statickému posouzení	3
1.1	Úvod	3
1.2	Přehled použitých podkladů	3
1.3	Obsah dokumentace	3
1.4	Seznam použitých českých technických norem	3
1.5	Seznam použitých směrnic a předpisů	4
1.6	Seznam použitých programů	4
1.7	Seznam použité literatury	4
2	Konstrukční řešení	5
2.1	Celkový popis objektu	5
2.2	Zhodnocení základových poměrů	5
2.3	Stavební jáma a zajištění sousedních objektů	6
2.4	Založení navrhovaných objektů	6
2.5	Konstrukční řešení navrhovaných objektů	6
3	Vlastnosti použitých stavebních materiálů	6
4	Stanovení zatížení	7
4.1	Zatřídění stavby do třídy spolehlivosti	7
4.2	Stálá zatížení	7
4.2.1	Vlastní tíha konstrukce	7
4.2.2	Spádování dna a betonové podlahy	7
4.3	Nahodilá zatížení	7
4.3.1	Užitné – vodní náplň	7
4.3.2	Užitné – čistírenské kaly	7
4.3.3	Užitné – Náplň do biofiltrů	8
4.3.4	Klimatické – sníh	8
4.3.5	Klimatické – vítr	8
4.3.6	Soustředěná a místní – vodorovné zatížení zábradlí a dělicích stěn	8
4.4	Zatížení zemním tlakem a podzemní vodou	9
4.4.1	Trvalé a dočasné návrhové situace	9
4.4.2	Mimořádná situace	9
5	Posouzení stability proti nadzvednutí vztlakem SO 2406 (Biofiltr F)	9
6	Předběžný návrh a posouzení železobetonových konstrukcí	11
6.1	Stanovení stupně vlivu prostředí a třídy betonu	11
6.1.1	Základová deska	11
6.1.2	Obvodové stěny 1.PP	11
6.2	Stanovení návrhové životnosti	11
6.3	Stanovení krycí vrstvy výztuže	11
6.3.1	Základové desky	11
6.3.2	Svislé stěny 1.PP	11
6.4	Návrh tloušťky konstrukce základové desky a stěn nádrže	12
6.4.1	Výpočet vnitřních sil v základové desce	12
6.4.2	Stanovení tloušťky základové desky	13
7	Průměrné namáhání v základové spáře	14
8	Předběžný návrh a posouzení zajištění stavební jámy	14

1 ZPRÁVA KE STATICKÉMU POSOUZENÍ

1.1 ÚVOD

Předmětem tohoto statického posouzení je předběžný návrh a posouzení nových nosných konstrukcí objektu SO 2406 Biofiltr F v rámci akce „Kalové hospodářství ČOV Brno–Modřice“ ve stupni Dokumentace pro vydání stavebního povolení.

1.2 PŘEHLED POUŽITÝCH PODKLADŮ

Kalové hospodářství ČOV Brno – Modřice, změna DUR. Aquatis a.s., Brno 2021, zakázkové číslo 211026

Modřice – ČOV, inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum. GEOTest, a.s., Brno 2017, číslo zakázky 17 7184

1.3 OBSAH DOKUMENTACE

V tomto dokumentu je řešena stavebně konstrukční (statická) část nového stavebního objektu SO 2406 Biofiltr F.

Posouzení spolehlivosti a bezpečnosti (mezní stavy únosnosti a stability) navržených nosných konstrukcí bylo zpracováno podle systému technických norem ČSN EN (společných norem CEN), směrnic a předpisů, jejichž přehled je obsažen v kapitolách 1.4 až 1.7. Obdobně bylo postupováno i v případě prověření použitelnosti (mezních stavů omezení šířky trhlin, mezních stavů průhybů betonových a mezních stavů sedání).

1.4 SEZNAM POUŽITÝCH ČESKÝCH TECHNICKÝCH NOREM

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 1991-4 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží

ČSN EN 1992-1-1 – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-1-2 – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování na účinky požáru

ČSN EN 1992-3 – 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 EN 1997-2 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN 206+A2 – Beton – Specifikace, výroba a shoda

ČSN EN 13670 – Provádění betonových konstrukcí

ČSN 73 0250 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb

ČSN 73 1001 – Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy

ČSN P 73 1005 – Inženýrskogeologický průzkum

ČSN 73 1201 – Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

ČSN 73 1208 – Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů

ČSN 73 1322 – Stanovení mrazuvzdornosti betonu

ČSN P 73 2404 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace

ČSN 73 3050 – Zemné práce. Všeobecné ustanovenia

ČSN 75 0250 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb

ČSN 75 0905 – Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží

1.5 SEZNAM POUŽITÝCH SMĚRNIC A PŘEDPISŮ

Interaktivní mapa zatížení sněhem na zemi, dostupné on-line
na <http://www.snehovamapa.cz/>; VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební a ČHMÚ

1.6 SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

Fine GEO5 v.2022 – Zemní tlaky – Program počítá základní zemní tlaky (aktivní, pasivní, tlak v klidu) na konstrukci.

1.7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Zich, M. a kol.: Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů; Verlag Dashöfer, Praha 2010

Hulla, J. – Šimek, J. – Hulman, R. – Trávníček, I. – Štěpánek, Z.: Zakladanie stavieb; Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, n.p., Bratislava, 1987

J. Hořejší – J. Šafka: TP 51 Statické tabulky, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1987

R.A. Bareš: Tabulky pro výpočet desek a stěn, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1989

L. Végh a kolektiv: Betonové konstrukce pro FS vysokých škol technických, Vydalo ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČSR, Praha 1989

Procházka a kolektiv: Betonové konstrukce – příklady navrhování podle Eurocode 2

2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

2.1 CELKOVÝ POPIS OBJEKTU

Projektovaný objekt bude součástí stavby nového kalového hospodářství ČOV. Objekt se nachází v areálu stávající ČOV Brno, v extravilánu městských částí Brno – Modřice a Brno – Chřovice, v k. ú. Modřice.

Jedná se o otevřený železobetonový monolitický objekt částečně zapuštěný pod úroveň terénu. Nachází se v těsné blízkosti objektu SO 2405 – Biofiltr E, který má stejné půdorysné rozměry.

Objekt obdélníkového tvaru má vnější půdorysné rozměry 30,60 x 24,60 m a konstrukční výšku nadzemní části 1,80 m. Nadzemní část objektu je po obvodu lemována obvodovou stěnou tl. 300 mm, konstrukční výšky 1,80 m. Základová deska je navržena tl. 400 mm. Uvnitř objektu v podélném směru vystupují částečně nad úroveň základové desky stěny podzemního uzavřeného kanálu. Podzemní železobetonový monolitický kanál světlé šířky 1,60 m o celkové konstrukční výšce 2,60 m je 500 mm nad konstrukcí základové desky uvnitř objektu v nadzemní části uzavřen stropní deskou tl. 300 mm. Stěny podzemního kanálu jsou navrženy tl. 400 mm, stejně jako dno kanálu.

Konstrukce dna kanálu je ochráněna vrstvou prostého betonu tl. 100 mm. Pod základovou deskou tento vzduchový kanál pokračuje přes dilatační spáru pod sousední objekt SO 2405. Dilatační spára bude těsněná vnitřním dilatačním pásem. Uvnitř objektu nad konstrukcí základové desky jsou obě stěny kanálu opatřeny větracími otvory 500x200 mm. Podlaha objektu bude upravena spádovým betonem vyspádovaným ze středu nádrže směrem ke dvěma rohům, kde jsou navrženy odtokové jímky rozměrů 400x400 mm.

Nadzemní nádrž objektu bude vyplněna kúrou, která bude rozprostřena na plastovém roštu, a bude tvořit náplň biofiltru.

Základová spára objektu je předběžně uvažována na kótě 189,80 m nad Bpv, úroveň terénu bude přibližně ve výšce 191,30 m nad Bpv.

Podzemní část objektu tvoří nádrž. Jedná se o neizolovanou nádrž, kdy vodonepropustnost zajišťuje železobetonová konstrukce.

2.2 ZHODNOCENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ

Komplexní zhodnocení základových poměrů je součástí IGP průzkumu včetně geologické dokumentace sond, geologických řezů, hydrogeologických poměrů a podobně. Není účelem tohoto dokumentu informace znovu dokladovat. Níže jsou uvedeny důležité informace pro návrh řešeného objektu:

- Pro analýzu interakce stavby s podložím byla vybrána sonda J230, která byla modifikována podle předpokládaných podmínek in-situ. Úroveň říční terasy je uvažována ve výšce 186,55 m nad Bpv a báze neogenního jílu ve výšce 183,55 m nad Bpv.
- Úroveň ustálené hladiny podzemní vody je pro analýzu uvažována ve výšce 187,51 m nad Bpv.
- Agresivita prostředí z hlediska chemického působení vody na beton je v souladu s ČSN EN 206+A2 stanovena jako slabě agresivní chemické prostředí (XA1).
- Korozivní účinky bludných proudů na betonářskou výztuž jsou hodnoceny agresivitou prostředí ve stupni č. IV podle normy ČSN 03 8372, a to v dokumentu ČOV Modřice – Základní korozní průzkum. Stupeň ochranných opatření se podle Technických pravidel MD – TP-124 stanovuje na č. 4. Po dohodě s autorem průzkumu je pro železobetonové konstrukce požadován maximální průsak 30 mm podle ČSN EN 12390-8 a nominální

krytí výztuže betonem 40 mm. Při dodržení výše uvedených požadavků není požadováno svařování výztuže proti korozivním účinkům bludných proudů.

2.3 STAVEBNÍ JÁMA A ZAJIŠTĚNÍ SOUSEDNÍCH OBJEKTŮ

Předpokládá se provádění objektu ve svahované stavební jámě. Celé staveniště bude situováno do dočasné těsnicí jímky protínající vodonosné štěrky terasy. Návrh stavební jámy včetně zohlednění zajištění sousedních objektů a návrh těsnicí jímky pro celé staveniště jsou součástí samostatných dokumentů.

2.4 ZALOŽENÍ NAVRHOVANÝCH OBJEKTŮ

Založení objektu je navrženo jako plošné na základové desce na podkladním betonu a kluzné vrstvě. Základová spára podle inženýrsko geologického průzkumu spadá do prostředí navážek (případně do stávajících konstrukcí, které byly po zrušení užívání v podzemí ponechány). **Navážky nebo staré konstrukce budou odstraněny a nahrazeny hutněným štěrkovým polštářem až do úrovně štěrkové terasy.** V případě jiných geologických poměrů v základové spáře je nutné znovu posoudit a případně upravit návrh nosné konstrukce.

2.5 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ NAVRHOVANÝCH OBJEKTŮ

Objekt je navržen jako jeden dilatační celek. Veškeré pracovní spáry jsou v celém objektu řešeny jako těsněné.

Základová deska objektu je navržena tl. 400 mm z monolitického železobetonu třídy C 25/30, obvodové stěny tl. 300 mm jsou navrženy z monolitického železobetonu třídy C 25/30 stejně jako monolitická konstrukce podzemního vzduchového kanálu.

3 VLASTNOSTI POUŽITÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

beton třídy C 25/30:

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$$

beton třídy C 30/37:

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$E_{cm} = 33,0 \text{ GPa}$$

žebírková bet. výztuž jakosti B500 B:

$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$f_{uk} = 550,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$E_s = 210,0 \text{ GPa}$$

4 STANOVENÍ ZATÍŽENÍ

4.1 ZATŘÍDĚNÍ STAVBY DO TŘÍDY SPOLEHLIVOSTI

Nosné konstrukce všech objektů jsou zařazeny do třídy spolehlivosti RC2 podle ČSN 73 1208, dílčí součinitele nepříznivých zatížení se vynásobí součinitelem $K_{FI} = 1,1$.

4.2 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

4.2.1 VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE

Zatížení od vlastní tíhy nosné konstrukce je stanoveno výpočtem v tabulce.

	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kNm ⁻³]	Zatížení [kNm ⁻²]
Železobetonová základová deska	0,400	25,0	10,00
Spádová vrstva dna	0,200	23,0	4,60
Náplň do biofiltru	1,800	8,5	15,30
Celkem stálé $g_k =$			29,90

4.2.2 SPÁDOVÁNÍ DNA A BETONOVÉ PODLAHY

Spádový beton 23,0 kNm⁻³
 $g_k = 23,0 \text{ kNm}^{-3}$

4.3 NAHODILÁ ZATÍŽENÍ

4.3.1 UŽITNÉ – VODNÍ NÁPLŇ

Zatížení vodou s proměnnou hladinou
 $q_k = 10,0 \text{ kNm}^{-3}$

Hodnoty součinitelů Ψ_i
 $\Psi_0 = 1,0$ kombinační hodnota
 $\Psi_1 = 0,9$ častá hodnota
 $\Psi_2 = 0,8$ kvazistálá hodnota

Dílčí součinitele γ
Je dána maximální hloubka kapaliny a objemová tíha nejtěžší skladované kapaliny, proto je hodnota dílčího součinitele γ_F snížena z 1,50 na 1,35. V případě, že je zcela zřejmá maximální úroveň vodní hladiny, je použit dílčí součinitel $\gamma_w = 1,0$.

4.3.2 UŽITNÉ – ČISTÍRENSKÉ KALY

Zatížení vodou s proměnnou hladinou
 $q_k = 11,0 \text{ kNm}^{-3}$

BIOFILTR F SO 2406

Hodnoty součinitelů Ψ_i

 $\Psi_0 = 1,0$ kombinační hodnota

 $\Psi_1 = 0,9$ častá hodnota

 $\Psi_2 = 0,8$ kvazistálá hodnota

Dílčí součinitele γ

Je dána maximální hloubka kapaliny a objemová tíha nejtěžší skladované kapaliny, proto je hodnota dílčího součinitele γ_F snížena z 1,50 na 1,35. V případě, že je zcela zřejmá maximální úroveň vodní hladiny, je použit dílčí součinitel $\gamma_w = 1,0$.

4.3.3 UŽITNÉ – NÁPLŇ DO BIOFILTRŮ

Kategorie E

 $q_k = 8,5 \text{ kNm}^{-3}$

Hodnoty součinitelů Ψ_i

 $\Psi_0 = 1,0$ kombinační hodnota

 $\Psi_1 = 0,9$ častá hodnota

 $\Psi_2 = 0,8$ kvazistálá hodnota

Dílčí součinitele γ

Je dána maximální hloubka kapaliny a objemová tíha nejtěžší skladované kapaliny, proto je hodnota dílčího součinitele γ_F snížena z 1,50 na 1,35. V případě, že je zcela zřejmá maximální úroveň vodní hladiny, je použit dílčí součinitel $\gamma_w = 1,0$.

4.3.4 KLIMATICKÉ – SNÍH

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

 $s_k = 0,56 \text{ kPa}$ (podle interaktivní mapy) $< 0,70 \text{ kPa}$
 $s_k = 0,70 \text{ kPa}$

Hodnoty součinitelů $\Psi_{i,s}$

 $\Psi_0 = 0,5$ kombinační hodnota

 $\Psi_1 = 0,2$ častá hodnota

 $\Psi_2 = 0,0$ kvazistálá hodnota

4.3.5 KLIMATICKÉ – VÍTR

Vstupní údaje

Větrná oblast: Oblast II

Základní rychlost větru: $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Kategorie terénu: Kategorie II

Výška konstrukce: $h = 1,75 \text{ m nad terénem}$

Hodnoty součinitelů $\Psi_{i,s}$

 $\Psi_0 = 0,6$ kombinační hodnota

 $\Psi_1 = 0,2$ častá hodnota

 $\Psi_2 = 0,0$ kvazistálá hodnota

4.3.6 SOUSTŘEDĚNÁ A MÍSTNÍ – VODOROVNÉ ZATÍŽENÍ ZÁBRADLÍ A DĚLÍČÍCH STĚN

Vodorovné zatížení zábradlí

 $q_k = 2,0 \text{ kNm}^{-1}$

4.4 ZATÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM A PODZEMNÍ VODOU

4.4.1 TRVALÉ A DOČASNÉ NÁVRHOVÉ SITUACE

Stanovení zatížení konstrukcí zemním tlakem je provedeno v programu GEO. Hodnota výšky ustálené hladiny podzemní vody je uvažována na kótě 187,51 m nad Bpv. Pro výpočet MSÚ je účinek zatížení podzemní vodou vynásoben součinitelem $\gamma_f = 1,35$.

4.4.2 MIMOŘÁDNÁ SITUACE

Stanovení zatížení konstrukcí zemním tlakem je provedeno v programu 0. Maximální hodnota výšky hladiny podzemní vody je uvažována shodná s úrovní horní hrany stěny nádrže.

5 POSOUZENÍ STABILITY PROTI NADZVEDNUTÍ VZTLAKEM SO 2406 (BIOFILTR F)

V následující kapitole je provedeno posouzení stability objektu proti nadzvednutí vztlakem při trvalé a mimořádné návrhové situaci (povodeň do přelítí stěny nádrže).

ROZMĚRY BIOFILTRU F :

vnější půdorysné rozměry nadzemní části :	30,60 x 24,60 m
vnější půdorysné rozměry dna :	30,60 x 24,60 m
světlá výška stěn nádrží :	1,80 m
výška nadzemní části objektu :	1,20 m
rozměry konstrukcí	
podzemní nádrž - dno :	400 mm
- obvodové stěny - podélné :	300 mm
- příčné :	300 mm
kóta upraveného terénu:	191,30 m n.m.
kóta rostlého terénu:	191,30 m n.m.
kóta vrchu konstrukce :	192,50 m n.m.
kóta dna konstrukce - spodní líc :	190,30 m n.m.
- horní líc :	190,70 m n.m.
kóta hladiny podzemní vody : ustálená	187,51 m n.m.
kóta max. hladiny podzemní vody	192,50 m n.m.

TÍHA KONSTRUKCE :

podzemní nádrž :

součinitel zatížení : $\gamma_f = 0,9$

objemová tíha železobetonu : $\gamma_B = 25,0 \text{ kNm}^{-3}$

- dno : $G_{s1} = 30,60 \times 24,60 \times 0,40 \times 25,00 = 7527,60 \text{ kN}$

BIOFILTR F SO 2406

- kanál :	$G_{s2} = [2 \times (28,00 + 1,60) \times 2,60 - 2 \times 18 \times 0,5 \times 0,2] \times 0,40 \times 25,00 +$	
	$+ 28,00 \times 2,40 \times 0,30 \times 25,0 =$	2007,20 kN
- stěny :	$G_{s3} = [2 \times (30,6 + 24,0) \times 0,30] \times 1,80 \times 25,0 =$	1474,20 kN
		$G_{si} = 11009,00 \text{ kN}$
spád.beton dna:	$G_{s4} = (30,0 \times 24,0 - 28,0 \times 2,40) \times 0,10 \times 23,0 =$	1501,44 kN
- náplň do BF:	$G_{s5} = (30,0 \times 24,0 - 28,0 \times 2,40) \times 1,00 \times 8,50 =$	5548,80 kN
		$G_{si} = 18059,24 \text{ kN}$

Výpočtový odpor proti nadzvednutí vztlakem :

- před obsypáním nádrží :

$$U_{v1} = \Sigma(G_i \times \gamma_i) = (11009,00 + 7050,24) \times 0,9 = \underline{\underline{16253,32 \text{ kN}}}$$

Výslednice sil od extrémního zatížení vztlakem :

Ustálená hladina podzemní vody se nachází pode dnem podzemního vzduchového kanálu, takže nikterak neovlivní objekt biofiltru. Posoudíme stav při max. hladině podzemní vody.

Výška vodního sloupce :

$$h_v = 192,50 - 190,30 = \underline{\underline{2,20 \text{ m}}}$$

Zatížení vztlakem :

$$g_{vzt,s} = 10,0 \times 2,20 = 22,00 \text{ kNm}^{-2}$$

Plocha dna nádrže :

$$A = 30,60 \times 24,60 = 752,76 \text{ m}^2$$

Výslednice :

$$F_{vd} = g_{vzt,s} \cdot A = 752,76 \times 22,00 = \underline{\underline{16560,72 \text{ kN}}}$$

POSOUZENÍ STABILITY :

$$\gamma_u \cdot \gamma_k \cdot F_{vd} = 1,0 \times 1,0 \times 16560,72 = \underline{\underline{16560,72 \text{ kN}}} > \gamma_{stp} \cdot U_v = 1,00 \times 16253,32 = \underline{\underline{16253,32 \text{ kN}}}$$

STABILITNÍ PODMÍNKA NENÍ SPLNĚNA

Z uvedeného posouzení je zřejmé, že objekt biofiltru nevyhoví na hladinu vody na kótě horní hrany stěny konstrukce. Proto bude muset být v případě povodní zaplavován přes kanalizaci.

6 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

6.1 STANOVENÍ STUPNĚ Vlivu Prostředí a Třídy Betonu

6.1.1 ZÁKLADOVÁ DESKA

Vnitřní prostředí – nádrž

Povrch betonu vystavený dlouhodobému působení vody: XC2; Nádrže čistíren odpadních vod: XA1; Průsak z odvráceného líce: XRD;

Vnější prostředí

Povrch betonu vystavený dlouhodobému působení vody: XC2; Slabě agresivní chemické prostředí: XA1; Průsak z odvráceného líce (v místě nádrží): XRD;

Navržená pevnostní třída betonu C 25/30

6.1.2 OBVODOVÉ STĚNY 1.PP

Vnitřní prostředí – nádrž

Povrch betonu ve styku s vodou, který není zahrnut ve stupni vlivu prostředí XC2: XC4; Nádrže čistíren odpadních vod: XA1; Průsak z odvráceného líce: XRD;

Vnější prostředí

Povrch betonu vystavený dlouhodobému působení vody: XC2; Slabě agresivní chemické prostředí: XA1; Průsak z odvráceného líce (v místě nádrží): XRD;

Navržená pevnostní třída betonu C 25/30

6.2 STANOVENÍ NÁVRHOVÉ ŽIVOTNOSTI

Objekt má v souladu s požadavky normy ČSN 750250 stanovenou návrhovou životnost 50 let.

6.3 STANOVENÍ KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE

Uvažovaná životnost konstrukce 50 let – třída konstrukce S4, pro deskové konstrukce S3. Použití prvků vyztužených předpínací výztuží není uvažováno.

Přídavek na návrhovou odchylku (není-li u konkrétního prvku uvedeno jinak): $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

6.3.1 ZÁKLADOVÉ DESKY

Třída betonu a stupeň vlivu prostředí: C 25/30 XC2 XRD

Třída konstrukce: S3

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} = \max\{16; 25 + 0 - 0 - 0; 10\} = 20 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

Návrh: $c = 40 \text{ mm}$

6.3.2 SVISLÉ STĚNY 1.PP

Třída betonu a stupeň vlivu prostředí: C 25/30 XC4 XRD

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} = \max\{16; 30 + 0 - 0 - 0; 10\} = 30 \text{ mm}$$

BIOFILTR F SO 2406

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$$

Návrh: $c = 40 \text{ mm}$

6.4 NÁVRH TLOUŠTKY KONSTRUKCE ZÁKLADOVÉ DESKY A STĚN NÁDRŽE

Navrhovaný objekt biofiltru má půdorysný tvar obdélníka o vnějších půdorysných rozměrech 30,60 x 24,60 m. Světla výška stěn nádrže je 1,80 m.

6.4.1 VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL V ZÁKLADOVÉ DESCE

Základová deska se řeší jako obdélníková deska na pružném podkladu dle tabulek uveřejněných v publikaci Gorbunov – Posadov : Výpočet konstrukcí na pružném podkladu. Základová deska je dimenzovaná na účinky vlastní tíhy a užitných zatížení.

Předpokládá se zemina o modulu deformace : $E_0 = 36,0 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo - pro zeminu : $\nu_0 = 0,35$

- pro železobeton : $\nu_1 = 0,167$

Modul pružnosti betonu B30 (stanoven podle Gorbunova) : $E_1 = 24\,000 \text{ MPa}$

Rozměry :

tloušťka	$h = 400 \text{ mm}$
půdorys :	$30,60 \times 24,60 \text{ m}$
šířka pásu	$2L = 24,60 \text{ m}$

Zatížení ;

- vlastní tíha základové desky :	$g_{d1} = 29,90 \text{ kNm}^{-2}$
- přitížení vodou :	$g_w = 1,4 \cdot 10,0 = 14,00 \text{ kNm}^{-2}$
- celkem :	$q_k = 29,90 + 14,00 = 43,90 \text{ kNm}^{-2}$

šířka pásu $2L = 24,6 \text{ m}$

Moment setrvačnosti :

$$I = \frac{1}{12} b' h^3 = \frac{1}{12} 1,0 \cdot 0,40^3 = 0,00533 \text{ m}^4$$

Index ohebnosti pásu :

$$t = \frac{(1 - \nu_1^2) \pi \cdot E_0 \cdot b' \cdot L^3}{(1 - \nu_0^2) \cdot 4 E_1 I}$$

tvár upravíme dosazením za $I = \frac{1}{12} b' h^3$

$$t = 3 \pi \frac{(1 - \nu_1^2)}{(1 - \nu_0^2)} \cdot \frac{E_0 \cdot L^3}{E_b \cdot h^3} = 10,06923 \cdot \frac{36,0 \cdot 10,0^3}{24000 \cdot 0,40^3} = 236,0 > 10,0$$

$t > 10 \rightarrow$ pás lze považovat s dostatečnou přesností za nekonečně dlouhý a zařadí se do třídy **dlouhých pásů**

Charakteristika pásu :

$$L = h \sqrt[3]{\frac{E_1}{6 E_0}} = 0,40 \cdot \sqrt[3]{\frac{24000}{6 \cdot 36,0}} = 0,40 \cdot 4,81 = 1,92 \text{ m}$$

Pro rovnoměrné zatížení stanovíme ohybový moment podle tabulky č.47

Vzorce pro přechod od bezrozměrných hodnot diagramů k hodnotám skutečným :

pro rovnoměrné zatížení f_w : $M_q = M_q' \cdot b' L^2 q_{wd} = M_q' \cdot 1,0 \cdot 1,92^2 \cdot 43,90 = 161,83 M_q'$

$M_{qk} = 161,83 \cdot 0,21 = \mathbf{33,98 \text{ kNm}}$

6.4.2 STANOVENÍ TLOUŠŤKY ZÁKLADOVÉ DESKY

Návrh tloušťky podzemní konstrukce nádrží provedeme z podmínky omezení maximálního napětí v krajních tažených vláknech. Napětí nemá překročit střední hodnotu pevnosti betonu v tahu f_{ctm} (zamezení vzniku trhlin).

Předpokládá se pružné chování betonu; pro napětí v krajních vláknech platí vztahy ze stavební mechaniky:

$$\sigma = \frac{M}{W} \Rightarrow M = \sigma W$$

Za modul průřezu W pro obdélníkový průřez dosadíme (zjednodušeně jen betonový průřez, výztuž zanedbáme) :

$$W = \frac{1}{6} b \cdot h_s^2$$

a za mezní napětí střední tahovou pevnost betonu : $\sigma = f_{ctm}$

Pro moment na mezi vzniku trhlin platí (dosazujeme charakteristickou hodnotu) :

$$M_r = f_{ctm} \cdot W = f_{ctm} \cdot 1/6 b h_s^2 \Rightarrow h_s = \sqrt{\frac{M_d \cdot 6}{b \cdot f_{ctm}}}$$

Po dosazení do vzorce:

$$h_s = \sqrt{\frac{M_d \cdot 6}{b \cdot f_{ctm}}} = \sqrt{\frac{33,98 \cdot 6}{1,0 \cdot 2,6 \cdot 10^3}} = 0,30 \text{ m}$$

Navrhujeme tloušťku základové desky $h_s = 400 \text{ mm}$

7 PRŮMĚRNÉ NAMÁHÁNÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE

	zatížení charakteristické [kN]	γ_f	zatížení návrhové [kN]
Vlastní tíha prázdné nádrže včetně náplně:	18059,24	1,35	24379,97

Tíha vody v nádrži: $h_w = 1,40$ m

$$G_{w,s} = 30,0 \times 24,0 \times 1,40 \times 10,0 = 10080,00 \text{ kN}$$

	zatížení charakteristické [kN]	γ_f	zatížení návrhové [kN]
Vlastní tíha vody v jímce :	10080,00	1,35	13608,00

Úroveň základové spáry je navržena na kótě 189,80 m n.m. Základová spára v této úrovni bude tvořena navážkou charakteru písčité hlíny s úlomky pevné konzistence, kterou bude nutné nahradit zhutněným šterkovým polštářem min. tl. 400 mm. Tímto opatřením vylepšíme základové poměry pro založení této konstrukce a můžeme uvažovat pro potřeby posouzení základových poměrů bezpečně s tabulkovou výpočtovou únosností $R_{dt} = 150$ kPa,

$$p = \frac{24379,97 + 13608,00}{30,60 \times 24,60} = 50,46 \text{ kPa} < R_{dt,red} = 150 \text{ kPa} - \text{VYHOVUJE}$$

Z uvedeného je zřejmé, že zhutněný šterkový polštář tl. 400 mm je vhodnou základovou půdou pro založení objektu.

8 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY

Předběžný návrh a posouzení zajištění stavební jámy jsou zpracovány v samostatném dokumentu.

Vypracoval: Ing. Petr Holuša