


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

<div>Sweco Hydroprojekt a.s. Ústředí Praha</div> <div>Táborská 31, 140 16 Praha 4; praha@sweco.cz; www.sweco.cz</div>				<div>SWECO</div> <div></div>		
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	
<div>AKCE:</div> <div>Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice</div> <div>D 1 Dokumentace stavebních a inženýrských objektů,</div> <div>D.1.2 Stavebně konstrukční řešení</div>				ČÍSLO ZAKÁZKY	12 2127 01 01	
				STUPEŇ	DSP	
				FORMÁT	10x A4	
				ARCHIVNÍ ČÍSLO	005861/22/1	
ČÁST STAVBY	BIOFILTR H			SO/PS	SO 2408	
<div>PŘÍLOHA:</div> <div>STATICKÉ POSOUZENÍ</div>				ČÍSLO PŘÍLOHY	D1.2.2408.2	c
						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	6
4.1	Zatřídění stavby do třídy spolehlivosti	6
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 – dezodorizační jednotka	7
4.3.2	Klimatické – sníh	7
4.3.3	Klimatické – vítr	8
4.4	Zatížení zemním tlakem a podzemní vodou	8
5	Posouzení stability proti nadzvednutí vztlakem SO 2408 (Biofiltr H)	8
6	Předběžný návrh a posouzení železobetonových konstrukcí	8
6.1	Stanovení stupně vlivu prostředí a třídy betonu	8
6.1.1	Základová deska	8
6.2	Stanovení návrhové životnosti	8
6.3	Stanovení krycí vrstvy výztuže	8
6.3.1	Základové desky	8
6.4	návrh tloušťky konstrukce základové desky a stěn nádrže	9
6.4.1	Výpočet vnitřních sil v základové desce	9
6.4.2	Stanovení tloušťky základové desky	9
7	Předběžný návrh a posouzení zajištění stavební jámy	10

1 ZPRÁVA KE STATICKÉMU POSOUZENÍ

1.1 ÚVOD

Předmětem tohoto statického posouzení je předběžný návrh a posouzení nosné konstrukce základové desky objektu SO 2408 Biofiltr H 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 2408 Biofiltr H.

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 – Chrlice, v k. ú. Modřice.

Jedná se železobetonovou monolitickou základovou desku založenou mělce pod úroveň upraveného terénu na podkladní vrstvy.

Objekt obdélníkového tvaru má vnější půdorysné rozměry 2,5 x 2,0 m. Tloušťka základové desky je navržena 500 mm a je uložena na podkladním betonu tl. 100 mm, který je rozprostřen na štěrkovém podkladním polštáři tl. 300 mm po zhutnění. Podlaha bude upravena spádovou vrstvou betonu tl. 200 mm, která bude v krajní části vyspádovaná na terén. Kolem základu budou do pískového lože uloženy betonové dlaždice půdorysných rozměrů 500x500 mm.

Na betonovou podlahu bude uložena na 4 podpěrách o rozměru 120x120mm dezodorizační jednotka NX1940 o půdorysu 1600x1120 mm.

Základová spára objektu je předběžně uvažována na kótě 190,33 m nad Bpv, úroveň terénu bude přibližně ve výšce 191,13 m nad Bpv.

Podzemní část objektu je navržena jako základová deska. 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 v mělké 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. 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 min. tloušťky 300 mm.** 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.

Základová deska objektu je navržena tl. 500 mm z monolitického železobetonu třídy C 25/30.

3 VLASTNOSTI POUŽITÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

beton třídy C 25/30:

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

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

$$\gamma_c = 1,5$$

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

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	0,500	25,0	12,50
Spádová vrstva dna	0,200	23,0	4,60
Dezodorizační jednotka (1,60x1,12 m)	1,79 m ²	85,0 kN	47,43
Celkem stálé g_k =			64,53

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 – DEZODORIZAČNÍ JEDNOTKA

Kategorie E

Plocha jednotky: 1,60 x 1,12 = 1,79 m²

Hmotnost jednotky: 8500 kg = 85,00 kN

$q_k = 47,43 \text{ kNm}^{-3}$

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 KLIMATICKÉ – SNÍH

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

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

4.3.3 KLIMATICKÉ – VÍTR

Vstupní údaje

Větrná oblast: Oblast II

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

Kategorie terénu: Kategorie II

Výška konstrukce: $h = 1,75$ 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

4.4 ZATÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM A PODZEMNÍ VODOU

S Objekt je založen nad úrovní hladiny podzemní vody.

Hladina vody při povodni objekt nikterak neovlivní.

ohledem na povahu objektu a hloubku založení není nutné vyšetřovat.

5 POSOUZENÍ STABILITY PROTI NADZVEDNUTÍ VZTLAKEM SO 2408 (BIOFILTR H)

6 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

6.1 STANOVENÍ STUPNĚ VLIVU PROSTŘEDÍ A TŘÍDY BETONU

6.1.1 ZÁKLADOVÁ DESKA

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): $\Delta c_{dev} = 10$ mm

6.3.1 ZÁKLADOVÉ DESKY

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

Třída konstrukce: S3

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

BIOFILTR H SO 2408

20 mm

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

Návrh: $c = 40 \text{ mm}$

6.4 NÁVRH TLOUŠTKY KONSTRUKCE ZÁKLADOVÉ DESKY A STĚN NÁDRŽE

Základová deska má půdorysný tvar obdélníka o vnějších půdorysných rozměrech 2,50 x 2,00 m.

6.4.1 VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL V ZÁKLADOVÉ DESCE

Návrhové zatížení po dosazení :

$$f_d = 1,1 (1,35 \cdot 64,53 + 0 + 1,5 \cdot 2,00 + 0) = 99,13 \text{ kNm}^{-2}$$

Výpočet proveden z tabulek R.Bareše „Tabulky pro výpočet desek a stěn“. Dno je počítáno jako rovnoměrně zatížená deska po obvodě uložená (tab. 1.7)

$$\mu = 0,15, \quad \gamma = a/b = 2,00/2,50 = 0,8$$

$$M_{xs} = + 0,0611 \cdot 99,11 \cdot 2,00^2 = + 24,22 \text{ kNm}$$

$$M_{ys} = + 0,0269 \cdot 99,11 \cdot 2,50^2 = + 16,66 \text{ kNm}$$

6.4.2 STANOVENÍ TLOUŠTKY 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) :

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

Po dosazení do vzorce:

$$h_s = \sqrt{\frac{M_d \cdot 6}{b \cdot f_{ctm}}} = \sqrt{\frac{24,22 \cdot 6}{1,0 \cdot 2,6 \cdot 10^3}} = 0,24 \text{ m}$$

S ohledem na založení základové desky do nezámrazné hloubky navrhujeme tloušťku základové desky $h_s = 500 \text{ mm}$

7 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY

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

Vypracoval: Ing. Petr Holuša