


6			
5			
4			
3			
2	ČISTOPIS	06.01.2023	Ing. Kuba, Ph.D.
1	VERZE KE KONTROLE	07.12.2022	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	01/2023	
OBJEDNATEL	Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.			OKRES	BRNO	
AKCE: Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ D 1 Dokumentace stavebních a inženýrských objektů, D.1.2 Stavebně konstrukční řešení				ČÍSLO ZAKÁZKY	12 2127 01 02	
				STUPEŇ	DPS	
				FORMÁT	29x A4	
				ARCHIVNÍ ČÍSLO	008095/22/1	
ČÁST STAVBY	BIOFILTR F			SO/PS	SO 2406	
PŘÍLOHA: PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET				ČÍSLO PŘÍLOHY	D1.2.240	d
					6.2	1

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).

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
BIOFILTR F SO 2406	

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

strana

1	Zpráva ke statickému výpočtu	5
1.1	Úvod	5
1.2	Přehled použitých podkladů	5
1.3	Obsah dokumentace	5
1.4	Seznam použitých českých technických norem	5
1.5	Seznam použitých směrnic a předpisů	6
1.6	Seznam použitých programů	6
1.7	Seznam použité literatury	6
2	Konstrukční řešení	7
2.1	Celkový popis objektu	7
2.2	Zhodnocení základových poměrů	8
2.2.1	Úvod	8
2.2.2	Inženýrskogeologické poměry	8
2.2.3	Geotechnické vlastnosti zemin a hornin	9
2.2.4	Popis sond	9
2.3	Stavební jáma a zajištění sousedních objektů	10
2.4	Založení navrhovaných objektů	10
2.5	Konstrukční řešení navrhovaných objektů	11
3	Statický výpočet	12
3.1	Vlastnosti použitých stavebních materiálů	12
3.2	Stanovení zatížení	12
3.2.1	Zatřídění stavby do třídy spolehlivosti	12
3.2.2	Stálá zatížení	12
3.2.2.1	Vlastní tíha konstrukce	12
3.2.2.2	Spádování dna a betonové podlahy	12
3.2.3	Nahodilá zatížení	12
3.2.3.1	Užitné – vodní náplň	12
3.2.3.2	Užitné – čistírenské kaly	13
3.2.3.3	Užitné – Náplň do biofiltrů	13
3.2.3.4	Klimatické – sníh	13
3.2.3.5	Klimatické – vítr	13
3.2.3.6	Soustředěná a místní – vodorovné zatížení zábradlí a dělicích stěn	14
3.2.4	Zatížení zemním tlakem a podzemní vodou	14
3.2.4.1	Trvalé a dočasné návrhové situace	14
3.2.4.2	Mimořádná situace	14
3.3	Posouzení stability proti nadzvednutí vztlakem	14
3.4	návrh a posouzení železobetonových konstrukcí	16
3.4.1	Stanovení stupně vlivu prostředí a třídy betonu	16
3.4.1.1	Základová deska	16
3.4.1.2	Obvodové stěny	16
3.4.2	Stanovení návrhové životnosti	16
3.4.3	Stanovení krycí vrstvy výztuže	16
3.4.3.1	Základová deska	16
3.4.3.2	Svislé stěny	16
3.4.4	Obvodové stěny nádrže	17
3.4.4.1	Zatížení obvodové stěny	17
3.4.4.2	Výpočet vnitřních sil ve stěně	17

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

3.4.4.3	Dimenzování výztuže	20
3.4.5	Základová deska	22
3.4.6	Schéma vnějšího zatížení – příčný směr	23
3.4.7	Návrh výztuže dna.....	27
3.4.8	Posouzení průřezu dna	27
3.5	Průměrné namáhání v základové spáře	28

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

1 ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

1.1 ÚVOD

Předmětem tohoto podrobného statického výpočtu je návrh a posouzení nových nosných konstrukcí objektu SO 2406 Biofiltr F v rámci akce „Kalové hospodářství ČOV Brno–Modřice“ ve stupni projektové dokumentace pro provádění stavby v podrobnosti odpovídající projektové dokumentaci pro výběr zhotovitele, včetně použití metody BIM (dále jen DPS).

1.2 PŘEHLED POUŽITÝCH PODKLADŮ

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

Kalové hospodářství ČOV Brno – Modřice, architektonicko – stavební část dokumentace ve stupni DSP. Sweco Hydroprojekt a.s., Praha 2022, číslo zakázky 12 2127 01 01

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

ČOV Modřice – Základní korozní průzkum. JEKU s.r.o., Praha 2022, číslo zakázky 22–B–119

1.3 OBSAH DOKUMENTACE

V této části projektové dokumentace je řešena stavebně konstrukční (statická) část navrženého objektu SO 2406 Biofiltr F v rámci akce „**Kalové hospodářství ČOV Brno–Modřice**“ ve stupni projektové dokumentace pro provádění stavby v podrobnosti odpovídající projektové dokumentaci pro výběr zhotovitele, včetně použití metody BIM (dále jen DPS).

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 0 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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

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

M.I. Gorbunov – Posadov : Výpočet konstrukcí na pružném podkladu, SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1957

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 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. Základová deska objektu je založena pod úroveň terénu, její spodní hrana je na kótě 190,40 m n.m., tj. 1,25 m pod úroveň upraveného terénu.

Objekt obdélníkového tvaru má vnější půdorysné rozměry 30,60 x 24,60 m a konstrukční výšku 1,90 m. Nadzemní část objektu je po obvodě lemována obvodovou stěnou tl. 300 mm konstrukční výšky 1,90 m. S ohledem na založení objektu pod úroveň terénu, bude nadzemní část obvodových stěn objektu ukončena 1,05 m nad úroveň upraveného terénu. Základová deska je navržena tl. 400 mm. Uvnitř objektu vystupují v podélném směru částečně nad úroveň základové desky stěny podzemního uzavřeného kanálu. Podzemní železobetonový monolitický kanál světlé šířky 1,60 m o celkové konstrukční výšce 2,50 m je v nadzemní části uzavřen stropní deskou tl. 300 mm, jejíž horní líc je 700 mm nad konstrukcí základové desky uvnitř objektu na kótě 191,50 m n.m. Stěny podzemního kanálu jsou navrženy tl. 300 mm, stejně jako dno kanálu. V obou krajních částech objektu je uzavřený vzduchový kanál pod základovou deskou objektu a strop průběžného kanálu je její součástí. Tento kanál pod základovou deskou pokračuje do vedlejšího objektu SO 2405, kde plynule navazuje na průběžný podzemní kanál rozměrů 1,60 x 1,70 m. Podzemní vzduchový kanál má základovou desku tl. 300 mm a obvodové stěny tl. 300 mm. Horní hrana základové desky kanálu je na kótě 188,70 m n.m.

Konstrukce dna kanálu je ochráněna vrstvou prostého betonu tl. 100 mm. Vnitřní betonové povrchy kanálu jsou chráněny plastovou vystýlkou, která bude vložena před betonáží do bednění. Konstrukce podzemního vzduchového kanálu je v objektu ukončena dilatací a za dilatací pokračuje v objektu biofiltru E.

Uvnitř objektu biofiltru F budou nad konstrukcí základové desky obě stěny kanálu opatřeny v osové vzdálenosti 1,5 m větracími otvory 500x200 mm.

Základová deska objektu bude upravena spádovým betonem vyspádovaným ze středu nádrže směrem ke dvěma rohům, kde jsou navrženy guly. Před realizací podkladních vrstev bude položena odpadní roura DN160 s kolenem a svislou rourou. Ta se po betonáží základové desky zkrátí a ukončí gulou, která bude osazena do spádového betonu dna.

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

Základová spára objektu je předběžně uvažována na kótě 190,00 m n.m., úroveň upraveného terénu bude na kótě 191,65 m n.m.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

Podzemní část objektu je tvořena nádrží, která je založena nad ustálenou hladinou podzemní vody. Jedná se o neizolovanou nádrž, kdy vodonepropustnost zajišťuje železobetonová konstrukce.

2.2 ZHODNOCENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ

2.2.1 ÚVOD

Navrhovaný objekt je podle ČSN EN 1997-1 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí řazen do 2. geotechnické kategorie. Základové poměry jsou složité, přípovrchové vrstvy jsou do značné hloubky ovlivněny předchozí stavební činností a zároveň hladina podzemní vody dosahuje až do těchto přípovrchových vrstev. Pro návrh založení je postupováno v souladu se zásadami pro 2. geotechnickou kategorii. Do geotechnických výpočtů jsou potom podle doporučení IG průzkumu jako charakteristické použity hodnoty geotechnických vlastností uvedené v příslušné tabulce IG průzkumu.

2.2.2 INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

Inženýrskogeologické poměry v zájmovém prostoru jsou popsány na základě údajů získaných z realizovaných jádrových vrtů, penetračních sond a z vrtů archivních zpráv. Geologická stavba v prostoru uvažované výstavby je prezentována v sérii inženýrskogeologických řezů ve směru východ západ (A-A' až F-F') a ve směru sever jih (1-1' až 8-8'), které tvoří obsah přílohy závěrečné zprávy IGP.

Zájmový prostor, ležící v údolní nivě regulované řeky Svratky, má geologickou stavbu charakteristickou pro tuto oblast, jak je patrné z uvedených inženýrskogeologických řezů, pokrývajících v přibližně ortogonální síti celou oblast. Zároveň je přípovrchová část do hloubky i více než 5 m postižena antropogenními zásahy v podobě vestavěných konstrukcí stavebních objektů a s výstavbou spojenými terénními úpravami. Ze srovnání s archivními vrty vyplývá, že úroveň povrchu stávajícího terénu se oproti minulosti zvýšila cca o 1 m. Rovinný povrch zájmového území se v čase průzkumu nacházel v rozmezí 190,1 až 191,7 m n.m.

Předkvartérní podloží v celém prostoru zastihuje souvrství neogenního jílu, jehož mocnost je řádově minimálně v desítkách metrů a jeho povrch se nachází v celé oblasti v hloubce 7,3 až 10,5 m od povrchu stávajícího terénu (tj. v nadmořské výšce cca 180,4 až 184,1 m n.m.). V neogenních jílech byly ve vrtech HV211 a J203 ve východní části areálu zastíženy zvodnělé jemnozrnné jílovité písky o mocnosti až 1,2 m. Tyto vrstvy nejsou dle dosavadních poznatků průběžné, když tvoří uzavřené čočky. Z hlediska geotechnických vlastností jsou tyto dílčí polohy kvalitativně srovnatelné nebo i lepší a z toho důvodu nebyly vydělovány jako samostatný geotechnický typ.

V nadloží neogenních sedimentů je vyvinuto kvartérní souvrství údolní nivy tvořené štěrky, místy s málo mocnými písky na povrchu. Mocnost štěrkového souvrství se pohybuje v rozmezí 0,9 m ve vrtu J217 až 5,4 m, přičemž jeho povrch se nachází v nadmořských výškách 184,06 až 187,0 m n.m. a jeho báze v nadmořských výškách 181,81 až 183,92 m n.m. Nesoudržné písčité sedimenty v nadloží štěrku mají ověřenou mocnost 0,2 až 1,0 m, výjimečně až 1,5 m (vrt J209), přičemž, v některých částech úplně chybí. Toto souvrství je nasycené vodou a tvoří hlavní hydrogeologický kolektor v oblasti. Ustálená hladina podzemní vody zaznamenaná současným průzkumem tvoří souvislou kvartérní zvodeň ve fluvialních sedimentech v hloubce 3,1 až 4,3 m pod terénem, tj. v rozmezí 186,5 až 187,9 m n.m. Nadložní jílovitohlinita, téměř nepropustná poloha kvartérních sedimentů způsobuje její mírné napětí.

V nadloží klastických souvrství údolní nivy je vyvinuto souvrství soudržných zemin. Až 1,8 m mocné polohy plastičtějších jílu měkké až tuhé konzistence se nachází v hloubce 3,0 až 5,7 m

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

pod terénem (185,7 až 188,3 m n. m.). Na ně nasedá souvrství jílovitohlinité (mocné až 2,5 m), situované v úrovni 186,4 až 190,3 m n. m.

Souvrství soudržných kvartérních zemin je v oblasti bývalých, nyní asanovaných nádrží nahrazené souvrstvím navážek tvořených převážně soudržnými zeminami vyplňujícími prostory asanovaných nádrží. Nádrže se vyskytují na větší ploše zájmového prostoru. Současný průzkum měl také snahu ověřit bodově hloubku jejich založení a stav zrušených konstrukcí. Zvolená technologie jádrového vrtání neumožnila průnik skrze konstrukce z vysoce kvalitního železobetonu. Provrtat betonové dno nádrží a ověřit zeminu v podzákladí se tak podařilo pouze ve vrtu J230, kde byla zjištěna tloušťka betonového dna 80 cm s úrovní spodního líce 4,5 m pod terénem. V ostatních vrtech a sondách situovaných do půdorysu jednotlivých nádrží bylo vrtání ukončeno na povrchu betonu nebo v betonu po prvních metrech. Nicméně lze konstatovat, že úroveň zastiženého povrchu dna původních nádrží odpovídá archivním údajům. Mocnost navážek ověřená průzkumem činí 1,1 m až 5,2 m, jejich báze se nachází v nadmořské výšce 190,0 až 186,18 m nad mořem.

2.2.3 GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMIN A HORNIN

V následující tabulce jsou uvedeny základní geotechnické charakteristiky zemin a hornin, které se vyskytují v prostoru staveniště a přicházejí tak v úvahu jako základová půda.

Geologické prostředí	ČSN 731001 třída symbol		γ (kgm ⁻³)	ϕ_{ef} (°)	c_{ef} (kPa)	v	R_{dt} (kPa)	E_{def} (MPa)
Navážky , charakteru převážně hlíny prachovitoúpisčité, jílovité, ulehlé, konzistence pevné	F4	CS	1950	25	18	0,35		8,7
	F8	CH						
	F3	MS						
Jílovitoprachovitá zemina s příměsí písčité frakce, konzistence tuhá	F8	CH	1910	25	10	0,42		8,5
	F6	CI						
Jíly, prachovitopísčité jíly konzistence tuhá, případně měkká až tuhá	F8	CV/CH	1870	18	19	0,42		4,0
	F6	CI						
	F4	CS						
Jíly písčité, písčité hlína až jílovitý písek , středně ulehlý	F3	MS	1950	24,5	18	0,38		12,5
	F4	CS						
	S3	S-F						
	S4	SM						
Písčité a hlinitopísčité šterky s jemnozrnnou příměsí	G3	G-F	1900	32	0	0,25		80
	G4	GM						
Neogenní jíly vápnité konzistence tuhá a vysoká a velmi vysoká plasticita	F8	CV	1870	19	25	0,42		4
	F8	CH						

uvedené hodnoty R_{dt} jsou základní, platí pro hloubku založení 1 m a šířku základu 3 m, dále je třeba provést přepočet dle skutečné hloubky zakládání a šířky základu. S ohledem na 2. geotechnickou kategorii je uvádíme pouze pro orientaci.

2.2.4 POPIS SOND

V blízkosti objektu byla provedena sonda **J230** s těmito výsledky:

Sonda J230 (terén 191,05 m n.m.)

0,00 – 0,10 : **Hlina písčité, hnědá, pevná, s kořínky, drn;**

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

- 0,10 – 3,70 : **Navážka** charakteru **písčité hlíny** s úlomky, hnědá, s rezavým a černým smouhováním, ulehlá, vlhká, vápnitá, konzistence pevná, s drobnozrnnými poloopracovanými úlomky horniny do velikosti 5 cm, $I_c = 0,92$; F3 MS-Y
- 3,70 – 4,50 : **Beton**;
- 4,50 – 7,50 : **Štěrka s jemnozrnnou příměsí**, hnědý, středně ulehlý, zvodnělý, písčitá frakce jemno až hrubozrnná, poloopracované, zaoblené i poloostrohranné valouny horniny; G3 G-F
- 7,50 – 8,00 : **Jíl**, šedozelený, tuhý, **jíl s vysokou plasticitou** neogenní F8 CH

Hladina podzemní vody naražená: 4,50 m pod terénem

Hladina podzemní vody ustálená: 3,70 m pod terénem

2.3 STAVEBNÍ JÁMA A ZAJIŠTĚNÍ SOUSEDNÍCH OBJEKTŮ

Předpokládá se provedení objektu v mělké otevřené svahované stavební jámě do hloubky 1,65 m. Sklony svahů jsou navrženy v poměru 1:1. V místě podzemního vzduchového kanálu bude výkop prohlouben (půdorys 3,9x30,3 m, hl. 2,0 m). Výkop navazuje na severní straně na výkop pro sousední objekt SO 2405 Biofiltr E.

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. Objekty SO 2405 a SO 2406 budou s ohledem na jejich hloubku zakládány mimo dočasnou těsnicí jímku

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 ulehých navážek charakteru písčité hlíny pevné konzistence.

Plošné založení tohoto objektu bude provedeno mělce pod terénem v hloubce 1,65 m. Základová spára objektu bude vylepšena provedením štěrkového polštáře celkové tloušťky 300 mm po zhutnění, provedeným na urovnanou základovou spáru. Nejprve bude uložena vrstva tloušťky 150 mm hrubší štěrkodrti frakce 32/63 mm, na kterou se rozprostře druhá vrstva tloušťky 150 mm jemnější frakce kameniva 0/32 mm. Únosnost dobře zhutněného štěrkového polštáře zařazeného odhadem do třídy G3 G-F pro základ šířky větší 6,0 m lze stanovit hodnotou 500 kPa, střízlivěji (pod hladinou podzemní vody) hodnotou 300 kPa. Ve skutečnosti budou, s ohledem na tloušťku navrženého polštáře 300 mm, uvedené hodnoty o něco nižší.

Po zhutnění se provede statická zatěžovací zkouška dle ČSN 72 1006 – Kontrola zhutnění zemin a sypanin (prosinec 1998). Statický modul přetvárnosti je požadován $E_{def,2} > 50 \text{ MPa}$. Míra zhutnění se požaduje hodnotou poměru $E_{def,2}/E_{def,1} = 2,1$.

Ustálená hladina podzemní vody byla sondou J230 zastižena na kótě 187,35 m n.m., takže pod úrovní základové spáry, a konstrukci objektu biofiltru F nikterak neovlivní.

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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

průzkum“. Stupeň ochranných opatření se podle 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.

2.5 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 30/37 – XC2, XF3, XA1 (F.1.1), s omezeným průsakem do 30 mm podle ČSN EN 12 390-8, je předepsán cement s nízkým vývinem hydratačního tepla (typ LH podle ČSN EN 197-1). Základová deska bude vyztužena vázanou výztuží třídy B 500B navrženou na omezenou velikost šířky trhlin. Základová deska bude betonována na kluznou vrstvu položenou na hlazeném podkladním betonu. Kluzná vrstva bude tvořena dvěma vrstvami natupo stykovaných bitumenových pásů, které musí mít hmotnost minimálně 4 kg/m², a z toho obsah asfaltové substance nejméně 2,5 kg/m².

Založení objektu je navrženo jako plošné na základové desce na podkladním betonu a kluzné vrstvě. Základová spára podle IG průzkumu spadá do prostředí navážky charakteru písčité hlíny pevné konzistence, která bude částečně odstraněna a nahrazena hutněným štěrkovým polštářem minimální tloušťky 300 mm, případně postupovat dle textu v kapitole 2.3.

Obvodové stěny nadzemní části objektu jsou navrženy tloušťky 300 mm z monolitického železobetonu třídy C 30/37 – XC4, XF3, XA1 (F.1.1), s omezeným průsakem do 30 mm podle ČSN EN 12 390-8, je předepsán cement s nízkým vývinem hydratačního tepla (typ LH podle ČSN EN 197-1). Stěny budou vyztuženy vázanou výztuží třídy B 500B navrženou na omezenou velikost šířky trhlin.

Podzemní uzavřený kanál s tloušťkou dna i stěn 300 mm je navržen stejně jako základová deska objektu z monolitického železobetonu třídy C 30/37 – XC2, XF3, XA1 (F.1.1), s omezeným průsakem do 30 mm podle ČSN EN 12 390-8, je předepsán cement s nízkým vývinem hydratačního tepla (typ LH podle ČSN EN 197-1). Dno i stěny kanálu budou vyztuženy vázanou výztuží třídy B 500B navrženou na omezenou velikost šířky trhlin.

3 STATICKÝ VÝPOČET

3.1 VLASTNOSTI POUŽITÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

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:

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

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

$$\gamma_s = 1,15$$

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

3.2 STANOVENÍ ZATÍŽENÍ

3.2.1 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 $K_{FI} = 1,1$.

3.2.2 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.2.1 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

3.2.2.2 SPÁDOVÁNÍ DNA A BETONOVÉ PODLAHY

Spádový beton 23,0 kNm⁻³

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

3.2.3 NAHODILÁ ZATÍŽENÍ

3.2.3.1 UŽITNÉ – VODNÍ NÁPLŇ

Zatížení vodou s proměnnou hladinou

$$q_k = 10,0 \text{ kNm}^{-3}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

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 $\gamma_w = 1,0$.

3.2.3.2 UŽITNÉ – ČISTÍRENSKÉ KALY

Zatížení vodou s proměnnou hladinou

$q_k = 11,0 \text{ kNm}^{-3}$

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 $\gamma_w = 1,0$.

3.2.3.3 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 $\gamma_w = 1,0$.

3.2.3.4 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

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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

Hodnoty součinitelů $\Psi_{i,s}$

$\Psi_0 = 0,6$ kombinační hodnota

$\Psi_1 = 0,2$ častá hodnota

$\Psi_2 = 0,0$ kvazistálá hodnota

3.2.3.6 SOUSTŘEDĚNÁ A MÍSTNÍ – VODOROVNÉ ZATÍŽENÍ ZÁBRADLÍ A DĚLÍČÍCH STĚN

Vodorovné zatížení zábradlí

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

3.2.4 ZATÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM A PODZEMNÍ VODOU

3.2.4.1 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 $\gamma_f = 1,35$.

3.2.4.2 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.

3.3 POSOUZENÍ STABILITY PROTI NADZVEDNUTÍ VZTLAKEM

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 :	1,90 m
výška nadzemní části objektu :	1,05 m
rozměry konstrukcí	
podzemní nádrž - dno :	400 mm
- obvodové stěny - podélné :	300 mm
- příčné :	300 mm
kóta upraveného terénu:	191,65 m n.m.
kóta rostlého terénu:	191,65 m n.m.
kóta vrchu konstrukce :	192,70 m n.m.
kóta dna konstrukce - spodní líc :	190,40 m n.m.
- horní líc :	190,80 m n.m.
kóta hladiny podzemní vody : ustálená	187,51 m n.m.
kóta max. hladiny podzemní vody	192,70 m n.m.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
BIOFILTR F SO 2406	

TÍHA KONSTRUKCE :

podzemní nádrž :

součinitel zatížení : $\gamma_f = 0,9$

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

- dno : $G_{s1} = (30,60 \times 24,60 - 29,20 \times 1,60) \times 0,40 \times 25,00 = 7060,40 \text{ kN}$
- stěny : $G_{s2} = 2 \times (30,6 + 24,0) \times 0,30 \times 1,90 \times 25,0 = 1556,10 \text{ kN}$
- kanál nadzemní: $G_{s3} = (2,20 \times 29,50 + 2 \times 0,4 \times 29,5 + 1,6) \times 0,30 \times 25,0 = 675,75 \text{ kN}$
- kanál podzemní: $G_{s4} = [(4,10 \times 29,50 + 3 \times 1,7 \times 29,5 + (1,6 + 2 \times 1,3) \times 1,7 + 2,2 \times 1,3) \times 0,30 \times 25,0 = 2110,50 \text{ kN}$
 $G_{si} = 11402,75 \text{ kN}$

- spád.beton dna: $G_{s4} = [2 \times 15,0 \times (9,95 + 11,85) \times 0,15 \times 23,0 = 2256,30 \text{ kN}$
- náplň do BF: $G_{s5} = 30,0 \times 24,00 \times 1,00 \times 8,50 = 6120,00 \text{ kN}$
 $G_{si} = 19779,05 \text{ kN}$

Výpočtový odpor proti nadzvednutí vztlakem :

- před obsypáním nádrží :

$$U_{v1} = \Sigma(G_i \times \gamma_f) = 19779,05 \times 0,9 = \underline{\underline{17801,15 \text{ kN}}}$$

Výslednice sil od extrémního zatížení vztlakem :

Výška vodního sloupce :

$$h_v = 192,70 - 190,40 = \underline{\underline{2,30 \text{ m}}}$$

Zatížení vztlakem :

$$g_{vzt,s} = 10,0 \times 2,30 = 23,00 \text{ kNm}^{-2}$$

Plocha dna nádrže :

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

Výslednice :

$$F_{vd} = g_{vzt,s} \cdot A = 752,76 \times 23,00 = \underline{\underline{17313,48 \text{ kN}}}$$

POSOUZENÍ STABILITY (mimořádná situace):

$$\gamma_u \cdot \gamma_k \cdot F_{vd} = 1,0 \times 1,0 \times 17313,48 = \underline{\underline{17313,48 \text{ kN}}} < \gamma_{stp} \cdot U_v = 1,00 \times 17801,15 = \underline{\underline{17801,15 \text{ kN}}}$$

STABILITNÍ PODMÍNKA JE SPLNĚNA

Z uvedeného posouzení je zřejmé, že objekt biofiltru vyhoví při vystavení hladiny při povodni do úrovně horní hrany stěny konstrukce. Poté se bude voda přelévat přes hranu stěny nádrže.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
BIOFILTR F SO 2406	

3.4 NÁVRH A POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

3.4.1 STANOVENÍ STUPNĚ Vlivu prostředí a třídy betonu

3.4.1.1 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 30/37

3.4.1.2 OBVODOVÉ STĚNY

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; Beton značně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků: XF3; Slabě agresivní chemické prostředí: XA1; Průsak z odvráceného líce (v místě nádrží): XRD;

Navržená pevnostní třída betonu C 30/37

3.4.2 STANOVENÍ NÁVRHOVÉ ŽIVOTNOSTI

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

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

3.4.3.1 ZÁKLADOVÁ DESKA

Třída betonu a stupeň vlivu prostředí: C 30/37 XC2, XF3, XA1 (CZ, F.1.1.)

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: $c = 40 \text{ mm}$

3.4.3.2 SVISLÉ STĚNY

Třída betonu a stupeň vlivu prostředí: C 30/37 XC4, XF3, XA1 (CZ, F.1.1.)

Třída konstrukce: S4

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

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

Návrh: $c = 40 \text{ mm}$

3.4.4 OBVODOVÉ STĚNY NÁDRŽE

Navrhovaný objekt biofiltru má půdorysný tvar obdélníka o vnějších půdorysných rozměrech 30,6 x 24,6 m. Světlá výška stěn nádrží je 1,90 m.

Obvodové stěny jsou zatíženy hydrostatickým tlakem od náplně společně s vodorovným tlakem vyvozeným kůrou.

3.4.4.1 ZATÍŽENÍ OBVODOVÉ STĚNY

a) hydrostatický tlak vodní náplně

měrná tíha náplně : $\gamma_w = 10,0 \text{ kNm}^{-2}$

součinitel zatížení : $\gamma_{fw} = 1,35$

součinitel účelu : $\gamma_n = 1,1$

výška vodního sloupce : $h_w = 1,90 \text{ m}$

Vodní tlak v hloubce 1,90 m pod povrchem terénu (u dna) :

$$q_{wd} = 1,90 \cdot 11,0 \cdot 1,35 \cdot 1,1 = \mathbf{31,04 \text{ kNm}^{-2}}$$

$$q_{wk} = 1,90 \cdot 11,0 \cdot 1,1 = \mathbf{22,99 \text{ kNm}^{-2}}$$

b) hydrostatický tlak vyvozený sloupcem vody vystavené při povodni do úrovně zhlaví stěny nádrže

$h_w = 2,30 \text{ m}$

$$q_{wk} = 2,30 \cdot 11,0 \cdot 1,1 = \mathbf{27,83 \text{ kNm}^{-2}}$$

3.4.4.2 VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL VE STĚNĚ

a) Náplň nasycená vodou

Poměr délky k výšce stěny je číslo větší jak 2 ($25,6 : 1,90 = 13,5 > 2$ a $30,6 : 1,90 = 16,2 > 2$). Znamená to tedy, že nemůžeme vyšetřit vnitřní síly ve stěnách jako vnitřní síly v desce (limitní poměr je právě číslo 2).

Proto vyšetříme vnitřní síly v desce jako síly působící na konzole ve svislém směru:

Maximální moment na konzole bude:

$$M_{d,max} = - 1/6 \cdot q_{wd} \cdot L^2 = - 1/6 \cdot 31,04 \cdot 1,90^2 = \mathbf{- 18,68 \text{ kNm}}$$

Ohybový moment od náplně biofiltru nasycené vodou:

$$M_{d,max} = - 1/6 \cdot q_{w2d} \cdot L^2 = - 1/6 \cdot (8,50 + 11,50) \cdot 1,35 \cdot 1,1 \cdot 1,90^2 = \mathbf{- 17,87 \text{ kNm}}$$

Ohybový moment od hladiny vody vystavené do úrovně zhlaví stěny při povodni:

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
BIOFILTR F SO 2406	

$$M_{d,max} = - 1/6 \cdot q_{wk} \cdot L^2 = - 1/6 \cdot 27,83 \cdot 2,30^2 = - 24,54 \text{ kNm}$$

Pro ohybový moment ve vodorovném směru velmi dlouhé desky platí (tab. 1.48):

$$M_{xs} = - 0,0783 \cdot 27,83 \cdot 2,302^2 = - 11,53 \text{ kNm}$$

b) Klimatická zatížení

Projekt

Akce : ČOV Brno - Modřice
Část : SO 2405 - Biofiltr E
Popis : Zatížení větrem
Datum : 17.12.2022

Norma

Použita národní příloha pro Česko

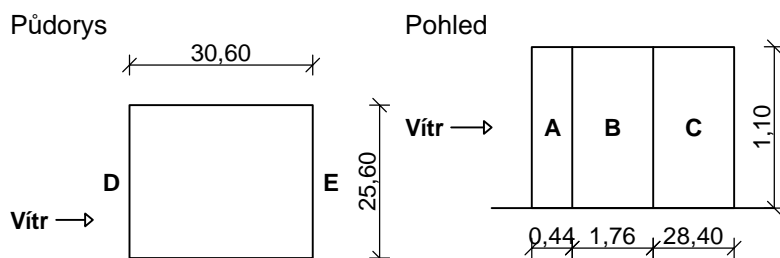
1 Protokol zatížení: Zatížení větrem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:	II
Rychlost větru $v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:	II
Referenční výška budovy z_e	= 1,10 m
Součinitel směru větru c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu ρ	= 1,250 kg/m ³
Součinitel orografie c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak q_p	= 0,56 kN/m ²
Součinitel zatížení γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe} A	= 39,00 m ²

Stěny pravoúhlého objektu - směr 1

Výška objektu $h = 1,10$ m
Délka objektu $d = 30,60$ m
Šířka objektu $b = 25,60$ m



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
[m]	A	B	C	D	E
1,00	-0,67 (-1,00)	-0,44 (-0,67)	-0,28 (-0,42)	0,33 (0,50)	-0,14 (-0,21)

Nedostatečná korelace tlaků uvažována koeficientem 0,85.

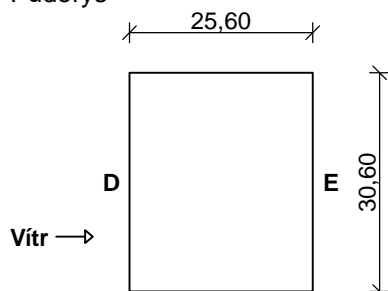
Stěny pravoúhlého objektu - směr 2

Výška objektu $h = 1,10$ m

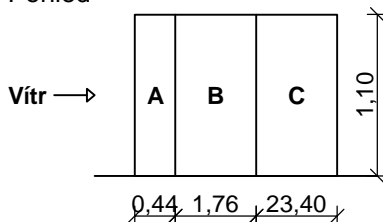
Délka objektu $d = 24,60$ m

Šířka objektu $b = 30,60$ m

Půdorys



Pohled



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
[m]	A	B	C	D	E
1,00	-0,67 (-1,00)	-0,44 (-0,67)	-0,28 (-0,42)	0,33 (0,50)	-0,14 (-0,21)

Nedostatečná korelace tlaků uvažována koeficientem 0,85.

Maximální moment na konzole bude:

$$M_{d,max} = -1/6 \cdot q_{vd} \cdot L^2 = -1/6 \cdot 1,00 \cdot 1,1 \cdot 1,10^2 = -0,22 \text{ kNm (nerozhoduje)}$$

2 Protokol zatížení: Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast:

Charakteristická hodnota zatížení $s_k = 0,70$ kN/m²

Typ krajiny: normální

Součinitel expozice $C_e = 1,00$

Tepelný součinitel $C_t = 1,00$

Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,50$

Tvar zastřešení: pultová střecha

Sklon střechy $\alpha = 0,1^\circ$

Konstrukční prvky je zabráněno sklouzávání sněhu ze střechy

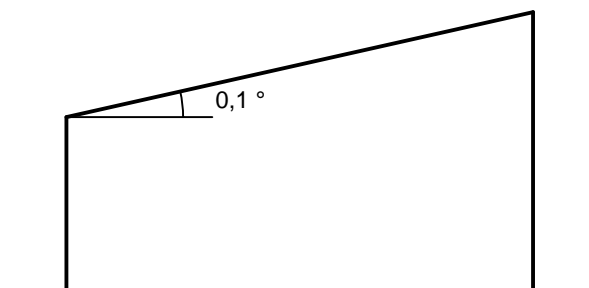
Tvarový součinitel $\mu_1 = 0,80$

Charakteristická hodnota zatížení (v závorce návrhová hodnota)

$$s_1 = 0,56 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,84 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$



$$0,56;(0,84) [\text{kN/m}^2]$$



Maximální moment od sněhu na zakrytí biofiltrů bude:

$$M_{d,\max} = - 1/8 \cdot q_{sd} \cdot L^2 = + 1/8 \cdot 0,84 \cdot 1,1 \cdot 1,90^2 = + 0,42 \text{ kNm}$$

$$M_{d,\max} = - 0,1205 \cdot q_{sd} \cdot L^2 = + 0,1205 \cdot 0,84 \cdot 1,1 \cdot 2,50^2 = + 6,36 \text{ kNm}$$

3.4.4.3 DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE

Návrh výztuže - svislá

- vnější povrch nade dnem:	6 Ø12/m	($A_2 = 6,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
- vnější povrch u dna:	6 Ø14/m	($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
- vnitřní povrch:	6 Ø12/m	($A_1 = 6,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

Návrh výztuže - vodorovná

- vnější povrch :	6 Ø12/m	($A_2 = 6,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
- vnitřní povrch :	6 Ø12/m	($A_1 = 6,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

Posouzení svislé výztuže

Posouzení průřezu bez započtení tlacené výztuže

výška průřezu : $h = 0,30 \text{ m}$,

šířka průřezu : $b = 1,000 \text{ m}$,

krytí výztuže : $d_1 = 0,04 + 0,006 = 0,046 \text{ m}$

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,30 - 0,046 = 0,254 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1,0 \cdot 0,8 \cdot 20,0} = 0,018451 \text{ m}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
BIOFILTR F SO 2406	

Kontrola přetvoření tažené výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,018451} (0,254 - 0,018451) = 44,68 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 44,68 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \text{- vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,254 - 0,4 \cdot 0,018451 = 0,247 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,247 = \mathbf{72,81 \text{ kNm}}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 72,81 \text{ kNm} > M_{Ed} = 24,54 \text{ kNm} \quad \text{- VYHOVUJE (33,7\%)}}$$

U dna je stěna vyztužena 6Ø14/m' ($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

Posouzení vodorovné výztuže

Posouzení průřezu bez započtení tlacené výztuže

výška průřezu : $h = 0,30 \text{ m}$,

šířka průřezu : $b = 1,000 \text{ m}$,

krytí výztuže : $d_1 = 0,04 + 0,012 + 0,006 = 0,058 \text{ m}$

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,30 - 0,058 = 0,242 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1,0 \cdot 0,8 \cdot 20,0} = 0,018451 \text{ m}$$

Kontrola přetvoření tažené výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,018451} (0,242 - 0,018451) = 42,41 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 42,41 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \text{- vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,242 - 0,4 \cdot 0,018451 \text{ m} = 0,234 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,234 = \mathbf{69,26 \text{ kNm}}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
BIOFILTR F SO 2406	

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 69,26 \text{ kNm} > M_{1,max} = 11,53 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (16,6\%)}}$$

Stěny šachty vyztužíme při obou površích ve svislém směru 6Ø12/m' (u dna u vnějšího povrchu 6Ø14/m'), ve vodorovném směru při obou površích 6Ø12/m'.

3.4.5 ZÁKLADOVÁ DESKA

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 $2L = 24,60 \text{ m}$

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 $I = \frac{1}{12} b' h^3$

$$t = 3 \pi \frac{(1 - \nu_1^2)}{(1 - \nu_0^2)} \cdot \frac{E_0 \cdot L^3}{E_b \cdot h^3} = 10,06923 \cdot \frac{36,0 \cdot 12,3^3}{24000 \cdot 0,40^3} = 439,2 > 10,0$$

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

Při $t > 50$ počítáme statické hodnoty diagramů pro rovnoměrné zatížení též podle schématu nekonečně dlouhého pásu (tab.47)

Charakteristika pásu :

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

Zatížení :,

- vlastní tíha základové desky : $g_{d1} = 29,90 \text{ kNm}^{-2}$
- přitížení vodou : $g_w = 1,15 \cdot 10,0 = 11,50 \text{ kNm}^{-2}$
- přitížení sněhem : $q_{sk} = 0,84 \text{ kNm}^{-2}$
- celkem : $q_k = 29,90 + 11,50 + 0,84 = 42,24 \text{ kNm}^{-2}$

3.4.6 SCHÉMA VNĚJŠÍHO ZATÍŽENÍ – PŘÍČNÝ SMĚR

1.ZS – Nádrž naplněná uvnitř vodou a kůrou

zatížení :

zatížení náplní : $f_{wd} = 1,15 \cdot 10,0 + 8,5 = 20,00 \text{ kNm}^{-2}$

vlastní tíha stěn :

- Nadzemní žebet. stěna: rozměry:

délka stěny	$L = 30,60 \text{ m}$
tloušťka stěny	$t_1 = 300 \text{ mm}$
výška stěny	$h = 1,90 \text{ m}$

Obvodová stěna P₁, P₂

Nadzemní betonová část $0,30 \cdot 1,90 \cdot 25,0 \cdot 1,35 \cdot 1,1 = 21,16 \text{ kNm}^{-1}$

CELKEM **21,16 kNm⁻¹**

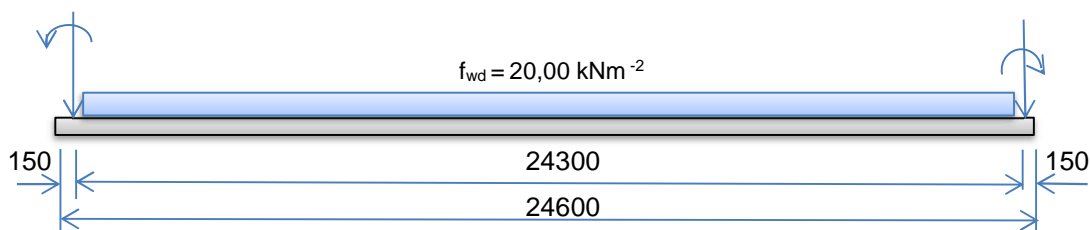
ohybový moment v patě od náplně: $M_{w1} = -18,68$ - $17,87 = -36,55 \text{ kNm}$, $M_{w2} = 36,55 \text{ kNm}$,

Přítížení od konstrukce vzduchového kanálu ve výpočtu zanedbáme.

Schéma :

$P_1 = 21,16 \text{ kN}$
 $M_{w2} = -36,55 \text{ kNm}$

$P_2 = 21,16 \text{ kN}$
 $M_{w2} = 36,55 \text{ kNm}$



Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

Celková redukovaná délka pásu :

$$\lambda = \frac{2l}{L} = \frac{24,6}{1,92} = 12,8$$

Stanovíme poměrné vzdálenosti působišť osamělých břemen od levého konce pásu a zaokrouhlujeme tyto vzdálenosti na sudý počet desetin :

$$\alpha_1 = \frac{0,15}{1,92} = 0,08 \approx 0,0$$

$$\alpha_2 = \frac{24,45}{1,92} = 12,73 \approx 12,8$$

Celková délka pásu : $2L = 12,8 \cdot 1,92 = 24,6 \text{ m}$

Vzorce pro přechod od bezrozměrných hodnot diagramů k hodnotám skutečným :

pro rovnoměrné zatížení f_w : $M_{fw} = M_{fw}' \cdot b \cdot L^2 q_{wd} = M_{fw}' \cdot 1,0 \cdot 1,92^2 \cdot 20,00 = 73,73 M_{f'}$

pro zatížení osamělým břemenem: $M_{P1} = M_{P1}' \cdot L \cdot P_1 = M_{P1}' \cdot 1,92 \cdot 21,16 = 40,63 M_{P'}$

$M_{P2} = M_{P2}' \cdot L \cdot P_2 = M_{P2}' \cdot 1,92 \cdot 21,16 = 40,63 M_{P'}$

pro zatížení ohybovým momentem: $M_{M1} = M_{M1}' \cdot M_1 = M_{M1}' \cdot 36,55$

Příčný směr – 1.ZS

x	ξ_1	ξ_2	M_{fw}'	M_{P1}'	M_{P2}'	M_{m1}'	M_{m2}'	M_{fw}	M_{P1}	M_{P2}	M_{m1}	M_{m2}	ΣM
0,0	0,0		0,00	0,0		0,00		0,00	0,00		0,00		0,00
0,8	0,4		0,03	-0,25		0,90		2,21	-10,16		-32,90		-40,85
1,2	0,6		0,06	-0,30		0,81		4,42	-12,19		-29,61		-37,38
1,9	1,0		0,12	-0,32		0,60		8,85	-13,00		-21,93		-26,08
2,7	1,4		0,16	-0,29		0,42		11,80	-11,78		-17,78		-17,76
3,5	1,8		0,18	-0,25		0,28		13,27	-10,16		-10,23		-7,12
4,2	2,2		0,20	-0,19		0,17		14,75	-7,72		-6,21		-0,82
5,0	2,6		0,21	-0,14		0,09		15,48	-5,69		-3,29		6,50
5,8	3,0		0,21	-0,10		0,04		15,48	-4,06		-1,46		9,96
6,6	3,4		0,21	-0,07		0,01		15,48	-2,84		-0,37		12,27
7,2	3,8		0,21	-0,05		-0,01		15,48	-2,03		0,37		13,82
8,0	4,2		0,21					15,48					15,48
8,8	4,6		0,21					15,48					15,48
9,6	5,0		0,21					15,48					15,48
10,4	5,4		0,21					15,48					15,48
11,2	5,8		0,21					15,48					15,48
12,0	6,2		0,21					15,48					15,48

12,7	6,6		0,21					15,48					15,48
13,4	7,0		0,21					15,48					15,48
14,2	7,4		0,21					15,48					15,48
15,0	7,8		0,21					15,48					15,48
15,7	8,2		0,21					15,48					15,48
16,5	8,6		0,21					15,48					15,48
17,3	9,0	3,8	0,21		-0,05		-0,01	15,48		-2,03		-0,37	13,08
18,0	9,4	3,4	0,21		-0,07		0,01	15,48		-2,84		0,37	13,01
18,8	9,8	3,0	0,21		-0,10		0,04	15,48		-4,06		1,46	12,88
19,5	10,2	2,6	0,21		-0,14		0,09	15,48		-5,69		3,29	13,08
20,4	10,6	2,2	0,20		-0,19		0,17	14,75		-7,72		6,21	13,24
21,2	11,0	1,8	0,18		-0,24		0,28	13,27		-9,75		10,23	13,75
21,9	11,4	1,4	0,16		-0,29		0,42	11,80		-11,78		15,35	15,37
22,7	11,8	1,0	0,12		-0,32		0,60	8,85		-13,00		21,93	17,78
23,4	12,2	0,6	0,06		-0,30		0,81	4,42		-12,19		29,61	21,84
24,2	12,6	0,2	0,03		-0,16		0,97	2,21		-6,50		35,45	31,16
24,6	12,8	0,0	0,00		0,0		0,0	0,00		0,00		0,00	0,00

2.ZS – Nádrž prázdná, působí hydrostatický tlak při povodni

zatížení :

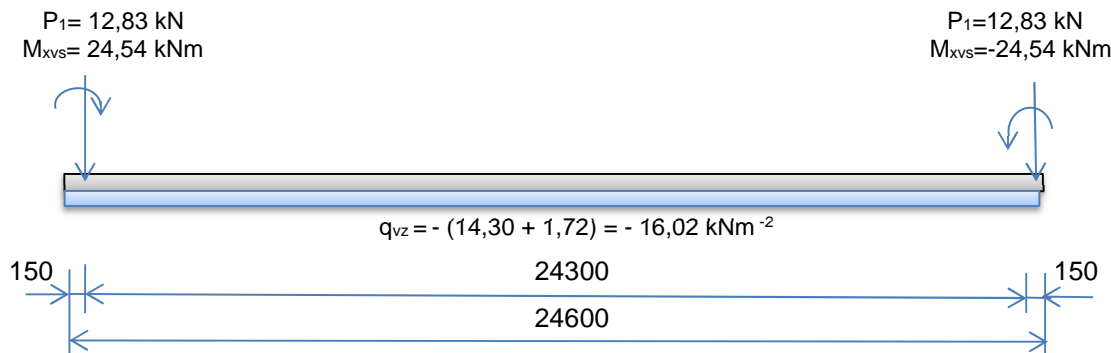
Vlastní tíha stěn : $P_1 = 0,30 \cdot 1,90 \cdot 25,0 \cdot 0,9 = 12,83 \text{ kN/m}$

Zatížení vztlakem : $q_{vz} = 2,30 \cdot 10,0 \cdot 1,1 - 0,40 \cdot 25,0 \cdot 1,1 = 14,30 \text{ kNm}^{-2}$

Reakce zeminy : $q_R = 2 \cdot 21,16 : 24,60 = 1,72 \text{ kNm}^{-2}$

ohybový moment v patě od vztlaku: $M_{dw,max} = - 24,54 \text{ kNm}$

Schéma :



Vzorce pro přechod od bezrozměrných hodnot diagramů k hodnotám skutečným :

pro rovnoměrné zatížení f_w : $M_{fw} = M_{fw}' \cdot b' L^2 q_{wd} = M_{fw}' \cdot 1,0 \cdot 1,92^2 \cdot (-16,02) = -59,06 M_{f'}$

pro zatížení osamělým břemenem: $M_{P1} = M_p' \cdot L \cdot P_1 = M_p' \cdot 1,92 \cdot 12,83 = 24,63 M_p'$

$M_{P2} = M_p' \cdot L \cdot P_2 = M_p' \cdot 1,92 \cdot 12,83 = 24,63 M_p'$

pro zatížení ohybovým momentem: $M_{M1} = M_{M1}' \cdot M_1 = M_{M1}' \cdot 24,54$

Příčný směr – 2.ZS

X	ξ_1	ξ_2	M_{fw}'	M_{P1}'	M_{P2}'	M_{m1}'	M_{m2}'	M_{fw}	M_{P1}	M_{P2}	M_{m1}	M_{m2}	ΣM
0,0	0,0		0,00	0,0		0,00		0,00	0,00		0,00		0,00
0,8	0,4		0,03	-0,25		0,90		-1,77	-6,16		22,09		14,16
1,2	0,6		0,06	-0,30		0,81		-3,54	-7,39		19,88		8,95
1,9	1,0		0,12	-0,32		0,60		-7,09	-7,88		14,72		-0,25
2,7	1,4		0,16	-0,29		0,42		-9,45	-7,14		10,31		-6,28
3,5	1,8		0,18	-0,25		0,28		-10,63	-6,16		6,87		-9,92
4,2	2,2		0,20	-0,19		0,17		-11,81	-4,68		4,17		-12,32
5,0	2,6		0,21	-0,14		0,09		-12,40	-3,45		2,21		-13,64
5,8	3,0		0,21	-0,10		0,04		-12,40	-2,46		0,98		-13,88
6,6	3,4		0,21	-0,07		0,01		-12,40	-1,72		0,25		-13,87
7,2	3,8		0,21	-0,05		-0,01		-12,40	-1,23		-0,25		-13,88
8,0	4,2		0,21					-12,40					-12,40
8,8	4,6		0,21					-12,40					-12,40
9,6	5,0		0,21					-12,40					-12,40
10,4	5,4		0,21					-12,40					-12,40
11,2	5,8		0,21					-12,40					-12,40
12,0	6,2		0,21					-12,40					-12,40
12,7	6,6		0,21					-12,40					-12,40
13,4	7,0		0,21					-12,40					-12,40
14,2	7,4		0,21					-12,40					-12,40
15,0	7,8		0,21					-12,40					-12,40
15,7	8,2		0,21					-12,40					-12,40
16,5	8,6		0,21					-12,40					-12,40
17,3	9,0	3,8	0,21		-0,05		-0,01	-12,40		-2,03		-0,37	-14,80
18,0	9,4	3,4	0,21		-0,07		0,01	-12,40		-2,84		0,37	-14,87
18,8	9,8	3,0	0,21		-0,10		0,04	-12,40		-4,06		1,46	-15,00
19,5	10,2	2,6	0,21		-0,14		0,09	-12,40		-5,69		3,29	-14,80

20,4	10,6	2,2	0,20		-0,19		0,17	-11,81		-7,72		6,21	-13,32
21,2	11,0	1,8	0,18		-0,24		0,28	-10,63		-9,75		10,23	-10,15
21,9	11,4	1,4	0,16		-0,29		0,42	-9,45		-11,78		15,35	-5,88
22,7	11,8	1,0	0,12		-0,32		0,60	-7,09		-13,00		21,93	1,84
23,4	12,2	0,6	0,06		-0,30		0,81	-3,54		-12,19		29,61	13,88
24,2	12,6	0,2	0,03		-0,16		0,97	-1,77		-6,50		35,45	27,18
24,6	12,8	0,0	0,00		0,0		0,0	0,00		0,00		0,00	0,00

3.4.7 NÁVRH VÝZTUŽE DNA

Dolní povrch:	- kratší směr	6 Ø 14/m'	($A_1 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
	- delší směr	6 Ø 14/m'	($A_1 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
Horní povrch :	- kratší směr	6 Ø 14/m'	($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
	- delší směr	6 Ø 14/m'	($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

3.4.8 POSOUZENÍ PRŮŘEZU DNA

Dolní povrch : **6Ø14/m'** $A = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ C30/37

$$M_{Ed} = M_{d2} = - 31,16 \text{ kNm}$$

výška průřezu : $h = 0,40 \text{ m}$,

šířka průřezu : $b = 1,000 \text{ m}$,

krytí výztuže : $d_1 = 0,04 + 0,007 = 0,047 \text{ m}$

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,40 - 0,047 = 0,354 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1,0 \cdot 0,8 \cdot 20,0} = 0,025109 \text{ m}$$

Kontrola přetvoření tažené výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,025109} (0,354 - 0,025109) = 45,85 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 45,85 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \textbf{- vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Sweco Hydroprojekt a.s.

27 (29)

ČÍSLO ZAKÁZKY: 12 2127 01 02
ARCHIVNÍ ČÍSLO: 008095/22/1

VERZE: d
REVIZE: 1

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,354 - 0,4 \cdot 0,025109 = 0,344 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,344 = \mathbf{138,18 \text{ kNm}}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 138,18 \text{ kNm} > M_{xvs} = 31,16 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (22,6\%)}}$$

Horní povrch : **6Ø14/m'** $A = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ C30/37

$$M_{Ed} = M_{d1} = - 40,85 \text{ kNm}$$

výška průřezu : $h = 0,40 \text{ m}$,

šířka průřezu : $b = 1,000 \text{ m}$,

krytí výztuže : $d_1 = 0,04 + 0,007 = 0,047 \text{ m}$

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,40 - 0,047 = 0,354 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1,0 \cdot 0,8 \cdot 20,0} = 0,025109 \text{ m}$$

Kontrola přetvoření tažené výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,025109} (0,354 - 0,025109) = 45,85 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 45,85 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \mathbf{- \text{vyhovuje}}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,354 - 0,4 \cdot 0,025109 = 0,344 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,344 = \mathbf{138,18 \text{ kNm}}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 138,18 \text{ kNm} > M_{xvs} = 40,85 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (30,0\%)}}$$

Výztuž v delším směru není nutné posuzovat.

3.5 PRŮMĚRNÉ NAMÁHÁNÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE

Tíha vody v nádržích včetně kůry : $h_w = 1,80 \text{ m}$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2406.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2406 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

BIOFILTR F SO 2406

$$G_{w.s} = 30,0 \times 24,0 \times 1,80 \times 10,0 + 30,0 \times 24,0 \times 1,00 \times 8,5 = 19080,00 \text{ kN}$$

	zatížení charakteristické [kN]	γ_f	zatížení návrhové [kN]
Vlastní tíha vody v nádržích :	19080,00	1,35	25758,00

Celková tíha objektu :

	zatížení charakteristické [kN]	γ_f	zatížení návrhové [kN]
Tíha nádrže:	13659,05	1,35	18439,72
Vlastní tíha vody v nádržích :	19080,00	1,35	25758,00
TÍHA OBJEKTU CELKEM :	32739,05		44197,72

Úroveň základové spáry je navržena na kótě 190,00 m n.m. Základová spára zastihuje podloží prezentované ulehlostí navážkou charakteru písčité hlíny s úlomky třídy F3 MS-Y. Základová spára se bude nacházet nad úrovní hladiny podzemní vody. Modul přetvárnosti E_{def} se bude pohybovat okolo 8,7 MPa.

Základová spára objektu bude vylepšena provedením šterkového polštáře celkové tloušťky 300 mm po zhutnění, provedeným na urovnanou základovou spáru. Nejprve bude uložena vrstva tloušťky 150 mm hrubší šterkodrti frakce 32/63 mm, na kterou se rozprostře druhá vrstva tloušťky 150 mm jemnější frakce kameniva 0/32 mm. Únosnost dobře zhutněného šterkového polštáře zařazeného odhadem do třídy G3 G-F pro základ šířky větší 6,0 m lze stanovit hodnotou 500 kPa, střízlivěji (pod hladinou podzemní vody) hodnotou 300 kPa. Ve skutečnosti budou, s ohledem na tloušťku navrženého polštáře 300 mm, uvedené hodnoty o něco nižší.

$$p = \frac{44197,72}{30,60 \times 24,60} = 58,71 \text{ kPa} < R_{dt} = 300,00 \text{ kPa} - \text{VYHOVUJE}$$

Z uvedeného posouzení je zřejmé, že základová spára objektu je dostatečně únosná pro založení objektu biofiltru.

Vypracoval: Ing. Petr Holuša

Praha, prosinec 2022