


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

<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	01/2023	
OBJEDNATEL	Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.			OKRES	BRNO	
<div>AKCE:</div> <div>Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice</div> <div>D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ</div>				ČÍSLO ZAKÁZKY	12 2127 01 02	
				STUPEŇ	DPS	
				FORMÁT	30x A4	
ČÁST STAVBY				ARCHIVNÍ ČÍSLO	008118/22/1	
				SO/PS	SO 2300	
<div>PŘÍLOHA:</div> <div>PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET</div>				ČÍSLO PŘÍLOHY	D1.2.230	f
					0.2	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	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300	

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

strana

1	Zpráva ke statickému výpočtu	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
1.8	Geologické poměry	5
1.8.1	Geotechnické vlastnosti zemin a hornin	6
1.8.2	Popis sond	6
1.9	Stavební jáma a zajištění sousedních objektů	8
1.10	Založení navrhovaných objektů	8
1.11	Konstrukční řešení navrhovaných objektů	9
1.12	Zásady statického řešení	9
1.13	Stručný popis konstrukce	10
2	Statický výpočet šachet	12
2.1	Materiály	12
2.2	Monolitická šachta 8_S30	12
2.2.1	Stropní deska	12
2.2.1.1	Zatížení desky	12
2.2.1.1.1	Zatížení stálé	12
2.2.1.1.2	Zatížení proměnné	12
2.2.1.1.3	Statické působení	13
2.2.1.2	Dimenzování výztuže	13
2.2.2	Stěny	14
2.2.2.1	Zatížení stěn	14
2.2.2.2	Výpočet vnitřních sil	23
2.2.2.3	Dimenzování výztuže	24
2.2.3	Dno	26
2.2.3.1	Zatížení	26
2.2.3.2	Výpočet statických veličin	27
2.2.3.3	Dimenzování výztuže	27
2.3	Podzemní Vzduchový kanál	28
2.3.1	Úvod	28
2.3.2	Zatížení	28
2.3.3	Posouzení výztuže	28
2.3.3.1	Stropní deska	28
2.3.3.2	Stěny	29
2.3.3.3	Dno	30

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

1 ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

1.1 ÚVOD

Předmětem tohoto statického výpočtu je návrh a posouzení rozměrů a výztuže železobetonových konstrukcí podzemní kanalizační šachty 8_S30 a podzemní železobetonové konstrukce vzduchového kanálu 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 2300 Spojovací potrubí 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 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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

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

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

1.8 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologické poměry byly ověřeny Inženýrskogeologickým a hydrogeologickým průzkumem vypracovaným firmou GEOTest, a.s. v červnu roku 2017.

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 jsou obsahem 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 zastiheny zvodnělé jemnozrnné jílovité písky o mocnosti až 1,2 m. Tyto vrstvy nejsou dle dosavadních poznatků průběžné, když jsou uzavřeny ččkami. Z hlediska geotechnických vlastností jsou tyto dílčí polohy kvalitativně srovnatelné nebo i lepší, a z tohoto důvodu nebyly uvedeny jako samostatný geotechnický typ.

V nadloží neogenních sedimentů je vyvinuto kvartérní souvrství údolní nivy tvořené šterky, místy s málo mocnými písky na povrchu. Mocnost šterkového 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 šterků 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 jílovitohlinité, 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 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.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

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.

1.8.1 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)	ν	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.

1.8.2 POPIS SOND

V blízkosti objektu šachty byla provedena sonda **J209** s těmito výsledky:

Sonda J230 (terén 191,45 m n.m.)

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

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

- 0,10 – 1,10 : **Navážka charakteru jílu s vysokou plasticitou** – hlíny jílovité se štěrkem, hnědá, stmelená, mírně zavlhlá, konzistence velmi pevná, slídnatá, vápnitá, poloostrohranné úlomky horniny do průměru 0,5 cm (5-10%), $I_c = 1,1$, $I_{cr} = 0,96$; F8 CHY
- 1,10 – 1,70 : **Navážka charakteru jílu písčitého – hlíny písčité se štěrkem**, hnědá, stmelená, mírně zavlhlá, konzistence velmi pevná, slídnatá, vápnitá, poloostrohranné úlomky horniny do průměru 7 cm (5-10%); F4 CSY
- 1,70 – 2,80 : **Hlína jílovitá**, sytě hnědá, pevná, vápnitá, jíl se střední plasticitou; F6 CI
- 2,80 – 3,40 : **Hlína, tmavě hnědá**, konzistence pevná, vrstevnatá, jíl se střední plasticitou; F6 CI
- 3,40 – 4,00 : **Hlína jílovitá**, šedohnědá, tuhá, vápnitá (s hojnými cicváry), jíl se střední palasticitou; F6 CI
- 4,00 – 4,20 : **Hlína se střední plasticitou**, hnědá, tuhá, písčitá frakce jemnozrnná; $I_c = 0,93$; F6 CI
- 4,20 – 5,70 : **Písek hlinitý**, rezavošedohnědý, středně ulehlý, vlhký, písčitá frakce jemnozrnná; S4 SM
- 5,70 – 8,20 : **Štěr s příměsí jemnozrnné zeminy**, šedohnědý, středně ulehlý, zvodnělý, písčitá frakce jemně až hrubozrnná, poloopracované valouny převážně průměru 0,5 – 3,0 cm, max. 8 cm; G3 G-F
- 8,20 – 9,00 : **Jíl, zelenošedý**, tuhý k bázi tuhý až pevný, vápnitý, jíl s vysokou plasticitou, neogenní; F8 CH

Hladina podzemní vody naražená: 4,00 m pod terénem

Hladina podzemní vody ustálená: 4,10 m pod terénem

V blízkosti objektu vzduchového kanálu byla provedena sonda **J217** s těmito výsledky:

Sonda J217 (terén 191,36 m n.m.)

- 0,00 – 0,10 : **Hlína tmavě hnědá**, tuhá, s kořínky, drn; F8 CHY
- 0,10 – 0,50 : **Navážka charakteru hlíny jílovité**, hnědá, kyprá, vlhká F8 CHY
- 0,50 – 2,00 : **Navážka charakteru hlíny jílovité se štěrkem**, hnědá s tmavě hnědým smouhováním, ulehlá, vlhká, konzistence pevná, vápnitá, s drobnozrnnými poloopracovanými, poloostrohrannými úlomky cihel, betonu, horniny, s proplátky tmavě hnědé hlíny jílovité; F8 CHY
- 2,00 – 3,00 : **Navážka charakteru hlíny jílovité** s úlomky betonu a štěrku, hnědá s tmavě hnědým smouhováním, ulehlá, vlhká, konzistence tuhá až pevná, vápnitá, s drobnozrnnými poloopracovanými, poloostrohrannými úlomky cihel, betonu, horniny do průměru 0,5 cm, v hloubce 2,1 m, 7 cm úlomek betonu F8 CHY
- 3,00 – 4,00 : **Jílovitá hlína až prachovitý jíl, s vysokou plasticitou**, sytě hnědý, s tmavě hnědým a šedým smouhováním, tuhý, $I_c = 0,9$; F8 CH
- 4,00 – 5,00 : **Hlína jílovitá**, tmavě hnědošedá, tuhá až pevná, s příměsí organických částic, jíl se střední plasticitou; F6 CI
- 5,00 – 5,70 : **Jíl s velmi vysokou plasticitou**, tmavě šedý se světle šedým smouhováním, tuhý až měkký, $I_c = 0,64$; F8 CV
- 5,70 – 6,40 : **Písek jílovitý až jíl písčitý**, tmavě šedý, středně ulehlý, zvodnělý, písčitá frakce jemně až střednozrnná; S4 SM
- 6,40 – 7,30 : **Štěr s jemnozrnnou příměsí**, šedohnědý, středně ulehlý, zvodnělý, písčitá frakce jemně až hrubozrnná, polozaoblené valouny průměru do 5 cm; G3 G-F

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

7,30 – 8,00 : **Jíl, zelenošedý**, tuhý až pevný, jíl s velmi vysokou plasticitou, neogenní;

F8 CV

Hladina podzemní vody naražená: 4,20 m pod terénem

Hladina podzemní vody ustálená: 4,10 m pod terénem

1.9 STAVEBNÍ JÁMA A ZAJIŠTĚNÍ SOUSEDNÍCH OBJEKTŮ

Objekt kanalizační šachty 8_S30 bude proveden v těžní šachtě navržené tak, aby splňovala veškeré požadované normy pro ČPHZ a zároveň byl v co nejmenší míře minimalizován stavební zábor. Její rozměry vycházejí z minimálních rozměrů pro takové dílo a z požadavků na minimální rozměry pro podzemní objekt spojný a revizní šachty na kanalizaci z hlediska budoucího provozu a užívání celé kanalizační sítě.

Těžní šachta, navržená ve tvaru rovnoramenného lichoběžníka půdorysných rozměrů 5,33 m v nejdelší části a 3,30 m na protilehlé rovnoběžné straně s bočními stěnami délky 3,145 m. Šachta bude po výšce zajištěna vodorovnými výztužnými rámy navrženými z válcovaných ocelových profilů I č. 240 a předrážené pažení. Na povrchu se na silniční panely osadí úvodní ohlubňový rám ze svařence tvořeného vždy dvojicí válcovaných profilů U 300. Na tento rám se budou zavěšovat ostatní rámy. První rám bude osazen v úrovni max. 0,8 m pod terénem, další rámy se budou osazovat v osově vzdálenosti max. 1,0 m. Při výstavbě je třeba operativně reagovat na skutečné geologické podmínky a v případě potřeby při viditelné deformaci rámu vzdálenost rámu zmenšit, nebo vložit další rám. Pažení se navrhuje z ocelových pažnic UNION jako předrážené, při příznivé geologii může být změněno na zátažné. Vzhledem k předpokládané nepříznivé geologii musí být dočasná výztuž – rámy a pažnice – do horniny (zeminy) dokonale uklínovány, nadvylomy se ihned vyplní zakládkou z rubaniny, v případě sypkého materiálu bude použita geotextilie pro utěsnění.

Objekt vzduchového kanálu bude proveden v otevřené svahované stavební jámě. Sklony jednotlivých svahů jsou navrženy v poměru 1:1. Hloubka výkopů se bude pohybovat okolo 3,40 m. Dle provedených sond v blízkosti trasy vzduchového kanálu (sondy J219 a HV218) se bude ustálená hladina podzemní vody pohybovat v hloubce 4,10 m (na kótě 187,28 m n.m.), tedy cca 0,80 m pod základovou spárou objektu vzduchového kanálu.

1.10 ZALOŽENÍ NAVRHOVANÝCH OBJEKTŮ

Založení objektu monolitické šachty je navrženo jako plošné na základové desce na podkladním betonu. Základová spára podle IG průzkumu spadá do prostředí středně uhlého hlinitého písku pod hladinou podzemní vody. Ta se bude během stavebních prací zčerpávat z čerpací jímky umístěné ve stavební šachtě mimo obvod objektu,

Založení objektu vzduchového kanálu je navrženo jako plošné na základové desce na podkladním betonu a kluzné vrstvě. Základová spára podle inženýrsko geologického průzkumu spadá do prostředí jílovité hlíny až prachovitého jílu tuhé konzistence nad ustálenou hladinou podzemní vody.

Plošné založení tohoto objektu bude provedeno na podkladních vrstvách šterku tl. 200 mm z kameniva frakce 0/32 mm a podkladního betonu C12/15 tl. 100 mm.

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

Ustálená hladina podzemní vody byla sondou J217 zastižena na kótě 187,26 m n.m., takže pod úrovní základové spáry, a konstrukci objektu vzduchového kanálu nikterak neovlivní.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300	

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 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.

1.11 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ NAVRHOVANÝCH OBJEKTŮ

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

Základová deska šachty je navržena tl. 400 mm z monolitického železobetonu třídy C 30/37 – XC2, 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 trhlín.

Obvodové stěny šachty jsou navrženy tloušťky 400 mm z monolitického železobetonu třídy C 30/37 – XC2, 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 trhlín.

Stropní deska šachty je navržena tl. 300 mm z monolitického železobetonu třídy C 30/37 – XC4, XA3 (F.1.1), s omezeným průsakem do 20 mm podle ČSN EN 12 390-8, je předepsán cement s nízkým vývinem hydratačního tepla (typ LH podle ČSN EN 197-1). Stropní deska bude vyztužena vázanou výztuží třídy B 500B navrženou na omezenou velikost šířky trhlín. Minimální výška krytí bude 30 mm. Pracovní spáry mezi dnem a stěnou, pracovní spáry ve stěnách a spáry mezi stěnou a stropem budou provedeny jako těsněné. Těsnění bude provedeno elastomerným PVC páskem. Poloha pracovních spár se může přizpůsobit podmínkám a zvyklostem dodavatele stavební části.

1.12 ZÁSADY STATICKÉHO ŘEŠENÍ

Zatížení konstrukce bylo stanoveno podle ČSN EN 1990 s přihlédnutím k ČSN 75 0250 a ČSN 72 1208, které požadavky Eurokódů upřesňují.

Účinky zatížení konstrukcí jsou stanoveny v souladu s ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních konstrukcí a dále v souladu s ČSN EN 1991-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží.

Podle ČSN EN 1992-3 jsou kanalizační objekty (šachty) zařazeny do třídy nepropustnosti 1, podle ČSN 75 0905 do skupiny „c“.

Podle ČSN 75 0250 jsou objekty na kanalizaci zařazeny do třídy spolehlivosti R2. Pro tuto třídu norma stanoví součinitel $K_{FI} = 1,1$. Pro dočasné a trvalé návrhové situace se dílčí součinitele nepříznivých zatížení γ_F vynásobí tímto součinitelem. Pro stálá zatížení byl uvažován součinitel zatížení hodnotou 1,35 pro nepříznivé a 1,0 pro příznivé působení, pro proměnná zatížení byl uvažován součinitel zatížení hodnotou 1,5.

Zatížení svislé i vodorovné bylo uvažováno jako zatížení rovnoměrné. Na povrchu bylo uvažováno nahodilé pohyblivé zatížení dle ČSN 736203 jako zatěžovací třída A hodnotou $q_k = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$ (účinky od plánované tramvajové dopravy jsou příznivější). Rozhodující zatížení s

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

nejméně příznivými účinky bylo stanoveno zatížení čtyřnápravovým vozidlem a součinitel zatížení $\gamma_f = 1,5$.

Zemní tlak byl stanoven jako klidový zemní tlak podle ČSN 73 0037 za předpokladu zásypem zeminou typu písčité hlína s objemovou hmotností $18,0 \text{ kN/m}^3$ a Poissonovým číslem 0,35. Součinitel zatížení byl stanoven hodnotou 1,35. (resp. 1,0).

Výpočet zemního tlaku na konstrukci byl proveden programem GEO s uvažovanými fyzikálně mechanickými parametry zemin a hornin (normové hodnoty) jednotlivých geotechnických poloh stanovenými v inženýrsko-geologickém průzkumu.

Obvodové stěny podzemních částí jednotlivých objektů jsou zatíženy vodorovným zemním tlakem s přitížením na povrchu uvažovaným jako zatížení od pohyblivého dopravního zařízení vně šachty, které se při výpočtu zemního tlaku nahrazuje účinkem náhradního rovnoměrného zatížení hodnotou $v_n = 10,00 \text{ kNm}^{-2}$ se součinitelem zatížení 1,5.

Výpočet obvodových stěn šachty je proveden pro dvě návrhové situace:

1.ZS - šachta je naplněná vodou na provozní hladinu, zemní tlak nepůsobí.

2.ZS - šachta je prázdná a po vnějším obvodu působí tlak zeminy. Současně je uvažováno přitížení stavebními stroji na povrchu terénu hodnotou $v_n = 10,0 \text{ kNm}^{-2}$.

Dno šachty je zatíženo rovnoměrně rozloženým vztlakem od veškerého svislého zatížení přenášeného stěnami.

Nosné betonové konstrukce jsou navrženy v souladu s ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby a v souladu s ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

1.13 STRUČNÝ POPIS KONSTRUKCE

Nová šachta 8_S30 je součástí spojení nového systému domácí kanalizace od sušáren na stávající kanalizační stoce vejčitého profilu 700/1050. Šachta je v těsné blízkosti stávajícího kolektoru. Tomu bude přizpůsoben postup výstavby.

Konstrukce šachty má tvar nepravidelného šestiúhelníka o hlavních rozměrech $2,70 \text{ m} \times 1,90 \text{ m}$, celková výška železobetonové konstrukce je $3,60 \text{ m}$. Tvar konstrukce je dán prostorovými požadavky na šachtu, která se nachází v oblouku vejčitého profilu. Napojení nové domácí kanalizace bude do dna šachty.

Objekt je navržen jako monolitická železobetonová šachta z konstrukčního betonu C30/37 vyztuženého při obou površích vázanou výztuží. Stupně vlivu prostředí pro stěny šachty tl. 400 mm jsou XC2, XA1 (CZ, F.1.1). Stupně vlivu prostředí pro dno šachty tl. 400 mm jsou XC2, XA1 (CZ, F.1.1). Stropní deska šachty tl. 300 mm je navržena ze železobetonu konstrukční třídy C30/37 se stupni vlivu prostředí XC4, XA3 (CZ, F.1.1), s betonovým prefabrikovaným vstupním komínem. Minimální výška krytí bude 40 mm . Pracovní spáry mezi dnem a stěnou, pracovní spáry ve stěnách a spáry mezi stěnou a stropem budou provedeny jako těsněné. Těsnění bude provedeno elastomerným PVC páskem. Poloha pracovních spár se může přizpůsobit podmínkám a zvyklostem dodavatele stavební části.

V desce je navržen kruhový vstupní otvor průměru 800 mm . Na povrch terénu bude šachta provedena prefabrikovanými šachtovými skružemi DN800 mm, horní skruž bude přechodová $800/600 \text{ mm}$ s vyrovnávacím prstencem a uzavřená typovým litinovým kruhovým poklopem DN600, D400.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

Monolitický betonový podzemní kanál pro odvod vzduchu má vnitřní profil 1600/1600 mm; tloušťka stěn, dna a stropu je 300 mm. Na dně kanálu je navržena spádová vrstva betonové mazaniny tl. 100 mm. Vnitřní povrch bude opatřen plastovou vystýlkou vloženou do bednění.

Objekt je navržen jako monolitická železobetonová liniová uzavřená konstrukce z konstrukčního betonu C25/30 vyztuženého při obou površích vázanou výztuží. Základová deska vzduchového kanálu je navržena tl. 300 mm z monolitického železobetonu třídy C 25/30 – XC3, 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 trhlín.

Obvodové stěny vzduchového kanálu jsou navrženy tloušťky 300 mm z monolitického železobetonu třídy C 25/30 – XC3, 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 trhlín.

Stropní deska vzduchového kanálu je navržena tl. 300 mm z monolitického železobetonu třídy C 25/30 – XC3, XF1 (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). Stropní deska bude vyztužena vázanou výztuží třídy B 500B navrženou na omezenou velikost šířky trhlín. Minimální výška krytí bude 30 mm. Pracovní spáry mezi dnem a stěnou, pracovní spáry ve stěnách a spáry mezi stěnou a stropem budou provedeny jako těsněné. Těsnění bude provedeno elastomerným PVC páskem. Poloha pracovních spár se může přizpůsobit podmínkám a zvyklostem dodavatele stavební části.

Materiál musí splňovat podmínky na vodotěsnost a odolnost proti agresivitě chemického prostředí. Na dno výkopu se provede štěrkopískové lože (frakce 32-63) tl. 200 mm hutněné na min. hodnotu $ID > 0,8$ uloží podkladní betonová mazanina v tl. 100 mm z prostého betonu C12/15.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

2 STATICKÝ VÝPOČET ŠACHET

2.1 MATERIÁLY

Beton C 30/37:	charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa},$
	uvažován součinitel spolehlivosti betonu	$\gamma_c = 1,5$
	návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}$
	střední pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Ocel B 500B :	modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
	charakteristická pevnost výztuže v tahu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa},$
	uvažován součinitel spolehlivosti beton. výztuže	$\gamma_s = 1,15$
	návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti beton. výztuže		$E_s = 200 \text{ GPa},$
		$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 434,78 / 200 = 2,17 \text{ ‰}$

2.2 MONOLITICKÁ ŠACHTA 8_S30

2.2.1 STROPNÍ DESKA

Stropní deska tl. 300 mm, max. půdorysných rozměrů (2700 – 4000) x 2400 mm

2.2.1.1 ZATÍŽENÍ DESKY

2.2.1.1.1 Zatížení stálé

	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kNm ⁻³]	Zatížení [kNm ⁻²]
Železobetonová stropní deska	0,300	25,0	7,50
Zásyp zeminou	1,320	18,0	23,76
Konstrukce vozovky	0,400	22,0	8,80
Celkem stálé $g_k =$			40,06

2.2.1.1.2 Zatížení proměnné

Nahodilé krátkodobé zatížení od dopravy na povrchu

Zatížení dopravou – třída A :

$$\text{Roznášení v hloubce } H = 1,72 \text{ m : } a = 3,30 + 2 H \cdot \tan 30^\circ = 5,286 \text{ m}$$

$$b = 3,80 + 2 H \cdot \tan 30^\circ = 5,786 \text{ m}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

Přetížení v hloubce H :

$$q_D = \frac{4 \cdot 200,0}{a \cdot b} = \frac{800,0}{5,286 \times 5,786} = 26,16 \text{ kNm}^{-2}$$

Návrhové zatížení stropní desky (MSÚ)

Jedná se o trvalou návrhovou situaci pro posouzení mezního stavu únosnosti, pro které je

$$\gamma_G = 1,35; \quad \gamma_Q = 1,50; \quad K_{FI} = 1,1$$

Návrhové zatížení po dosazení :

$$f_d = 1,1 (1,35 \cdot 40,06 + 0 + 1,5 \cdot 26,16 + 0) = \mathbf{102,65 \text{ kNm}^{-2}}$$

2.2.1.1.3 Statické působení

Strop je navržen z monolitické desky tl. 300 mm po obvodě uložené na stěnách. Vnitřní síly stanovíme z tabulek pro po obvodě uloženou desku (tab. č.1.7). Světlost šachty je $1,26 + 2 \times 0,15 = 1,56 \text{ m}$.

$$a = 1,56 + 0,40 = 1,96 \text{ m}; \quad b = 3,00 + 0,40 = 3,40 \text{ m} \Rightarrow \gamma = a/b = 1,96 / 3,40 = 0,58 \Rightarrow 0,60$$

$$M_{xs} = +0,0857 \cdot 102,65 \cdot 1,96^2 = \mathbf{+ 33,79 \text{ kNm}}$$

$$5M_{ys} = +0,0131 \cdot 102,65 \cdot 3,40^2 = \mathbf{+ 15,54 \text{ kNm}}$$

S ohledem na značné nadloží nad stropní deskou bude namáhán v místě nad podporou (stěnou) i horní povrch desky momentem, který stanovíme pro případ, že deska je po obvodě vetknutá (tab.č.1.12)

$$M_{xs} = +0,0378 \cdot 102,65 \cdot 1,96^2 = \mathbf{+ 14,89 \text{ kNm}}$$

$$M_{xvs} = -0,0794 \cdot 102,65 \cdot 1,96^2 = \mathbf{- 31,28 \text{ kNm}}$$

$$M_{ys} = +0,0046 \cdot 102,65 \cdot 3,40^2 = \mathbf{+ 5,46 \text{ kNm}}$$

$$M_{yvs} = -0,0296 \cdot 102,65 \cdot 3,40^2 = \mathbf{- 35,12 \text{ kNm}}$$

S ohledem na vstupní otvor DN800 mm uvažíme ohybový moment jako na vetknutém nosníku:

$$M_{\max} = 1/12 \cdot 102,65 \cdot 1,96^2 = \mathbf{32,86 \text{ kNm}}$$

2.2.1.2 DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE

Návrh výztuže

- dolní povrch :	6 Ø14/m'	($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$) – v obou směrech
- horní povrch :	6 Ø14/m'	($A_1 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$) – v obou směrech

Posouzení výztuže

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

Posouzení průřezu bez započtení tlačené výztuže

výška průřezu : $h = 0,30 \text{ m}$,

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

krytí výztuže : $d_1 = 0,03 + 0,007 = 0,037 \text{ m}$

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,30 - 0,037 = 0,263 \text{ m}$

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:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,025109} (0,263 - 0,025109) = 33,16 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 33,16 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \text{- vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,263 - 0,4 \cdot 0,025109 = 0,253 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,253 = 101,62 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 101,62 \text{ kNm} > M_{1,max} = 33,79 \text{ kNm} \quad \text{- VYHOVUJE (33,3\%)}}$$

S ohledem na otvor ve stropní desce a na trhliny navrženou výztuž ponecháme.

2.2.2 STĚNY

Stěny šachty jsou navrženy v tl. 400 mm.

2.2.2.1 ZATÍŽENÍ STĚN

Výpočet zemních tlaků na konstrukci

Vstupní data

Projekt

Akce : Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice

Část : SO 2300 - Spojovací potrubí

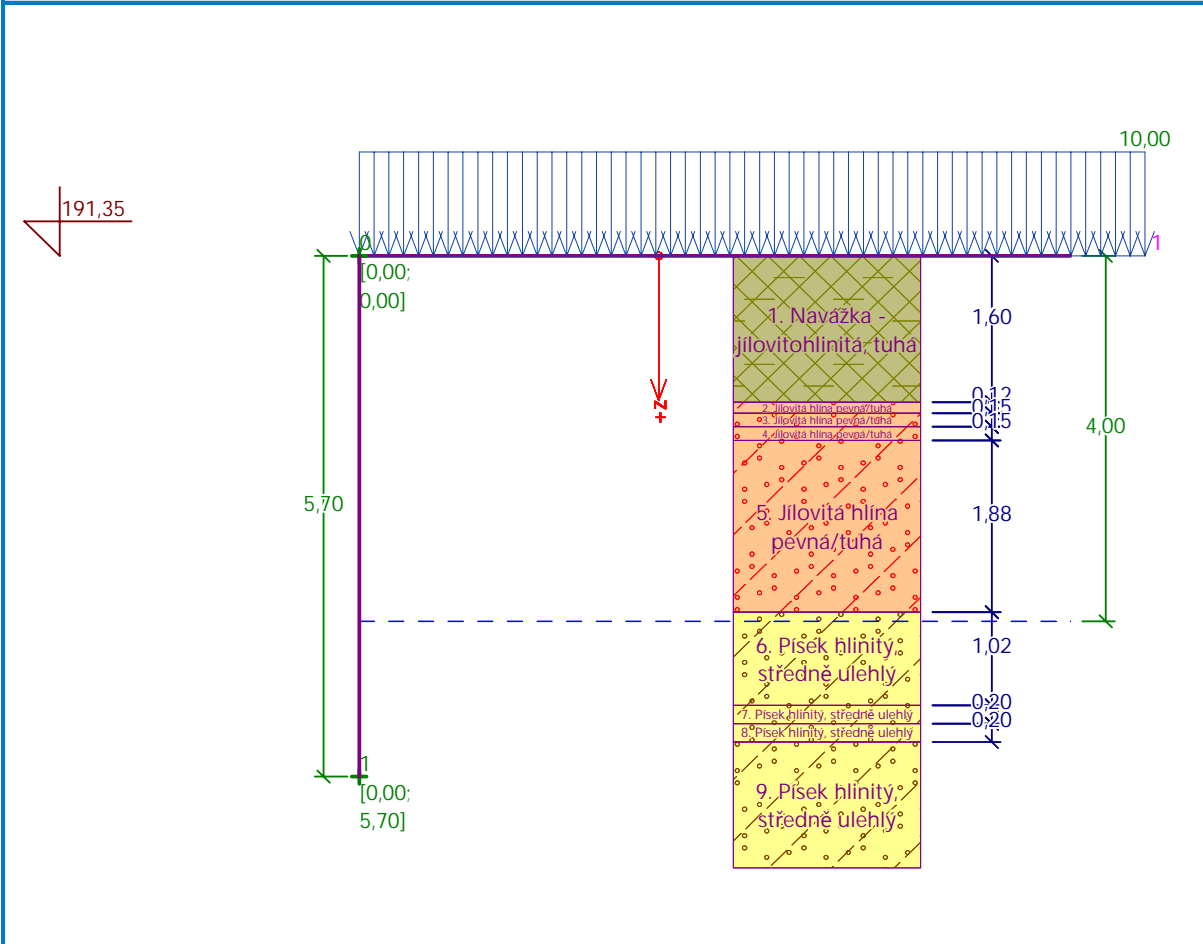
Popis : Monolitická šachta 8_S30

Datum : 01.01.2023

Název : Kalové hospodářství ČOV Brno-Modřice

Fáze - výpočet : 1 - 0

Popis : Monolitická šachta 8 S30



Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 1 - redukce zatížení a materiálu

Součinitele redukce zatížení (F)					
Trvalá návrhová situace					
		Kombinace 1		Kombinace 2	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,30 [-]		1,00 [-]	

Součinitele redukce materiálu (M)				
Trvalá návrhová situace				
		Kombinace 1		Kombinace 2
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{\phi} =$	1,00	[-]	1,25 [-]
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :	$\gamma_c =$	1,00	[-]	1,25 [-]
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti :	$\gamma_{cu} =$	1,00	[-]	1,40 [-]
Součinitel redukce Poissonova čísla :	$\gamma_v =$	1,00	[-]	1,00 [-]

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení				
Trvalá návrhová situace				
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70	[-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50	[-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30	[-]	

Geometrie konstrukce



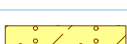
Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,70
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Navážka - jílovitohlinitá, tuhá		24,50	18,00	19,60	9,60	16,00
2	Jílovitá hlína pevná/tuhá		25,00	10,00	19,10	9,10	16,50
3	Písek hlinitý, středně ulehlý		27,00	10,00	18,50	8,50	14,00

Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	ϕ_{ef} [°]	v [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Navážka - jílovitohlinitá, tuhá		soudržná	-	0,35	-	-
2	Jílovitá hlína pevná/tuhá		soudržná	-	0,42	-	-
3	Písek hlinitý, středně ulehlý		soudržná	-	0,35	-	-

Geologický profil a přiřazení zemín

Informace o umístění

Kóta povrchu = 191,35 m

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,60	0,00 .. 1,60	191,35 .. 189,75	Navážka - jílovitohlinitá, tuhá	
2	0,12	1,60 .. 1,72	189,75 .. 189,63	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
3	0,15	1,72 .. 1,87	189,63 .. 189,48	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
4	0,15	1,87 .. 2,02	189,48 .. 189,33	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
5	1,88	2,02 .. 3,90	189,33 .. 187,45	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
6	1,02	3,90 .. 4,92	187,45 .. 186,43	Písek hlinitý, středně ulehlý	
7	0,20	4,92 .. 5,12	186,43 .. 186,23	Písek hlinitý, středně ulehlý	
8	0,20	5,12 .. 5,32	186,23 .. 186,03	Písek hlinitý, středně ulehlý	
9	-	5,32 .. ∞	186,03 .. -	Písek hlinitý, středně ulehlý	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,00 m

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	změna	Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ano		stálé	10,00				na terénu

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výpočet čís. 1 (Fáze budování 1)

Výpočet tlaku v klidu za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	Φ _d [°]	c _d [kPa]	γ [kN/m ³]	K _r	Pozn.
1	1,00	0,00	24,50	18,00	19,60	0,538	
2	0,60	0,00	24,50	18,00	19,60	0,538	
3	0,12	0,00	25,00	10,00	19,10	0,724	
4	0,15	0,00	25,00	10,00	19,10	0,724	
5	0,15	0,00	25,00	10,00	19,10	0,724	
6	1,88	0,00	25,00	10,00	19,10	0,724	
7	0,10	0,00	27,00	10,00	18,50	0,538	
8	0,92	0,00	27,00	10,00	8,50	0,538	
9	0,20	0,00	27,00	10,00	8,50	0,538	

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Pozn.
10	0,20	0,00	27,00	10,00	8,50	0,538	
11	0,38	0,00	27,00	10,00	8,50	0,538	

Průběh tlaku v klidu za konstrukcí (bez přetížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	19,60	0,00	10,55	10,55	0,00
2	1,00	19,60	0,00	10,55	10,55	0,00
	1,60	31,36	0,00	16,89	16,89	0,00
3	1,60	31,36	0,00	22,71	22,71	0,00
	1,72	33,65	0,00	24,37	24,37	0,00
4	1,72	33,65	0,00	24,37	24,37	0,00
	1,87	36,52	0,00	26,44	26,44	0,00
5	1,87	36,52	0,00	26,44	26,44	0,00
	2,02	39,38	0,00	28,52	28,52	0,00
6	2,02	39,38	0,00	28,52	28,52	0,00
	3,90	75,29	0,00	54,52	54,52	0,00
7	3,90	75,29	0,00	40,54	40,54	0,00
	4,00	77,14	0,00	41,54	41,54	0,00
8	4,00	77,14	0,00	41,54	41,54	0,00
	4,92	84,96	9,20	45,75	45,75	0,00
9	4,92	84,96	9,20	45,75	45,75	0,00
	5,12	86,66	11,20	46,66	46,66	0,00
10	5,12	86,66	11,20	46,66	46,66	0,00
	5,32	88,36	13,20	47,58	47,58	0,00
11	5,32	88,36	13,20	47,58	47,58	0,00
	5,70	91,59	17,00	49,32	49,32	0,00

Průběh tlaku vody

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,00
2	1,00	0,00	0,00
3	1,60	0,00	0,00
4	1,72	0,00	0,00
5	1,87	0,00	0,00
6	2,02	0,00	0,00
7	3,90	0,00	0,00
8	4,00	0,00	0,00
9	4,92	9,20	0,00
10	5,12	11,20	0,00
11	5,32	13,20	0,00
12	5,70	17,00	0,00

Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	7,27	0,00
2	1,00	21,52	0,00
3	1,60	30,07	0,00
4	1,60	40,43	0,00
5	1,72	42,67	0,00
6	1,87	45,47	0,00
7	2,02	48,28	0,00
8	3,90	83,38	0,00
9	3,90	62,00	0,00
10	4,00	63,34	0,00
11	4,92	80,99	0,00
12	5,12	84,82	0,00
13	5,32	88,66	0,00
14	5,70	95,95	0,00

Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 313,92 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 3,60 m

Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 0,00 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

Název : Kombinace 1

Fáze - výpočet : 1 - 1

Popis : Stěna šachty - Zemní tlak v klidu

Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 5,70 m

Vodorovná složka

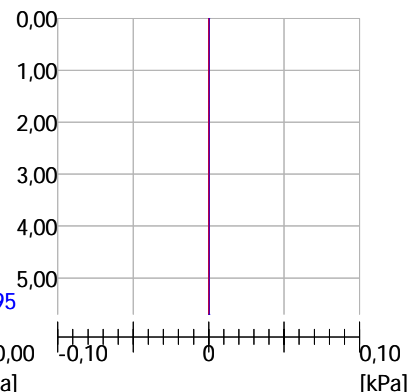
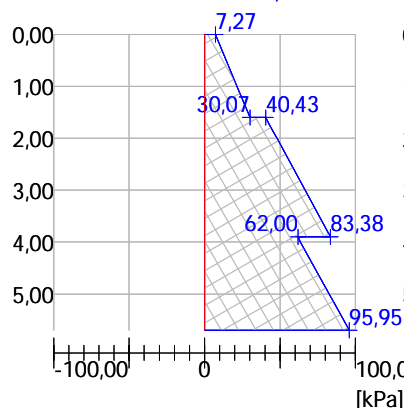
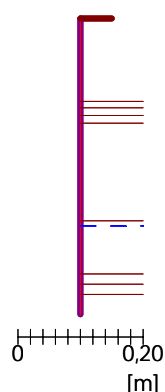
Celková síla = 313,92 kN/m

Hloubka těžiště = 3,60 m

Svislá složka

Celková síla = 0,00 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



Vstupní data (Fáze budování 2)

Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění

Kóta povrchu = 191,35 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,60	0,00 .. 1,60	191,35 .. 189,75	Navážka - jílovitohlinitá, tuhá	
2	0,12	1,60 .. 1,72	189,75 .. 189,63	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
3	0,15	1,72 .. 1,87	189,63 .. 189,48	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
4	0,15	1,87 .. 2,02	189,48 .. 189,33	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
5	1,88	2,02 .. 3,90	189,33 .. 187,45	Jílovitá hlína pevná/tuhá	
6	1,02	3,90 .. 4,92	187,45 .. 186,43	Písek hlinitý, středně ulehlý	
7	0,20	4,92 .. 5,12	186,43 .. 186,23	Písek hlinitý, středně ulehlý	
8	0,20	5,12 .. 5,32	186,23 .. 186,03	Písek hlinitý, středně ulehlý	
9	-	5,32 .. ∞	186,03 .. -	Písek hlinitý, středně ulehlý	

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,00 m

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	nové	změna	stálé	10,00				na terénu

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

Výpočet tlaku v klidu za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	φ _d [°]	c _d [kPa]	γ [kN/m ³]	K _r	Pozn.
1	1,00	0,00	20,03	14,40	19,60	0,538	
2	0,60	0,00	20,03	14,40	19,60	0,538	
3	0,12	0,00	20,46	8,00	19,10	0,724	
4	0,15	0,00	20,46	8,00	19,10	0,724	
5	0,15	0,00	20,46	8,00	19,10	0,724	
6	1,88	0,00	20,46	8,00	19,10	0,724	
7	0,10	0,00	22,18	8,00	18,50	0,538	
8	0,92	0,00	22,18	8,00	8,50	0,538	
9	0,20	0,00	22,18	8,00	8,50	0,538	

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Pozn.
10	0,20	0,00	22,18	8,00	8,50	0,538	
11	0,38	0,00	22,18	8,00	8,50	0,538	

Průběh tlaku v klidu za konstrukcí (bez přetížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	19,60	0,00	10,55	10,55	0,00
2	1,00	19,60	0,00	10,55	10,55	0,00
	1,60	31,36	0,00	16,89	16,89	0,00
3	1,60	31,36	0,00	22,71	22,71	0,00
	1,72	33,65	0,00	24,37	24,37	0,00
4	1,72	33,65	0,00	24,37	24,37	0,00
	1,87	36,52	0,00	26,44	26,44	0,00
5	1,87	36,52	0,00	26,44	26,44	0,00
	2,02	39,38	0,00	28,52	28,52	0,00
6	2,02	39,38	0,00	28,52	28,52	0,00
	3,90	75,29	0,00	54,52	54,52	0,00
7	3,90	75,29	0,00	40,54	40,54	0,00
	4,00	77,14	0,00	41,54	41,54	0,00
8	4,00	77,14	0,00	41,54	41,54	0,00
	4,92	84,96	9,20	45,75	45,75	0,00
9	4,92	84,96	9,20	45,75	45,75	0,00
	5,12	86,66	11,20	46,66	46,66	0,00
10	5,12	86,66	11,20	46,66	46,66	0,00
	5,32	88,36	13,20	47,58	47,58	0,00
11	5,32	88,36	13,20	47,58	47,58	0,00
	5,70	91,59	17,00	49,32	49,32	0,00

Průběh tlaku vody

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,00
2	1,00	0,00	0,00
3	1,60	0,00	0,00
4	1,72	0,00	0,00
5	1,87	0,00	0,00
6	2,02	0,00	0,00
7	3,90	0,00	0,00
8	4,00	0,00	0,00
9	4,92	9,20	0,00
10	5,12	11,20	0,00
11	5,32	13,20	0,00
12	5,70	17,00	0,00

Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	5,38	0,00
2	1,00	15,94	0,00
3	1,60	22,27	0,00
4	1,60	29,95	0,00
5	1,72	31,61	0,00
6	1,87	33,68	0,00
7	2,02	35,76	0,00
8	3,90	61,76	0,00
9	3,90	45,93	0,00
10	4,00	46,92	0,00
11	4,92	60,33	0,00
12	5,12	63,25	0,00
13	5,32	66,16	0,00
14	5,70	71,70	0,00

Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 233,07 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 3,60 m

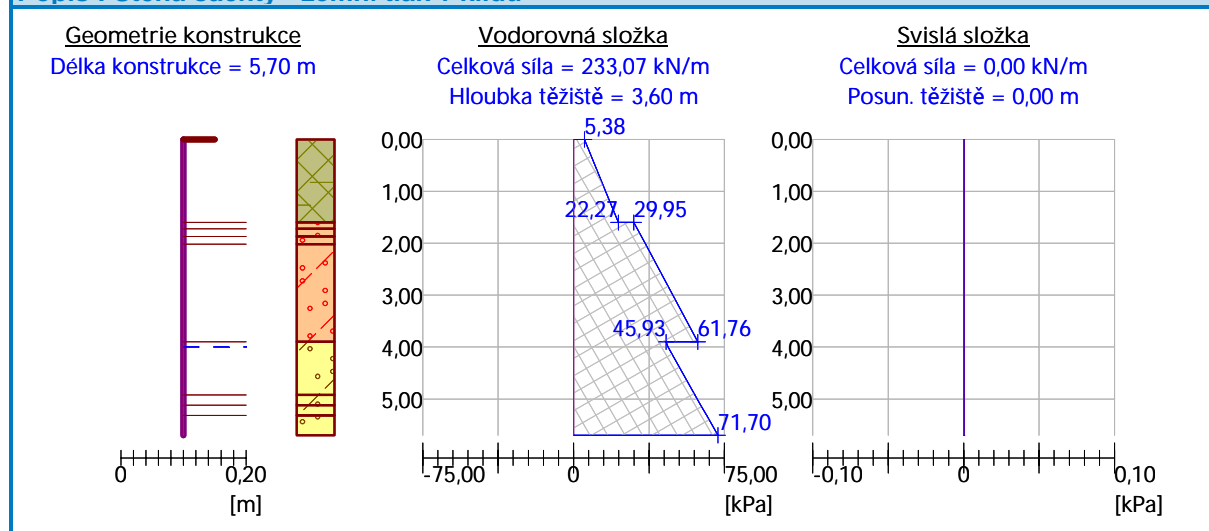
Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 0,00 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

Název : Kombinace 2

Fáze - výpočet : 2 - 2

Popis : Stěna šachty - zemní tlak v klidu



a) zemní tlak

Přetížení na povrchu : $v_0 = 7,27 \text{ kNm}^{-2}$

Zemní tlak v hloubce 1,87 m pod povrchem terénu (v úrovni osy stropní desky):

$$p_1 = 45,47 \text{ kNm}^{-2}$$

Zemní tlak v hloubce 5,12 m pod povrchem terénu (osa dna):

$$p_2 = 84,82 \text{ kNm}^{-2}$$

b) 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 :

$$h_w = 2,80 \text{ m}$$

Vodní tlak v hloubce 5,94 m pod povrchem terénu (u dna) :

$$q_{wd} = 2,80 \cdot 10,0 \cdot 1,35 \cdot 1,1 = 41,58 \text{ kNm}^{-2}$$

$$q_{wk} = 2,80 \cdot 10,0 \cdot 1,1 = 30,80 \text{ kNm}^{-2}$$

2.2.2.2 VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

Výpočet statických veličin je proveden dle tabulek R. Bareše - Tabulky pro výpočet desek a stěn.

Stěny jsou vzájemně v podélném i příčném směru rozepřeny. Maximální rozpětí stěny je 1,70 m v podélném i v příčném směru, světlá výška šachty je 3,20 m.

$$\text{Rozměry : } a = 2,90 + 0,5(0,30 + 0,40) = 3,25 \text{ m}$$

$$b = 2,60 + 0,40 = 3,00 \text{ m}$$

$$\mu = 0,15$$

$$\gamma = a/b = 3,25/3,00 \text{ m} = 1,08 \approx 1,1; \lambda = b/a = 3,00/3,25 = 0,92 \approx 0,90$$

PŘÍTÍŽENÍ NA POVRCHU + ZEMNÍ TLAK - Tab. 1.11 + Tab.1.73a

$$\text{- přitížení na povrchu (zemní tlak v ose stropu)} \quad f_{0d} = 45,47 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\text{- zemní tlak v patě stěny (osa dna)} \quad f_d = 84,82 - 45,47 = 39,35 \text{ kNm}^{-2}$$

$$M_{xs} = +0,0158 \cdot 45,47 \cdot 3,25^2 + 0,0093 \cdot 39,35 \cdot 3,25^2 = +10,39 \cdot 1,1 = + 11,43 \text{ kNm}$$

$$M_{xvs} = - 0,0467 \cdot 45,47 \cdot 3,25^2 - 0,0293 \cdot 39,35 \cdot 3,25^2 = - 34,61 \cdot 1,1 = - 38,07 \text{ kNm}$$

$$M_{ys} = + 0,0287 \cdot 45,47 \cdot 3,00^2 + 0,0140 \cdot 39,35 \cdot 3,00^2 = +16,69 \cdot 1,1 = + 18,36 \text{ kNm}$$

$$M_{yvmin} = - 0,0676 \cdot 45,47 \cdot 3,00^2 - 0,0324 \cdot 39,35 \cdot 3,00^2 = - 39,11 \cdot 1,1 = - 43,02 \text{ kNm}$$

VODNÍ TLAK - Tab.1.73a

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

$$M_{xs} = + 0,0093 \cdot 41,58 \cdot 3,25^2 = + 4,08 \text{ kNm}$$

$$M_{xvs} = - 0,0293 \cdot 41,58 \cdot 3,25^2 = - 12,87 \text{ kNm}$$

$$M_{ys} = + 0,0140 \cdot 41,58 \cdot 3,00^2 = + 5,24 \text{ kNm}$$

$$M_{yvs} = - 0,0324 \cdot 41,58 \cdot 3,00^2 = - 12,12 \text{ kNm}$$

2.2.2.3 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 tlačené výztuže

výška průřezu : $h = 0,40 \text{ m}$,

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

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

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,40 - 0,046 = 0,354 \text{ m}$

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:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,018451} (0,354 - 0,018451) = 63,65 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 63,65 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \text{- vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,354 - 0,4 \cdot 0,018451 = 0,347 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,347 = 102,33 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$M_{Rd} = 102,33 \text{ kNm} > M_{1,max} = 43,02 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (42,0\%)}$$

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

Posouzení vodorovné výztuže

Posouzení průřezu bez započtení tlačené výztuže

výška průřezu : $h = 0,40 \text{ m}$,

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

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

účinná výška: $d = h - d_1 = 0,40 - 0,058 = 0,342 \text{ m}$

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:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,018451} (0,342 - 0,018451) = 61,37 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 61,37 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad - \text{vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,342 - 0,4 \cdot 0,018451 \text{ m} = 0,334 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,334 = 98,78 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$M_{Rd} = 98,78 \text{ kNm} > M_{1,max} = 43,02 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (43,5\%)}$$

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'.

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS

SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300

2.2.3 DNO

2.2.3.1 ZATÍŽENÍ

Rozměry : (2700 – 4000) x 2400 mm, tloušťka $t = 400$ mm

	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kNm ⁻³]	Zatížení [kNm ⁻²]
Železobetonová stropní deska	0,300	25,0	7,50
Výplňový beton dna $0,50 \times 0,80$ $\frac{0,50 \times 0,80 + 0,35 \times 0,98}{3,35 \times 2,40} =$	0,095	23,0	2,19
Stěny $(2 \times 1,30 + 1,40 + 2,60 + 2 \times 1,20) \times 0,40 \times 2,90$ $\frac{\quad}{3,35 \times 2,40}$	1,300	25,0	32,50
Obklad stěn ze žulových kostek $(2,07 + 2 \times (1,06 + 0,68) + 1,40) \times 0,15 \times 1,95$ $\frac{\quad}{3,35 \times 2,40} =$	0,253	28,0	7,08
Obklad dna ze žulových kostek	0,150	28,0	4,20
Vlastní tíha dna	0,400	25,0	10,00
Zásyp zeminou	1,320	18,0	23,76
Konstrukce vozovky	0,400	22,0	8,80
Celkem stálé $g_k =$			96,03

Přetížení od dopravy na povrchu:

Zatížení dopravou – třída A :

$$\text{Roznášení v hloubce } H = 2,02 \text{ m : } a = 3,30 + 2 H \operatorname{tg} 30^\circ = 5,632 \text{ m}$$

$$b = 3,80 + 2 H \operatorname{tg} 30^\circ = 6,132 \text{ m}$$

Přetížení v hloubce H :

$$q_D = \frac{4 \cdot 200,0}{a \cdot b} = \frac{800,0}{5,632 \times 6,132} = 23,16 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\text{Návrhové zatížení po dosazení : } f_d = 1,1 (1,35 \cdot 96,03 + 0 + 1,5 \cdot 23,16 + 0) = \mathbf{180,82 \text{ kNm}^{-2}}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300	

2.2.3.2 VÝPOČET STATICKÝCH VELIČIN

Výpočet proveden z tabulek R.Bareše „Tabulky pro výpočet desek a stěn“. Dno je počítáno jako deska po obvodě vetknutá do stěn rovnoměrně zatížená (tab. 1.12)

$$a = 1,56 + 0,40 = 1,96 \text{ m}; \quad b = 3,00 + 0,40 = 3,40 \text{ m} \Rightarrow \gamma = a/b = 1,96 / 3,40 = 0,58 \Rightarrow 0,60$$

$$M_{xs} = +0,0378 \cdot 180,82 \cdot 1,96^2 = + 26,26 \text{ kNm}$$

$$M_{xvs} = - 0,0794 \cdot 180,82 \cdot 1,96^2 = - 55,15 \text{ kNm}$$

$$M_{ys} = + 0,0046 \cdot 180,82 \cdot 3,40^2 = + 9,62 \text{ kNm}$$

$$M_{yvs} = - 0,0296 \cdot 180,82 \cdot 3,40^2 = - 61,87 \text{ kNm}$$

2.2.3.3 DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE

Návrh výztuže – příčný směr

- dolní povrch:	6 Ø14/m	($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
- horní povrch:	6 Ø14/m	($A_1 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

Návrh výztuže – podélný směr

- dolní povrch :	6 Ø14/m	($A_2 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
- horní povrch :	6 Ø14/m	($A_1 = 9,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

Posouzení výztuže

Posouzení průřezu bez započtení tlačené výztuže

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: $d = h - d_1 = 0,40 - 0,047 = 0,353 \text{ m}$

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:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,025109} (0,353 - 0,025109) = 45,71 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 45,71 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \textbf{- vyhovuje}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300	

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,353 - 0,4 \cdot 0,025109 = 0,343 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,343 = 137,78 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 137,78 \text{ kNm} > M_{1,max} = 61,87 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (44,9\%)}}$$

2.3 PODZEMNÍ VZDUCHOVÝ KANÁL

2.3.1 ÚVOD

Monolitický betonový podzemní kanál pro odvod vzduchu má vnitřního profil 1600/1600 mm, tloušťka stěn, dna a stropu je 300 mm. Na dně kanálu je navržena spádová vrstva betonové mazaniny tl. 100 mm. Vnitřní povrch bude opatřen plastovou vystýlkou vloženou do bednění.

2.3.2 ZATÍŽENÍ

Uzavřený podzemní kanál je zatížen stálým zatížením od vlastní hmotnosti a dále nahodilým zatížením od dopravy na povrchu.

Stěny podzemního kanálu jsou zatíženy vodorovným zemním tlakem uvažovaným jako zemní tlak v klidu. Hladina podzemní vody je podle provedeného IGP zaklesnutá pod základovou spárou objektu a zatížení podzemního kanálu neovlivní.

Dno podzemního kanálu je zatíženo reakcí stropní desky s přitížením na povrchu uvažovaným jako nahodilé rovnoměrné zatížení od dopravy a dále s přitížením vlastní tíhy stěn.

Model zatížení byl proveden v předcházejícím stupni projektové dokumentace a je převzat do tohoto stupně dokumentace beze změny.

S ohledem na výsledky byly jednotlivé tloušťky konstrukcí podzemního kanálu, tedy tloušťka stropní desky, stěn i základové desky kanálu zmenšeny z tl. 400 mm na tl. 300 mm.

Výztuž jednotlivých konstrukcí navržená v předchozím stupni PD zůstane zachována beze změny a bude v tomto elaborátu posouzena na nové rozměry tl. jednotlivých konstrukcí.

2.3.3 POSOUZENÍ VÝZTUŽE

2.3.3.1 STROPNÍ DESKA

$$\text{Zatížení : } q_d = 43,36 + 95,87 = 139,23 \text{ kNm}^{-2}$$

$$q_k = 29,20 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\text{Posouzení : } M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot 139,23 \cdot 2,00^2 = 69,62 \text{ kNm}$$

$$V_{Edmax} = 0,5 \cdot 2,0 \cdot 139,23 = 139,23 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 139,23 - (0,15 + 0,25) \cdot 139,23 = 83,54 \text{ kN} < V_{Rdc} = 143,62 \text{ kN} -$$

BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

$$M_k = \frac{1}{8} \cdot 29,2 \cdot 2,00^2 = 14,60 \text{ kNm}$$

$$w_k = 0,085 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm} - \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení průřezu bez započtení tlacené výztuže

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: $d = h - d_1 = 0,40 - 0,047 = 0,353 \text{ m}$

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:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,025109} (0,353 - 0,025109) = 45,71 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 45,71 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad - \text{vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,353 - 0,4 \cdot 0,025109 = 0,343 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,343 = 137,78 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 137,78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 69,62 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (50,5%)}}$$

2.3.3.2 STĚNY

Zatížení : $\sigma_{1d} = 20,49 + 23,76 = 44,25 \text{ kNm}^{-2}$

$$\sigma_{2d} = 63,53 + 23,76 = 87,29 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\sigma_{1k} = 13,80 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\sigma_{2k} = 42,78 \text{ kNm}^{-2} \quad \text{Výpočet vnitřních sil RFEM5}$$

$$M_{Ed} = 36,33 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 76,76 \text{ kN} < V_{Rdc} = 143,62 \text{ kN} - \text{BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE}$$

$$M_k = 15,59 \text{ kNm}$$

$$w_k = 0,091 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm} - \text{VYHOVUJE}$$

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:

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

Kontrola přetvoření tažené výztuže:

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

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

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,254 - 0,4 \cdot 0,018451 = 0,246 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,79 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,246 = 72,81 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 72,81 \text{ kNm} > M_{Ed} = 36,33 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (49,9\%)}}$$

2.3.3.3 DNO

Přetížení hmotností stěn

$$\Delta g_k = \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 0,30 \cdot 1,0 \cdot 25,00}{2,4 \cdot 1,0} = 10,63 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\Delta g_d = 1,1 \cdot 1,35 \cdot 10,63 = 15,79 \text{ kNm}^{-2}$$

Kalové hospodářství ČOV Brno - Modřice	D1.2.2300.2 PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET
D1.2.2300 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DPS
SPOJOVACÍ POTRUBÍ SO 2300	

$$g_d = 139,23 + 15,79 = 155,02 \text{ kNm}^{-2}$$

$$g_k = 29,20 + 10,63 = 39,83 \text{ kNm}^{-2}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot 155,02 \cdot 2,0^2 = 77,51 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed, \max} = 155,02 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 155,02 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 155,02 - 0,55 \cdot 155,02 = 69,76 \text{ kN} < 143,62 \text{ kN} = V_{Rdc} - \text{BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE}$$

$$M_k = \frac{1}{8} \cdot 39,83 \cdot 2,0^2 = 19,92 \text{ kNm}$$

$$w_k = 0,127 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Posouzení průřezu bez započtení tlacené výztuže

$$\text{výška průřezu : } h = 0,40 \text{ m,}$$

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

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

$$\text{účinná výška: } d = h - d_1 = 0,40 - 0,047 = 0,353 \text{ m}$$

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:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \text{ ‰}}{0,025109} (0,353 - 0,025109) = 45,71 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_s = 45,71 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \text{ ‰} \quad \text{- vyhovuje}$$

Kontrola únosnosti průřezu

Moment na mezi únosnosti :

$$z_c = d - 0,4 \cdot x = 0,353 - 0,4 \cdot 0,025109 = 0,343 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 9,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,343 = 137,78 \text{ kNm}$$

Výstup :

$$\underline{M_{Rd} = 137,78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 77,51 \text{ kNm} - \text{VYHOVUJE (56,3\%)}}$$

V Praze, leden 2023

Ing. Petr Holuša

Osvědčení o odborné způsobilosti
projektanta č.j. 06757/06