



PROJEKT IV, s.r.o.
PROJEKTOVÝ A INŽENÝRSKÝ ATELIER
PRAHA 9–VYSOČANY, BASSOVA 98/8, 190 00, TEL.: 222584265

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT
ING. PAVEL ČUBA	ING. BŘETISLAV KRŇÁVEK	ING. JAROSLAV KNOTEK	ING. JAROSLAV KNOTEK
MÍSTO STAVBY: BRANDÝSEK			
OBJEDNATEL: OBEC BRANDÝSEK, SLÁNSKÁ 62, 273 41 BRANDÝSEK			
NÁZEV STAVBY : ČOV BRANDÝSEK NAVÝŠENÍ KAPACITY ČOV		STUPEŇ PD	STUDIE
		ČÍSLO ZAKÁZKY	028/2023
		DATUM DOKONČENÍ	02/2024
		MĚŘÍTKO	
VÝKRES :		PŘÍLOHA	1.
PRŮVODNÍ ZPRÁVA			

POSOUZENÍ MOŽNOSTÍ ROZŠÍŘENÍ TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

ČOV Brandýsek 3800 EO a 4900 EO

zpracoval: Ing. Břetislav Krňávek Ph.D.
Ing. Pavel Čuba

březen 2024

Obsah

1.	ÚVOD	2
2.	POPIS PŮVODNÍ ČOV	2
3.	SOUČASNÁ ÚPRAVA DVOULINKY ČOV	3
4.	VSTUPNÍ ČÁST ČOV PRO 3.800 EO – Varianta I.	7
5.	SYMETRICKÁ ČOV PRO 3.800 EO	8
6.	ASYMETRICKÁ ČOV PRO 3.800 EO	9
7.	TECHNOLOGICKÝ VÝPOČET ČOV PRO 3.800 EO	9
8.	VSTUPNÍ ČÁST ČOV PRO 4.900 EO – Varianta II.	11
9.	AKTIVAČNÍ ČÁST ČOV PRO 4.900 EO	13
10.	TECHNOLOGICKÝ VÝPOČET ČOV PRO 4.900 EO	14
11.	ZÁVĚRY	16

1. ÚVOD

V obci Brandýsek je vybudována jednotná splašková kanalizace zakončená čerpací stanicí u vybudované ČOV pro cca 1.960 EO. Do kanalizace proniká blíže nespecifikované množství dešťových vod.

ČOV se sestává z mechanického předčištění (lapák písku, česle), vyrovnávací nádrže, aktivační části (selektory, denitrifikace a nitrifikace), dosazovacích nádrží, stabilizační a zahušťovací nádrže kalu. Vyčištěné odpadní vody jsou svedeny přes měrný objekt do recipientu. Projekt byl zpracován firmou PROJEKT IV, s.r.o..

Vzhledem k tomu, že docházelo a dochází k navyšování obyvatel obce, bylo v roce 2021 přistoupeno k vyprojektování třetí aktivační linky v uspořádání D-N. K realizaci stavby do současnosti nedošlo.

V roce 2023 byl zpracován návrh na úpravu stávající čistírny tak, aby dokázala zpracovat znečištění od 2.828 EO (stávající znečištění) bez výstavby nových objemů. Připraveno je řešení s využitím jedné z kalových jímek jako denitrifikace a stávající aktivační nádrže upravit na aerované (nitrifikační). Toto řešení má být co nejrychleji zrealizováno.

Protože je realizace projektu třetí linky odložena a připravuje se výstavba nové dvoulinky tak, aby bylo pokryto znečištění od 3.800 EO, hledá se řešení technologie, které by využilo vše, co se upravilo. Tato velikost ČOV pokryje ovšem pouze obec Brandýsek. Kapacita ČOV pro zpracování odpadních vod z obce Brandýsek i Cvrčovice musí být 4.900EO. Teto návrh je popsáno ve variantním řešení.

2. POPIS PŮVODNÍ ČOV

Do ČOV jsou odpadní vody čerpány z čerpací jímky o průměru 2,2 m s maximální hloubkou vody 1,9 m a užitečným objemem 7,2 m³. Jímka je vybavena trojicí čerpadel Amarex KRT F 80-215/24UEG (5,24 l/s 7,41 m) a měřením výšky hladiny.

Odpadní voda je z výtlačku čerpací jímky přiváděna na vertikální lapák písku LPV 800 vybaveným mamutkou na odtah písku a kontejnerem na písek. Jako zdroj vzduchu je použit kompresor. Do lapáku písku je zaústěno i dávkování Prefloku na srážení fosforu pomocí čerpadla. Odtok z lapáku písku jde do žlabu česlí, kde jsou osazeny strojně stírané česle Fontana SČČLS 400x980x3. Shrabky jsou dopravovány do popelnice.

Ze žlabu česlí je předčištěná odpadní voda svedena do rozdělovacího a oddělovacího objektu. Zde jsou přitékající vody rozděleny do dvojice aktivačních linek. Vyšší průtoky jsou svedeny do vyrovnávací nádrže 9,3 x 2,5 m a hloubkou vody 3,9 m (79,0 m³). Tato vyrovnávací nádrž je vybavena provzdušňovacími elementy EKOMVO. Z této nádrže je možné zachycené odpadní vody čerpat čerpadlem Amarex KRT F 80-215/24UEG (5,2 l/s 6,2 m) zpět do rozdělovacího objektu.

Aktivační část ČOV se sestává ze dvou totožných linek. Každá linka obsahuje selektor, denitrifikaci, nitrifikaci a dosazovací nádrž.

Každý selektor je pětikomorový o rozměrech komory 1,0 x 0,9 m a hloubkou vody 4,3 m (3,9 m³). V každé komoře je osazen provzdušňovací element EKOMVO.

Každá nádrž denitrifikace o rozměrech 2,8 x 4,5 m a hloubkou vody 4,2 m (53 m³) je vybavena míchadlem Amamix C 2227/14UDG.

Provzdušňované aktivační nádrže – nitrifikace, každá o rozměrech 6,2 x 4,5 m a hloubkou vody 4,2 m (117,2 m³), je vybavena jemnobublinnými aeračními elementy EKOMVO.

Každá dosazovací nádrž o rozměrech 4,5 x 4,5 m a hloubkou vody 4,2 m (39 m³, 20,2 m²) je vybavena odtokovým žlabem a mamutkami na čerpání kalu a čištění hladiny.

Na stabilizaci kalu je osazena provzdušňovaná stabilizační nádrž 4,5 x 4,5 m s hloubkou 4,3 m (87,1 m³). Jímka je vybavena aeračními elementy EKOMVO. Jímka je osazena čerpadlem AMA-PORTER na čerpání stabilizovaného kalu do zahušťovací nádrže kalu a přepadem kalové vody do vyrovnávací jímky.

Na zahuštění stabilizovaného kalu je osazena provzdušňovaná zahušťovací nádrž 4,5 x 4,5 m s hloubkou 4,35 m (88,1 m³). Jímka je vybavena aeračními elementy EKOMVO (12 ks). Jímka je osazena přepadem kalové vody do zahušťovací jímky kalu.

Jako zdroj vzduchu jsou osazena tři dmychadla v sestavě 2+1, typ Kubíček 3D28B-080K (95,4 - 195 m³/h, 55 kPa). Dmychadla jsou spínána pomocí FM a kyslíku.

Rozvod stlačeného vzduchu není centralizovaný. Tlakový vzduch se používá na samostatné provzdušňování jednotlivé aktivační linky (selektor, nitrifikační nádrž a pro mamutky na přečerpávání (recirkulaci) kalu a přečerpávání zachycených plovoucích nečistot z dosazovací nádrže). Samostatné dmychadlo provzdušňuje vyrovnávací nádrž a kalové nádrže.

3. SOUČASNÁ ÚPRAVA DVOULINKY ČOV

Předmětná čistírna odpadních vod je projektována na 1.960 EO. ČOV v stávajícím uspořádání není schopna se vypořádat se současným přiváděným znečištěním. V současnosti se připravuje realizace projektového řešení nastalé situace na přechodnou dobu (do nezbytné rekonstrukce a zkapacitnění čistírny je potřeba upravit technologii čistírny tak, aby nebylo nutno stavět další nádrže a přitom využít veškeré možné technologické vybavení).

Na základě provozního měření bylo stanoveno současné hydraulické zatížení čistírny. Lze předpokládat, že v těchto hodnotách jsou již zahrnuty balastní vody i dešťové vody, které je potřeba vyčistit na biologické lince čistírny.

Průtoky odpadních vod

průtok		jednotka	hodnota
průměrný bezdeštný denní průtok	Q ₂₄	m ³ /d	332,7
		m ³ /h	13,9
		l/s	3,9
součinitel denní nerovnoměrnosti	k _d	-	1,40
maximální bezdeštný denní průtok	Q _d	m ³ /d	465,8
		m ³ /h	19,4
		l/s	5,4
součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti	k _h	-	2,10
maximální bezdeštný hodinový průtok	Q _h	m ³ /h	40,8
		l/s	11,3
čerpaný průtok odpadních vod	Q _č	m ³ /h	37,7
		l/s	10,5

Čerpadla v čerpací jímce pracují při $H = 5,5$ až $6,6$ m a to znamená průtok $6,5$ až $7,5$ l/s na čerpadlo. Při přeplavení čerpací jímky, ke které podle sdělení obsluhy docházelo, je situace ještě horší. Podle výšky vody může průtok přes čerpadla dosáhnout i hodnot v oblasti 10 l/s! Nekvalitní rozdělení tohoto průtoku na část, která jde přes aktivace a na část do vyrovnávací nádrže může znamenat pozorované přetěžování dosazovacích nádrží.

Tuto záležitost je nezbytné podrobně prověřit a dořešit, protože regulace průtoku na aktivační část byla pouze ruční – přepady v rozdělovacím objektu a šoupátka.

Znečištění odpadních vod

ukazatel		jednotka	hodnota
počet ekvivalentních obyvatel		EO ₆₀	2 828
BSK ₅		g/EO.d	60,0
		kg/d	169,7
		mg/l	510
CHSK		g/EO.d	129,4
		kg/d	365,9
		mg/l	1100
NL		g/EO.d	50,6
		kg/d	143,1
		mg/l	430
N-celk		g/EO.d	17,6
		kg/d	49,8
		mg/l	150
N-NH ₄ ⁺		g/EO.d	12,3
		kg/d	34,8
		mg/l	105
P-celk		g/EO.d	1,8
		kg/d	5,1
		mg/l	15

Hrubé předčištění až po rozdělovací objekt je zachováno.

Jedna z kalových nádrží je využita jako denitrifikační nádrž – jedná se o zvýšení stabilizace aktivačního systému.

Na umíchání nové denitrifikace (stávající kalové jímky) je použito míchadlo. Do této denitrifikační nádrže je přivedena přítoková odpadní voda, případně voda z vyrovnávací nádrže a vratný kal z dosazovacích nádrží.

Odtok z nové denitrifikace je přiveden do rozdělovací jímky a odtud je aktivační směs dělena na dvě aktivační linky.

Aktivační linky jsou upraveny na nitrifikační (selektory, denitrifikace a nitrifikace). Každá linka umožňuje jemnobublinnou aeraci pomocí až 280 m³/h vzduchu.

Stávající aktivační dvojice dmychadel je doplněna o třetí aktivační dmychadlo stejné kapacity. Vzduch ze všech tří dmychadel je v dmychárně spojen. Řízení dodávky vzduchu bude společné z jedné nebo druhé kyslíkové sondy, případně z jejich průměru.

Vybavení dosazovacích nádrží zůstalo původní.

Na aeraci zbývající kalové jímky a současně na aeraci vyrovnávací nádrže je použito samostatné stávající dmychadlo, které v případě poruchy jednoho z provozních dmychadel je schopné záskoku.

Na zpracování přebytečného kalu slouží zbývající kalová jímka. Na konečné odvodnění kalu je použito mobilní zařízení.

Aktivační systém

parametr		jednotka	hodnota
průměrná provozní teplota	$T_{\text{prům}}$	°C	15
minimální teplota	T_{min}	°C	10
potřebné celkové stáří kalu	Q_X	d	12,8
navrhované (dosahované) celkové stáří kalu	Q_X	d	13,3
specifická produkce kalu	Y_{AK}	kg/kg	0,828
produkce aktivovaného kalu		kg/d	140,5
celková produkce kalu		kg/d	149,8
únik kalu odtokem		kg/d	3,6
produkce přebytečného kalu		kg/d	146,2
potřebná zásoba kalu		kg	1865
provozní koncentrace sušiny aktivovaného kalu	X	kg/m ³	4,0
provozní koncentrace kalu s CHK	X	kg/m ³	4,3
potřebný objem aktivační nádrže	V	m ³	466
objem denitrifikace	V_D	m ³	87,1
objem nitrifikace	V_N	m ³	379,3
doba kontaktu v denitrifikaci		h	1,60
doba kontaktu v nitrifikaci		h	6,98
střední doba zdržení v aktivaci bez recirkulace	Q	h	34
objemové zatížení	B_V	kg/m ³ .d	0,364
zatížení kalu	B_X	kg/kg.d	0,091
recirkulační poměr kalu	R_k	% z Qd	80

Bilance fosforu

parametr		rozměr	hodnota
množství P-celk, které je nutno vysrážet		kg/d	1,8
spotřeba 40 % roztoku Fe ₂ (SO ₄) ₃		l/d	16,1
roční spotřeba		m ³ /rok	5,9
produkce chemického kalu		kg/d	9,4

Oxygenační kapacita a jemnobublinná aerace

parametr		rozměr	hodnota
spotřeba na přivedenou BSK ₅	OC_P^C	kg/d	268,3
spotřeba kyslíku na nitrifikaci	OC_P^N	kg/d	199,4
zisk kyslíku při denitrifikaci	OC_P^D	kg/d	82,6
celková provozní spotřeba kyslíku	OC_P	kg/d	385,1
provozní koncentrace rozpuštěného kyslíku	c_m	mg/l	2,0
součinitel přestupu kyslíku	a	-	0,75
standardní oxygenační kapacita	OC_{ST}	kg/d	724,4
poměr OC_{ST}/B_V		kg/kg	4,27
hloubka aktivační směsi v nádržích		m	4,2
střední využití kyslíku ze vzduchu E_a	E_a	%	21,04
potřebné množství vzduchu na aeraci	Q_{VZ}	m ³ /h	532
množství vzduchu pro mamutky	Q_{VZ}	m ³ /h	36
korigované množství vzduchu	Q_{VZ}	m ³ /h	568
potřebný přetlak dmyhadla		mbar	455

Dosazovací nádrže

parametr		rozměr	hodnota
počet dosazovacích nádrží		ks	2
velikost dosazovací nádrže			4,5
celková plocha dosazovacích nádrží		m ²	40,5
celkový objem dosazovacích nádrží		m ³	85,8
očekávaný kalový index	KI	ml/g	120
srovnávací objem kalu	VSV	ml/l	512
hydraulické zatížení plochy při Q _h	n	m/h	1,006
hydraulické zatížení plochy při Q _č	n	m/h	0,932
zatížení plochy nerozp.lát. při Q _h	NA	kg/m ² .h	4,0
zatížení plochy nerozp.lát. při Q _č	NA	kg/m ² .h	3,7
střední doba zdržení při Q _č	Q	h	1,6
koncentrace vratného kalu	X _r	kg/m ³	9,0
dnová koncentrace vratného kalu	X _d	kg/m ³	12,9
doba zahuštění kalu v dosazovací nádrži		h	1,16
skutečná hloubka dosazovacích nádrží	hc	m	4,20
únik NL z dos.nadrže při Q _h		mg/l	12,7
únik NL z dos.nadrže při Q _č		mg/l	10,9
průměrná konc. BSK ₅ na odtoku při Q _h		mg/l	9,2
průměrná konc. BSK ₅ na odtoku při Q _č		mg/l	8,6

Aerobní stabilizace kalu

parametr		rozměr	hodnota
produkce přebytečného, příp. vč. chem.kalu		kg/d	146,2
zahuštění přebytečného kalu při stabilizaci		%	2
návrhová teplota při stabilizaci kalu		°C	10
množství přeb. kalu odtah. z aktivace		m ³ /d	14,6
množství stabilizovaného kalu		kg/d	130,8
množství zahuštěného stabilizovaného kalu		m ³ /d	6,5
max. hloubka přebytečného kalu v jímce		m	4,2
potřebné množství vzduchu pro stabilizaci		m ³ /h	60
navrhovaná velikost stabilizační nádrže		m ³	88
skutečná doba uskladnění ve stab. nádrži		d	13

Odvodnění stabilizovaného kalu

parametr		rozměr	hodnota
množství stabiliz. kalu k odvodnění		kg/d	130,8
počet dnů odvodňování v týdnu		d/t	5,0
v den odvodňování je třeba odvodnit		kg/d	183,2
kapacita odvodnění		kg/h	22,9
objem zahuštěného kalu k odvodnění		m ³ /d	9,2
objem zahuštěného kalu k odvodnění		m ³ /h	1,1
sušina odvodněného kalu		%	20
objem odvodněného kalu / den odvodňování		m ³ /d	0,92
množství kalové vody / den odvodňování		m ³ /d	8,2
dávka polymerního flokulantu		g/kg suš.	12,0
roční spotřeba polymerního flokulantu		kg/rok	573,1

4. VSTUPNÍ ČÁST ČOV PRO 3.800 EO – VARIANTA I.

Předmětná čistírna odpadních vod je provizorně upravena na 2.828 EO. ČOV v stávajícím uspořádání není schopna se dlouhodobě vypořádat se současným přiváděným znečištěním. Proto se připravuje projektové řešení na koncové zatížení 3.800 EO (pouze pro obec Brandýsek). Přitom je nejvhodnější využít maximálně stávající stavební i strojní vybavení.

Průtoky odpadních vod

průtok		jednotka	hodnota
průměrný bezdeštný denní průtok	Q_{24}	m ³ /d	456,0
		m ³ /h	19,0
		l/s	5,3
maximální bezdeštný denní průtok	Q_d	m ³ /d	684,0
		m ³ /h	28,5
		l/s	7,9
maximální bezdeštný hodinový průtok	Q_h	m ³ /h	57,0
		l/s	15,8
čerpaný průtok odpadních vod	$Q_{\check{c}}$	m ³ /h	57,6
		l/s	16,0

Znečištění odpadních vod

ukazatel		jednotka	hodnota
počet ekvivalentních obyvatel		EO ₆₀	3 800
BSK ₅		g/EO.d	60,0
		kg/d	228,0
		mg/l	500
CHSK		g/EO.d	132,1
		kg/d	502,0
		mg/l	1101
NL		g/EO.d	54,9
		kg/d	208,6
		mg/l	458
N-celk		g/EO.d	17,2
		kg/d	65,4
		mg/l	143
N-NH ₄ ⁺		g/EO.d	12,0
		kg/d	45,8
		mg/l	100
P-celk		g/EO.d	1,9
		kg/d	7,3
		mg/l	16

Do ČOV jsou odpadní vody čerpány z čerpací jímky o průměru 2,2 m s maximální hloubkou vody 1,9 m a užitečným objemem 7,2 m³. Jímka je vybavena trojicí čerpadel Amarex KRT F 80-215/24UEG (5,24 l/s 7,41 m) a měřením výšky hladiny. **Předpokládáme, že bude nutno pouze změnit čerpadla za výkonnější cca 3 x 8 l/s.**

Odpadní voda je z výtlačku čerpací jímky přiváděna na vertikální lapák písku LPV 800 vybaveným mamutkou na odtah písku a kontejnerem na písek. Jako zdroj vzduchu je použit kompresor. Do lapáku písku je zaústěno i dávkování Prefloku na srážení fosforu pomocí čerpadla. Odtok z lapáku písku jde do žlabu česlí, kde jsou osazeny strojně stírané česle Fontana SČČLS s integrovaným lisem na shrabky 400x980x3. Shrabky jsou dopravovány do popelnice. **Tato část může být zachována**, resp. může být nahrazena **novou česlovnou** osazené na hlavní stoce. V ní budou osazeny samočistící česle s integrovaným lisem s průtočností min 20 l/s a průlinami 3 mm např. Fontana SČČLS. Z česlovny budou odpadní vody svedeny do čerpací jímky.

Další část čistírny lze volit z několika variant. Varianty, které nejsou schopny využít upravenou provizorní část stávající čistírny, byly zamítnuty stejně, jako varianty ve kterých jsou nové aktivace významně změněny a tím je potřeba i zvětšit dosazovací nádrže.

Lze volit mezi symetrickým a asymetrickým řešením.

5. SYMETRICKÁ ČOV PRO 3.800 EO

U symetrického systému se vychází z myšlenky **čtyř totožných aktivačních částí čistírny** a doplnění kalových jímek a odvodnění kalu.

Rozdělovací jímku je nezbytné upravit tak, aby bylo možno rozdělit přítok odpadních vod do čtyř denitrifikací.

Protože došlo ke změně využití kalových jímek – jedna je upravena na denitrifikaci, je nejvhodnější upravit i druhou kalovou jímku na denitrifikaci a tím bude původní stará aktivační část upravena na systém D-N.

Bude postavena nová dvoulinková aktivační část (denitrifikace, nitrifikace, dosazovací nádrže) o shodných rozměrech jako původní čistírna.

Denitrifikace, každá o objemu 87 m³, bude míchána mechanickým míchadlem.

Nitrifikace, každá o objemu 190 m³, bude vybavena jemnobublinnou aerací s množstvím vzduchu do 140 m³/h.

Jako zdroj vzduchu lze použít osazená tři dmychadla a doplnit je o shodnou dvojici v sestavě 4+1, typ Kubíček 3D28B-080K (95,4 - 195 m³/h, 55 kPa). Dmychadla budou spínána pomocí FM a kyslíkových sond – pro každou linku samostatně.

Tlakový vzduch bude použit na samostatné provzdušňování jednotlivé nitrifikační nádrže a pro mamutky na přečerpávání zachycených plovoucích nečistot z dosazovací nádrže). Samostatné dmychadlo bude provzdušňovat vyrovnávací nádrž a kalové nádrže. Vratný i přebytečný kal je nutno řešit čerpadly umístěnými v dosazovacích nádržích (2 – 3 l/s).

K nové lince aktivací bude postavena dvounádržová kalová jímka o objemech 2 x 125 m³ s využitelnou hloubkou 4,2 m.

Na zastropené kalové jímky bude umístěna technologie odvodnění kalů s hltností 46 kg/h a 2,5 – 3 m³/h. Kalová voda z odvodnění i z kalových jímek bude přiváděna do vyrovnávací nádrže a odtud řízeně čerpána do rozdělovacího objektu.

6. ASYMETRICKÁ ČOV PRO 3.800 EO

U asymetrického systému se vychází z myšlenky, že do upravené technologie už nebude výrazně zasahováno a zbývající části se budou řešit v nově dvoulince.

Vzhledem k tomu, že je osazena denitrifikace pouze v objemu 87 m³, bude zbývající objem rozdělen na dvě části a to 87 m³ před novou dvoulinkou nitrifikací a 174 m³ jako první společná denitrifikace I. Do první společné denitrifikace by byl přiveden jak celý přítok, tak vratný kal ze všech čtyř dosazovacích nádrží. Na konci společné denitrifikace se bude aktivační směs dělit na dvojici denitrifikací II, každá o objemu 87 m³. Každá denitrifikace bude míchána mechanickým míchadlem.

Původní rozdělovací jímku je nezbytné upravit tak, aby bylo možno oddělit z přítoku pouze přebytné odpadní vody.

Bude postavena nová dvoulinková nitrifikace, každá o objemu 190 m³, bude vybavena jemnobublinnou aerací (například s 30 ks AME-350F) s množstvím vzduchu do 140 m³/h.

Jako zdroj vzduchu lze použít osazená tři dmychadla a doplnit je o shodnou dvojici v sestavě 4+1, typ Kubíček 3D28B-080K (95,4 - 195 m³/h, 55 kPa). Dmychadla budou spínána pomocí FM a kyslíkových sond – pro každou linku samostatně.

Tlakový vzduch bude použit na samostatné provzdušňování jednotlivé nitrifikační nádrže a pro mamutky na přečerpávání zachycených plovoucích nečistot z dosazovací nádrže). Samostatné dmychadlo bude provzdušňovat vyrovnávací nádrž a kalové nádrže. Vratný i přebytný kal je nutno řešit čerpadly umístěnými v dosazovacích nádržích (2 – 3 l/s).

U původní čistírny bude využita kalová jímka I o objemu 87 m³. K nové lince aktivací bude postavena dvounádržová kalová jímka o objemech 87 (KJ I) a 76 m³ (KJ II), každá s využitelnou hloubkou 4,2 m. (například v každé jímce 16 ks AME-260S)

Na zastropené kalové jímky bude umístěna technologie odvodnění kalů s hltností 46 kg/h a 2,5 – 3 m³/h. (například Mivalt MP-DW-301 s chemickým hospodářstvím, automatikou, vynášecím pásem a kontejnerem na kal). Kalová voda z odvodnění i z kalových jímek bude přiváděna do vyrovnávací nádrže a odtud řízeně čerpána do rozdělovacího objektu.

7. TECHNOLOGICKÝ VÝPOČET ČOV PRO 3.800 EO

Aktivační systém

parametr		jednotka	hodnota
minimální teplota	T _{min}	°C	8
navrhované (dosahované) celkové stáří kalu	Q _X	d	23,9
specifická produkce kalu	Y _{AK}	kg/kg	0,795
produkce aktivovaného kalu		kg/d	181,2
celková produkce kalu		kg/d	200,8
únik kalu odtokem		kg/d	3,3
produkce přebytného kalu		kg/d	197,5
potřebná zásoba kalu		kg	4321
provozní koncentrace sušiny aktivovaného kalu	X	kg/m ³	3,9
provozní koncentrace kalu s CHK	X	kg/m ³	4,3

potřebný objem aktivační nádrže	V	m ³	1108
objem denitrifikace	V _D	m ³	348
objem nitrifikace	V _N	m ³	760
doba kontaktu v denitrifikaci		h	4,21
doba kontaktu v nitrifikaci		h	9,20
střední doba zdržení v aktivaci bez recirkulace	Q	h	58
objemové zatížení	B _V	kg/m ³ .d	0,206
zatížení kalu	B _X	kg/kg.d	0,053
recirkulační poměr kalu	R _k	% z Qd	90

Bilance fosforu

parametr		rozměr	hodnota
koncentrace P-celk v odtoku		mg/l	10,5
předpokládaná koncentrace P v odtoku		mg/l	2,0
spotřeba 40 % roztoku Fe ₂ (SO ₄) ₃		l/d	33,7
roční spotřeba		m ³ /rok	12,3
produkce chemického kalu		kg/d	19,6

Oxygenační kapacita a jemnobublinná aerace

parametr		rozměr	hodnota
spotřeba na přivedenou BSK ₅	OC ^C _P	kg/d	413,5
spotřeba kyslíku na nitrifikaci	OC ^N _P	kg/d	266,7
zisk kyslíku při denitrifikaci	OC ^D _P	kg/d	112,6
celková provozní spotřeba kyslíku	OC _P	kg/d	567,6
provozní koncentrace rozpuštěného kyslíku	c _m	mg/l	2,0
součinitel přestupu kyslíku	a	-	0,75
součinitel nerovnoměrnosti pro OC	k _n	-	1,1
standardní oxygenační kapacita	OC _{ST}	kg/d	1067,5
poměr OC _{ST} /B _V		kg/kg	4,68
hloubka aktivační směsi v nádržích		m	4,2
střední využití kyslíku ze vzduchu E _a	E _a	%	22,47
množství vzduchu pro mamutky	Q _{VZ}	m ³ /h	40
množství vzduchu pro nitrifikaci	Q _{VZ}	m ³ /h	734
korigované množství vzduchu	Q _{VZ}	m ³ /h	774
potřebný přetlak dmyhadla		mbar	455

Dosazovací nádrže

parametr		rozměr	hodnota
počet dosazovacích nádrží		ks	4
velikost dosazovací nádrže			4,5
celková plocha dosazovacích nádrží		m ²	81,0
celkový objem dosazovacích nádrží		m ³	163,5
očekávaný kalový index	KI	ml/g	120
srovnávací objem kalu	VSV	ml/l	519
hydraulické zatížení plochy při Q _h	n	m/h	0,704
hydraulické zatížení plochy při Q _č	n	m/h	0,711
zatížení plochy nerozp.lát. při Q _h	NA	kg/m ² .h	2,7
zatížení plochy nerozp.lát. při Q _č	NA	kg/m ² .h	2,8
střední doba zdržení při Q _č	Q	h	2,0

koncentrace vratného kalu	X r	kg/m ³	8,2
dnová koncentrace vratného kalu	X d	kg/m ³	11,8
doba zahuštění kalu v dosazovací nádrži		h	1,12
skutečná hloubka dosazovacích nádrží	hc	m	4,20
únik NL z dos.nadrže při Q _h		mg/l	7,1
únik NL z dos.nadrže při Q _č		mg/l	7,2
průměrná konc. BSK ₅ na odtoku při Q _h		mg/l	6,8
průměrná konc. BSK ₅ na odtoku při Q _č		mg/l	6,8

Aerobní stabilizace kalu

parametr		rozměr	hodnota
produkce přebytečného, příp. vč. chem.kalu		kg/d	197,5
zahuštění přebytečného kalu při stabilizaci		%	2,5
množství přeb. kalu odtah. z aktivace		m ³ /d	19,7
množství stabilizovaného kalu		kg/d	154,7
množství zahuštěného stabilizovaného kalu		m ³ /d	6,2
max. hloubka přebytečného kalu v jímce		m	4,2
potřebné množství vzduchu pro stabilizaci		m ³ /h	167
navrhovaná velikost stabilizační nádrže		m ³	250
skutečná doba uskladnění ve stab. nádrži		d	40

Odvodnění stabilizovaného kalu

parametr		rozměr	hodnota
množství stabiliz. kalu k odvodnění		kg/d	154,7
počet dnů odvodňování v týdnu		d/t	4,0
počet hodin provozu		h/d	6,0
v den odvodňování je třeba odvodnit		kg/d	270,7
kapacita odvodnění		kg/h	45,1
objem zahuštěného kalu k odvodnění		m ³ /d	10,8
sušina odvodněného kalu		%	20
objem odvodněného kalu / den odvodňování		m ³ /d	1,35
množství kalové vody / den odvodňování		m ³ /d	9,5
dávka polymerního flokulantu		g/kg suš.	12,0
roční spotřeba polymerního flokulantu		kg/rok	677,6

8. VSTUPNÍ ČÁST ČOV PRO 4.900 EO – VARIANTA II.

Předmětná čistírna odpadních vod je provizorně upravena na 2.828 EO. ČOV v stávajícím uspořádání není schopna se dlouhodobě vypořádat se současným přiváděným znečištěním. Proto se připravuje projektové řešení na koncové zatížení 4.900 EO (pro **obce Brandýsek a Cvrčovice**). Přitom je nejvhodnější využít maximálně stávající stavební i strojní vybavení.

Průtoky odpadních vod

průtok		jednotka	hodnota
průměrný bezdeštný denní průtok	Q_{24}	m ³ /d m ³ /h l/s	576,7 24,0 6,7
maximální bezdeštný denní průtok	Q_d	m ³ /d m ³ /h l/s	807,4 33,6 9,3
maximální bezdeštný hodinový průtok	Q_h	m ³ /h l/s	67,3 18,7
čerpaný průtok odpadních vod	$Q_{\check{c}}$	m ³ /h l/s	80,7 22,4

Znečištění odpadních vod

ukazatel		jednotka	hodnota
počet ekvivalentních obyvatel		EO ₆₀	4 900
BSK ₅		g/EO.d	60,0
		kg/d	294,0
		mg/l	510
CHSK		g/EO.d	132,1
		kg/d	647,3
		mg/l	1122
NL		g/EO.d	54,9
		kg/d	269,0
		mg/l	466
N-celk		g/EO.d	17,2
		kg/d	84,3
		mg/l	146
N-NH ₄ ⁺		g/EO.d	12,0
		kg/d	59,0
		mg/l	102
P-celk		g/EO.d	1,9
		kg/d	9,4
		mg/l	16

Odpadní vody jsou kanalizací přivedeny do nové česlovny. V ní jsou na hlavní lince osazeny samočistící česle s integrovaným lisem s průtočností min 20 l/s a průlinami 3 mm např. Fontana SČČLS. Na obtoku strojních česlí budou osazeny ruční česle s průlinou 25 mm. Z česlovny budou odpadní vody svedeny do čerpací jímky.

Do ČOV jsou odpadní vody čerpány z čerpací jímky o průměru 2,2 m s maximální hloubkou vody 1,9 m a užitečným objemem 7,2 m³. Jímka je vybavena trojicí čerpadel. **Předpokládáme, že bude nutno zvětšit jímku a změnit čerpadla za výkonnější cca 3 x 12 l/s.** (Velikost čerpaného množství je v souladu se zákonem č.274/2001 Sb. v platném znění pro ČOV do 5.000 EO).

Odpadní voda je z výtlaku čerpací jímky přiváděna na vertikální lapák písku LPV 800 vybaveným mamutkou na odtah písku a kontejnerem na písek. Jako zdroj vzduchu je použit kompresor. Do lapáku písku je zaústěno i dávkování Prefloku na srážení fosforu

pomocí čerpadla. Lapák písku je určen pro průtoky do 22 l/s. Proto doporučuji výměnu za typ LPV 1000 (do 33 l/s).

Odtok z lapáku písku bude sveden do rozdělovací jímky.

9. AKTIVAČNÍ ČÁST ČOV PRO 4.900 EO

Pro toto řešení lze vyjít z myšlenky **čtyř totožných aktivačních částí čistírny** a doplnění kalových jímek a odvodnění kalu.

Rozdělovací jímku je nezbytné upravit tak, aby bylo možno rozdělit přítok odpadních vod do čtyř denitrifikací.

Protože došlo ke změně využití kalových jímek – jedna je upravena na denitrifikaci, je nejvhodnější upravit i druhou kalovou jímku na denitrifikaci a tím bude původní stará aktivační část upravena na systém D-N. Zbývající části selektor, původní denitrifikace a nitrifikace zůstanou jako nitrifikační. Protože není možno využít stávající dosazovací nádrže – jsou již malé, bude z nich odstraněna jak technologická, tak stavební vestavba.

Tak vznikne další aktivační objem cca 85 m³ v každé lince. Tato nádrž bude opět upravena na nitrifikační. Nově bude pro každou linku postavena dosazovací nádrž 480 (4,8 x 4,8 m) s minimální využitelnou hloubkou 4,3 m.

Bude postavena nová dvoulinková aktivační část (denitrifikace, nitrifikace, dosazovací nádrže) o shodných rozměrech a vybavení jako původní čistírna.

Denitrifikace, každá o objemu 87 m³, bude míchána mechanickým míchadlem.

Nitrifikace, každá o objemu 273 m³, bude vybavena jemnobublinnou aerací s množstvím vzduchu do 240 m³/h.

Jako zdroj vzduchu bude použita nová čtveřice dmychadel v sestavě 4+0, typ Kubíček 3D28C-080 (250 m³/h, 55 kPa). Tlakový vzduch bude použit na samostatné provzdušňování jednotlivé nitrifikační nádrže a pro mamutky na přečerpávání zachycených plovoucích nečistot z dosazovací nádrže).

Původní tři dmychadla Kubíček 3D28B-080K (95,4 - 195 m³/h, 55 kPa) pak budou použita na aeraci zbývajících objemů.

Samostatné dmychadlo bude provzdušňovat vyrovnávací nádrž a kalové nádrže. Vratný i přebytečný kal je nutno řešit čerpadly umístěnými v dosazovacích nádržích (3 - 5 l/s).

K nové lince aktivací bude postavena dvounádržová kalová jímka o objemech 2 x 155 m³ s využitelnou hloubkou 4,2 m.

Na zastropené kalové jímky bude umístěna technologie odvodnění kalů s hlností 56 kg/h a 2,5 – 3 m³/h. Kalová voda z odvodnění i z kalových jímek bude přiváděna do vyrovnávací nádrže a odtud řízeně čerpána do rozdělovacího objektu.

10. TECHNOLOGICKÝ VÝPOČET ČOV PRO 4.900 EO

Aktivační systém

parametr		jednotka	hodnota
minimální teplota	$T_{\min}$	°C	8
navrhované (dosahované) celkové stáří kalu	Q_X	d	24,0
specifická produkce kalu	Y_{AK}	kg/kg	0,794
produkce aktivovaného kalu		kg/d	233,4
celková produkce kalu		kg/d	257,1
únik kalu odtokem		kg/d	5,6
produkce přebytečného kalu		kg/d	251,5
potřebná zásoba kalu		kg	5602
provozní koncentrace sušiny aktivovaného kalu	X	kg/m ³	3,9
provozní koncentrace kalu s CHK	X	kg/m ³	4,3
potřebný objem aktivační nádrže	V	m ³	1440
objem denitrifikace	V_D	m ³	348
objem nitrifikace	V_N	m ³	1092
doba kontaktu v denitrifikaci		h	3,57
doba kontaktu v nitrifikaci		h	11,19
střední doba zdržení v aktivaci bez recirkulace	Q	h	60
objemové zatížení	B_V	kg/m ³ .d	0,204
zatížení kalu	B_X	kg/kg.d	0,052
recirkulační poměr kalu	R_k	% z Qd	90

Bilance fosforu

parametr		rozměr	Hodnota
koncentrace P-celk v odtoku		mg/l	10,7
předpokládaná koncentrace P v odtoku		mg/l	2,0
spotřeba 40 % roztoku Fe ₂ (SO ₄) ₃		l/d	38,0
roční spotřeba		m ³ /rok	13,9
produkce chemického kalu		kg/d	23,7

Oxygenační kapacita a jemnobublinná aerace

parametr		rozměr	hodnota
spotřeba na přivedenou BSK ₅	OC_P^C	kg/d	533,9
spotřeba kyslíku na nitrifikaci	OC_P^N	kg/d	343,8
zisk kyslíku při denitrifikaci	OC_P^D	kg/d	145,1
celková provozní spotřeba kyslíku	OC_P	kg/d	732,5
součinitel přestupu kyslíku	a	-	0,75
součinitel nerovnoměrnosti pro OC	k_n	-	1,1
standardní oxygenační kapacita	OC_{ST}	kg/d	1377,8
poměr OC_{ST}/B_V		kg/kg	4,69
hloubka aktivační směsi v nádržích		m	4,2
střední využití kyslíku ze vzduchu E_a	E_a	%	22,47
množství vzduchu pro mamutky	Q_{VZ}	m ³ /h	40
množství vzduchu pro nitrifikaci	Q_{VZ}	m ³ /h	947
korigované množství vzduchu	Q_{VZ}	m ³ /h	987
potřebný přetlak dmyhadla		mbar	455

Dosazovací nádrže

parametr		rozměr	hodnota
počet dosazovacích nádrží		ks	4
velikost dosazovací nádrže			4,8
celková plocha dosazovacích nádrží		m ²	92,2
celkový objem dosazovacích nádrží		m ³	188,5
očekávaný kalový index	KI	ml/g	120
srovnávací objem kalu	VSV	ml/l	514
hydraulické zatížení plochy při Q _h	n	m/h	0,710
hydraulické zatížení plochy při Q _č	n	m/h	0,852
zatížení plochy nerozp.lát. při Q _h	NA	kg/m ² .h	2,8
zatížení plochy nerozp.lát. při Q _č	NA	kg/m ² .h	3,3
střední doba zdržení při Q _č	Q	h	1,7
koncentrace vratného kalu	X _r	kg/m ³	8,2
dnová koncentrace vratného kalu	X _d	kg/m ³	11,7
doba zahuštění kalu v dosazovací nádrži		h	1,12
skutečná hloubka dosazovacích nádrží	hc	m	4,30
únik NL z dos.nadrže při Q _h		mg/l	6,8
únik NL z dos.nadrže při Q _č		mg/l	9,8
průměrná konc. BSK ₅ na odtoku při Q _h		mg/l	6,7
průměrná konc. BSK ₅ na odtoku při Q _č		mg/l	7,4

Aerobní stabilizace kalu

parametr		rozměr	hodnota
produkce přebytečného, příp. vč. chem.kalu		kg/d	251,5
zahuštění přebytečného kalu při stabilizaci		%	2,5
množství přeb. kalu odtah. z aktivace		m ³ /d	25,1
množství stabilizovaného kalu		kg/d	196,7
množství zahuštěného stabilizovaného kalu		m ³ /d	7,9
max. hloubka přebytečného kalu v jímce		m	4,2
potřebné množství vzduchu pro stabilizaci		m ³ /h	256
navrhovaná velikost stabilizační nádrže		m ³	310
skutečná doba uskladnění ve stab. nádrži		d	39

Odvodnění stabilizovaného kalu

parametr		rozměr	Hodnota
množství stabiliz. kalu k odvodnění		kg/d	196,7
počet dnů odvodňování v týdnu		d/t	4,0
počet hodin provozu		h/d	6,0
v den odvodňování je třeba odvodnit		kg/d	344,2
kapacita odvodnění		kg/h	57,4
objem zahuštěného kalu k odvodnění		m ³ /d	13,8
sušina odvodněného kalu		%	20
objem odvodněného kalu / den odvodňování		m ³ /d	1,72
množství kalové vody / den odvodňování		m ³ /d	12,0
dávka polymerního flokulantu		g/kg suš.	12,0
roční spotřeba polymerního flokulantu		kg/rok	861,5

11. ZÁVĚRY

V obci Brandýsek je vybudována jednotná splašková kanalizace zakončená čistírnou odpadních vod pro cca 1.960 EO. Tato čistírna již svoji kapacitou nedostačuje a podle provozního měření je přetížena.

V současnosti se připravuje realizace projektového řešení nastalé situace na přechodnou dobu (doplnění nezbytného a zkapacitnění čistírny). Je navržena úprava technologické linky s minimem stavebních zásahů, pouze se změnou využití stávajících objektů. Předmětná čistírna odpadních vod bude provizorně upravena na kapacitu 2.828 EO.

V současnosti je k dispozici i projekční řešení na rozšíření stávající technologie o třetí linku D-N. Řešení je postaveno na úplném zachování stávajícího provozu ČOV a připojení nové biologické linky s dosazovací nádrží tak, aby bylo dosaženo nové kapacity čištění odpadních vod pro 2850EO. Objem biologických nádrží pro takovou to velikost ČOV je stanoven na 585m³. Tato velikost ČOV odpovídá současnému přítoku odpadních vod a není zde již prostor pro nové napojení odpadních vod z dalších nemovitostí, které v současné době jsou již kolaudovány nebo jsou v realizaci. Minimální požadavek rozšíření ČOV je na kapacitu 3800EO (pro obec Brandýsek). Při do stavbě čtvrté biologické linky D-N-DN na tuto velikost ČOV by bylo potřebné nádrže biologie rozšířit skoro o dvojnásobek, tj. na 1108m³. Čtvrtá linka by musela mít objem nádrží D-N 523m³. Tím by byla silně asymetrická oproti třem stávajícím (tj. 3x195m³). Takto postavená technologie čištění odpadních vod je prakticky velmi špatně řiditelná a rozdělení odpadních na nerovnoměrné proudy je velmi složité. Proto nemůžeme doporučit pokračovat v realizaci již připravené třetí samostatné biologické linky.

Realizace tohoto projektu je zastavena s tím, že se hledá nové řešení pro koncové zatížení **na kapacitu 3.800EO** (varianta I.). Přitom se předpokládá, že úprava stávající čistírny na 2.828 EO bude v maximální míře využita.

Studie rozšíření kapacity ČOV v obci Brandýsek byla dále doplněna řešením kapacity o čištění odpadních vod i z obce Cvrčovice včetně výhledu zástavby v této obci. Celkové řešení intenzifikace stávající ČOV Brandýsek se přiblížilo **kapacitě 4900EO** (varianta II.). Hlavní rozdíl mezi ČOV pro 3800EO a pro 4900EO je nejen v objemu D-N nádrží, nutnosti větších dosazovacích nádrží (stávající jsou svou plochou - velikostí nedostatečné), větší zásoby na přebytečný kal (o 50m³), ale i rozšíření technologie a to především množství potřebného vzduchu (až o 100m³/h). Prostorově je v areálu stávající ČOV v Brandýsku dostatek místa i na tak velkou čistírnu odpadních vod.

Investiční náklady.

Rozšíření ČOV Brandýsek a přestavba stávajících objektů na kapacitu 3800EO bude finančně znamenat v dnešních cenách odhadovanou hodnotu 44mil. Kč. Při rozšíření ČOV na kapacitu 4900EO bude se investovat pohybovat kolem hodnoty 71 mil. Kč. Tyto ceny jsou kalkulovány z obdobných staveb v současnosti realizovaných v regionu Středočeského kraje.

Ing. Břetislav Krňávek Ph.D.
Člen expert CzWA r.č. 130