


6			
5			
4			
3			
2			
1			
REVIZE	POPIS	DATUM	SCHVÁLIL

Sweco Hydroprojekt a.s. Ústředí Praha Táborská 31, 140 16 Praha 4; praha@sweco.cz; www.sweco.cz				SWECO 	
VYPRACOVAL	Bc. Prokel Stěhulová	HIP	Ing. Kubová, Ph.D.	T. KONTROLA	Ing. Kuba, Ph.D.
PROJEKTANT	Bc. Prokel Stěhulová	ŘEDITEL DIVIZE	Ing. Hanák	DATUM	10/2023
OBJEDNATEL	Pražská vodohospodářská společnost a.s.			OKRES	Praha - Kbely
AKCE: Rekonstrukce ČOV Kbely - aktualizace DPS č. akce: 1/3/L22/00				ČÍSLO ZAKÁZKY	11 2160 04 01
				STUPEŇ	DPS
				FORMÁT	23x A4
				ARCHIVNÍ ČÍSLO	006303/23/1
ČÁST STAVBY	Chemicko-technolog. návrh			SO/PS	
PŘÍLOHA: CHEMICKO-TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY A ZPRÁVA				ČÍSLO PŘÍLOHY	E.2.1
					C 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).

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

strana

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	3
1.1	Údaje o stavbě	3
1.2	Údaje o stavebníkovi	3
1.3	Údaje o zpracovateli dokumentace	3
2	technologický návrh	5
2.1	Vstupní návrhové parametry	5
2.1.1	Návrhová kapacita ČOV	5
2.1.2	Návrhová jakost vyčištěné vody	6
3	Technologické výpočty	7
3.1	Základní koncepce rekonstrukce ČOV	7
3.2	Technologický návrh objektů a zařízení	9
3.2.1	Hrubé předčištění	9
3.2.2	Biologický stupeň	10
3.2.2.1	Dávkování externího substrátu	12
3.2.2.2	Dosazovací nádrže	13
3.2.2.3	Parametry aeračního systému	14
3.2.2.4	Simultánní srážení fosforu	15
3.2.3	Kalové hospodářství	16
3.2.3.1	Vstupní bilance kalů	17
3.2.3.2	Jímky přebytečného a dováženého kalu	17
3.2.3.3	Linka zahuštění kalu	18
3.2.3.4	Aerobní stabilizace kalů	19
3.2.3.5	Linka odvodnění kalu	21
3.3	Souhrn úprav stávajícího kalového hospodářství	22

Chemicko-technolog. návrh

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 ÚDAJE O STAVBĚ

Název stavby: *Stavba č. 0093 TV Kbely, Etapa 0028 ČOV Kbely*

Místo stavby: hl. m. Praha

Katastrální území: Kbely 777757, Satalice 46134, Vinoř 782378.

Adresa: Praha 9, Kbely, Mladoboleslavská 758

Parcelní čísla: Kbely 1975/1, 1975/27, 1975/28, 1976/7, 1976/8, 1976/9, 1976/39, 1976/40, 1976/41

Satalice 641/29, 641/32, 641/34, 641/38, 641/39, 641/98, 641/143, 641/148, 641/200, 641/201, 641/202, 641/203, 641/204, 641/205, 641/206

Vinoř 1574/1

Předmět dokumentace: Čistírna odpadních vod Kbely – rekonstrukce

1.2 ÚDAJE O STAVEBNÍKOVĚ

Stavebník / Investor: Magistrát hlavního města Prahy

IČO: 00064581

Vyšehradská 51

128 01 Praha 2

Zastoupen:

Pražská vodohospodářská společnost a. s.

Bořislavka Centrum, 3. budova

Evropská 866/67

160 00 Praha 6 – Vokovice

Datová schránka: a75fsn2

IČO. 25656112

1.3 ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE

Název (obchodní firma): Sweco a.s.

IČ: 26475081

adresa sídla: Tábořská 31

140 16 Praha

Česká republika

praha@sweco.cz

www.sweco.cz

Divize:

151

Chemicko-technolog. návrh

Jméno	číslo	kód	obor (specializace) autorizace
Hlavní inženýr projektu			
Zodpovědní projektanti profesí			
Stavební část			
Konstrukční část a statika			
Architektura			
Vodohospodářská část			
Technologie vody			
Strojní část			
Elektro-část			
Systém řízení technologických procesů			
Jiné			

Poznámka:

Číslo autorizace znamená: číslo, pod kterým je projektant (technik) zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.

Externí kooperace	
Firma	Jméno
PBŘ	
KRASO požárně technický servis, s.r.o.	Václav Kratochvíl

2 TECHNOLOGICKÝ NÁVRH

2.1 VSTUPNÍ NÁVRHOVÉ PARAMETRY

2.1.1 NÁVRHOVÁ KAPACITA ČOV

V roce 2012 byla společností SWECO Hydroprojekt zpracována studie proveditelnosti pro rekonstrukci a navýšení kapacity ČOV Kbely. Na základě provozních údajů a výsledků bylo stanoveno hydraulické i látkové zatížení čistírny za období 2010 – 2011, ke kterému byl následně připočten předpokládaný nárůst množství a znečištění odpadních vod ve dvou časových horizontech charakterizovaných dosažením kapacity 18 667 EO v I. etapě a 28 000 EO ve II. etapě. Z důvodu uplynutí dlouhé doby mezi vypracováním studie proveditelnosti a zahájením projekčních prací byla v r. 2019 provedena aktualizace vstupního zatížení ČOV Kbely s cílem posoudit, zda nedošlo k závažným změnám, které by mohly mít vliv na potřebnou výhledovou kapacitu čistírny. Na základě výsledků této aktualizace, která v zásadě potvrdila stagnaci v přítokovém zatížení, bylo navrženo zachovat návrhové parametry vstupního zatížení uvedené ve studii z r. 2012 a následně i v dokumentaci EIA z r. 2014.

Podrobné údaje o předpokládaném množství a znečištění odpadních vod v jednotlivých etapách jsou uvedeny v následujícím přehledu:

Návrhová kapacita ČOV Kbely v jednotlivých etapách				
Množství a znečištění OV	Značka	Jednotka	I. etapa	II. etapa
Počet ekvivalentních obyvatel	EO ₆₀	-	18 667	28 000
Průměrný denní přítok	Q ₂₄	m ³ /d	5 139	7 098
		m ³ /h	214,1	295,8
		l/s	59,5	82,2
Podíl balastních vod	Q _B	m ³ /d	1 572,7	2 039,3
Denní (výpočtový) přítok	Q _d	m ³ /d	6 494	9 021
		m ³ /h	270,6	375,9
		l/s	75,2	104,4
Maximální hodinový přítok	Q _{h,MAX}	m ³ /h	455,1	637,7
		l/s	126,4	177,1
Max. dešťový přítok do ČOV (hrubé předčištění)	Q _{MAX}	l/s	330,0	330,0
Max. dešťový přítok do biologického stupně	Q _{MAX,B}	m ³ /h	475,6	666,8
		l/s	132	185
Přiváděné znečištění	Značka	Jednotka	I. etapa	II. etapa
Organické znečištění	BSK ₅	kg/d	1 120,0	1 680,0
		mg/l	218,0	236,7
	CHSK	kg/d	2 240,0	3 360,0
		mg/l	435,9	473,3
Nerozpuštěné látky	NL	kg/d	1 117,2	1 675,7
		mg/l	217,4	236,1
Amoniakální dusík	N-NH ₄	kg/d	137,8	206,7

Chemicko-technolog. návrh

Návrhová kapacita ČOV Kbely v jednotlivých etapách				
Množství a znečištění OV	Značka	Jednotka	I. etapa	II. etapa
		mg/l	26,8	29,1
Celkový dusík	N _c	kg/d	320,2	480,3
		mg/l	62,3	67,7
Celkový fosfor	P _c	kg/d	27,8	41,7
		mg/l	5,4	5,9

Výše uvedený přehled je základ pro dimenzování rozšíření ČOV Kbely v technologickém návrhu.

2.1.2 NÁVRHOVÁ JAKOST VYČIŠTĚNÉ VODY

Podle zadání musí návrh rekonstrukce ČOV respektovat požadavky NV č. 401/2015 Sb. při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod (BAT) pro kategorii ČOV od 10 001 do 100 000 EO. Tyto požadavky jsou uvedeny v příloze č. 7 zmíněného nařízení vlády a jsou následující:

Slovní popis technologie:

- Nízko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrientů + terciární stupeň včetně srážení fosforu, eventuelně dávkování externího substrátu

Emisní standardy:

Emisní standardy – BAT			
Kategorie ČOV (EO)	10 001 - 100 000		
ukazatel	průměr (mg/l)	p (mg/l)	m (mg/l)
CHSK _{Cr}	-	50	100
BSK ₅	-	14	20
NL	-	18	25
N _{celk}	14 *)	-	25
P _{celk}	1,5 *)	-	3

*) celoroční průměr ve smyslu NV 401/2015 Sb.

Podle NV 401/2015 Sb. platí pro emisní standardy tyto podmínky:

- vzorek typu C – 24 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin o objemu úměrném aktuální hodnotě průtoku v době odběru dílčího vzorku. Vzorky mají být odebírány minimálně 26 x ročně.
- koncentrace „p“ mohou být překročeny v povolené míře podle hodnot uvedených NV 401/2015 Sb. v příloze č. 5, tj. ve 3 případech z 26 vzorků
- koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné
- hodnota „m“ pro celkový dusík platí pro období, ve kterém je teplota odpadní vody na odtoku z biologického stupně vyšší než 12 °C. Teplota odpadní vody se pro tento účel považuje za vyšší než 12 °C, pokud z pěti měření provedených v průběhu dne byla tři měření vyšší než 12 °C.

3 TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY

3.1 ZÁKLADNÍ KONCEPCE REKONSTRUKCE ČOV

Čistírna je v současné době tvořena hrubým předčištěním a zdvojenou linkou mechanicko-biologického čištění, která se skládá z usazovací nádrže a aktivačního R–D–N systému s podélnou dosazovací nádrží. Kalové hospodářství zahrnuje linku zahuštění kalu, uskladňovací nádrže a linku odvodnění kalu s odstředivkou.

Pro výhledové zatížení čistírny a požadovanou jakost vyčištěné vody je nezbytné přistoupit především k rekonstrukci biologického stupně, který má stěžejní vliv na výslednou jakost vyčištěné vody. Hlavním cílem intenzifikace biologického stupně je zvýšit stabilitu nitrifikace a účinnost biologického odstraňování dusíku. Snížení odtokových koncentrací fosforu bude zajištěno jeho simultánním srážením chemickými činidly.

Společně se zvýšením návrhové kapacity vyvolává požadavek na zvýšení účinnosti odstraňování celkového dusíku potřebu zvýšit celkovou zásobu kalu i celkový recykl aktivační směsi.

Odpadní vody budou přiváděny přes lapák štěrku a hrubé česle do otevřené vypínací komory, kde se vody nad 160 l/s oddělí do vírového separátoru. Vody v množství pod 160 l/s budou vedeny na hrubé předčištění tvořené jemnými strojně stíranými česlemi a vertikálními lapáky písku. Za hrubým předčištěním jsou vody vedeny přes oddělovací komoru do rozdělovacího objektu před biologickým stupněm.

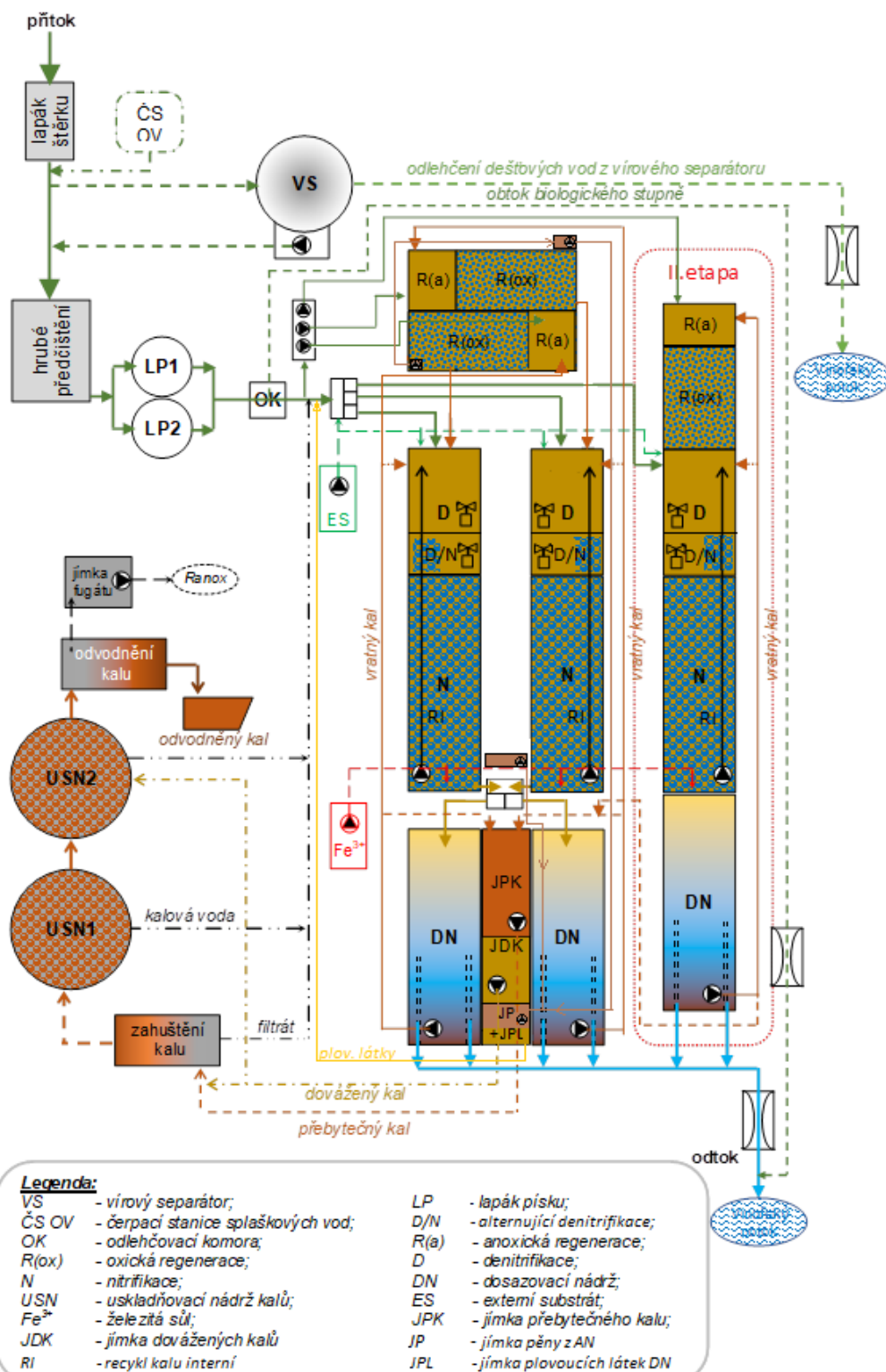
Pro nový biologický stupeň budou využity i stávající usazovací nádrže, které budou přeměněny na regenerační nádrže s anoxickou a oxickou zónou. Stávající aktivační nádrže a dosazovací nádrže budou přeměněny na systém s předřazenou denitrifikací a následnou nitrifikací. Náhradou za zrušené dosazovací nádrže budou vybudovány nové podélné dosazovací nádrže.

V I. etapě rekonstrukce budou výše uvedeným způsobem zrekonstruovány obě stávající vodní linky (UN+AN+DN). Ve II. etapě pak bude vybudována třetí nová linka, objemově shodná s linkami I. etapy. Odpadní vody budou z rozdělovacího objektu natékat do denitrifikačních nádrží, kde se smísí s aktivovaným kalem z regenerace. Z denitrifikací bude aktivační směs odtékat do nitrifikací a následně do nových dosazovacích nádrží. Část surových odpadních vod bude rovněž podle potřeby čerpána do anoxické části regenerace. Pro zvýšení účinnosti odstraňování dusíku bude v nitrifikacích umístěna interní recirkulace aktivační směsi do denitrifikace. Je také uvažováno s vyčleněním části denitrifikační nádrže jako „alternující“ nitrifikace/denitrifikace. Toto bude provedeno rozdělením denitrifikací na 2 části, z nichž jedna bude osazena nejen míchadly, ale i aeračními elementy. V případě potřeby zvýšení objemu nitrifikace (převážně během zimních měsíců) je možné tuto sekci denitrifikace přepnout na nitrifikaci. V případě nedostatku organického substrátu pro dobrý průběh denitrifikace, bude do denitrifikačních nádrží dávkován externí substrát. Do nitrifikací bude rovněž dávkována železitá či hliníť sůl pro snížení odtokových koncentrací fosforu.

Vyčištěná voda bude z nových dosazovacích nádrží odtékat přes měrný objekt do Vnořského potoka. Až za měrným objektem na odtoku budou zaústěny vody odlehčené v oddělovací komoře před biologickým stupněm (tzv. obtok biologie). Množství těchto vod bude samostatně měřeno. Kal odtahovaný ze dna dosazovacích nádrží bude čerpán zpět do anoxické části regenerace.

V kalovém hospodářství se navrhuje zvýšení jeho kapacity pro dovážené kaly z ostatních ČOV vybudováním akumulací jímky pro tyto kaly. Rovněž bude zvýšena kapacita stávajícího strojního zahuštění i odvodnění kalu tak, aby bylo možné bez problémů zpracovávat jak kal vyprodukovaný ve vlastním provozu ČOV, tak i kaly dovezené.

Zjednodušené blokové schéma ČOV:



3.2 TECHNOLOGICKÝ NÁVRH OBJEKTŮ A ZAŘÍZENÍ

Odpadní voda je dnes do ČOV Kbely přiváděna do otevřené vypínací komory, jejíž součástí je, mimo jiné, přelivný práh, kterým odpadní voda při srážkových událostech, pokud je přesažena kapacita mechanického stupně (160 l/s), natéká do vírového separátoru, jež je projektován na max. průtok 8 m³/s. Vírový separátor plní při srážkách funkci mechanického předčištění odpadních vod. Takto předčištěné vody odtékají vrchem (přepadem separátoru) do recipientu a zahuštěná hydrosmeš u dna je v množství 160 l/s (v budoucnosti až 330 l/s) čerpána do vodní linky ČOV.

3.2.1 HRUBÉ PŘEDČIŠTĚNÍ

Přítokové kanalizační stoky ústí ve vypínací komoře do společného otevřeného ocelového žlabu. Za bezdeštného stavu protéká odpadní voda komorou tímto žlabem přes trvale provozovaný lapák šterku. V odtokovém profilu komory ústí žlab do potrubí DN 600, kterým odpadní voda odtéká do haly hrubého předčištění. Ústí odtokového potrubí je vybaveno uzávěrem s elektropohonem. V případě, že při srážkových událostech překročí průtok vody na mechanický stupeň hodnotu cca 160 l/s, uzavře se odtokové potrubí směrem na hrubé předčištění, stavidla s elektropohonem otevrou přítok na druhý lapák šterku a odpadní voda odtéká přes spadiště do vírového separátoru. Uzávěry jsou ovládány z řídicí jednotky SAIA, která přebírá údaje z průtokoměrů v odtokových žlabech z lapáků písku.

Maximální objem odpadních a dešťových vod do hrubého předčištění bude ve výhledu dán kapacitou přítokových žlabů, strojně stíraných česlí a vírových lapáků písku.

V rámci řešení projektu bylo projednáno se správcem a provozovatelem stokové sítě zvýšení max. dešťového přítoku do hrubého předčištění Q_{MAX} z 160 l/s na 330 l/s. Jedná se o max. teoretickou hodnotu, která bude ve skutečnosti snižována pomocí frekvenčních měničů šnekových čerpadel, resp. oběhového čerpadla. Realizace tohoto návrhu představuje vybudování nového objektu pro instalaci nového oběhového čerpadla již v I. etapě výstavby. Maximální výkon jednoho šneku (čerpadla) je 165 l/s, výhledově se uvažuje s provozem čerpadel 2+1 montovaná rezerva.

Na maximální teoretický dešťový přítok 330 l/s do hrubého předčištění byla předběžným hydraulickým výpočtem posouzena kapacita přítokových tras a lapáků. Z výpočtů vyplývá dostatečná kapacita přítokové stoky DN 600 vedené ve sklonu 9,57 ‰ i navazujícího žlabu 800 x 900 mm až k strojně stíraným česlím i za cenu, že za tohoto průtoku způsobí strojně stírané česle zpětné vzdutí hladiny na kótu 259,225 m n. m (hloubka 0,715 m), které se bude propagovat až do dolního úseku přítokové stoky. V provozu bude vždy jeden žlab se strojně stíranými česlemi, druhý bude ve funkci pouze jako rezerva pro dešťové (vysoké) průtoky.

Oddělení takto předčištěných vod nad hodnotu 132 l/s v I. etapě (resp. 185 l/s u 2. etapy) bude provedeno až v nové oddělovací komoře umístěné za lapákem písku.

Produkce odpadů hrubého předčištění			
		I. etapa	II. etapa
množství shrabků z jemných česlí	kg/rok	93 335	140 000
objem shrabků	l/d	320	479
snížení hmotnosti shrabků po vylisování	%	40	40
hmotnost shrabků po vylisování	kg/rok	56 001	84 000
objem vylisovaných shrabků	l/d	139	209
množství písku z lapáku písku	l/d	327	491

3.2.2 BIOLOGICKÝ STUPEŇ

S ohledem na minimalizaci potřeby dostavby dalších objemů je uvažováno s využitím stávajících podélných dosazovacích nádrží pro rozšíření aktivačního systému a s jejich náhradou novými nádržemi. Navrhuje se zrušení mechanického stupně (usazovacích nádrží) a jeho přeměna na nádrže regenerační.

Návrh rekonstrukce vychází z objemů stávající vodní linky, které jsou následující:

Stávající uspořádání – celkový objem pro obě linky			
		objem	hloubka vody
		m ³	m
mechanický stupeň	usazovací nádrž - UN	944	3,75
biologický stupeň	regenerace - R	272	3,6
	kontaktor - K	133	3,6
	denitrifikace - D	473	3,6
	nitrifikace I - NI	718	3,6
	nitrifikace II - NII	692	3,6
	nitrifikace celkem - N	1 410	3,6
	odplyňovací zóna - O	89	3,6
separace kalu	dosazovací nádrž – DN (pro hloubku 3,6 m)	1 454	3,6
celkový objem	mechanický stupeň (UN)	944	
	biologický stupeň + dosazovací nádrž (BIOL+DN)	3 831	
	celkem vodní linka (UN+BIOL+DN)	4 775	

Jako základní výchozí stav je zvoleno dvoulinkové uspořádání vodní linky pro zatížení ČOV dle I. etapy. Pro II. etapu bude realizována identická nová třetí linka včetně dosazovací nádrže.

Vyřazení primární sedimentace z technologické linky bude znamenat zvýšené nároky na účinnost biologického stupně v důsledku zvýšeného látkového zatížení. Proto se navrhuje objem usazovacích nádrží využít pro novou regeneraci rozdělenou na vstupní anoxickou a odtokovou oxickou část. Do anoxické části regenerace bude možné odvětvit až 20 % přítoku surové odpadní vody. Odvětvění části surových vod umožní využít obsažený organický substrát pro denitrifikaci NO_x v proudu vratného kalu, čímž se sníží potřebná velikost interní recirkulace. Stávající nádrže biologického stupně včetně dosazovacích nádrží budou využity pro D-N systém. Nádrž denitrifikace navíc bude rozdělena na 2 sekce, z nichž druhá v pořadí umožní v případě potřeby (např. v zimním období) její využití jako nitrifikace (tzv. alternující denitrifikace, označovaná také jako „D/N“).

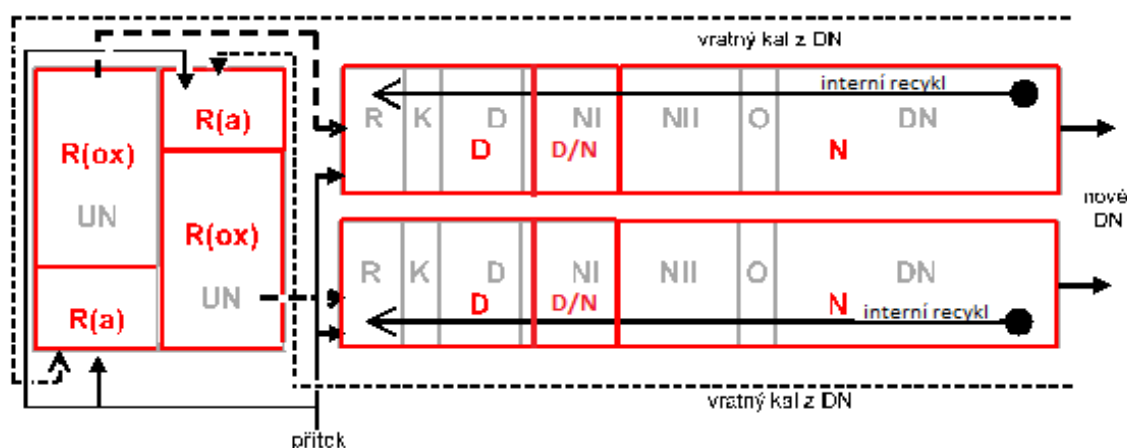
Navržené objemy – pro dvě linky:

stávající uspořádání		nové uspořádání			
	m ³				m ³
usazovací nádrž - UN	944	R	R _{anox}	300	R=UN 944
			R _{ox}	644	
regenerace - R	272	D			D=R+K+D+NI 1 600

Chemicko-technolog. návrh

stávající uspořádání		nové uspořádání			
	m ³		m ³		m ³
kontaktor - K	133	D	970		
denitrifikace - D	473				
nitrifikace I - NI	718	alter. D/N	630		
nitrifikace II - NII	692	N	2196	N=NII+O+DN	2 196
odplyňovací zóna - O	89				
dosazovací nádrž – DN (pro hloubku 3,6 m)	1 454				
celkem	4 775	celkem	4740	celkem	4740

Schematické znázornění biologického stupně:



Souhrnné technologické parametry navrhovaného biologického stupně:

Základní parametry biologického stupně:				I. etapa	II. etapa
základní parametry:					
počet linek				2	3
podíl anoxické části aktivační nádrže				0,391	0,391
minimální návrhové stáří kalu				17,2	17,2
provozní koncentrace aktivovaného kalu v N a D				3,9	3,9
provozní koncentrace aktivovaného kalu v R				6,5	6,5
celková zásoba kalu				20940	31411
objemy:					
R _{ox}		m ³		644	966
R _{anox}		m ³		300	450
D		m ³		1600	2400
N		m ³		2196	3294
celkem		m ³		4740	7110
doby kontaktu:					

Chemicko-technolog. návrh

Základní parametry biologického stupně:			
		I. etapa	II. etapa
při Q_d			
R_{ox}	h	1,984	2,142
R_{anox}	h	0,924	0,998
D	h	1,478	1,596
N	h	2,029	2,191
při $Q_{h,MAX}$			
R_{ox}	h	1,781	1,919
R_{anox}	h	0,830	0,894
D	h	1,263	1,360
N	h	1,734	1,866
procesní parametry biologického stupně:			
objemové zatížení dle BSK_5	kg/m ³ .d	0,236	0,236
zatížení kalu (s R)	kg/kg.d	0,053	0,053
celková produkce kalu	kg/d	1028,1	1542,3
skutečné stáří kalu	d	20,4	20,4
rozdělení přítoku odpadních vod:			
přítok do R_{anox}	% z Q	20	20
přítok do D	% z Q	80	80
recirkulace vratného kalu	% z Q_d	100	100
	m ³ /h	270,6	375,9
	l/s	75,2	104,4
interní recirkulace	% z Q_d	200	200
	m ³ /h	541,1	751,7
	l/s	150,3	208,8

Uvedené řešení zachovává stávající rozdělení nádrží biologického stupně, a tedy minimalizuje jeho potřebné stavební úpravy. Hlavní stavební úpravou bude přeměna stávajících usazovacích nádrží na regenerace, vybourání (či přemístění) přiček v budoucí denitrifikaci a přeměna stávajících dosazovacích nádrží na nitrifikaci. Anoxické sekce systému (R_{anox} a D) budou promíchávány ponornými míchadly, oxické části (R_{ox} a N) budou provzdušňovány jemnobublinným aeračním systémem. Alternující D/N bude vybavena míchadly i jemnobublinným aeračním systémem.

3.2.2.1 DÁVKOVÁNÍ EXTERNÍHO SUBSTRÁTU

Přitékající odpadní vody vykazují deficit organického substrátu ve vztahu k celkovému dusíku. Tato skutečnost může mít negativní dopad do kinetiky procesu denitrifikace, kdy nedostatek organického substrátu může brzdit jeho rychlost. Tomu lze čelit v zásadě dvěma způsoby, a to prodloužením doby kontaktu v denitrifikační sekci nebo dávkováním externího substrátu do denitrifikace, případně před rozdělovací objekt. První možnost vede ke zvětšení potřebného objemu biologického stupně, neboť je třeba počítat i s endogenní denitrifikací, která je podstatně pomalejší. S ohledem na stávající objemy, které jsou v ČOV Kbely k dispozici, by tato možnost znamenala dostavbu nových nádrží, a jeví se tudíž nerealizovatelná. Proto se navrhuje zařadit do technologické linky biologického stupně stanici pro dávkování externího substrátu, který bude používán v obdobích, kdy bude riziko překročení limitu pro celkový dusík v důsledku poklesu

účinnosti denitrifikace. Pro výpočet dávky externího substrátu je jako modelový substrát použit komerční produkt Brentaplus VP1.

Výpočet dávky externího substrátu (ES)			
		I. etapa	II. etapa
podíl anoxické části systému	-	0,388	0,388
denitrifikační kapacita	kg/kg	0,139	0,139
přivedená BSK ₅	kg/d	1 120	1 680
dusík zdenitrifikovatelný z přítokové BSK ₅	kg/d	156,1	234,2
dusík zdenitrifikovaný - celkem	kg/d	200,2	301,4
potřeba ještě zdenitrifikovat	kg/d	44,08	67,22
specifická spotřeba ES na denitrifikaci	kg/kg	8,0	8,0
spotřeba CHSK na denitrifikaci	kg/d	352,6	537,8
externí substrát VP1			
specifická CHSK	g/g	0,794	0,794
hustota	kg/m ³	1 260	1 260
spotřeba substrátu	kg/d	444,3	677,6
	m ³ /d	0,353	0,538

Biologický stupeň bude doplněn dávkovací stanicí externího substrátu (VP1 Brentaplus) o celkovém výkonu max 600 l/d. Substrát bude dávkován do sekci D nebo do rozdělovacího objektu před biologickým stupněm.

Navrhuje se dávkovací stanice se zásobní nádrží o celkovém objemu 15 m³ (v sestavě 2 x 5 m³ pro I. etapu a + 1 x 5 m³ pro II. etapu), vystrojená dávkovacími čerpadly o výkonu cca 10 l/hod v sestavě 2 + 1 pro I. etapu s možností doplnění o další čerpadlo ve II. etapě. Dávka substrátu se bude automaticky řídit tak, aby se koncentrace oxidovaných forem dusíku v odtoku ze sekci D blížila k nule. Pro tento účel budou v odtoku z D sekci osazeny sondy pro měření koncentrace NO_x v aktivační směsi. Do R_{anox} se navrhuje instalace NO_x senzoru, do nitrifikací mohou být dále doplněny sondy N-NH₄.

Navrhuje se stírání pěny z hladin aktivačních nádrží (na koncích nádrží nitrifikace) i regenerací. Pěna vytvořená v D bude sestříkávána oplachovou vodou směrem do N, odkud bude vyhrnována mechanickým hrablem do jímky a přečerpána do společné jímky pěny (JP), ze které bude odvážena fekavozy k likvidaci na ÚČOV.

3.2.2.2 DOSAZOVACÍ NÁDRŽE

Vzhledem k tomu, že stávající dosazovací nádrže budou využity pro zvětšení objemu biologického stupně, je nezbytné vybudovat nové dosazovací nádrže. Navrhuje se zachovat stávající princip separace kalu v podélných dosazovacích nádržích.

Pro I. etapu rekonstrukce, kdy budou zrekonstruovány obě stávající vodní linky, se navrhuje na odtoku z nitrifikací vybudovat rozdělovací objekt, kde se aktivační směs z obou nitrifikačních nádrží rozdělí rovným dílem na nové dvě dosazovací nádrže. Toto řešení umožní v případě potřeby odstavět jednu linku aktivací, aniž by se snížila hydraulická kapacita biologického stupně, a nebude tedy nutné odlehčovat nečištěné odpadní vody. Alternativně lze zavést do tohoto rozdělovacího objektu také dávkování koagulantu. Ve II. etapě (realizace třetí linky) bude její dosazovací nádrž napojena přímo na nitrifikaci. Vratný kal bude čerpán samostatně na začátek každé linky biologického stupně (do R_{anox}). Trubní propojení musí umožnit alternativní čerpání vratného kalu do denitrifikace nebo do regenerace druhé linky.

Nádrže jsou dimenzovány tak, aby zajistily účinnou separaci kalu i při nejvyšším hydraulickém i látkovém zatížení. Návrh dosazovacích nádrží vychází z německé směrnice ATV 131, která

Chemicko-technolog. návrh

zohledňuje i potřebnou hloubku nádrže tak, aby byl zajištěn i dostatečný akumulací kalový prostor při dešťových průtocích.

V dosazovacích nádržích se předpokládá stahování plovoucích látek pomocí náklonného žlabu s odvodem zpět na začátek čistícího procesu (před RO1).

Navrhované rozměry dosazovacích nádrží a jejich technologické parametry jsou uvedeny v následujících tabulkách:

rozměry dosazovací nádrže		I. etapa	II. etapa
Počet		2	3
Šířka	m	12	12
Délka	m	26	26
Hloubka vody	m	4,5	4,5
Účinná plocha jedné nádrže	m ²	312	312
Účinný objem jedné nádrže	m ³	1 404	1 404

technologické parametry DN	rozměr	I. etapa	II. etapa
celková účinná plocha	m ²	624	936
celkový účinný objem	m ³	2 808	4 212
hydraulické zatížení plochy ($Q_{dešt}$)	m/h	0,76	0,71
doba zdržení (Q_{MAX})	h	6,2	6,6
zatížení plochy NL	kg/m ² .h	4,5	4,2

3.2.2.3 PARAMETRY AERAČNÍHO SYSTÉMU

Pro nově uspořádaný biologický stupeň bude realizován nový aerační systém s jemnobublinnými elementy v regeneračních a nitrifikačních nádržích. Aerační systém je dimenzován na plné zabezpečení spotřeby kyslíku oxidací organických látek, endogenní respiraci a nitrifikaci. Systém je dimenzován pro nejnejpříznivější uvedenou teplotu vody, tj. 20 °C, což odpovídá standardním podmínkám aeračních systémů a i ČSN 75 6401. Dimenzování je provedeno pro maximální výhledové zatížení ČOV charakterizované koeficientem denní nerovnoměrnosti $k_d = 1,38$. Pro výpočet standardní oxigenační kapacity a potřebného množství vzduchu jsou uvažovány tyto hodnoty:

maximální teplota	20 °C
hloubka ponoru aeračních elementů	
regenerace	3,4 m
nitrifikace	3,4 m
koncentrace rozpuštěného kyslíku	
regenerace	0,5 mg/l
nitrifikace	2,0 mg/l
koeficient α	0,8 pro N a 0,75 pro R
specifické využití kyslíku ze vzduchu	5,7 % m

Vypočtené základní návrhové parametry aeračního systému pro zatížení čistírny v jednotlivých etapách jsou uvedeny v následujícím přehledu:

Chemicko-technolog. návrh

Aerační systém			
	jednotka	I. etapa	II. etapa
		2 linky	3 linky
<i>Vnos kyslíku za provozních podmínek OC_P</i>			
sekce R	kg/d	530,3	797,2
sekce N	kg/d	2 121,4	3 188,8
celková OC_P	kg/d	2 651,7	3 986,0
<i>Standartní oxygenační kapacita OC_{St}</i>			
sekce R	kg/d	1 032,7	1 552,3
sekce N	kg/d	4 693,1	7 054,4
celková OC_{St}	kg/d	5 725,8	8 606,7
<i>Potřebná dodávka vzduchu (20 °C; 101,3 kPa)</i>			
sekce R	m ³ /h	793	1 192
sekce N	m ³ /h	3 604	5 417
potřebný výkon dmychadel	m ³ /h	4 397	6 609

Za základ dimenzování dmychadel je zvolen jejich potřebný výkon pro II. etapu, aby nebylo nutné měnit v té době již nainstalovaná dmychadla pro dvě linky. V I. etapě bude sestava dmychadel 2+1 a zároveň bude stavebně připravena na sestavu 3+1 pro doplnění dmychadel v II. etapě.

Navrhovaná sestava dmychadel pro obě etapy		
Sekce	regenerace – R_{ox}	nitrifikace - N
sestava – I. etapa	2+1	2+1
sestava – II. etapa	3+1	3+1
výkon jednoho dmychadla	400 m ³ /h	1 900 m ³ /h

Množství vzduchu dodávaného do jednotlivých sekcí bude řízeno frekvenčními měniči ovládanými kyslíkovými sondami umístěnými v odtokové části každé sekce.

Pro zimní provoz se předpokládá rozdělení vzduchu mezi alternující D/N a nitrifikaci N v poměru 1:3, tj. cca 475 m³/h do D/N a cca 1 425 m³/h do N v jedné lince.

Všechna dmychadla budou umístěna v prostoru dmýchárny (kolektor mezi linkami 1 a 2), kde bude stavebně připraveno i místo pro osazení dalších dmychadel pro II. etapu.

3.2.2.4 SIMULTÁNNÍ SRÁŽENÍ FOSFORU

Snížení odtokových koncentrací fosforu se navrhuje simultánním srážením železitou solí. Předpokládaná spotřeba koagulantu v jednotlivých etapách je uvedena v následujícím přehledu:

Chemické srážení fosforu			
procesní parametry	Jednotka	I. etapa	II. etapa
denní dávka Fe (molární poměr 1,5)	kg/d	28,3	44,8
spotřeba $Fe_2(SO_4)_3$	kg/d	101,9	161,1
produkce chemického kalu	kg/d	70,8	111,9
spotřeba 40% roztoku $Fe_2(SO_4)_3$	l/d	163,3	258,1

Stávající stanice dávkování železitého koagulantu zůstane zachována. Jeho průměrná denní dávka by neměla přesáhnout v I. etapě 170 l/d, což při objemu zásobních nádrží (2+1 o celkovém

objemu 15 m³) představuje dostatečnou kapacitu pro obě etapy. Dávkování koagulantu je zamýšleno vést před nádrž nitrifikace (na konec denitrifikace) nebo na konec nitrifikace (před DN).

3.2.3 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Stávající způsob zpracování kalů, který je založen na aerobní stabilizaci a následném odvodnění kalu, zůstane zachován i ve výhledu. Stávající kalové hospodářství se skládá z linky zahuštění kalu, dvojice uskladňovacích nádrží se středobublinným aeračním systémem a z linky odvodnění kalu.

Parametry současného kalového hospodářství dle provozního řádu:

Zahuštění kalu

Rotační bubnový zahušťovač ANDRITZ	
Vstupní koncentrace:	0,1–2 % sušiny
Vstupní průtok:	10-43 m ³ /h
Výstupní koncentrace:	5–6 % sušiny

Uskladňovací nádrže kalu

Nádrže jsou vybaveny ponorným míchadlem a aeračním systémem s předpokládaným provozem provzdušnění 24 h/d. Celkový objem přisávaného vzduchu činí 500 m³/h.

Užitečný objem	2 x 880 m ³
----------------	------------------------

Odvodnění kalu

Dekantační odstředivka ANDRITZ o výkonu 5 - 10 m ³ /h s dávkováním flokulantu	
Vstupní koncentrace:	3–4 % sušiny
Vstupní průtok:	5-10 m ³ /h
Výstupní koncentrace:	28 % sušiny

Jímka fugátu

Účinný objem	1 x 50 m ³
--------------	-----------------------

Kalové hospodářství ČOV Kbely bude sloužit nejen ke zpracování přebytečného kalu z biologického stupně, ale také ke zpracování kalů dovážených z ostatních pobočných čistíren. Průměrné denní množství dovážených kalů se předpokládá 15 m³/d s obsahem sušiny cca 2,5 %, jednorázově však může být dovezeno až 150 m³/d kalů. Pro příjem dovážených kalů se navrhuje zřídit novou příjímací stanici s akumulací jímky o objemu cca 140 m³ tak, aby zde bylo možné dočasně deponovat i téměř veškerý objem maxima dovezených kalů.

Pro přebytečný kal z biologického stupně se navrhuje samostatná jímka dimenzovaná na jeho produkci ve II. etapě. Z jímky přebytečného kalu bude kal čerpán na linku strojního zahuštění kalu, kde bude zahuštěn na cca 3,5 % sušiny. Zahuštěný kal bude následně čerpán do první uskladňovací nádrže (USN), kde dojde k jeho aerobní stabilizaci. Z první USN1 bude stabilizovaný kal přepouštěn do druhé uskladňovací nádrže (USN2).

Dovážené kaly budou čerpány přímo do druhé USN2 nebo, v případě nízké koncentrace sušiny v nich, budou vedeny ke strojnímu zahuštění.

Stabilizovaný kal z USN2 bude čerpán na linku odvodnění kalu, kde bude odvodněn na obsah sušiny cca 22 %.

Filtrát zahuštění a fugát z odvodnění kalu budou svedeny před biologický stupeň. Filtrát zahuštění před rozdělovací objekt aktivních nádrží (RO1), fugát z odvodnění bude možné svést do stávající jímky fugátu, odkud bude rovnoměrně čerpán do R_{anox}.

3.2.3.1 VSTUPNÍ BILANCE KALŮ

V jednotlivých etapách rekonstrukce se předpokládá toto množství kalů na vstupu do kalového hospodářství:

Základní bilanční údaje a produkce kalů			
		I. etapa	II. etapa
		průměrný dovoz	průměrný dovoz
<u>Přebytečný aktivovaný (sekundární) kal z ČOV</u>			
Produkce přebytečného sekundárního kalu	kg/d	966,5	1 457,1
Objemové množství sekundárního kalu	m ³ /d	123,9	186,8
Celková sušina sekundárního kalu	kg/m ³	7,8	7,8
<u>Dovážený kal</u>			
Produkce dováženého kalu	kg/d	375	375
Objemové množství dováženého kalu	m ³ /d	15	15
Celková sušina dováženého kalu	kg/m ³	25	25
<u>Chemický kal</u>			
Produkce chemického kalu	kg/d	70,8	111,9
Objemové množství chemického kalu	m ³ /d	9,1	14,4
Celková sušina chemického kalu	kg/m ³	7,8	7,8
<u>Celkem kaly do kalového hospodářství</u>			
Celková produkce kalu	kg/d	1 412	1 944
Celkové objemové množství	m ³ /d	148	216
Celková sušina	kg/m ³	9,5	9,0

Při maximálním dovozu kalů může v budoucnosti celkové denní množství kalů dosahovat až 283 m³/d, resp. 4 787 kg/d, v I. etapě a 351 m³/d, resp. 5 319 kg/d, ve II. etapě.

S ohledem na navrhovaný provozní režim linek zahuštění a odvodnění kalu po 5 dní v týdnu (v pracovních dnech) bude tomuto režimu přizpůsoben i odtah přebytečného kalu z biologického stupně, který bude prováděn rovněž jen v pracovních dnech. Množství kalů z provozu ČOV (přebytečný včetně chemického), které bude třeba zpracovat v průběhu jednoho dne v lince zahuštění kalu, bude tedy 1,4-násobek výše uvedeného množství.

3.2.3.2 JÍMKY PŘEBYTEČNÉHO A DOVÁŽENÉHO KALU

Pro akumulaci přebytečného kalu (JPK) před jeho zahuštěním se navrhuje jedna jímka o užitečném objemu minimálně 285 m³ a druhá jímka pro dovážené kaly (JDK) o objemu cca 140 m³.

Objem jímky přebytečného kalu je zvolen tak, aby sem bylo možné během 5 pracovních dní odtáhnout celou týdenní produkci kalu ve II. etapě. Objem jímky na dovážené kaly je zvolen tak, aby zde bylo možné uskladnit téměř veškeré maximální denní množství jednorázově dovezených kalů, které činí 150 m³/d o obsahu sušiny cca 2,5 %. Uvedené maximální množství kalů bude pak následně postupně zpracováno v souboru kalového hospodářství. Do jímky sousedící s JDK bude stahována pěna z AN. Tato nádrž pěny (JP) se předpokládá o objemu cca 60 m³.

Z jímky přebytečného kalu bude kal čerpán do linky zahuštění. Z jímky dovážených kalů bude možné v případě potřeby odebírat kal ke strojnímu zahuštění nebo bude možné čerpat kaly přímo do uskladňovacích nádrží. Jímky budou osazeny čerpadly pro odtah kalové vody a budou mezi sebou vzájemně propojeny uzavíratelnými armaturami. Do jímky pěny bude zavedena voda pro

Chemicko-technolog. návrh

možnost ředění nashromážděného materiálu, a také potrubí, kterým bude pěna odtahována do fekavozů.

Z biologického stupně bude přebytečný kal odtahován po dobu 12 hodin denně. Zbývajících 12 hodin bude jímka JPK sloužit jako homogenizační nádrž před strojním zahuštěním. V této době bude možné kal v jímce i gravitačně zahustit odtažením kalové vody po předchozí sedimentaci. Aby se zabránilo zahnívání kalů v JPK i JDK při jejich delším skladování, budou obě jímky provzdušňovány a míchány středobublinným aeračním systémem. Dno jímek bude vyspádováno tak, aby bylo umožněno jejich případné čištění. V nejhlubším místě bude jímka pro umístění přenosného čerpadla.

Součástí jímky dovážených kalů JDK bude i stáčecí stanice s registrací dovezeného množství kalů. U jímky přebytečného kalu bude umístěn stojan s „C“ koncovkou pro případný dovoz kalů do této jímky.

3.2.3.3 LINKA ZAHUŠTĚNÍ KALU

Pro zahušťování přebytečného kalu a dovážených kalů se navrhuje posílit stávající linku strojního zahuštění kalu na výkon minimálně 41,4 m³/h v I. etapě a 60,5 m³/h v II. etapě. Návrh vychází z průměrného dovozu externích kalů a z provozního režimu linky zahuštění kalu po 5 dní v týdnu v jedné směně (5 hod za den). V obou etapách je uvažováno s požadovaným obsahem sušiny zahuštěného kalu max. 3,5 %. Zahušťování bude probíhat za přídavku polymerního flokulantu při dávce 4–6 g/kg, zahuštěný kal bude čerpán do první nádrže aerobní stabilizace, filtrát ze zahuštění bude odveden před rozdělovací objekt RO-AN (RO2).

Parametry zahuštění kalu (přebytečný + chemický + prům. množství dováženého kalu)			
		I. etapa	II. etapa
		Průměrný dovoz	Průměrný dovoz
Celková sušina kalu na vstupu	kg/den	1 412,3	1 944,0
Celkový objem kalu na vstupu	m ³ /d	148,0	216,2
Dávka flokulantu	g/kg	5,0	5,0
Navrhovaná celková sušina po zahuštění	kg/m ³	35,0	35,0
Počet dní provozu linky zahuštění v týdnu	den/týd.	5,0	5,0
Denní počet hodin provozu linky zahuštění	hod/den	5,0	5,0
Denní sušina zpracovávaného kalu	kg/den	1 977,2	2 721,6
Denní objem zpracovávaného kalu	m ³ /d	207,2	302,6
Požadovaný výkon zahuštění pro provoz 5 h/5 d	m ³ /h	41,4	60,5
<u>Průměrná týdenní bilance zahuštění - 7 d v týdnu</u>			
Hmotnostní spotřeba polymerního flokulantu	kg/den	7,1	9,7
Objemová spotřeba flokulantu (0,1%)	m ³ /den	7,1	9,7
Produkce sušiny zahuštěného kalu	kg/den	1 412	1 944
Objemová produkce zahuštěného kalu	m ³ /d	40,4	55,5
Objemová produkce filtrátu	m ³ /d	114,7	170,3
<u>Bilance odvodnění pro 5 dní v týdnu</u>			
Hmotnostní spotřeba polymerního flokulantu	kg/den	9,9	13,6

Parametry zahuštění kalu (přebytečný + chemický + prům. množství dováženého kalu)			
Objemová spotřeba flokulantu (0,1%)	m ³ /den	9,9	13,6
Produkce sušiny zahuštěného kalu	kg/den	1 977,2	2 721,6
Objemová produkce zahuštěného kalu	m ³ /d	56,5	77,8
Objemová produkce filtrátu	m ³ /d	160,6	238,5

Pro případ, že by dovážené kaly byly čerpány přímo do uskladňovací nádrže (USN2) a zahušťován by byl pouze přebytečný kal, byl by potřebný výkon linky zahuštění minimálně 37,2 m³/h v I. etapě a 56,3 m³/h ve II. etapě.

Na základě výše uvedené bilance linky zahuštění kalů je třeba konstatovat, že výkon stávající linky zahuštění je nedostatečný, a proto se navrhuje ji nahradit zařízením o celkovém výkonu 60,5 m³/h vstupního kalu o koncentraci cca 1 %. Tím bude zajištěna dostatečná kapacita pro II. etapu i pro případnou nutnost zahuštění většího množství dovezených kalů. Doporučuje se instalovat dva stroje o výkonu 35 m³/h. Alternativou může být zachování stávajícího zahušťovače, pokud to jeho technický stav dovolí, a ve II. etapě jej doplnit o další stroj o výkonu minimálně 30 m³/h.

3.2.3.4 AEROBNÍ STABILIZACE KALŮ

K aerobní stabilizaci kalů budou využity nedávno zrekonstruované stávající uskladňovací nádrže o celkovém objemu 1 760 m³. Nádrže budou vystrojeny stávajícím středobublinným aeračním systémem, míchacími čerpadly s macerátory a zařízením pro odtah kalové vody. Aerace nádrží bude přerušovaná tak, aby bylo možné po jejím vypnutí odpouštět kalovou vodu. Množství vzduchu dodávaného do obou nádrží bude řízeno v závislosti na výšce hladiny vody v nádrži. Do první uskladňovací nádrže (USN1) budou čerpány zahuštěné kaly z linky zahuštění. Do druhé uskladňovací nádrže (USN2) budou přivedeny dovážené kaly z jímky dovezených kalů a současně sem bude přepouštěn i stabilizovaný kal z USN1.

Doby zdržení a další parametry pro jednotlivé etapy a dovozy kalů jsou uvedeny v tabulkách níže.

Parametry aerobní stabilizace kalu – USN1			
		I. etapa	II. etapa
<u>vstup kalů do stabilizace – USN1</u>			
organický podíl v přebytečném kalu	%	75	75
přebytečný kal - organická sušina	kg/d	724,9	1 092,8
přebytečný kal - minerální sušina	kg/d	241,6	364,3
chemický kal - minerální sušina	kg/d	70,8	111,9
dovážený kal - organický podíl	%	70	70
dovážený kal - organická sušina	kg/d	262,5	262,5
dovážený kal - minerální sušina	kg/d	112,5	112,5
celková minerální sušina	kg/d	424,9	588,7
celková organická sušina	kg/d	987,4	1 355,3
celková sušina	kg/d	1 412,3	1 944,1
celkový organický podíl	%	70	70
<u>parametry aerobní stabilizace – USN1</u>			

Chemicko-technolog. návrh

Parametry aerobní stabilizace kalu – USN1			
		I. etapa	II. etapa
zahuštění kalu při stabilizaci	kg/m ³	35,0	35,0
průměrná teplota při stabilizaci kalu	°C	10,0	10,0
objemové množství surového kalu	m ³ /d	40,4	55,5
vstupní organický podíl v kalu	%	70	70
požadovaná redukce org. podílu v kalu	%	35	35
stáří přebytečného kalu před uskladněním	d	20,0	20,0
součin T x celkové stáří kalu	°C.d	401	401
potřebné celk. stáří pro redukci org. podílu	d	40,14	40,14
množství odstraněného org. podílu	kg/d	345,58	474,37
množství stabilizovaného kalu	kg/d	1 066,73	1 469,70
navrhovaná velikost stabilizační nádrže	m ³	880,0	880,0
skutečná doba uskladnění ve stab. nádrži	d	22	16
<u>aerace USN1</u>			
potřebná standardní OC pro stabilizaci	kg/d	794,82	1 091,05
hloubka ponoru aeračních elementů	m	11,5	11,5
využití kyslíku u aeračních elementů	%/m	2,0	2,0
potřebné množství vzduchu pro stabilizaci – dle OC	m ³ /h	514,25	705,91
objemová intenzita aerace ve stabilizaci	m ³ /m ³ .h	0,58	0,80
návrhová objemová intenzita aerace – Iv	m ³ /m ³ .h	1,00	1,00
potřebné množství vzduchu - dle Iv	m ³ /h	880	880
stabilizovaný kal - sušina	kg/d	1 067	1 470
- koncentrace	kg/m ³	26,4	26,5
- organický podíl	%	60	60
- objem	m ³ /d	40,4	55,5

Ve druhé uskladňovací bude docházet k další stabilizaci kalů, ale s ohledem na relativně nízký organický podíl ve vstupním kalu je zde uvažováno s jeho dalším snížením pouze o 10 %.

Parametry aerobní stabilizace kalu – USN2			
		I. etapa	II. etapa
<u>vstup kalů do stabilizace – USN2</u>			
stabilizovaný kal z USN1	kg/d	1 066,7	1 469,7
stabilizovaný kal z USN1 - organická sušina	kg/d	641,8	881,0
stabilizovaný kal z USN1 - minerální sušina	kg/d	424,9	588,7
stabilizovaný kal z USN1 - objem	m ³ /d	40,4	55,5
celkem kaly do USN2	kg/d	1 066,7	1 469,7
celkem kaly do USN2 - organická sušina	kg/d	641,8	881,0
celkem kaly do USN2 - minerální sušina	kg/d	424,9	588,7
celkem kaly do USN2 - objem	m ³ /d	40,4	55,5
celkem kaly do USN2 - organický podíl	%	60	60
celkem kaly do USN2 - koncentrace	kg/m ³	26,4	26,5

Parametry aerobní stabilizace kalu – USN2			
		I. etapa	II. etapa
<u>parametry aerobní stabilizace – USN2</u>			
zahuštění kalu při stabilizaci	kg/m ³	26,4	26,5
průměrná teplota při stabilizaci kalu	°C	10,0	10,0
objemové množství surového kalu	m ³ /d	40,4	55,5
vstupní organický podíl v kalu	%	60	60
požadovaná redukce org. podílu v kalu	%	10	10
stáří přebytečného kalu před uskladněním	d	20,0	20,0
součin T x celkové stáří kalu	°C.d	56	56
potřebné celk. stáří pro redukci org. podílu	d	5,6	5,6
množství odstraněného org. podílu	kg/d	64,2	88,1
množství stabilizovaného kalu	kg/d	1 002,6	1 381,6
navrhovaná velikost stabilizační nádrže	m ³	880,0	880,0
skutečná doba uskladnění ve stab. nádrži	d	22	16
<u>aerace USN2</u>			
potřebná standardní OC pro stabilizaci	kg/d	147,6	202,6
hloubka ponoru aeračních elementů	m	11,5	11,5
využití kyslíku u aeračních elementů	%/m	2,0	2,0
potřebné množství vzduchu pro stabilizaci – dle OC	m ³ /h	95,5	131,1
objemová intenzita aerace ve stabilizaci	m ³ /m ³ .h	0,11	0,15
návrhová objemová intenzita aerace - Iv	m ³ /m ³ .h	1,00	1,00
potřebné množství vzduchu – dle Iv	m ³ /h	880	880
stabilizovaný kal - sušina	kg/d	1 003	1 382
- koncentrace	kg/m ³	24,8	24,9
- organický podíl	%	58	57
- objem	m ³ /d	40,4	55,5

Za předpokladu úbytku organického podílu v kalu ve výši cca 35 % v USN1 a cca 10 % v USN2 bude průměrná denní produkce stabilizovaného kalu 1 003 kg/d pro I. etapu s koncentrací sušiny 2,5 %, což představuje denní objem stabilizovaného kalu cca 40,4 m³/d. Pro II. etapu je průměrná denní produkce 1 382 kg/d stabilizovaného kalu s koncentrací sušiny 2,5 %, což představuje denní objem stabilizovaného kalu cca 55,5 m³/d.

V případě dovozu maximálního množství kalů může klesnout doba zdržení v USN2 až na 4-5 dní, což může vést k poklesu účinnosti stabilizace kalu, a tím ke zvýšení organického podílu ve stabilizovaném kalu. Proto se doporučuje zvážit v rámci II. etapy realizaci další (třetí) uskladňovací nádrže.

3.2.3.5 LINKA ODVODNĚNÍ KALU

Odvodňování bude probíhat za přídavku polymerního flokulantu při dávce 5-7 g/kg, odvodněný kal bude ukládán v kontejnerech a následně odvážen k dalšímu využití. Kalová voda z odvodnění bude odvedena před biologický stupeň (R_{anox.}), alternativně ji je možné svést do samostatné jímky, odkud bude čerpána rovnoměrně.

Parametry linky odvodnění kalu			
		I. etapa Průměrný dovoz	II. etapa Průměrný dovoz
Celkové množství sušiny stabilizovaného kalu	kg/den	1 003	1 382
Celkový objem stabilizovaného kalu	m ³ /d	40,4	55,5
Dávka polymerního flokulantu	g/kg	7,0	7,0
Výstupní sušina	%	22	22
Počet dní provozu linky odvodnění v týdnu	den/týden	5,0	5,0
Denní počet hodin provozu linky odvodnění	hod/den	5,0	5,0
Denní sušina zpracovávaného kalu	kg/den	1 403,5	1 934,2
Denní objem zpracovávaného kalu	m ³ /d	56,5	77,8
Požadovaný výkon odstředivky pro provoz 5 h/5 d	m ³ /h	11,3	15,6
<i>Průměrná týdenní bilance odvodnění - 7 dní v týdnu</i>			
Hmotnostní spotřeba polymerního flokulantu	kg/den	7,0	9,7
Objemová spotřeba flokulantu (0,1%)	m ³ /den	7,0	9,7
Produkce sušiny odvodněného kalu	kg/den	1 003	1 382
Objemová produkce odvodněného kalu	m ³ /d	4,6	6,3
Objemová produkce fugátu	m ³ /d	42,8	58,9
<i>Bilance odvodnění pro 5 dní v týdnu</i>			
Hmotnostní spotřeba polymerního flokulantu	kg/den	9,8	13,5
Objemová spotřeba flokulantu (0,1%)	m ³ /den	9,8	13,5
Produkce sušiny odvodněného kalu	kg/den	1 404	1 934
Objemová produkce odvodněného kalu	m ³ /d	6,4	8,8
Objemová produkce fugátu	m ³ /d	60	83
Hodinová produkce fugátu	m ³ /h	12	17

Pro odvodnění stabilizovaného kalu je potřebná kapacita linky odvodnění kalu cca 11,3 m³/h pro I. etapu a pro II. etapu je potřebná kapacita linky 15,6 m³/h. Vzhledem k tomu, že stávající odstředivka má kapacitu 5–10 m³/h, je nutno doplnit stávající odstředivku o další stroj o stejných parametrech. Obsah vstupní sušiny pro obě etapy je cca 2,5 %.

Denní produkce odvodněných kalů se předpokládá v I. etapě 6,4 m³/d, a ve II. etapě pak 8,8 m³/d při provozu 5 h a 5 dní. Obsah sušiny v odvodněném kalu se předpokládá 22 %.

V případě realizace jímky fugátu by, pro průměrnou produkci kalů ve II. etapě a navržený režim provozu linky odvodnění, byl vhodný její minimální objem 60 m³. Fugát z odvodnění bude veden do regenerace (R_{anox}).

3.3 SOUHRN ÚPRAV STÁVAJÍCÍHO KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

Ve stávajícím kalovém hospodářství se navrhuje provést zejména tyto úpravy:

1. Vybudování jímky pro přebytečný kal o objemu cca 285 m³ a jímky pro dovážený kal o objemu cca 140 m³.
2. Dodávka nové linky zahuštění přebytečného a dováženého kalu o výkonu cca 60 m³/h pro II. etapu se zpracováním přebytečného i dováženého kalu. Pro I. etapu je požadovaný výkon cca 41,4 m³/h, což je na maximální hranici výkonu stávající linky zahuštění kalu.

Chemicko-technolog. návrh

3. Stávající uskladňovací nádrže o objemu $2 \times 880 \text{ m}^3$ budou doplněny o čerpadla pro míchání obsahu nádrží. Stávající aerační systém bude posouzen a ponorná míchadla budou ponechána. Pro průměrné dovozy je kapacita nádrží dostatečná z hlediska potřebné doby zdržení.
4. Nová linka odvodnění kalu o požadovaném výkonu $11,6 \text{ m}^3/\text{h}$ při provozu 5 hodin 5 dní v týdnu pro průměrný dovoz kalů v I. etapě. Stávající odvodnění je za hranicí maximálního výkonu. Pro II. etapu je uvažováno s požadovaným výkonem $15,6 \text{ m}^3/\text{h}$ pro provoz 5 hodin a 5 dní v týdnu. Navrhuje se doplnit linku o další stroj shodných parametrů jako stávající.

V navrženém kalovém hospodářství bude možno zpracovat až $350 \text{ m}^3/\text{d}$ kalu o cca 1 % koncentrace sušiny přebytkového a cca 2,5 % konc. sušiny dováženého kalu.

Maximální dovoz externích kalů:

Do ČOV Kbely jsou dováženy externí kaly z okolních ČOV, které nemají vybudovanou kalovou koncovku. Maximální množství dovážených kalů činí $150 \text{ m}^3/\text{d}$. Případné vyšší nárazové dovozy kalů, než je průměrné množství kalů v I. etapě, budou řešeny prodloužením doby provozu odstředivek do 2. směny dle aktuální situace a charakteru dovezených kalů.

Z výše uvedeného vyplývá, že je důležité v průběhu naplňování kapacity ČOV pro 1. etapu sledovat produkci kalů z ČOV Kbely, ale i vyhodnotit dnes předpokládané zvýšení objemu dovážených kalů z jiných ČOV. Je možné, že v budoucnu bude potřeba kalkulovat s rozšířením stávajících dvou uskladňovacích nádrží o další jednu nádrž nebo s intenzifikací stávajících, a to kvůli prodloužení doby zdržení na normovanou hodnotu.