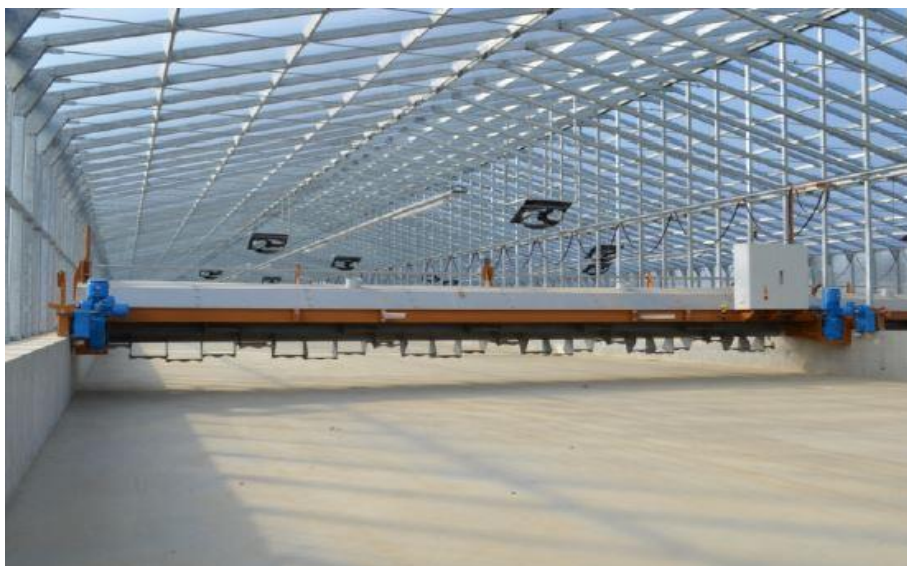


Zak.č. : 3330/TES-2019  
Arch.č.: 3330\_01  
Příl. č. : **A.**

Akce : **ČOV Krnov**  
**intenzifikace kalového hospodářství**

Stupeň PD : Technicko - ekonomická studie



Objednatel : **Krnovské vodovody a kanalizace s.r.o.**  
Maxima Gorkého 816/11  
Pod Bezručovým vrchem  
794 01 Krnov

Vypracoval : **KONEKO, spol. s r.o. Ostrava**  
Výstavní 2224/8  
709 00 Ostrava - Mariánské Hory

**Ostrava, září 2019**

**Výtisk č.:**

## 1. OBSAH

<b>1. OBSAH .....</b>	<b>2</b>
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY, INVESTORA A ZPRACOVATELE DOKUMENTACE .....	5
2. POUŽITÉ PODKLADY .....	6
3. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA KONEČNOU LIKVIDACI KALU .....	6
4. ÚVOD .....	6
5. ZÁKLADNÍ ÚDAJE ČOV KRNOV .....	10
5.1 STRUČNÝ POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....	10
5.2 POPIS HLAVNÍCH OBJEKTŮ LINKY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....	12
5.2.1 <i>Lapák štěrku</i> .....	12
5.2.2 <i>Hrubé česle</i> .....	12
5.2.3 <i>Jemné mechanicky stírané česle</i> .....	12
5.2.4 <i>Lapák písku</i> .....	12
5.2.5 <i>Usazovací nádrž</i> .....	13
5.2.6 <i>Aktivační nádrže</i> .....	13
5.2.7 <i>Dosazovací nádrže</i> .....	14
5.2.8 <i>Čerpací stanice vraceného kalu a vnitřní ( anoxické) recirkulace</i> .....	14
5.2.9 <i>Mechanické zahuštění přebytečného kalu</i> .....	14
5.2.10 <i>Hygienizace kalu</i> .....	15
5.2.11 <i>Vyhnívací nádrže</i> .....	15
5.2.12 <i>Ukládková nádrž</i> .....	16
5.2.13 <i>Mechanické odvodnění vyhnílého kalu</i> .....	16
5.2.14 <i>Plynové hospodářství</i> .....	16
5.3 NÁVRHOVÉ PARAMETRY STÁVAJÍCÍ ČOV .....	17
5.4 POVOLENÍ K VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD DO VOD POVRCHOVÝCH .....	17
6. ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO HYDRAULICKÉHO A LÁTKOVÉHO ZATÍŽENÍ ČOV .....	19
7. BILANCE HYDRAULICKÉHO A LÁTKOVÉHO ZATÍŽENÍ ČOV .....	21
8. POŽADOVANÁ KVALITA VYČIŠTĚNÉ VODY .....	22
9. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍ VODNÍ LINKY ČOV .....	23
9.1 POSOUZENÍ MECHANICKÉHO STUPNĚ .....	23
9.2 POSOUZENÍ ANAEROBNÍ ČÁSTI .....	24
9.3 POSOUZENÍ KASKÁDOVÉ AKTIVACE .....	24
9.3.1 <i>Posouzení kapacity aeračního systému</i> .....	27
9.4 POSOUZENÍ KAPACITY DOSAZOVACÍCH NÁDRŽÍ .....	28
10. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍ KALOVÉ LINKY ČOV .....	29
11. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ KAPACITY A TECHNICKÉHO STAVU ČOV .....	31
12. KONCEPCE INTENZIFIKACE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV .....	31
12.1 ANALÝZA SOUČASNÉHO TRENDU INTENZIFIKACE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV .....	31
12.2 VÝVOJOVÉ TRENDY V ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE A MATERIÁLŮ Z KALŮ .....	34
12.3 TEPELNÁ BILANCE ZÁKLADEM PROJEKTU MATERIÁLOVÉ TRANSFORMACE ČISTÍRENSKÝCH KALŮ .....	36
13. NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ INTENZIFIKACE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV KRNOV .....	37
13.1 VARIANTA 1.A - SOLÁRNÍ SUŠENÍ SUROVÉHO KALU .....	37
13.1.1 <i>Návrh potřebné plochy foliovníku</i> .....	37
13.2 VARIANTA 1.B – PÁSOVÁ NÍZKOTEPLTNÍ SUŠÁRNA .....	39
13.2.1 <i>Kalový bunkr</i> .....	39
13.2.2 <i>Nízkoteplotní pásová sušárna</i> .....	42
13.2.3 <i>Nakládání se sušeným kalem</i> .....	46

13.2.4	Bilance kalové sušárny .....	47
13.3	VARIANTA V – SOLÁRNÍ SUŠENÍ KALU S JEHO NÁSLEDNÝM PYROLÝZNÍM ROZKLADEM .....	49
13.3.1	Bilance parolýzy .....	51
14.	ODHAD INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ .....	52
14.1	INVESTIČNÍ NÁKLADY .....	52
14.2	PROVOZNÍ NÁKLADY .....	53
14.3	NÁVRATNOST INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ .....	53
15.	ZÁVĚRY A DOPORUČNÍ .....	54
15.1	DOPORUČENÍ .....	55
16.	DOTAČNÍ MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ KALŮ .....	56
17.	PŘÍLOHA Č. 1 SPECIFIKACE SUŠÁRNY KALU .....	59
18.	PŘÍLOHA Č. 2 NABÍDKA SUŠÍCÍ JEDNOTKY ČISTÍRENSKÝCH KALŮ .....	72
19.	PŘÍLOHA Č. 3 NABÍDKA PYROLÝZNÍ JEDNOTKY PYREG .....	75
17.	Příloha č. 4 Dispozice - varianta 2a	

### Seznam tabulek

Tab. č. 1	Objemy aktivačních nádrží .....	13
Tab. č. 2	Objemy vyhnívacích nádrží .....	15
Tab. č. 3	Bilance množství a znečištění odpadních vod na přítoku ČOV dle PD ....	17
Tab. č. 4	Přípustné emisní limity vypouštěného znečištění na odtoku z čistírny odpadních vod .....	18
Tab. č. 5	Statistické vyhodnocení látkového zatížení ČOV - rok 2016 – 2019 .....	19
Tab. č. 6	Bilance množství a znečištění odpadních vod na přítoku na ČOV .....	21
Tab. č. 7	Požadovaná kvalita vyčištěné odpadní vody dle NV ČR č. 401/2015 Sb..	22
Tab. č. 8	Požadovaná kvalita vyčištěné odpadní vody dle platného rozhodnutí ....	22
Tab. č. 9	Návrhové parametry biologického stupně .....	23
Tab. č. 10	Hydraulické parametry primární sedimentace .....	23
Tab. č. 11	Technologické parametry anaerobní části aktivace .....	24
Tab. č. 12	Technologické parametry kaskádové aktivace .....	24
Tab. č. 13	Výpočet potřeby vzduchu .....	27
Tab. č. 14	Technologické parametry DN .....	28
Tab. č. 15	Požadavky ČSN /4/ na horizontální DN .....	28
Tab. č. 16	Bilance produkce kalů .....	29
Tab. č. 17	Bilance kalového hospodářství .....	30
Tab. č. 18	Bilance plynového hospodářství .....	30
Tab. č. 19	Přípustné množství mikroorganismů v kalu z ČOV .....	32
Tab. č. 20	Energetický potenciál při čištění odpadních vod na ČOV s mesofilní anaerobní stabilizací kalu pro střední a velké ČOV .....	33

Tab. č. 21	<b>Charakteristické údaje pro použití THP v kalovém hospodářství ČOV s mesofilní anaerobní stabilizací kalu (MAS)</b>	33
Tab. č. 22	<b>Výpočet plochy foliovníku pro posuzované stavby</b>	37
Tab. č. 23	<b>Energetická bilance nízkoteplotní sušárny</b>	47
Tab. č. 24	<b>Energetická bilance pyrolýzy</b>	51
Tab. č. 25	<b>Investiční náklady</b>	52
Tab. č. 26	<b>Provozní náklady</b>	53
Tab. č. 27	<b>Rekapitulace nákladů a ekonomická návratnost</b>	53

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY, INVESTORA A ZPRACOVATELE DOKUMENTACE

Název :	<b>ČOV Krnov – intenzifikace kalového hospodářství</b>
Místo stavby :	Krnov
Kraj :	Bruntál
Odvětví :	Vodní hospodářství
Charakter stavby :	Inženýrská stavba nevýrobní
Druh stavby :	Intenzifikace čistírny odpadních vod
Investor stavby :	<b>Město Krnov</b> Hlavní náměstí 1, 794 01 Krnov IČ : 00296139 DIČ : CZ 00296139 – není plátcem DPH Tel. : +420 554 697 111 Fax : +420 554 610 418 E-mail : epodatelna@mukrnov.cz
Dodavatel stavby :	
Provozovatel stavby :	Krnovské vodovody a kanalizace, s.r.o. M. Gorkého 816/11, 794 01 Krnov IČO : 47674148 DIČ : CZ 47674148 Tel. : +420 554 610 641,2 Fax. : +420 554 610 408 E-mail : kvak@kvak.cz
Stupeň PD :	Technicko - ekonomická studie
Generální projektant :	<b>KONEKO spol. s r.o.</b> Výstavní 8, 709 00 Ostrava - Mariánské Hory IČO : 00577758 DIČ : 390 - 00577758 Tel. : +420 596 633 836 E-mail : <a href="mailto:koneko@koneko.cz">koneko@koneko.cz</a> <a href="http://www.koneko.cz">www.koneko.cz</a>
Jednatel společnosti :	Ing. Oldřich Kazda
Hlavní inženýr projektu :	Ing. Oldřich Kazda
Zodpovědní projektanti profesí :	
technologická část	Ing. David Popelář
stavební část	Ing. Roman Kaleta
elektro část	Ing. Jiří Stach
Číslo zakázky :	3330/TES-2019
Termín zpracování :	září 2019

## 2. POUŽITÉ PODKLADY

1. Provozní výsledky stávající ČOV Krnov za rok 2016 - 2019.
2. Provozní řád pro trvalý provoz ČOV Krnov, prosinec 2011.
3. Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., kterým se stanoví ukazatele přípustného stupně znečištění povrchových a odpadních vod, v platném znění.
4. ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel, 2006
5. ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, 2004

V následující části jsou odkazy na použité podklady uvedeny pořadovým číslem v závorce.

## 3. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA KONEČNOU LIKVIDACI KALU

Nakládání s čistírenskými kaly upravují následující právní předpisy

- Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech
- Zákon č. 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd
- Vyhláška č. 237/2017 Sb. kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 377/2013 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv
- Vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)

## 4. ÚVOD

Krnovské vodovody a kanalizace s r.o. (KVAK) provozují čistírnu odpadních vod města Krnov. Jednou z podstatných součástí procesu čištění odpadních vod je produkce čistírenského kalu. Čistírenský kal je definován jako velice rozmanitá směs organických a minerálních látek, jež vznikla v procesech mechanicko-biologického čištění (část v kombinaci se chemickými procesy srážení) pomocí různých sorpčních a biologických mechanismů a finálně byla separována v usazovacích a dosazovacích nádržích. Takto vzniká na ČOV surový kal, který je následně anaerobně vyhníván za produkce kalového plynu (bioplynu), odvodňován a stabilizován přidávkem vápna. Kal je následně likvidován odpadářskou společností v souladu povolenými postupy, především využíván na rekultivace, tj. uplatněním na půdu.

Likvidace kalů v minulých letech nepatřila jak z hlediska vlastníků a provozovatelů, tak i z hlediska dotační politiky k prioritám, stanovené podmínky pro dotace se soustředily téměř výhradně pro vodní linky. Proto v zásadě koncepce konečné likvidace kalů po jejich úpravě v samotném komplexu čistírny stagnovala, a to jak v rámci legislativního procesu, tak z hlediska technologie řešení likvidace kalů, a proto nejsou kalové linky českých ČOV schopny splnit nově nastavované požadavky, které jsou však již běžné v řadě evropských států. Nicméně KVAK zavedl v kalovém hospodářství ČOV hygienizaci kalů setěmem AEROTHERM, a tak se vyrovnával s legislativními požadavky na kvalitu čistírenských kalů z hlediska mikrobiálních kritérií.

V řadě států EU lze pozorovat změny v nakládání s čistírenskými kaly, které jsou vyvolány celou řadou omezení z hlediska dříve konvenční likvidace kalů nebo podmínek pro využití kalů. Je možné registrovat postupné omezení využívání kalů v zemědělství. Omezení jsou nevyhnutelným důsledkem několika významných trendů:

- Zvýšený odpor k zemědělskému využití ze strany zainteresovaných stran pod tlakem informací o změnách složení kalů
- Postupné snižování dostupnosti skládek pro likvidaci pro biologicky rozložitelných odpadů
- Zásadně odlišné složení kalu oproti minulosti, které vyvolává přísnější požadavky na kvalitu kalů z hlediska kovů, specifických organických mikropolutantů, hygienických parametrů a zabránění šíření antibiotické resistance
- Příprava nových legislativních nástrojů jak na úrovni EU, tak i jednotlivých států, o využívání kalů a souvisejících nařízeních o polutantech
- Cíleně zvyšující se náklady na ukládání na skládky jako strategie zabránění ukládání organických látek na skládky
- Zájemem na získání fosforu jako výhledově kritického materiálu EU, možnost materiálové transformace kalů nebo jen prosté energetické využití jako palivo.

V evropském kontextu je nově schváleno nebo předloženo ke schválení několik návrhů legislativních norem, které se zásadním způsobem se dotýkají budoucnosti zpracování čistírenských kalů. Základem změn je Akční plán oběhového hospodářství, který Rada EU schválila 20. června 2016.

Jedním z dokumentů tzv. balíčku k oběhovému hospodářství byl návrh revize Nařízení EU o hnojivech (Reg. (EC) 2003/2003. Návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady (COM (2016) 157 final, 2016/0084 (COD), kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků s označením CE na trh a kterým se mění nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 1107/2009) a současně ruší nařízení č. 2003/2003, měl velmi složitý průběh projednávání, hledání finálního znění trvalo více jak 3 roky. Evropský parlament uzavřel legislativní přijetí nového nařízení EU o produktech hnojení a potvrdil kompromisní znění „třístranných rozhovorů“ na plenárním zasedání dne 27. března 2019. Toto nové nařízení otevře evropský trh s recyklovanými nutričními produkty a také pro technologie recyklace živin, kde čistírenský kal je uváděn jako jeden z významných zdrojů živin. Nařízení zahrnuje organická, organicko-minerální a minerální hnojiva, komposty, digestáty, vedlejší produkty potravinářského průmyslu a další produkty, jako



jsou vápenné materiály a polymery hnojiv. Vzhledem k tomu, že se jedná o „nařízení“, bude toto nařízení použitelné v celé Evropě, aniž by to vyžadovalo projednávání v členských státech.

Evropský parlament schválil přechodné období v délce tři roky po zveřejnění znění, aby byl čas na implementaci v členských státech. Po tomto datu může být jakýkoliv produkt EU pro hnojení prodáván v kterékoli zemi EU. Členské státy budou mít i nadále možnost povolit další produkty ve své zemi jako „národní“ hnojiva. Dosud není k dispozici „čistá“ verze konečného znění nařízení EU o hnojivech, ale přijatá verze je k dispozici zde <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15103-2018-INIT/en/pdf>. Přijatý text se zatím nevztahuje na struvit a zpětně získané fosfátové soli, popel a produkty z popela, ani na biochar (pyrolýzní materiály). Kritéria by měla být doplněna do nařízení po přijetí Evropskou komisí, logicky, jak je navrženo v JRC STRUBIAS (závěrečná zpráva dosud nezveřejněna). Znění jednoznačně podporuje materiálové transformace odpadů na kvalitní produkty v rámci filosofie Circular Economy a zdůrazňuje roli fosforu jako kritického materiálu.

Vyhnulý čistírenský kal byl a je používán jako hnojivo v mnoha oblastech po celém světě velmi dlouhou dobu. Změny v životním stylu obyvatelstva vedly k nárůstu obsahů mikropolutantů a dalších škodlivin v čistírenských kalech. Jsme téměř denně konfrontováni se zprávami o zjištěných koncentracích mikropolutantů v odpadních vodách a tocích, s tím, že čistírenský kal obsahuje znečišťující látky, jako jsou hormony a látky narušující činnost žláz s vnitřní sekrecí, patogeny, zbytky léků, těžké kovy, mikroplasty, biocidy atd. Proto je ve smyslu principu předběžné opatrnosti vzhledem k aplikaci čistírenských kalů na půdu a kompostování, nezbytné zvážit pokračování této praxe, proto jsou připravovány nové přístupy k využití čistírenských kalů v zemědělství. Významným způsobem do toho promluví přijetí návrhu nového nařízení o hnojivých produktech EU a jeho promítnutí do našich podmínek.

Znění nového nařízení EU o hnojivech má za cíl:

- podporovat využívání recyklovaných materiálů k výrobě hnojiv a tím rozvíjet cirkulární ekonomiku a zároveň snížit závislost na dovážených živinách ze zemí mimo EU,
- usnadnit přístup na trh inovativním organickým hnojivům, která by zemědělcům a spotřebitelům umožnila širší výběr a podpořila ekologické inovace,
- stanovit v celé EU jakostní, bezpečnostní a environmentální kritéria pro hnojiva označená "CE" (tj. ta, která mohou být obchodována na jednotném trhu EU),
- stanovit jasnější požadavky na označování kvůli informování zemědělců, například o obsahu živin,
- zachovat producentům, kteří nechtějí prodávat své výrobky na evropském trhu, možnost, aby splňovali národní předpisy (členské státy by si sami rozhodly o povolování hnojiv, které nesplňují evropské požadavky, na svých národních trzích).

Připomeňme ještě, že z hlediska legislativního zařazení kalu jako materiálu schválilo Ministerstvo životního prostředí na základě zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech ve znění zákona č. 223/2015 Sb. jako prováděcí předpis Vyhlášku č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů, s účinností od 1.4.2016, o kategorizaci odpadů, v níž jsou kaly z čištění komunálních odpadních vod zařazeny do skupiny 19 08 05, tedy do kategorie „O“ jako ostatní odpad.



Ministerstvo životního prostředí poslalo v dubnu 2019 do připomínkového řízení balíček nových odpadových zákonů: Návrh zákona o odpadech, Návrh zákona, kterým se mění zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, Návrh zákona o vybraných výrobcích s ukončenou životností a Návrh zákona, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o odpadech a zákona o vybraných výrobcích s ukončenou životností. Přijetí nových zákonů v příštím roce, především zákona o odpadech, významně ovlivní budoucí nakládání a kaly.

K pokrytí zdravotních rizik vyplývajících z mikrobiálního složení čistírenských kalů byla vládou ČR na konci roku 2016 přijata Vyhláška 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č.383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu [5]. Vyhláška stanovuje požadavky pro provozovatele zařízení na úpravu kalů tak, aby bylo prokazatelné, že technologie úpravy je schopna účinně kaly hygienizovat, a dosáhnout požadované snížení počtu patogenních mikroorganismů. Provozovatel tedy bude povinen ověřovat technologii na úpravu kalů, a to na základě odebrání vzorků na vstupu do technologie a na výstupu z technologie a následného porovnání kontaminace, která nesmí překročit stanovený počet kolonií tvořících jednotku (KTJ).

Každý původce odpadů má pak při své činnosti nebo v rozsahu své činnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti, odpady opětovně využívat a recyklovat, případně odpady odstraňovat způsobem, který neohrožuje lidské zdraví a životní prostředí, tedy ekologicky a současně ekonomicky. Všechny tyto faktory iniciují celospolečenské zvýšení zájmu o to, jak dnes kaly likvidujeme a jak je budeme likvidovat v krátké budoucnosti.

KVAK proto hledá optimální koncepci likvidace kalů produkovaných na ÚČOV, případně dovážených na zpracování na této čistírně. Koncepce by měla výhledově odpovídat již existující i předpokládané legislativě oboru, a přitom současně tato koncepce reflektovala i ostatní ovlivňující podmínky a současně byla optimální i z pohledu ekonomického.

Z toho důvodu je v předložené studii provedeno kompletní posouzení technologické linky (vodní i kalové) stávající ČOV Krnov s důrazem na stanovení kalové bilance ČOV. Následně je posouzen variantní návrh intenzifikace kalového hospodářství, který řeší využití stávajících kalových polí pro solární nebo nízkoteplotní sušení kalu a příp. následnou materiálovou transformaci výsledného produktu. Posouzeny jsou prostorové požadavky a stanoveny investiční a provozní náklady.

## 5. ZÁKLADNÍ ÚDAJE ČOV KRNOV

Mechanicko biologická ČOV v Krnově byla uvedena do provozu v roce 1974. ČOV byla v 90-tých letech minulého století rekonstruována. Rekonstrukce se týkala především biologického čištění. K původní „staré“ aktivační nádrži byla přistavena „nová“ aktivační nádrž a k původním dvěma dosazovacím nádržím se přistavěla další dosazovací nádrž. Proces hrubého čištění, odpadní vody byl doplněn o hrubé a jemné česle a linku likvidace shrabků. Dále byl zdvojen stávající vírový lapák písku a byla provedena oprava technologického vybavení usazovací nádrže. Byly také rekonstruovány obě stávající vyhnívací nádrže a rekonstruován původní mokřý plynem na suchý. Plynové hospodářství bylo rozšířeno o energetické využití bioplynu.

V období od uvedení rekonstruované ČOV do provozu došlo k výrazné změně ve složení přitékající odpadní vody způsobené zvýšením podílu průmyslových odpadních vod z potravinářského průmyslu, a to především ze Škrobárny a z Kofoly. Tyto průmyslové odpadní vody jsou charakteristické vysokým obsahem organických látek a relativně nízkým obsahem dusíku a fosforu. Výsledkem bylo látkové přetížení biologického stupně ČOV. Z toho důvodu byla v r. 2011 realizována intenzifikace ČOV Krnov, která zahrnovala především:

- změnu stávajícího technologického uspořádání aktivačního procesu na systém kaskádové aktivace - systém ALPHA
- rekonstrukci kalového hospodářství, hygienizace a odvodnění kalu. Byla provedena rekonstrukce objektů kalového hospodářství a výstavba nové linky odvodnění a hygienizace kalu. Současně bylo řešeno rozšíření objemu vyhnívacích nádrží. Technické řešení zahrnovalo:
  - rekonstrukci kalové čerpací stanice
  - hygienizaci surového kalu před vstupem do vyhnívací nádrží – systém AEROTHERM
  - rekonstrukci stavební a technologické části stávajících vyhnívacích nádrží
  - rozšíření objektu vyhnívacích nádrží o další vyhnívací nádrž na anaerobní stabilizaci tekutých odpadů o objemu cca 1600 m<sup>3</sup>, včetně příjmové linky a akumulární a homogenizační nádrže o objemu cca 100 m<sup>3</sup>
  - rekonstrukci plynového hospodářství – jímání a rozvody plynu
  - rekonstrukce kogenerace – výměna a zvýšení výkonu kogenerační jednotky
  - výstavba nové linky mechanického odvodnění kalu a kryté skládky kalu
- V souvislosti s provedenou rekonstrukcí technologické části byly provedeny i patřičné úpravy provozních silnoproudých rozvodů a měření a regulace, včetně rekonstrukce trafostanice a napájecích rozvodů.

### 5.1 STRUČNÝ POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Jedná se o mechanicko biologickou ČOV s vysokou účinností na odstranění dusíku a fosforu. Vysoká účinnost na odstranění dusíku se dosahuje střídáním nitrifikačních a denitrifikačních sekcí v aktivační nádrži – kaskádová aktivace. Účinnost odstranění fosforu je zvýšena jeho chemickým srážením v aktivační nádrži – simultánní srážení.

Na ČOV jsou čištěny komunální odpadní vody a odpadní vody z místního průmyslu a mohou sem být také přiváženy koncentrované odpadní vody z KOFOLY a Krnovské škrobárny.

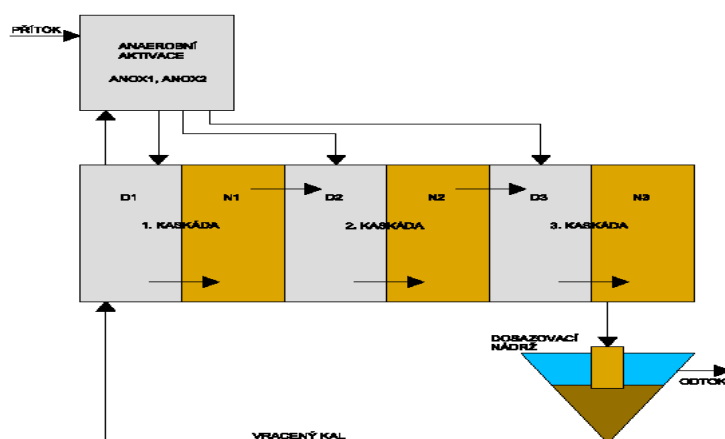
Na vstupu do dnešní ČOV je lapák šterku se strojním těžením zachyceného šterku. Následují strojně stírané hrubé česle a jemné česle pro zachycení hrubších unášených nečistot. Shrabky z jemných i hrubých česlí jsou přesunuty do šnekového lisu na shrabky, kde se zbaví přebytečné vody a následně dopraví do kontejneru. Hrubé předčištění odpadní vody končí dvojicí vírových lapáků písku. Shrabky i písek se odváží na skládku.

Takto mechanicky předčištěná odpadní voda se čerpá do kruhové usazovací nádrže, kde se zachytí jemné usaditelné i vzplývavé látky. Surový kal se ze dna usazovací nádrže stírá do středové jímky a odtud čerpá do kalového hospodářství. Plovoucí látky zachycené na hladině usazovací nádrže se stírají do jímky plovoucích nečistot a odtud se čerpají přes hlavní čerpací stanici společně se surovým kalem do kalového hospodářství.

Odpadní voda se po sedimentaci v usazovací nádrži přivádí na biologické čištění, které je řešeno jako aktivace s kaskádovým uspořádáním a biologickým odstraněním fosforu.

Aktivační nádrž je rozdělena na dvě stejné linky - koridor „A“ a „B“. Každá linka se skládá ze dvou nádrží anaerobní aktivace ANOX 1 a ANOX 2 a 3° kaskády, kde každý stupeň se skládá ze dvou nádrží, jedné nádrže denitrifikace a jedné nádrže nitrifikace.

Obr. 1 Průtokové schéma stávajícího stavu biologického stupně



Aktivační směs z 3. stupně nitrifikace odtéká do tří dosazovacích nádrží, kde se sedimentací oddělí aktivovaný kal od vyčištěné vody. Odsazená vyčištěná odpadní voda přepadá do sběrného žlabu a odtéká z ČOV. Aktivovaný kal usazený na dně dosazovacích nádrží se stírá do středových jímek a pak čerpá zpět do aktivace. Část tohoto kalu se z procesu čištění odstraňuje jako tzv. přebytečný kal. Ten se zahušťuje na odstředivce a takto zahuštěný se čerpá do vyhnívací nádrže 1°, kde se společně s primárním kalem z usazovací nádrže bez přístupu vzduchu a při teplotě cca 35 °C anaerobně stabilizuje (vyhnívá). Z vyhnívací nádrže 1° přetéká vyhnílý kal do vyhnívací nádrže 2°, kde se ochlazuje a dokončuje se jeho vyhnití. Vyhnílý kal přetéká pak do uskladňovací nádrže, ve které se částečně gravitačně zahustí a následně se strojně odvodňuje. Odvodněný kal se odváží z ČOV na další zpracování. Oddělená kalová voda natéká zpět do přítlaku na ČOV.

Součástí procesu čištění je i dávkování roztoku síranu železitého (PREFLOC) do rozdělovacího objektu před dosazovací nádrže, jehož účelem je snížení koncentrace  $CHSK_{Cr}$  ve vyčištěné vodě. Dalším efektem je také další snížení fosforu ve vyčištěné vodě.

## 5.2 POPIS HLAVNÍCH OBJEKTŮ LINKY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

### 5.2.1 Lapák štěrku

Na vstupu do ČOV je lapák štěrku se strojním těžením zachyceného štěrku. Vytěžený štěrk s ukládá do kontejneru a odváží na skládku.

Rozměry: 0,2 x 0,6 x 1,0 m

Objem: 0,24 m<sup>3</sup>

Rozměry nádrže:

Délka lapáku štěrku 10 650 mm

Šířka 2 100 mm

Objem pancéřované jímky 3,00 m<sup>3</sup>

### 5.2.2 Hrubé česle

V prostoru hrubého čištění jsou jako ochrana jemných česlí osazeny hrubé strojně stírané česle s průlinou 80 mm.

### 5.2.3 Jemné mechanicky stírané česle

Jedná se o strojně stírané česle typu Fontana s průlinami 6 mm pro šířku kanálu 0,8 m, přičemž chod stíracího mechanismu je uváděn do provozu v závislosti na rozdílu hladin ve žlabu před a za česlemi. Průtok vody přes česle je řízen stavidly s elektropohonem před a za česlemi.

Na obtoku jsou původní strojně stírané česle typu A - b dle NKS 70075 - 66 pro šířku kanálu 800 mm.

Shrabky z jemných i hrubých česlí jsou dopraveny do šnekového lisu na shrabky, kde jsou zbaveny přebytečné vody a následně dopraveny do kontejneru. Pak jsou odváženy k likvidaci na skládku. Provoz lisu na shrabky je navázán na automatický provoz česlí.

### 5.2.4 Lapák písku

ČOV je vybavena dvojicí vírových lapáků písku průměru 6 m.

Účinná plocha lapáků  $F = 2 \times 28,26 = 56,52 \text{ m}^2$

Účinný objem lapáků  $V = 2 \times 10,5 \text{ m}^3 = 21 \text{ m}^3$

šířka přítokového žlabu je 0,8 m

obsah pračky písku je 3,6 m<sup>3</sup>

obsah usazovacího prostoru na písek 1,52 m<sup>3</sup>

### 5.2.5 Usazovací nádrž

Jedná se o kruhovou usazovací nádrž průměru 27,5 m, která slouží k zachycení usaditelných a plovoucích látek z odpadní vody. Primární kal se usazuje na dně nádrže, odkud se stírá stěrkami nesenými na pojízdném mostě do středové čerpací jímky, odkud se čerpá do kalového hospodářství.

Rozměry nádrže:

Průměr	27,5 m
Plocha	515 m <sup>2</sup>
Výška stěny u paty	3,30 m
Výška hladiny u paty	2,38 m
Výška hladiny ve středu nádrže, bez započtení hloubky středové jímky	3,4 m
Objem	1546 m <sup>3</sup>

### 5.2.6 Aktivační nádrže

Dnešní systém kaskádové aktivace vychází z původního systému předřazené aktivace při zachování objemů původních nádrží. Přítok odpadní vody je rozdělen do tří proudů, které jsou zaústěny do dílčích denitrifikací. Podíl jednotlivých proudů je podmíněn objemy jednotlivých stupňů kaskády a může být částečně měněn podle aktuálních provozních podmínek.

Tab. č. 1 **Objemy aktivačních nádrží**

stará aktivace	objem	využití
	m <sup>3</sup>	
1. sekce (1. sekce anaerobie)	689	anaerobie
2. sekce (2. sekce anaerobie)	683	anaerobie
3. sekce (1. denitrifikace)	626	1. denitrifikace

nová aktivace	objem	využití
1. sekce (2. denitrifikace)	2 580	1. nitrifikace
¼ nitrifikace	1105	2. denitrifikace
¼ nitrifikace	1105	2. nitrifikace
¼ nitrifikace	1105	3. denitrifikace
¼ nitrifikace	1105	3. nitrifikace

Pro čerpání vráceného a přebytečného kalu složí jedno kalové čerpadlo typu Flygt LL 3152.181 LT Q = 200 l/s. Obdobné čerpadlo je použito i pro vnitřní recirkulaci aktivační směsi z konce nitrifikace do denitrifikace. Intenzitu čerpání je možno v obou případech měnit pomocí frekvenčního měniče na čerpadlech.

### 5.2.7 Dosazovací nádrže

Dosazovací nádrže slouží k odsazení aktivační směsi. Aktivační směs z konce nitrifikace protéká otvory ve stěně aktivační nádrže do rozdělovací komory, odkud přepadá přes přepadovou hranu do potrubí, které vede do dosazovací nádrže. Toto potrubí je přivedeno do středového uklidňovacího válce každé dosazovací nádrže. Odsazená voda odtéká odtokovým žlabem do recipientu. Usazený kal se stírá ze dna do středové čerpací jímky stěracími lištami, které jsou nesený na pojezdovém mostě. Usazený kal odtéká potrubím do čerpací stanice vráceného kalu. Plovoucí kal zadržený před nornou stěnou se odsává ponorným čerpadlem typu PIRANHA 12-2 do středového válce dosazovací nádrže.

Na ČOV jsou tři dosazovací nádrže. Jedna nová a dvě původní po rekonstrukci.

Rozměry dosazovacích nádrží.

		nová	původní	celkem
průměr	m	24	25	
plocha	m <sup>2</sup>	452,0	435,9	1323,8
výška stěny u paty	m	6,5	2,8	
výška hladiny u paty	m	5,65	2,3	
výška hladiny ve středu nádrže	m	6,84	3,85	
objem	m <sup>3</sup>	2665	1276	5217

### 5.2.8 Čerpací stanice vráceného kalu a vnitřní ( anoxické) recirkulace

Recirkulace vráceného kalu je zajištěna tak, že se usazený kal z dosazovacích nádrží přepouští do čerpací jímky a odtud čerpá čerpadlem Flygt LL 3152.181 do rozdělovacího objektu ve staré aktivační nádrži, odkud přetéká do první sekce denitrifikace. Množství vráceného kalu je řízeno frekvenčním měničem.

Část tohoto kalu se odpouští jako přebytečný kal.

### 5.2.9 Mechanické zahuštění přebytečného kalu

Přebytečný kal se mechanicky zahušťuje na odstředivce PBS Velká Bíteš.

Zahuštěný kal se gravitačně vypouští do jímky surového kalu, ze které se společně s primárním kalem čerpá do vyhnívací nádrže. Fugát z odstředění odtéká gravitačně do jímky dešťových a kalových vod, do které jsou zaústěny i odpadní vody z odvodnění vyhnílého kalu. Kalové vody se přivádí zpět do procesu čištění.



### 5.2.10 Hygienizace kalu

Zařízení hygienizace kalu – AEROTHERM plní funkci prvního stupně kalového hospodářství. Jeho princip spočívá v aerobně termofilním zpracování kalu, kdy při teplotě nad 63°C dochází k zničení patogenních mikroorganismů, tedy k hygienizaci kalu. Uvedená technologie také zlepšuje bilanci energetického využití bioplynu a má pozitivní vliv na průběh následného anaerobního vyhnívání ve VN, zahušťování a odvodňování kalu.

Směsný kal zahuštěný max. na 4 ÷ 5 % je čerpán z hlavní ČS do vnitřní komory dvojkomorového výměníku tepla typu kal-kal o objemu 2 x 4,8 m<sup>3</sup>, kde je kal přehříván na teplotu cca 33 ÷ 40° C.. K lepší výměně tepla je kal ve vnitřní komoře míchán etážovým míchadlem. Po dosažení dané teploty je takto přehřátý kal přečerpán oběhovým čerpadlem do reaktoru o objemu 45 m<sup>3</sup>. Po naplnění reaktoru na max. hladinu se médium v reaktoru začíná promíchávat míchadlem, čímž dochází k homogenizaci čerstvě přidaného a stávajícího kalu v reaktoru.

Při poklesu teploty v reaktoru pod stanovenou hodnotu je automaticky uveden do provozu ohřívací systém. Po dosažení hygienizační teploty kalu 65° C je tato teplota udržována po dobu jedné hodiny (doba hygienizace).

Po naplnění reaktoru je jeho obsah provzdušňován pomocí injektoru, při cirkulaci kalu přes cirkulační čerpadlo. Po dosažení vnosu čerstvého vzduchu do kalu je tento cyklus ukončen. Uvedené operace vedou k požadované exotermní reakci v reaktoru a tím i pozitivnímu tzv. samoohřívání kalu.

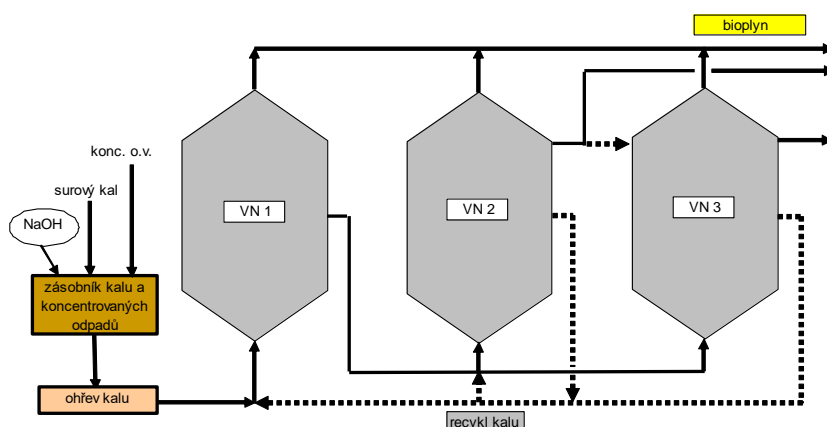
### 5.2.11 Vyhnívací nádrže

Ve vyhnívací nádrži probíhá anaerobní fermentace (vyhnívání) přebytečného kalu, čímž se sníží jeho sušina alepší hygienické i odvodňovací vlastnosti. Proces fermentace probíhá v mezofilní oblasti, tj. při teplotě od 33 do 37 °C. Součástí linky kalového hospodářství je hygienizace dovážených vod.

Tab. č. 2 Objemy vyhnívacích nádrží

Objem		současnost	výhled
1 <sup>o</sup> nová vyhnívací nádrž	m <sup>3</sup>	1 600	1 600
2 <sup>o</sup> staré vyhnívací nádrže	m <sup>3</sup>	1776	1776
VN celkem	m <sup>3</sup>	3 376	3 376

Obr. 2 Schéma propojení vyhnívacích nádrží



### 5.2.12 Uskladňovací nádrž

Uskladňovací nádrž slouží k uskladnění vyhnílého kalu, jeho homogenizaci a oddělení kalové vody. Oddělená kalová voda se odčerpává ponorným čerpadlem ze zóny, ve které se vytvoří vrstva kalové vody.

Průměr	25 m
Plocha	491 m <sup>2</sup>
Výška hladiny	4,5 m
Objem	2005 m <sup>3</sup>

### 5.2.13 Mechanické odvodnění vyhnílého kalu

Vyhnílý z uskladňovací nádrže kalu může být odvodňován jednak na lince strojního odvodnění s dekantační odstředivkou, nebo je možné využívat naplavovaná kalová pole na kterých dochází při vhodných klimatických podmínkách k přirozenému vysušení kalu do rypného stavu. Vysušený kal se z kalových polí vybírá kolovým nakladačem. Ke strojnímu odvodnění kalu se používá odstředivka Alfa Laval ALDEC 460. Odvodněný kal se dopravuje šnekovým dopravníkem na vlečku.

Parametry dekantační odstředivky:

max. hltnost odstředivky	15 m <sup>3</sup> /hod
vstupní sušina kalu	2 - 4%
výstupní sušina	min. 25%.
Provozní hodnoty:	
hltnost odstředivky	8 - 10 m <sup>3</sup> /hod
vstupní sušina kalu	průměr 2,2%
výstupní sušina	max. 21%.

### 5.2.14 Plynové hospodářství

Bioplyn vznikající při vyhánění ve vyháněvacích nádržích se shromažďuje v jejich horní části. Odsud se bioplyn vede plynovým potrubím do výstupní věže, kde se jednotlivé větve bioplynového potrubí napojují na společné potrubí, vedoucího pod úroveň terénu do plynojemu.

Parametry plynojemu:

Průměr	9,7 m
Výška	9 m
Objem	665 m <sup>3</sup>
Počet kusů	1 ks

Celý provoz ČOV je monitorován a řízen centrálním počítačem ve velínu a programem ASŘ.

### 5.3 NÁVRHOVÉ PARAMETRY STÁVAJÍCÍ ČOV

Základní návrhové parametry ČOV dle projektové dokumentace byly stanoveny takto:

Tab. č. 3 *Bilance množství a znečištění odpadních vod na přítoku ČOV dle PD*

Množství odpadních vod	Jednotka	Hodnota
Populační ekvivalent	EO	70 000
$Q_{\theta}$	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	10 000
	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	417
$Q_h$	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	609
$Q_{\text{děšť}}$	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	543
<b>Znečištění</b>		
$\text{BSK}_5$	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	4 200
$\text{CHSK}_{\text{Cr}}$	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	7 030
NL	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	2 829
$\text{N-NH}_4^+$	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	170
$\text{N}_c$	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	437
$\text{P}_c$	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	46

### 5.4 POVOLENÍ K VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD DO VOD POVRCHOVÝCH

Rozhodnutí a údaje o množství a koncentraci znečištění vypouštěných odpadních vod (dle zákona č. 254/2001 Sb.) vydal krajský úřad Moravskoslezského kraje, Odbor životního prostředí a zemědělství, ze dne 11.8.2005.

Rozhodnutím jsou stanoveny následující limitní hodnoty vypouštěných odpadních vod:

#### Množství vypouštěných odpadních vod:

$$Q_{\theta} = 133,18 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}; 11\,507 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

$$Q_{\text{max}} = 305,00 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}; 26\,352 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

$$Q_{\text{měsíc}} = 578\,160 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{rok}} = 4\,200\,000 \text{ m}^3$$

Požadavky na kvalitu vyčištěné odpadní vody jsou uvedeny v následující tab. č. 1

**Tab. č. 4 Příпустné emisní limity vypouštěného znečištění na odtoku z čistírny odpadních vod**

Ukazatel	Hodnota „p“ mg.l <sup>-1</sup>	Průměr mg.l <sup>-1</sup>	Hodnota „m“ mg.l <sup>-1</sup>	Bilanční hodnoty t.rok <sup>-1</sup>
CHSK <sub>Cr</sub>	90	-	130	378
BSK <sub>5</sub>	20	-	40	84
NL	25	-	50	105
N <sub>c</sub>	-	15	20	63
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	8	-	20	33,6
P <sub>c</sub>	-	2	6	8,4

**hodnota „p“** – nejvýše přípustná hodnota ukazatele znečištění odpadních vod (koncentrace zjišťovaná z rozboru směsného vzorku)

**hodnota „m“** – nepřekročitelná hodnota ukazatele odpadních vod (koncentrace ve 2 hodinovém slévaném vzorku)

## 6. ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO HYDRAULICKÉHO A LÁTKOVÉHO ZATÍŽENÍ ČOV

Za účelem kvalifikovaného stanovení přivedeného množství a znečištění odpadních vod z odkanalizovaného území byla provedena detailní analýza provozních výsledků ČOV.

Jako podklad pro stanovení stávajícího hydraulického a látkového zatížení jsme využili provozní výsledky stávající ČOV za rok 2016 - 2019 poskytnuté objednatelem /1/. Předané podklady zahrnovaly denní záznamy o množství vody změřené na odtoku z ČOV a koncentrace přítoku a odtoku z ČOV za uvedené období. Vzorky na přítoku i odtoku jsou typu B (24-hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin).

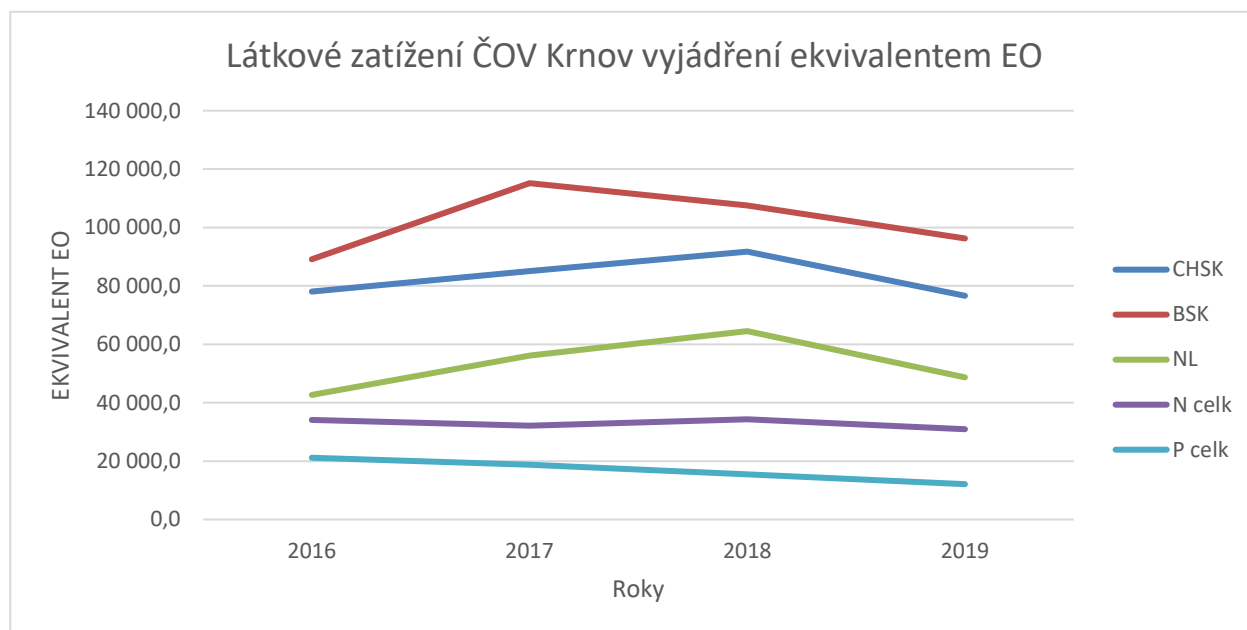
Pro jednotlivé roky byly vyhodnoceny průměr a medián měřených hodnot. Látkové zatížení ČOV byl bylo s ohledem na rozptyl výsledků vyhodnoceno jako součin průměrného denního přítoku a mediánu koncentrací.

Výsledky statistického vyhodnocení provozních podkladů jsou uvedeny v následující tab.

Tab. č. 5 *Statistické vyhodnocení látkového zatížení ČOV - rok 2016 – 2019*

Látkové zatížení ČOV			CHSK	BSK	NL	N celk	P celk
2016	Průměr	mg/l	1 440,6	882,3	408,4	55,6	7,5
	Medián	mg/l	1 400,0	799,0	350,7	56,0	7,9
	Průměr	kg/d	9 641,4	5 904,5	2 732,9	372,4	50,1
	Medián	kg/d	9 369,5	5 347,3	2 347,1	374,8	52,9
	Průměr	EO	80 345,0	98 408,9	49 688,7	33 854,5	20 023,0
	Medián	EO	78 079,0	89 121,6	42 673,7	34 070,8	21 148,3
2017	Průměr	mg/l	1 554,1	938,4	476,4	50,7	6,2
	Medián	mg/l	1 330,0	900,0	401,8	46,0	6,1
	Průměr	kg/d	11 934,1	7 206,0	3 658,4	389,0	47,3
	Medián	kg/d	10 213,2	6 911,2	3 085,4	353,2	46,8
	Průměr	EO	99 451,0	120 100,2	66 516,8	35 365,1	18 913,3
	Medián	EO	85 109,7	115 186,0	56 099,1	32 112,5	18 736,9
2018	Průměr	mg/l	1 822,0	1 150,4	536,4	62,9	7,0
	Medián	mg/l	1 676,0	949,0	521,7	55,5	5,7
	Průměr	kg/d	11 967,0	7 825,8	3 648,9	427,7	47,8
	Medián	kg/d	11 008,1	6 455,7	3 548,9	377,5	38,8
	Průměr	EO	99 725,1	130 430,7	66 344,1	38 883,0	19 112,7
	Medián	EO	91 733,9	107 595,3	64 526,3	34 322,5	15 510,1
2019	Průměr	mg/l	1 484,2	854,4	414,8	52,3	5,7
	Medián	mg/l	1 351,5	849,0	393,3	50,0	4,5
	Průměr	kg/d	10 096,6	5 812,3	2 821,7	355,8	39,0
	Medián	kg/d	9 193,8	5 775,5	2 675,5	340,1	30,3
	Průměr	EO	84 138,5	96 872,1	51 302,9	32 347,1	15 590,3
	Medián	EO	76 614,9	96 257,6	48 645,2	30 921,2	12 108,7

Z provedeného statistického vyhodnocení je zřejmé mírné kolísání v látkovém zatížení ČOV, což je zřejmě způsobeno vysokým podílem průmyslových odpadních vod. Grafické znázornění kolísání látkového zatížení ČOV Krnov ve sledovaném období je pro jednotlivé ukazatele znázornění v následujícím grafu.





## 7. BILANCE HYDRAULICKÉHO A LÁTKOVÉHO ZATÍŽENÍ ČOV

Na základě výše uvedené analýzy bylo sestaveno hydraulické a látkové zatížení ČOV. To bylo provedeno pro jednotlivé posuzované roky. Současně bylo porovnáno s projektovanými parametry ČOV dle podkladu /2/. Výsledek je shrnut v následující tab.:

Tab. č. 6 **Bilance množství a znečištění odpadních vod na přítoku na ČOV**

Bilance množství a znečištění odpadních vod						
Množství odpadních vod	Jednotky	Stávající stav				Projekt
		2016	2017	2018	2019	2010
Q <sub>min</sub>	m3/den	4 015,5	4 607,4	3 940,8	4 081,6	3 691,2
	m3/hod	167,3	192,0	164,2	170,1	153,8
	l/s	46,5	53,3	45,6	47,2	42,7
Q <sub>24</sub>	m3/den	6 692,5	7 679,1	6 568,1	6 802,7	6 152,0
	m3/hod	278,9	320,0	273,7	283,4	256,3
	l/s	77,5	88,9	76,0	78,7	71,2
Q <sub>d</sub>	m3/den	8 365,6	9 598,8	8 210,1	8 503,3	7 690,1
	m3/hod	348,6	400,0	342,1	354,3	320,4
	l/s	96,8	111,1	95,0	98,4	89,0
Q <sub>max</sub>	m3/hod	592,6	679,9	581,5	602,3	630,6
	l/s	164,6	188,9	161,5	167,3	175,2
Q <sub>dešť</sub>	m3/hod	2 340,0	2 340,0	2 340,0	2 340,0	2 340,0
	l/s	650,0	650,0	650,0	650,0	650,0
<b>Znečištění - přítok</b>						
Počet obyvatel	EO	89 121,6	115 186,0	107 595,3	96 257,6	70 000,0
BSK5 - přítok na ČOV	kg/d	5 347,3	6 911,2	6 455,7	5 775,5	4 200,0
	mg/l	799,0	900,0	982,9	849,0	617,4
CHSK <sub>cr</sub>	kg/d	9 369,5	10 213,2	11 008,1	9 193,8	7 030,0
	mg/l	1 400,0	1 330,0	1 676,0	1 351,5	1 033,4
NL	kg/d	2 347,1	3 085,4	3 548,9	2 675,5	2 829,0
	mg/l	350,7	401,8	540,3	393,3	415,9
N <sub>c</sub>	kg/d	374,8	353,2	377,5	340,1	437,0
	mg/l	56,0	46,0	57,5	50,0	64,2
P <sub>c</sub>	kg/d	52,9	46,8	38,8	30,3	46,0
	mg/l	7,9	6,1	5,9	4,5	6,8

Z provedeného srovnání je zřejmé, výrazné překročení látkového zatížení ČOV Krnov ve všech sledovaných ukazatelích, s výjimkou N<sub>c</sub> a P<sub>c</sub>. Tato anomálie potvrzuje vysoký podíl průmyslových odpadních vod.

## 8. POŽADOVANÁ KVALITA VYČIŠTĚNÉ VODY

Požadovaná kvalita vyčištěné odpadní vody dle v současnosti platné národní legislativy /3/ a její srovnání s navrženou kvalitou dle PD je uvedena v následující tab.

Tab. č. 7 Požadovaná kvalita vyčištěné odpadní vody dle NV ČR č. 401/2015 Sb.

NV ČR č. 401/2015 Sb.						
Ukazatel	Tab. 1a: Emisní standardy		Tab. 1b	Příl. č. 7: Nejlepší dostupné technologie		
	přípustné hodnoty		min. účinnost	přípustné hodnoty		účinnost
Kategorie ČOV	10 001 - 100 000					
	p	m	%	p	m	%
CHSK <sub>Cr</sub>	90	130	75	60	100	80
BSK <sub>5</sub>	20	40	85	14	20	90
NL	25	50	-	18	25	-
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	-	60	-	-	-
N <sub>anorg</sub>	-		-	-	-	-
N <sub>c</sub>	15	30	-	14 <sup>1</sup>	25	70
P <sub>c</sub>	2	6	80	1,5 <sup>1</sup>	3	80

Pozn.: <sup>1/</sup> uvedené hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročeny.

Tab. č. 8 Požadovaná kvalita vyčištěné odpadní vody dle platného rozhodnutí

Ukazatel	Hodnota „p“ mg.l <sup>-1</sup>	Průměr mg.l <sup>-1</sup>	Hodnota „m“ mg.l <sup>-1</sup>	Bilanční hodnoty t.rok <sup>-1</sup>
CHSK <sub>Cr</sub>	90	-	130	378
BSK <sub>5</sub>	20	-	40	84
NL	25	-	50	105
N <sub>c</sub>	-	15	20	63
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	8	-	20	33,6
P <sub>c</sub>	-	2	6	8,4

Z porovnání obou tabulek je zřejmé, kvality vody dle platného rozhodnutí splňuje požadavky současné legislativní úpravy – tab. 1a – emisní standardy.

## 9. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍ VODNÍ LINKY ČOV

V následující části je proveden kompletní technologický přepoččet vodní linky pro průměrné látkové zatížení v jednotlivých letech a srovnání s projektovými parametry. Požadovaná kvalita vyčištěné odpadní vody je výpočtově nastavena na splnění požadovaných limitů pro ČOV nad 100.000 EO v souladu s platnou legislativou.

Tab. č. 9 Návrhové parametry biologického stupně

Přítok do ČOV					2016	2017	2018	2019	2010
Průtok	Q <sub>24</sub>	m <sup>3</sup> /d			6 692	7 679	6 568	6 803	6 152
	Q <sub>d</sub>	m <sup>3</sup> /d			8 366	9 599	8 210	8 503	7 690
	Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /h			593	680	582	602	631
	Q <sub>dešť</sub>	m <sup>3</sup> /h			2 340	2 340	2 340	2 340	2 340
BSK <sub>5</sub>				kg/d	5 347,3	6 911,2	6 455,7	5 775,5	4 200,0
NL				kg/d	2 347,1	3 085,4	3 548,9	2 675,5	2 829,0
N <sub>c</sub>				kg/d	374,8	353,2	377,5	340,1	437,0
P <sub>c</sub>				kg/d	52,9	46,8	38,8	30,3	46,0
<b>Kvalita vyčištěné vody</b>									
BSK <sub>5</sub>		mg/l	8	kg/d	54	61	53	54	49
CHSK <sub>Cr</sub>		mg/l	32	kg/d	214	246	210	218	197
NL		mg/l	8	kg/d	54	61	53	54	49
N-NH <sub>4</sub>		mg/l	2,0	kg/d	13,4	15	13	14	12
N-O <sub>x</sub>		mg/l	5,0	kg/d	33	38	33	34	31
N-org		mg/l	3	kg/d	20,1	23	20	20	18
N-anorg		mg/l	7,0	kg/d	47	54	46	48	43
N <sub>c</sub>		mg/l	10,0	kg/d	67	77	66	68	62
P <sub>c</sub>		mg/l	1,0	kg/d	6,7	8	7	7	6

### 9.1 POSOUZENÍ MECHANICKÉHO STUPNĚ

Návrhová hydraulická kapacita mechanického stupně dle provozního řádu /2/ je 2 340 m<sup>3</sup>/hod a je limitována výkonem čerpací stanice. Její výkon vyhovuje pro stávající maximální hydraulické zatížení. Z toho důvodu není nutné posílení její kapacity. Strojně stírané česle stejně jako lapák písku mají dostatečnou hydraulickou kapacitu

Kapacita primární sedimentace rovněž vyhovuje pro všechny posuzované stavy - viz. následující tab.:

Tab. č. 10 Hydraulické parametry primární sedimentace

Mechanické předčištění + primární sedimentace				Stáv. Stav					Projekt
Usazovací nádrž				2016	2017	2018	2019	2010	ČSN /4/
	plocha	m <sup>2</sup>		425	425	425	425	425	
	objem	m <sup>3</sup>		1 157	1 157	1 157	1 157	1 157	
<b>Posouzení UN</b>									
hydraulické povrchové zatížení při	Q <sub>d</sub>	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)		0,82	0,94	0,80	0,83	0,75	1 - 2,8
	Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)		1,39	1,60	1,37	1,42	1,48	5
doba zdržení	Q <sub>d</sub>	kg/(m <sup>2</sup> .h)		3,32	2,89	3,38	3,27	3,61	
	Q <sub>max</sub>	h		1,95	1,70	1,99	1,92	1,83	1 - 3,0
	Q <sub>dešť</sub>			0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,5

## 9.2 POSOUZENÍ ANAEROBNÍ ČÁSTI

Tab. č. 11 Technologické parametry anaerobní části aktivace

Anaerobie					Stáv. Stav				Projekt
Anaerobní aktivace					2016	2017	2018	2019	2010
objem		m <sup>3</sup>			1372	1372	1372	1372	1372
anaerobní recirkulace	R <sub>Kan</sub>	%			20	20	20	20	20
		m <sup>3</sup> /d			1673,1	1919,8	1642,0	1700,7	1538,0
		m <sup>3</sup> /h			69,7	80,0	68,4	70,9	64,1
rozsah		% Q <sub>prům.</sub>							
koncentrace kalu	X	kg/m <sup>3</sup>			1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
zásoba kalu v aktivaci	Z	kg			1981,8	1981,8	1981,8	1981,8	1981,8
doba kontaktu	t	h			3,3	2,9	3,3	3,2	3,6
Koncentrace VK		kg/m <sup>3</sup>			13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Koncentrace v D1					8,7	8,7	8,7	8,7	8,7

Anaerobní část splňuje požadavky ČSN.

## 9.3 POSOUZENÍ KASKÁDOVÉ AKTIVACE

Při návrhu procesu nitrifikace je zohledněna minimální teplota vody v aktivaci ve výši 10°C při dosažení předpokládaného přísnějšího požadavku na splnění limitu N<sub>c</sub> 10 mg/l

Tab. č. 12 Technologické parametry kaskádové aktivace

Přítok do aktivace		účinnost			2016	2017	2018	2019	Projekt
BSK <sub>5</sub>	LO	%	14,50	kg/d	4 571,9	5 909,0	5 519,6	4 938,0	2 801,4
NL		%	33,30	kg/d	1 565,5	2 058,0	2 367,1	1 784,5	1 182,5
N <sub>c</sub>		%	1	kg/d	371,0	349,7	373,8	336,7	432,6
P <sub>c</sub>		%	25	kg/d	39,7	35,1	29,1	22,7	34,5
N <sub>c</sub> /BSK <sub>5</sub>					0,08	0,06	0,07	0,07	0,15
P <sub>c</sub> /BSK <sub>5</sub>					0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
minimální teplota v aktivaci	T	°C			10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
maximální teplota v aktivaci	T	°C			22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Rozpustnost kyslíku při max. teplotě		mg/l			8,73	8,73	8,73	8,73	8,73
aerobní stáří kalu	Θ	dny			10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
podíl kalu v anoxické části AN	f <sub>D</sub>				0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
stáří kalu v aktivaci	Θ	dny			17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
produkce aktivovaného kalu	Y <sub>obs</sub>				0,54	0,54	0,59	0,55	0,59
		kg/d			2 458	3 198	3 254	2 711	1 640

Látková bilance					Stáv. Stav				Projekt
přítok do aktivace					2016	2017	2018	2019	2010
N do aktivace			kg/d		371,0	349,7	373,8	336,7	432,6
P do aktivace			kg/d		39,7	35,1	29,1	22,7	34,5
odtok									
N-NH <sub>4</sub>		N-NH <sub>4</sub>	kg/d		13,4	15,4	13,1	13,6	12,3
N-O <sub>x</sub>			kg/d		33,5	38,4	32,8	34,0	30,8
N-org			kg/d		20,1	23,0	19,7	20,4	18,5
Nc			kg/d		66,9	76,8	65,7	68,0	61,5
Pc			kg/d		6,7	7,7	6,6	6,8	6,2
kal									
produkce primárního kalu			kg/d		781,6	1 027,5	1 181,8	890,9	1 646,5
Org. podíl v primárním kalu			%		55	55	55	55	55
produkce přebytečného kalu			kg/d		2 458	3 198	3 254	2 711	1 640
Org. podíl v přebytečném kalu			%		83	83	83	83	83
množství surového kalu			kg/d		3 240	4 225	4 436	3 602	3 287
Org. podíl v surovém kalu					76	76	76	76	69
Redukce org. sušiny v kal. hosp.			%		60	60	60	60	60
Sušina stabilizovaného kalu			kg/d		1 758	2 294	2 425	1 958	1 926
Nc ve stabilizovaném kalu		%	6,6	kg/d	116	151	160	129	127
Pc ve stabilizovaném kalu		%	1,7	kg/d	29,5	38,4	40,6	32,8	32,3
N na nitrifikaci	N <sub>N</sub>		kg/d		222	160	181	174	275
BSK <sub>5</sub> /Nc					12,32	17	15	15	6
Růstový koeficient	e				0,60	0,60	0,60	0,60	1,00
Specifická nitrifikační rychlost			kg/kg*d		0,04	0,04	0,04	0,04	0,07
Výkon dle nitr. rychlosti			kg/d		848	1103	1122	935	943
N na denitrifikaci	N <sub>D</sub>		kg/d		188	122	148	140	244
BSK <sub>5</sub> /Ndenitr					24	49	37	35	11
Účinnost denitrifikace	E <sub>D</sub>		%		85	76	82	80	89
Produkce směsného kalu			kg/d		2 458	3 198	3 254	2 711	1 640
Produkce surového kalu			kg/d		3 240	4 225	4 436	3 602	3 287
koncentrace surového kalu			kg/m <sup>3</sup>		41	41	41	41	35
objem surového kalu			m <sup>3</sup> /d		78	102	109	87	94

Aktivace				2016	2017	2018	2019	Projekt			
kalový index	SVI	ml/g		120	120	120	120	120			
koncentrace vráceného kalu	X	kg/m <sup>3</sup>		13,0	13,0	13,0	13,0	13,0			
potřeb. zásoba kalu v ox. části		kg		25 682	33 410	33 997	28 326	17 136			
recirkulace kalu	R <sub>K</sub>	m <sup>3</sup> /d		10 039	11 519	9 852	10 204	9 228			
		%		120	120	120	120	120			
prům. konc. kalu v nitrifikaci		kg/m <sup>3</sup>		7,1	7,1	7,1	7,1	7,1			
podíl regenerace na ox. části		%		0	0	0	0	0			
prům. koncentrace kalu v ox.		kg/m <sup>3</sup>		7,1	7,1	7,1	7,1	7,1			
<b>potřebný objem ox. části aktivace</b>		m <sup>3</sup>		3 622	4 712	4 794	3 995	2 417			
potřebná celková recirkulace	R <sub>C</sub>	%		563	317	451	411	794			
recirkulace vnitřní	R <sub>V</sub>	%		443	197	331	291	674			
doba kontaktu v denitrifikaci		h		0,8	0,5	0,5	0,5	0,5			
Potřebný objem nitrifikace.	V <sub>N</sub>	m <sup>3</sup>		3 622	4 712	4 794	3 995	2 417			
Potřebný objem denitrifikace	V <sub>D</sub>	m <sup>3</sup>		1 848	834	943	905	1 432			
<b>Potřebný objem aktivace</b>	V <sub>A</sub>	m <sup>3</sup>		5 470	5 546	5 738	4 899	3 849			
objem nitrifikace 1. kaskády		m <sup>3</sup>		1 850	1 850	1 850	1 850	1 850			
objem nitrifikace 2. kaskády		m <sup>3</sup>		1 374	1 374	1 374	1 374	1 374			
objem nitrifikace 3. kaskády		m <sup>3</sup>		1 300	1 300	1 300	1 300	1 300			
<b>celkový objem nitrifikace</b>		m <sup>3</sup>		4 524	4 524	4 524	4 524	4 524			
objem denitrifikace 1. kaskády		m <sup>3</sup>		674	674	674	674	674			
objem denitrifikace 2. kaskády		m <sup>3</sup>		1 188	1 188	1 188	1 188	1 188			
objem denitrifikace 3. kaskády		m <sup>3</sup>		1 302	1 302	1 302	1 302	1 302			
<b>celkový objem denitrifikace</b>		m <sup>3</sup>		3 164	3 164	3 164	3 164	3 164			
<b>celkový objem aktivace</b>		m <sup>3</sup>		7 688	7 688	7 688	7 688	7 688			
podíl přítoku do 1. kaskády		%		50	50	50	50	50			
podíl přítoku do 2. kaskády		%		25	25	25	25	25			
podíl přítoku do 3. kaskády		%		25	25	25	25	25			
přítok do 1. kaskády		m <sup>3</sup> /d		14 222	16 318	13 957	14 456	13 073			
přítok do 1.+ 2. kaskády		m <sup>3</sup> /d		16 313	18 718	16 010	16 581	14 996			
přítok do 1.+ 2.+ 3. kaskády		m <sup>3</sup> /d		18 404	21 117	18 062	18 707	16 918			
koncentrace kalu v 1. kaskádě		kg/m <sup>3</sup>		9,2	9,2	9,2	9,2	9,2			
koncentrace kalu ve 2. kaskádě		kg/m <sup>3</sup>		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0			
koncentrace kalu ve 3. kaskádě		kg/m <sup>3</sup>		7,1	7,1	7,1	7,1	7,1			
zásoba kalu v denitrifikaci		kg		24 921	24 921	24 921	24 921	24 921			
zásoba kalu v nitrifikaci		kg		37 187	37 187	37 187	37 187	37 187			
<b>Celková zásoba kalu v aktivaci</b>		kg		62 108	62 108	62 108	62 108	62 108			
průměrná koncentrace kalu v aktivaci		kg/m <sup>3</sup>		8,1	8,1	8,1	8,1	8,1			
doba kontaktu v 1. sekci nitrifikace		h		3,1	2,7	3,2	3,1	3,4	>	1,5	
doba kontaktu ve 2. sekci nitrifikace		h		2,0	1,8	2,1	2,0	2,2	>	1,5	
doba kontaktu ve 3. sekci nitrifikace		h		1,7	1,5	1,7	1,7	1,8	>	1,5	
<b>Celková doba kontaktu v nitrifikaci</b>		h		6,8	6,0	7,0	6,7	7,4			
doba kontaktu 1. sekci denitrifikace		h		1,1	1,0	1,2	1,1	1,2	>	0,5 /1	
doba kontaktu 2. sekci denitrifikace		h		1,7	1,5	1,8	1,7	1,9	>	0,5 /1	
doba kontaktu 3. sekci denitrifikace		h		1,7	1,5	1,7	1,7	1,8	>	0,5 /1	
<b>Celková doba kontaktu v denitrifikaci</b>		h		4,6	4,0	4,7	4,5	5,0			
zatížení kalu v nitrifikaci N na nitrifikaci		d <sup>-1</sup>		0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	<	0,06	
látkové zatížení aktivace	B <sub>V</sub>	kg/m <sup>3</sup> .d		0,59	0,77	0,72	0,64	0,36			
zatížení kalu v aktivaci	B <sub>K</sub>	kg/kg.d		0,07	0,10	0,09	0,08	0,05			
zatížení kalu v denitrifikaci	B <sub>X</sub>	kg/kg.d		0,18	0,24	0,22	0,20	0,11			
dosažitelná účinnost denitrifikace	Ed	%		88,6	88,6	88,6	88,6	88,6			
skutečné aerobní stáří kalu v aktivaci		d		15,1	11,6	11,4	13,7	22,7			
skutečné stáří kalu v aktivaci		d		25,3	19,4	19,1	22,9	37,9			

Z provedeného výpočtu je zřejmé, že stávající kaskádová aktivační nádrž vyhovuje pro všechny posuzované stavy. To se projevuje především ve vyhovujícím objemu nitrifikační i denitrifikační části aktivační nádrže, stejně jako v dodržení příslušných technologických parametrech dle požadavku ČSN /4/.



### 9.3.1 Posouzení kapacity aeračního systému

Výpočet potřebného množství vzduchu pro jednotlivé posuzované varianty látkového zatížení je shrnuto v následující tab.

Tab. č. 13 Výpočet potřeby vzduchu

Aktivace				Stáv. Stav					Projekt
Výpočet potřeby kyslíku dle TNV 75 6613 pro prům. teplotu				2016	2017	2018	2019	2010	
<b>1. stupeň kaskády</b>									
BSK5 do aktivace		kg/d		2 286	2 955	2 760	2 469	1 401	
N na nitrifikaci		kg/d		110,9	80,1	90,6	86,8	137,5	
N na denitrifikaci		kg/d		25,2	18,2	20,6	19,7	31,2	
teplota v aktivaci		C		16	16	16	16	16	
teplotní koeficient				1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	
<b>2. stupeň kaskády</b>									
BSK5 do aktivace		kg/d		1143	1477	1380	1235	700	
N na nitrifikaci		kg/d		55,4	40,0	45,3	43,4	68,7	
N na denitrifikaci		kg/d		110,9	80,1	90,6	86,8	137,5	
teplota v aktivaci		C		16	16	16	16	16	
teplotní koeficient				1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	
<b>3. stupeň kaskády</b>									
BSK5 do aktivace		kg/d		1143	1477	1380	1235	700	
N na nitrifikaci		kg/d		55,4	40,0	45,3	43,4	68,7	
N na denitrifikaci		kg/d		55,4	40,0	45,3	43,4	68,7	
teplota v aktivaci		C		16	16	16	16	16	
teplotní koeficient				1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	
<b>Spotřeba kyslíku</b>									
stáří kalu		d		25,3	19,4	19,1	22,9	37,9	
specifická spotřeba kyslíku na přivedenou BSK5		kg/kg		1,73	1,62	1,62	1,69	1,88	
specifická spotřeba kyslíku pro nitrifikaci		kg/kg		4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	
specifický výtěžek kyslíku z denitrifikace		kg/kg		2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
<b>1. stupeň kaskády</b>									
spotřeba kyslíku na exogenní a endogenní resp.		kg/d		3 958	4 800	4 464	4 180	2 628	
spotřeba kyslíku pro nitrifikaci		kg/d		507	366	414	397	628	
výtěžek kyslíku z denitrifikace		kg/d		-73	-53	-60	-57	-91	
<b>provozní spotřeba kyslíku</b>		kg/d		<b>4 392</b>	<b>5 114</b>	<b>4 818</b>	<b>4 519</b>	<b>3 166</b>	
<b>2. stupeň kaskády</b>									
spotřeba kyslíku na exogenní a endogenní resp.		kg/d		1 979	2 400	2 232	2 090	1 314	
spotřeba kyslíku pro nitrifikaci		kg/d		253	183	207	198	314	
výtěžek kyslíku z denitrifikace		kg/d		-322	-232	-263	-252	-399	
<b>provozní spotřeba kyslíku</b>		kg/d		<b>1 911</b>	<b>2 351</b>	<b>2 176</b>	<b>2 036</b>	<b>1 229</b>	
<b>3. stupeň kaskády</b>									
spotřeba kyslíku na exogenní a endogenní resp.		kg/d		1 979	2 400	2 232	2 090	1 314	
spotřeba kyslíku pro nitrifikaci		kg/d		253	183	207	198	314	
výtěžek kyslíku z denitrifikace		kg/d		-161	-116	-131	-126	-199	
<b>provozní spotřeba kyslíku</b>		kg/d		<b>2 072</b>	<b>2 467</b>	<b>2 307</b>	<b>2 162</b>	<b>1 429</b>	
<b>Provozní spotřeba kyslíku celkem</b>		kg/d		<b>8 375</b>	<b>9 932</b>	<b>9 302</b>	<b>8 718</b>	<b>5 824</b>	
<b>podíl</b>									
	1. kask.	%		52	51	52	52	54	
	2. kask.	%		23	24	23	23	21	
	3. kask.	%		25	25	25	25	25	

Standardní oxygenační kapacita - celkem									
koeficient alfa					0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
koeficient beta					0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
nadmořská výška hladiny v AN	m.n.m.				300	300	300	300	300
korekční faktor pro nadmořskou výšku Fp					0,964	0,964	0,964	0,964	0,964
provozní koncentrace kyslíku	mg/l				1	1	1	1	1
saturační koncentrace kyslíku					11,25	11,25	11,25	11,25	11,25
součinitel nerovnoměrnosti					1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
<b>standardní oxygenační kapacita</b>	<b>kg/d</b>				<b>16 986</b>	<b>20 143</b>	<b>18 865</b>	<b>17 682</b>	<b>11 812</b>
podíl OC/LO					3,7	3,4	3,4	3,6	4,2
Potřebné množství vzduchu - celkem									
procento využití kyslíku	%				28,56	28,56	28,56	28,56	28,56
<b>množství vzduchu</b>	<b>celkem</b>	<b>m3/h</b>			<b>8 850</b>	<b>10 495</b>	<b>9 830</b>	<b>9 213</b>	<b>6 155</b>
	1. kask.	m3/h			4 641	5 404	5 091	4 776	3 345
	2. kask.	m3/h			2 020	2 484	2 300	2 152	1 299
	3. kask.	m3/h			2 189	2 607	2 438	2 285	1 510

Celková kapacita současného zdroje vzduchu je dle podkladu /2/ 3 x 5 772 m<sup>3</sup>/hod.

Z uvedeného je zřejmé, že kapacita výroby a distribuce vzduchu je vyhovující pro všechny posuzované varianty při provozu dvou vzduchových agregátů.

## 9.4 POSOUZENÍ KAPACITY DOSAZOVACÍCH NÁDRŽÍ

Posouzení kapacity DN pro oba posuzované stavy je uvedeno v následující tab.:

Tab. č. 14 Technologické parametry DN

Dosazovací nádrže - horizontální				2016	2017	2018	2019	Projekt	
hydraulické povrchové zat.		m3/(m2.h)		1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	
látkové povrchové zatížení		kg/(m2.h)		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
dobu zdržení		h		1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	
<b>Návrh</b>									
plocha nádrže dle látkového zat.		m2		1 195	1 371	1 289	1 306	1 258	
plocha nádrže dle hydraulického zat.		m2		370	425	363	376	394	
objem nádrže podle doby zdržení		m3		1 067	1 224	1 047	1 084	1 135	
Navržena:									
kruhová dosazovací nádrž	počet	ks		3	3	3	3	3	
	průměr	m							
	hloubka	m							
	plocha	m2		1 323,8	1 323,8	1 323,8	1 323,8	1 323,8	
	objem	m3		5 217,0	5 217,0	5 217,0	5 217,0	5 217,0	
<b>Posouzení DN</b>									ČSN /4/
hydraulické povrchové zat.		m3/(m2.h)		0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	< 1,6
látkové povrchové zatížení		kg/(m2.h)		5,4	6,2	5,3	5,5	5,4	< 6
dobu zdržení		h		8,8	7,7	9,0	8,7	8,3	> 1,8

Tab. č. 15 Požadavky ČSN /4/ na horizontální DN

Dosazovací nádrže - horizontální	> 5000 EO
hydraulické povrchové zat.	< 1,6
látkové povrchové zatížení	< 6
dobu zdržení	> 1,8

Z provedeného posouzení vyplývá, že kapacita stávajících dosazovacích nádrží vyhovuje pro posuzované stavy.

## 10. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍ KALOVÉ LINKY ČOV

Posouzení technologických parametrů kalového hospodářství je pro jednotlivé posuzované stavy provedení v následující části.

Tab. č. 16 **Bilance produkce kalů**

Bilance kalu		2 016	2 017	2 018	2 019	Projekt
<b>Přítok</b>						
Qd	m <sup>3</sup> /d	8 365,6	9 598,8	8 210,1	8 503,3	7 690,1
	m <sup>3</sup> /h	348,6	400,0	342,1	354,3	320,4
BSK5	kg/d	5 347,3	6 911,2	6 455,7	5 775,5	4 200,0
EO		89 121,6	115 186,0	107 595,3	96 257,6	70 000,0
NL	kg/d	2 347,1	3 085,4	3 548,9	2 675,5	2 829,0
<b>Primární kal</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	Projekt
	kg/d	781,6	1 027,5	1 181,8	890,9	1 646,5
koncentrace	kg/m <sup>3</sup>	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
objem	m <sup>3</sup> /d	28,9	38,1	43,8	33,0	61,0
organický podíl	%	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
	kg/d	429,9	565,1	650,0	490,0	905,6
<b>Přebytečný kal</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	Projekt
měrná produkce	kg/kg	0,54	0,54	0,59	0,55	0,59
	kg/d	2 457,9	3 197,6	3 253,7	2 711,0	1 640,1
koncentrace	kg/m <sup>3</sup>	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
objem	m <sup>3</sup> /d	346,6	450,9	458,9	382,3	231,3
organický podíl	%	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
	kg/d	2 040,1	2 654,0	2 700,6	2 250,1	1 361,2
<b>Směsný přebytečný kal</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	Projekt
Produkce směsného kalu	kg/d	2 457,9	3 197,6	3 253,7	2 711,0	1 640,1
koncentrace	kg/m <sup>3</sup>	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
objem	m <sup>3</sup> /d	346,6	450,9	458,9	382,3	231,3
organický podíl	%	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
	kg/d	2 040,1	2 654,0	2 700,6	2 250,1	1 361,2
<b>Směsný přebytečný kal - zahuštěný</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	Projekt
	kg/d	2 457,9	3 197,6	3 253,7	2 711,0	1 640,1
koncentrace	kg/m <sup>3</sup>	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
objem	m <sup>3</sup> /d	49,2	64,0	65,1	54,2	32,8
organický podíl	%	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
	kg/d	2 040,1	2 654,0	2 700,6	2 250,1	1 361,2
Množství kalové vody	m <sup>3</sup> /d	297,5	387,0	393,8	328,1	198,5
<b>Surový kal - celkem</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	Projekt
	kg/d	3 240	4 225	4 436	3 602	3 287
objem	m <sup>3</sup> /d	78,1	102,0	108,8	87,2	93,8
sušina	kg/m <sup>3</sup>	41,5	41,4	40,8	41,3	35,0
organický podíl	%	76,2	76,2	75,5	76,1	69,0
	kg/d	2 470,0	3 219,1	3 350,6	2 740,1	2 266,8

Tab. č. 17 **Bilance kalového hospodářství**

<b>Kalové hospodářství</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	<b>Projekt</b>
Počet nádrží	ks	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
objem	m <sup>3</sup>	2 776,0	2 776,0	2 776,0	2 776,0	2 776,0
sušina celkem do VN	kg/d	3 239,5	4 225,1	4 435,5	3 601,9	3 286,5
organický podíl v surovém kalu	kg/d	2 470,0	3 219,1	3 350,6	2 740,1	2 266,8
nerozložitelný podíl celkem	kg/d	769,6	1 005,9	1 084,9	861,8	1 019,7
objem celkem do VN	m <sup>3</sup> /d	78,1	102,0	108,8	87,2	93,8
organika odbouraná - účinnost	%	60,0	60,0	60,0	60,0	50,0
	kg/d	1 482,0	1 931,5	2 010,4	1 644,1	1 133,4
organický podíl ve vyhnílé kalu	kg/d	988,0	1 287,6	1 340,2	1 096,1	1 133,4
	%	56,2	56,1	55,3	56,0	52,6
sušina celkem z VN	kg/d	1 757,5	2 293,6	2 425,2	1 957,8	2 153,1
	kg/m <sup>3</sup>	22,5	22,5	22,3	22,4	23,0
objem vyhnílého kalu	m <sup>3</sup> /d	78,1	102,0	108,8	87,2	93,8
doba zdržení	d	35,5	27,2	25,5	31,8	29,6
zatížení organickou sušinou	kg/(m <sup>3</sup> .d)	0,9	1,2	1,2	1,0	0,8
<b>Ukladňovací nádrž</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	<b>Projekt</b>
objem	m <sup>3</sup>	2 005,0	2 005,0	2 005,0	2 005,0	2 005,0
objem vyhnílého kalu	m <sup>3</sup> /d	78,1	102,0	108,8	87,2	93,8
doba zdržení	d	25,7	19,7	18,4	23,0	21,4
<b>Odvodněný vyhníly kal</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	<b>Projekt</b>
	kg/m <sup>3</sup>	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
	m <sup>3</sup> /d	8,8	11,5	12,1	9,8	10,8
	t/rok	3 207,5	4 185,8	4 426,0	3 573,1	3 929,5
Množství kalové vody	m <sup>3</sup> /d	69,3	90,5	96,7	77,4	83,0
<b>Spotřeba flokulantů</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	<b>Projekt</b>
spotřeba flokulantu na odvodnění vyhnílého kalu	g/kg	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	kg/d	17,6	22,9	24,3	19,6	21,5
spotřeba flokulantu na zahuštění přebytečného kalu	g/kg	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	kg/d	17,2	22,4	22,8	19,0	11,5

Tab. č. 18 **Bilance plynového hospodářství**

<b>Produkce bioplynu</b>		2 016	2 017	2 018	2 019	<b>Projekt</b>
specifická produkce	m <sup>3</sup> /kg*d	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
produkce bioplynu	m <sup>3</sup> /d	1 482,0	1 931,5	2 010,4	1 644,1	1 133,4
	m <sup>3</sup> /rok	540 921,1	704 984,3	733 780,0	600 088,6	413 692,0
Koncentrace metanu	%	65 - 70	65 - 70	65 - 70	65 - 70	65 - 70
Výhřevnost	MJ/m <sup>3</sup>	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Energetický zisk	MJ/den	34 085,4	44 423,7	46 238,2	37 813,8	26 068,3
Z toho - elektrická energie (účinnost kogenerace)	%	33	33	33	33	33
	MJ/den	11 248,2	14 659,8	15 258,6	12 478,6	8 602,5
- tepelná energie (účinnost kogenerace)	%	50	50	50	50	50
	MJ/den	17 042,7	22 211,8	23 119,1	18 906,9	13 034,1
	GJ/rok	6 220,6	8 107,3	8 438,5	6 901,0	4 757,5

Z provedeného posouzení je zřejmé, že stávající technologická linka kalového a plynového hospodářství vyhovuje pro posuzované stavy.

## 11. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ KAPACITY A TECHNICKÉHO STAVU ČOV

Na základě provedeného posouzení stávající vodní a kalové linky ČOV je zřejmé, že ČOV je výrazně přetížena oproti projektovaným parametrům látkového zatížení, nicméně lze konstatovat, že:

- vodní linka vyhovuje pro stávající hydraulické a látkové zatížení ČOV
- kalová linka vyhovuje pro stávající látkové zatížení, a to jak z hlediska kapacity, tak z hlediska koncepce technologického řešení.

Současně je možno konstatovat, že kapacita vodní i kalové linky je při současném zatížení prakticky vyčerpána.

## 12. KONCEPCE INTENZIFIKACE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV

### 12.1 ANALÝZA SOUČASNÉHO TRENDU INTENZIFIKACE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV

V rámci opatření na lince kalového hospodářství musí být proveden kompletní koncepční návrh technologického řešení.

Koncepční technologický návrh může vycházet ze standardní koncepce technologického uspořádání sestavy řešeného kalového hospodářství, nebo v souladu s aktuálními trendy bude navrženo jiné novější koncepční uspořádání sestavy kalového hospodářství. Novější koncepce technologického uspořádání sestavy kalového hospodářství musí splnit veškerá stanovená kritéria a cíle minimálně shodně jako standardní koncepce technologického uspořádání sestavy kalového hospodářství.

Když bychom shrnuli současné požadavky, tak soubor vhodných technologií by měl zajistit maximální vytěžení energetického potenciálu pro pokrytí potřeb ČOV a současně hygienizaci a detoxikaci kalu.

Legislativní požadavky v celé řadě zemí EU se orientují na koordinaci různých požadavků na získání nutrientů, na vyšší využití energie a úroveň čištění odpadních vod. Je evidentní, že mimo jiné především legislativní požadavky významně ovlivní finální skladbu technologické linky zpracování čistírenských kalů.

V evropském kontextu je v současné době předloženo několik návrhů legislativních norem zásadním způsobem se dotýkajících budoucnosti zpracování čistírenských kalů, které rozvíjejí Akční plán oběhového hospodářství, a který již Rada EU schválila 20. června 2016.

Jedním z dokumentů tzv. balíčku k oběhovému hospodářství dne 17. 3. 2016 je vydaný dlouho očekávaný návrh revize směrnice EU o hnojivech (Reg. (EC) 2003/2003) a současně zavedení nové certifikace v oblasti hnojiv. Návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady (COM (2016) 157 final, 2016/0084 (COD), kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků s označením CE na trh a kterým se mění nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 1107/2009), je revoluční. Uvedenou směrnicí 2003/2003 navrhuje zrušit k 1.1. 2018, současně zavádí celou řadu kategorií certifikovaných hnojiv. Jeho znění jednoznačně podporuje materiálové transformace odpadů na kvalitní produkty v rámci filosofie Circular Economy a zdůrazňuje roli fosforu jako kritického materiálu. Na principu předběžné opatrnosti se navrhuje vyřadit pro

výrobu certifikovaného kompostu (třída hnojiva KSM 3) kaly z čistíren odpadních vod, průmyslové kaly nebo vybagrované kaly. Princip předběžné opatrnosti bude plně podpořen rychlým vývojem v oblasti endokrinních disruptorů.

V ČR je otázka zpracování čistírenských kalů významně ovlivněna finálním zněním schvalovaného nového zákona o odpadech a vyhlášky 437/2016 o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, která specifikuje nové povinnosti pro provozovatele čistírny odpadních vod a zařízení na úpravu kalů, dále stanoví podmínky pro skladování kalů v zařízení ke sběru a skladování odpadů a technické požadavky pro uložení upravených kalů u zemědělce a jejich použití na zemědělské půdě, která reaguje na tzv. Infringementovou novelu z roku 2015 (223/2015 Sb.).

Vyhláška 237/2017 Sb, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů, obsahuje požadavky pro mikrobiologické limity.

Hodnoty pro organická hnojiva při jejichž výrobě byly použity odpady z čistíren odpadních vod dle této vyhlášky:

Tab. č. 19 **Přípustné množství mikroorganismů v kalu z ČOV**

d) organická hnojiva, při jejichž výrobě byly použity odpady z čistíren odpadních vod				
Přípustné množství mikroorganismů (KTJ <sup>5)</sup> )				
Salmonela sp. (v 50 g vzorku)	Termotolerantní koliformní bakterie (v 1 g - 5 zkoušených vzorků)		Enterokoky (v 1 g - 5 zkoušených vzorků)	
0	3 vzorky	2 vzorky	3 vzorky	2 vzorky
	<50	<10 <sup>3</sup>	<50	<10 <sup>3</sup>

Z výše uvedených hodnot vyplývá, že vyhnitý a odvodněný kal svými parametry nevyhoví a musí být dále upraven.

Požadovaných hodnot pro přípustné množství mikroorganismů v kalu lze spolehlivě dosáhnout především termickou úpravou kalu (sušení, pyrolýza, spalování). Bez příslušného termického zpracování nejsou dosažitelné stanovené hodnoty E.coli a Enterokoků nad výhledově uvažovanou hodnotou 1000 KTJ/g suš., neboť jsou v oblasti 10 000 až 200 000 KTJ /g suš.

Proto tedy od 1.1. 2020 budou muset být veškeré kaly termicky zpracovány, aby kvalitativně vyhověly připravené legislativě pro aplikaci na půdu či do kompostů.

V současnosti jsme na ČOV s primární sedimentací a mesofilním anaerobním vyhníváním a zpracováním kalového plynu (bioplynu) schopni získat cca 11% energie obsažené v přitékající vodě (bez tepelné energie), resp. cca 30% z energie bioplynu. Vedle toho je evidentní, že termické a termochemické procesy jsou schopny zajistit většinu požadavků na materiálové transformace čistírenského kalu a současně zvýšit získání energie z kalů. Proto je základem návrhu koncepčního uspořádání kalového hospodářství větších ČOV pečlivá energetická a tepelná bilance ČOV.



**Tab. č. 20 Energetický potenciál při čištění odpadních vod na ČOV s mesofilní anaerobní stabilizací kalu pro střední a velké ČOV**

	kWh/EO.rok	% z přítoku
chemická energie v odpadní vodě na přítoku do ČOV	167	100
energie ve vyprodukovaném kalu (smíšený surový kal)	120	72
energie v kalovém plynu (bioplynu)	53	32
vyprodukovaná elektrická energie v kogeneraci	17	11

V zahraničí pokračuje rozvoj provozních aplikací využívajících energetického potenciálu čistírenského kalu, zatímco u nás jako tato oblast dosud opomíjena. Rozvoj procesů kalového hospodářství, které jsou zaměřeny na získání energie, lze shrnout takto:

- klasická standardní mesofilní anaerobní stabilizace (MAS) - vyhánění s energetickým využitím kalového plynu v kogeneraci i pro menší kapacity
- pokročilá anaerobní stabilizace zahrnující předřazený proces termické hydrolýzy (THP - Thermal Hydrolysis Process)
- anaerobní stabilizace s technologií Gas to Grid (GtG) – dodávka bio-methanu do rozvodné sítě plynu místo spalování v kogeneraci
- spalování kalu se získáváním energie
- termochemická transformace kalu se získáváním energie (pyrolýzní plyn, syngas) a získáváním nutrientů (fosforu).

Nedošlo k rozvoji termofilní anaerobní stabilizace kalů. Pochopitelně dochází ke kombinacím procesů a hledáním optimální cesty pro získání energie a transformaci kalu. Základní údaje pro intenzifikaci MAS pomocí THP uvádí následující tabulka.

**Tab. č. 21 Charakteristické údaje pro použití THP v kalovém hospodářství ČOV s mesofilní anaerobní stabilizací kalu (MAS)**

Parametr	Rozměr	Hodnota		
podíl primárního kalu na celkové produkci kalu	% hmot.	60		
organický podíl v primárním kalu	% hmot.	80		
organický podíl v přebytečném aktivovaném kalu	% hmot.	75		
sestava kalové linky		MAS	THP + MAS	THP (PK) + MAS
odstranění org. podílu celkem	% hmot.	0,45	0,58	0,54
specifická produkce kalového plynu (bioplynu)				
na přivedenou sušinu smíšeného kalu	Nm <sup>3</sup> /kg suš.	0,35	0,45	0,42
na přivedený organický podíl smíšeného kalu	Nm <sup>3</sup> /kg org.suš.	0,45	0,58	0,54
na odstraněný organický podíl smíšeného kalu	Nm <sup>3</sup> /Δkg org.suš.	1		
na odstraněnou CHSK	Nm <sup>3</sup> /Δkg CHSK	0,6		
sušina vyhnílého kalu jako % smíšeného kalu	% hmot.	0,65	0,55	0,58
obsah methanu v kalovém plynu C <sub>CH<sub>4</sub></sub>	% hmot.	65		
výhřevnost kalového plynu (bioplynu)	MJ/Nm <sup>3</sup>	23		
	kWh/Nm <sup>3</sup>	6,4		
výhřevnost bioplynu na % methanu	kWh/Nm <sup>3</sup>	0,1 * C <sub>CH<sub>4</sub></sub> + 0,017		
KGJ celková účinnost	%	85		
KGJ elektrická účinnost	%	35		
KGJ parazitní (vlastní) spotřeba elektrické energie	%	10		
KGJ účinnost zisku teplé vody z chlazení motoru (NT)	%	17		
KGJ účinnost zisku tepla ze spalín (VT)	%	18		

Zatímco klasická MAS produkuje cca 350 l kalového plynu na 1kg přivedené sušiny, ze kterého následně se produkuje cca 785 kWh elektrické energie. Systém s termickou hydrolýzou smíšeného kalu generuje kalový plyn v množství 450 l/kg suš., v kogeneraci pak vzniká cca 1010 kWh elektrické energie. THP vyžaduje dodatečné vysokopotenciální teplo, které je vyšší než celkové vysokopotenciální teplo (teplo ze spalin, VT) z kogenerace, proto je potřebná dodávka cca 350 kWh v zemním plynu na 1 tunu sušiny směsného kalu zpracovaného THP. Při použití termické hydrolýzy dochází kromě vyšší specifické produkci kalového plynu (jako důsledek vyššího rozkladu organických látek), dochází k redukcí toků hmoty, proces umožňuje vyšší zatížení MAS díky změněné kvalitě organického podílu, a vyhnílý kal má lepší odvodňovací vlastnosti vedoucí k vyšší sušině odvodněného kalu. Nově se prosazuje modernizované začlenění THP, kdy hydrolýzou je rozkládán pouze přebytečný kal (označení THP (PK)), zahuštěný primární kal je veden přímo do vyhnívací nádrže. Toto řešení přináší významnou úsporu investičních nákladů (zařízení je menší, účinnější, vyžaduje méně teplené energie). Součástí je tzv. parní exploze, kdy po ohřevu kalu až na 260°C dochází k prudkému snížení tlaku. Na úroveň provozního využití se dostaly THP procesy s firemními názvy CAMBI a EXELYS, především diskontinuální CAMBI je intenzivně využíváno v souvislosti s produkcí plně hygienizovaného kalu.

## 12.2 VÝVOJOVÉ TRENDY V ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE A MATERIÁLŮ Z KALŮ

Jak již bylo zmíněno, postupné zpřísňování podmínek pro uplatnění vyhníklých odvodněných kalů jako hnojiva tlačí na hygienizaci kalu, redukcí jeho objemu s ohledem na transportní náklady, možnost získávání fosforu a velmi pečlivé hospodaření s tepelnou energií, neboť procesy, které jsou schopny naplnit požadavky na kvalitu, jsou buď termické, nebo termochemické. Pro postupnou energetickou a materiálovou transformaci kalu jsou využívány hlavně tyto technologie:

- pokročilá varianta THP (PK) posilující produkci bioplynu
- vysoce zatížená MAS pracující s menšími objemy nádrží
- udržitelné sušení kalů pomocí nízkoteplotních sušáren
- pokročilé získávání elektrické energie a tepla pomocí pyrolýzy a zplyňování.



Obr.3 Technologická linka kalového hospodářství zajišťující energetickou a materiálovou transformaci čistírenského kalu na střední a velké ČOV

Zásadní inovačním prvkem je široké zasazení nově vyvinutých nízkoteplotních sušáren (NTS). Jejich řešení umožňuje využívat odpadní teplo z kogenerace, které je doposud obvykle mařeno v chladičích. NTS využívá nízkopotenciální odpadní teplo vodního (NT) a spalínového okruhu (VT) chlazení kogenerace, dále pak i z THP a případně i pyrolýzy, tedy z procesů, které jsou rozhodujícími procesy pokročilé materiálové transformace čistírenského kalu. Topení vyhnívacích nádrží se realizuje kondenzačním teplem z NTS.

Jak již bylo řečeno, změna technologie kalového hospodářství začíná již před MAS. Nové technologie THP zajistí vyšší výtěžek kalového plynu a použití menších nádrží pro anaerobní stabilizaci, nízkoteplotní sušárna využije veškeré odpadní teplo z kogenerace (KGJ) a zajistí úplnou hygienizaci kalu. V navazujících procesech je ho možné transformovat na hnojivo např. pomocí pyrolýzy a tak současně získat další teplo pro sušení.

Pokročilá THP pro přebytečný kal je novou variantou klasických THP, technicky je řešení odvozeno od klasické hydrolýzy s použitím parní exploze. Výhodou je, že pracuje s menším množstvím kalu, vlastní zařízení THP je menší a levnější, vyhnívací nádrže jsou významně menší než pro tradiční MAS a požadavek na páru vyráběnou u původní THP externím zdrojem paliva je snížen na nulu (využívá se VT teplo spalin KGJ), resp. pouze za zimních podmínek je potřebné dodatečné teplo. Produkce kalového plynu na přivedenou sušinu kalu dosahuje hodnoty 420 l/kg suš., v kogeneraci pak vzniká cca 960 kWh elektrické energie. Snížení sušiny kalu je na 58%, odvodňovací testy ukázaly, že je možné dosáhnout 28% sušiny odvodněného kalu. Tím, že primární kal je veden přímo do MAS, není však vyhnílý kal pasterizován, ale dokonalou hygienizaci kalu následně zajistí nízkoteplotní sušárna kalu.

Vysoce zatížená MAS pracuje s vyšší koncentrací sušiny kalu, která je dosažena částečným odvodněním vstupujícího kalu. Tím se sníží objem vyhnívací nádrže a poklesne nárok na vytápění nádrží. Tento proces má proto nižší investiční i provozní náklady. Pokud je předřazena THP, tak ta již pracuje s vysokou koncentrací kalu, proto lze oba procesy vhodně zkombinovat. Doba zdržení se obvykle dimenzuje na 15 dní, zatížení org. sušinou pak 5 kg/m<sup>3</sup>.d a více.

Nízkoteplotní sušárny představují revoluci v sušení kalů. Využití odpadního tepla z kogenerace a velmi účinné systémy využití odpadního (kondenzačního) tepla ze sušárny při plně automatickém provozu, spolu s vysokým stupněm bezpečnosti při provozu sušárny díky nízkoteplotnímu režimu a produkci sušeného kalu v granulované formě s velmi malým podílem prachu (bezproblémová skladovatelnost) způsobují široké nasazení těchto sušáren v poslední době. Špičkové výrobky pracují se specifickou spotřebou tepelné energie cca 850 – 900 kWh/t H<sub>2</sub>O a specifickou spotřebou elektrické energie cca 70 kWh/t H<sub>2</sub>O.

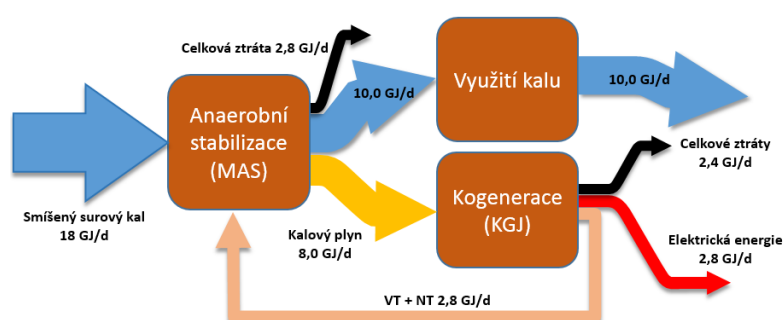
Pyrolyzér (PYRO) je logickým koncovým stupněm technologické linky. Pyrolýza je proces, při kterém se surovina rozkládá bez přístupu kyslíku, pyrolýza se velmi často zmiňuje společně se zplyňováním, při kterém je cílem získat plynný produkt – syntézní plyn (syngas).

Pyrolýza a zplyňování mohou významně zredukovat množství kalu a generovat energii.

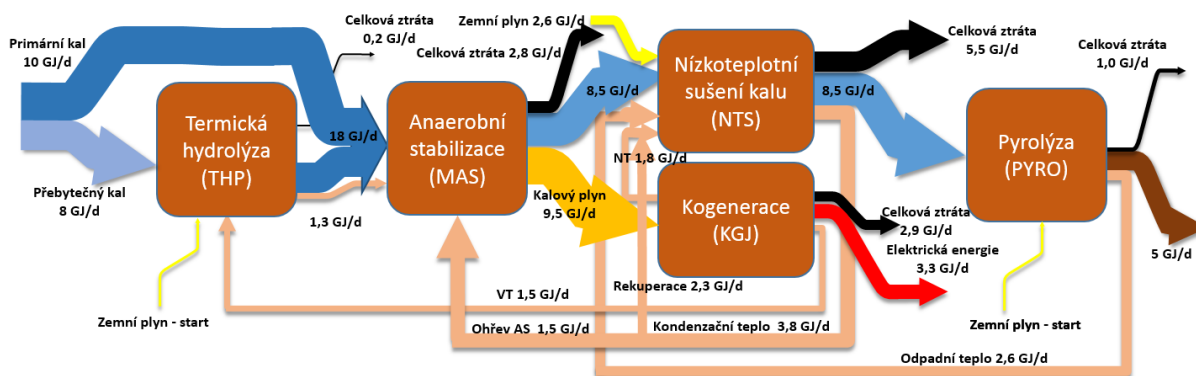
Podle typu je pyrolyzér buď orientován na produkci biocharu jako hlavního produktu materiálové přeměny, nebo na bio-olej, v některých případech na produkci pyrolýzního plynu k energetickému využití v KGJ. Bio-olej může být energeticky využíván, biochar slouží jako hnojivá složka (zdroj fosforu), neboť byly odstraněny endokrinní disruptory a zajištěna totální hygienizace. Existuje několik druhů osvědčených pyrolyzérů vhodných pro zpracování sušeného kalu. Celková tepelná bilance pyrolýzy je pozitivní. Odpadní teplo z pyrolyzérova je pochopitelně využíváno v sušárně a tak snižuje nároky na externí zdroj pro sušení.

## 12.3 TEPELNÁ BILANCE ZÁKLADEM PROJEKTU MATERIÁLOVÉ TRANSFORMACE ČISTÍRENSKÝCH KALŮ

Tepelná bilance je postavena na důkladném sestavení materiálové bilance ČOV. Základem je analýza současného stavu, která vede dosti často k překvapivému odhalení neefektivního hospodaření s teplem. Pokud se nejedná o novou realizaci objektů kalového hospodářství, je nutné nejprve odstranit nedokonalosti stávajících objektů a způsobu provozu. Nejprve je nutno pečlivě bilancovat ztráty jednotlivých procesů a výměníků tepla. Příklady tepelné bilance pro produkci sušiny smíšeného kalu 1 t suš. /d pro v současnosti používanou sestavu MAS + KGJ a pro sestavu orientovanou na max. energetické využití kalu a transformaci na biochar (THP+MAS+KGJ+NTS+PYRO) ukazují následující obrázky.



Obr.4 Tepelná bilance pro kapacitu produkce smíšeného kalu 1 t suš. /d pro klasickou sestavu MAS + KGJ



Obr.5 Tepelná bilance pro kapacitu produkce smíšeného kalu 1 t suš. /d pro technologickou linku kalového hospodářství zajišťující energetickou a materiálovou transformaci čistírenského kalu na střední a velké ČOV

## 13. NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ INTENZIFIKACE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČOV KRNOV

V následující části je proveden technický návrh intenzifikace kalového hospodářství ČOV Krnov výstavby solární sušárny kalu. Cílem tohoto návrhu je snížit množství odváženého kalu a zlepšit jeho vlastnosti. V ekonomické části jsou pak pro porovnání posuzovány tři základní varianty:

0. **Nultá varianta** - zachování stávajícího stavu. Neuvažuje se tedy s intenzifikací, kalové hospodářství zůstává ve stávajícím provedení, Tato varianta je zahrnuta do vyhodnocení z důvodu porovnání vhodnosti dalších investic ve srovnání se stávajícím řešením.
1. **Sušení kalu** – je řešeno v alternativách
  - a. **Solární sušení kalu** - zahrnuje sušení surového kalu v solární sušárně, technologie Solartiger. Odvodněný surový kal je transportován do foliovníku, kde za využití solární energie dochází k redukci obsahu voda až na 80 % sušina. Následně je vysušený kal odvážen k další likvidaci či využití.
  - b. **Nízkoteplotní sušení kalu** – navržena je nízkoteplotní pásová sušárna kalu SULZLE KLEIN
2. **Sušení kalu a následná pyrolýza** - tato varianta doplňuje předchozí řešení dle varianty č. 1 o materiálovou transformaci kalu v pyrolýzní jednotce PYREG.

### 13.1 VARIANTA 1.A - SOLÁRNÍ SUŠENÍ SUROVÉHO KALU

Tato varianta řeší výstavbu foliovníku, kde k vysušení kalu je využita solární energie. Teoreticky je třeba k odpaření 1 t vody 720 kW tepelné energie. Využití solární energie lze dosáhnout stejného výsledku přibližně 20 kWh elektrické energie.

Návrh potřebné plochy foliovníku je uveden v následující tab.:

#### 13.1.1 Návrh potřebné plochy foliovníku

Tab. č. 22 Výpočet plochy foliovníku pro posuzované stavby

Solární sušení			Stáv. Stav				Projekt
			2016	2017	2018	2019	2010
<b>Provozní údaje</b>							
<b>Vysoušený materiál - vstup</b>				čistírenský kal			
Roční množství odvodněného kalu		t/rok	3 207,5	4 185,8	4 426,0	3 573,1	3 929,5
obsah sušiny na vstupu		%	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
podíl sušiny		t/rok	577,35	753,44	796,67	643,15	707,30
podíl vody		t/rok	2 630,2	3 432,4	3 629,3	2 929,9	3 222,2
<b>Vysoušený materiál - výstup</b>				čistírenský kal			
obsah sušiny na výstupu		%	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
sušina		t/rok	721,69	941,80	995,84	803,94	884,13
odpařená voda		t/rok	2 485,8	3 244,0	3 430,1	2 769,1	3 045,3
specifická výkon odpařování		t/m <sup>2</sup> *r	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
<b>Potřebná plocha odpařování</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>2 924,5</b>	<b>3 816,5</b>	<b>4 035,4</b>	<b>3 257,8</b>	<b>3 582,7</b>
Minimální rozměry odpařovací plohy	šířka	m	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	délka	m	243,7	318,0	336,3	271,5	298,6
<b>Návrh</b>	šířka	<b>m</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>
	délka	<b>m</b>	<b>260,0</b>	<b>340,0</b>	<b>360,0</b>	<b>280,0</b>	<b>320,0</b>
<b>Navržená plocha</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>3 120,0</b>	<b>4 080,0</b>	<b>4 320,0</b>	<b>3 360,0</b>	<b>3 840,0</b>
<b>Navržený foliovník</b>	ks	ks	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0
	šířka	m	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	délka	m	130,0	120,0	120,0	140,0	160,0
Plocha 1 foliovníku		m <sup>2</sup>	1 560,0	1 440,0	1 440,0	1 680,0	1 920,0
<b>Plocha celkem</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>3 120,0</b>	<b>4 320,0</b>	<b>4 320,0</b>	<b>3 360,0</b>	<b>3 840,0</b>



Provedený výpočet stanovil potřebnou plochu pro zajištění odpaření potřebného množství vody. S ohledem na prostorové možnosti je na ČOV Krnov možno umístit dvě solární sušárny o rozměrech 12 x 140 m. Tato velikost umožňuje bezpečně vysušit množství kalu produkovaného v ro. 2019, tj. cca 3 500 t /rok. Při větší produkci dojde buď ke snížení výstupní sušiny kalu z 80 na cca 70 %, nebo bude muset být část kalu likvidována jiným způsobem.

Obr. 6 Solární sušárna



#### Klady navrhovaného řešení

- výstavba s minimálním dopadem na stávající provoz
- významné snížení objemu odváženého kalu
- výrazná úspora tepelné energie, což představuje výrazné snížení provozních nákladů
- není nutno surový kal dále energeticky využívat, což znamená výraznou úsporu investičních nákladů a zjednodušení provozu

#### Zápory navrhovaného řešení

- nevyužívá energetický potenciál kalu
- kal není plně stabilizován

## 13.2 VARIANTA 1.B – PÁSOVÁ NÍZKOTEPLTNÍ SUŠÁRNA

Čistírenské kaly jsou obvykle buď přímo dopravovány (čerpány nebo přisunuty pomocí šnekového dopravníku) od odvodňovacího zařízení (v případě instalace sušárny na čistírně odpadních vod) nebo dováženy z různých čistíren odpadních vod k sušení.

V obou případech se doporučuje instalovat před sušárnou kalový bunkr, který vytváří zásobu pro nepřetržitý chod nízkooteplotní sušárny (např. pro víkendový provoz bez odvodnění kalu), současně vyrovnává nerovnoměrnosti v návozu odvodněného kalu z jiných lokalit a redukuje pachovou zátěž na okolí.

### 13.2.1 Kalový bunkr

Čistírenské kaly jsou buď přímo dopravovány (čerpány nebo přisunuty pomocí šnekového dopravníku) od odvodňovacího zařízení (v případě instalace sušárny na čistírně odpadních vod) nebo dováženy z různých čistíren odpadních vod k sušení. V obou případech je odvodněný kal shromažďován v kalovém bunkru.

Kalový bunkr je vybaven ve spodní části zařízením pro posun odvodněného kalu k čerpadlu odvodněného kalu (šnekové čerpadlo s excentrem, vybavené příčným vstupem). Kalový bunkr má automaticky uzavíratelný poklop pro zamezení únikům zápachu do okolí a prostor kalového bunkru je odsáván do dezodorizace sušárny.

Velikost kalového bunkru je zvolena podle režimu produkce kalů, dovozu nebo podle nastaveného režimu sušení. Zásoba kalu v bunkru by měla vyrovnávat nerovnoměrnost v produkci (dovozu kalů) tak, aby provoz sušárny mohl být, pokud možno nepřetržitý.

V případě dovozu odvodněných kalů, se tyto kaly přímo vyklápí do kalového bunkru, který může být buď v tzv. podpovrchovém provedení, nebo se odvodněné kaly vyklápí na zastřešenou manipulační plochu, ze které je pak kal ukládán do kalového bunkru nakladačem. V tomto

případě je kalový bunkr menší a obvykle nadzemní. Při tomto způsobu nakládání s kalem před sušením může být systém dále zredukován až na samostatné vysokotlaké čerpadlo s relativně malou násypkou (2–6 m<sup>3</sup>, hooper), která je průběžně plněna malým kolovým nakladačem kalem z manipulační plochy. Nevýhodou tohoto řešení je možné šíření zápachu. Obvyklé velikosti bunkrů lze vypočítat tyto:

- ⇒ Bunkry o objemu cca 15 m<sup>3</sup>, jde o bunkry pro malé lokality, nebo bunkry umístěné jako přerušovací mezi odvodněním a sušárnou, nebo bunkry, do kterých je kal dodáván nakladačem z manipulační plochy. Tyto kalové bunkry jsou obvykle ocelové, v případě podzemních provedení vloženy jako kontejner do betonové jímky (viz Obr.13).
- ⇒ Bunkry o objemu cca 30 m<sup>3</sup>, zde se uplatňují jak betonové bunkry, tak kontejnerové provedení vložené do betonové jímky, obvykle řešené jako podzemní stavba pro přímý návoz odvodněného kalu a vyklápění z nákladního vozidla. Bunkr má v místě vyklápění ochrannou mříž s roztečí prutů cca 30 cm pro zabránění vyklopení velkých předmětů a pro rozrušení vyklápěné masy odvodněného kalu (např. v případě zaschnutí kalu na povrchu), čímž také chrání dnový posouvací mechanismus před poškozením. Bunkry mají ve dně umístěno jedno nebo více speciálních šnekových vysokotlakých čerpadel pro dopravu kalu do místa určení (přímo na distributor nízkoteplotní sušárny nebo do velkokapacitního sila apod.) nebo šnekové dopravníky dopravující kal do vysokotlakého čerpadla umístěného těsně u sušárny.
- ⇒ Bunkry o objemu cca 60 až 100 m<sup>3</sup>, obvykle pro velkokapacitní zařízení, jsou výhradně jako podzemní betonové provedení. U velkých zařízení lze nalézt i větší bunkry.

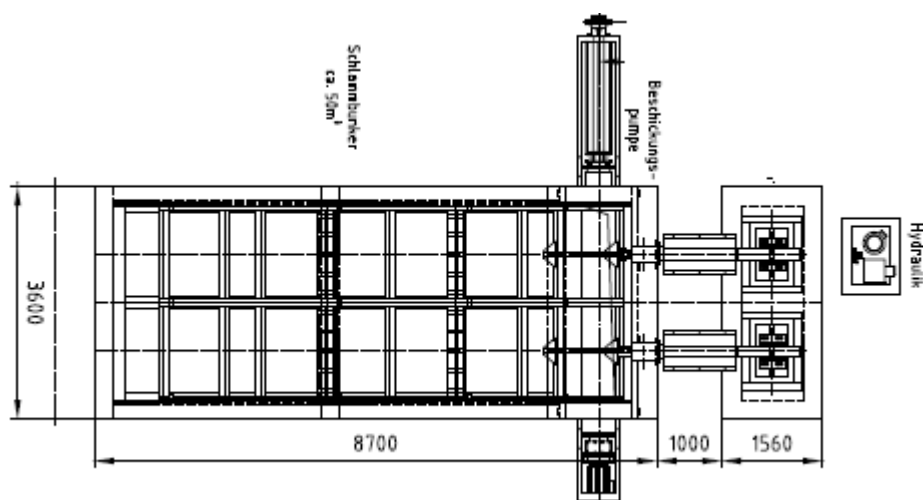
Postupně převládlo řešení s posunem odvodněného kalu na dně kalového bunkru pomocí lamelového rámu (roštu), který je posouván pomocí hydraulických pístů tak, že přisunuje odvodněný kal k otvoru vysokotlakého šnekového čerpadla (šnekové čerpadlo s excentrem, vybavené příčným vstupem). U větších bunkrů může být ve dně kalového bunkru umístěno více šnekových čerpadel nebo dopravníků. Výjimečně se v tomto případě používají pístová vysokotlaká čerpadla. Obvykle jsou používány 2 až 3 hydraulické písty, které někdy pracují synchronně, u jiných řešení pak nezávisle. Lamely posuvného roštu mají trojúhelníkový tvar, aby v jednom směru pohybu tlačily kal v požadovaném směru, při opačném směru pak naopak kalu „podjíždějí“. Často vzhledem k obrovským silám hydrauliky je tato umístěna na samostatném betonovém bloku se speciálním kotvením. Kalový bunkr má automaticky uzavíratelný poklop pro zamezení únikům zápachu do okolí a prostor kalového bunkru je odsáván do dezodorizace sušárny.



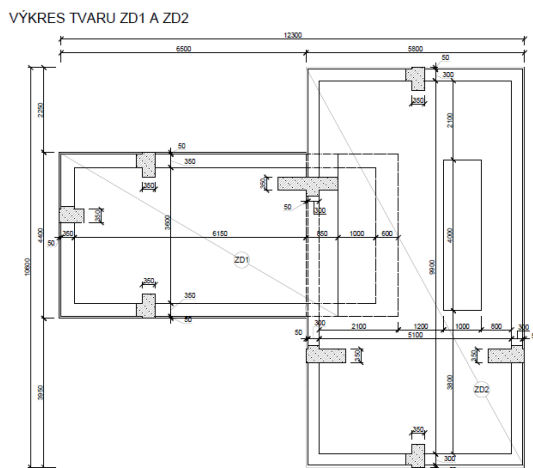


Obr. 7 Armování kalového bunkru o objemu cca 100 m<sup>3</sup> se dvěma čerpadly ve dně a 4 hydraulickými písty pro shrabování

Betonové bunkry jsou vzhledem k vlastnostem odvodněného kalu špičková stavební díla. Typové řešení betonového kalového bunkru představuje kalový bunkr rozměrů 3,6 x 8,0 m, s max. výškou plnění max. 2 m odvodněného kalu s dnovým posunem kalu dvěma nezávislými shrabováký. Bunkr je vybaven uzavíracím víkem v místě plnění. Excentrické vysokotlaké šnekové čerpadlo kalu je umístěno u stěny s hydraulickými písty. Je připravována typová řada s menší a větší velikostí.



Obr. 8. Příklad řešení kalového bunkru



Obr. 9 Typové řešení betonového kalového bunkru



Obr. 10 Kontejnerové provedení bunkru Huning s vyprazdňováním šnekovými dopravníky

### 13.2.2 Nízkoteplotní pásová sušárna

Klíčovými zařízeními nízkoteplotní sušárny jsou vstupní distributor a vzduchové výměníky. Obě tato zařízení totiž rozhodují o tepelné efektivnosti provozu sušárny. V případě nestability sušiny odvodněného kalu lze do linky umístit směšovač kalů, který směšuje recirkulovaný sušený kal se vstupním kalem, a tak stabilizuje jeho vstupní sušinu. Kal je z bunkru čerpán šnekovým čerpadlem do nízkoteplotní sušárny kalů, resp. do distributoru kalu na pás. Jeho úkolem je vytvořit vysoký specifický povrch sušeného kalu a současně tento kal zcela rovnoměrně rozprostřít na sušící pás. Cílem je co největší styčná plocha povrchu kalu s teplým vzduchem. Tuto funkci nejlépe zabezpečují zařízení vytvářející z odvodněného kalu tenké nudle.

Jsou i jiné systémy, odřezávající kal na šterbině nebo protlačující šnekem kal přes děrovaný žlab, ale podle provozních poznatků nejsou schopna vytvořit vysoký specifický povrch sušeného kalu jako je tomu u zařízení vytvářející kalové nudle. Povrch sušícího pasu pak není rovnoměrně a souvisle pokryt, jak je tomu u sušáren Huber, Sülzle Klein, Aqualogy apod. Z toho rezultuje jednoznačně delší doba sušení, nižší plošný výkon sušícího pasu a nebezpečí vzniku „sticky phase“ (lepivý stav) na konci horního pasu. Distributor sušárny Sülzle Klein zahrnuje vysokotlaký lisovací šnek, který protlačuje kal matricí. Zabudovaný nůž současně odřezává částice nečistot uvázlé v otvorech matrice, které se pak následně protlačí s kalem. Technologie pohyblivého distributoru podává kal na horní pás sušárny po celé jeho šíři i díky krokovému chodu sušícího pásu.



Obr. 11 Distributor kalu na sušící pás ve formě nudlí (Sülzle Klein)

Vlastní sušárna se skládá ze vstupního segmentu pro příjem kalů od distributoru a výstup sušeného kalu ze spodního pasu, středních sušících segmentů, předávacího segmentu (přechodová část) pro předání kalu z horního pasu na spodní pás včetně pohonů. Teplá voda je vedena přes speciální výměníky tepla uvnitř sušárny. Jedná se o jemné trubkové výměníky v každém středním segmentu sušárny. Cirkulující vzduch je ohříván a veden přes pásy a vrstvu kalu. Tomu napomáhají vzduchové směrové klapky, které směřují průtok vzduchu a zajišťují rovnoměrný průtok vzduchu přes vrstvu kalu. Dodávku vzduchu do sušárny zajišťuje ventilátor čistého vzduchu, cirkulaci vzduchu pak cirkulační ventilátory a odtah vlhkého vzduchu ze sušárny zabezpečuje ventilátor odpadního vzduchu (odplynu). Plášť sušárny je tepelně izolován včetně vzduchovodů a ostatních potrubí, aby úniky tepla byly minimální. Sušený kal je vynášen od konce pasu vyprazdňovacím šnekem sušárny. Na něj pak navazuje šnekový dopravník dopravující kal do kontejneru přes distribuční stojan nebo do pneumatické dopravy kalu do sila.

Odplyn ze sušárny je veden přes rekuperační výměník, který odnímá teplo z odváděného vzduchu. Jedná se o deskový výměník ve speciálním tvarovém uspořádání. Tepelná energie je tak vracena do procesu sušení. Pokud je zařazena chemická dezodorizace, je odplyn sušárny dále veden do kyselé a alkalické vypírky, kombinované se skrápěním chladicí vodou. První kolona je kyselé s použitím roztoku kyseliny sírové ke snížení či úplnému odstranění amoniaku z odplynu, druhá kolona je pak alkalická (alkalicko-oxidační) k zachycení zápachu pocházejícího ze sirných sloučenin jako např. merkaptany apod. Zde se používá roztok hydroxidu sodného (NaOH) a peroxidu vodíku (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Chemikálie jsou dodávány do kolon ze zásobníků

Potřeba energie (specifická spotřeba energie pro odpaření 1 tuny vody) na odpaření jedné tuny vody je uvedena v následující tabulce:

Proces	Množství energie (kWh/t H <sub>2</sub> O odpařené)
Výparné teplo	627
Ohřátí vody (z 20 na 100 °C)	93
Ohřátí pevných látek	14
Ztráty při sušení a přeměně energie	100
Celkem	834

The diagram illustrates the wastewater treatment process, starting with the intake of wastewater (Čerpaný vzduch z haly) and the addition of chemicals (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). The wastewater flows through a primary treatment stage (Kalový benčík) and a secondary treatment stage (Nízkoteplotná sůlna). The treated water is then sent to a sludge treatment stage (Sůlna sušeného kalu) and finally to a sludge disposal stage (Nakládka sušeného kalu). The diagram also shows the flow of air (Vstupní ventilátor, Odtahový ventilátor) and the use of various pumps and filters (Hydraulický agregát, Vysokotlaké kalové čerpadlo, Biologický dezodorační filtr).

Obr. 12 Blokové schéma nízkoteplotního sušení chlazeného procesním vzduchem s vyvedením topné vody [12]

Vytápění sušárny je velmi flexibilní. Sušárna může pracovat s různými zdroji tepla (teplé vody), jako zemního plynu, kalového plynu, s odpadním teplem z kogenerace ve formě teplé vody. Návrh se provádí speciálně podle dostupnosti zdroje tepla na místě realizace.

### Prach

Před sušením je mokrý kal stlačen a přes distributor jsou vytvořeny nudličky kalu. Kal by neměl být před sušením stlačen 2x, pak se snižuje výkon sušárny. Vzniklé nudličky mají stabilní tvar a velikost. Tím je zabráněno tvorbě různých velikostí shluků kalu a zabraňuje se tak během sušení vytváření jemných částic. Proto je touto technologií zabráněno z velké části vzniku prachových částic sušeného kalu. Produkt (nudličky kalu) jsou přenášeny na pomalu se pohybující se pás. Neexistuje výrazné tření, smykové nebo odstředivé namáhání způsobující další tvorbu prachu. Rychlost vzduchu v zóně sušení produktu je velmi nízká, takže se téměř žádné prachové částice netvoří i díky směrovému proudění vzduchu. Pro případnou kontrolu tvorby prachu je vedle kontejneru na sušený kal na podlaze umístěn kontrolní barevný bod (červeno-bílá deska 0,5 m x 0,5 m), na které se sleduje množství prachových částic v prostoru sušeného kalu.

### Zápach

Teplota sušícího vzduchu uvnitř sušárny nepřesahuje 95 °C, proto nedochází k přehřátí produktu na horkých površích, jako je tomu např. u kontaktních sušáren. Nízká teplota snižuje rovněž tvorbu zápachu. Díky pracovnímu režimu v nízkém podtlaku a odsávání vnitřního prostoru sušárny ventilátorem odpadního vzduchu nejsou pachy šířeny do prostoru haly sušárny a jsou odsávány do dezodorizace. Tato pečlivá metoda sušení snižuje možnost zápachů. Kvalita vyčištěného vzduchu nepřesahuje hodnotu 500 ouE/m<sup>3</sup> (odour). Koncentrace v případě chemického a biologického dezodorizačního čištění vzduchu nepřesahuje u NH<sub>3</sub> 20 mg/m<sup>3</sup>, a H<sub>2</sub>S 3 mg/m<sup>3</sup>.

### Kondenzát

Kondenzovaný podíl par je vypouštěn z dezodorizačních kolon do čistírny odpadních vod, nebo je vypouštěn k jinému zpracování.

### Hlučnost zařízení

Hlavním zdrojem hluku jsou ventilátory cirkulujícího vzduchu a ventilátory čistého a odpadního vzduchu. Ventilátory jsou vybaveny tlumičem vibrací a k utlumení hluku přispívá i tepelná izolace. Hluk se měří podle ČSN EN 21 680-1 v bezodrazovém prostředí. Měří se hodnota hladiny akustického tlaku L<sub>pfA</sub> dB(A) na měřicí ploše. Pro prostorová střední hodnota hladin akustického tlaku se pohybuje do 60 dB (A), hodnota hladiny akustického výkonu LWA je pak nejvýše 75 dB (A).

### Doporučený počet zaměstnanců

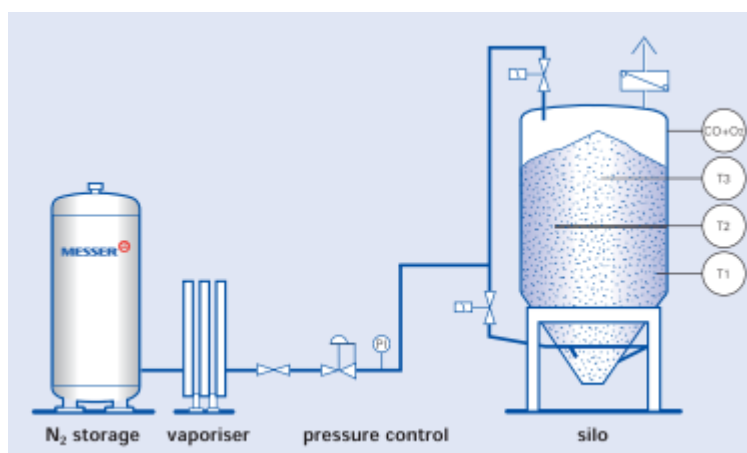
Doporučený počet zaměstnanců je max. 1 pracovník na 8 hodin směny. Sušárna pracuje v plně automatickém režimu. Náplní práce obsluhy je doplňování chemikálií, odvoz vysušeného kalu, kontrola předávacího modulu, dohled nad přísunem kalu do kalového bunkru.



### 13.2.3 Nakládání se sušeným kalem

Sušený kal je u menších kapacit sušáren skladován v kontejnerech, u větších kapacit pak v silu sušeného kalu. Sušený čistírenský kal je v závislosti na nastavení provozních podmínek procesu sušení vysušen na sušinu v rozmezí od 65 do 95 % hmot. sušiny. Doporučuje se rozhodně sušit do stavu překonání tzv. sticky phase. Usušením kalu je dosaženo výrazného snížení hmotnosti a objemu vstupního kalu. Struktura sušeného kalu je ve formě pelet (nalámané nudličky). Je velmi vhodný pro nejrůznější druhy likvidace (skládka, spalování, pyrolýza, zplyňování, zemědělské rozmetání apod.). Je skladovatelný a využitelný v době spotřeby. Při skladování sušeného kalu je však nezbytné dodržet základní bezpečnostní pravidla, což v případě skladování v kontejneru je výška vrstvy sušeného kalu do 1,5 m, v případě kalového sila pak nezbytná inertizace atmosféry uvnitř sila podle směrnice ATEX (Directive 2014/34/EU). Principiálně se to řeší tzv. inertizací sila pomocí dusíku. Silo by mělo mít tepelnou ochranu proti přehřátí slunečním osvitem.

Sušený kal se do sila fouká pneumatickou dopravou, na vrchu sila je pak cyklon k oddělení suchého kalu a vzduchu, aby procesní vzduch neředil atmosféru v silu. Inertizace je zabezpečena snížením obsahu kyslíku ve skladovaném kalu pod určitou mez. Dusík je buď na místě generován nebo je dodáván ze zásobníku kapalného dusíku.



Obr. 13 Inertizace sila na sušený kal dusíkem ze zásobníku kapalného dusíku

Je navržena nízkoteplotní sušička kalu. Navrhujeme použití jednolinkové sestavy. Zdrojem tepla pro sušení kalu bude jednak stávající kotelná, jednak kondenzační teplo z vlastního procesu sušení kalu.

Sušený kal bude dopravován do stávající kryté skládky kalu, příp do nového venkovního kalového sila. Odtud bude odvážen k likvidaci.

K novým objektům a zařízením jsou navrženy nové komunikace, zpevněné plochy, které umožňují obsluhu a servis nově instalovaného technologického vybavení. Pro nové provozní a obslužné trasy je také navrženo nové venkovní osvětlení. K novým objektům a zařízením jsou navrženy také spojovací trasy potrubí a kabelů.

#### Klady navrhovaného řešení

- částečné využití energetického potenciálu kalu a jeho hygienizace
- výstavba s minimálním dopadem na stávající provoz
- plynojemý mohou být součástí VN
- významné snížení objemu odváženého kalu

#### Zápory navrhovaného řešení

- nevyužívá plně potenciál vývinu bioplynu
- nutnost instalace zajištění náhradního zdroje tepelné energie pro zapracování

### 13.2.4 *Bilance kalové sušárny*

S ohledem na následnou porovnatelnost nákladů je v následující části provedena bilance a návrh pásové nízkoteplotní sušárny na produkci kalu r. 2019.

Tab. č. 23 **Energetická bilance nízkoteplotní sušárny**

<b>Energetická bilance sušárny</b>					2 019
Návrhové podmínky (průměrné roční)		Jednotky			Hodnoty
<b>Okolní prostředí:</b>					
teplota					10,0
rel. vlhkost vzduchu		%			75,0
tlak vzduchu		Pa			97,7
<b>Provozní údaje</b>					
Vysoušený materiál:					čistírenský kal
Roční množství:		t/rok			3 573,1
Počet provozních hodin min.:		h/rok			7 500,0
Hmotnostní tok při podávání:		kg/h			476,4
Obsah pevných látek při podávání:	sušina	%			18,0
Hmotnostní tok při vynášení:		kg/h			107,2
Obsah pevných látek při vynášení:		sušina			80,0
Odpar vody:		kg-H <sub>2</sub> O/h			369,2

<b>Typ sušárny</b>	<b>1 x Sülzle KLEIN Compact-Dry 2 /2</b>				
<b>Tepelná energie</b>					2 019
Ohřev:					nepřímý ohřev
Zdroj energie:					voda
Teplota na vstupu min.* <sup>1</sup> :		°C			90,0
Vratná teplota:		°C			70,0
Potřeba ca.:		m <sup>3</sup> /h			13,7
Potřeba tepelné energie max.:		kWh/h			317,5
		kWh/d			7 620,6
Spec. spotřeba tepelné energie max.:		kWh/kg-H <sub>2</sub> O			0,86
<b>Celková bilance tepla pro sušárnu</b>					2 019
Specifická výhřevnost KP		kWh/Nm <sup>3</sup>			6,4
Denní produkce tepla		kWh/d			10 522,1
		kWh/h			438,4
Spec. Spotřeba el. energie na sušení - max.		kWh/kg-H <sub>2</sub> O			0,86
Denní přebytek tepla		kWh/d			2 901,5
<b>Elektrická energie</b>					2 019
Příkon:		kW			46,5
Potřeba elektrické energie:		kW			38,0
Spec. potřeba elektrické energie:	prům.	kWh/kg-H <sub>2</sub> O			0,103
	max.	kWh/kg-H <sub>2</sub> O			0,171
<b>Potřeba vody</b>					
Provozní voda pro sušárnu * <sup>2/3</sup> :		m <sup>3</sup> /rok			135,0
Úprava odváděného vzduchu ca. * <sup>3</sup> :		m <sup>3</sup> /rok			547,0
<b>Odváděný vzduch</b>					2 019
Provozní objemový proud ca.:		m <sup>3</sup> <sub>B</sub> /h			7 800,0
Teplota ca.:		°C			40,0
<b>Spotřeba chemikálií - čištění vzduchu</b>					2 019
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	l/m <sup>3</sup> vody			7,4
		l/h			0,1
		l/rok			1000,0
	NaOH	l/m <sup>3</sup> vody			29,6
		l/h			0,5
		l/rok			4000,0



### **13.3 VARIANTA V – SOLÁRNÍ SUŠENÍ KALU S JEHO NÁSLEDNÝM PYROLÝZNÍM ROZKLADEM**

V rámci 2. varianty je předchozí sušení kalu doplněno pyrolyzérem pro další tepelnou transformaci vysušeného kalu.

#### **Návrh řešení**

Jedná se o kompaktní linku zahrnující vlastní solární sušárnu kalu, pyrolyzér a další periferní zařízení pro rekuperaci tepla a pro čištění spalina vzduchu.

#### **Sušárna – viz přechozí kapitola**

#### **Pyrolyzér**

Do násypky pyrolyzéru, který je v kontejnerovém provedení s rozměry d x š x v cca 9 x 3 x 2,8 m, vstupuje usušený kal na cca 80% sušiny s výhřevností okolo 10 MJ/kg. Najetí pyrolyzéru probíhá pomocí startovacího hořáku na LPG (najíždí cca 2hod, spotřebuje cca 50 m<sup>3</sup> plynu do ustálené tepelné bilance při 900°C), kdy je energeticky soběstačný.

V reaktoru se pohybují dvakrát dva šikmé stejné šneky proti sobě, v horní části dochází ke karbonizaci vstupního materiálu. Teplota kalu mezi 500 a 600°C, teplota plynu až 1200°C ve spalovací komoře. Veškerý pyrolýzní plyn je za tepla spálen v této speciální spalovací komoře (FLOX) a tudíž nedochází k produkci bio-oleje.

Spaliny jsou vedeny přímo k vytápění pyrolyzéru, zbytkové teplo je vyvedeno přes dva spalínové výměníky k produkci teplé vody. Teplo může být využito pro vytápění sušárny nebo pro dodávku tepla. Spaliny jsou čištěny na speciálních filtrech s aktivním uhlím a neutralizovány v mokré pračce (kontejner 6 x 3 x 2,8 m).

Hlavním produktem je mineralizovaný kal (biochar), který lze využít jako substrát, hnojivo, spalovat, apod. Biochar je produkt bohatý na uhlík a fosfor, který vzniká tepelným rozkladem kalu za nepřítomnosti vzduchu. Při aplikaci na pole dochází k mnoha příznivým jevům a také přirozenému stabilnímu uložení uhlíku do půdy (tzv. sekvestrace, tedy vlastně stabilní zafixování a tím menšení uhlíkové stopy). Složení biocharu: fixovaný uhlík, fosfor, těkavé látky, popel.

#### **Prach**

Jedná se o uzavřený proces v mírném podtlaku, dopravníky jsou zakryté. Veškerý prach je buď spálen nebo odstraněn na filtrech, takže do venkovního prostředí se prach prakticky nedostane.

#### **Zápach**

Zařízení neemituje žádný zápach. Jedná se o uzavřený proces v mírném podtlaku, dopravníky jsou zakryté. Vyčištěný plyn za pračkou vzduchu je plně zoxidován.

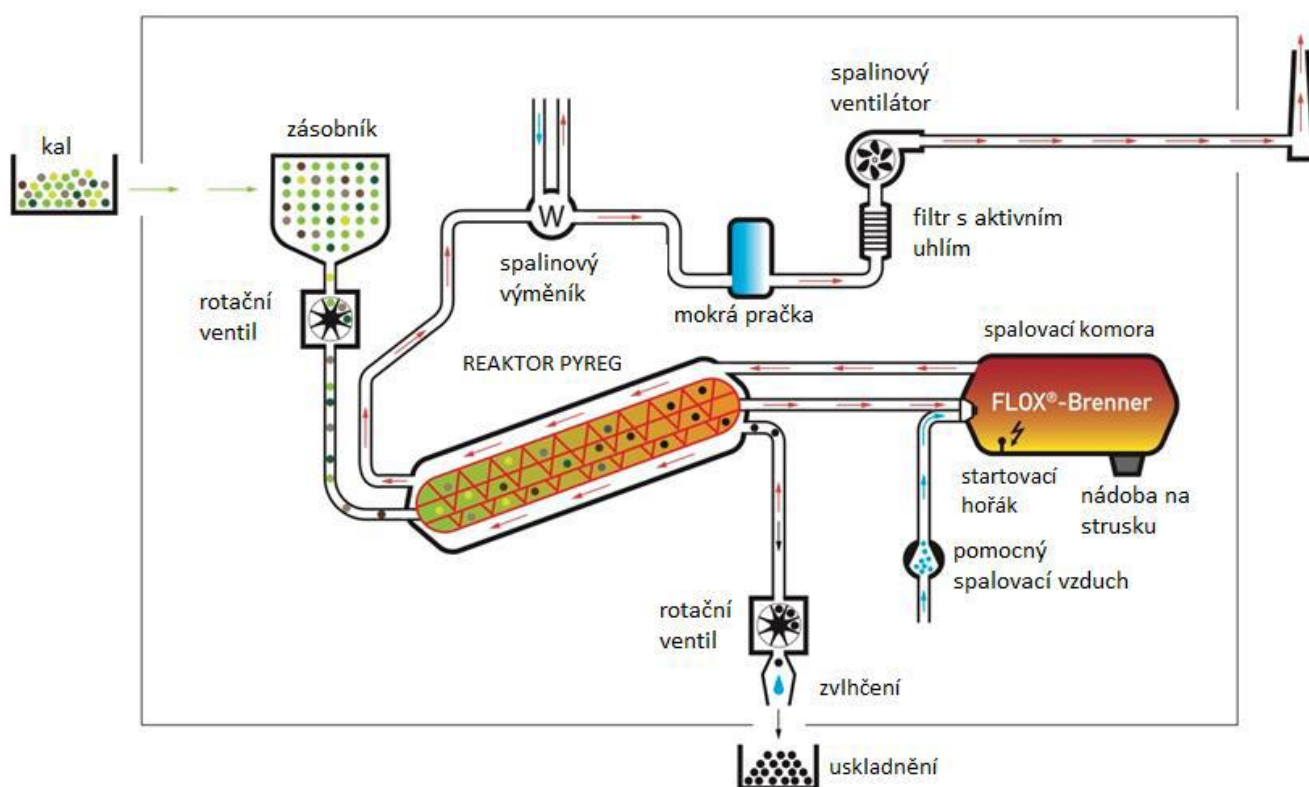
#### **Kondenzát**

Odpadní voda z pračky vzduchu je vypouštěna do vnitřní kanalizace čistírny.

## Biochar

Mineralizovaný kal bude skladován v kalovém silu. Je vhodný pro nejrůznější druhy likvidace (spalování, substrát, hnojivo apod.). Je skladovatelný a využitelný v době spotřeby. Je zcela hygienizován ve smyslu Vyhl. č. 437/2016 Sb. a je stabilní z hlediska mikrobiologického.

Obr. 14 Schéma pyrolyzéru



### Klady navrhovaného řešení

- plné využití energetického potenciálu kalu a jeho hygienizace
- Proces probíhá tzv. AUTOTHERMĚ a vzniklé zbytkové teplo o hodnotě až 150 kW<sub>th</sub> lze využít v dalších procesech – například při sušení kalu.
- Po pyrolýzní přeměně nezůstávají v kalu žádné organické látky, zato však množství koncentrovaného fosforu. Redukuje množství kalu až na 97% sušiny a navíc nezůstávají žádné další látky k likvidaci
- výstavba s minimálním dopadem na stávající provoz
- největší snížení objemu odváženého kalu

- možnost využití dotačního titulu. Byla vyhlášena 69. výzva pro prioritní osu 3 s alokací 800 mil. Kč, dotace pouze na kompletní linku -sušárnu s pyrolýzou, podmínkou je pravomocné územní rozhodnutí nebo stavební povolení.

Zápory navrhovaného řešení

- nutnost zajištění náhradního zdroje tepelné energie pro zapracování a start pyrolýzní jednotky

### 13.3.1 *Bilance pyrolýzy*

Energetická bilance a návrh pyrolýzy je proveden rovněž pro produkci kalu r. 2019 – viz. následující tab.:

Tab. č. 24 **Energetická bilance pyrolýzy**

<b>Energetická bilance pyrolýzy</b>					2 019,0
<b>Návrhové podmínky (průměrné roční)</b>		<b>Jednotky</b>			<b>Hodnoty</b>
<b>Okolní prostředí:</b>					
teplota					10,0
rel. vlhkost vzduchu		%			75,0
tlak vzduchu		Pa			97,7
<b>Provozní údaje</b>					2 019,0
Vysoušený materiál:					čistírenský kal
Roční množství:		t/rok			803,9
Počet provozních hodin min.:		h/rok			7 500,0
Hmotnostní tok při podávání:		kg/h			107,2
Obsah pevných látek při podávání:	sušina	%			80,0
Hmotnostní tok při vynášení:		kg/h			42,7
Obsah pevných látek při vynášení:		sušina			98 - 92
Produkce biocharu		t/rok			321,6
<b>Tepelná energie</b>					2 019,0
Zdroj startovací energie:					zemní plyn
Spotřeba					
Teplota v reaktoru min.		°C			900,0
<b>Elektrická energie</b>					
Příkon		m3/h			
Potřeba el. Energie		kW			13,0
		kW			10,0
		MWh/rok			75,00

## 14. ODHAD INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

### 14.1 INVESTIČNÍ NÁKLADY

Investiční náklady na realizaci jednotlivých variant jsou odhadnuty z jednotkových objemových ukazatelů srovnatelných staveb a nabídek dodavatelů zařízení - viz. následující tab.:

Tab. č. 25 Investiční náklady

Rekapitulace investičních nákladů		Náklady (tis. Kč)			
Ozn.	Specifikace	Varianta 1.a	Varianta 1.b	Varianta 2.a	Varianta 2.b
	<b>TECHNOLOGICKÁ ČÁST</b>				
	<b>CELKEM</b>	<b>21 600,0</b>	<b>36 400,0</b>	<b>49 700,0</b>	<b>64 500,0</b>
<b>PS 01.1</b>	<b>Sušárna kalu</b>	<b>21 600,0</b>	<b>36 400,0</b>	<b>21 600,0</b>	<b>36 400,0</b>
a.	kompaktní sušárna kalu	18 000,0	26 800,0	18 000,0	26 800,0
b.	úprava vzduchu		3 600,0		3 600,0
c.	doprava kalu	1 800,0	1 800,0	1 800,0	1 800,0
<b>PS 01.2</b>	<b>Část elektro</b>				0,0
a.	Provozní rozvody silnoprůdu	500,0	900,0	500,0	900,0
b.	SŘTP	1 300,0	3 300,0	1 300,0	3 300,0
<b>PS 02.1</b>	<b>Pyrolýza</b>			<b>28 100,0</b>	<b>28 100,0</b>
a.	Pyrolyzér			18 000,0	18 000,0
	čištění spalin			6 900,0	6 900,0
<b>PS 02.2</b>	<b>Část elektro</b>				
a.	Provozní rozvody silnoprůdu			900,0	900,0
b.	SŘTP			2 300,0	2 300,0
	<b>STAVEBNÍ ČÁST</b>	<b>Varianta 1a</b>	<b>Varianta 1.b</b>	<b>Varianta 2.a</b>	<b>Varianta 2.b</b>
	<b>CELKEM</b>	<b>15 950,0</b>	<b>7 400,0</b>	<b>20 450,0</b>	<b>11 900,0</b>
<b>SO 01.1</b>	<b>Sušárna kalu</b>	<b>15 950,0</b>	<b>7 400,0</b>	<b>15 950,0</b>	<b>7 400,0</b>
a.	sušárna kalu	14 200,0	4 600,0	14 200,0	4 600,0
b.	úprava vzduchu		600,0		600,0
c.	propojovací potrubí	250,0	700,0	250,0	700,0
d.	zpevněné plochy	1 500,0	1 500,0	1 500,0	1 500,0
<b>SO 01.2</b>	<b>Pyrolýza</b>			<b>4 500,0</b>	<b>4 500,0</b>
a.	Pyrolýza			1 600,0	1 600,0
b.	úprava vzduchu			200,0	200,0
c.	propojovací potrubí			2 100,0	2 100,0
d.	zpevněné plochy			600,0	600,0
	<b>CELKEM PS + SO</b>	<b>37 550,0</b>	<b>43 800,0</b>	<b>70 150,0</b>	<b>76 400,0</b>
Rezerva 15 %		5 632,5	6 570,0	10 522,5	11 460,0
<b>IN CELKEM</b>		<b>43 182,5</b>	<b>50 370,0</b>	<b>80 672,5</b>	<b>87 860,0</b>

## 14.2 PROVOZNÍ NÁKLADY

Pro posouzení optimální varianty technického řešení byly stanoveny pouze variabilní provozní náklady na elektrickou energii, chemikálie a odvoz a likvidaci kalu - viz. následující tab. Ostatní náklady – mzdy, odpisy atd. jsou pro všechny posuzované varianty konstantní a tudíž nemají vliv na výběr optimálního řešení. Struktura provozních nákladů pro jednotlivé posuzované varianty je uvedena v následující tab.:

Tab. č. 26 Provozní náklady

ČOV Krnov			Náklady (Kč)				
Pol. č.	Kalkulace provozních nákladů	Jednotky	Varianta 0	Varianta 1.a	Varianta 1.b	Varianta 2.a	Varianta 2.b
1.	Elektrická energie - spotřeba kWh/rok			Sušení kalu		Sušení + pyrolýza	
	Sušení	kWh/rok	0,0	19 916,8	285 219,4	19 916,8	285 219,4
	Pyrolýza	kWh/rok	0,0	0,0	0,0	75 000,0	75 000,0
	Celkem	kWh/rok	0,0	19 916,8	285 219,4	94 916,8	360 219,4
	Specifický náklad na 1 kWh	Kč/kWh	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Náklady	Kč/rok	0,0	49 792,0	713 048,6	237 292,0	900 548,6
	Spotřeby zemního plynu	m <sup>3</sup> /rok		0,0		1 000,0	1 000,0
	Náklady	Kč/rok		0,0	0,0	15 000,0	15 000,0
	Součet energie celkem		0,0	49 792,0	713 048,6	252 292,0	915 548,6
2.	Chemikáliee, flokulanty						
	NaOH	m <sup>3</sup> /rok	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0
	Náklady (35 000 Kč/m3)	Kč/rok	0,0	0,0	0,0	140 000,0	140 000,0
	H2SO4	m <sup>3</sup> /rok	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
	Náklady (30 000 Kč/m3)	Kč/rok	0,0	0,0		30000,0	30000,0
	Součet	Kč/rok	0,0	0,0	0,0	170000,0	170000,0
3.	Spotřeba vody	m <sup>3</sup> /rok			135,0		135,0
	Náklady	Kč/rok	0,0	0,0	8100,0	0,0	8100,0
	Součet chemikálie	Kč/rok	0,0	0,0	8100,0	0,0	8100,0
4.	Likvidace kalu						
	Produkce kalu	t/rok	3 573,1	803,9	803,9	321,6	321,6
	Specifické náklady na likvidaci 1 t odpadu	Kč/t	2 000,0	2 000,0	2 000,0	2 000,0	2 000,0
	Náklady likvidace kalu	Kč/rok	7 146 118,3	1 607 876,6	1 607 876,6	643 150,6	643 140,0
	CELKEM - provozní náklady	Kč/rok	7 146 118,3	1 657 668,7	2 329 025,2	1 065 442,7	1 736 788,6
	Poměrné prov. náklady na 1 m <sup>3</sup> čištěné vody	Kč/m <sup>3</sup>	2,88	0,67	0,94	0,43	0,70
	Produkce odvodněného kalu	t/rok	3 573,06	803,94	803,94	321,58	321,57
	Poměrné prov. náklady na 1 t odvodněného kalu	Kč/t	2 000,0	2 061,9	2 897,0	3 313,2	5 401,0

## 14.3 NÁVRATNOST INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ

Návratnost investičních nákladů je vyhodnocena ve srovnání s nultou variantou, tzn. stávající stav a likvidace kalu smluvním partnerem, přičemž náklady na následnou likvidaci kalu byly s ohledem na perspektivu zvýšení ceny za uložení odpadů odhadnuty ve výši 2 000 Kč/t odvodněného kalu.

Předpokládaná návratnost investičních nákladů je stanovena v následující tab.:

Tab. č. 27 Rekapitulace nákladů a ekonomická návratnost

ČOV Krnov		Varianta 0	Varianta 1.a	Varianta 1.b	Varianta 2.a	Varianta 2.b
Investiční náklady	tis. Kč	0,0	43 182,5	50 370,0	80 672,5	87 860,0
Rozdíl provozních nákladů oproti nulové variantě	tis. Kč/rok		5 488,4	4 817,1	6 080,7	5 409,3
Návratnost investice	roky		7,9	10,5	13,3	16,2

## 15. ZÁVĚRY A DOPORUČNÍ

V rámci předložené studie bylo provedeno kompletní posouzení technologické linky (vodní i kalové) stávající ČOV Krnov s důrazem na stanovení produkce kalu. Následně byla provedena kalová bilance pro různé varianty intenzifikace kalového hospodářství a posouzeny variantní návrhy technického řešení intenzifikace kalového hospodářství. Dále by odhadnuty posouzeny investiční a provozní náklady.

Posouzeny byly následující varianty:

0. **Nultá varianta** - zachování stávajícího stavu. Neuvažuje se tedy s intenzifikací, kalové hospodářství zůstává ve stávajícím provedení, Tato varianta je zahrnuta do vyhodnocení z důvodu porovnání vhodnosti dalších investic ve srovnání se stávajícím řešením.
1. **Sušení kalu** – je řešeno v alternativách
  - a. **Solární sušení kalu** - zahrnuje sušení surového kalu v solární sušárně, technologie Solartiger. Odvodněný surový kal je transportován do foliovníku, kde za využití solární energie dochází k redukci obsahu voda až na 80 % sušina. Následně je vysušený kal odvážen k další likvidaci či využití.
  - b. **Nízkoteplotní sušení kalu** – navržena je nízkoteplotní pásová sušárna kalu SULZLE KLEIN
2. **Sušení kalu a následná pyrolýza** - tato varianta doplňuje předchozí řešení dle varianty č. 1 o materiálovou transformaci kalu v pyrolýzní jednotce PYREG.

Na základě posouzení jak investičních , tak provozních nákladů se jako optimální řešení jeví varianta 1.a - solární sušení kalu.

Výhodou je technicky jednoduché řešení s nejmenšími provozními vlivy nejmenšími investičními i provozními náklady

Nevýhodou jsou:

- vysoké plošné nároky na zábor území povolení k realizaci;
- vysušený kal není dostatečně stabilizován a tudíž možnosti jeho dalšího budoucího zpracování se zužují na uložení na skládku nebo lépe spalování či pyrolýzní rozklad.

Druhou doporučenou variantou byla vyhodnocena varianta 2.a - pyrolýzní rozklad sušeného kalu. Výhodou je rovněž technicky jednoduché řešení s nejmenšími provozními vlivy.

Nejistoty obou řešení je výhledové množství kalu produkovaného na ČOV Krnov. Zatížení stávající ČOV Krnov je v posledním období poměrně vyrovnané a překračuje projektované parametry ČOV. V současné době lze konstatovat, že stávající zatížení se limitně blíží maximální kapacitě ČOV. V nedávné minulosti se vyskytovaly stavy, kdy zatížení ČOV bylo ještě výrazně vyšší a to se negativně projevovalo na stabilitě její funkce a kvalitě vyčištěné vody na odtoku z ČOV.

Rozměr solární sušárny je limitován prostorovými možnostmi areálu stávající ČOV a umožňuje sušení kalu v ročním množství cca 3500 t/rok. Případné další zvyšování látkového

zatížení ČOV by znamenalo i zvýšení produkce kalu, což by znamenalo překročení kapacity solární sušárny. V takovém případě by řešením bylo:

- likvidace části kalu jiným způsobem (odvoz)
- snížení sušiny kalu na výstupu ze sušárny
- kombinace solární sušárny s jiným typem sušení kalu (nizkoteplotní sušárna)
- výstavba dostatečně kapacitní nizkoteplotní sušárny

Kapacita pyrolýzní jednotky je dostatečná (cca 4 500 t/rok).

## 15.1 DOPORUČENÍ

Na základě provedené analýzy doporučujeme prověřit perspektivu výhledového zatížení ČOV. To je limitující jak pro další funkce vodní a kalové linky stávající ČOV, tak pro návrh další intenzifikace nakládání kalové koncovky.

Následně je možno rozhodnout o dalším postupu. Aplikovatelné jsou pak všechny posuzované alternativy.

V případě záměru realizovat nizkoteplotní sušení kalu upozorňuje na nutnost provedení důsledné celkové energetické bilance stávající ČOV, která upřesní energetický potenciál v odvodněném kalu, stanoví energetikou potřebu stávajícího provozu ČOV a upřesní energetickou bilanci pro sušení kalu.

Výhodou aplikace varianty 2 je komplexní řešení zpracování kalů pomocí sušení a pyrolýzy za účelem hygienizace a materiálové transformace kalu a jeho využití jako hnojiva. Tento směr využití podporuje nově připravený a projednávaný zákon o odpadech, využití thermochemicky zpracovaných čistírenských kalů na karbonizovaný kal také podporuje v březnu 2016 vydaný návrh směrnice EU o certifikaci hnojiv. Na jedné straně nově definuje pro certifikované produkty a látky možnosti využití biocharu produkovaného z čistírenských kalů, především z důvodu vysokého obsahu fosforu, na druhé straně zakazuje využívání čistírenských kalů do kompostů z důvodu jejich složení z hlediska mikropolutantů. Navrhované řešení splňuje prakticky všechny známé i výhledové požadavky legislativy, je reálný předpoklad získání stavebního povolení.

Pod tlakem legislativy bude tedy muset každý producent čistírenského kalu najít v relativně krátké době takové řešení nakládání s čistírenskými kaly, které bude splňovat legislativní požadavky, bude ekonomicky únosné a perspektivní a udržitelné z pohledu budoucnosti.

Provoz nové linky kalové koncovky přinese dodatečné náklady za elektrickou energii sušárny a pyrolýzéry a chemikálie, na druhou stranu úspory a výnosy by měly být mnohem vyšší:

- Odstranění nákladů za likvidaci kalu s ohledem na reálné zvýšení cen likvidace
- Příjem za likvidaci kalu z okolních čistíren
- Maximální využití energie organické sušiny kalu. Po většinu roku bude celý proces sušení tepelně soběstačný
- Uplatnění karbonizovaného kalu podle situace na trhu

**Navrhované řešení splňuje veškeré současné i známé budoucí požadavky legislativy, zajišťuje nezávislost likvidace kalů z čistírny na vnějších okolnostech a v neposlední řadě umožňuje udržení ceny vodného a stočného pod kontrolou.**



## 16. DOTAČNÍ MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ KALŮ

Stav v oblasti zabezpečení požadavků Vyhl.č. 437 je kritický celoplošně. To konstatovalo i jednání dne 7.3.2019 v Poslanecké sněmovně, v zemědělském výboru, na jednání k problematice kalů z čistíren odpadních vod, neboť dotčené subjekty (především odpadové společnosti) si uvědomily, že se blíží termín 1.1.2020, ke kterému mají být výrazně zpřísněny požadavky na využití kalů na zemědělské půdě a ony nejsou schopny zajistit podmínky stanovené ve vyhlášce. Proto v současné době probíhají snahy o odklad platnosti vyhlášky MŽP č. 437/2016 Sb., problém spočívá v tom, že se jedná o EU notifikovanou vyhlášku. Ke dni vydání zprávy není jasné, zda a k jakému odkladu účinnosti vyhlášky dojde.

O ohledem na tento stav, byla proto podpora projektů v oblasti kalového hospodářství zahrnuta do přípravy nového finančního období fondů EU v ČR. Tato opatření podporuje SOVAK, SVH a záměr byl tak zahrnut do plánů MŽP, jak prezentoval u příležitosti oslav SDV 2019 Ing. Michna z odboru fondů EU MŽP ČR.

V materiálu „Programové priority ve vodním hospodářství po roce 2020 zaměřené na podporu financování z veřejných zdrojů“ je mimo jiné uvedeno (materiál v příloze studie):

Kaly z ČOV
Zpracování koncepcí efektivního nakládání s čistírenskými kaly na regionálním principu za účelem jejich zapracování do aktualizovaných krajských Plánů odpadového hospodářství.
Výstavba či modernizace zařízení na zpracování čistírenských kalů

### Zaměření dotačních podmínek pro období 2021-2027

Koncem února 2019 zveřejnila evropská komise pravidelné hodnocení pokroku členských států při plnění hospodářských a sociálních priorit. Kromě hodnocení členské země obsahuje zpráva i první návrhy pro čerpání ze strukturálních fondů v programovém období 2021-2027. Tyto návrhy korespondují s prioritami financování v České republice, které v rámci jednání 6. Kulatého stolu k budoucnosti politiky soudržnosti zveřejnilo Ministerstvo pro místní rozvoj.

Mezi návrhy Evropské komise pro podporu v oblasti životního prostředí v programovém období 2021–2027 se objevují například:

- Podpora nízkouhlíkových technologií
- Snižování energetické náročnosti budov a provozů
- Zvyšování využití OZE
- Podpora náhrady kotlů na fosilní paliva za nízko emisní
- Zlepšování systémů zadržování vody a nakládání s vodou v krajině i ve městech
- Podpora přechodu na cirkulární ekonomiku
- Podpora prevence vzniku odpadů, opětovného použití a recyklace odpadů
- Sanace ekologických zátěží
- Podpora nízko emisní dopravy

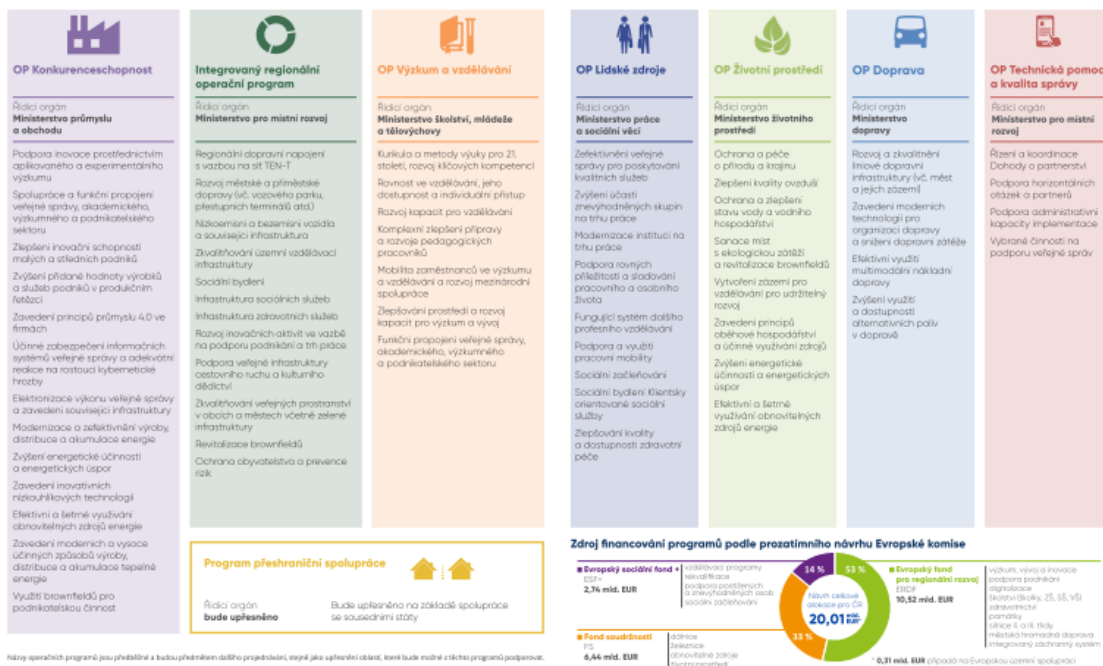


## Podpora financování v ČR v období 2021-2027 – aktuální návrh

Pro Českou republiku bude na období 2021–2027 k dispozici 20 mld. EUR. Vláda ČR v únoru 2019 schválila návrh oblastí a operačních programů, který zahrnuje šest tematických operačních programů. Aktuální návrh:



## PŘEHLED NOVÝCH PROGRAMŮ A NAVRHOVANÝCH OBLASTÍ PODPORY v programovém období 2021–2027



Z obou návrhů vyplývá, že oblast vody bude spíše upozaděna a do popředí se dostávají oblasti odpadů a jejich využívání. Významná je skutečnost, že v oblasti dopadů jsou dotačním cílem projekty i soukromých podnikatelských subjektů.

### Souhrn:

- Aktuálně již není reálné získání dotačních prostředků z osy 3 OPŽP, neboť jsou vyčerpány. Nicméně se nevylučuje, že pokud nedojde k čerpání u již schválených projektů, může být vypsána tzv. zbytková výzva v ose 3.2. Aktuálně běží průběžná výzva č.114 do osy 3.2.(do 2.12.2019), která má alokaci 588 mil. Kč.
- Aktuálně ještě běží výzva č 133 do osy 3.2 (do 31.10.2019), kde je přímo cíl výstavba/modernizace zařízení na tepelné zpracování odpadních kalů z ČOV (alokace 250 mil. Kč),
- V připravovaném programovém období EU bude oblast odpadů silně dotována a bude jednou z preferovaných oblastí s ohledem na cíle cirkulační ekonomiky EU
- S ohledem na tyto skutečnosti, bude efektivní zahájit projektovou přípravu a mít tak dokumentaci pro případ dotační možnosti.

## 17. PŘÍLOHA Č. 1 SPECIFIKACE SUŠÁRNY KALU



### Specifikace

**sušárny čistírenského kalu Compact-Dry 2 / 2**

teplá voda

**Arko Technology / KONEKO**

**3700 T/ 2 400 kalu ročně**



## Specifikace Compact-Dry 2 / 2

### Pol. 1.

#### Podávání média

##### Čerpací nádrž

Pro jímání odvodněného kalu pro dodávkové čerpadlo,

Dodavatel:	Sülzle Klein,	
Počet:	1 kus	
Rozměry:	D x Š x V:	ca. 1 000 x 1 100 x 1 000 mm,
Obsah:	brutto:	ca. 1,00 m <sup>3</sup> ,
	netto:	ca. 0,50 m <sup>3</sup> ,
Vtok / výtok:	připojen přírubou / připojen přírubou pro dodávkové čerpadlo,	
Materiál:	nádrž:	ocel, lakovaná,

##### Dodávkové čerpadlo

Typ:	šnekové čerpadlo s excentrem, vybavené příčným vstupem	
Dodavatel:	Sülzle Klein, Wangen nebo rovnocenný,	
Počet:	1 kus,	
Objemový průtok:	ca. 0,25 – 1,20 m <sup>3</sup> /h,	
Tlak:	ca. 16 bar, max. 24 bar,	
Vtok / výtok:	připojen přírubou pro čerpací nádrž / výtok DN 200 PN	
Motor	drtiče	
vzpříčeného materiálu		
kW / V / Hz / ochrana:	ca. 0,55 / 400 / 50 / IP55,	
Motor čerpadla		
kW / V / Hz / ochrana:	ca. 7,50 / 400 / 50 / IP55,	
Materiál:	rotor:	1.2436 kalený,
	stator:	SBBPF (NBR).

##### Distributor

Distributor zahrnuje lisovací šnek, který protlačuje kal matricí. Zabudovaný nůž současně odřezává částice nečistot uvázlé v otvorech matrice, které se pak následně protlačí s kalem. Technologie distributoru podává kal na horní pás sušárny.

Typ:	Sülzle Klein,	
Počet:	1 kus,	
Model:	KLEIN-PU 200,	
Způsob rozdělování:	saně s válečky,	
Motor saní		
kW / V / Hz / ochrana:	0,75 / 400 / 50 / IP55,	
Materiál:	těleso:	1.4301,
	rám a podpěra:	ocel, žárově pozinkováno.
Typ extrudéru:	vertikálně uložený lisovací šnek s hřídelí a nožem,	
Vtok / výtok:	připojen přírubou, otevřený (matrice),	
Motor extrudéru		
kW / V / Hz / ochrana:	1,10 / 400 / 50 / IP55,	
Materiál:	těleso:	1.4301,
	rám a podpěra:	ocel, žárově pozinkovaná.

**Pol. 2.**

**Vysoušení kalu**

**Sušárna Compact-Dry 2 / 2**

Typ: Sülzle Klein,  
Model: Compact-Dry 2 / 2 dvoupásová sušárna k nepřetržitému sušení  
čistírenských kalů,  
Rozměry: délka ca.: 7.314 mm,  
šířka ca.: 2.990 mm bez potrubí,  
výška c.: 2.700 mm bez potrubí,  
aktivní šířka pásu: 1.600 mm,  
aktivní délka pásu: 2 x 4.800 mm,

Komponenty: 1 segment k podávání kalů a vypouštění kalů vybavený:  
- oblastí vtoku přednastavenou pro distributor,  
- oblastí výtoku připravenou k odhozu kalů,  
- podpůrnou konstrukcí,  
- 1 tepelným výměníkem,  
- 1 hnací kladkou s motorem,  
- 1 výstupní kladkou s napínacím zařízením.  
3 protiběžné segmenty - sušicí těleso:  
- podpůrnou konstrukcí,  
- izolovanými deskami,  
- mechanickým systémem vedení pásu,  
- válečky k podepření pásu,  
- tepelným výměníkem,  
- rozstřikovacím systémem,  
- a dvěma pásy sušárny.  
1 předávací segment pro přepravu částečně vysušeného kalu  
vybavený:  
- podpůrnou konstrukcí,  
- oblastí předávání na dolní pás,  
- 2 tepelnými výměníky,  
- 1 hnací rolí s motorem,  
- 1 hnanou rolí s napínacím zařízením.

Výrobce motoru: Nord nebo rovnocenný,  
Motor horního pásu  
kW / V / Hz / ochrana: 3,00 / 400 / 50 / IP55,  
Motor dolního pásu  
kW / V / Hz / ochrana: 0,37 / 400 / 50 / IP55,  
Materiál: podpůrná konstrukce: ocel,  
systém vedení: plast odolný proti teple,  
horní pás: plast odolný proti teple,  
dolní pás: plast odolný proti teple,  
pásový spoj: 1.4571,

### **Ventilátory cirkulujícího vzduchu**

Dodavatel:	Sülzle Klein, Berliner Luft nebo rovnocenný,
Typ:	zdvojená jednotka ventilátoru (radiální), jednostranně sací,
Počet:	s tělesem se zesíleným profilem, oběžné kolo staticky i dynamicky vyváženo,
Množství cirkulujícího vzduchu:	4 kusy v provedení jako zdvojené jednotky ventilátoru, celkem 8 až 9.000 m <sup>3</sup> /h na jednotku (ca. 4.500 m <sup>3</sup> /h na ventilátor),
Vybavení:	zahrnuje: <ul style="list-style-type: none"><li>- montáž na stěně,</li><li>- tlumič vibrací a</li><li>- tlumení hluku a tepelnou izolaci,</li></ul>
Vstup / výstup:	montáž na stěně,
Motor ventilátoru	
kW / V / Hz / ochrana:	3,00 / 400 / 50 / IP55 resp. 2,20 / 400 / 50 / IP55
Materiál:	těleso a rotor: ocel, lakovaná,
	rám: ocel,
	konzola uložení motoru: 1.0037,

### **Ventilátor odpadního vzduchu**

Dodavatel:	Sülzle Klein, Hürner Funken nebo rovnocenný,
Typ:	radiální ventilátor, jednostranně sací, oběžné kolo staticky i dynamicky vyváženo,
Počet:	1 kus,
Množství odpadního vzduchu:	1 kus,
Vybavení:	až 7.800 m <sup>3</sup> /h // 5.800 m <sup>3</sup> /hod. zahrnuje: <ul style="list-style-type: none"><li>- kompenzátory na vstupu i výstupu,</li><li>- tlumič vibrací a</li><li>- tlumení hluku a tepelnou izolaci,</li></ul>
Vstup / výstup:	přes kompenzátor,
Motor ventilátoru	
kW / V / Hz / ochrana:	ca. 7,50 / 400 / 50 / IP55,
Materiál:	těleso a rotor: PP, GFK,
	konzola uložení motoru: ocel, pozinkovaná,

### **Rám / opláštění a systém vzduchovodů**

Dodavatel:	Sülzle Klein,
Typ:	opláštění sušárny,
Vybavení:	vzduchovody k vedení cirkulujícího a odpadního vzduchu, zahrnuje: <ul style="list-style-type: none"><li>- klapky a hnací prvky, pokud jsou nutné,</li><li>- měřicí hrdla,</li><li>- přístupové a servisní otvory,</li><li>- podpůrné konstrukce,</li></ul>
Vstup / výstup:	připojený přírubou, připojený přírubou
Materiál:	kanály: 1.4301,
	těleso a rám: ocel, lakovaná.

### **Izolace**

Izolace:	vzduchovodů, potrubí a vedení,
Materiál:	vzduchovody: minerální vlna s pozinkovanou krycí vrstvou, těleso a rám: minerální vlna s pozinkovanou krycí vrstvou.

### **Měřicí technika sušení**

Dodavatel:	Sülzle Klein,
Typ:	v závislosti na místě měření, <u>provoz:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- čidla výšky hladiny v odtocích kondenzátu,</li><li>- čidla výšky hladiny ve vanách promývací vody,</li><li>- měření vlhkosti vysušeného kalu,</li><li>- měření tlaku,</li><li>- kontroly směru otáčení u dopravníků,</li><li>- teplota vysušeného kalu,</li><li>- teploty vzduchu,</li></ul> <u>bezpečnost:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- měření koncentrace prachu (laserové měření rozptýleného světla) v odpadním vzduchu (ATEX),</li><li>- teplota cirkulujícího a odváděného vzduchu.</li></ul>
Měřicí body:	hrdla, šroubovaná nebo spojená přírubou,
Zdroj napětí:	24 VDC,
Kont. měření:	4 - 20 mA.

### **Pol. 3.**

#### **Přívádění tepla**

##### **Tepelný výměník pro okruh horké vody (hlavní)**

Pro přenášení tepla z okruhu horké vody na sušící vzduch

Dodavatel:	Sülzle Klein, Schadek nebo rovnocenný,
Typ:	trubkový deskový výměník tepla,
Počet:	2 kusy,
Přenosový výkon:	ca. 85 kW na kus,
Provozní médium:	horká voda, vzduch
Materiál:	trubka: 1.4301, lamely: AlMg2.5, odolné proti mořské vodě, rám: 1.4301,

##### **Tepelný výměník pro okruh horké vody (střední segmenty)**

Pro přenášení tepla z okruhu horké vody na sušící vzduch

Dodavatel:	Sülzle Klein, Schadek nebo rovnocenný,
Typ:	trubkový deskový výměník tepla,,
Počet:	2 kusy,
Přenosový výkon:	ca. 85 kW,
Provozní médium:	horká voda, vzduch
Materiál:	trubka: 1.4301, lamely: AlMg2.5, odolné proti mořské vodě, rám: 1.4301,

### **Pol. 4.**

#### **Vynášení vysušeného granulátu**

##### **Vyprazdňovací šnek sušárny**

Pro vyprázdnění ze sušárny,

Dodavatel:	Sülzle Klein,
Typ šroubu:	šnekový dopravník,
Počet:	1 kus,
Rozměry:	jmenovitý průměr: ca. 280 mm, délka šroubu: ca. 3 500 mm,
Dispozice:	horizontální,
Vstup/výstup:	připojený přírubou / připojený přírubou,
Motor	
kW / V / Hz / ochrana:	ca. 2,20 / 400 / 50 / IP55,
Materiál:	žlab: 1.4301, kryt: 1.4301.



#### **Turniketový uzávěr**

K utěsnění sušárny proti vzduchu infiltrovanému zvenku,

Dodavatel: Sülzle Klein, Jaudt nebo rovnocenný,

Počet: 1 kus,

Vstup/výstup: připojený přírubou / připojený přírubou,

Motor

kW / V / Hz / ochrana: ca. 0,55 / 400 / 50 / IP55,

Měření: zahrnuje:  
- sledování výšky hladiny,

#### **Rozmělňovač**

K rozmělnění vysušeného granulátu na velikost částic až cca 2 - 4 mm

Dodavatel: Sülzle Klein,

Typ: TGZ 540,

Počet: 1 kus,

Vstup/výstup: připojený přírubou / připojený přírubou,

Převodový motor: Nord, SEW nebo rovnocenný,

Motor ca. 4,00 / 400 / 50 / IP55,

kW / V / Hz / ochrana: zahrnuje:

Měření: - sledování výšky hladiny,

Materiál: - sledování směru otáčení,  
ocel, lakovaná,

### ***Pol. 6. Úprava vzduchu odváděného ze sušárny***

#### **Tepelný výměník vzduch-vzduch pro rekuperaci tepla z odváděného vzduchu**

Tepelný výměník v zesíleném provedení s vložkou pro vysokou pevnost v tlaku a dvojmo svinutými spoji nátokových hran,

Dodavatel: Sülzle Klein,

Typ: deskový výměník tepla,

Počet: 1 kus,

Provozní médium: vzduch / vzduch

Materiál:	deskový výměník tepla:	1.4301,
	nátoková vana:	1.4301,
	spojovací prvky	1.4301,
	rám:	1.4301.

Poznámka: deskový výměník tepla zabudovaný do rámu z ušlechtilé oceli s nepropustnou nátokovou vanou. Vzduch je odváděn vertikálně, k ohřívání přiváděného vzduchu dochází v křížovém protisměrném proudu,

Vybavení: zahrnuje:  
- velkoryse dimenzovaný revizní kryt,  
- všechny spojovací prvky lze vyměnit zvenčí,  
- další revizní otvory a otvory pro čištění alternativně.



## **Pol. 6.      Řízení procesu**

### **Rozvaděč**

pro ovládání nabízené technologie pro manuální i automatický provoz, provedený podle platných směrnic VDE, UVV a EMC se všemi potřebnými spínači a obslužnými přístroji.

Dodavatel:                      Sülzle Klein, pro instalaci uvnitř klimatizované rozvodny s dvojitou podlahou, podle provedení 1

Skříňový rozvaděč:       skříň z ocelového plechu barvy RAL7035, ochrana min. IP54, pro umístění kompletního ovládání všech agregátů podle schématu technologie, seznamu pohonů a bodů měření.

Ovládání je kompletně strukturováno a propojeno na svorkovnici na základě předpisů VDE/EN.

Jsou použity následující výrobky:

Těleso rozvodné skříně a příslušenství:	Rittal, řada TS8,
Hlavní vypínač a ovládací prvky:	Moeller, Siemens,
Systém sběrnic:	Rittal,
Řídicí transformátory:	Siemens, EMB,
Napájecí zdroje DC 24 V:	Siemens,
Kontrolní moduly DC 24 V:	Siemens, Murr,
Měnič kmitočtu:	Siemens nebo rovnocenný,
Vypínače pro nouzové vypnutí:	Siemens, hříbek,
Spínací přístroje nízkého napětí (automaty SI, stykače, atd.):	Siemens, Moeller,
Hladinové přístroje, indikátory mezních hodnot:	Negele,
Spojovací relé:	Finder, řada 4C,
Materiál svorek, převodníky signálu:	Phoenix,
Přístroje pro vyhodnocování procesu:	Endress und Hauser, ETA, Sick, (v závislosti na procesu).

### **Automatizační přístroj:**

Výrobek:                                      Siemens, řada S7-300, CPU315-2DP, (rozhraní DP pro komunikaci na úrovni pole)

komunikační procesor a datové připojení k nadřazenému řídicímu systému alternativně podle zadání zákazníka.

### **Vizualizace procesu a řízení:**

Dotykový panel:                                      výrobek Siemens, typ Multi-Panel 277, zabudovaný do hlavního rozvaděče nebo do tělesa ovládacího zařízení přímo v místě.

Úroveň manuálního ovládání:

Dotykový panel: výrobek Siemens, typ Mobil Panel 177, se 6 připojovacími boxy.

Technické údaje:

Provozní napětí:

Hlavní napájení: 400 V, 3 P, PEN, 50 Hz,

Hlavní proudový okruh: 400 V, 3 P, N, PE, 50 Hz,

Osvětlení skříně, větrání: 230 V, 1 P, N, PE, 50 Hz,

Řídicí a napájecí napětí: 230 V, 1 P, N, PE, 50 Hz,

Řídicí a napájecí napětí: 24 V, DC.

Barvy zapojovacích drátů:

Hlavní proudový okruh L1, L2, L3: černá,

Nulový vodič: světle modrá,

Zemnicí vodič: zelenožlutá,

Řídicí napětí 230 V, 50 Hz: červená / červenobílá,

Řídicí napětí 24 VDC: modrá / modrobílá,

Měřicí obvody: bílá nebo stíněné vedení,

Připojení před hlavním spínačem: oranžová,

Rušivé napětí: oranžová.

-

**Pol. 7. Vymezení dodávky**

**Rozhraní:**

Úroveň základní desky: s potřebnými základy, přívodnými a odvodnými rozvody a s nezbytnými podlahovými výpustěmi podle plánu pro základ dodaného společností Sülzle Klein,

Přísun kalů: vstup: vstupní příruba sedimentačního čerpadla, kal je bez cizorodých látek (bez kamenů, kovů atd.),

max. 6 – 8 mm,

cizorodé látky: min. 25 %, obsah sušiny:

Vynášení vysušeného granulátu: výstup: výpustné hrdlo rozmělnovače,

velikost částic: ca. 2 – 5 mm,

obsah prachu: < 1,5 %,

Zásobov. teplou vodou:	vstup:	vstupní příruba tepelných výměníků,
	teplota:	min. 85 °C,
	výstup:	výstupní příruba tepelných výměníků,
	teplota:	ca. 65 - 70 °C,
	poznámka:	potrubí a čerpadla na přivádění resp. odvádění horké vody nejsou zahrnuta,
Čerstvý vzduch:	vstup:	vzduch okolního prostředí z budovy sušárny nebo okolí, připojovací hrdlo pro čerstvý vzduch na sušárně,
Odpadní vzduch:	výstup:	příruba odváděného vzduchu na potrubí odváděného vzduchu ze sušárny, při zvolení alternativy úpravy odváděného vzduchu výpustná příruba příslušné úrovně promývání odváděn. vzduchu nebo výpušť biofiltru,
	tlak:	ca. 2.200 Pa,
	objemový proud:	ca. 7.800 m <sup>3</sup> /h,
Voda na mytí sušárny:	vtok:	centrální příruba pro připojení vody do sušárny,
	výtok:	výpust vody odváděné ze sušárny,
	tlak:	min. 3 bar
	poznámka:	technologická voda, voda zbavená částic, bez vylučování vápence,
Rozstříkovací zařízení sušárny:	vtok:	centrální příruba pro připojení vody do rozstříkovacího zařízení sušárny,
	výtok:	odvádění vody ze sušárny,
	tlak:	min. 6 bar,
	poznámka:	voda zbavená částic, bez vylučování vápence,
Voda na promývání plynu:	vtok:	připojovací hrdlo praček,
	výtok:	výtoková příruba promývání plynu,
	tlak:	min. 3 bar,
	poznámka:	voda zbavená částic, technologická voda nebo upravená voda (bez vylučování vápence),
Napájení:	3 x 400 V AC, 50 Hz	na svorkách hlavního přívodu podružného rozvodu ve skříňovém rozvaděči v rozvodně. Přívod hlavního proudu, který není součástí dodávky, je třeba položit až k podružnému rozvodu.

### **Přípojky**

Následující body, které nejsou uvedeny v rozsahu dodávky, nejsou ani zahrnuty do nabídky:

- budova, osvětlení, větrání budovy,
- výkopy, zemní práce, základy, zděné konstrukce, plášť budovy, požární ochrana v budově, atd.,
- základy pod sušárnou a pod systémem odvodu odpadních vod pro filtráty, kondenzáty nebo promývací vodu,
- skladování a přeprava odvodněného kalu k sušení, pokud není specifikováno jinak,
- potrubí přívodu kalu z jímacího bunkru k mísiči / dodávkovému čerpadlu, pokud není specifikováno jinak,
- uskladnění (silo) a dopravní zařízení pro vysušený kal,
- jeřáb nebo zvedací zařízení pro nakládku a vykládku,
- mechanická montáž a elektroinstalace, pokud není specifikováno jinak,
- trasování, kabelový materiál a položení kabelů všech komponent, pokud není specifikováno jinak,
- lešení a rampy (mobilní nebo pevně instalované) pro montáž nebo elektroinstalaci,
- zvedací zařízení nutná pro nakládku nebo vykládku, pro přepravu nebo zvedání,
- zásobování horkou vodou,
- potrubí a vedení pro rozvod horké vody,
- zásobování sušárny vodou k centrální připojovací přírubě sušárny,
- vodovodní potrubí od odtokových přípojek od sušárny ke sběrné přípojce na odpadní vody,
- zdroj napětí v rozvodně,
- vyrovnávání napětí,
- telefonické spojení do rozvodny, datová přípojka k nadřazenému systému řízení procesu a přípojka pro programování,
- spotřeba vody, energie, atd. během montáže/uvedení do provozu a pro přejímky,
- dodatečné certifikáty a přejímky.

**Pol. 10. Alternativy**

**Rozšíření úpravy odpadního vzduchu**

**Kombinované promývání plynu (kyselé / alkalické)**

Dodavatel:	Sülzle Klein nebo rovnocenný,
Typ:	horizontálně instalované promývání plynu (kombinované kyselé/alkalicky-oxidační),
Počet:	1 kus,
Odváděný vzduch:	z vysoušení čistírenského kalu po úpravě
Množství odvádě. vzduchu:	až 7.800 m <sup>3</sup> /h na jednotku,
Teplota odvádě. vzduchu:	max. 45 °C
Vlhkost odvádě. vzduchu:	až 100 %,
Motor cirkulačního čerpadla	ca. 2 x 4,00 / 400 / 50 / IP55,
kW / V / Hz / ochrana:	
Vstupní / výstupní připojení	přírubové, DN 600, příp. přizpůsobené na vzduchotechnický kanál
Materiál:	nádrž: plast, ostřikovače: 1.4301, odlučovač kapek: plast,
Vybavení:	zahrnuje: <ul style="list-style-type: none"><li>– vtok vybavený rozstříkovacími tryskami k ochlazení / kondenzaci odpadního vzduchu, přípojka DN 50,</li><li>– ostřikovače s nastavci s tryskami pro zvlhčování vzduchu v promývací zóně, dvoustupňové uspořádání, přípojka DN 50,</li><li>– odlučovač kapek,</li><li>– příruba pro vstup vzduchu a příruba pro výstup vzduchu, DN 300 resp. přizpůsobená technice vzduchovodů,</li><li>– vana jako zásobník chladicí vody a kondenzátu s měřením úrovně hladiny</li><li>– izolace a vyhřívání v případě instalace venku pro zimní provoz nutné.</li></ul>

### **Automatická úprava a dávkování (kyselé, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

Dodavatel:	Sülzle Klein nebo rovnocenný,		
Popis:	automatická úpravárenská a dávkovací stanice provedená jako komorový systém,		
Počet:	1 kus		
Motor dávkovacího čerpadla			
kW / V / Hz / ochrana:	ca. 0,09 / 400 / 50 / IP55,		
Vybavení:	dávkovací stanice pro přesné dávkování: – měření vodivosti, – membránové dávkovací čerpadlo, – variabilní přívod z nádrže na kyselinu, – systém ventilů s hlídáním tlaku, (dávkovací ventil, zásobování vodou s kalovým filtrem, měření průtoku a tlakový spínač pro sledování úrovně hladiny vody)		
Materiál:	čerpadlo:	PVDF - PTFE,	
	přívod kyseliny:	PVDF - FPM,	
	dávkovací ventil:	PTFE,	
	výplňová tělíska:	PP,	

### **Automatická úprava a dávkování (alkalicky-oxidační, NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Dodavatel:	Sülzle Klein nebo rovnocenný,		
Popis:	automatická úpravárenská a dávkovací stanice provedená jako komorový systém,		
Počet:	1 kus,		
Motor dávkovacího čerpadla			
kW / V / Hz / ochrana:	ca. 2 x 0,09 / 400 / 50 / IP55,		
Vybavení:	dávkovací stanice pro přesné dávkování: – měření vodivosti, – membránové dávkovací čerpadlo, – variabilní přívod z nádrže na kyselinu, – systém ventilů s hlídáním tlaku, (dávkovací ventil, zásobování vodou s kalovým filtrem, měření průtoku a tlakový spínač pro sledování úrovně hladiny vody)		
Materiál:	čerpadlo:	PVDF - PTFE,	
	přívod kyseliny:	PVDF - FPM,	
	dávkovací ventil:	PTFE,	
	výplňová tělíska:	PP,	

### Vybavení pro biofiltr

Výrobek:	Sülzle Klein nebo rovnocenný,
Počet modulů:	1 modul z betonu, není součástí dodávky
Objemový proud:	ca. 7.800 m <sup>3</sup> /h,
Instalace:	venku,
Teplota odváděného vzduchu:	40 °C,
Vybavení:	se skládá z: <ul style="list-style-type: none"><li>- 1 kompletní výtlačné vzduchovodní síť k rozvodům od ventilátoru a biofiltru (max. 10 m mezi ventilátorem na odváděný vzduch a biofiltrem),</li><li>- interní rozvod odváděného vzduchu,</li><li>- podlaha z dvojité mřížky,</li><li>- skříňový rozvaděč pro sledování a ovládání zařízení,</li><li>- měřicí a regulační technika (hlídání tlaku filtru, teplota surového plynu, teplota biomasy, atd.)</li></ul>
Materiál:	modul: <b>beton, dodává zákazník,</b> vzduchovod: PE-HD, výplňový materiál: biomasa, ochranná a krycí vrstva z dřevitého materiálu, kompostu a kůry,
Složení materiálu:	výplňového vstupní vrstva: 10 – 20 % štěpky, frakce 60 – 80 mm, vrstva hlavního rozkladu: 80 – 90 % štěpky, frakce 40 – 60 mm, životnost filtru: ca. 4 – 5 let,



## 18. PŘÍLOHA Č. 2 NABÍDKA SUŠÍCÍ JEDNOTKY ČISTÍRENSKÝCH KALŮ



V Brně, dne 30. listopadu 2017

### Nabídka sušící jednotky čistírenských kalů

Dobrý den pane Kazdo,

děkujeme za Vaši poptávku a na základě našich všeobecných prodejních a dodacích podmínek Vám nabízíme následující sušící jednotku čistírenských kalů:

#### Konstrukční data COMPACT 2-2:

Médium:	odvodněný čistírenský kal
Dopravované množství:	3.700 t/a
Doba provozu:	7 500 h/a
Vstupní obsah sušiny:	20,0 %
Obsah sušiny po sušení:	90,0 %
Odpařovací výkon:	ca. 390 kg <sub>H2O</sub> /h,
Tepelný zdroj:	teplá voda, min. 90 °C,
Typ sušárny:	<b>1 x Compact-Dry 2/2</b>

#### Cenový přehled:

#### SÜLZLE KLEIN COMPACT DRY 2/2 :

Pol.	Počet	Označení	Cena celkem
1.0	1	<i>Podávání média</i> sedimentační čerpadlo, potrubí, distributor	CZK 2.426.000,-
2.0	1	<i>Sušárna</i> Compact-Dry 2/2 s ventilátory pro čerstvý, cirkulující a odváděný vzduch, vzduchotechnika, opláštění, izolace, tepelný výměník na teplou vodu 90 °C	CZK 20.898.000,-
3.0	1	<i>Vynášení suchého granulátu</i> dopravní šnek, turniketový uzávěr, rozmělnovač,	CZK 566.000,-

4.0	1	<i>Úprava odváděného vzduchu</i> rekuperace tepla s potrubním na odváděný vzduch (max. 5 m)	CZK	1.325.000,-
5.0	1	<i>Ovládání procesu</i> rozvaděč, technika měření pro provoz a bezpečnost, materiál na vytyčení a kabelový rozvod, řízení procesu a vizualizace	CZK	3.206.000,-
6.0	1	<i>Ostatní</i> dohled nad montáží mechanických a elektrických částí cca 25 dnů, studené i teplé uvedení do provozu cca 15 dnů a školení pracovníků paralelně s uvedením do provozu zkušební provoz 1 den, dokumentace	CZK	1.388.000,-

Částka netto, DAP ČR CZK 29.809.000,-

#### **Doplňky:**

*Úprava odpadního vzduchu* CZK 3.656.000,-  
(kombinovaná kyselá/bazická pračka, dávkování kyselé, dávkování zásadité, potrubí na odváděný vzduch, vše k instalaci uvnitř, vybavení pro biologický filtr, těleso z betonu - není součástí dodávky)

Podrobný popis nabízených agregátů je uveden v příložené specifikaci. Dovolujeme si upozornit, že k rozsahu nabídky patří pouze specifikované součásti zařízení. Nabídka zahrnuje dodávací čerpadlo, podavač kalů na sušárnu, sušárnu, vynášení vysušeného materiálu, rekuperaci tepla z odváděného vzduchu a ovládání technického zařízení a také mechanickou a elektrickou montáž, školení pracovníků a uvedení zařízení do provozu. Materiál k vytyčení kabelových rozvodů a materiál pro kabeláž je zahrnuta v ceně, pokud není rozvaděč (provedení B1) umístěn v sušárenské hale dále než cca 10 m od sušárny.

#### **Obchodní podmínky :**

Dodání: cca 6 - 9 měsíců nebo resp. po dohodě.

Závaznost ceny: Nabídkou jsme vázáni po dobu 12 měsíců.

Po této době si v případě změny vyhrazujeme právo na odpovídající úpravu ceny

Záruka: Délka záruky: 24 měsíců od data uvedení do provozu, nejdéle 30 měsíců po připravenosti k odeslání.

**Ze záruky/odpovědnosti  
je vyloučeno:**

- přirozené opotřebení součástí zařízení,
  - poškození, která vznikla vnějším, mechanickým nebo chemickým působením,
  - poškození, která souvisí s neodborným zacházením nebo obsluhou,
  - poškození z důvodu neprováděné údržby,
- poškození způsobená chybnou a/nebo neodbornou montáží při instalaci svépomocí.

**Výluky z dodávky:**

- zemní, zednické, tesařské a sekací práce,
  - základy pro stroje a čerpadla,
  - přívod pro napájení hlavním proudem,
  - vyrovnávání napětí s přípojnici vyrovnání potenciálu,
- přejímka, šetření TUV, znalecký posudek.

Doufáme, že Vám naše nabídka vyhovuje a v případě dotazů jsme Vám samozřejmě k dispozici.

S přátelským pozdravem

**ARKO TECHNOLOGY, a.s.**

v zastoupení  
Ing. Lukáš Mrázek  
*Předseda představenstva, a.s.*

v zastoupení  
Ing. Oto Zwettler  
*obchodní náměstek*

## 19. PŘÍLOHA Č. 3 NABÍDKA PYROLÝZNÍ JEDNOTKY PYREG



HST Hydrosystémy s.r.o.

Školní 476/14

415 01 Teplice

Česká Republika

Telefon: +420 417 560 561

Fax: +420 417 561 562

e-mail: info@hydrosystemy.cz

web: www.hydrosystemy.cz

IČ: 26212706

DIČ: CZ26212706

**KONEKO spol. s r.o.**

**Ing. Oldřich Kazda**

**Výstavní ul. č 2224/8**

**709 00 Ostrava - Mariánské Hory**

Zápis v OR u Krajského soudu v Ústí nad Labem, oddíl C, vložka 21197

Banka: Česká spořitelna a.s.

č. účtu: 1511582/0800

Statutár: Ing. Petr Hellmich, MBA

Kontakt:  
Ing. Jaroslav Fuka

telefon:  
+420 606 101 733

e-mail:  
fuka@hydrosystemy.cz

datum:  
1.6.2018

Vaše značka:

Naše značka:

### Věc: ČOV Krnov – kalová koncovka – nabídka Pyreg

Vážený pane inženýre,

Na základě Vaší poptávky pro

- 805 vysušeného kalu za rok při sušině 80%
- Provoz sušárny je cca 7500 h/rok

jsme zpracovali nabídku v následujícím rozsahu:

#### **PYREG® P500 Modul, 1 ks**

Hlavní parametry 1 modulu:

- Průtok paliva (vysušený kal cca 80%) max.: 1.350 tun/rok
- Výstup – karbonizovaný kal (biochar) max.: 572 tun/rok
- Karbonová konverze: do 60%

- Tepelný výkon pro sušárnu: až 150 kW<sub>tep</sub>
- Maximální tepelný příkon: 500 kW<sub>tep</sub>
- Příkon: cca. 7 kW
- Provozní hodiny 7500 hod/rok

Zařízení sestává:

z hlavního technického kontejneru (9m x 3m x 2,8 m d / š / v), hmotnost cca 14 tun, obsah:

- Distributor vstupního materiálu (doprava paliva s rotačním podavačem)
- PYREG-reaktor (ohřev a karbonizace vstupního materiálu)
- Spalovací komora FLOX
- Vynášecí šnek se zkrápěním
- Vysokoteplotní výměníky
- Elektrická ovládací skříň s automatizační technikou pro kontinuální bezobslužný provoz

a kontejneru čištění spalin (6m x 3m x 2,8 d / š / v), hmotnost cca 9 tun, obsah:

- Odtahové ventilátory
- Pračka spalin s NaOH, plně automatická
- Filtr s aktivním uhlím
- Kontinuální měření emisí Tzl, TOC, NOx a CO dle 201/2012 Sb.

#### Podklady pro projektování:

- Rozměrový náčrtek v příloze, kontejner čištění spalin může být umístěn buď na střeše technického kontejneru nebo na stejné úrovni
- Množství spalin 600 až 1000 Nm<sup>3</sup>/hod
- Výkon PYREGu je možné řídit rychlostí posunu dopravníků, v praxi je nejeekonomičtější způsob provozu s plným výkonem po určitou nepřetržitou dobu (tzv. kampaňovitý nepřetržitý provoz, např. 5 pracovních dní v týdnu, o víkendu přestávka)
- Náběh pyrolyzéru se provádí prostřednictvím startovacího hořáku, jako médium je možné použít zemní plyn (za rok cca 1000 m<sup>3</sup>) nebo pokud není k dispozici, tak LPG.
- Potřebné množství provozní vody je 900 m<sup>3</sup>/rok

#### Cena:

1 ks Pyreg 500..... 25 mil Kč

Těšíme se na další spolupráci.

S pozdravem

**Ing. Jaroslav Fuka**

ředitel  
regionální zastoupení