

## **Obecné informace**

K podkladům bude přiložen situační plán stávající ČOV.

Projekt by měl řešit i napojení solární elektrárny, v rozsahu minimálně v prostoru kalového hospodářství s výpočtovou rezervou na budoucí rozšíření.

Zvážit do projektu přidat variantu solární elektrárny na přilehlém svahu - alespoň výpočtově a proveditelností s ohledem na budoucí nutnou energetickou soběstačnost. Může být jako samostatná etapa, která se nemusí realizovat hned.

Jednotlivé technologické celky jsou uvedeny níže.

## Primární kal

Popis stávající technologické části		
Primární kal z usazovací nádrže je za běžného provozu automatizovaně odtahován do jímky primárního kalu. Odtud je čerpán do nadzemní zahušťovací nádrže, kde má probíhat jeho gravitační zahuštění. Ze dna zahušťovací nádrže je primární kal následně odtahován do jímky surového směsného kalu, jak bylo podrobněji popsáno výše. V rámci technologického celku dochází k měření množství zahuštěného primárního kalu.		

Produkce primárního kalu		
2021-2023		
Počet hodnot:	1088	
Průměr:	71	m <sup>3</sup> /den
Medián:	76	m <sup>3</sup> /den
Minimum:	0	m <sup>3</sup> /den
Maximum:	133	m <sup>3</sup> /den
Směrodatná odchylka:	16.217	

Kvalita primárního kalu		
2021-2023		
<b>Statistika organické látky:</b>		
Počet hodnot:	146.00	
Průměr:	74.11	% v sušině
Medián:	75.55	% v sušině
Minimum:	33.10	% v sušině
Maximum:	83.10	% v sušině
Směrodatná odchylka:	6.922	
2021-2023		
<b>Statistika sušina:</b>		
Počet hodnot:	146	
Průměr:	3.09	%
Medián:	3.1	%
Minimum:	0.2	%
Maximum:	8.3	%
Směrodatná odchylka:	1.196	

Požadované		
Mělo by dojít k odstavení a odstranění zahušťovací nádrže. Kal by se měl rovnou dopravovat do jímky směsného kalu, jelikož jeho sušina je standardně velmi dobrá (okolo 3 %) a nemusí docházet k jeho speciálnímu zahušťování.		

Musí se optimalizovat především odtah primárního kalu - cesta odběru kalu se musí upravit tak aby se kal mohl odebírat na základě on-line měření. Ideálně on-line měření koncentrace sušiny primárního kalu. Dále je možnost, tak jako například na ČOV Hradec Králové, odebírat kal na základě rychlosti plnění příslušné jímky (kal který je hustší teče pomalu a naopak). Toto však nejde provést ve chvíli kdy primární kal bude zaústěn rovnou do jímky směsného kalu.

Cesta odtahu musí být vybavena šoupětem, které umožní otevřít a zavřít se velmi rychle, tak aby bylo dosaženo optimální sušiny odtahovaného kalu.

Na potrubí musí být měřeno množství odtahovaného primárního kalu.

## Sekundární kal

Popis stávající technologické části		
<p>Přebytečný biologický kal o je odtahován z odtokové sekce nádrže regenerace kalu prostřednictvím odstředivého čerpadla. Výtlak tohoto čerpadla je zaústěn do sání podávacího čerpadla na soubor strojního zahuštění. Zahuštění přebytečného kalu je realizováno tlakovzdušnou flotační jednotkou o nominálním výkonu 27,5 m<sup>3</sup>/h, sestávající z vlastní flotační nádrže se stíracím zařízením, recirkulačního okruhu pro syčení směsi vzduchem a vzduchového okruhu. Provoz flotační jednotky je automatizovaný a její provoz je standardně nepřetržitý. Zahuštěný přebytečný kal v podobě flotační pěny odtéká gravitačně do jímky surového směsného kalu, kde se smísí se zahuštěným primárním kalem. Odloučená voda odtéká do vstupní čerpací stanice. V případě odstávky nádrže regenerace kalu lze provádět odtah přebytečného kalu i odbočkou na potrubí vratného kalu. Při odstávce flotační jednotky je možné přivádět přebytečný kal před usazovací nádrž a odtahovat jej společně s primárním kalem. V rámci této sekce dochází k měření množství přebytečného kalu vstupujícího na flotační jednotku.</p>		

Produkce sekundárního kalu		
2021-2023		
Počet hodnot:	1095	
Průměr:	212	m <sup>3</sup> /den
Medián:	243	m <sup>3</sup> /den
Minimum:	0	m <sup>3</sup> /den
Maximum:	365	m <sup>3</sup> /den
Směrodatná odchylka:	101.17	

Kvalita sekundárního kalu		
2021-2023		
Statistika organické látky:		
Počet hodnot:	122	
Průměr:	75.15	% v sušině
Medián:	75.45	% v sušině
Minimum:	70.4	% v sušině
Maximum:	78.8	% v sušině
Směrodatná odchylka:	2.12	
2021-2023		
Statistika sušina:		
Počet hodnot:	120	
Průměr:	1.14	%
Medián:	1.1	%
Minimum:	0.3	%

Maximum:	3.2	%
Směrodatná odchylka:	0.38	

<b>Požadované</b>		
Cesta odtahu sekundárního (přebytečného) kalu může zůstat ve stejném sledu, jako je v současné době.		
Sušina dosahovaná strojním zahuštěním sekundárního kalu na flotaci je naprosto v pořádku (okolo 4 %). Velkou nevýhodou flotační jednotky je však značná spotřeba elektrické energie (instalovaný příkon je cca 50 kW). Nákladný servis, v případě poruchy nemožnost rychle opravit a zařízení nemá náhradu.		
Flotace by měla být nahrazena zařízením, které bude zahušťovat sekundární kal na výslednou sušinu okolo 5 % a zároveň nebude spotřebovávat tak velké množství elektrické energie. Preferujeme aplikaci rotačního zahušťovače, jehož nominální příkon se s veškerým příslušenstvím bude pohybovat okolo 10 kW. Společně s rotačním zahušťovačem bude nutné počítat s dávkováním flokulantu a jeho automatickou přípravou.		
Mělo by být počítáno s umístěním dvou shodných technologických zařízení tak, aby zde po rekonstrukci existovala provozní záloha. Výkon jednoho zařízení by měl být minimálně stejný jako je výkon stávající flotační jednotky.		
Počítat s akumulačním prostorem pro příjem kalů z malých a domovních ČOV tak, aby byla možnost jej zahustit v rámci odvodnění přebytečného kalu.		
V rámci cesty odtahu sekundárního kalu by mělo být umístěno měření množství odtahovaného kalu.		
Zahuštěný kal bude dopravován do jímky směsného kalu, kde se bude míchat s primárním kalem.		

## Směsný kal

Popis stávající technologické části		
K "vytvoření" směsného kalu dochází v jímce směsného kalu, která disponuje objemem 35 m <sup>3</sup> . Do jímky je zaústěn primární kal a zahuštěný sekundární kal. Z jímky je kal čerpán do vyhnívacího procesu.		

Produkce směsného kalu		
2021-2023		
Počet hodnot:	1095	
Průměr:	94	m <sup>3</sup> /den
Medián:	90	m <sup>3</sup> /den
Minimum:	26	m <sup>3</sup> /den
Maximum:	211	m <sup>3</sup> /den
Směrodatná odchylka:	26.24	

Kvalita směsného kalu		
2021-2023		
Statistika organické látky:		
Počet hodnot:	149	
Průměr:	73.1	% v sušině
Medián:	74.0	% v sušině
Minimum:	55.8	% v sušině
Maximum:	80.1	% v sušině
Směrodatná odchylka:	4.42	
2021-2023		
Statistika sušina:		
Počet hodnot:	148	
Průměr:	4.03	%
Medián:	3.9	%
Minimum:	0.9	%
Maximum:	6.8	%
Směrodatná odchylka:	1.14	

Požadované		
Koncept zůstane zachován.		
Je nutné počítat s konceptem, který umožní dávkování externího substrátu (např. kal z ČOV v mlékárně apod.) do vyhnívacího procesu.		
Zhodnotit možnost příjmu gastroodpadů jeho uskladnění a zpracování v rámci vyhnívacího procesu.		

## Vyhnívací proces

Popis stávající technologické části		
<p>Směsný kal je z čerpací jímky směsného kalu čerpán pomocí dvou vřetenových čerpadel do souboru kalového hospodářství, tvořeného dvěma vyhnívacími a dvěma uskladňovacími nádržemi. Vlastní anaerobní proces je navržen ve dvoustupňovém uspořádání a využívá nadzemních železobetonových nádrží, jejichž stáří sahá do období výstavby původní ČOV v roce 1968. Systém byl navržen na provoz v mezofilní teplotní oblasti. V běžném provozu jsou vyhnívací nádrže protékány sériově, avšak trubní propojení umožňuje i samostatný provoz pouze jedné či druhé vyhnívací nádrže. Ohřev kalu je zajišťován přes tepelný cirkulační okruh prostřednictvím výměníku voda – kal s využitím tepla, produkovaného spalováním vyvíjeného bioplynu v plynové kotelně.</p>		
<p>Primárně je prováděn ohřev pouze 1. stupně vyhnívací nádrže, avšak je možné ohřívat 1. i 2. stupeň najednou či pouze 2. stupeň, pokud je např. první stupeň odstaven. Míchání zpracovávaného kalu je v obou nádržích primárně zajišťováno mechanicky pomocí pomaloběžných ponorných míchadel Scaba. Míchání nádrží lze provádět rovněž hydraulicky užitím příslušného cirkulačního okruhu. Vyvíjený bioplyn z obou vyhnívacích nádrží je jímán v nadzemním suchém plynojem. Vyhnílý kal z druhé vyhnívací nádrže je přiváděn do soustavy dvou nadzemních kruhových uskladňovacích nádrží. Původ obou nádrží je rovněž datován do období vzniku ČOV, tedy do roku 1968. V běžném provozu jsou obě uskladňovací nádrže provozovány v sériovém uspořádání, kdy vyhnílý kal je přiváděn do první nádrže a z druhé nádrže je následně odebírán pro strojní odvodnění. Obě nádrže byly vystrojeny ponornými míchadly, čerpadly pro přečerpávání kalu a byla provedena modernizace dalšího souvisejícího vystrojení. Vyhnílý, anaerobně stabilizovaný kal z uskladňovacích nádrží je dále přiváděn na soubor strojního odvodnění kalu.</p>		

Požadované		
<p>Po dobu modernizace kalového hospodářství je nutné počítat se zachováním provozu po celou dobu rekonstrukce.</p>		
<p>Hlavní cíle rekonstrukce:</p>		
<ul style="list-style-type: none"><li>· maximální účinnost anaerobního procesu</li><li>· vysoký stupeň konverze organických látek</li><li>· minimalizace výsledného objemu kalu</li><li>· vysoká výtěžnost produkovaného bioplynu</li><li>· energetická soběstačnost procesu</li><li>· možnost využití přebytků energie pro zpětné uplatnění v čistícím procesu</li><li>· zajištění požadovaných fyzikálních a hygienických vlastností kalu</li><li>· dlouhodobá životnost, stabilní chod a náležitá provozní záloha</li></ul>		
<p>Přikláníme se k variantě nahrazení původního procesu vícefázovým teplotním procesem, kdy jeden reaktor bude termofilní s teplotou okolo 60°C tak, aby byla provedena hygienizace kalu a další reaktor (jeden nebo dva) s příslušnou dobou zdržení a mezofilní oblastí vyhnívání s teplotou okolo 40°C.</p>		

V rámci intenzifikace bude nutné, aby mohla proběhnout za provozu, počítat s dočasným zachováním vyhnívacích nádrží. Pro výstavbu nových vyhnívacích nádrží bude nutné využít prostor stávajících uskladňovacích nádrží. Místa původních vyhnívacích nádrží, které budou po zprovoznění nových vyhnívacích nádrží volná, budou využita pro vystavění nových uskladňovacích nádrží. Dle zhodnocení stavu současných vyhnívacích nádrží může být počítáno s využitím jejich konstrukce.



## Plynové hospodářství

Popis stávající technologické části		
<p>Bioplyn vznikající anaerobním rozkladem zpracovávaného kalu je jímán z vrchní části obou vyhnívacích nádrží, odkud je následně přes vodní uzávěru a plynovou kompresorovnu přiváděn do nadzemního suchého plynojemu s plovoucím stropem o užitém objemu cca 500 m<sup>3</sup>. Membrána s plovoucím ocelovým stropem plynotěsně odděluje vnitřní plynový prostor od vnějšího vzduchového prostoru, který je uvnitř ocelového pláště nad plovoucím stropem. Požadovaný tlak plynu je vytvořen vahou stropu, která je zvýšena na požadovanou hodnotu betonovou zátěží. Strojovna a technologické vybavení plynojemu a bylo v rámci intenzifikace ČOV v roce 2006 kompletně modernizováno při zachování původního dna plynojemu. Další dílčí rekonstrukce plynojemu proběhla v roce 2017, při níž byl i navýšen jeho užitečný objem až na cca 600 m<sup>3</sup>.</p> <p>Akumulovaný bioplyn je následně odebírán do třech různých míst jeho spotřeby, a to do plynové kotelny, spalovny kalu a hořáku zbytkového plynojemu. Celkové množství vyprodukovaného bioplynu a podíl spotřebovaný v jednotlivých zařízeních je měřen příslušnými plynoměry.</p> <p>V současné době, kdy není provozována linka termické degradace odpadů, je vyprodukovaný bioplyn dominantně využíván v plynové kotelně pro ohřev kalu, zpracovávaného ve vyhnívacích nádržích.</p>		
<p>Za tímto účelem jsou v plynové kotelně instalovány celkem 2 ks kotlů, zajišťujících výrobu horké vody pro následný ohřev kalu ve výměnících voda – kal.</p>		
<p>První, starší kotel o výkonu 310 kW, je určen pouze pro spalování bioplynu. Pochází z období před velkou modernizací ČOV a v rámci ní byl pouze modernizován výměnou hořáků. Druhý kotel s kombinovaným hořákem pro spalování bioplynu a zemního plynu o výkonu 264/120 kW byl na ČOV osazen v roce 2006. V případě nedostatku produkce bioplynu či při najíždění anaerobního procesu umožňuje provoz i na zemní plyn.</p>		
<p>Další větev bioplynového potrubí odvádí plyn do souboru dnes nevyužívané linky termické degradace odpadů. Případné přebytky produkce bioplynu po vyčerpání akumulační kapacity plynojemu jsou řízeně spalovány v hořáku zbytkového plynu, nově instalovaného na ČOV v roce 2006.</p>		

Produkce bioplynu		
2021-2023		
Počet hodnot:	1095	
Průměr:	1811	m <sup>3</sup> /den
Medián:	1833	m <sup>3</sup> /den
Minimum:	584	m <sup>3</sup> /den
Maximum:	2785	m <sup>3</sup> /den
Směrodatná odchylka:	297.95	

Požadované		
Díky nedostatečné době zdržení a nižším procesním teplotám není vývin bioplynu optimální.		

V rámci rekonstrukce bude vybudován plynojem o celkovém užitém objemu 1800-2000 m<sup>3</sup> (dle výpočtů projektanta), který zajistí zhruba denní akumulční prostor pro očekávané denní produkce.

Současně s intenzifikací kalového hospodářství bude provedena i kompletní modernizace souvisejícího souboru energetického využití bioplynu výstavbou zcela nového energobloku za účelem maximálního využití energetického potenciálu produkovaného bioplynu. Ten bude dominantně spalován ve dvou nových kogeneračních jednotkách, každá o elektrickém výkonu 150 – 200 kW, které kromě výroby elektrické energie pro zpětné využití na ČOV zajistí rovněž produkci tepla, jež bude prioritně využíváno pro ohřev kalu ve vyhnívacích nádržích. Předpokládáme, že po většinu roku bude anaerobní proces energeticky plně soběstačný, nicméně v chladnějším období pravděpodobně bude potřeba využít k ohřevu externí zdroj tepla. Za tím účelem bude nutné nainstalovat dvojici nových plynových kotlů, umožňujících kromě bioplynu spalovat i zemní plyn, který je na ČOV zaveden. Hořák zbytkového plynu zůstane na ČOV zachován, nicméně v provozu bude pouze ve výjimečných případech odstávky zařízení v plynové kotelně a jiných havarijních událostech.

Zvážit možnost instalace získávání zpětného tepla na odtoku z vyhnívacích nádrží (např. jako na ČOV Hradec Králové).

Online měření množství bioplynu + měření kvality bioplynu.

## Odvodnění kalu

### Popis stávající technologické části

Anaerobně stabilizovaný kal je přiváděn na soubor strojního odvodnění kalu, vybudovaný kompletně nový v roce 2006.

Odvodňovaný kal je přiváděn přes macerátor do podávacího čerpadla kalu, které zajišťuje jeho další transport na vlastní odvodňovací linku. Ta je tvořena dekantační odstředivku firmy Alfa Laval, doplněnou o další nezbytné příslušenství, jakým je především indukční průtokoměr množství odvodňovaného kalu, automatizovaná stanice pro přípravu roztoku flokulantu a řídicí rozvaděče. Odvodňovaný kal je transportován systémem dopravníků do zatepleného nadzemního stacionárního kalového sila o objemu 100 m<sup>3</sup>, jež se nachází vedle objektu strojního odvodnění. Z tohoto sila je možné kal dalším systémem dopravníků přivádět do objektu linky termické degradace odpadů (spalovny), případně jej lze jiným dopravníkem transportovat do přistaveného nákladního automobilu pro odvoz k dalšímu alternativnímu zpracování.

### Produkce primárního kalu

2021-2023

Počet hodnot:

1094

Průměr:

118 m<sup>3</sup>/den

Medián:

126.5 m<sup>3</sup>/den

Minimum:

0 m<sup>3</sup>/den

Maximum:

253 m<sup>3</sup>/den

Směrodatná odchylka:

104.42

### Požadované

Dekantační odstředivka kalu je z roku 2006 - je nutné pořídit nové dvě odstředivky tak, aby vždy existovala 100% záloha.

Odstředivky kalu by měly být umístěny do stávající budovy spalovny kalů. Stávající vybavení spalovny kalů bude demontováno a budova bude sloužit pro umístění odvodnění kalu a pro kogenerační jednotky.

V rámci odvodnění bude vybudován nový systém dopravníků odvodňovaného kalu, tak aby mohl být odvodňovaný kal dopravován do přistavených kontejnerů. U budovy spalovny kalu by mělo být dobudováno místo, kde bude prostor pro kontejnery na odvodňovaný kal.

V rámci odvodnění kalu respektive produkce kalové vody, bude v projektu zvaženo separátní čištění kalových vod z odvodnění kalů.

Horní patro budovy spalovny možno využít jako sklad náhradních dílů, flokulantu apod.

V rámci projektu počítat s vybudováním garáže pro nákladní automobil - pokud prostor dovolí.