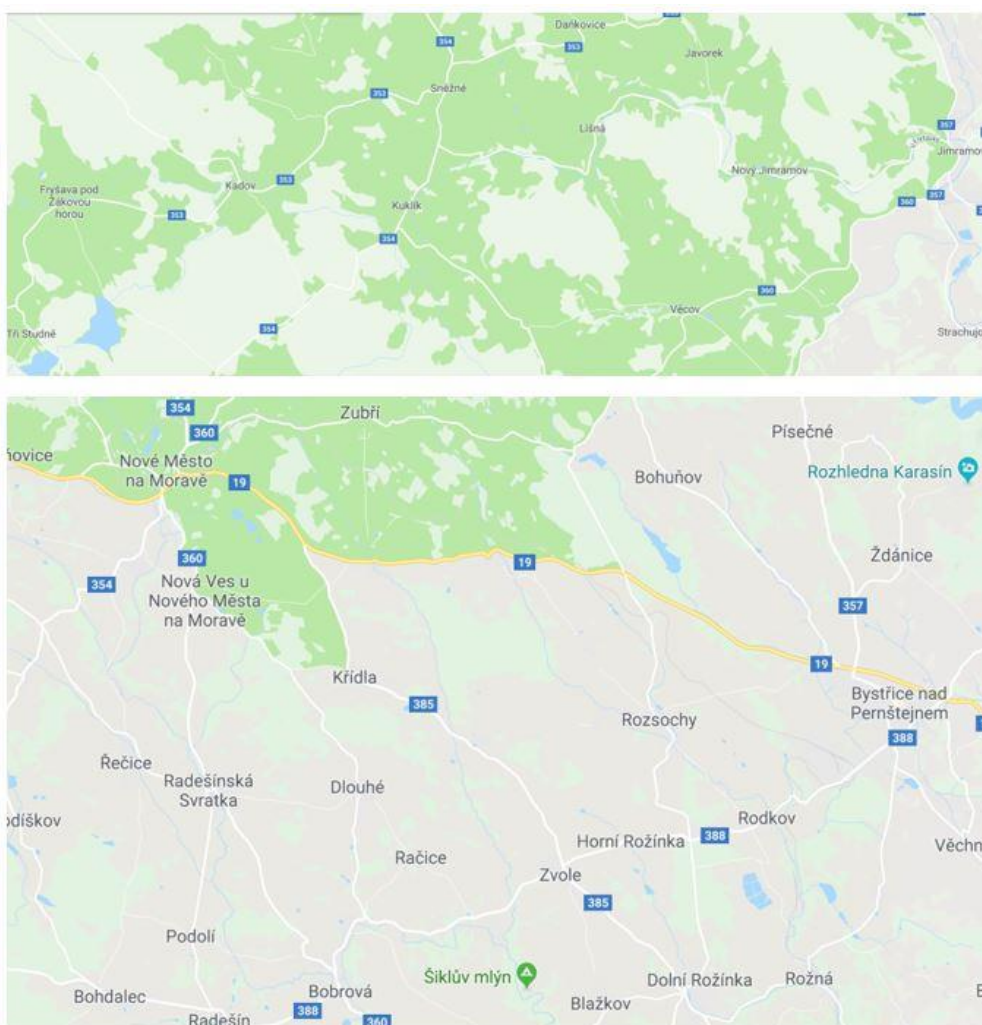


Odborná studie

Alternativní řešení využití kalů z komunálních čistíren odpadních vod – Mikroregion Novoměstsko



Ing. Jan Foller

Duben 2018

Základní údaje:

Identifikace objednatele:

ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, z.s.
zastoupená Ing. Hejátkovou Květuší
Sídlo: Podhradí 1022, 675 71 Náměšť nad Oslavou
IČO: 70851131
DIČ: CZ 70851131
Bankovní spojení: KB a.s., č.ú. 19- 7741470247/0100

Identifikace zpracovatele:

Ing. Jan Foller
Sadová 369/23
664 49 Ostopovice
IČO: 43393357
DIČ: CZ521204058
Bankovní spojení: mBanka, č.ú. 670100-2207020163, kód banky 6210

Autor:

Ing. Jan Foller

Obsah

Základní údaje:.....	1
1 Předmět studie.....	4
2 Podklady pro zpracování studie	5
3 Metodika	6
4 Technický popis jednotlivých ČOV a kalových hospodářství	7
4.1 ČOV v CHKO Žďárské Vrchy	7
Fryšava.....	7
Tři studně – Vlachovice	7
Lišná.....	8
Kadov.....	8
Daňkovice	9
Javorek.....	9
Zubří.....	10
4.2 ČOV mimo oblast CHKO Žďárské Vrchy	11
Jimramov.....	11
Radešínská Svratka – Řečice.....	11
Bobrová.....	12
5 Přehled současných technologických možností zpracování čistírenských kalů, které mohou zajistit legislativně průchodné vlastnosti produktu	13
5.1 Vymezení podmínek nakládání s kaly z ČOV legislativou	13
5.2 Současné technologické postupy s perspektivou využití po roce 2019	14
Uskladnění přebytečného kalu s řízenou aerobní stabilizací	14
OSS – oxyterm sludge systém (dále jen OSS Oxyterm) nebo varianty s čistým kyslíkem.....	14
Sušení kalů (nízkoteplotní, solární).....	15
Spalování kalů.....	15
Kompostování, výroba substrátů.....	16
Hygienizace páleným vápnem.	16
6 Možné varianty řešení zpracování čistírenských kalů pro Mikroregion Novoměstsko.....	17
6.1 Obecná klasifikace ČOV z hlediska technologie zpracování kalů.....	17
6.2 Obecný popis globální varianty řešení s využitím infrastruktury a ČOV Žďár nad Sázavou.....	18
Základní rysy a rizika varianty	19
Celkové posouzení varianty se sušárnou na ČOV Žďár nad Sázavou	23
6.3 Obecný popis varianty řešení v rámci Mikroregionu Novoměstsko s využitím minimálně intenzifikované infrastruktury a předpokladem zpracování kalů na kompostárně	23
Základní rysy a rizika varianty:.....	24
Celkové posouzení varianty s využitím externí kompostárny ke zpracování veškerého kalu.....	26
6.4 Obecný popis varianty řešení s využitím intenzifikované infrastruktury a hygienizace, se zajištěním maximální soběstačnosti Mikroregionu Novoměstsko.....	27
Základní rysy a rizika varianty:.....	27
Celkové posouzení varianty zajišťující maximální samostatnost Mikroregionu Novoměstsko s využitím hygienizace veškerého kalu k přímé aplikaci nebo po odvodnění a k převozu na externí kompostárnu ke	

zpracování na sušárně	31
6.5 Stručné srovnání navržených variant.....	32
6.6 Použitá data a sazby.....	32
7 Závěr	34

1 Předmět studie

Na základě smlouvy o dílo ze 7.3.2018 je předmětem tohoto dokumentu posouzení stávajícího technického řešení kalového hospodářství ČOV v Mikroregionu Novoměstsko v rozsahu určeném v následujících bodech:

1. Přehled současných možností technologií, které připadají v úvahu realizovat v mikroregionu s dodržением kvality kalů dle platné legislativy
2. Vyhodnocení jednotlivých technologií a provozu ČOV v Mikroregionu Novoměstsko včetně dosahované kapacity a kvality kalů (případná nabídka pro zpracování kalů z obcí mikroregionu které nejsou vybaveny vlastní čistírnou)
3. Návrh technologického řešení s odhadem přibližných investičních a provozních nákladů – alternativní řešení v mikroregionu
4. Popis možného globálního řešení se zapojením případné centrální jednotky na finální zpracování kalů, upozornění na provozní rizika.
5. Předpoklad kapacity kompostárny (bez ohledu na možnosti zajištění substrátu) při 20% podílu kalů v surovinové skladbě kompostárny.

Mikroregion Novoměstsko zahrnuje pro účely plnění požadovaného v zadání následující objekty komunálních čistíren odpadních vod, dále jen ČOV:

- Bobrová
- Radešínská Svratka – Řečice
- Lišná
- Javorek
- Kadov
- Daňkovice
- Zubří
- Fryšava pod Žákovou horou
- Tři studně – Vlachovice
- Jimramov

Většina uvedených obcí se nachází v CHKO Žďárské Vrchy, výjimku tvoří komunální ČOV obcí:

- Bobrová
- Radešínská Svratka – Řečice
- Jimramov (obec se nachází na hranici CHKO)

Poloha obcí má z hlediska řešení zadané studie rozhodující význam.

2 Podklady pro zpracování studie

Tento dokument byl zpracován na základě zadavatelem a provozovateli dotčených ČOV, poskytnutých materiálů a informací v rozsahu:

- Vybrané technologické parametry dotčených ČOV
- Počet skutečně napojených obyvatel na jednotlivé ČOV
- Kapacity kalových hospodářství
- Současně používaná technologie zpracování přebytečného kalu
- Technologické vystrojení kalových hospodářství
- Dosahované výsledky ve zpracování přebytečného kalu
- Orientační informace o produkci stabilizovaného kalu

Kromě uvedených podkladů byly využity informace získané při konzultacích s některými provozovateli dotčených ČOV a nejnovější poznatky z oboru v ČR.

3 Metodika

Ve světle současně platné legislativy a s přihlédnutím k perspektivě vývoje v oblasti nakládání s kaly produkovanými na komunálních ČOV jsou vyhodnoceny: současná technologická úroveň čistíren odpadních vod zahrnovaných pod „Mikroregion – Novoměstsko“, možnosti a úroveň provozu stávajících kalových hospodářství a jejich kapacity.

Kapacitní a logistické závěry budou vycházet z projektované kapacity daných objektů, dle ČSN 756401, stejně, jako předpoklady produkce čistírenských kalů.

Z hlediska kvantifikace nákladů a možností jednotlivých zařízení budou použity v praxi dosahované hodnoty a vlastnosti produkovaných kalů podle způsobu zpracování a současné sazby za služby (doprava), běžně účtované.

4 Technický popis jednotlivých ČOV a kalových hospodářství

4.1 ČOV v CHKO Žďárské Vrchy

Fryšava

ČOV Fryšava je řešena, jako nízko – zatížená, směšovací aktivace s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	400
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	360
Objem aktivačních nádrží (m ³)	130
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,05
Objem kalojemů (m ³)	33
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	24,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	21,6

Po technologické stránce odpovídá řešení biologické linky ČOV současnému standardu, kalové hospodářství produkuje aerobně stabilizovaný kal bez garance nově požadovaných hygienických parametrů. Objem kalojemu neposkytuje žádnou rezervu pro další využití.

Tři studně – Vlachovice

ČOV Tři studně – Vlachovice je řešena, jako nízko – zatížená, směšovací aktivace s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu. ČOV je řešena ve dvou linkách, ale z důvodu nízkého zatížení, které je navíc silně ovlivněno sezónními vlivy je v provozu pouze jedna linka. V lokalitě se projevuje velký vliv sezónního zatížení, který dosahuje násobku místní produkce odpadních vod. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	2200
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	230 – 1000
Objem aktivačních nádrží (m ³)	584
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,06
Objem kalojemů (m ³)	150
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	110,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	11,5 – 50,0

Po technologické stránce se řešení biologické linky ČOV blíží současnému standardu,

odpovídá době návrhu projektu. Pokud by mělo být projektové zatížení ČOV hodnoceno podle současných kritérií, odpovídala by kapacita biologického stupně asi 1927 EO. Kalové hospodářství produkuje aerobně stabilizovaný kal, bez garance nově požadovaných hygienických parametrů. Vlastní kapacita kalojemů odpovídá projektované kapacitě ČOV a nenabízí větší rezervy k dalšímu využití v případě plného zatížení ČOV. Problematická je funkce a kapacita odvodňovacího zařízení, které neplní ani nyní očekávanou funkci. U této ČOV je nutné počítat v každém případě s investicemi. Tyto investice však v případě komplexního pohledu v širších souvislostech mohou být zdůvodněny tím, že ČOV zaujme funkci centrálního zařízení pro další malé objekty v blízkém okolí a zvýší se stabilita biologické linky.

Lišná

ČOV Lišná je řešena, jako nízko – zatížená, směšovací aktivace s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	125
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	66
Objem aktivačních nádrží (m ³)	18
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,10
Objem kalojemů (m ³)	4
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	6,2
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	3,3

Vzhledem k tomu, že u ČOV této velikosti není požadavek na účinné odstraňování dusíku a fosforu, je projektované zatížení kalu na horní hranici nízko – zatížených systémů bez kapacitní rezervy. Produkovaný kal má při projektovaném zatížení zvýšený obsah organického podílu. Objem kalojemu je podhodnocen, vzhledem k podmínkám panujícím v oblasti. Tato ČOV by při projektovaném zatížení mohla být riziková.

Kadov

ČOV Kadov je řešena, jako nízko – zatížená, přerušovaná aktivace – systém SBR, s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	250
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	150
Objem aktivačních nádrží (m ³)	36

Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,10
Objem kalojemů (m ³)	18
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	12,5
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	7,5

Podobně, jako u předcházející ČOV Lišná, není u ČOV této velikosti požadavek na účinné odstraňování dusíku a fosforu a projektované zatížení kalu je na horní hranici srovnatelné, jako u nízko – zatížených systémů. S ohledem na velikost pracovního objemu aktivace je ČOV bez kapacitní rezervy s předvídatelným rizikovým provozem při naplnění projektované kapacity. Produkovaný kal má při projektovaném zatížení a dodržení pracovní koncentrace dle provozního řádu, zvýšený obsah organického podílu.

Daňkovic

ČOV Daňkovic je řešena, na shodném principu, jako ČOV Lišná, tedy jako nízko – zatížená, směšovací aktivace s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu, ale s dvojnásobnou projektovanou kapacitou. ČOV je od shodného dodavatele. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	250
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	117
Objem aktivačních nádrží (m ³)	36
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,10
Objem kalojemů (m ³)	18
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	12,5
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	5,8

Vzhledem k tomu, že i u této ČOV není, vzhledem k její velikosti požadavek na účinné odstraňování dusíku a fosforu, je projektované zatížení kalu na horní hranici nízko – zatížených systémů bez kapacitní rezervy. Při naplnění předpokládaného zatížení projektem lze očekávat problémy s funkcí biologické linky. Produkovaný kal má při projektovaném zatížení zvýšený obsah organického podílu.

Javorek

ČOV Javorek je řešena, jako nízko – zatížená, modifikovaná směšovací aktivace. Kalojem není provzdušňovaný a původně počítal zřejmě s dlouhodobou stabilizací přebytečného kalu prostým uskladněním v kalojemu po dobu asi 130 – 150 dní. Technologie kalového hospodářství neodpovídá skutečnosti, že se ČOV nachází v CHKO. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	160
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	110
Objem aktivačních nádrží (m ³)	55
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,04
Objem kalojemů (m ³)	40
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	8,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	5,5

Vzhledem k tomu, že u ČOV této velikosti není, vzhledem k její kapacitě požadavek na účinné odstraňování dusíku a fosforu, je projektované zatížení kalu na přijatelné úrovni s dostatečnou rezervou. Problémem může být vlastní technologické provedení, především kalového hospodářství, které musí být intenzifikováno pro další provoz. Produkovaný kal má při projektovaném zatížení předpoklad k dobré stabilizaci, ale bez jakéhokoliv garantovatelného hygienického zabezpečení. Pro danou oblast je řešení již nyní problematické. Jeho anaerobní vlastnosti jsou na překážku společnému zpracování s ostatními kaly a bude třeba úpravy technologie.

Zubří

ČOV Zubří je řešena, jako nízko – zatížená aktivace s oddělenou denitrifikací a nitrifikací a s rizikovým objemem aktivací. Produkovaný přebytečný kal je zpracován v kalové koncovce s aerobní stabilizací v provzdušňovaném kalojemu, jehož objem je na hraniční úrovni. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	500
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	460
Objem aktivačních nádrží (m ³)	64
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,12
Objem kalojemů (m ³)	34
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	25,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	23,0

Vzhledem k tomu, že i u této ČOV není, vzhledem k její velikosti požadavek na účinné odstraňování dusíku a fosforu, bylo projektované zatížení kalu navrženo na horní hranici nízko – zatížených systémů bez jakékoliv kapacitní rezervy. Způsob technologického vystrojení navíc komplikuje možnou funkci, jako D – N systém. Produkovaný kal má při projektovaném zatížení zvýšený obsah organického podílu a navržený systém kalového hospodářství je nevyhovující. Provoz této ČOV lze označit do budoucna, jako rizikový.

4.2 ČOV mimo oblast CHKO Žďárské Vrchy

Jimramov

ČOV Jimramov je řešena, jako nízko – zatížená aktivace na principu oddělené denitrifikace a nitrifikace, D – N systému. Stabilizace kalu je řešena technologií s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	1300
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	970
Objem aktivačních nádrží (m ³)	437
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,04
Objem kalojemů (m ³)	152
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	65,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	48,5

Projektované zatížení kalu umožňuje nárazové, krátkodobé přetížení a ČOV má technologickou rezervu. S ohledem na technologii řešení biologické linky může ČOV účinně odstraňovat dusíkaté znečištění. Objem kalojemů je nadstandardní a má značnou a využitelnou rezervu. ČOV je vybavena odvodněním kalu.

Radešínská Svratka – Řečice

ČOV Radešínská Svratka – Řečice je řešena, jako nízko – zatížená, směšovací aktivace s dostatečně dimenzovaným biologickým stupněm. Kalové hospodářství je navrženo s oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu v provzdušňovaném kalojemu. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	1400
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	1020
Objem aktivačních nádrží (m ³)	482
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,04
Objem kalojemů (m ³)	174
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	70,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	51,0

Po technologické stránce má ČOV předpoklad odstraňovat s vysokou účinností dusík a vybudované kalové hospodářství má značnou využitelnou rezervu i při naplnění projektované kapacity.

Bobrová

ČOV Bobrová je řešena, jako nízko – zatížená, na principu modifikovaného D – N systému s předřazenými selektory. Technologické uspořádání umožňuje různé varianty provozu a relativně účinné odstraňování dusíku. Základní technologická data jsou uvedena v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Projektovaná kapacita v EO	1100
Počet napojených obyvatel – skutečné zatížení	833
Objem aktivačních nádrží (m ³)	300
Projektované zatížení kalu (kg BSK ₅ /kg.den)	0,06
Objem kalojemů (m ³)	70
Teoretická produkce sušiny kalu dle projektu (kg/den)	55,0
Teoretická produkce sušiny kalu dle současného zatížení (kg/den)	41,6

Vzhledem k objemu biologického stupně nemá proti projektované kapacitě ČOV velkou rezervu v přetížení. Kalové hospodářství je na minimálním objemu pro účinnou aerobní stabilizaci kalu a nemá využitelnou rezervu.

5 Přehled současných technologických možností zpracování čistírenských kalů, které mohou zajistit legislativně průchodné vlastnosti produktu

Podle požadavků již platné **Vyhl. 437/2016** a ve vazbě na **Zákon 61/2017, Sb. „Zákon o hnojivech“**, je nezbytné, aby kal produkovaný na výstupu z biologických ČOV, před aplikací do půdy splňoval hygienické požadavky, dané touto legislativou, přičemž jsou uplatněna i jistá omezení v jeho zpracování na průmyslové komposty. Tímto se provozovatelům biologických ČOV nabízí pouze omezené možnosti řešení provozu kalové koncovky.

5.1 Vymezení podmínek nakládání s kaly z ČOV legislativou

Základní postupy a omezení jsou legislativně vymezeny níže uvedenými zákony a vyhláškami, které koncem roku 2016 a začátkem roku 2017 doznaly zásadních změn a další úpravy lze očekávat. Jedná se především o následující dokumenty:

- Novela zákona č. 185/2001, Zákon o odpadech, zákonem č. 223/2015 Sb., která kromě jiného zmocňuje MŽP ke stanovení podrobnosti nakládání s kaly vyhláškou, mění požadavky pro nakládání s kaly, definici kalu a upraveného kalu, omezuje možnosti předání kalů určených k použití na půdě oprávněným osobám.
- Vyhláška č. 437/2016 Sb., platná od 1.1.2017, zásadním způsobem určuje podmínky pro nakládání s kaly, kritéria hygienizace kalů a jejich kontroly, rozšiřuje povinnost sledování kontaminace kalů, hlavní ustanovení platí od 1.1.2020. Vyhláška byla, kromě jiných změn, rozšířena o stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků – sumu 12 PAU.
- Zákon č. 61/2017 Sb. z 19. ledna 2017, kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů, rozšiřuje navíc kontrolu půdy o nové toxické polutanty (PAU, Be, V, Co).
- V rámci EU platí směrnice 86/278/EEC, která udává limitní hodnoty obsahu rizikových prvků v kalech ČOV, určených k aplikaci na zemědělskou půdu.

Důsledek výše uvedených legislativních norem je zásadní a vynutí si zcela jistě komplexnější přístup k rekonstrukci a vybavení ČOV a kalových hospodářství na straně jedné a přehodnocení případného odmítavého postoje zemědělských subjektů na straně druhé, pokud by chtěly změnit stávající úroveň spolupráce. Především se však jedná o velký úkol pro všechny provozní společnosti, které zajišťují biologické čištění odpadních vod. Přes řadu protichůdných i některých alarmujících informací o tom, že kaly z biologických komunálních ČOV nebudou v rámci celé EU volně aplikovatelné do půdy, zdrojem jsou většinou prameny ze SRN a Švýcarska, jeví se však stále pravděpodobnější cesta aplikace upravených kalů do půdy i když za zpřísněných podmínek. Tento trend naznačuje i nová

česká legislativa a je také preferován a zachován v doporučeních tohoto dokumentu.

5.2 Současné technologické postupy s perspektivou využití po roce 2019

Uskladnění přebytečného kalu s řízenou aerobní stabilizací.

Tento systém zpracování přebytečného kalu je realizován na většině novějších ČOV velikostí ČOV Mikroregionu Novoměstsko. Konečným produktem je aerobně stabilizovaný tekutý nebo odvodněný kal, kvality kategorie II, dle předcházející legislativy (Vyhl. 382/2001, Sb.). Tento kal však bude od roku 2020 nutné dále zpracovat na zařízeních produkujících kal nebo produkt vyhovující legislativě po roce 2019. V případě ČOV Mikroregionu Novoměstsko může být obsahem organické hmoty, stanoveno, jako „Ztráta žiháním – ZŽ“, tento kal po odvodnění ještě použitelný i pro kompostování. V případě nedostupnosti kompostárny, bude vyžadovat jiné zpracování, například: sušením nebo spalováním, jako odvodněný nebo sušený. Je zřejmé, že klesne význam objemu stávajících, řízeně provzdušňovaných kalojemů pro stabilizaci kalů, které měly původně zajistit předepsanou dobu digesce nejméně 35 – 40 dní a z důvodu úspor energií bude žádoucí udržovat přebytečný surový kal z ČOV pouze po nezbytnou, organizačními podmínkami vynucenou dobu v oxickém stavu, jako nyní, před dalším finálním zpracováním, například sušením nebo spalováním na externí cílové ČOV. Toto však bude platit až od roku 2020 a vynutí si to také úpravy provozních řádů dotčených ČOV. V současné době se jedná o technologii, která je nejrozšířenější a bude tomu tak i v následujících letech 2018 – 2019. Po roce 2019 tuto technologii však musíme považovat pouze za „předúpravu kalu“ s možným snížením provozních nákladů a bez nutnosti kontroly hygienických vlastností, půjde o meziprodukt.

OSS – oxyterm sludge systém (dále jen OSS Oxyterm) nebo varianty s čistým kyslíkem

Tato technologie je volně aplikovatelná na prakticky každou ČOV bez technologického uzlu primární sedimentace, což je v případě dotčených ČOV Mikroregionu Novoměstsko zajištěno. Produkovaný kal je svými vlastnostmi předurčen k přímé aplikaci do půdy a má garantovatelné hygienické parametry dle požadavků Vyhlášky 437/2016, Sb. i po dlouhou dobu deponie v tekutém i v odvodněném stavu (bylo testováno nezávislým kontrolním orgánem v letech 2016 – 2017). V případě, že se počítá s přímou aplikací těchto kalů v tekutém stavu (objem nádrže na výstupu kalu ze systému může být dimenzován s ohledem na agrotechnické lhůty), omezení ze strany technologie ČOV prakticky neexistuje a kapacita je dána objemem tohoto kalojemu a reaktoru. Technologie není závislá na externím zdroji energie, jedná se o autotermní termofilní aerobní stabilizační proces (ATAS) s energií získanou díky exotermním procesům, biologicky zprostředkované oxidace části organické hmoty. Kal je hygienizovaný při teplotě nad 55 °C, po dobu nejméně 20 dní.

Vlastnosti produkovaného kalu plně splňují požadavky legislativy po roce 2020. Tato technologie má však ještě jednu zásadní výhodu. Tato výhoda spočívá v tom, že se také

výrazně zmenšuje množství produkované sušiny kalu na výstupu a díky zlepšené odvodnitelnosti i celkové množství odvodněných upravených kalů, a to asi na 45 – 50 % původní produkce odvodněných kalů z prosté aerobní stabilizace kalu vzduchem. Z tohoto důvodu je možno s touto technologií zpracování kalů uvažovat i jako s metodou „předúpravy kalu“, prostým snížením jeho množství před dalším externím zpracováním, což se jeví od jisté dopravní vzdálenosti převozu také, jako výhoda a přínos. Konceptně je technologii možné realizovat na jakémkoliv ČOV s kapacitou od asi 250 – 300 EO, záleží na ekonomickém posouzení. Podle posledních výzkumů, postup zpracování kalu touto technologií dává předpoklad na snížení obsahu organických mikropolutantů na kal sorbovaných z čištěných odpadních vod.

Sušení kalů (nízkoteplotní, solární)

Sušení čistírenských kalů jako hygienizační technika, je v ČR zatím využíváno velmi omezeně. V poslední době však nabývá tato technologie na významu zejména proto, že otevírá prostor pro širší, následné aplikace produktu a tím dává provozovateli větší možnosti řešení problému nakládání s kaly. Technologie bývá kombinována i s využitím solární energie, jako doplňkového zdroje tepla. Produkovaný kal splňuje veškeré požadavky legislativy a lze jej uplatnit přímo k aplikaci do půdy nebo následně spálit v externím energetickém zařízení, za předpokladu, že není kontaminován těžkými kovy. Sušení kalů se však s výhodou dá uplatnit, jako centrální řešení pro větší lokality pouze tam, kde je zdroj primární energie, například bioplyn (ČOV s metanizačními komorami nebo bioplynové stanice) nebo zemní plyn. Samotná koncepce technologie sušení, vyžadující pravidelný přísun materiálu, další zpracování brýdových vod, eliminaci vznikajícího zápachu, je spíše předurčena pro větší ČOV jako centrální místo zpracování kalů z větší oblasti. Samotná výše investice předurčuje výhodnost pro objekty s kapacitou pro kaly od více než asi 50000 EO.

Spalování kalů.

Tato technologie řeší spalování sušených nebo odvodněných stabilizovaných nebo nestabilizovaných kalů, realizované většinou ve fluidním loži, dotovaném bioplymem nebo zemním plynem, s výhodou řešeném s možností spolu spalování ostatních odpadů vznikajících na ČOV. Produktem je jemný popílek, který je nutno po úpravě ukládat na skládky (další zpracování s cílem získat například fosfor, je v ČR řešeno pouze v teoretické rovině). Technologie vyžaduje v případě spalování pouze odvodněného kalu vždy doplňkový zdroj energie (bioplyn, zemní plyn). Vyrovnaná nebo pozitivní tepelná bilance procesu nastává v takovém případě při obsahu sušiny dávkovaného odvodněného kalu nad 25 %, při současném obsahu organického podílu nad 50 % (stanoveno, jako ztráta žiháním – ZŽ). Sušina odvodněného kalu produkovaného s organickým podílem přes 70 % může být pro případnou spalovnu využitelná. Spalování sušených kalů (u externího odběratele), je možno realizovat také ve spolupráci se smluvním externím odběratelem (kotelny na tuhá paliva, cementárny, elektrárny). Spalovny kalů musí však být vybaveny odpovídajícím způsobem čištění vzdušiny. Tato technologie je rentabilní od kapacit ČOV nad asi 70000

EO nebo jako centrální jednotka lokality s více ČOV s uvedenou kapacitou. Výhodou je to, že na fluidním loži můžeme řešit spalování shrabků z dané lokality a nepraného písku (organického podílu v něm). Tato výhoda nabude na významu po roce 2024, kdy začnou platit nové podmínky a omezení skládkování.

Kompostování, výroba substrátů.

Kompostování čistírenských kalů a výroba substrátů jiným způsobem (míchání vhodně upraveného čistírenského kalu s jiným biologicky rozložitelným materiálem), je jednou z nejrozšířenějších, současně využívaných metod zpracování čistírenských kalů. Nová legislativa však přináší do tohoto způsobu nakládání s kaly značná omezení, připravovány jsou značně rozšířené kontroly provozů kompostáren, a to má za následek na jedné straně úbytek dostupných kapacit a u těch, které obstojí, potom objektivní nárůst provozních nákladů vynucenými investicemi. Toto bude mít již koncem roku 2018 značný vliv na růst cen za odběr odvodněného čistírenského kalu. Současné poplatky třetím stranám za odvoz odvodněných kalů bez rozdílu jeho vlastností se pohybují v intervalu 400,- – 980,- Kč za tunu odvodněného kalu. Z některých zdrojů přicházejí informace, že se platby za tunu odvodněného kalu bez ohledu na jeho vlastnosti mohou zvýšit po roce 2019 až na 580,- – 2200,- Kč/t. Při skutečnosti, že je do kompostu možno objektivně přidávat pouze asi 20 hmotnostních % odvodněných kalů, je technologie kompostování v delším časovém horizontu problematická z hlediska zajištění dostupných kapacit, ale je to jedna z mála možností, která má stále perspektivu. V případě bioplynových stanic je možné uvažovat pouze se „suchými“ bioplynovými stanicemi, které mohou přijímat kaly o sušině vyšší než asi 30 %.

Hygienizace páleným vápnem.

Tato metoda bývá stále připomínána v souvislosti s potřebou hygienizace čistírenských kalů, zejména u malých ČOV. Dávkování vápna pro zajištění požadované účinnosti je v množství asi 30 – 40 hmot. % ke zpracované sušině odvodněného kalu. Teplo uvolněné při reakci vápna se zbytkovou vodou a silně alkalické prostředí však vedou k alkalické hydrolyze zpracovaného organického materiálu a značnému uvolňování amoniaku, který je potom nezbytné eliminovat na kompostových filtrech nebo chemickým praním, záleží na velikosti zdroje. Produktem vápnění je potom hygienizovaný kal požadovaných vlastností, ovšem s fosforem vázaným do formy apatitu (nevyužitelný rostlinami) a s minimálním konečným obsahem dusíku (pod 2,5 %). Jako hnojivo nebo součást kompostů je takový kal pro zemědělce nezajímavý a jsou problémy s jeho odbytem. Metoda není podporována ani v EU.

6 Možné varianty řešení zpracování čistírenských kalů pro Mikroregion Novoměstsko

Ke zpracování čistírenských kalů produkovaných z deseti malých ČOV Mikroregionu Novoměstsko lze přistupovat ze dvou principiálních hledisek.

- Mikroregion si chce zachovat maximální míru nezávislosti na jiných subjektech s většími možnostmi
- Zpracování kalů z Mikroregionu bude zahrnuto do globální koncepce v rámci působnosti největšího provozovatele řady ČOV, který bude realizovat významnou investici s využitím možností daných zdrojem energie ve formě bioplynu, tedy velké ČOV s kalovou koncovkou s metanizací a ČOV v Mikroregionu Novoměstsko budou pro tento způsob řešení optimalizovány.

Základním limitujícím hlediskem pro obecný návrh koncepce nakládání s kaly v této lokalitě je skutečnost, že sedm z deseti ČOV Mikroregionu se nachází v CHKO Žďárské Vrchy, kde platí značná omezení pro metody aplikace čistírenských kalů do půdy a z hlediska dopravní obslužnosti je celá oblast problematická v zimních měsících. Z toho lze vyvodit předpoklad značných nákladů na logistiku obecně, ať se rozhodnou investoři jakkoliv.

6.1 Obecná klasifikace ČOV z hlediska technologie zpracování kalů

Pro zpracování celkové koncepce v oblasti zpracování a distribuce čistírenského kalu je preferována aplikace kalů, po splnění požadavků legislativy, do půdy. Důvodem je skutečnost, že energii vloženou během procesu čištění odpadních vod a akumulované živiny, především fosfor, je vhodné ještě využít, pokud možno v místě vzniku produktu. Není v tomto okamžiku důležité, kdo provede konečnou aplikaci. Důležitý je také obsah organické hmoty v upraveném kalu. Představa je následující:

- Kal vyhovuje na výstupu legislativě po roce 2019 – aplikaci přímo do půdy zajistí externí subjekt nebo Mikroregion, jako subjekt tam, kde je to možné – mimo CHKO
- Kal nevyhovuje platné legislativě, ale je pouze upraven vhodným způsobem pro převoz na konečnou úpravu dle legislativy pro využití v zemědělství nebo jinou finální aplikaci – zajistí externí subjekt
- Kal nevyhovuje na výstupu legislativě po roce 2019 – Mikroregion zajistí likvidaci degradací biologicky rozložitelného odpadu v rámci vlastního provozu – větší ČOV nebo kompostárna

Pro klasifikaci jednotlivých ČOV jsou navrženy následující kategorie:

- a – ČOV je vybavena technologií, která zajistí služby dle bodů 1 a 3
- b – ČOV zajistí služby dle bodu 2; (odvodnění na stacionárním zařízení)

- c – ČOV zajistí služby dle bodu 2; (odvodnění, ale na dojíždějícím mobilním zařízení)
- d – ČOV je závislá na technologii větších provozů (převoz tekutého kalu)

Následující tabelární přehled rozděluje ČOV Mikroregionu, dle výše uvedené klasifikace a ukazuje vlastní kapacitní možnosti technologie a nezbytnost vstupu cizích subjektů nebo investic.

Klasifikace dle vstrojení ČOV						
Obec	Kategorie	Projekt ČOV v EO	Počet napojených obyvatel	Objem kalojemů	Aerace kalu	Odvodnění kalu
Bobrová	b	1100	833	70	ano	2,0 m ³ /hod
Lišná	d	125	66	4	ano	x
Kadov	d	250	150	18	ano	x
Daňkovice	d	250	117	18	ano	x
Tři studně – Vlachovice	b	2200	230 -1000	150	ano	4,0 m ³ / 8 hod provozu
Zubří	d	500	460	34	ano	x
Javorek	d	160	110	40	ne	x
Fryšava pod Žákovou horou	d	400	360	33	ano	x
Jimramov	b	1300	970	152,6	ano	max. 4,0 m ³ /hod.
Radešínská Svratka – Řečice	b	1400	1020	174	ano	max. 5,0 m ³ /hod.

6.2 Obecný popis globální varianty řešení s využitím infrastruktury a ČOV Žďár nad Sázavou

ČOV Žďár nad Sázavou (asi 34500 EO), provozovaná VAS, a.s. nemá zatím prakticky vůbec vyřešenu otázku zpracování čistírenských kalů technologií, která by dávala naději na uplatnění kalů v zemědělství po roce 2019 a bude tedy tento stav muset řešit. Kapacitně poddimenzované je z hlediska technologie této ČOV, zahuštění přebytečného kalu a odvodnění stabilizovaného kalu. Objem metanizační komory umožní zpracování kalů od asi 42 – 46 tis. EO.

U ČOV Žďár nad Sázavou se již připravuje komplexní rekonstrukce, zejména biologického stupně, vybudování třetího stupně čištění a rekonstrukce kalového hospodářství, která by měla již zahrnovat sušárnu kalu nebo s jejím vybudováním počítá investor jinde. Sušárna by však z logiky věci měla být řešena v areálu stávající ČOV, především z důvodu zdroje energie (bioplyn) a možnosti likvidace brýdových vod ze sušení.

Dimenzování objektu by mělo zajišťovat potřeby všech ČOV provozovaných VAS, a.s. divizí Žďár nad Sázavou a případných dalších smluvních producentů v okolí. Zásadním problémem je prostor, který je na stávající ČOV k dispozici a nejistota v rozhodování o koncepci připravované rekonstrukce biologické linky.

Základní rysy a rizika varianty

- Anaerobní zpracování kalů s produkcí bioplynu na centrální ČOV
- Malá pravděpodobnost zájmu o hygienizovaný kal ze strany zemědělců, podle dostupných informací
- Převládající struktura zemědělské činnosti (živočišná výroba), malá propagace využití kalů z ČOV
- Část oblasti je v CHKO
- Riziko kontaminace kalů těžkými kovy, hlavně z výroby ve větších sídlech (Žďár nad Sázavou, Svratka, Velká Bíteš)

Částečné nevýhody

- Velké dopravní vzdálenosti z větších objektů
- Dopravní infrastruktura, hlavně v zimě
- Malý prostor v areálu stávající ČOV
- Klimatické podmínky v zimě
- Relativně malá kapacita ČOV i po rekonstrukci na asi 46000 EO (předpoklad)
- Velké objemy převážených odvodněných kalů z relativně velkých ČOV (Nové Město, Velké Meziříčí, Bystřice nad Pernštejnem, Velká Bíteš)
- Nejistota v technologickém řešení biologické linky a celé ČOV (v době zpracování studie nebyla známa přijatá koncepce rekonstrukce ČOV)

ČOV Žďár nad Sázavou se nabízí k využití hlavně kvůli zdroji energie pro sušárnu. Rozsah předvídatelných, ale nezbytných stavebních a technologických úprav je obrovský a předpokládá zásadní změnu v celkové koncepci provozu a funkci ČOV. Je velice důležité, aby byla od začátku chápána nezbytnost řešení, které bude akcentovat hlubokou provázanost technologických procesů čištění odpadních vod a navrhované technologie kalového hospodářství. Současný stav řešení tohoto technologického problému však záruku úspěchu nedává. Případná sušárna by musela být dimenzována na kal z celkové kapacity ČOV asi 130 – 140 tis. EO, to je asi 5200 – 7000 kg absolutní sušiny/den. V reálném objemu odvodněného kalu asi 26,0 – 41,0 t/den o sušině asi 17,0 – 25,0 %, dle zdroje. Tyto hodnoty jsou nezbytné pro kalkulaci vlivu brýdových vod a dimenzování objektu.

Konkrétní návrh řešení

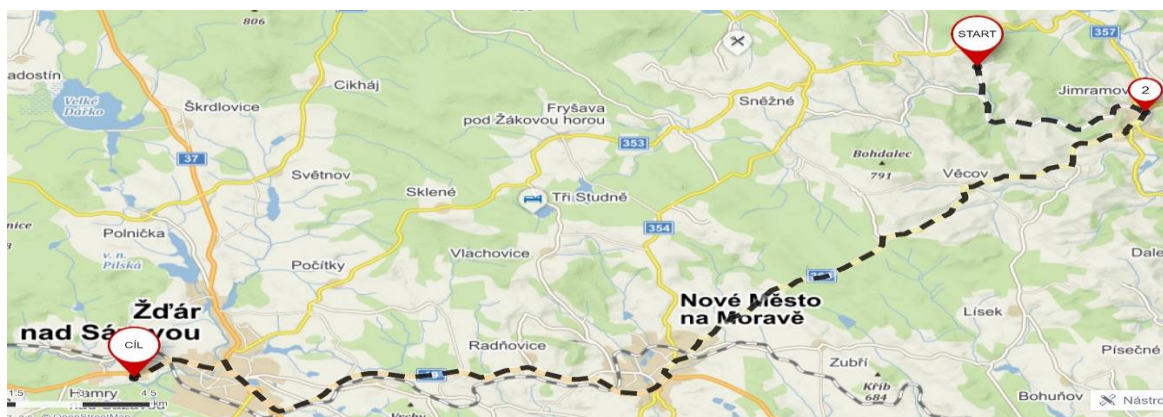
V případě řešení zpracování kalů z Mikroregionu Novoměstsko s využitím kalového hospodářství ČOV Žďár nad Sázavou po její rekonstrukci (bude-li akcentován investorem

důraz na komplexní řešení produkovaných kalů v regionu, jako celku), by mohla být realizace zpracování kalů řešena na dotčených ČOV následovně:

Zdroj kalů 1: ČOV Jimramov (1460 EO). Na ČOV Jimramov nepředpokládáme žádné závažné technické nebo technologické úpravy. Nadále bude využito kalové hospodářství v navržené technologické konfiguraci s tím, že nemusí být plně do konce dotažena stabilizace kalu dlouhodobou aerací, ale stačí kal držet v oxickém stavu po dobu vynucenou požadavkem organizačního zajištění odvozu po odvodnění. U této ČOV se počítá s využitím kapacity kalové koncovky pro zpracování nezahuštěného, ale ne nahnílého kalu z obce Javorek, kde bude muset být dobudována aerace kalojemu. Objem kalojemu v Jimramově je i potom z pohledu realizované technologické koncepce stabilizace „předdimenzován“ a může sloužit k akumulaci kalů případně i z jiných menších, cizích objektů nebo může sloužit, jako záložní varianta pro kal z ČOV Daňkovice a Lišná. Odvodněný kal, bude využito stávající odvodňovací zařízení, bude potom odvážen přímo z ČOV Jimramov na ČOV Žďár nad Sázavou, kde bude sušen bez dalšího zpracování. Kal bude v oxickém stavu.

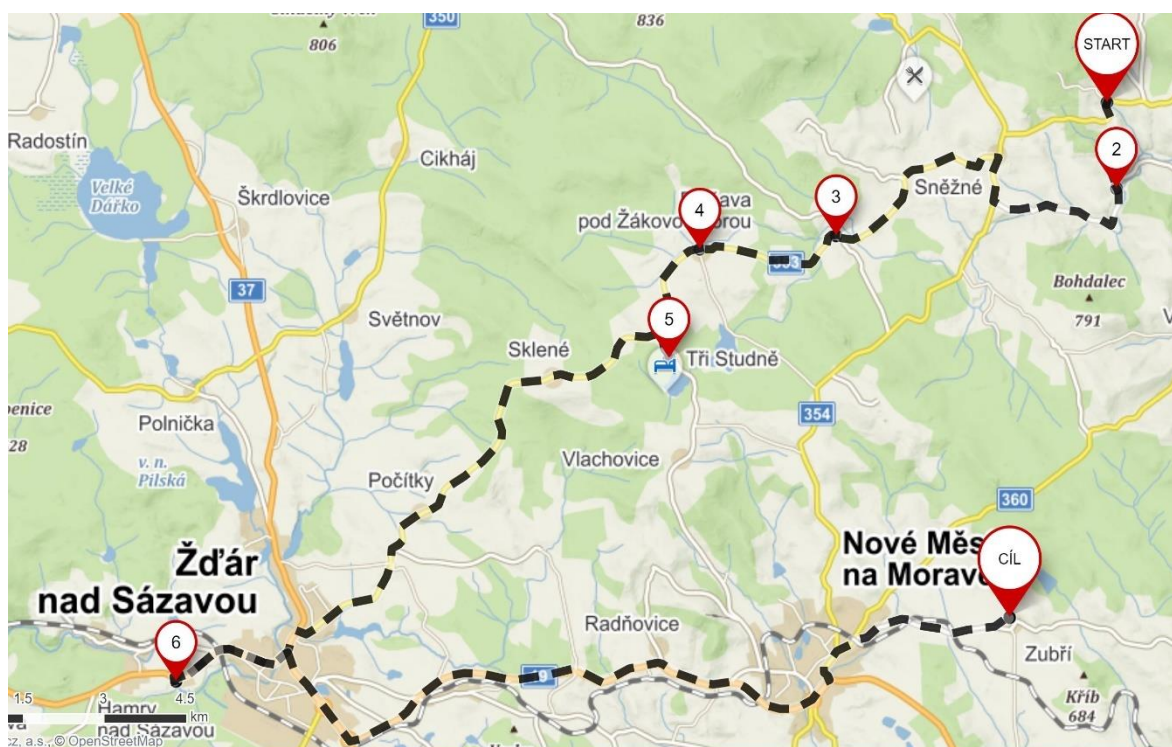
Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	73,0
Objem zahuštěného kalu k dopravě – m ³ /den	0,40
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,43
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km	6
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	28
Objem zahuštěného kalu k dopravě za týden m ³	2,80
Objem odvodněného kalu k dopravě za týden m ³	1,8 – 3,0
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	4
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	56

Hodnoty uvedené v tabulce jsou maximální při jednotném způsobu dimenzování. Pro přepravu tekutého kalu se počítá v implicitním řešení pouze s nezahuštěným kalem z obce Javorek.



Zdroj kalů 2: ČOV Tři studně (3725 EO). Na ČOV Tři studně jsou v současné době volné kapacity biologické linky pro více než 1200 – 1800 EO, ČOV je provozována pouze na jednu linku. Toto umožňuje využití této ČOV ke zpracování kalů z obcí Daňkovice, Lišná, Kadov a Fryšava v jednom svozu tekutého, zahuštěného kalu, a navíc tekutého, zahuštěného kalu z obce Zubří. Předpokládá se kal zahuštěný v provzdušňovaných kalojemech.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	186,3
Objem zahuštěného kalu k přepravě – m ³ /den	3,81
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	1,1
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km/týden	29
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	12
Objem zahuštěného kalu k přepravě za týden – m ³	26,7
Objem odvodněného kalu k přepravě za týden – m ³	5,0 – 7,7
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	94
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	24

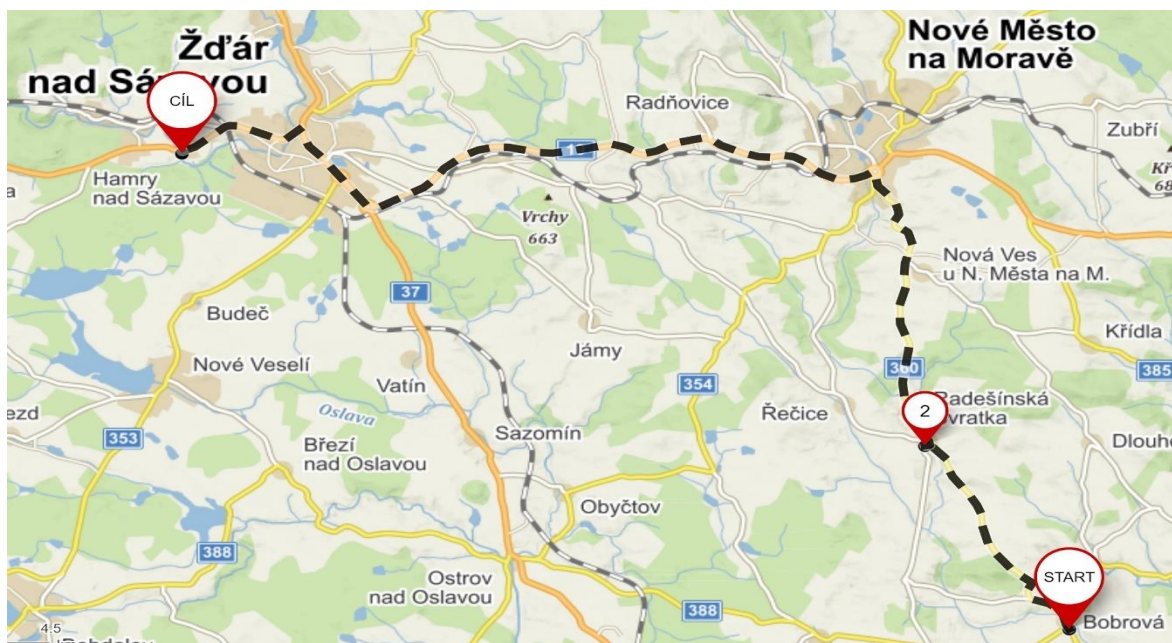


Kal by se navázal do aktivace ČOV, což by umožnilo provoz na dvě linky se zvýšením odolnosti vlastního biologického stupně ČOV proti výkyvům v sezónním zatížení a odtud by se denně čerpal v určeném množství do kalojemu ke gravitačnímu zahuštění a následně k odvodnění na novém odvodňovacím zařízení, nejlépe odstředivce s kapacitou asi 70 – 105

kg sušiny/hod (tomu kapacitně odpovídá stroj DO 250 z PBS Velká Bíteš). Odvodněný kal by byl potom převážen k finálnímu zpracování na sušárnu ČOV Žďár nad Sázavou. Zahuštěný kal z obcí Daňkovice, Lišná, Kadov, Fryšava a Zubří by byl převážen v okamžiku, kdy by to znamenalo kapacitní vytížení cisterny v rovnoměrném rozložení na týden. Uvedená kapacita kalového hospodářství, která číselně převyšuje kapacitu biologického stupně z projektu je možná proto, že dovážený kal dávkovaný přes biologii není skutečným významným zatížením, ale využívá aerační systém pouze pro endogenní respiraci a k částečné aerobní stabilizaci. Po odvodnění by se kal vozil asi jednou týdně na sušárnu ČOV Žďár nad Sázavou k finálnímu zpracování.

Zdroj kalů 3: ČOV Radešínská Svratka – Řečice a ČOV Bobrová (2500 EO). Obě uvedené ČOV jsou dostatečně vstrojeny ke zpracování kalů v oxickém stavu a k odvodnění na instalovaných zařízeních. Není hodnocena funkčnost obou zařízení, jejich využití je i nyní minimální a každá z uvedených ČOV by mohla být zálohou pro tu druhou.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	125,0
Objem zahuštěného kalu k dopravě – m ³ /den	0,00
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,74
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km	0
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	24
Objem zahuštěného kalu k dopravě za týden m ³	0,0
Objem odvodněného kalu k dopravě za týden m ³	3,5 – 5,2
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	0
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	44



V kalkulaci převozních nákladů je uvedena průměrná hodnota dopravní vzdálenosti, předpokládá se převoz odvodněného kalu k finálnímu zpracování na sušárně ČOV Žďár nad Sázavou jednou týdně, a tedy jednou za dva týdny z každé ČOV.

Celkové posouzení varianty se sušárnou na ČOV Žďár nad Sázavou

Základním rysem varianty s využitím sušení kalů na sušárně ČOV Žďár nad Sázavou je minimum investic do vlastní infrastruktury Mikroregionu Novoměstsko, vyjma těch se kterými se musí počítat v každém případě. Jedná se o následující investice se kterými se musí počítat:

- ČOV Javorek: intenzifikace kalové koncovky – aerace kalojemu
- ČOV Tři studně: Intenzifikace celé ČOV s cílem komplexního využití kapacit a kalové koncovky, především nové zařízení na odvodnění kalů
- Optimalizace vybavení dopravními prostředky na převoz tekutého a odvodněného kalu

Toto řešení však předpokládá skutečné vybudování uvažované centrální sušárny čistírenských kalů s potřebnou kapacitou a vyjednání dlouhodobých smluv na zpracování produkovaných odvodněných kalů z Mikroregionu Novoměstsko. Orientační provozní náklady za celý Mikroregion Novoměstsko jsou uvedeny v následující tabulce:

Položka	Kalkulace
Počet EO v lokalitě – projektovaná kapacita ČOV	7685
Produkce sušiny kalu v t/rok – maximálně	140,3
Produkce odvodněného kalu v t/rok – maximálně	825,0
Doprava tekutého média Kč/rok	238272,0
Doprava odvodněného kalu Kč/rok	278416,0
Přepravní náklady celkem Kč/rok:	516688,0
Cena za finální zpracování na sušárně Kč/rok:	577500,0

6.3 Obecný popis varianty řešení v rámci Mikroregionu Novoměstsko s využitím minimálně intenzifikované infrastruktury a předpokladem zpracování kalů na kompostárně

Tato varianta vychází ze záměru zpracovat odvodněný kal na sjednané nebo vlastní kompostárně s následným využitím produkovaného substrátu aplikací do půdy v lokalitě. Vychází se z předpokladu, že produkovaný čistírenský kal není kontaminovaný těžkými kovy, a že jeho konečná hygienizace proběhne na kompostárně během procesu fermentace. Výsledným produktem z jednotlivých ČOV Mikroregionu Novoměstsko bude pouze odvodněný kal na sušinu 17 % (Za daných podmínek garantovatelná sušina po celý rok),

připravený k transportu na určenou kompostárnu.

Odvodněný kal bude transportován z následujících zdrojů, které budou buďto samostatným producentem nebo budou zajišťovat zpracování kalů z blízkých ČOV bez příslušného vybavení kalové koncovky. Vlastní aplikace produkovaného substrátu už není předmětem této studie, bude záležitostí provozovatele kompostárny.

Základní rysy a rizika varianty:

- Aerobní částečné zpracování kalů na místě vzniku, zahuštění, odvodnění
- Aplikace biomasy do půdy
- Malá pravděpodobnost zájmu o produkovaný substrát ze strany zemědělců, podle dostupných informací
- Převládající struktura zemědělské činnosti (živočišná výroba), malá propagace
- Omezená možnost aplikace v CHKO

Částečné nevýhody

- Velké dopravní vzdálenosti (není však možné kvantifikovat – neznáme polohu kompostárny)
- Dopravní infrastruktura, hlavně v zimě
- Závislost na zdroji dalšího substrátu
- Klimatické podmínky v zimě

Zdroje odvodněného kalu

Zdroj kalů 1: ČOV Jimramov (1460 EO). Na ČOV Jimramov nepředpokládáme žádné závažné technické nebo technologické úpravy, podobně jako u předcházející varianty. Nadále bude využito kalové hospodářství v navržené technologické konfiguraci s tím, že nemusí být plně do konce dotažena stabilizace kalu dlouhodobou aerací, ale stačí kal držet v oxickém stavu po dobu vynucenou požadavkem organizačního zajištění odvozu po odvodnění.

U této ČOV se počítá i s využitím kapacity kalové koncovky pro zpracování nezahuštěného, ale ne nahnílého kalu z obce Javorek, kde bude muset být dobudována aerace kalojemu. Jedná se o stejnou formu využití, jako u globální varianty zpracování kalů. Dovážený kal bude zpracován přes biologickou linku kvůli homogenizaci vlastností.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	73,0
Objem zahuštěného kalu k dopravě – m ³ /den	0,40
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,43
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km	6

Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	?
Objem zahuštěného kalu k dopravě za týden m ³	2,80
Objem odvodněného kalu k dopravě za týden m ³	1,8 – 3,0
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	4
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	?

Hodnoty vyjádřené otazníkem závisí na místě lokalizace kompostárny, která bude využívána nebo vybudována. Převoz tekutého kalu je, jak bylo uvedeno pouze z ČOV Javorek, ČOV Jimramov může však sloužit, jako záloha pro zpracování kalů z dalších malých ČOV.

Zdroj kalů 2: ČOV Tři studně (3725 EO). Na ČOV Tři studně jsou, jak již bylo uvedeno výše, volné kapacity biologické linky pro více než 1200 – 1800 EO, ČOV je provozována pouze na jednu linku. Toto umožňuje využití této ČOV ke zpracování kalů z obcí Daňkovice, Lišná, Kadov a Fryšava v jednom svozu tekutého, zahuštěného kalu, a navíc tekutého, zahuštěného kalu z obce Zubří. Kal z ČOV Zubří je možné alternativně odvážet na ČOV Radešínská Svratka – Řečice, jedná se o stejnou dopravní vzdálenost. Výhoda tohoto řešení je v tom, že není dopravou zatížena ČOV Tři studně v CHKO. Předpokládá se kal zahuštěný v provzdušňovaných kalojemech.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	186,3(25,0)
Objem zahuštěného kalu k přepravě – m ³ /den	3,81(2,56)
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	1,1(0,95)
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km/týden	29
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	?
Objem zahuštěného kalu k přepravě za týden – m ³	26,7(17,9)
Objem odvodněného kalu k přepravě za týden – m ³	5,0 – 7,7
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	94(72)
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	?

Hodnoty uvedené v závorkách platí pro situaci, kdy je kal z ČOV Zubří zpracován na ČOV Radešínská Svratka – Řečice.

Zdroj kalů 3: ČOV Radešínská Svratka – Řečice (1400 EO). Na této ČOV je volná kapacita kalojemu a umožňuje zpracovat i kal z ČOV Zubří (500 EO). Kal z ČOV Zubří je možné alternativně odvážet na ČOV Tři studně, jedná se o stejnou dopravní vzdálenost. Předpokládá se kal zahuštěný v provzdušňovaných kalojemech. Hodnoty uvedené v závorkách platí pro zpracování kalů z ČOV Zubří.

Položka	Parametr
---------	----------

Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	70,0(95,0)
Objem zahuštěného kalu k přepravě – m ³ /den	(1,25)
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,41(0,56)
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km/týden	11
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	?
Objem zahuštěného kalu k přepravě za týden – m ³	(8,75)
Objem odvodněného kalu k přepravě za týden – m ³	2,9 – 3,9
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	(22)
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	?

Zdroj kalů 4: ČOV Bobrová (1100 EO). ČOV Bobrová může v případě využití této varianty zpracování kalů sloužit, jako samostatný zdroj odvodněného kalu. Toto řešení nevyžaduje zvláštní investice. Dopravou není zatížena ani CHKO. Předpokládá se kal zahuštěný v provzdušňovaných kalojemech a následně odvodněný.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu – kg/den	55,0
Sušina odvodněného kalu – %	17,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,32
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	?
Objem odvodněného kalu k přepravě za týden – m ³	1,7 – 2,2
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	?

Celkové posouzení varianty s využitím externí kompostárny ke zpracování veškerého kalu

Základním rysem varianty s využitím externí kompostárny je, podobně jako u předcházející varianty, minimum investic do vlastní infrastruktury Mikroregionu Novoměstsko, vyjma těch se kterými se musí počítat v každém případě. Jedná se o následující, stejné investice se kterými se musí počítat:

- ČOV Javorek: intenzifikace kalové koncovky – aerace kalojemu
- ČOV Tři studně: Intenzifikace celé ČOV s cílem komplexního využití kapacit a kalové koncovky – nové strojní odvodnění kalu

Toto řešení však předpokládá skutečné vybudování kompostárny s potřebnou kapacitou a vyjednání dlouhodobých smluv na zpracování produkovaných odvodněných kalů.

Orientační provozní náklady za celý Mikroregion Novoměstsko není možné jednoznačně odhadnout právě kvůli neznalosti místa kde bude kompostárna vybudována nebo kde již je uvažovaná existující kompostárna (informace nebyly v době zpracování studie k dispozici). Další, alespoň částečné náklady (doprava mezi ČOV Mikroregionu a platba za odběr

odvodněného kalu), jsou uvedeny v následující tabulce:

Položka	Kalkulace
Počet EO v lokalitě	7685
Produkce sušiny kalu v t/rok	140,25
Produkce odvodněného kalu v t/rok	825,00
Doprava tekutého média Kč/rok	238272,00
Doprava odvodněného kalu Kč/rok	?
Přepavní náklady celkem Kč/rok:	?
Cena za finální zpracování Kč/rok:	577500,00
Potřeba zajištění substrátu pro kompostování kalů v t/rok	3300,00

Náklad za odběr odvodněného kalu je uvažován stejný, jako u sušení (700,- Kč/t).

6.4 Obecný popis varianty řešení s využitím intenzifikované infrastruktury a hygienizace, se zajištěním maximální soběstačnosti Mikroregionu Novoměstsko

Tato varianta vychází ze záměru zpracovat veškerý čistírenský kal produkovaný v Mikroregionu Novoměstsko na požadovanou úroveň hygienických parametrů. Výstup je uvažován ve formě dlouhodobě uskladněného hygienizovaného tekutého kalu k přímé aplikaci v agrotechnických lhůtách nebo ve formě odvodněného hygienicky zabezpečeného kalu, deponovaného u zdroje, případně předaného externímu odběrateli k finálnímu zpracování (sušení, kompostování, spalování). Vychází se z předpokladu, že produkovaný čistírenský kal není kontaminovaný těžkými kovy, a že jeho konečná hygienizace proběhne na kompostárně během procesu fermentace.

Základní rysy a rizika varianty:

- Aerobní zpracování kalů na hygienickou úroveň dle legislativy po roce 2019
- Preference aplikace produktu na místě vzniku
- Možnost aplikace upravené tekuté nebo odvodněné biomasy přímo do půdy
- Významné snížení celkového množství odvodněného nebo tekutého produktu
- Malá pravděpodobnost zájmu o produkovaný substrát ze strany zemědělců, podle dostupných informací
- Převládající struktura zemědělské činnosti (živočišná výroba), malá propagace
- Omezená možnost přímé aplikace v CHKO

Částečné nevýhody

- Velké dopravní vzdálenosti (v omezené míře)
- Dopravní infrastruktura, hlavně v zimě

- Klimatické podmínky v zimě
- Nezbytné investice na několika ČOV, které změni kvantitativně technologii kalových koncovek na daných objektech

Zdroje odvodněného kalu

Zdroj kalů 1: ČOV Jimramov (1460 EO). Na ČOV Jimramov předpokládáme vybudování malé jednotky pro stabilizaci a hygienizaci kalů čistým kyslíkem systému MKH 1500 AF. Nadále bude v maximální míře využito kalové hospodářství s tím, že musí dobudováno pouze strojní zahuštění kalu čerpaného přímo z aktivace a dále termofilní reaktor pro hygienizaci a stabilizaci kalu systémem ATAS s využitím, na místě generovaného čistého kyslíku. Kapacity pro uskladnění, případně odvodnění produkovaného kalu před další aplikací, budou ve stávajících zařízeních ČOV. U ČOV Jimramov se počítá s využitím kapacity kalové koncovky pro zpracování nezahuštěného, ale ne nahnílého kalu z obce Javorek, kde bude muset být dobudována aerace kalojemu.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu max. – kg/den	54,8
Objem zahuštěného kalu k dopravě – m ³ /den	0,40
Sušina odvodněného kalu min. – %	24,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,23
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km	6
Dopravní vzdálenost odvodněný kal k sušení v km	28
Objem zahuštěného kalu k dopravě za týden m ³	2,80
Objem odvodněného kalu k dopravě za týden m ³	1,1 – 1,6
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	4
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	28

Převoz tekutého kalu je, jak bylo uvedeno pouze z ČOV Javorek, ČOV Jimramov může sloužit, jako záloha pro zpracování kalů z dalších malých ČOV. Odvodněný kal, který bude produkován pouze v době kdy bude plný kalojem zahuštěného tekutého hygienizovaného kalu se předpokládá především k přímé aplikaci v množství, které překročí kapacitu stávajícího kalojemu a teprve potom k odvozu do externí kompostárny nebo sušárny. Z toho důvodu budou uvedené náklady představovat maximální výši, kdy se nevyužije přímá aplikace a ČOV Jimramov poslouží pouze ke snížení produkce kalu a jako zařízení k předúpravě.

Zdroj kalů 2: ČOV Tři studně (3225 EO). Na ČOV Tři studně jsou, jak již bylo uvedeno výše, volné kapacity biologické linky pro více než 1200 – 1800 EO, ČOV je provozována pouze na jednu linku. Toto umožňuje využití této ČOV ke zpracování kalů z obcí Daňkovice, Lišná, Kadov a Fryšava v jednom svozu tekutého, zahuštěného kalu, a navíc tekutého, zahuštěného kalu z obce Zubří. Kal z ČOV Zubří je možné alternativně odvážet na ČOV

Radešínská Svratka – Řečice, jedná se o stejnou dopravní vzdálenost. Výhoda tohoto řešení je v tom, že není dopravou zatížena ČOV Tři studně v CHKO.

Pro realizaci varianty s produkcí kalů dle nové legislativy, předpokládáme vybudování jednotky OSS – Oxyterm sludge systém, podle dokumentace dodavatele FORTEX – AGS, Šumperk. Nominální kapacita jednotky bude odpovídat produkci kalu od asi 4000 EO, což umožní zpracovat i nárazová množství v období sezónního zatížení všech napojených ČOV. Dovážený kal bude dávkován přes aktivační nádrže biologické linky, které svojí kapacitou vyhovují. Pro navrženou kapacitu kalové koncovky vyhovuje i stávající kapacita kalojemu, která by sloužila k přechodnému uskladnění a případnému zahuštění hygienizovaného kalu před odvodněním. Odvodňovací zařízení musí být inovováno, nejlépe odstředivka s kapacitou 70 – 105 kg sušiny kalu/hod (DO 250 z PBS Velká Bíteš), která se na podobně upraveném kalu plně osvědčila.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu max. – kg/den	120,9
Objem zahuštěného kalu k přepravě – m ³ /den	2,56
Sušina odvodněného kalu – %	24,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,50
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km	18
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	12
Objem zahuštěného kalu k přepravě za týden – m ³	17,9
Objem odvodněného kalu k přepravě za týden – m ³	3,5
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	72
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	24

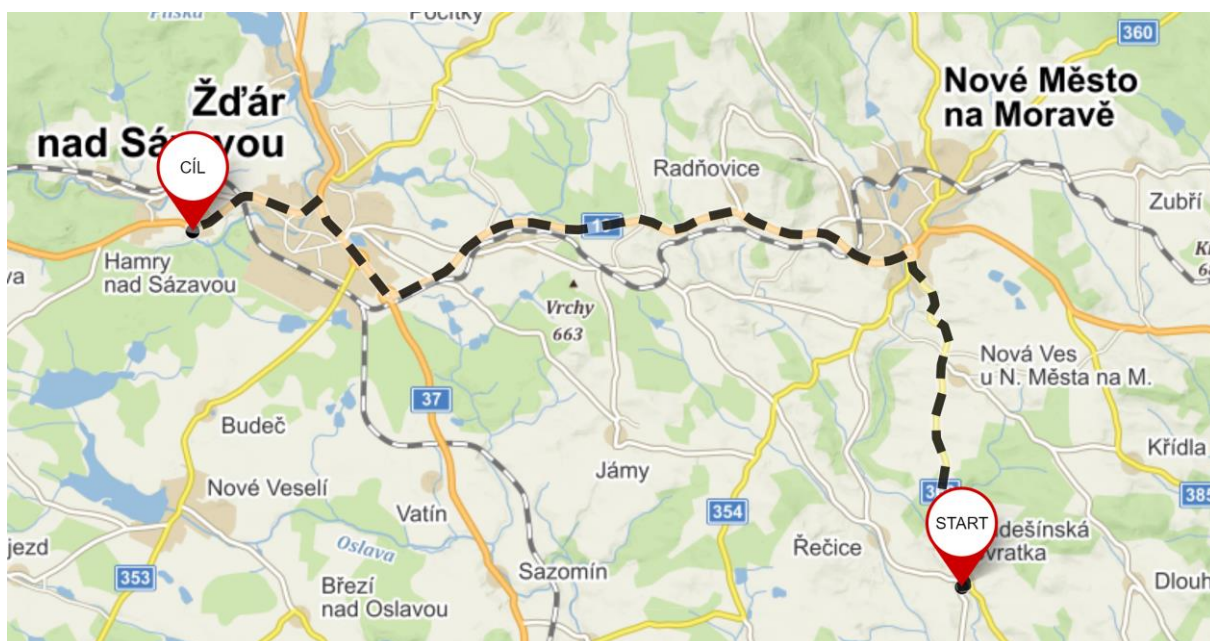
Hodnoty uvedené v závorkách platí pro situaci, kdy je kal z ČOV Zubří zpracován na ČOV Radešínská Svratka – Řečice. V dalších úvahách je počítáno s maximálními náklady, to je odvoz na sušárnu bez využití k přímé aplikaci. S převozem tekutého hygienizovaného kalu mimo CHKO se nepočítá, veškerý produkovaný hygienizovaný kal bude odvodněn. Je možné využít s výhodou i kompostárnu (kal bude mít vyšší sušinu než bez hygienizace), ale z důvodu neznalosti lokality není tato možnost kvantifikována.

Zdroj kalů 3: ČOV Radešínská Svratka – Řečice, ČOV Zubří a ČOV Bobrová (3000 EO). Všechny uvedené ČOV jsou dostatečně vstrojeny ke zpracování kalů gravitačním zahuštěním v oxickém stavu a ČOV Radešínská Svratka a ČOV Bobrová mají možnost odvodnění kalu na instalovaných zařízeních. Není hodnocena funkčnost obou zařízení, jejich využití je i nyní minimální a každá z uvedených ČOV by mohla být zálohou pro tu druhou. Po zhodnocení všech aspektů se pro aplikaci hygienizace kalu čistým kyslíkem hodí více ČOV Radešínská Svratka – Řečice, především z důvodu větší kapacity aktivačních nádrží pro zpracování většího množství kalové vody. Kal z ČOV Bobrová, která je menší kapacitně, by byl převážen v tekutém gravitačně zahuštěném stavu a dávkován do aktivačních nádrží, podobně, jako kal z ČOV Zubří, který může být zpracován alternativně (v případech

kalamity v zimě a podobně) na ČOV Tři studně, ale z důvodů zpracování v CHKO to nelze doporučit, jako trvalé řešení. Z tohoto důvodu bude kapacita zahušťovací a hygienizační jednotky navržena pro asi 3000 EO. Aplikace produkovaného hygienizovaného kalu se předpokládá v místě vzniku a okolí (potřebná plocha půdy je dle legislativy jen asi 30 – 35 ha). V případě nezájmu ze strany zemědělců by byl hygienizovaný a odvodněný kal převážen v minimalizovaném množství na sušení, je uvažována sušárna vybudovaná na ČOV Žďár nad Sázavou nebo do blíže neurčené kompostárny. V ekonomických kalkulacích se počítá z nejdražší variantou – sušením ve Žďáru nad Sázavou.

Položka	Parametr
Denní produkce sušiny kalu z objektu max. – kg/den	112,5
Objem zahuštěného kalu k dopravě – m ³ /den	4,00
Sušina odvodněného kalu – %	24,0
Denní produkce odvodněného kalu m ³ /den	0,47
Dopravní vzdálenost tekutý kal v km	11
Dopravní vzdálenost odvodněný kal v km	20
Objem zahuštěného kalu k dopravě za týden m ³	28,00
Objem odvodněného kalu k dopravě za týden m ³	3,3
Převoz zahuštěného kalu za týden – km/týden	42
Převoz odvodněného kalu za týden – km/týden	40

Uvedená množství kalů k transportu jsou jako maximální a lze předpokládat spíše jejich nižší produkci. Výhodou je skutečnost, že produkovaný kal je možné aplikovat v různé formě přímo do půdy nebo výhodněji kompostovat (nižší obsah vody). Takto upravený kal by bylo teoreticky možno zpracovat i v „suché“ bioplynové stanici, pokud by byla k dispozici.



Uvedená varianta preferuje samostatnost a maximální nezávislost Mikroregionu.

Celkové posouzení varianty zajišťující maximální samostatnost Mikroregionu Novoměstsko s využitím hygienizace veškerého kalu k přímé aplikaci nebo po odvodnění a k převozu na externí kompostárnu ke zpracování na sušárně

Základním rysem varianty je důraz na využití veškerého produkovaného kalu k přímé aplikaci do půdy jak v tekutém zahuštěném stavu, tak po odvodnění. K hygienizaci je předpokládána technologie ATAS s využitím čistého kyslíku generovaného v místě, nově modifikovaná pro instalaci na malé objekty ČOV. Toto řešení využívá v maximální míře stávající vybavení kalových hospodářství daných ČOV a klade důraz na minimální obslužnost a složitost procesu. Samotný princip použitého způsobu hygienizace je ověřen již více než patnácti letou praxí na podobných zařízeních od 700 EO (původní zkušební jednotka), až po zařízení s kapacitou 30000 EO, kterých je v ČR celkem sedm. Navržená varianta však dává možnost využití i externí kompostárny nebo sušárny, ovšem s minimalizací nároků na logistiku a přepravní kapacity Mikroregionu Novoměstsko. Na druhé straně se musí počítat v každém případě z vyššími investicemi do infrastruktury. Jedná se o následující, stejné investice se kterými se musí počítat:

- ČOV Javorek: Intenzifikace kalové koncovky – aerace kalojemu
- ČOV Jimramov: Investice do jednotky MKH – 1500 AF
- ČOV Tři studně: Intenzifikace kalové koncovky – vybudování jednotky MKH – 3500 AF, nové strojní odvodnění kalu (odstředivka), repase ASŘ, zprovoznění a úpravy druhé části biologické linky
- ČOV Radešínská Svratka: Investice do jednotky MKH – 3000 AF

Toto řešení s potřebnou kapacitou zpracování veškerých produkovaných kalů v Mikroregionu a jako alternativu zajistí snížení jejich objemu v odvodněném stavu pro případ externího zpracování.

Orientační provozní náklady za celý Mikroregion Novoměstsko není možné jednoznačně odhadnout pro všechny alternativy, ale pro ilustraci jsou dále uvedeny optimální náklady na zpracování v Mikroregionu a pro srovnání náklady na zpracování produkovaného kalu na sušárně na ČOV Žďár nad Sázavou. Pro případnou alternativu s kompostováním produkovaných kalů je uveden předpokládaný objem potřebného dalšího substrátu. Odhadované náklady (doprava mezi ČOV Mikroregionu a platba za odběr odvodněného kalu), jsou uvedeny v následující tabulce:

Položka	Kalkulace
Počet EO v lokalitě	7685
Produkce sušiny kalu maximálně t/rok	105,2
Produkce odvodněného kalu v t/rok	438,3
Doprava tekutého média Kč/rok	238272,0

Doprava odvodněného kalu – produktu (Mikroregion) Kč/rok	?
Doprava odvodněného kalu sušárna Kč/rok	258104,0
Přepavní náklady celkem Kč/rok	238272,0
Cena za finální zpracování Kč/rok	306810,0
Potřeba zajištění substrátu pro kompostování kalů v t/rok	1753,7

Dopravní náklady uvnitř Mikroregionu nejsou kalkulovány, jsou závislé na způsobu aplikace nebo využití produktu – hygienizovaného kalu. Náklad za odběr odvodněného kalu je uvažován stejný, jako u sušení (700,- Kč/t).

6.5 Stručné srovnání navržených variant

V následujícím tabelárním přehledu je uveden hrubý odhad investičních a provozních nákladů, které lze na základě použitých informací odvodit.

Položka	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Dopravní náklady	517 000,-	*239 000,-	239 000,-
Výše investic	2 182 000,-	2 182 000,-	8 040 000,-
Poplatek za zpracování	578 000,-	0,-	0,-
Zajištění substrátu*	0,-	578 000,-	306 810,-

**Uvedená položka kvantifikuje zhruba náklad za převzetí ke zpracování odvodněného produktu na kompostárnu, předpokládáme stejnou cenu jako u sušárny a nekalkulujeme cenu za obstarání substrátu na kompostování.

*Položka je bez převozu produktu na kompostárnu

6.6 Použitá data a sazby

Pro veškeré výpočty byly použity podklady z projektovaných kapacit dotčených ČOV, specifická produkce kalů na EO dle ČSN 756401. Využití použitých dopravních prostředků bylo maximální – ideální organizace logistiky dle naznačených mapek a pravidelné cykly převozu. Další použité položky jsou v následující tabulce:

Položka	Hodnota
Produkce sušiny surového kalu v kg/1000 EO	50,0
Sušina převáženého zahuštěného kalu v %	2,0
Sušina převáženého odvodněného kalu v %	17,0
Sušina převáženého odvodněného a hygienizovaného kalu v %	24,0
Náklady na převoz tekutého kalu (9,3 m ³) v Kč/km	40,0
Náklady na převoz odvodněného kalu (2,5 m ³) v Kč/km	28,0
Cena za předaný odvodněný kal obecně v Kč/t	700,0
Úbytek absolutní sušiny kalu při hygienizaci v %	25,0

Z uvedeného je zřejmé, že v kalkulacích není snaha o maximální zvýhodnění varianty s hygienizací kalů kyslíkem. Náklady na zpracování kalů a jeho dosahované parametry jsou podle výsledků provozovaných zařízení podstatně lepší než data použitá v uvedených výpočtech. Na druhé straně je nutné konstatovat, že částka za tunu odvodněného kalu předanou externí firmě ke zpracování se již nyní pohybuje v intervalu 400 – 980 Kč/t a poslední informace naznačují, že může dosáhnout až 85,- EUR.

7 Závěr

Není jednoduché v současné době, kdy není jasné, jak dopadne řešení rekonstrukce ČOV Žďár nad Sázavou jednoznačně rozhodnout. V každém případě je však jisté, že se kal bude muset hygienizovat, ať už sušením, kompostováním nebo kyslíkem.

Výhodnou se jeví taková varianta, která minimalizuje nutnost přepravy jakéhokoliv média a snižování množství produktu. Klimatické podmínky panující v zimním období na Vysočině jsou významným argumentem proti převážení. Převoz tekutých médií je odůvodněn tím, že se jedná o malé ČOV, kde sofistikovaná technologie zpracování kalů vychází příliš draho a skutečnost, že se dané objekty vyskytují v CHKO to ještě podtrhuje.

Bez ohledu na výši investic se tedy jeví, jako optimální varianta s využitím kalové koncovky stabilizace a hygienizace kalu čistým kyslíkem (ATAS), modifikovaná pro malé lokality. Toto řešení poskytuje investoru maximální variabilitu v rozhodování, co s kalem, a navíc v řadě případů mimo CHKO nabízí, jako nejjednodušší a nejlevnější způsob přímou aplikaci kalu v tekutém stavu. Technologie s čistým kyslíkem je dostatečně ověřena a využívána již asi 13 let ve větších provozech, kde působí většinou, jako centrální jednotka pro větší počet zdrojů surového kalu a je dostatečně ekonomicky vyhodnocena. Moderní způsob výroby kyslíku o čistotě asi 95 %, přímo na místě, snižuje ještě více provozní náklady (asi 2,60 Kč/kg při ceně elektřiny asi 2,00 Kč kWh) a odpisy, než původní verze s kapalným kyslíkem a provoz z hlediska bezpečnostních opatření zjednodušuje.

Vzhledem k tomu, že navrhované řešení není ani v rozporu s případným externím zpracováním kalů při realizaci globálního přístupu ze strany krajských orgánů (není zatím řešeno), doporučujeme variantu zajišťující soběstačnost Mikroregionu Novoměstsko, jako nejvhodnější k realizaci i jako „pilotní“ projekt.

V Ostopovicích, dne: 20.4.2018

Zpracoval:

.....

Ing. Jan Foller