



Pilotní ověření „Monitoring změn během skládkování čistírenských kalů“

Obsah

1	Úvod	5
1.1	Testované lokality – čistírny odpadních vod	6
1.1.1	Náměšť nad Oslavou – Kraj Vysočina	6
1.1.2	Třebíč – Kraj Vysočina.....	8
1.1.3	Tetčice – Kraj Jihomoravský	10
1.1.4	Tři Studně – Kraj Vysočina	12
1.1.5	Radešínská Svatka – Kraj Vysočina.....	12
2	Metodika provozního ověření	14
2.1	Odběr vzorků	15
2.1.1	Metoda odběru vzorků pro stanovení mikrobiologických parametrů	18
2.1.2	Metoda odběr vzorků pro stanovení chemických parametrů – kaly, průsaková voda .	18
2.2	Monitoring parametrů	19
2.2.1	Monitoring mikrobiologických parametrů	19
2.2.2	Monitoring chemických parametrů.....	19
2.3	Vyhodnocení analýz.....	19
2.3.1	Mikrobiologický monitoring	19
2.3.2	Vliv deponie kalů na životní prostředí	32
2.3.3	Vyhodnocení mikrobiologických a chemických analýz ve vztahu k umístění v rámci půdního bloku , kde budou použity nejvýše 30 dnů před jejich použitím	34
3	Závěr	35
3.1	Informace o vlivu uložení kalů čistíren odpadních vod – vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, § 3, odst. 1 písmeno b).....	35
3.1.1	Mikrobiologická kritéria	39
3.1.2	Chemická kritéria.....	40
3.2	Metodika odběru vzorků pro kal, který bude skladován na zemědělské půdě vyhl. č 437/2016Sb., o podmínkách použití kalů na zemědělské půdě§3 odst. 1, písmeno c) – doporučení 40	
3.3	Návrh podmínek pro uložení kalů na zemědělském půdním fondu tak, aby během jeho uskladnění nebyla ohrožena žádná složka životního prostředí.....	41

Seznam tabulek

Tabulka 1 Termíny odběrů vzorků a provedené analýzy - rok 2016	17
Tabulka 2 Termíny odběrů vzorků a provedené analýzy - rok 2017	17
Tabulka 3 Srážky - rok 2016, 2017	18
Tabulka 4 Přehled získaných výsledků mikrobiologického monitoringu.....	24
Tabulka 5 Výsledky mikrobiologických analýz průsakových vod - rok 2016	32
Tabulka 6 Výsledky chemických testů průsakových vod - 2017	33
Tabulka 7 Výsledky chemických testů upravených kalů - rok 2016	33
Tabulka 8 Chemické testy kalů -rok 2016, 2017	34

Seznam obrázků

Obrázek 1 ČOV Náměšť nad Oslavou	6
Obrázek 2 ČOV Třebíč.....	8
Obrázek 3 ČOV Tetčice	10
Obrázek 4 Označení pokusné zakládky kalů - lichá	16
Obrázek 5 Rozmístění značek pro odběry – pokusné zakládky Třebíč, Náměšť a Tetčice	16
Obrázek 6 Kaly ČOV Třebíč - září 2016.....	36
Obrázek 7 Kaly ČOV Tetčice - září 2016.....	36
Obrázek 8 Zakládka kaly -Tetčice - srpen 2017	37
Obrázek 9 Zakládka kaly - Náměšť - srpen 2017	37
Obrázek 10 Zakládka kaly - Třebíč - srpen 2017	38
Obrázek 11 Zakládka kaly - Radešínská Svratka - říjen 2017	38
Obrázek 12 Zakládka kaly - Tři Studně- říjen 2017	39

Seznam grafů

Graf 1 Kvalita kalů - dusík - rok 2016,2017.....	34
--	----

Pilotní ověření

„Monitoring změn během skládkování čistírenských kalů“

Ministerstvo zemědělství podpořilo, na základě smluv o dílo č. 544-2016-17221v roce 2016 a smlouvy o dílo č. 622-2017-17221 v roce 2017 projekt, jehož cílem je pilotní ověření monitoringu změn během skladování čistírenských kalů pro další využití na zemědělské půdě podle vyhlášky č. 437/2016Sb. o podmínkách využití kalů na zemědělské půdě - §3 odstavce a,b,c..

Cílem tohoto pilotního ověření je:

- získání informací o vlivu skladování hygienizovaných kalů z ČOV na zemědělské půdě během uložení po dobu 30 dnů na ploše zabezpečené dle havarijního plánu
- zpracování metodiky odběru vzorků pro kal, který bude skladován na zemědělské půdě
- návrh podmínek pro uložení kalu na zemědělském půdním fondu tak, aby během jeho uskladnění nebyla ohrožena žádná složka životní prostředí ani lidské zdraví

V Náměšti nad Oslavou, 30. říjen 2017

ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, z. s.

Podhradí 1022, 675 71 Náměšť nad Oslavou

Státní zdravotní ústav Praha

1 Úvod

Proces čištění odpadních vod je doprovázen produkcí celé řady odpadů, se kterými musí každý provozovatel čistírny odpadních vod (ČOV) řádně nakládat podle platné legislativy. V České republice se problematice nakládání s čistírenskými kaly věnují následující právní předpisy:

- zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech, vyhláška č. 437/2016Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s bioodpady, vyhláška č. 204/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu,
- zákon č. 156/1998 Sb. o hnojivech, vyhláška č. 237/2017 o stanovení požadavků na hnojiva, vyhláška č. 377/2013 o skladování a způsobů používání hnojiv
- nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu) - dále Nařízení 1069/2009).

Na základě uvedených právních předpisů lze rozlišit základní kategorie nakládání s čistírenskými kaly: přímá aplikace a rekultivace, kompostování, další technologie, které zajistí hygienizaci (sušení, termické zpracování - spalování, pyrolýza).

V posledních letech výrazně vzrostlo množství kalů, které byly aplikovány na zemědělskou půdu. Je to způsobeno i díky zahájení činností řady odpadových společností, které v této oblasti začaly působit. Zvýšený zájem o kaly za účelem jejich přímé aplikace na zemědělskou půdu sebou přináší řadu úskalí. Čistírenské kaly jsou složitou heterogenní suspenzí anorganických a organických látek vzniklých při technologických procesech čištění odpadních vod. Jsou bohatým zdrojem organické hmoty a základních živin i stopových prvků a díky zvýšenému obsahu fosforu a dusíku mají hnojivý účinek, podobně jako organická hnojiva.

V souvislosti s novými legislativními podmínkami - vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách využití kalů na zemědělské půdě (novela vyhlášky č. 382/2001 o podmínkách používání upravených kalů na zemědělské půdě), **vznikají otázky nad technickými podmínkami pro uložení upravených kalů a jejich použití na zemědělské půdě, především v oblasti podmínek stability a změn mikrobiologických parametrů během jejich skladování či uložení.**

1.1 Testované lokality – čistírny odpadních vod

Pro podmínky testování uložení upravených kalů dle vyhlášky č. 437/2016 Sb., § 3 odstavec 1, byly vybrány různé technologie čistíren odpadních vod z cílem ověřit účinnost hygienizace jejich technologie pro následné využití k přímé aplikaci na zemědělskou půdu dle této vyhlášky.

Technologie čistírny má zásadní vliv na kvalitu výsledných produktů. Na kvalitu kalů pak následně navazují další podmínky a technologie, které by měly jasně definovat bezpečnost a uplatnitelnost kalů k přímému použití na zemědělskou půdu.

1.1.1 Náměšť nad Oslavou – Kraj Vysočina



Obrázek 1 ČOV Náměšť nad Oslavou

Stručný popis technologie a kalového hospodářství ČOV Náměšť nad Oslavou

Čistírna odpadních vod Náměšť nad Oslavou je napojená na jednotnou kanalizaci s malou částí napojené oddílné kanalizace. Srážkové vody jsou řešeny čerpáním na zádržnou dešťovou zdrž s vyplachovací klapkou, situovanou za vstupní čerpací stanicí odpadních vod na čistírnu. Čistírna odpadních vod Náměšť nad Oslavou je řešena na principu oběhové směšovací aktivace ve dvou linkách, jako nízko zatížená, mechanicko – biologická čistírna s vysokou

účinností odstraňování dusíku, se simultánním, chemickým srážením fosforu a s komplexním kalovým hospodářstvím.

Tato technologie zajišťuje aerobní stabilizaci zahuštěného přebytečného kalu s možností hygienizace odvodněného, stabilizovaného kalu nehašeným vápnem.

Technologická konfigurace čistírny je následující:

Čerpací stanice odpadních vod – dešťová zdrž – pásové česle – vertikální lapák písku, doplněný separátorem písku s integrovaným praním písku – oběhové, nízko zatížené směšovací aktivace – dávkování srážedla fosforu – rozdělovací objekt – dosazovací nádrže – odtok z čistírny.

Kalové hospodářství je řešeno jako zcela samostatná provozní jednotka. Kal je čerpán kontinuálně z aktivace k zahuštění na tlakovou flotaci a odtud do dvou aerovaných uskladňovacích nádrží provozovaných v sériovém zapojení. Řízenou aerobní stabilizací je čerpán stabilizovaný kal na dekantační odstředivku k odvodnění a je ho možno při odvodňování hygienizovat dávkováním nehašeného vápna do šnekového homogenizačního dopravníku. Unikající amoniak, uvolněný reakčním teplem a vysokou hodnotou pH z hygienizace, je odtahován ve vzdušině z objektu a biologicky oxidován na kompostových biofiltrech. Odvodněný, případně vápněný kal je dopravován do dvojice kontejnerů umístěných v hale objektu a je pravidelně odvážen. Vzhledem k tomu, že o vápněný kal není dlouhodobě zájem, využívá se však pouze odvodnění stabilizovaného kalu na dekantační odstředivce bez vápnění a dále se kal předává ke zpracování externímu odběrateli. Kal má garantovanou kvalitu kategorie II, dle vyhlášky 437/2016Sb.

Technologická konfigurace kalového hospodářství je následující:

Tlaková flotace – vstupní aerovaná vyrovnávací nádrž – výstupní aerovaná vyrovnávací nádrž – dekantační odstředivka – homogenizační šnekový dopravník s dávkováním nehašeného, mletého vápna – deponie odvodněného a hygienizovaného kalu do dvojice, střídavě plněných kontejnerů.

Přehled parametrů čistírny odpadních vod Náměšť nad Oslavou:

Projektovaná kapacita biologické linky čistírny	8 000 EO
Zatížení kalu v biologickém stupni čistírny	0,030 – 0,050 kg BSK ₅ /kg
Objem kalového hospodářství	celkem 440 m ³
Teplota - teplota okolí	
Doba zdržení v uskladňovacích nádržích	min. 40 dní
Sušina odvodněného hygienizovaného kalu	18 – 23 %
Organický podíl v hygienizovaném kalu (ZŽ)	55 – 65 %
Kapacita deponie odvodněného kalu	celkem 2 kontejnery (10 m ³)

Sušina zahuštěného přebytečného kalu z tlakové flotace se pohybuje v průběhu roku v intervalu 3,0 – 4,0 % a není zájem o její zvyšování. Zahuštěný kal na vyšší sušinu se potom v letním období může zahřívat a produkovat nežádoucí zápach.

1.1.2 Třebíč – Kraj Vysočina



Obrázek 2 ČOV Třebíč

Stručný popis technologie a kalového hospodářství ČOV Třebíč

Čistírna odpadních vod Třebíč je napojená na jednotnou kanalizaci. Srážkové vody jsou řešeny vírovým separátorem situovaným před vlastní čistírnou. Technologie biologického stupně je navržena ve dvou linkách na principu nízko zatíženého R-D-N systému s využitím bioaugmentace ve společné regenerační nádrži. Biologicky vyčištěná odpadní voda je dále zpracována na třetím stupni ve dvou linkách s postdenitrifikací a odděleným srážením fosforu v koagulačním reaktoru. Pro zvýšení účinnosti srážení fosforu je na čistírně Třebíč dávkován ještě kal s obsahem hydratovaných oxidů železa.

Technologická konfigurace čistírny je následující:

Lapák štěrku – hrubé, strojně stírané česle – čerpací stanice – vírový lapák písku včetně separátoru s integrovaným praním písku – jemné česle s lisem na shrabky – primární sedimentace, dvě linky s gravitačním zahušťovačem primárního kalu – denitrifikace – nitrifikace – dosazovací nádrže – regenerace vratného kalu s čerpáním přebytečného kalu ke

8

strojnímu zahuštění – postdenitrifikace v reaktorech s plovoucími nosiči biomasy – koagulační reaktor na srážení fosforu – odtok z čistírny.

Kalové hospodářství čistírny je založeno na principu mezofilní anaerobní fermentace s následnou hygienizací stabilizovaného kalu pomocí pasterizace.

Primární a přebytečný kal jsou zahušťovány na sušinu asi 4,0 – 5,0 % odděleně. Primární kal je zahuštěn v průtočném gravitačním zahušťovači a periodicky čerpán do nádrže smíšeného kalu. Přebytečný aktivovaný kal, čerpaný z regenerační nádrže biologického stupně čistírny, je zahuštěn na dekantační odstředivce a přidáván k zahuštěnému primárnímu kalu do nádrže smíšeného kalu. Směs zahuštěného kalu je čerpána přes macerátor na desintegrační zařízení Bio crack, kde je částečně kal narušen působením elektrického pole o vysokém napětí. Po této předúpravě je kal čerpán přes výměníky tepla z pasterizace a střídavě dávkován do paralelně provozovaných dvou metanizačních komor s pracovní teplotou v intervalu 41,0 – 42,0 °C. Po anaerobní digesci, trvající asi 30 dní je kal z obou metanizačních komor čerpán do společné uskladňovací nádrže s dobou zdržení asi 5 – 8 dní. Z uskladňovací nádrže je potom kal čerpán na hygienizaci. Hygienizace kalu je zajišťována na pasterizační jednotce tvořené dvěma způsoby: pastér + akumulace. Hygienizovaný kal je z pasterizačních jednotek čerpán do homogenizační nádrže s kapacitou asi 100 m³, ze které je potom čerpán k odvodnění na dekantační odstředivku. Odvodněný hygienizovaný kal je čerpán tlakovým čerpadlem na deponii a odtud distribuován k externímu odběrateli.

Přehled parametrů čistírny odpadních vod Třebíč

Kapacita	54 000 EO
Zatížení kalu	0,045 – 0,065 kg BSK ₅ /kg
Objem metanizačních komor	celkem 1 960 m ³
Objem uskladňovací nádrže	500 m ³
Pasterizační teplota	75 °C
Doba pasterizačního cyklu	90 – 120 minut
Sušina odvodněného hygienizovaného - kalu	24 – 32 %
Organický podíl v hygienizovaném kalu (ZŽ)	48 – 52 %

Současné zatížení čistírny odpadních vod Třebíč se pohybuje v intervalu asi 45 – 56 tisíc EO. Čistírna je po nedávné rekonstrukci (2015).

1.1.3 Tetčice – Kraj Jihomoravský



Obrázek 3 ČOV Tetčice

Stručný popis technologie a kalového hospodářství ČOV Tetčice

Čistírna odpadních vod Tetčice je napojená na jednotnou kanalizaci. Srážkové vody jsou řešeny odlehčením na průtočnou dešťovou zdrž s vyplachovací klapkou situovanou před vstupní čerpací stanicí odpadních vod. Čistírna odpadních vod Tetčice je řešena jako nízko zatížená, mechanicko – biologická čistírna s vysokou účinností odstraňování dusíku, se simultánním, chemickým srážením fosforu a s komplexním kalovým hospodářstvím.

Technologie zajišťuje stabilizaci a hygienizaci kalu.

Při návrhu technologické linky bylo zároveň uvažováno i se zpracováním dováženého, oxickou stabilizací částečně upraveného kalu z malých čistíren odpadních vod z blízkého okolí. Zatížení těchto malých čistíren představuje celkovou produkci kalů odpovídající dalšímu zatížení asi 3 000 EO. Odpadní vody jsou na čistírnu přiváděny jednotnou kanalizací z aglomerace obcí: Rosice, Zastávka, Tetčice, Ostrovačice a Říčany. Technologie biologického stupně je navržena ve dvou linkách na principu nízko zatížené oběhové směšovací aktivace s předřazeným společným anoxickým selektorem. Fosfor je srážen simultánně, dávkováním železité soli do rozdělovacího objektu, před dosazovací nádrže.

Konfigurace kalového hospodářství je následující:

Dešťová zdrž – čerpací stanice odpadních vod – rotační česle s integrovaným lisem na shrabky – vertikální lapák písku, doplněný separátorem písku s integrovaným praním písku –

anoxický selektor – oběhové, nízko zatížené směšovací aktivace – dávkování srážedla fosforu – rozdělovací objekt – dosazovací nádrže – odtok z čistírny.

Kalové hospodářství je řešeno, jako zcela samostatná provozní jednotka s vlastní automatikou v omezené míře komunikující s hlavním řídicím počítačem čistírny. Přebytný, surový kal je přímo z aktivace nepřetržitě rovnoměrně čerpán vřetenovým čerpadlem, s programem řízenou regulací, na zahušťovací flotační jednotku. Zahuštěný kal je dále čerpán do provzdušňované a vzduchem míchané stabilizační nádrže, systému OSS – oxyterm sludge system®. Z této nádrže je potom v určených dávkách, s odstupem dávkování po minimálně 20-ti hodinách, kal čerpán do autotermního termofilního aerobního reaktoru. Zde je biologicky zprostředkovanou, řízenou oxidací čistým kyslíkem ohříván a udržován po předepsanou dobu, minimálně 20 dní na požadované a řízené hygienizační teplotě v rozmezí 55 – 60 °C. Před každým novým dávkováním surového, zahuštěného kalu je z reaktoru automaticky, jednorázově odčerpán hygienizovaný kal do druhé, vzduchem míchané homogenizační nádrže s možností stahování kalové vody, kde je kal homogenizován, ochlazen a gravitačně znovu, dle potřeby zahuštěn. Z homogenizační nádrže je kal odebírán, většinou pouze v pracovních dnech a odvodňován na dekantální odstředivce přiměřené kapacity. Odvodněný kal je ukládán na deponii.

Konfigurace kalového hospodářství je následující:

Tlaková flotace – vstupní arovaná vyrovnávací nádrž – ATAS reaktor – výstupní arovaná vyrovnávací nádrž – dekantální odstředivka – deponie odvodněného kalu. Hygienizovaný kal je z čistírny odvážen po 30-ti až 60-ti dnech deponie k dalšímu využití externím odběratelem.

Přehled parametrů čistírny odpadních vod Tetčice:

Projektovaná kapacita biologické linky čistírny	15 000 EO
Projektovaná kapacita kalového hospodářství čistírny	18 000 EO
Zatížení kalu v biologickém stupni čistírny	0,040 – 0,050 kg BSK5/kg
Objem kalového hospodářství	celkem 840 m ³
Hygienizační teplota	55 – 60 °C
Doba zdržení v reaktoru	minimálně 20 dní
Sušina odvodněného hygienizovaného kalu	25 – 33 %
Organický podíl v hygienizovaném kalu (ZŽ)	35 – 45 %
Kapacita deponie odvodněného kalu	100 – 120 dní

Současné zatížení čistírny odpadních vod Tetčice se pohybuje v intervalu asi 12 – 14 tisíc EO. Množství dováženého kalu odpovídá produkci z čistíren o kapacitě asi 2500 – 3000

EO. Dovážený kal je vypouštěn do aktivace a odtud dále společně zpracován s kalem produkovaným biologickým stupněm čistírny Tetčice.

1.1.4 Tři Studně – Kraj Vysočina

Stručný popis technologie a kalového hospodářství ČOV

Účelem vodohospodářského díla je ochrana toku Medlovka před znečištěním odpadními vodami z obce Tři Studně a Vlachovice. Čistírna je řešena jako mechanicko-biologická úprava, odpadní vody jsou čerpány do biologického stupně z čerpací stanice. Měření množství odtékající odpadních vod z ČOV je zajištěno Thomsonovým přelivem s ultrazvukovou sondou. Pro uskladnění přebytečného kalu slouží kalojem. Fosfor je srážen chemicky.

Technologická konfigurace kalového hospodářství je následující:

Čistírna odpadních vod CFR-TD je mechanicko-biologická čistírna pracující na principu nízkozátěžové aktivace s úplnou stabilizací kalu a biologickým odbouráním dusíku procesem biologické nitrifikace a denitrifikace.

Přehled parametrů čistírny odpadních vod

Projektovaná kapacita biologické linky čistírny	2 025 EO
Projektovaná kapacita kalového hospodářství čistírny	2 025 EO
Zatížení kalu v biologickém stupni čistírny	60 g / obyvatele a den BSK5
Objem kalového hospodářství	292 m ³
Sušina odvodněného hygienizovaného	kalu 13 – 14 %
Kapacita deponie odvodněného kalu	30 dní

1.1.5 Radešínská Svratka – Kraj Vysočina

Stručný popis technologie a kalového hospodářství ČOV

Čistírna odpadních vod je mechanicko-biologická ČOV a slouží k čištění splaškových odpadních vod z obcí Radešínská Svratka a Řečice. V obci Radešínská Svratka jsou odpadní vody odváděny gravitačně oddílnou kanalizací. Součástí kanalizace jsou tři čerpací stanice (ČS 02, ČS 03 a ČS 04), které přečerpávají malou část odpadních vod z níže položené kanalizace do výše položené kanalizace. Odpadní vody v obci Řečice jsou odváděny oddílnou kanalizací do čerpací stanice ČS 01 Řečice a následně jsou čerpány do oddílné kanalizace v obci Radešínská Svratka. Veškeré odpadní vody jsou pak gravitačně svedeny do čerpací stanice ČS 01

v Radešínské Svatce, která je umístěná na jižním okraji obce, a jsou čerpány do čistírny odpadních vod.

Technologická konfigurace kalového hospodářství je následující:

Vstupním objektem čistírny odpadních vod je mechanické předčištění, ve kterém jsou z odpadních vod odstraňovány plovoucí a vznášející se nečistoty (shrabky) a písek. Mechanicky předčištěné odpadní vody odtékají do biologického stupně čištění. Odstraněné shrabky a písek jsou odváženy na likvidaci mimo ČOV.

Biologický stupeň čištění je tvořen dvěma linkami, každá linka se skládá z jedné aktivační a jedné dosazovací nádrže.

Aktivace je provozována v podmínkách nízko zatíženého systému, s aerobní stabilizací kalu a s odstraňováním sloučenin dusíku časovým střídáním fází nitrifikace a denitrifikace.

Vzduch pro provzdušňování aktivační směsi je dodáván dmychadly, v denitrifikační fázi je aktivační směs míchána ponornými míchadly. Aktivovaný kal je od vyčištěné vody separován v dosazovacích nádržích. Vyčištěné odpadní vody odtékají do recipientu Bobrůvky. Průtoky a množství odpadních vod vypouštěných z ČOV jsou měřeny v měrném objektu. Část biologicky vyčištěných vod je akumulována v jímce provozní vody a je využívána jako provozní voda pro potřeby ČOV.

Přebytečný kal vznikající v procesu čištění odpadních vod je akumulován v uskladňovací nádrži kalu, kde je gravitačně zahušťován. Zahuštěný kal je odvodňován na pásovém lisu. Pro předúpravu kalu před jeho odvodněním je z chemického hospodářství dávkován roztok organického flokulantu. Odvodněný kal je odvážen na likvidaci mimo ČOV. Kalová voda, vznikající při zahušťování a odvodňování kalu, je vracena do procesu čištění.

ČOV je vybavena jímkou septikových vod, do které jsou sváženy fekálie z neodkanalizovaných objektů. Dovážené septikové vody jsou čerpány do mechanického předčištění a jsou čištěny společně s ostatními odpadními vodami.

Čistírna odpadních vod je vybavena systémem měření a regulace, provoz čistírny odpadních vod je řízen řídicím systémem.

Přehled parametrů čistírny odpadních vod

Projektovaná kapacita biologické linky čistírny	1 400 EO
Projektovaná kapacita kalového hospodářství čistírny	1 400 EO
Zatížení kalu v biologickém stupni čistírny	60 g / obyvatele a den BSK5
Sušina odvodněného hygienizovaného kalu	13 – 14 %
Kapacita deponie odvodněného kalu	30 dní

2 Metodika provozního ověření

Metodika provozního ověření byla nastavena na podmínky pro testování uložení upravených dle vyhlášky č. 437/2016Sb. dle § 3 odstavec 1, kdy kaly mohou být v množství podle písmene f) umístěny v rámci půdního bloku, kde budou použity, nejvýše 30 dnů před jejich použitím.

Kaly z vybraných technologií čistíren odpadních vod byly přímo z výstupů z technologie ČOV vždy samostatně uloženy na plochách, které umožňovaly zachycení výluhů z deponie kalů a hodnocení kvality jak kalů, tak výluhů pro:

- získání informací o vlivu skladování hygienizovaných kalů z ČOV na zemědělské půdě pro jejich další využití
- zpracování metodiky odběru vzorků pro kal, který bude skladován na zemědělské půdě
- návrh podmínek pro uložení kalu na zemědělském půdním fondu tak, aby během jeho uskladnění nebyla ohrožena žádná složka životního prostředí ani lidské zdraví

Byly sledovány kaly z ČOV včetně průsakové vody po dobu uložení:

- testované období 2016: od 2. 8. 2016 do 23. 11. 2016
- v roce 2016 byly testovány kaly čistíren Třebíč, Tetčice, Náměšť nad Oslavou – celkem kaly z 3 různých typů technologií ČOV.
- testované období 2017: od 2. 8. 2017 do 10. 10. 2017
- v roce 2017 byly testovány kaly čistíren Třebíč, Tetčice, Náměšť nad Oslavou, Tři Studně, Radešínská Svratka - celkem kaly z 5 různých typů technologií ČOV.

Testování deponií čistírenských kalů bylo prováděno:

- v areálu čistírny odpadních vod v Třebíči – 3 typy upravených kalů. Kaly byly uloženy na zpevněné ploše (původně kalové pole čistírny odpadních vod na folii ve spádu do záchytné nádrže, pro zachycení případného výluhu z deponie kalů)
 - o Deponie byly uloženy a testovány samostatně podle původce upravených kalů:
 - čistírna odpadních vod Náměšť nad Oslavou
 - čistírna odpadních vod Třebíč
 - čistírna odpadních vod Tetčice
 - kaly z Náměště nad Oslavou a z Tetčic byly dovezeny.
- na vodohospodářsky zabezpečených hnojištích zemědělských podniků - 2 typy odvodněných kalů
 - o Deponie byly uloženy a testovány samostatně podle původce odvodněných kalů:

- Fryšava – kaly čistírny odpadních vod Tři Studně
- Radešínská Svratka - kaly čistírny odpadních vod Radešínská Svratka

Z každé deponie bylo odebíráno 10 vzorků, při každém odběru vždy ze stejného místa. Místa byly na deponii označeny a očíslovány. Vzorky byly odebírány těsně pod povrchem a pak v hloubce cca 60 cm, půdní sondýrkou.

Analýzy:

- mikrobiologické parametry kalů dle vyhlášky č. 437/2016 Sb.
- chemie kalů – celkový N, N-NH₄, N-NO₃, pH, sušina
- chemie výluhu deponie - celkový N, N-NH₄, N-NO₃ pH

Vyhodnocení analýz:

- pro hodnocení v roce 2017 je třeba vzít v úvahu, že vyhláška č. 382/2001 Sb. byla novelizována a vydána jako 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) Vyhláška doplňuje a mění mikrobiologické limity.
- zákon č. 254/2001Sb., o vodách

2.1 Odběr vzorků

Odběry vzorků byly prováděny tak, aby byl pokud možno vzorkován celý profil hromady. V každé hromadě byly rovnoměrně rozmístěny značky pro odběr (1-10) a vždy byly střídavě odebírány vzorky na povrchu a v hloubce. Lichá čísla označovala odběry v hloubce, sudá pod povrchem (obr. 4, 5).

- Monitoring v roce 2016 se opakoval 4 x vždy po 22 - 38 dnech (viz tabulka 1)
- monitoring v roce 2017 se opakoval 2 x vždy po 33 - 36 dnech (viz tabulka 2)

Termíny odběrů vzorků výluhů se přizpůsobovaly termínům dešťovým srážkám a termínům monitoringu kalů na deponiích.



Obrázek 4 Označení pokusné zakládky kalů - lichá



Obrázek 5 Rozmístění značek pro odběry – pokusné zakládky Třebíč, Náměšť a Tetčice

Tabulka 1 Termíny odběrů vzorků a provedené analýzy - rok 2016

Datum odběru	Lokalita -ČOV	Odebraná matrice	Parametry mikrobiologických analýz	Parametry chemických analýz	Intervaly odběru vzorků (dny)
02.08.2016	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl.	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB		0
24.08.2016	Třebíč Tetčice	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB	Celkový dusík, NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , sušina, pH, fytoxicita	22
	Náměšť nad Osl.	průsaková voda	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB		
07.09.2016	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl.	průsaková voda	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB		14
23.09.2016	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl.	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB	Celkový dusík, NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , sušina, pH, fytoxicita	30
31.10.2016	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl.	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB	Celkový dusík, NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , sušina, pH, fytoxicita	38
23.11.2016	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl.	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB		23

Tabulka 2 Termíny odběrů vzorků a provedené analýzy - rok 2017

Datum odběru	Lokalita -ČOV	Odebraná matrice	Parametry mikrobiologických analýz	Parametry chemických analýz	Intervaly odběru vzorků (dny)
2.8.2017	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl.	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB	Celkový dusík, NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , sušina, pH, fytoxicita	0
7.9.2017	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl. Radešínská Svratka Tři Studně	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB		36

10.10.2017	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl. Tři studně	průsaková voda	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB	Celkový dusík, NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , sušina, pH, fytoxicita	
	Třebíč Tetčice Náměšť nad Osl. Radešínská Svratka Tři Studně	kal	<i>E. coli</i> , salmonela, enterokoky, TKB		33

2.1.1 Metoda odběru vzorků pro stanovení mikrobiologických parametrů

Odběry vzorků pro mikrobiologii se prováděly metodou úsudku a byly odebírány jednorázové vzorky v označených místech. Pro laboratorní rozborů bylo odebíráno (vzhledem k množství monitorované hromady) vždy maximálně 100 - 250 g. Odebrané vzorky byly okamžitě uloženy do transportní termotašky, kde byly uchovávány při cca 8 °C a převezeny k mikrobiologickým rozborům. Mikrobiologická analýza byla započata co nejdříve, ale vždy maximálně do 24 hodin po odběru vzorku.

2.1.2 Metoda odběr vzorků pro stanovení chemických parametrů – kaly, průsaková voda

Odběry vzorku pro chemické parametry kalů byly odebírány a uchovávány stejným postupem spolu s mikrobiálními vzorky. Pro chemické stanovení byl vytvořen směsný vzorek každé deponie a termínu. Byly stanoveny formy dusíku, pH, sušina. Průsaková voda byla odebírána do plastových láhví o objem 500 ml a uchována v termotaškách. Stanoveny byly formy dusíku, pH.

Tabulka 3 Srážky - rok 2016, 2017

Srážky	2016			2017		
	S	N	%	S	N	%
srpen	25	80	31	46	80	58
září	14	56	25	63	56	113
říjen	54	39	138	81	39	208
listopad	35	46	76			

Vysvětlivky k tabulce:

S = úhrn srážek [mm]

N = dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]

% = úhrn srážek v % normálu 1981–2010

Úhrn srážek v roce 2016 od 1. srpna do 30. listopadu byl 128 mm, úhrn srážek v roce 2017 od 1. srpna do 31. října byl 190 mm.

2.2 Monitoring parametrů

2.2.1 Monitoring mikrobiologických parametrů

Mikrobiologické parametry byly sledované v souladu s Nařízením Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu) - dále Nařízení 1069/2009. Byly sledovány *E. coli*, salmonela, enterokoky (viz. tab. 4) dle platných vyhlášek o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Limitní hodnoty pro mikrobiologické parametry v Nařízení 1069/2009 se shodují s limity, které požaduje vyhláška č. 437/2016Sb. od 1. 1. 2020, takže pokud zjištěné hodnoty pro mikrobiální parametry vyhoví Nařízení 1069/2009, pak vyhoví i požadavkům limitů vyhlášky 437/2016 od roku 2020.

Mikrobiologické analýzy byly prováděny dle AHEM č. 1/2010 akreditovanými postupy. Použité postupy jsou součástí interního systému jakosti, metodiky jsou součástí interních standardních operačních postupů (SOP). SZÚ Praha podle § 86 odst. 2 zákona č. 471/2005 Sb. O ochraně zdraví může provádět činnosti, pro které tento zákon jinak stanoví podmínku autorizace nebo akreditace.

2.2.2 Monitoring chemických parametrů

Chemické parametry byly sledovány z pohledu mobility živin – celkového dusíku, N-NO₃, N-NH₄ a kvality kalů dle technologie zařízení ČOV při umístění upravených kalů v rámci půdního bloku, kde budou použity, nejvýše 30 dnů před jejich použitím. Testy byly prováděny akreditovanou laboratoří dle ověřených metod a metodikou VÚRV (fytotoxicita 2016) - viz tab. 8.

2.3 Vyhodnocení analýz

2.3.1 Mikrobiologický monitoring

Výsledky mikrobiologického monitoringu jsou uvedeny v následující tabulce 4.

2.3.1.1 Upravený kal z ČOV Třebíč

Rok 2016

Kal z ČOV Třebíč všeobecně vykazoval hodnoty kalu I. kategorie podle vyhlášky 437/2016 Sb. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny při prvních odběrech hned po naskladnění kalů na plochu a všeobecně se vyšší hodnoty objevovaly u enterokoků. Salmonela vykazovala ve všech sledovaných vzorcích po celou dobu negativní výsledky. *E. coli* byla zjištěna pouze v jednom případě, v jednom vzorku a hned při naskladněním. Je třeba poznamenat, že se jedná o ojedinělý výskyt a nedosahuje limitní hodnoty podle Nařízení 1069/2009, které pro kaly z ČOV Třebíč po celou dobu monitoringu byly splněny.

Nejvyšší hodnoty vykazovaly enterokoky, ale ani u nich nebyl překročen limit jak Nařízení 1069/2009 tak vyhl. 382/2001 Sb.

Od druhého odběru dne 24. 08. 2016 až do konce sledování 23. 11. 2016 byly všechny mikrobiologické parametry téměř nulové. Za celou dobu sledování nedošlo u kalu z ČOV z Třebíče k navýšení hodnot mikrobiologických indikátorových organismů.

Závěr sledování upravených kalů – ČOV Třebíč – rok 2016

Lze konstatovat, že doba skladování neměla negativní vliv na mikrobiologickou kvalitu upraveného kalu a kal splnil limity požadované pro použití kalu na zemědělskou půdu podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl.č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020 v jednotlivých intervalech do 30 dnů tak v celkové době deponie 113 dnů. Bohužel by nebyla splněny parametry podle vyhlášky 382/2001 Sb. ani podle vyhl.č. 437/2016 Sb. pro kal kategorie I.

Rok 2017

Pro hodnocení v roce 2017 je třeba vzít v úvahu, že vyhláška č. 382/2001 Sb. byla novelizována a vydána jako 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) V roce 2017 byl kal uložen pouze 2 měsíce. Vyhláška doplňuje a mění mikrobiologické limity.

Kontaminace kalu pro TKB na počátku sledování se pohybovala v hodnotách do $1,5 \cdot 10^4$ KTJ/g. Během uložení byl zaznamenán pokles až na hodnoty do 10^3 KTJ /g, což jsou hodnoty, které vyhoví všem limitům požadovaných v příslušných předpisech.

Kontaminace kalu pro *E. coli* na počátku sledování se pohybovala v hodnotách do $1,7 \cdot 10^4$ KTJ/g. Na konci pokusu byl nález pro *E. coli* negativní (až na jeden případ $4,4 \cdot 10^2$ KTJ/g) a opět by kal kvalitativně vyhověl kategorii I pro mikrobiologické parametry a dalším limitům požadovaným pro uložení kalu na zemědělskou půdu jak podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl. č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020.

Enterokoky vykazovaly velmi nízkou hodnotu už při naskladnění a během uložení nedošlo k výrazným změnám, kal by vyhověl všem požadovaným limitům právních předpisů, kromě požadavků pro kal kategorie I.

Salmonela byla ve všech případech negativní, jak při naskladnění, tak ve všech analýzách prováděného monitoringu.

Závěr sledování upravených kalů – ČOV Třebíč – rok 2017

Lze konstatovat, že doba skladování neměla negativní vliv na mikrobiologickou kvalitu upraveného kalu a kal splnil limity požadované pro uložení kalu na zemědělskou půdu a to jak podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl. č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020 po celkové době deponie 69 dnů. Po uložení po době 30 dnů kal splnil požadavky pro mikrobiální parametry pouze pro II. kategorie dle vyhl. č. 437/2016Sb..

2.3.1.2 Upravený kal z ČOV Náměšť nad Oslavou

Rok 2016

Kvalita upraveného kalu uloženého po dobu do 30 dnů se výrazně zlepšila, kal splnil požadavky Nařízení 1069/2009, ale nesplnil požadavky vyhl. č. 382/2001Sb. pro kal kategorie I. Během uložení po dobu 113 dnů došlo k dalšímu snížení, ale nebylo dosaženo kalu I. kategorie. Kal po uložení nevyhověl ani limitům pro Nařízení 1069/2009, protože hodnoty pro enterokoky byly nepatrně vyšší, než požaduje uvedené Nařízení. Hodnoty pro *E. coli* však limitní hodnoty podle Nařízení 1069/2009 splněny byly. Přesto kal nevyhověl požadavkům dle vyhl. č. 382/2001Sb. pro kal kategorie I.

Rok 2017

Kal z ČOV Náměšť nad Oslavou vykazoval kvalitu kalu kategorie II podle vyhl. 437/20176 Sb. Vstupní hodnoty byly však nižší než v roce 2016. Vyšší hodnoty $>10^4$ KTJ/g byly zjištěny pouze pro TKB, pro žádný parametr. Během skladování došlo k postupnému snížení sledovaných parametrů. U enterokoků došlo pouze k mírnému snížení a kal vyhověl pouze kategorii II.

U *E. coli* se snížily hodnoty během prvního měsíce, pak ovšem došlo k opětovnému nárůstu, ale pouze u tří vzorků byl překročen limit 10^3 KTJ/g. Přestože během skladování došlo ke snížení, nebylo dosaženo kvality kalu I. kategorie. Kal po skladování by ale vyhověl limitům

pro Nařízení 1069/2009 a vyhl. č. 437/2016Sb., přílohy 4 pro limity předpokládané od roku 2020.

Závěr sledování upravených kalů – ČOV Náměšť nad Oslavou – rok 2017

Kvalita upraveného kalů v intervalech do 30 dnů se při sledování v roce 2016 i v roce 2017 vždy mírně zlepšila. Během skladování po dobu 69 dní v roce 2017 došlo ke snížení, ale nebylo dosaženo kvality kalu I. kategorie. Kal po skladování by ale vyhověl limitům pro Nařízení 1069/2009. Kal po skladování by vyhověl limitům pro Nařízení 1069/2009 a vyhl.č. 437/20016, příloha 4, pro limity předpokládané od roku 2020.

2.3.1.3 Upravený kal z ČOV Tetčice

Rok 2016

Kal z ČOV Tetčice vykazoval při naskladnění (první odběr 2. 8. 2016) hodnoty kalu II. kategorie podle vyhlášky 341/2001 Sb., o použití kalů na zemědělskou půdu. Limitní hodnoty pro Nařízení 1069/2009 však kal splňoval po celou dobu monitoringu, stejně jako kal z ČOV Třebíč. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny 2. 8. 2016 u TKB a pohybovaly se do $1,6 \cdot 10^3$ KTJ/g u *E. coli* $5,6 \cdot 10^2$. Enterokoky byly pod limitními hodnotami po celou dobu monitoringu.

U *E. coli* došlo ke snížení až na negativní nález hned po 3 týdnech skladování a tyto hodnoty se nezvýšily již po celou dobu monitorování (tj. do 30. 11. 2016). Hodnoty TKB se snížily také během 3 týdnů a od 23. 9. 2016 byly negativní až do konce monitoringu.

V posledních odběrech 23. 11. 2016 byl zjištěn ojedinělý výskyt enterokoků. Nelze s určitostí prokázat, zda se o postupné namnožování enterokoků anebo pouze o náhodné nálezy, protože hodnota <750 KTJ/g byla zjištěna pouze u dvou vzorků. K potvrzení jakékoliv hypotézy by bylo potřeba provádět další monitoring, minimálně po dobu jednoho roku.

Závěr sledování upravených kalů – ČOV Tetčice – rok 2016

Lze konstatovat, že doba skladování neměla negativní vliv na mikrobiologickou kvalitu upraveného kalu a kal splnil limity požadované pro uložení kalu na zemědělskou půdu a to jak podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl. č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020 v jednotlivých intervalech do 30 dnů tak v celkové době deponie 113 dnů.

Rok 2017

Kal z ČOV Tetčice vykazoval při naskladnění a po celou dobu sledování kvalitativní parametry pro kal kategorie I podle vyhlášky 437/2016 Sb. a byly splněny i požadavky pro limity dle Nařízení 1069/2009.

Závěr sledování upravených kalů – ČOV Tetčice – rok 2017

Lze konstatovat, že doba skladování neměla negativní vliv na mikrobiologickou kvalitu upraveného kalu a kal splnil limity požadované pro uložení kalu na zemědělskou půdu a to jak podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl. č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020 v jednotlivých intervalech do 30 dnů tak v celkové době deponie 69 dnů.

Kaly ČOV Radešínská Svratka a Tři Studně byly do testování zařazeny z důvodů četné frekvence výstavby tak zvaných „malých čistíren“ v obcích ČR a řeší v rámci technologie čistírny způsob využití kalů. Obě technologie produkují kal se sušinou nad 4%, ale nedosahují 18%. Výsledný kal splňuje kvalitu II. Kategorie dle vyhl. č. 437/2016Sb.

2.3.1.4 Kal z ČOV Radešínská Svratka

Rok 2017

Kal z ČOV Radešínská Svratka při naskladnění vykazuje kvalitativní parametry pro kal II. kategorie podle 437/2016 Sb. a nevyhovuje limitům dle Nařízení 1069/2009. Hodnoty všech parametrů se pohybují v řádech 10^3 a 10^4 KTJ /g a nález pro salmonelu byl pozitivní. Kal byl monitorován pouze 33 dnů a jeho parametry se během uložení nezměnily.

2.3.1.5 Kal z ČOV Tři Studně

Rok 2017

Kal z ČOV tři Studně při naskladnění vykazoval podstatně lepší parametry pro *E. coli*, TKB a enterokoky než kal z ČOV z Radešínské Svratky. Přesto nesplnil limity pro kal I. kategorie dle vyhlášky č. 437/2016 Sb., ani podle Nařízení 1069/2009. Po měsíčním skladování došlo k výraznému snížení pro *E. coli*, TKB a enterokoky (až na parametry pro kal I. kategorie), ale nález pro salmonelu se nezměnil, proto kal nesplňuje limity podle 437/2016 Sb. pro první kategorii a ani limity pro Nařízení 1069/2009.

Závěr sledování kalů ČOV Radešínská Svratka a Tři Studně - rok 2017:

Kvalita kalů nebyla splněna v parametru salmonela u obou čistíren, přestože výsledky průběžného sledování kvality kalů dle provozních řádů ČOV po celou dobu provozu je negativní. Kvalita kalů nesplnila podmínky to jak podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl. č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020 v testovaných intervalech do 30 dnů včetně celkové doby 69 dnů.

Tabulka 4 Přehled získaných výsledků mikrobiologického monitoringu

Kal ČOV Třebíč - 2016

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02. 8. 2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	2,5.10 ¹	< 50	< 50	2,5.10 ¹	2,5.10 ¹	< 50	-	-
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	2,5.10 ¹	< 50	< 50	2,5.10 ¹	< 50	< 50	-	-
	enterokoky	KTJ/g	2,0.10 ²	2,5.10 ¹	2,0.10 ²	2,5.10 ²	2,3.10 ²	< 50	1,0.10 ²	1,0.10 ²	-	-
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	-	-
24. 8. 2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
23. 9. 2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
31. 10. 2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
23. 11. 2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 750	< 50	< 50	< 750	< 750	< 50	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Kal ČOV Třebíč - 2017

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. 8. 2017	TKB	KTJ/g	1,5.10 ⁴	3,9.10 ⁴	2,3.10 ⁴	3,0.10 ⁴	3,6.10 ⁴	1,4.10 ⁴	4,3.10 ⁴	4,3.10 ⁴	1,7.10 ⁴	2,1.10 ⁴
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	4,6.10 ³	1,2.10 ⁴	2,3.10 ³	1,5.10 ⁴	7,1.10 ³	1,4.10 ³	1,7.10 ⁴	8,5.10 ³	6,6.10 ³	8,5.10 ³
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
7. 9. 2017	TKB	KTJ/g	3,0.10 ⁴	1,3.10 ³	2,0.10 ⁴	1,1.10 ³	< 750	1,0.10 ⁴	3,1.10 ³	3,2.10 ⁴	< 750	< 750
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	6,0.10 ³	5,4.10 ²	8,4.10 ³	2,2.10 ²	< 750	4,0.10 ³	1,2.10 ³	6,4.10 ³	< 750	< 750
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 50	1,8.10 ³	< 750	< 750	2,3.10 ³	2,4.10 ³	< 750	< 750	2,8.10 ³
	salmonela	nález	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
10.10. 2017	TKB	KTJ/g	< 750	< 750	1,9.10 ³	3,3.10 ³	2,2.10 ³	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	4,4.10 ²	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Vysvětlivky:

*datum přijetí vzorku v laboratoři

Kal z ČOV Náměšť nad Oslavou - 2016

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.8.2016	TKB	KTJ/g	1,8.10 ⁴	3,0.10 ⁴	2,4.10 ⁴	3,8.10 ⁴	3,8.10 ⁴	2,8.10 ⁴	3,0.10 ⁴	2,2.10 ⁴	-	-
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	1,1.10 ⁴	2,4.10 ⁴	1,4.10 ⁴	3,0.10 ⁴	2,3.10 ⁴	2,3.10 ⁴	1,8.10 ⁴	1,3.10 ⁴	-	-
	enterokoky	KTJ/g	4,9.10 ³	4,8.10 ³	5,5.10 ³	4,4.10 ³	5,1.10 ³	4,9.10 ³	4,0.10 ³	5,1.10 ³	-	-
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	-	-
	TKB	KTJ/g	1,2.10 ³	6,5.10 ²	7,5.10 ²	1,5.10 ³	1,0.10 ³	9,5.10 ²	1,1.10 ³	7,7.10 ²	1,0.10 ³	9,1.10 ²
24.8.2016	<i>E. coli</i>	KTJ/g	7,5.10 ²	2,6.10 ²	4,5.10 ²	3,0.10 ²	3,8.10 ²	5,7.10 ²	4,4.10 ²	3,1.10 ²	6,1.10 ²	7,3.10 ²
	enterokoky	KTJ/g	2,1.10 ³	7,0.10 ²	3,8.10 ³	3,0.10 ²	2,9.10 ³	5,5.10 ²	1,5.10 ³	3,3.10 ²	3,4.10 ³	6,5.10 ²
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
23.9.2016	TKB	KTJ/g	1,2.10 ³	< 50	1,4.10 ³	< 50	8,0.10 ²	< 50	7,7.10 ²	< 50	8,0.10 ²	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	4,7.10 ²	< 50	2,9.10 ²	< 50	3,2.10 ²	< 50	3,1.10 ²	< 50	1,6.10 ²	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
	TKB	KTJ/g	2,7.10 ³	< 50	2,3.10 ³	< 50	8,4.10 ²	< 50	3,2.10 ³	< 50	2,2.10 ³	< 50
31.10.2016	<i>E. coli</i>	KTJ/g	1,6.10 ³	< 50	1,4.10 ³	< 50	3,4.10 ²	< 50	2,5.10 ³	< 50	1,3.10 ³	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	9,8.10 ²	1,1.10 ³	7,0.10 ²	9,8.10 ²	1,0.10 ³	7,0.10 ²	1,1.10 ³	8,9.10 ²	8,4.10 ²
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
23.11.2016	TKB	KTJ/g	1,6.10 ³	2,8.10 ²	2,4.10 ³	< 750	< 50	7,9.10 ³	< 50	< 50	8,1.10 ²	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	5,5.10 ¹	< 50	< 50	< 50	3,8.10 ²	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	1,9.10 ³	< 750	2,6.10 ³	< 750	< 750	9,1.10 ²	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
	TKB	KTJ/g	1,6.10 ³	2,8.10 ²	2,4.10 ³	< 750	< 50	7,9.10 ³	< 50	< 50	8,1.10 ²	< 50

Kal z ČOV Náměšť nad Oslavou - 2017

Vysvětlivky:

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.8.2017	TKB	KTJ/g	3,0.10 ⁴	3,1.10 ⁴	4,8.10 ⁴	3,4.10 ⁴	1,0.10 ⁵	3,2.10 ⁴	2,4.10 ⁴	2,0.10 ⁴	3,2.10 ⁴	2,6.10 ⁴
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	4,0.10 ⁴	3,7.10 ³	3,7.10 ³	5,3.10 ⁴	3,3.10 ³	4,5.10 ³	4,4.10 ³	3,1.10 ³	3,3.10 ⁴	4,7.10 ³
	enterokoky	KTJ/g	2,3.10 ³	2,6.10 ³	5,5.10 ³	7,2.10 ³	1,1.10 ⁴	3,0.10 ³	6,6.10 ³	5,1.10 ³	7,9.10 ³	6,6.10 ³
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	-	-
7.9.2017	TKB	KTJ/g	4,0.10 ⁴	3,7.10 ³	3,7.10 ³	5,3.10 ⁴	3,3.10 ³	4,5.10 ³	4,4.10 ³	3,1.10 ³	3,3.10 ⁴	4,7.10 ³
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	8,1.10 ³	< 50	< 750	< 50	1,3.10 ³	< 50	< 50	< 50	< 50	9,4.10 ²
	enterokoky	KTJ/g	4,5.10 ³	3,7.10 ³	4,0.10 ³	3,1.10 ³	4,9.10 ³	5,1.10 ³	3,1.10 ³	3,8.10 ³	5,7.10 ³	2,8.10 ³
	salmonela	nález	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
10.10.2017	TKB	KTJ/g	< 750	1,0.10 ³	< 750	1,7.10 ³	1,3.10 ³	1,1.10 ³	< 750	< 750	1,1.10 ³	< 750
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 750	1,0.10 ³	< 750	1,7.10 ³	1,3.10 ³	6,4.10 ²	< 750	< 750	6,6.10 ²	< 750
	enterokoky	KTJ/g	8,0.10 ²	1,3.10 ³	8,0.10 ²	1,9.10 ³	1,2.10 ³	1,1.10 ³	8,2.10 ²	8,2.10 ²	1,3.10 ³	1,6.10 ³
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

*datum přijetí vzorku v laboratoři

Poz.- pozitivní nález

Neg. - negativní nález

Kal z ČOV Tetčice - 2016

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02.08.2016	TKB	KTJ/g	1,4.10 ³	1,1.10 ³	1,3.10 ³	1,2.10 ³	1,2.10 ³	1,5.10 ³	1,6.10 ³	1,2.10 ³	1,0.10 ³	9,8.10 ²
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	5,6.10 ²	2,3.10 ²	5,4.10 ²	4,7.10 ²	4,8.10 ²	6,1.10 ²	3,4.10 ²	2,3.10 ²	2,1.10 ²	3,9.10 ²
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 50	< 50	< 750	< 50	< 750	< 750	< 50	< 50	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
24.08.2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 750	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 750	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
23.9.2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
31.10.2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
23.11.2016	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 50	< 750	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Kal z ČOV Tetčice 2017

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
03.08.2017	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	9,0.10 ²	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
	TKB	KTJ/g	< 750	< 50	< 50	< 750	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 750	< 50
07.09.2017	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
10.10.2017	TKB	KTJ/g	< 50	< 50	< 750	< 50	< 50	< 50	< 750	< 50	< 50	< 50	< 50
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Vysvětlivky

* datum přijetí vzorku v laboratoři

poz- pozitivní nález

neg- negativní nález

Kal z ČOV Radešínská Svatka 2017

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
07.09.2017	TKB	KTJ/g	5,0.10 ³	4,4.10 ³	5,0.10 ³	3,5.10 ³	6,5.10 ³	7,8.10 ³	3,4.10 ³	6,5.10 ³	4,3.10 ³	7,6.10 ³
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	3,0.10 ³	2,6.10 ³	2,0.10 ³	3,5.10 ³	3,9.10 ³	3,1.10 ³	2,7.10 ³	2,6.10 ³	8,7.10 ²	4,6.10 ³
	enterokoky	KTJ/g	3,4.10 ³	1,4.10 ³	1,4.10 ³	2,7.10 ³	2,0.10 ³	4,0.10 ³	4,2.10 ³	2,2.10 ³	3,9.10 ³	2,5.10 ³
	salmonela	nález	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz
10.10.2017	TKB	KTJ/g	9,3.10 ²	4,8.10 ³	8,0.10 ³	4,0.10 ³	1,5.10 ³	5,4.10 ³	2,8.10 ³	1,6.10 ³	6,2.10 ³	7,3.10 ³
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	3,7.10 ²	3,8.10 ³	3,2.10 ³	2,4.10 ³	9,0.10 ²	4,3.10 ³	1,1.10 ³	6,3.10 ²	3,7.10 ³	1,5.10 ³
	enterokoky	KTJ/g	3,0.10 ⁴	8,1.10 ³	4,7.10 ³	3,2.10 ⁴	3,0.10 ³	3,9.10 ³	3,8.10 ³	4,8.10 ³	4,1.10 ⁴	3,9.10 ³
	salmonela	nález	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz

Vysvětlivky

* datum přijetí vzorku v laboratoři

poz- pozitivní nález

neg- negativní nález

Kal z ČOV Fryšava 2017

Datum odběru	Parametr	jednotky	Označení vzorku dle odběrového místa									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
07.09.2017	TKB	KTJ/g	1,7.10 ³	9,3.10 ²	1,7.10 ³	1,0.10 ³	9,1.10 ²	7,8.10 ²	3,3.10 ³	2,7.10 ³	1,6.10 ³	4,2.10 ³
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	6,8.10 ²	1,9.10 ²	1,0.10 ³	8,2.10 ²	5,5.10 ²	3,1.10 ²	6,5.10 ²	1,6.10 ³	3,1.10 ²	8,4.10 ²
	enterokoky	KTJ/g	1,1.10 ³	1,2.10 ³	< 750	< 750	< 750	8,0.10 ²	1,7.10 ³	< 750	1,4.10 ³	1,2.10 ³
10.10.2017	salmonela	nález	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz
	TKB	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	<i>E. coli</i>	KTJ/g	< 50	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	enterokoky	KTJ/g	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750	< 750
	salmonela	nález	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz	poz

Vysvětlivky

* datum přijetí vzorku v laboratoři

poz- pozitivní nález

neg- negativní nález

2.3.2 Vliv deponie kalů na životní prostředí

2.3.2.1 Výluhy deponií upravených kalů - průsakové vody - 2016

V období 2. 8. 2016 - 23. 11. 2016 v Třebíči, kde probíhalo sledování změn uskladněného kalu, minimálně přšlo. Úhrn srážek za celé období je uveden v tabulce 3. Z této tabulky je patrné, že víc jak 73 % dní bylo bez srážek a maximální úhrn během jednoho dne nebyl ani 1 cm. Toto bez srážkové období mělo za následek, že průsakové vody byly zachyceny jenom 2x a to 23. 8. 2016 a 7. 9. 2016. Výsledné hodnoty mikrobiologických parametrů průsakových vod jsou uvedeny v tabulce 5. Z tabulky je jasné, že průsaková voda z 23. 8. 2016 nevykazuje kontaminaci indikátorovými organismy. Srážková voda protekla hromadou kalu, který nebyl anebo byl velmi málo kontaminován sledovanými mikroorganismy. Navíc byl kal již po dlouhou dobu vystaven vysokým letním teplotám, které samozřejmě napomáhaly úspěšné inaktivaci mikroorganismů.

Tabulka 5 Výsledky mikrobiologických analýz průsakových vod - rok 2016

Označení	jednotky	parametr	23.8.2016	7.9.2016
průsaková voda TETČICE	KTJ/ml	TKB	13	10
	KTJ/ml	<i>E. coli</i>	0	< 50
	KTJ/ml	enterokoky	4,5	přerostlé
	nález	salmonela	negativní	negativní
průsaková voda NÁMĚŠŤ	KTJ/ml	TKB	15	32
	KTJ/ml	<i>E. coli</i>	< 50	< 50
	KTJ/ml	enterokoky	< 50	přerostlé
	nález	salmonela	negativní	negativní
průsaková voda TŘEBÍČ	KTJ/ml	TKB	45	20
	KTJ/ml	<i>E. coli</i>	< 50	< 50
	KTJ/ml	enterokoky	< 50	přerostlé
	nález	salmonela	negativní	negativní

Průsakové vody ze 7. 9. 2016 vykazovaly vysokou kontaminaci enterokoky. Kontaminace indikátorovými mikroorganismy *E. coli* a TKB byla minimální. Salmonela nebyla zjištěna v žádném ze sledovaných vzorků. Vysoké hodnoty zjištěné pro enterokoky lze vysvětlit pomnožením ve vodním prostředí, které je samozřejmě mnohem rychlejší než v pevné matici kalů. Navíc se rozbor těchto vod prováděl po 3 denním uchování v lednici a následné přepravě do laboratoře. Na pomnožení se tento fakt mohl projevit značně. U všech vzorků byly stanoveny i testy fytoxicity, které prokazují biologickou stabilitu (100%) – energie i živiny byly převedeny do stabilní organické hmoty.

Tabulka 6 Výsledky chemických testů průsakových vod - 2017

Místo odběru	č.vz.	pH	NH4 (mg/l)	NO3 (mg/l)	N celk. (mg/l)
Náměšť nad oslavou	17451/17	7,20	41,30	126,00	142,00
Třebíč	17452/17	7,70	0,05	4,00	11,10
Tetčice	17453/17	6,90	80,40	265,00	153,00
Fryšava	17814/17	7,20	22,50	<2,0	34,80

Chemická kvalita kalů byla z důvodů vlivu na životní prostředí hodnocena v parametru celkový N, N-NO₃, NH₄ a jejich vzájemného poměru, pH (viz tabulka 7 a 8). U upravených kalů se obsah sledovaných živin v sušině kalů pohyboval v rozmezech:

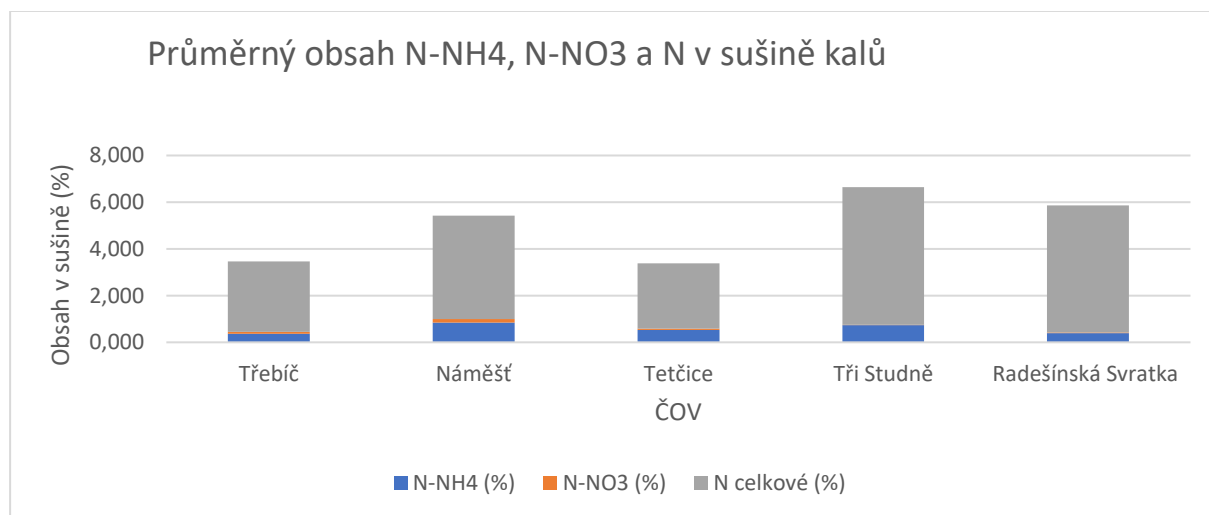
- upravené kaly (sušina 22 – 50%)
 - o N-NH₄ 0,28 -0,91 %
 - o N-NO₃ 0,006 – 0,30 %
 - o celk. N 2,5 – 4 8 %
- ostatní kaly (sušina 14%)
 - o N-NH₄ 0,40 – 0,74 %
 - o N-NO₃ 0,014 – 0,22 %
 - o celk. N 5,4 – 5,9 %

Tabulka 7 Výsledky chemických testů upravených kalů - rok 2016

Místo odběru	Číslo vzorku	pH	N-NH ₄ (% v původní hmotě)	N-NH ₄ (% v sušině)	N-NO ₂ (mg/kg v sušině)	N-NO ₃ (mg/kg v sušině)	N-NO ₃ (% v sušině)	N-celk. (% v sušině)	Sušina (% hmoty)
Třebíč	1	5,97	0,110	0,279	<2,0	866	0,087	2,93	39,44
Náměšť n. O.	2	6,13	0,154	0,338	247	2362	0,236	4,37	28,84
Tetčice	3	6,65	0,224	0,534	<2,0	272	0,027	2,93	31,10
Třebíč	4	5,89	0,249	0,863	<2,0	877	0,088	3,09	45,52
Náměšť n. O.	5	6,20	0,263	0,913	<2,0	1096	0,110	4,44	28,82
Tetčice	6	6,55	0,196	0,904	<2,0	1256	0,126	2,86	50,30
Třebíč	7	6,21	0,212	0,682	<2,0	229	0,023	2,94	41,97
Náměšť n. O.	8	5,96	0,185	0,368	<2,0	3001	0,300	4,79	21,68
Tetčice	9	6,51	0,183	0,447	<2,0	485	0,048	2,89	40,92

Tabulka 8 Chemické testy kalů -rok 2016, 2017

Místo odběru	Rok odběru	Číslo vzorku	pH	N-NH4 (%)		N-NH4 mg/kg sušiny	N-NO3 (%)		N-NO3 mg/kg v sušině	N celkové (%)		N celkové mg/kg v sušině	Sušina (%)
				v původní hmotě	v sušině		v původní hmotě	v sušině		v původní hmotě	v sušině		
Třebíč	2016	1	5,97	0,110	0,279	2 790	0,034	0,087	866	1,156	2,930	29 300	39,44
		4	5,89	0,154	0,338	3 380	0,040	0,088	877	1,407	3,090	30 900	45,52
		7	6,21	0,224	0,534	5 340	0,010	0,023	229	1,234	2,940	29 400	41,97
	2017	15752	6,3	0,120	0,341	3 410	0,038	0,107	1 070	1,088	3,100	31 000	35,1
Náměšť n. O.	2016	2	6,13	0,249	0,863	8 630	0,068	0,236	1362	1,260	4,370	43 700	28,84
		5	6,2	0,263	0,913	9 130	0,032	0,110	1096	1,280	4,440	44 400	28,82
		8	5,96	0,196	0,904	9 040	0,065	0,300	3001	1,038	4,790	47 900	21,68
	2017	15751	8,3	0,165	0,684	6 840	0,001	0,006	67	0,991	4,110	41 100	24,1
Tetčice	2016	3	6,65	0,212	0,682	6 820	0,008	0,027	272	0,911	2,930	29 300	31,1
		6	6,55	0,185	0,368	3 680	0,063	0,126	1256	1,439	2,860	28 600	50,3
		9	6,51	0,183	0,447	4 470	0,020	0,048	485	1,183	2,890	28 900	40,92
	2017	15749	7	0,202	0,649	6 490	0,006	0,021	205	0,778	2,500	25 000	31,1
Tři Studně	2017	15750	8,2	0,104	0,738	7 380	0,002	0,014	138	0,830	5,890	58 900	14,1
Radešínská Svatka	2017	15748	8,6	0,057	0,400	4 000	0,003	0,022	223	0,778	5,440	54 400	14,3



Graf 1 Kvalita kalů - dusík - rok 2016,2017

2.3.3 Vyhodnocení mikrobiologických a chemických analýz ve vztahu k umístění v rámci půdního bloku , kde budou použity nejvýše 30 dnů před jejich použitím

O kvalitě kalů ČOV rozhoduje technologie čistírny odpadních vod. Z uvedených výsledků vyplývá, že technologie ČOV Tetčice a Třebíč produkují kvalitně stabilizovaný kal, který plně splňuje limity požadované pro uložení kalu na zemědělskou půdu a to jak podle Nařízení 1069/2009, tak podle vyhl. č. 437/2016 Sb., pro limity předpokládané od roku 2020 v jednotlivých intervalech do 30 dnů tak v celkové době deponie 113 dnů. Proces technologie těchto ČOV upravuje kal i z pohledu mineralizace organické hmoty, což deklarují obsahy celkového dusíku i jeho dusičnanové a amoniakální formy.

Kvalita upraveného kalu ČOV Náměšť n. O. s technologií zajišťuje aerobní stabilizaci zahuštěného přebytečného kalu s možností hygienizace odvodněného, stabilizovaného kalu nehašeným vápnem může mít na mikrobiální stabilitu kalu nestabilní vliv.

ČOV obcí - Tři Studně, Radešínská Svatka produkují neupravený kal, který v průběhu deponie nezhoršil mikrobiální kvalitu a splnil parametry II. kategorie vyhlášky č. 437/2016 pro přímou aplikaci kalů na zemědělskou půdu.

Na základě výše uvedených sledování nelze obecně konstatovat, že nedochází paušálně k pozitivním, negativním anebo žádným změnám. Lze konstatovat, že většinou došlo ke snížení hodnot pro mikrobiologické parametry, ovšem toto konstatování platí pro krátkodobé uložení a za letních až pozdně letních klimatických podmínek a minimem srážek.

Termín pilotního monitoringu červenec až říjen v obou sledovaných letech postihl předpoklad umístění kalů v rámci půdního bloku, kde budou použity, nejvýše 30 dnů před jejich použitím pro čas aplikace po sklizni hlavní plodiny v zemědělském podniku.

Dále je třeba upozornit na to, že nemohly být zaznamenány změny kalu, které by byly zasaženy proměnlivým počasím na jaře, na podzim a v zimě. Doba, která byla přiřazena řešení úkolu, byla velmi krátká na to, aby se mohly zaznamenat možné výkyvy a změny počasí. Hlavně kvalita nebyla ovlivněna dlouhotrvajícími srážkami a možnými následným změnami jak v kvalitě, tak v konzistenci matrice. Z toho lze doporučit, aby případné další ověření tak, aby bylo možné monitorovat změny po delší dobu než jeden rok.

3 Závěr

3.1 Informace o vlivu skladování kalů čistíren odpadních vod – vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, § 3, odst. 1 písmeno b)

Pilotní ověření bylo v roce 2016 provedeno ve čtyřech intervalech (22, 30, 38, a 23 dnů) pro 3 čistírny odpadních vod celkem doba deponie a jejich monitoringu byla 113 dní.

Je třeba konstatovat, že po celou dobu skladování bylo výjimečné suché a teplé léto. Celkový úhrn srážek za 113 dnů byl 128 mm. Abnormálně málo srážek a vysoké letní teploty, které se samozřejmě podepsaly na struktuře kalu. Hromady kalu vykazovaly velké zvrásnění a hrudkování (viz. obr. 6 – 8). Pastovitá matrice kalů zůstala pouze uvnitř hromady, zvrásnění a hrudkování kalu bylo minimálně cca do 30cm.



Obrázek 6 Kaly ČOV Třebíč - září 2016



Obrázek 7 Kaly ČOV Tetčice - září 2016

V roce 2017 byly deponie sledovány ve 2 intervalech (36 a 33 dnů) pro 5 čistíren odpadních vod, celková doba deponie a doba monitoringu byla 69 dnů. V tomto roce byly teplotní i srážkové podmínky optimálnější než v roce 2016. Celkový úhrn srážek za 69 dnů byl 190 mm.

Povrch deponií se se lišil strukturou matrice podle původu technologie ČOV a stavu srážek. (viz obr. č 8 - 12).



Obrázek 8 Zakládka kaly - Tetčice - srpen 2017



Obrázek 9 Zakládka kaly - Náměšť - srpen 2017



Obrázek 10 Zakládka kaly - Třebíč - srpen 2017



Obrázek 11 Zakládka kaly - Radešínská Svratka - říjen 2017



Obrázek 12 Zakládka kaly - Tři Studně- říjen 2017

3.1.1 Mikrobiologická kritéria

Monitoring 2016

Byly sledovány uvedené indikátorové organismy pro mikrobiologickou kvalitu upraveného čistírenského kalu. Cílem práce bylo zjistit změny, ke kterým dochází během skladování do 30 dnů.

Naskladněný kal z ČOV Třebíče a Tetčice pochází z technologie, která zaručuje kvalitu minimálně II. kategorie, ale kal již při naskladnění splňoval limity všech právních předpisů pro nakládání s kalem z ČOV dle současné legislativy.

Kal z ČOV Náměšť nad Oslavou byl již při naskladnění kvalitativně horší a během skladování, přestože došlo k poklesu hodnot sledovaných parametrů, nedosáhl kvality pro kal kategorie I., ale splnil po 113 dnech skladování limity pro Nařízení 1069/2009 pro indikátorový organismus *E. coli*. Nebyly splněny limitní hodnoty pro enterokoky, ale vzhledem k tomu, že Nařízení dává volbu pro sledované indikátorové organismy, lze konstatovat, že po 113 dnech kal splnil limitní hodnoty pro nakládání podle Nařízení 1069/2009.

Monitoring 2017

Výsledky monitoringu kalů v roce 2017 ukázaly všeobecně na vyšší kvalitu mikrobiologických parametrů v naskladněných kalech z ČOV Náměšť nad Oslavou, Tetčice a Třebíč již na počátku sledování a tím i na konci pokusu. Kaly byly skladovány 69 dnů. Během této doby nedošlo k výraznému opětovnému pomnožení.

Kaly z ČOV Fryšava a Radešínská Svratka byly uloženy 33 dnů. U kalu z ČOV Fryšava došlo ke snížení mikrobiologických parametrů, ovšem u kalu z ČOV Radešínská Svratka se parametry nezměnily vůbec.

Z testů obou let vyplývá, že základní podmínkou pro zajištění stability čistírenských kalů je technologie čistírny odpadních vod, kdy pak doba deponie kalů do 30 dnů i delší než 30 dnů nemá vliv na zhoršení kvality kalů z pohledu mikrobiálního znečištění:

- během skladování do 30 dnů nedošlo ke zhoršení kvality kalů po mikrobiologických parametru naopak po delším skladování se jejich kvalita zvýšila
- podmínky pokusu byly ovlivněny vysokými teplotami a minimálními srážkami
- vzhledem k uvedeným podmínkám by bylo dobré zjistit chování kalu při dlouhodobě trvajících deštích

3.1.2 Chemická kritéria

Čistírenské kaly z testovaných technologií – upravené kaly, jsou z pohledu jejich využití jako hnojiva s vysokým obsahem celkového dusíku (ve srovnání s ostatními organickými hnojivy). Obsah živin (dusíku) bude vedle limitního množství každé ze sledovaných rizikových látek dalším limitem dle Nařízení vlády č. 262/2012Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem.

3.2 Metodika odběru vzorků pro kal, který bude skladován na zemědělské půdě vyhl. č 437/2016Sb., o podmínkách použití kalů na zemědělské půdě §3 odst. 1, písmeno c) – **doporučení**

- oddělené skladování a označení upravených kalů podle původu ČOV z důvodu rozdílné účinnosti technologie čistírny odpadních vod a vlivu na kvalitu mikrobiálních kritérií (§ 3, odstavec 2, písmeno j)
- četnost vzorku vzhledem k velikosti deponie neuvádí platné legislativní nařízení. Doporučení je 5 vzorků bez ohledu na velikost deponie z každé podle původu kalu. Tento doporučený počet je výsledkem EPA (One-litr metody US EPA 1.681 a 1.682), která doporučuje 5 vzorků pro ověření, že kal není kontaminován. Pro zjištění změn kontaminace (viz výsledky v tabulce 4) bychom doporučili pro množství deponie do 15 odběr 5 vzorků, nad 15 10 vzorků
- odběry a analýzy kalů pro ověření podmínek dle vyhl. č. 437/2016Sb.

3.3 Návrh podmínek pro uložení kalů na zemědělském půdním fondu tak, aby během jeho uskladnění nebyla ohrožena žádná složka životního prostředí - **doporučení**

- umístění kalů v rámci půdního bloku (§3, odst. 1 písmeno c) do 30 dní, kdy dochází k návozu kalů a k jejich rychlé aplikaci dle §3, odst. 1, písmeno f) v jedné agrotechnické operaci a v jednou souvislém časovém období za příznivých vlhkostních podmínek půdy, nemají negativní vliv na životní prostředí
- **doporučení pilotního ověření - pro tento způsob uložení kalů je vhodné období podzimní aplikace kalů – okamžitě po sklizni hlavní plodiny a provedení podmínky, pak není nutné další opatření pro zabezpečení uložení kalů proti úniku výluhu z deponií**