

**ODBORNÁ ZPRÁVA**  
**O POSTUPU PRACÍ A DOSAŽENÝCH VÝSLEDKÍCH**  
**ZA ROK 2016**

Příloha k průběžné zprávě za rok 2016

Číslo projektu: TD03000135

Název projektu: Mapování podmínek pro efektivní, bezpečné a environmentálně příznivé využití čistírenských kalů

Předkládá: Ing. Jarmila Čechmánková, Ph.D.

Název organizace: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Jméno řešitele: Ing. Jarmila Čechmánková, Ph.D.

**T A**

**Č R**

## OBSAH

|  |    |
|--|----|
| ÚVOD .....                               | 3  |
| ZPŮSOB ŘEŠENÍ.....                       | 3  |
| CÍLE PROJEKTU.....                       | 6  |
| PRŮBĚŽNÉ VÝLEDKY .....                   | 6  |
| PŘEDPOKLÁDANÝ PRŮBĚH DALŠÍHO ŘEŠENÍ..... | 13 |

## ÚVOD

Čistírenské kaly jsou výstupem z procesu čištění odpadních vod v čističkách odpadních vod (ČOV). Obsahují spektrum anorganických a organických látek, jsou zdrojem organické hmoty, základních živin a stopových prvků, ale také potenciálně rizikových prvků, organických sloučenin a mikroorganismů. Technologie zpracování odpadních vod v čistírnách odpadních vod (ČOV) jsou navrženy na základě nutnosti odstranění nežádoucích složek z vody a požadavku koncentrace do vedlejšího proudu – čistírenského kalu. Kaly jsou produkovány každoročně ve významných objemech. Další úpravy kalů zabraňují nepříznivým dopadům na životní prostředí a lidské zdraví. Požadovaná kvalita produkovaných kalů závisí mimo počáteční kvality odpadní vody především na použití odpovídajících technologií.

Čistírenské kaly mohou být aplikovány na zemědělskou půdu, využity mimo zemědělskou půdu např. aplikací na ostatní plochy, výrobou rekultivačních kompostů apod., v zanedbatelné míře je využíváno termické zpracování – spalování kalů, které je ale problematické a ekonomicky velmi náročné. Aplikace na zemědělskou půdu je nejrozšířenějším způsobem využití upravených čistírenských kalů a její podmínky stanovuje 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 reflektuje změny novely zákona o odpadech č. 223/2015 Sb. Komplexně specifikuje povinnosti pro provozovatele čistírny odpadních vod, mj. úpravu kalů, technologie hygienizace, podmínky pro skladování kalů, technické požadavky pro dočasné uložení upravených kalů v ČOV nebo u zemědělce a podmínky použití čistírenských kalů na zemědělské půdě. Pro samotnou aplikaci na zemědělskou půdu jsou např. nově zavedeny limitní hodnoty pro polychlorované bifenylly (PCB) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) v půdách, určených k aplikaci kalů ČOV a limitní hodnoty pro PAU v kalech.

Řešený projekt si klade za cíl komplexní zmapování podmínek pro využití čistírenských kalů tak, aby byly zřetelné objemy produkovaných kalů, technologie jejich zpracování a minimalizovány negativní dopady jejich využití zejména na zemědělské půdě. Výstupem budou specializované mapy těchto podmínek. To umožní kvalifikované rozhodování jak provozovatelů čistíren odpadních vod, tak zemědělských subjektů a orgánů veřejné správy při odpovědném nakládání s těmito odpadními materiály.

## ZPŮSOB ŘEŠENÍ

Řešitelský tým se v roce 2016 zabýval především získáváním dat o jednotlivých čistírnách odpadních vod, z těchto dat vzniká databáze poskytující komplexní informace o ČOV. V průběhu roku probíhala komunikace formou e-mailové, telefonické a listinné komunikace a v současné době disponuje řešitelský tým informacemi o jednotlivých čistírnách odpadních vod. Konkrétně jsou o jednotlivých čistírnách odpadních vod zjišťovány informace:

**T A**

**Č R**

#### a) Iniciály ČOV

- Kraj
- Název sledované ČOV
- Vlastník
- Provozovatel
- Počet ekvivalentních obyvatel připojených na ČOV
- Počet obyvatel připojených na ČOV
- Kontakt

#### b) Technologie využívané ČOV

##### **Hrubé - mechanické předčištění**

- lapák tuků a olejů
- česle
- lapák písku

##### **Usazovací nádrže**

##### **BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ**

##### **Aktivace**

- oběhová aktivace
- aktivace D-N
- aktivace R-D-N
- aktivace D-R-D-N
- diskontinuální SBR proces

##### **Odstraňování dusíku**

- chemické/mechanické - bio
- půdní filtrace
- stabilizační nádrž
- biologické odstraňování (denitrifikace)
- oxidace chlorem, iontová výměna apod.

##### **Odstraňování fosforu**

- chemické srážení (Fe, Al)
- biochemická metoda

##### **Terciární stupeň čištění**

- mikrosítové filtry

**T A**

**Č R**

- vegetační čistírny
- stabilizační nádrže (biologické rybníky)

## KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

### Zahušťování kalu

- gravitační zahušťování kalu
- strojní zahušťování kalu

### Stabilizace kalu

- aerobní stabilizace kalu
- aerobní termofilní stabilizace
- anaerobní mezofilní stabilizace
- anaerobní termofilní stabilizace

### Odvodňování kalu

- sítopásové
- kalolis
- odstředivka
- šnekový lis
- kalové pole
- pásový lis

### Sušení

- rotační buben
- pásové
- fluidní
- diskové
- solární

### Následná hygienizace kalu

- chemická (vápnění)
- fyzikální

Další fází bylo shromažďování dat z dostupných databází. Z nákladů projektu byla zakoupena data o produkcích kalů z čištění komunálních odpadních vod (časová řada 2011-2015) od CENIA, české informační agentury životního prostředí. Z důvodu nákladů za tvorbu datové základny, manipulaci s daty za více let, administrace apod. si agentura účtovala malý poplatek.

T A

Č R

## CÍLE PROJEKTU

Šetření provedené během roku 2016, zejména získávání vlastních dat na základě komunikace s jednotlivými ČOV a analýz kalů, a vyhodnocení vhodných datových zdrojů v roce následujícím (2017) povede ke tvorbě hlavních výstupů projektu a tím k naplnění cílů projektu. Těmi jsou tři mapové výstupy (mapy s odborným obsahem, Nmap). Na základě metod navržených v návrhu projektu vzniknou nové datové vrstvy, které budou vytvářeny na podkladu již existujícího systému RESTEP (Interaktivní mapa obnovitelných zdrojů pro regionální udržitelné plánování v energetice).

Získané informace budou využity:

a) pro mapu produkce čistírenských kalů vycházející z

- produkce kalu na jednotlivých ČOV (s výjimkou nejmenších - do 2000 EO)
- kvality kalu na základě velikosti ČOV a jejího vybavení
- standardních rizik produkovaného kalu

b) pro mapu technologického vybavení zahrnující

- technologie úpravy/stabilizace kalu na ČOV
- instalované kapacity

c) pro mapu vhodných ploch pro aplikaci při respektování

- omezení daných ochranou životního prostředí
- omezení daných ochranou zdraví
- omezení daných stavem půdy
- charakteristik půd

Pro mapové výstupy produkce čistírenských kalů a technologického vybavení jsou v tuto chvíli shromážděna potřebná data. Pro třetí mapový výstup budou využita rovněž existující data VÚMOP, v.v.i.. Pro vznik mapových výstupů budou vytvořeny metodiky, postup je uveden v kapitole Předpokládaný průběh dalšího řešení.

Metody vedoucí k tvorbě mapových výstupů se mohou v průběhu roku modifikovat, na základě aktuálně zjištěných potřeb pro vznik komplexních výstupů odpovídajících cílům projektu.

## PRŮBĚŽNÉ VÝSLEDKY

Aktuálně byly získány informace z čistíren odpadních vod a data z potřebných databází. Pro ilustraci uvádíme příklady výstupů z databáze, obsahující informace o čistírnách odpadních vod z části Moravskoslezského kraje a informace o produkci kalů z části Prahy.

Obr. 1. Příklad výstupu z databáze komplexních informací o jednotlivých ČOV.

| Kraj            | Název sledované ČOV      | Vlastník  | Provozovatel                                      | Počet ekvivalentních obyvatel připojených na ČOV | Počet obyvatel připojených na ČOV | Biol. čištění aktivace |        |       |   |
|-----------------|--------------------------|---|---|--|-----------------------------------|------------------------|--------|-------|---|
|                 |                          |   |   |  |                                   | oběhová                | D-N    | R-D-N |   |
| Moravskoslezský | Opava                    | Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s. | Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s. | 69 459   | 53 116                            |                        |        |       |   |
| Moravskoslezský | Orlová - ČOV 18.1        |   |   |  | 25 751                            | 28 077                 |        | x     |   |
| Moravskoslezský | Bohumín - ČOV 02.1       |   |   |  | 12 865                            | 17 383                 | x      |       |   |
| Moravskoslezský | Frenštát pod Radhoštěm-  |   |   |  | 14 638                            | 11 474                 |        |       |   |
| Moravskoslezský | Frýdek-Místek - ČOV 06.1 |   |   |  | 130 899                           | 62 676                 |        |       | x |
| Moravskoslezský | Haviřov - ČOV 19.1       |   |   |  | 79 144                            | 82 799                 | x      |       |   |
| Moravskoslezský | Jablunkov - ČOV 10.1     |   |   |  | 8 655                             | 7 140                  |        | x     |   |
| Moravskoslezský | Karviná - ČOV 11.1       |   |   |  | 55 613                            | 57 217                 |        | x     |   |
| Moravskoslezský | Kopřivnice-ČOV           |   |   |  | 21 233                            | 21 170                 |        | x     |   |
| Moravskoslezský | Nový Jičín-ČOV           |   |   |  | 24 890                            | 23 160                 |        | x     |   |
| Moravskoslezský | Petřvald - ČOV 18.3      |   |   |  | 2 821                             | 3 683                  |        |       | x |
| Moravskoslezský | Příbor-ČOV               |   |   |  | 6 094                             | 7 801                  |        |       | x |
| Moravskoslezský | Těrlícko - ČOV 08.5      |   |   |  | 2 038                             | 2 530                  |        |       | x |
| Moravskoslezský | Třinec - ČOV 21.1        |   |   | Město Třinec                                     |                                   | 78 139                 | 37 534 |       | x |

Obr. 2. Příklad výstupu z databáze produkce kalů.

| Rok  | ORP  | Název ORP | Katalogové číslo odpadu | Název odpadu                             | Kategorie odpadu | Produkce odpadu množství (t) |
|------|------|-----------|-------------------------|--|------------------|------------------------------|
| 2011 | 1101 | Praha 1   | 190805                  | Kaly z čištění komunálních odpadních vod | O                | 149,550                      |
| 2011 | 1105 | Praha 5   | 190805                  | Kaly z čištění komunálních odpadních vod | O                | 3 315,822                    |
| 2011 | 1106 | Praha 6   | 190805                  | Kaly z čištění komunálních odpadních vod | O                | 21 661,222                   |
| 2011 | 1112 | Praha 12  | 190805                  | Kaly z čištění komunálních odpadních vod | O                | 19,720                       |
| 2011 | 1116 | Praha 16  | 190805                  | Kaly z čištění komunálních odpadních vod | O                | 185,734                      |
| 2011 | 1119 | Praha 19  | 190805                  | Kaly z čištění komunálních odpadních vod | O                | 147,931                      |

Získaná data byla využita pro tvorbu recenzované publikace, která je aktuálně přijata do recenzního řízení časopisu WASTE FORUM (recenzovaný časopis určený především pro publikování původních vědeckých prací z oblasti průmyslové a komunální ekologie). Článek bude publikován v roce 2017. V tomto bodě došlo ke změně oproti plánu, článek měl být publikován na konci roku 2016, ale vzhledem ke komplikacím v plnění databáze údajů z čistíren odpadních vod (údaje byly získávány pomaleji z důvodu počáteční neochoty provozovatelů ČOV a postupného hledání cesty ke sdílení dat o produkovaných čistírenských kalcích), byla řešitelem zaslána žádost na TAČR o posunutí termínu publikace. Žádosti bylo vyhověno.

V odborné zprávě uvádíme souhrn výsledků zjištěných o technologiích jednotlivých čistíren odpadních vod.

## Souhrn výsledků o technologiích jednotlivých ČOV

Celkový počet ekvivalentních obyvatel (EO) připojených na ČOV v ČR je 10 550 640. Z toho 9 550 762 EO je připojených na ČOV s kapacitou vyšší než 2000 EO. Výzkum tedy zohlednil technologie zajišťující 90,5 % celkové kapacity ČOV v ČR. Pro účely vyjádření množství kalu produkovaného jednotlivými způsoby procesů byl proveden poměrný dopočet.

Na uvedený celkový počet připojených EO připadala v roce 2015 produkce 156 193 tun odpadů kat. č. 19 08 05 - Kaly z čištění komunálních odpadních vod. Na 1 EO tedy připadá roční produkce 14,8 kg čistírenských kalů.

### Aktivace

Proces aktivace, navrácení aktivovaného kalu z dosazovací nádrže do procesu čištění vod, je součástí každé z analyzovaných ČOV. Jednotlivé způsoby aktivace se liší zejména uspořádáním jednotlivých nádrží a rozvodem odpadní vody a aktivovaného kalu.

**Tabulka 1 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem k procesu aktivace**

| Způsob aktivace    | Zastoupení (% z počtu ČOV) | Počet připojených EO | Přepočet produkce kalu (t) | Zastoupení (% produkce kalu) |
|--------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| R-D-N              | 30,65                      | 5 382 320            | 79 681                     | 51,01                        |
| D-N                | 42,74                      | 2 220 533            | 32 873                     | 21,05                        |
| oběhová            | 20,43                      | 1 844 056            | 27 300                     | 17,48                        |
| D-R-D-N            | 2,96                       | 703 578              | 10 416                     | 6,67                         |
| diskontinuální SBR | 1,88                       | 235 218              | 3 482                      | 2,23                         |
| R-An-D-N           | 0,81                       | 114 485              | 1 695                      | 1,09                         |
| S-D-N              | 0,54                       | 50 450               | 747                        | 0,48                         |
| <b>celkem</b>      | <b>100,00</b>              | <b>10 550 640</b>    | <b>156 193</b>             | <b>100,00</b>                |

Nejčastějším způsobem aktivace z hlediska zastoupení v ČOV je systém s předřazenou denitrifikací a nitrifikací (D-N systém), který je instalován zejména v ČOV s kapacitou menší než 10 tis. EO. Nejvýznamnějším zástupcem tohoto způsobu aktivace je ovšem ÚČOV Ostrava s kapacitou téměř 300 tis. EO.

Největší objem produkce kalů připadá na systém nitrifikace s regenerací (reaerací) kalu a předřazenou denitrifikací (R-D-N reaktor), který je aktuálně provozován i v ÚČOV Praha s kapacitou 1 610 000 EO. Významné zastoupení mají také provozy s oběhovou aktivací, jejichž největším zástupcem je ČOV Brno-Modřice s kapacitou 430 tis EO. Zejména ve větších ČOV je potom instalován aktivační systém D-R-D-N. Ostatní způsoby aktivace jsou z hlediska celkového objemu produkovaného kalu nepříliš významné.



### **Odstraňování fosforu**

Způsoby odstraňování fosforu byly pro účely studie vyjádřeny samostatně, mimo terciární stupeň čištění. Biologický způsob odstraňování fosforu využívá schopnosti akumulace a vylučování fosforu mikroorganismy. Chemické odstraňování spočívá ve srážení fosforu vhodným činidlem. Pro dosažení lepších výsledků procesu mohou být zařazeny a propojeny oba způsoby.

**Tabulka 2 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu odstraňování fosforu**

| Způsob odstraňování fosforu | Zastoupení (% z počtu ČOV) | Počet připojených EO | Přepočet produkce kalu (t) | Zastoupení (% produkce kalu) |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| chemicky                    | 77,69                      | 7 928 322            | 117 372                    | 75,15                        |
| biologicky                  | 7,53                       | 1 198 560            | 17 744                     | 11,36                        |
| chemicko-biologicky         | 4,84                       | 990 755              | 14 667                     | 9,39                         |
| bez odstraňování            | 9,95                       | 433 003              | 6 410                      | 4,10                         |
| <b>celkem</b>               | <b>100,00</b>              | <b>10 550 640</b>    | <b>156 193</b>             | <b>100,00</b>                |

Většina analyzovaných ČOV využívá k odstraňování fosforu z čištěných vod chemické metody. Odstraňování fosforu neprobíhá na zhruba 10 % ČOV s kapacitou vyšší než 2000 EO, které však představují pouhých 4,1 % přepočtené produkce kalů.

### **Terciární čištění odpadních vod**

Terciární čištění je instalováno k dočišťování vod v případě vyšších požadavků na kvalitu vypouštěných vod, např. z důvodu nízké ekostability recipientu, nebo k odstranění specifického znečištění odpadních vod. Terciární čištění může být zajištěno fyzikálně filtrační, biologicky vegetačně nebo ve stabilizačních rybnících. Jiné způsoby terciárního čištění zástupci ČOV v dotazníku neuváděli.

**Tabulka 3 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem k terciárnímu čištění OV**

| Způsob terciárního čištění | Zastoupení (% z počtu ČOV) | Počet připojených EO | Přepočet produkce kalu (t) | Zastoupení (% produkce kalu) |
|----------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| filtrace                   | 9,68                       | 727 515              | 10 770                     | 6,90                         |
| stabilizační rybníky       | 1,08                       | 46 226               | 684                        | 0,44                         |
| bez terciárního čištění    | 89,25                      | 9 776 899            | 144 738                    | 92,67                        |
| <b>celkem</b>              | <b>100,00</b>              | <b>10 550 640</b>    | <b>156 193</b>             | <b>100,00</b>                |

Terciární čištění OV probíhá ve zhruba 10 % ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 EO, týká se však pouze 7,3 % produkovaných kalů. Z hlediska použitých způsobů převažuje mikrosíťová filtrace nad stabilizačními rybníky.

### Zahušťování kalu

Zahušťování surového kalu bylo pro účely výzkumu odděleno od postupů odvodňování a sušení, jako proces předcházející stabilizaci. Mezi uváděnými postupy tak hraje roli gravitační zahušťování v nádržích a strojní zahušťování prostřednictvím sít nebo centrifug.

Tabulka 4 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem k zahušťování surového kalu

| Způsob zahušťování kalu | Zastoupení (% z počtu ČOV) | Počet připojených EO | Přepočet produkce kalu (t) | Zastoupení (% produkce kalu) |
|-------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| strojní                 | 23,12                      | 5 435 123            | 80 462                     | 51,51                        |
| gravitační              | 66,13                      | 3 508 541            | 51 941                     | 33,25                        |
| gravitační + strojní    | 2,42                       | 1 173 311            | 17 370                     | 11,12                        |
| bez zahušťování         | 8,33                       | 433 665              | 6 420                      | 4,11                         |
| <b>celkem</b>           | <b>100,00</b>              | <b>10 550 640</b>    | <b>156 193</b>             | <b>100,00</b>                |

Zahušťování kalu probíhá ve více než 91 % ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 EO, týká se více než 95 % přepočtené produkce kalů. Menší ČOV využívají převážně gravitační zahušťování, které je provozováno ve více než 66 % ČOV, týká se ale pouze zhruba 33 % přepočtené produkce kalů. Většina kalů je zahušťována strojně, ačkoliv je strojní technologie instalována pouze na necelé čtvrtině analyzovaných ČOV.

### Stabilizace kalu

Stabilizace je určujícím procesem pro další využití kalu. Stabilní kal již nepodléhá rychlému samovolnému rozkladu a neovlivňuje negativně prostředí. Stabilizace může probíhat v anaerobním prostředí za různých teplot, při vzniku bioplynu nebo aerobně oxidací organických látek. Dalšími možnostmi jsou chemická stabilizace (vápnem) nebo sušení, které bylo analyzováno samostatně.

Tabulka 5 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu stabilizace kalu

| Způsob stabilizace kalu      | Zastoupení (% z počtu ČOV) | Počet připojených EO | Přepočet produkce kalu (t) | Zastoupení (% produkce kalu) |
|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| anaerobní mezofilní          | 23,92                      | 4 477 708            | 66 289                     | 42,44                        |
| anaerobní termofilní         | 4,03                       | 3 630 775            | 53 750                     | 34,41                        |
| aerobní                      | 59,68                      | 1 943 310            | 28 769                     | 18,42                        |
| aerobní termofilní           | 1,34                       | 68 589               | 1 015                      | 0,65                         |
| anaerobní                    | 0,81                       | 35 845               | 531                        | 0,34                         |
| vápnění (CaOH <sub>2</sub> ) | 0,27                       | 10 498               | 155                        | 0,10                         |

|                      |               |                   |                |               |
|----------------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|
| anaerobní + vápnění  | 0,27          | 4 823             | 71             | 0,05          |
| bez stabilizace kalu | 10,48         | 379 092           | 5 612          | 3,59          |
| <b>celkem</b>        | <b>100,00</b> | <b>10 550 640</b> | <b>156 193</b> | <b>100,00</b> |

Výsledky analýz odpovídají vysokým ekonomickým nárokům na instalaci technologie pro anaerobní stabilizaci kalu s využitím bioplynu, která se vyplatí spíše v provozech s vyšší kapacitou. Anaerobní stabilizace probíhá ve zhruba 28 % ČOV, které však zahrnují produkci 77 % celkového objemu kalů. Aerobní technologie jsou instalovány ve více než 60 % ČOV, s produkcí 19 % objemu kalů. Stabilizace neprobíhá na 10,5 % ČOV, které ale zahrnují produkci pouhých 3,6 % z celkového objemu kalů.

### **Odvodňování kalu**

Odvodňování stabilizovaného kalu vede k zastoupení sušiny v poměru 25-40 %<sup>3</sup>. Základní dělení způsobu odvodňování je na strojní, které zahrnuje větší množství různých technologií a kalová pole. V rámci výzkumu byly v analyzovaných ČOV zjištěny následující způsoby odvodňování kalu:

**Tabulka 6 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu odvodňování kalu**

| <b>Způsob odvodňování kalu</b>    | <b>Zastoupení (% z počtu ČOV)</b> | <b>Počet připojených EO</b> | <b>Přepočet produkce kalu (t)</b> | <b>Zastoupení (% produkce kalu)</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| centrifuga                        | 40,68                             | 7 011 641                   | 103 801                           | 66,46                               |
| sítopásový lis                    | 25,72                             | 1 662 462                   | 24 611                            | 15,76                               |
| kalolis                           | 12,60                             | 726 896                     | 10 761                            | 6,89                                |
| šnekový lis                       | 4,99                              | 504 472                     | 7 468                             | 4,78                                |
| sítopásový lis + centrifuga       | 0,79                              | 295 256                     | 4 371                             | 2,80                                |
| kalová pole                       | 2,10                              | 35 499                      | 526                               | 0,34                                |
| kalolis + kalová pole             | 0,26                              | 29 379                      | 435                               | 0,28                                |
| kalolis + šnekový lis             | 0,26                              | 19 019                      | 282                               | 0,18                                |
| kalolis + centrifuga              | 0,26                              | 15 916                      | 236                               | 0,15                                |
| šnekový lis + kalová pole         | 0,52                              | 13 215                      | 196                               | 0,13                                |
| kalový kontejner                  | 0,79                              | 12 796                      | 189                               | 0,12                                |
| sítopásový lis + kalový kontejner | 0,26                              | 4 486                       | 66                                | 0,04                                |
| sítopásový lis + kalolis          | 0,26                              | 4 222                       | 63                                | 0,04                                |
| bez odvodňování                   | 10,50                             | 215 429                     | 3 189                             | 2,04                                |

|               |               |                   |                |               |
|---------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|
| <b>celkem</b> | <b>100,00</b> | <b>10 550 640</b> | <b>156 193</b> | <b>100,00</b> |
|---------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|

Z hlediska zastoupení technologie v analyzovaných ČOV i objemu celkové produkce kalů jsou nejvyužívanější technologií odvodňování centrifugy (66,5 %), které se v ojedinělých provozech uplatňuje i ve spojení se sítopásovým lisem nebo kalolisem. V ČOV se spíše menší kapacitou jsou k odvodňování používány samostatné sítopásové lisy nebo kalolisy. Malé zastoupení z hlediska počtu ČOV a ještě menší z hlediska celkového objemu produkovaných kalů připadá na odvodňování na kalových polích. V 10,5 % ČOV není odvodnění kalů zajištěno vůbec.

### **Sušení kalu**

Sušení odvodněného kalu může zajistit zastoupení sušiny v poměru až 90 - 95 %, obvykle však pro většinu účelů využití postačuje poměr sušiny 50 - 70 %.

**Tabulka 7 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu sušení kalu**

| <b>Způsob sušení kalu</b> | <b>Zastoupení (% z počtu ČOV)</b> | <b>Počet připojených EO</b> | <b>Přepočet produkce kalu (t)</b> | <b>Zastoupení (% produkce kalu)</b> |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| rotační buben             | 0,27                              | 637 498                     | 9 438                             | 6,04                                |
| solární sušení            | 0,81                              | 40 503                      | 600                               | 0,38                                |
| diskové sušení            | 0,54                              | 12 206                      | 181                               | 0,12                                |
| pásové sušení             | 0,27                              | 5 273                       | 78                                | 0,05                                |
| bez sušení                | 98,12                             | 9 855 158                   | 145 897                           | 93,41                               |
| <b>celkem</b>             | <b>100,00</b>                     | <b>10 550 640</b>           | <b>156 193</b>                    | <b>100,00</b>                       |

Z výsledků průzkumu vyplývá, že sušení kalu probíhá v necelých 2 % ČOV a zahrnuje zhruba 6 % z celkové produkce kalů.

### **Hygienizace kalu**

Účelem hygienizace kalu je snížení počtu patogenních organismů na míru vyžadovanou k dalšímu využití kalu. Hygienizace kalů se často do značné míry překrývá se stabilizací, může však probíhat i zcela samostatně.

**Tabulka 8 Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu hygienizace kalu**

| <b>Způsob sušení kalu</b> | <b>Zastoupení (% z počtu ČOV)</b> | <b>Počet připojených EO</b> | <b>Přepočet produkce kalu (t)</b> | <b>Zastoupení (% produkce kalu)</b> |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| fyzikální                 | 6,99                              | 4 313 564                   | 63 859                            | 40,88                               |
| chemická                  | 27,96                             | 3 280 279                   | 48 562                            | 31,09                               |

|                  |               |                   |                |               |
|------------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|
| biotechnologická | 1,34          | 53 311            | 789            | 0,51          |
| oxytermní        | 0,27          | 6 575             | 97             | 0,06          |
| bez hygienizace  | 63,44         | 2 896 910         | 42 886         | 27,46         |
| <b>celkem</b>    | <b>100,00</b> | <b>10 550 640</b> | <b>156 193</b> | <b>100,00</b> |

Ačkoliv hygienizace probíhá pouze v 36,5 % ČOV, prochází jí 72,5 % z celkového objemu kalů. Z hlediska zastoupení v provozech ČOV převažuje chemická hygienizace, z hlediska celkového objemu hygienizovaných kalů převažuje hygienizace fyzikální.

### Souhrn

Účelem analýz bylo vytvoření přehledu technologií využívaných v provozech ČOV, ve vztahu k objemu výstupních kalů. Z výsledků šetření vyplývá, že veškerá produkce kalu vychází z aktivačních procesů odpadních vod, s nejvyšším zastoupením technologií v upořádání R-D-N, dále D-N a oběhovou aktivací. Odstraňování fosforu podléhá 96 % produkce kalu z odpadních vod, z nichž 75 % prochází chemickým procesem defosforizace. Terciární čištění se dotýká zhruba 7 % čistírenských kalů, téměř výhradně prostřednictvím filtrace.

V navazujících procesech kalového hospodářství dochází nejprve k zahušťování surového kalu, a to u 96 % celkového objemu kalů, z čehož je 52 % zahušťováno strojně, 33 % gravitačně a 11 % kombinací těchto postupů. Stabilizací prochází 96 % z celkového objemu kalů, z toho 77 % stabilizací anaerobní a 19 % stabilizací aerobní. Odvodňování se týká 98 % celkového objemu kalů, přičemž 66,5 % je odvodňováno v centrifugách a 16 % v sítopásových lisech. Pouhých zhruba 6,5 % z celkového objemu kalů je sušeno, a to zejména v rotačních bubnech.

Velmi významný pro další využití kalů je proces hygienizace, který sice probíhá pouze v 36,5 % ČOV, ale prochází jím 76,5 % z celkového objemu produkovaných kalů. Ve větších provozech převládá fyzikální hygienizace související i s anaerobní stabilizací kalu. V menších ČOV je využívána především chemická hygienizace.

## PŘEDPOKLÁDANÝ PRŮBĚH DALŠÍHO ŘEŠENÍ

V roce 2017 bude pozornost směřována v první části roku k finalizaci kompletace dat, potřebných k vytvoření plánovaných výstupů projektu. Dosažena a implementována bude odborná publikace v recenzovaném časopise. Bude dokončena metodika, vedoucí k tvorbě tří specializovaných map. Mapové výstupy budou tvořeny na základě existujícího software (systém Restep - Interaktivní mapa obnovitelných zdrojů pro regionální udržitelné plánování v energetice), získaných datových zdrojů a již existujících dat (VÚMOP, v.v.i.). Budou vytvořeny inovativní mapové výstupy, vedoucí k maximální přehlednosti problematiky kalového hospodářství jednotlivých sledovaných čistíren odpadních vod, informacím o množství produkovaných kalů a technologiích a výstupy umožňující objektivní rozhodování a plánování aplikace kalů čistíren odpadních vod na zemědělskou půdu. Plánované výstupy projektu jsou vysoce aktuální, zejména vzhledem k současné legislativní úpravě problematiky nakládání s kaly ČOV, kdy nová vyhláška č. 437/2016 Sb. klade řadu konkrétních kontrolovatelných podmínek na provozovatele ČOV a především na zemědělce, kteří kaly do zemědělské půdy aplikují.

**T A**

**Č R**

## ***Vlastní tvorba map***

### **Mapa produkce čistírenských kalů**

Mapový výstup bude ilustrovat průměrnou produkci kalů ČOV za pětileté období po jednotlivých obcích s rozšířenou působností.

### **Mapa technologického vybavení ČOV**

U jednotlivých sledovaných čistíren odpadních vod (s výjimkou nejmenších - do 2000 EO) bude možné zjistit informaci o využívaných technologiích, způsobech čištění, zahušťování, odvodňování a stabilizace kalu.

### **Mapa vhodných ploch pro aplikaci kalů ČOV**

Při tvorbě mapy vhodných ploch pro aplikaci dojde v první fázi především k vyloučení takových ploch, na které je aplikace kalů ČOV zakázána, či zcela nevhodná.

#### **Použití kalů je zakázáno:**

##### ***Chráněná území přírody a krajiny***

Na zemědělské půdě, která je součástí chráněných území přírody a krajiny podle zvláštního právního předpisu (národní parky, chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace, přírodní rezervace, národní přírodní památky, přírodní památky).

##### ***Pásma ochrany vodních zdrojů***

(stanovená Vodoprávním úřadem)

##### ***Zamokřené půdy***

Zamokřené plochy budou identifikovány na podkladě BPEJ.

##### ***Zaplavované půdy***

Zamokřené plochy budou identifikovány na podkladě BPEJ (HPJ).

*Hygienické hledisko – stanovení obsahu rizikových prvků a látek v průměrném vzorku, odebraném z půdy, rovněž kritéria daná pro kaly, musí být provedeno vždy, při jednotlivých aplikacích kalů do zemědělské půdy a zjištěné obsahy musí vyhovovat limitům daným odpovídajícím legislativním předpisem.*

#### **Použití kalů nebude doporučeno:**

##### ***Výrazně svažité a erozně ohrožené plochy***

Identifikovány na podkladě BPEJ. Sklonitost území ovlivňuje obhospodařování pozemku (použití zemědělských strojů, agrotechniky apod.), s tím souvisí např. riziko zvýšené eroze na svažitém území.

V rámci erozně ohrožených ploch budou identifikovány oblasti výrazně erozně ohrožené, kde nebude aplikace kalů ČOV doporučena. V některých případech, kdy je zemědělská půda ohrožena erozí, ale benefity aplikace kalů ČOV (dodání organické hmoty, živin) převáží nad erozním rizikem, bude aplikace kalů doporučena k jednotlivému posouzení.

**T A**

**Č R**

### **Upozornění – doporučení**

Rizikové prvky (kontaminace) – v návaznosti na zjištěný stav zemědělské půdy

Okolí bioplynových stanic – nebezpečí překryvu s plochami pro aplikaci digestátů na okolní zemědělskou půdu

Výskyt rybníků – nebezpečí překryvu s plochami pro aplikaci sedimentů (pravděpodobně v nejbližším okolí)

### **BPEJ (bonitované půdně ekologické jednotky)**

System BPEJ vyčleňuje v současnosti celkem 78 hlavních půdních jednotek (HPJ), ty se dále spojují ve 13 skupin půd, které jsou charakteristické podobnými vlastnostmi.