

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

ADAM ZIMA

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Legislativní požadavky na čistírny odpadních vod

Zima Adam

Bakalářská práce

2021

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Zima Adam

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Adam Zima**
Osobní číslo: **C17040**
Studijní program: **B2807 Chemické a procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ochrana životního prostředí**
Téma práce: **Legislativní požadavky na čistírny odpadních vod**
Zadávací katedra: **Ústav environmentálního a chemického inženýrství**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši na téma legislativních požadavků na čistírny odpadních vod. Zaměřte se zejména na plnění povinností s ohledem na využívání čistírenských kalů.
2. Získané poznatky vyhodnoťte v souvislosti s příkladem z praxe.
3. Bakalářskou práci zpracujte v souladu se Směrnicí UPa č. 7/2019 „Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu“ v platném znění.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lenka Audrlická Vavrušová**
Ústav environmentálního a chemického inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **25. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2021

Poděkování:

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Lence Audrlické Vavrušové za pomoc, ochotu, poskytnuté rady pro zpracování, připomínky a doporučení při vedení mé práce. A také chci poděkovat své rodině, přítelkyni a všem svým blízkým za podporu.

ANOTACE

Práce je zaměřena na legislativu čistíren odpadních vod. Jsou zde popsány zákony, nařízení, vyhlášky a směrnice, které musí provozovatelé těchto zařízení dodržovat. Se zvyšováním populace roste i produkce odpadních vod a na to se váže zvyšující se produkce čistírenských kalů. S tím je spojená legislativa, kterou je potřeba dodržovat při nakládání s kaly. Popsány jsou zde také možnosti využití kalů jako suroviny nebo jako zdroje energie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Čistírna odpadních vod, čistírenský kal, odpadní vody, legislativa, čerpací stanice, ekvivalentní obyvatel.

TITLE

Legislative requirements for wastewater treatment plants

ANNOTATION

The work is focused on the legislation of wastewater treatment plants. It describes the laws, regulations, ordinances and directives that the operators of these facilities must comply with. As the population increases, so does the production of wastewater, and this is linked to the increasing production of sewage sludge. Related to this is the legislation that must be observed when dealing with sludge. The possibilities of using sludge as a raw material or as an energy source are also described here.

KEYWORDS

Wastewater treatment plant, sewage sludge, wastewater, legislation, pumping stations, population equivalent.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD	13
1 ČESKÁ A EVROPSKÁ LEGISLATIVA SOUVISEJÍCÍ S ČIŠTĚNÍM ODPADNÍCH VOD.....	14
1.1 ZÁKLADNÍ DOKUMENTY EU	14
1.2 Dokumenty ČR.....	15
1.2.1 Zákony	15
1.2.2 Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)..	15
1.2.3 Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu	17
1.2.4 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.....	17
1.2.5 Zákon č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení)	17
1.2.6 Nařízení vlády a vyhlášky.....	18
1.2.7 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech	18
1.2.8 Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).....	21
2 PRÁVNÍ ASPEKTY PŘI NAKLÁDÁNÍ S ČISTÍRENSKÝMI KALY	23
2.1 Zákony, vyhlášky a nařízení vlády ČR	23
2.1.1 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.....	23
2.1.2 Vyhláška MŽP č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.....	25
2.2 Nařízení o nakládání s kaly z ČOV.....	25
3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ ČISTÍRENSKÝCH KALŮ.....	27

3.1	Hodnocení životního cyklu čištění a likvidace kalů z ČOV	29
3.2	Zpracování a úprava kalu	30
3.2.1	Zahušťování	30
3.2.2	Odvodňování	30
3.3	Aplikace kalů do půdy	31
3.4	Spalování	31
3.5	Využití kalu z ČOV ve stavebnictví	33
4	ČOV KASALICE	34
4.1	Technologické parametry ČOV Kasalice	34
4.2	Povinnosti obce a obsluhy ČOV Kasalice	36
4.3	Ekonomické aspekty ČOV	39
4.4	Ekonomika ČOV	40
	ZÁVĚR	42
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	43
	SEZNAM PŘÍLOH	46
	PŘÍLOHA A	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kontejner na čerpání z kalojemu.....	27
Obrázek 2: Vnitřek kontejneru s přepážkami	28
Obrázek 3: Schéma procesu likvidace kalu z ČOV	28
Obrázek 4: Schéma topenišť (rotační, rotační etážové, fluidní)	32
Obrázek 5: Budova ČOV Kasalice	35
Obrázek 6: Místnost pro obsluhu.....	35
Obrázek 7: Místnost s technologií	36
Obrázek 8: Imhoffův kužel	37
Obrázek 9: Česlový koš	38
Obrázek 10: Mikrosíto	38
Obrázek 11: Kyslíková sonda - ovládání	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Emisní standardy (přípustné hodnoty, maximální hodnoty a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod).....	20
Tabulka 2: Emisní standardy (přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod)	21

SEZNAM ZKRATEK

AD – Anaerobní dígsce

ČOV – Čistírna odpadních vod

ČR – Česká republika

ČS – Čerpací stanice

DČOV – Domáci čistírna odpadních vod

EO – Ekvivalentní obyvatel

ES – Evropské společenství

EU – Evropská unie

LCA – Posuzování životního cyklu

MSW – Tuhý komunální odpad

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

NV 401 - Nařízením vlády č. 401/2015 Sb.

Q₂₄ – Průměrný denní nátok

SiO₂ – Oxid křemičitý

SSA – Popel z čistírenských kalů

V428 – Vyhláška Ministerstva zemědělství 428/2001 Sb.

ÚVOD

V současné době čím dál tím více narůstá potřeba malých obcí zřizovat si své vlastní čistírny odpadních vod (dále jen ČOV). Jedná se o ČOV kategorie od 50 do 500 ekvivalentních obyvatel (dále jen EO) to znamená, že jejich denní nátok je v rozmezí 10-100 m³/den. U tohoto typu čistíren většinou obce řeší ekonomickou hranici, udržitelnost a to má zpravidla smysl pro ty obce, které mají nad 120 trvale žijících obyvatel. Tento trend narůstá, protože většina obcí předpokládá nárůst trvale žijících obyvatel. Hlavně jsou to ty obce, které se nacházejí v dojezdové vzdálenosti od velkých měst. Navíc v dnešní době jsou na výstavbu těchto zařízení poskytovány dotace z Evropské unie (dále jen EU), ministerstev nebo z řady dalších institucí. Menší obce, které mají pod 100 trvale žijících obyvatel, se snaží motivovat obyvatele k pořízení domácí čistírny odpadních vod (dále jen DČOV) pro každou domácnost.

Bakalářská práce je právě zaměřena na zmíněnou kategorii 50-500 EO, a to konkrétně na legislativu, která je spjatá s touto variantou ČOV. Jsou zde uvedeny normy a standardy, které je třeba dodržet a splňovat v průběhu jak zkušebního tak i plného provozu. Dalšími povinnostmi obcí je zřídit obsluhu, která odpovídá za zajištění a správnou funkci všech systémů ČOV i čerpacích stanic (dále jen ČS).

V první polovině této práce je krátce popsána ČOV kategorie 50-500 EO, ale hlavně legislativě týkající se zkušebního a plného provozu ČOV.

Druhá polovina práce pojednává o čistírenských kalych, právních aspektech nakládání s kaly a o možnostech využití čistírenských kalů.

Cílem práce je shrnout legislativu v oblasti malých ČOV a právní aspekty spojené s nakládáním s čistírenskými kaly a možnosti využití kalů v průmyslu nebo v zemědělství.

1 ČESKÁ A EVROPSKÁ LEGISLATIVA SOUVISEJÍCÍ S ČIŠTĚNÍM ODPADNÍCH VOD

V době průmyslové revoluce byl pokrok průmyslu tak rychlý, že na to společnost nestíhala reagovat a stále si neuvědomovala důležitost strategie vodního hospodářství, tím došlo ke značnému znečištění životního prostředí a vod po celém světě. Čištění odpadních vod probíhalo hlavně ve velkých městech a menší aglomerace, i když z hlediska znečištění velice významné, byly považovány za zanedbatelné. Ve většině civilizovaného světa tento trend setrval až do 70. let 20. století, a to v některých oblastech trvá dodnes [1].

ČR vzhledem ke svojí unikátní poloze, v rámci Evropy, ovlivňuje životy desítek milionů lidí i v zahraničí. Je to dáno tím, že velké řeky (Labe, Odra a Morava) pramení na jejím území a odvádějí české vody do tří moří (Severní, Baltské a Černé). Tento fakt si vrcholní představitelé ČR (dříve Československé federativní republiky) začali plně uvědomovat až v porevolučním období, kdy se snažili napravit nedostatky předchozího režimu v péči o vodu a životní prostředí. I když vzniklo několik úmluv mezi Československou socialistickou republikou a jejími sousedními zeměmi (například vyhláška ministra zahraničních věcí č. 132/1978 Sb., o Dohodě mezi vládou Československé socialistické republiky a vládou Maďarské lidové republiky o úpravě vodohospodářských otázek na hraničních vodách), byly tyto úmluvy z hlediska novodobé evropské politiky naprosto nedostačující. Už jednáními o vstupu ČR do EU došlo v tomto ohledu k radikální změně [1].

1.1 Základní dokumenty EU

V souladu s Evropským společenstvím bylo nutností právně začlenit směrnice EU do našich právních předpisů. Česká legislativa se evropské přizpůsobovala ve dvou krocích, před vstupem ČR do EU, a následně i po vstupu do EU. První jednání týkající se vodního hospodářství probíhala mezi lety 1998–2001 v rámci tzv. přístupového partnerství.

V oblasti ochrany vod je pro ČR závazný předpis Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, která vznikala mezi lety 1973 a 2000 jako celkové vyústění jednotlivých „akčních programů“ zabývajících se snižování znečištění vod a zlepšováním kvality přírodních vod v zemích EU. Směrnice se odpadními vodami zabývá v článku 2, odstavec b [2].

Dalším důležitým předpisem EU je Směrnice Rady Evropského společenství (dále jen ES) 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod, z roku 1991, která se k čištění odpadních vod v aglomeracích do 2000 EO vyjadřuje v článku 7, kdy do 31. prosince 2005 členské státy zajistí, aby městské odpadní vody odváděné stokovými soustavami byly před vypuštěním

čištěny způsobem vymezeným v čl. 2 odst. 9, a to při případech vypouštění do sladkých vod a do ústí řek z aglomerací s populačním ekvivalentem nižším než 2000 EO a vypouštění do pobřežních vod z aglomerací s populačním ekvivalentem nižším než 10000 EO [3].

Pro ČR byl vyjednáán odklad do 2010 pro ČOV do 10 000 EO a do 2015 pro ČOV pod 2000 EO. Směrnice Rady ES 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod, čl. 2 odst. 9 stanovuje, že přiměřeným čištěním městských odpadních vod jakýmkoli postupem nebo způsobem zneškodňování, který zajistí, že po jejich vypuštění vyhoví recipient jakostním cílům a příslušným ustanovením této směrnice nebo jiných směrnic Společenství [3].

1.2 Dokumenty ČR

Nejdůležitějším právním předpisem v ČR je Ústava ČR. Péče o životní prostředí je ústavně ošetřena v ústavním zákoně 1/1993 Sb., Ústava České republiky v čl. 7 a v ústavním zákoně 2/1993 Sb., Listina základních práv a svobod v čl. 35 [4].

1.2.1 Zákony

Právních předpisů je v spojitosti se stokováním a čištěním odpadních vod v legislativě ČR mnoho. Patří mezi ně zákony, nařízení vlády a vyhlášky převážně Ministerstva zemědělství, Ministerstva životního prostředí (dále jen MŽP) a Ministerstva pro místní rozvoj. Proto v práci uvádím pouze ty, které přímo týkají tématu. Z hlavních předpisů v oblasti odvádění a čištění odpadních vod a nakládání s odpady z čistírenských procesů v ČR je potřeba zmínit:

- A) Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- B) zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů
- C) zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech,
- D) nařízení vlády 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů [4].

1.2.2 Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Z pozice ČR jako členského státu EU je jeho největší význam v naplňování směrnice 60/2000/ES, kdy společně s vyhláškami převedl evropské požadavky do české

vodohospodářské legislativy. Zákon byl od svého vzniku několikrát novelizován, aby naplňoval aktuální podmínky dané směrnicemi EU [5].

Odpadními vodami se zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, zabývá v oddílu pět Ochrana jakosti vod. A to konkrétně v § 38 Odpadní vody tohoto zákona pak stanovuje základní atributy k problematice, co považujeme za odpadní vody a co za odpadní vody nepovažujeme. Některé lze vyjmenovat:

Vody, které považujeme za odpadní, jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, nebo dopravních prostředcích, dále vody odtékající z těchto staveb nebo dopravních prostředků. Za odpadní vody se také považují i vody průsakové z odkališť a skládek odpadu.

Mezi vody, které nepovažujeme za odpadní lze mezi ně zařadit vody z drenážních systémů odvodňovaných zemědělských pozemků, chladicí vody užitá na plavidlech a pro vodní turbíny, nepoužitá minerální vody z přírodního léčivého zdroje nebo zdroje přírodní minerální vody. Mezi vody, které nejsou považovány za odpadní, patří i srážkové vody z dešťových oddělovačů a srážkové vody z pozemních komunikací.

Samostatně v § 38 je pak řešeno, jaké základní regulativy platí pro toho, kdo vypouští odpadní vody. Na mysli jsou tak nejen samotné použité technologie zneškodňování odpadních vod tak, aby byly na co nejúčinnějším a nejpokročilejším stupni vývoje. Dále se také řeší ten, kdo vypouští odpadní vody a jaké jsou jeho povinnosti. Je například povinen měřit nejen objem vypouštěných vod, ale i míru znečištění a samozřejmě výsledky předávat vodoprávnímu úřadu. Přičemž odběry a rozborů ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání.

Z pohledu legislativy pak vodoprávní úřad patří mezi instituce, která vydává rozhodnutí, stanoví tak místo a způsob měření objemu a znečištění vypouštění odpadních vod a četnost předkládání výsledků těchto měření. Stanovuje i nejvyšší přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových je vázán řadou ukazatelů, norem kvality, stavem vodních toků a dalšími náležitostmi a podmínkami jejich použití, které stanoví vláda nařízením. To vše koresponduje s použitelným předpisem Evropského společenství [5].

Stát vykonává dohled nad způsobem zneškodňování odpadních vod a jejich jakostí tak, že vydává povolení k nakládání s vodami podle ustanovení § 8, odst. 1, písm. c vodního zákona, sledováním, měřením a evidencí znečištěných odpadních vod podle ustanovení § 91 vodního zákona. Vybírá poplatky za vypouštění odpadních vod podle ustanovení § 89, § 90 a přílohy 2b vodního zákona [4].

1.2.3 Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu

Zákon č. 274/2001 Sb. začal platit souběžně se zákonem 254/2001 Sb., o vodách. Byl taktéž uzpůsoben požadavkům vyplývajícím ze směrnic EU. Výraznou změnu v povinnostech vlastníků a provozovatelů přinesl zákon č. 76/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. Novela ukládá povinnost informovat a publikovat údaje o nákladech i cenách služeb v konfrontaci s údaji o majetkové a provozní evidenci [6].

1.2.4 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech

Zákon č. 541/2020 Sb. je právním předpisem zabývajícím se zpracováním kalů z čistírenských procesů. Byl rovněž sepsán v souladu s legislativou EU. Čistírenský kal je jako odpad uveden v § 11. Pro účely tohoto zákona se rozumí, že kaly z čistíren odpadních vod a další biologicky rozložitelné odpady jsou odpad, který nepatří do komunálního odpadu a podle toho se s ním jinak nakládá.

Pro účely bakalářské práce je potřeba ještě uvést § 67, § 68 a § 69, které specifikují pojem kal a ukládají povinnosti při používání kalů. Legislativu kalů bude zmíněna až v další kapitole [7].

1.2.5 Zákon č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení)

Původní zákon související s danou problematikou byl zákon č. 367/1990 Sb., o obcích, kde se na obce přenesla odpovědnost v péči o své majetky a hospodaření s nimi.

Tato myšlenka vycházela z představy, že dobrá znalost problematiky na lokální úrovni je účinnější než celostátní koncept. Zákon č. 367/1990 Sb. byl později nahrazen dnes aktuálním zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení). Změna přinesla zjištění, že velkému množství obcí brání v rozvoji nedostatečná vodohospodářská infrastruktura. Zejména pak nakládání s odpadními vodami. Náprava je však velice finančně zatěžující. Tento nedostatek se odstranil až vstupem ČR do EU, kdy se díky operačním programům EU umožnilo obcím investovat do vodohospodářské infrastruktury [8].

Státní správu v oblasti vodního hospodářství vykonávají vodoprávní úřady a Česká inspekce životního prostředí. Dnes jsou vodoprávními úřady obecní úřady, újezdní úřady na území vojenských újezdů, obecní úřady obcí s rozšířenou působností, krajské úřady. Ústředí těchto vodoprávních úřadů tvoří ministerstva [2].

1.2.6 Nařízení vlády a vyhlášky

Státní správa používá k provádění zákonů vyhlášky ministerstev a nařízení vlády. Prvním zákonem, který se zabýval problematikou kvality a čistoty vod byl zákon č. 138/1973 Sb., o vodách, tento zákon byl upraven nařízením vlády č. 25/1975 Sb., jímž se stanovují ukazatele přípustného znečištění vod, do kterého byly zaneseny hodnoty pro znečištění, jako imisní hodnoty znečištění povrchových vod po vypuštění vycištěných vod odpadních. Množství ekvivalentních obyvatel jednotlivých aglomerací se při tomto procesu nebralo v potaz. Toto nařízení bylo později zrušeno nařízením vlády č. 171/1992 Sb., kterým se stanoví ukazatele přípustného stupně znečištění vod, které tento nedostatek napravilo. To bylo později nahrazeno nařízením vlády č. 82/1999 Sb., kterým se stanoví ukazatele přípustného stupně znečištění vod, které navíc stanovilo přípustné hodnoty – p a maximální hodnoty – m vzorků vypouštěných odpadních vod [1].

Z hlediska požadavků EU bylo ČR průlomové nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, které vyhovovalo směrnici ES 91/271/EHS. Je to první dokument, kde je mimo jiné kategorizace ČOV pod 2000 EO. Po několika novelách (nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a později nařízení vlády č. 23/2011 Sb.) bylo zrušeno a nahrazeno dnes aktuálním nařízením vlády č. 401/2015 Sb. (dále jen NV 401) [1].

1.2.7 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Legislativa EU je NV 401 řešena v § 1 Předmět úpravy. Toto nařízení je v souladu s právem EU a stanoví ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, odpadních vod, odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech. Další ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody.

Stanovuje také ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a přípustné znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání [9].

NV 401 dále udává normy environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky, náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace. V NV 401 je seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek. Nařízení vlády také stanovuje nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínky jejich použití [9].

NV 401 stanovuje emisní limity pro vypouštění vyčištěných odpadních vod z ČOV do povrchových vod. Toto je upřesněno § 5-8.

V § 5 se rozumí, že městské odpadní vody odváděné stokovými soustavami z aglomerací o velikosti nad 2000 EO musí být před vypouštěním do povrchových vod podrobeny čištění minimálně na úroveň emisních standardů odpovídajících velikosti aglomerace uvedených v příloze č. 1 k tomuto nařízení. Dále, že vodoprávní úřad stanoví v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových emisní limity kombinovaným přístupem maximálně do výše emisních standardů uvedených v příloze č. 1 k tomuto nařízení. Vodoprávní úřad je zároveň vázán ukazateli vyjadřujícími stav povrchové vody, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, normami environmentální kvality uvedenými v přílohách č. 2 a 3 k tomuto nařízení a hodnocením výhledového stavu. Emisní limity pro vypouštění městských odpadních vod podle odstavce 2 stanoví vodoprávní úřad tak, aby byly zohledněny hodnoty vypočtené kombinovaným přístupem, nejvýše však do hodnot, které jsou při použití čistícího zařízení využívajícího nejlepší dostupnou technologii podle přílohy č. 7 k tomuto nařízení v místních přírodních a provozních podmínkách dosažitelné.

Podle § 6 se v povolení k vypouštění městských odpadních vod do vod povrchových stanoví vodoprávní úřad emisní limity do výše emisních standardů uvedených v tabulce 1 nebo stanoví emisní limity účinností čištění podle hodnot uvedených v tabulce 2. Vodoprávní úřad stanoví pro každý ukazatel znečištění pouze jeden z těchto typů emisních limitů, v jednom rozhodnutí je možno typy emisních limitů pro různé ukazatele znečištění vzájemně kombinovat. Dále pak vodoprávní úřad nepoužije emisní limity stanovené minimální účinností čištění podle tabulky 2 v případě, že by takový způsob neumožňoval vzhledem k výsledné koncentraci znečištění ve vypouštěných odpadních vodách dosažení dobrého stavu vodního útvaru, do něhož je odpadní voda vypouštěna, nebo způsobil zhoršení stavu vodního útvaru.

V tabulce 1 jsou emisní standardy, a to konkrétně přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod [9].

Tabulka 1: Emisní standardy (přípustné hodnoty, maximální hodnoty a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod)

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺		N _{celk}		P _{celk}	
	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m	průměr	m
< 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500–2000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	3	8

Zdroj:[9]

Legenda k tabulce 1:

Hodnoty v tabulce jsou uváděny v miligramech na litr.

CHSK_{Cr} – Chemická spotřeba kyslíku

BSK₅ – Biochemická spotřeba kyslíku

NL – Nerozpuštěné látky

N-NH₄⁺ – Amoniakální dusík

N_{celk.} – Celkový dusík

P_{celk.} – Celkový fosfor

Uváděné hodnoty přípustné koncentrace p v tabulce mohou být překročeny v povolené míře, podle hodnot uvedených v příloze č. 5 k tomuto nařízení. Uváděné maximální koncentrace m jsou nepřekročitelné. Rozumí se kategorie čistírny odpadních vod vyjádřená v počtu EO. EO je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. Počet EO se pro účel zařazení čistírny odpadních vod do velikostní kategorie vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do čistírny odpadních vod během roku s výjimkou neobvyklých situací, přívalových dešťů a povodní. Pro určení velikosti aglomerace se použije stejný postup pro všechny odpadní vody odváděné kanalizací pro veřejnou potřebu. Pro účely stanovení limitů se použije vyšší z obou hodnot [9].

U kategorií ČOV pod 2000 EO lze použít pro účel zařazení čistírny do velikostní kategorie výpočet z bilance v ukazateli BSK₅ v kg za kalendářní rok na přítoku do čistírny vydělený koeficientem 18,7. U nových ČOV se pro zařazení do velikostní kategorie v prvním roce po výstavbě (zkušební provoz) použije návrhový parametr v zatížení BSK₅. Po prvotním provedení kategorizace je v případě změny zatížení další kategorizace prováděna až s ukončením platnosti povolení k vypouštění odpadních vod.

NV 401 nařizuje minimální účinnost ČOV vyplývající z § 6 tohoto nařízení, a to v tabulce 2 [9].

Tabulka 2: Emisní standardy (přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod)

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	N _{celk}	P _{celk}
<500	70	80	-	-	-
500–2000	70	80	50	-	-

Zdroj:[9]

Legenda k tabulce 2:

Hodnoty jsou uváděny v procentech.

CHSK_{Cr} – Chemická spotřeba kyslíku

BSK₅ – Biochemická spotřeba kyslíku

N-NH₄⁺ – Amoniakální dusík

N_{celk.} – Celkový dusík

P_{celk.} – Celkový fosfor

Tabulka je zkrácená pouze na kategorii ČOV do 2000 EO, protože praktická část se zabývá konkrétní ČOV v této kategorii.

NV 401 také stanovuje četnost odběrů a typu vzorků. Stanovení se provede prostřednictvím oprávněné laboratoře (zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, § 38 odstavec 4). Pro čistírny odpadních vod v kategorii do 500 EO jsou to 4, v kategorii 500 - 2000 EO je to 12 vzorků typu A odebraných za rok. Typ A je dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut [9].

1.2.8 Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Vyhláška 428/2001 Sb. (dále jen V428) specifikuje některá ustanovení zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích a blíže upřesňuje podmínky vedení evidencí, stanovuje pravidla pro výpočet vodného a stočného, žádosti o povolení k provozování vodovodů a kanalizací, náležitosti kanalizačního řádu a pravidla pro plány financování obnovy. Vyhláška byla novelizována vyhláškou č. 48/2014 Sb.

V428 specifikuje pojem čistírna odpadních vod a to v § 1 takže pro účely této vyhlášky se rozumí, že čistírnou odpadních vod objekty a zařízení sloužící k čištění odpadních vod s mechanickým, biologickým, popřípadě dalším stupněm čištění. Dále se za čistírny nepovažují zařízení pro hrubé předčištění odpadních vod, septiky, žumpy a jednoduchá zařízení s mechanickou funkcí, která nejsou pravidelně sledována a obsluhována. Podmínky k vedení majetkové a provozní evidence jsou uvedeny v § 6 a § 7 [10].

V § 6 je obsah, předávaných vybraných údajů majetkové evidence je uveden v přílohách č. 1 až 4 a struktura databázového souboru je uvedena v příloze č. 22. Vybrané údaje z majetkové evidence vykazuje vlastník vodovodu nebo kanalizace odděleně pro čistírny odpadních vod [10].

2 PRÁVNÍ ASPEKTY PŘI NAKLÁDÁNÍ S ČISTÍRENSKÝMI KALY

2.1 Zákony, vyhlášky a nařízení vlády ČR

V této kapitole bude krátce shrnuta legislativa, která se přímo týká problematiky kalů a to je především zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech který je platný od 1. 1. 2021 kdy nahradil původní zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech. Dalším legislativním prostředkem je vyhláška ministerstva životního prostředí (dále jen MŽP) č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

2.1.1 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech

Pro účely práce je potřeba uvést § 67, § 68 a § 69 tohoto zákona, které specifikují pojem kal a ukládají povinnosti při používání kalů.

V § 67 tohoto zákona jsou vymezeny dva termíny kal a upravený kal.

Kal je odpad z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností, a to i v případě, že čistírny odpadních vod zpracovávají také biologicky rozložitelný odpad na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování zařízení pro nakládání s odpady a s jeho provozním řádem nebo biologicky rozložitelný odpad spadající do působnosti nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 [7].

Kal je také odpad ze septiků sloužících k čištění odpadních vod z domácností před jejich vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních. Odpad z čistíren odpadních vod zpracovávajících odpadní vody a materiály, které svými vlastnostmi odpovídají odpadním vodám a materiálům, které mají původ v potravinářském průmyslu a zemědělství.

Upravený kal je kal, který byl podroben biologické, chemické nebo tepelné úpravě nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně sníží obsah patogenních organismů v něm, a tím zdravotní riziko spojené s jeho aplikací na základě ověření účinnosti technologie úpravy kalů, pro který byl vypracován program použití kalů, nebo který splňuje mikrobiologická kritéria stanovená vyhláškou ministerstva [7].

Podle §68 se řeší úprava kalů před použitím na zemědělské půdě. Provozovatel ČOV, který neprovádí úpravu kalů, je povinen předat kaly do zařízení na úpravu kalů. Osoba, která provedla úpravu kalu, je povinna před prvním předáním upraveného kalu k využití na zemědělské půdě vypracovat program použití kalů a předložit jej ke schválení Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému. Kal určený pro účely používání

na zemědělské půdě smí mísit pouze osoba, která provádí i úpravu kalů, a to pouze s jiným kalem nebo s látkami vymezenými vyhláškou ministerstva, pokud je to vhodné s ohledem na nutriční potřeby rostlin nebo s ohledem na zlepšování kvality půdy [7].

§ 69 nejen udává povinnosti při používání kalů na zemědělské půdě, ale i kde je použití kalů zakázáno. Upravený kal smí na zemědělské půdě použit pouze právnická nebo podnikající fyzická osoba, která tuto půdu užívá. Dále se upravené kaly smí být na zemědělské půdě používány pouze při splnění technických podmínek, přípustného množství kalů použitých na jeden hektar a mezních hodnot koncentrací vybraných rizikových látek v kalech stanovených vyhláškou ministerstva. Také musí být splněny mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v zemědělské půdě, jako jsou koncentrace těžkých kovů, které smí být přidány do zemědělské půdy za období 10 let a mikrobiologická kritéria pro použití kalů. Splnění podmínek pro použití kalu na zemědělské půdě se posuzuje samostatně pro kal z jedné ČOV nebo zařízení na úpravu kalů ve vztahu ke konkrétnímu půdnímu bloku [7].

Kaly se nesmí užívat na zemědělské půdě, která je součástí chráněných území přírody a krajiny podle zákona o ochraně přírody a krajiny a také na lesních půdách běžně využívaných k hospodaření v lese. Zakázáno je použití kalů v ochranných pásmech vodních zdrojů, na zamokřených plochách a na zaplavovaných půdách. Zakazuje se také použití v ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů a zdrojů léčivých vod podle lázeňského zákona. Kaly se nesmí použít na trvalých travních porostech a travních porostech na orné půdě v průběhu vegetačního období až do poslední seče, v intenzivních plodících ovocných výsadbách a na pozemcích využívaných k pěstování polních zelenin v roce jejich pěstování a v roce předcházejícím. Jejich aplikace je zakázána i v průběhu vegetace při pěstování píce, kukuřice a při pěstování cukrové řepy s využitím chrástu ke krmení, nebo na půdách a plochách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6 a taky které jsou využívány k rekreaci a sportu, a veřejně přístupných prostranstvích [7].

Jestliže z půdních rozborů vyplyne, že obsah vybraných rizikových látek v průměrném vzorku překračuje jednu z hodnot stanovených vyhláškou ministerstva, nebo jestliže kaly nesplňují mikrobiologická kritéria daná vyhláškou ministerstva. Použití mikrobiálně kontaminovaných kalů může být provedeno pouze po prokázání hygienizaci kalů [7].

2.1.2 Vyhláška MŽP č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě

MŽP ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem zdravotnictví stanoví vyhlášku. Ve vyhlášce je obsah programu použití kalů, technické požadavky na úpravu kalů a požadavky na ověření účinnosti technologie úpravy kalů, podmínky, které určují možnosti skladování upravených kalů a podmínky dočasného uložení upravených kalů před jejich použitím.

Vyhláška MŽP č. 437/2016 Sb. s platností od 1. 1. 2017 ruší zastaralou vyhlášku MŽP č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Jejím hlavním úkolem je určit podmínky pro použití upravených kalů zemědělství v souladu se směrnicí Evropské unie 86/278/EHS, o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství [11].

Podle §1 tato vyhláška zapracovává příslušný předpis EU a upravuje technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě. Dále také upřesňuje mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v půdě a těžkých kovů, které mohou být přidány do zemědělské půdy za 10 let. Zabývá se také dalšími mezními hodnotami koncentrací vybraných rizikových látek v kalech pro použití na zemědělské půdě. Vyhláška také upravuje postupy analýzy kalů a půdy, včetně metod odběru vzorků [11].

2.2 Nařízení o nakládání s kaly z ČOV

Nakládání s kaly z ČOV bude nutné podstatně změnit a to nejpozději do konce roku 2022. V této době bude ukončena platnost přechodového období Vyhlášky č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Zpřísnění pravidel pro hygienizaci kalů používaných na půdu od roku 2023 určitě přinese podstatnou změnu toků odpadů a bude mít vliv na kapacity jednotlivých zařízení pro nakládání s odpady. Cesty pro řešení této situace jsou v podstatě dvě. První možností je prevence vzniku a eliminace nebezpečných vlastností kalů z ČOV. Jedná se o řešení spočívající v instalacích a provozu takových technologií úpravy kalů přímo na ČOV nebo na zařízeních pro úpravu kalů z ČOV, která zabezpečí plnění parametrů pro další použití kalů na půdu. Druhým řešením je odklon kalů z přímé aplikace do půdy směrem do zařízení, kde bude možné kaly využít. Takových zařízení se nabízí celá řada a je nutné vždy individuálně posoudit místní nebo regionální podmínky a posoudit, která z variant je optimální. Určitě se využijí zařízení, kde je možné kaly technologicky upravit a takto upravené odpady následně využít. A stejně tak se zde nabízí postupné zajištění kapacit pro termické zpracování kalů, které na jedné straně sice ztrácí možnost využití kalů jako

organické hmoty, ale na druhé straně plně eliminuje případné možné negativní vlivy dnes známých, ale doposud ne dostatečně ověřených rizik z přítomnosti mikropolutantů, mikroplastů apod. v kalech. Předpokládané rozdělení je závislé na jednotlivých regionech a jejich specifikách, ale předpokládá se, že 1/3 z celkového množství kalů, které dnes jsou používány na zemědělskou půdu, bude splňovat podmínky pro aplikaci do půdy i nadále. Další 2/3 z tohoto množství tedy půjdou do zařízení využívající kaly a upravující kaly pro jejich další použití, tj. v roce 2023 půjde toto množství na kompostování nebo biologickou úpravu. Postupně pak do roku 2030 cca 50 % tohoto množství přejde k termickému využití a ke zpracování k zisku surovin z kalů.

Vzhledem ke známé změně legislativy vzniká mnoho projektů pro řešení nakládání s kaly po roce 2022. Pro optimální rozložení způsobů nakládání s kaly navrhujeme podporu v oblasti prevence vzniku a eliminace nebezpečných vlastností kalů z ČOV [12].

3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ ČISTÍRENSKÝCH KALŮ

V souvislosti s provozem malých ČOV je však nezbytné začít se zabývat i jakým způsobem nakládat a odstraňovat produkovaný přebytečný kal. Většinou je na menších ČOV kalové hospodářství řešeno v podobě kalojemu, do kterého obsluha přečerpává přebytečný kal. Když je kalojem naplněný a jeho obsah je řádně zahuštěn, tak obsluha kontaktuje firmu, se kterou má obec sjednanou smlouvu, na odvoz a likvidaci čistírenských kalů.

Vyčerpání kalojemu se provádí pomocí kontejneru na čerpání z kalojemu. Uvnitř je kontejner podélně rozdělen na dva nebo více segmentů a každý segment je vystlán tkaninou z umělých vláken (viz Obr. 1, 2). Přepážka nepřiléhá ke stěnám ani ke dnu kontejneru a funguje jako filtr. Dochází tak k co nejvíc možnému odvodnění kalu. Pomocí této technologie se odvodní kal z kalojemu, kdy z původní sušiny 2-3% se dosahuje výsledků cca 7-9% sušiny to znamená, že se snižuje množství odpadních vod k likvidaci. Přebytečná voda je odváděna zpět do ČOV [13].



Obrázek 1: Kontejner na čerpání z kalojemu

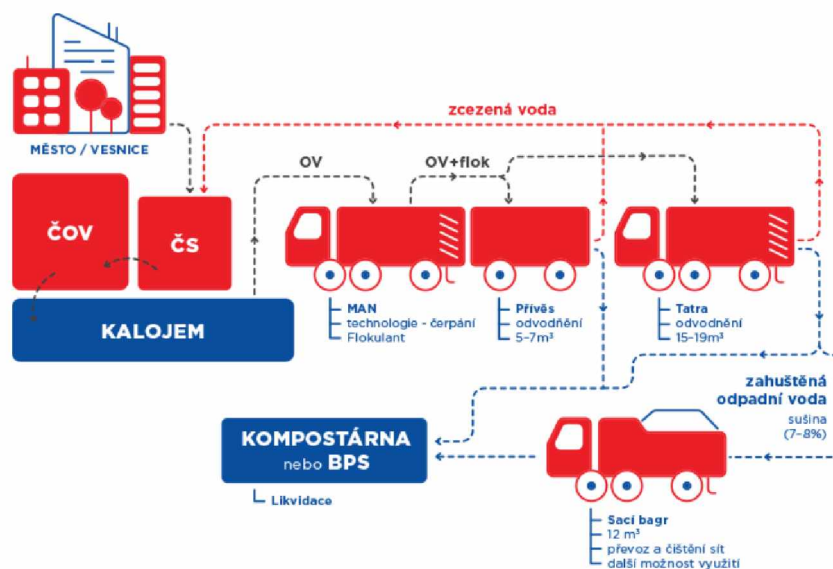
Zdroj: [autor]



Obrázek 2: Vnitřek kontejneru s přepážkami

Zdroj: [autor]

Tento proces snižuje celkové množství likvidovaných odpadních vod, a tím se šetří náklady obcí. Tuto technologii lze využít na hůře přístupných nebo méně produktivních ČOV. Příjezd a napojení na kalojem probíhá v kooperaci s obsluhou ČOV, která jednoduše připraví kalojem na odvodnění. Kompletní technologie je umístěna na dvou kontejnerových nákladních vozidlech. (viz Obr. 3) [13].



Obrázek 3: Schéma procesu likvidace kalu z ČOV

Zdroj: [14]

K likvidaci zahuštěného kalu dochází na smluvních místech, kterým jsou kompostárny, bioplynové stanice apod. a vše probíhá dle platné legislativy.

Obce by se při nakládání s kaly měly řídit vyhláškou č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, která do budoucna výrazně omezí přímou aplikaci přebytečných kalů na zemědělskou půdu [13].

V oblastech s velkým počtem DČOV či malých obecních ČOV je nutné začít hledat vhodný model nakládání s kaly i do budoucna.

3.1 Hodnocení životního cyklu čištění a likvidace kalů z ČOV

V současné době se zabývá mnoho výzkumných a vědeckých týmů projekty, které zkoumá technické postupy zahrnující likvidaci kalů na základě hodnocení životního cyklu (dále jen LCA). Čistírny odpadních vod (ČOV) jsou konstruovány a provozovány za účelem snížení znečištění odpadních vod pocházejícího z lidské činnosti. Čistírenský kal je vedlejším produktem procesu čištění odpadních vod z primární sedimentační nádrže, sekundární sedimentační nádrže a dalších souvisejících procesů. Aby se zabránilo škodám na životním prostředí, je nutné zavést řadu složitých postupů čištění a zneškodňování kalů z odpadních vod, jako je koncentrace, anaerobní digesce (dále jen AD), odvodnění, tepelné sušení, spalování a ukládání na skládky. Nesprávné nakládání s organickým odpadem může mít za následek vážné znečištění životního prostředí, jako je zápach, přenos nemocí a globální oteplování. Cílem zpracování kalů (biosolidů) je minimalizovat jejich hmotnost a objem, aby se snížily výdaje na likvidaci, při minimalizaci jakýchkoli skrytých zdravotních rizik souvisejících s likvidací.

S rostoucí globální poptávkou po obnovitelné energii a organických látkách se organický odpad může stát jedním z nejběžněji dostupných zdrojů. Kal totiž obsahuje obrovské množství obnovitelných organických látek a lze jej považovat za udržitelný zdroj s ekonomickým potenciálem, který existuje v procesu regenerace živin nebo energie. V souladu s filozofií „oběhového hospodářství“ by měl být kal považován za obnovitelný zdroj pro regeneraci dostupné energie a materiálu. Spory také existují v otázce, zda by kal měl být považován za produkt. Je tedy nutné výslovně objasnit, kdy je kal odpadem a kdy se jedná o produkt, aby bylo možné z výsledného kalu rozumně ušetřit zátěž na životní prostředí.

Dnes je nejběžnější způsob likvidace čistírenských kalů skládka, ale s tím jsou spojené vysoké náklady na zajištění dopravy a při tomto procesu dochází k plýtvání živinami a potenciální energetickým zdrojem. V mnoha výzkumech, které zkoumají různé způsoby nakládání a využití kalů v souladu s LCA obvykle hraje roli faktor v podobě energie nebo využití živin a srovnání s dnes používanými metodami likvidace. Systémy úpravy kalů může dosáhnout snížení nebezpečných vlastností kalů a tak zmenšit riziko znečištění životního

prostředí. Je důležité vzít na vědomí možnost, že v budoucnu by se kalý daly využít na výrobu tepelné a elektrické energie spoluspalováním nebo spalováním kalů, dále by se taky dal spalovat bioplyn, který se z kalu vyrábí. Další možnost využití je produkce organických hnojiv a to je taky možnost jak živiny vracet zpět do životního prostředí [15].

3.2 Zpracování a úprava kalu

Čistírenský kal je pevný, polotuhý nebo kalový zbytkový materiál, který vzniká jako vedlejší produkt procesů čištění odpadních vod. Tento zbytek je obvykle klasifikován jako primární a sekundární kal. Primární kal vzniká chemickým srážením, sedimentací a dalšími primárními procesy, zatímco sekundární kal je aktivovaná odpadní biomasa pocházející z biologického čištění. Některé čističky odpadních vod také dostávají pevné látky ze septiků nebo septiků z domácích systémů čištění odpadních vod. Kalý se poměrně často kombinují za účelem dalšího zpracování a likvidace.

Úprava a likvidace čistírenského kalu jsou hlavními faktory při konstrukci a provozu všech čistíren odpadních vod. Dva základní cíle úpravy kalu před konečnou likvidací jsou zmenšení jeho objemu a stabilizace organických materiálů. Stabilizovaný kal nemá nepříjemný zápach a lze s ním manipulovat, aniž by způsoboval obtěžování nebo ohrožení zdraví. Menší objem kalu snižuje náklady na čerpání a skladování [16].

3.2.1 Zahušťování

Zahušťování se obvykle v prvním kroku provádí už na ČOV které bylo popsáno v předchozích částech a je to jedna z mnoha částí úpravy kalu. Je velice nepraktické zacházet s řídkým kalem. Další část zahušťování už probíhá mimo ČOV, obvykle se provádí v nádrži zvané gravitační zahušťovadlo. Zahušťovadlo může snížit celkový objem kalu na méně než polovinu původního objemu. Alternativa ke gravitačnímu zahušťování je flotace vzduchem. Při této metodě vzduchové bubliny vynášejí pevné látky na povrch, kde se tvoří vrstva zahuštěného kalu [16].

3.2.2 Odvodňování

Kalová sušárna poskytuje nejjednodušší způsob odvodnění. Kalová kaše se, rovnoměrně nanese na otevřené pískové lože a nechá se uschnout. Sušení probíhá kombinací odpařování a gravitačního odvodnění. Síť potrubí vybudovaná pod pískem shromažďuje vodu, která je čerpána zpět do hlavy závodu. Asi po šesti týdnech sušení může mít kalový koláč, obsah pevných látek asi 40 procent. Poté jej lze z písku odstranit vidlemi nebo čelním nakladačem. Aby se zkrátila doba schnutí ve vlhkém nebo chladném počasí, může být postavena nad pískovými lůžky skleněná skříň. Vzhledem k tomu, že kalová sušárna potřebuje značnou

plochu půdy, používá se tento způsob odvodňování spíše ve venkovských nebo příměstských městech než v hustě obydlených městech.

Alternativy ke kalovým sušičkám zahrnují vakuový filtr s rotačním bubnem, odstředivku a pásový filtrační lis. Tyto mechanické systémy vyžadují méně prostoru než kalová sušárna a nabízejí vyšší stupeň provozní kontroly. Obvykle jim však musí předcházet krok zvaný úprava kalu, ve kterém se do kapalného kalu přidávají chemikálie za účelem srážení pevných látek a zlepšení odvodnitelnosti.

Odvodněný kal stále obsahuje značné množství vody často až 70%, ale i při tomto obsahu vlhkosti se kal již nechová jako kapalina a lze s ním nakládat jako s pevným materiálem. [16].

3.3 Aplikace kalů do půdy

Jednou z možností uzavření cyklu uhlíku a živin je použití čistírenského kalu na zemědělskou půdu. Skládkování, spalování, zemědělské aplikace a náhradní palivo v průmyslových procesech byly v posledním desetiletí nejčastěji použitelnými scénáři zneškodňování kalu. S přihlédnutím k hierarchii nakládání s odpady a hodnotným podílem dusíku, fosforu a organických látek v kalu je použití v zemědělství výhodné.

Recyklace organických látek ze zbytků odpadu během hospodaření na zemědělské půdě bude dlouhodobě prospěšné pro udržitelný rozvoj v zemědělství. Kompostování komunálních kalů a organických látek z jiných průmyslových řetězců (tuhý komunální odpad, dřevní štěpka, kuchyňský odpad), má vzhledem k jejich vlastnostem vyhlídky

na dlouhodobý rozvoj. Tato aplikace čistírenského kalu v zemědělské půdě by poskytovala nejen základní živiny pro růst rostlin, ale pomáhala by i při zmírňování klimatických změn. Navíc zlepšuje kvalitu půdy a snižuje dopady na životní prostředí, takže je zde zřejmý ekonomický potenciál.

Důvod aplikace kalů na půdu je například to, že některé kaly mají vysoký obsah fosforu a dusíku. Potenciál tohoto procesu je v tom, že by se dalo výrazně omezit používání průmyslových hnojiv v zemědělství. Také by se tím daly minimalizovat dopady na životní prostředí, které vznikají při výrobě těchto hnojiv. Příkladem dopadů je třeba vypouštění fosfátové vody při těžbě fosfátů, které jsou potřeba na výrobu některých hnojiv [15].

3.4 Spalování

Spalování je definováno jako termická přeměna neboli oxidace materiálu za dostatečného přístupu kyslíku. Je to reakce exotermní, jejímž hlavním produktem je tepelná

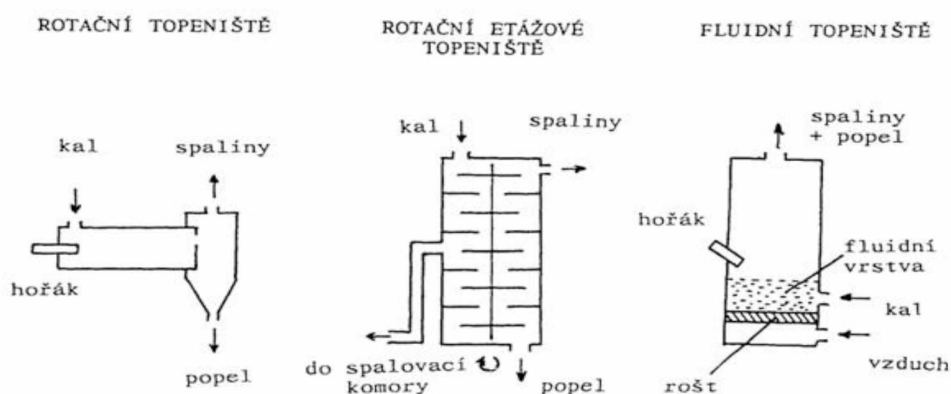
energie, kterou je možno dále využívat například pro výrobu tepla nebo elektrické energie. Teplota, která je potřebná pro spalování se pohybuje v rozsahu 800–1200 °C v závislosti na druhu spalovaného materiálu [17].

Odpadní kaly se dají spalovat, jen tehdy když obsahují alespoň zčásti spalitelné složky. Spalitelné složky se můžou vyskytovat v kapalně tak i pevně fázi kalů. Při spalování odpadních kalů jsou důležité parametry obsah sušiny, organické složky, výživná hodnota a teplota, při které jsou kaly spalovány. Ekonomické aspekty spalování závisí na druhu přídavného paliva, přičemž uvedené parametry jsou podstatou zárukou vlastního spalování kalů [18].

Důležitou tuhou spalitelnou složkou běžných typů odpadních kalů z ČOV je organická hmota. Energetická rovnováha procesu spalování je závislá na složení kalu a na použité technologii spalování. Pokud jsou v kalu zastoupeny v dostatečné míře složky s vyšší výhřevností, může být kal spalován samostatně a lze získat využitelnou tepelnou energii. Při vyšším obsahu nespalitelných složek v kalu mnohdy není možné proces spalování vůbec realizovat, protože teplo vzniklé spálením spalitelných složek nestačí na úhradu tepelných ztrát při procesu. V těchto případech je zapotřebí použít přídavné palivo s dostatečnou výhřevností. Jako přídavného paliva lze použít některých tuhých odpadů (papír, hadry, dřevo) nebo hodnotných paliv (topné oleje, plynná paliva). Odpadní kaly lze spalovat teprve po jejich co možno nejdokonalším odvodnění resp. vysušení. Voda obsažená v kalu se totiž při spalování odpařuje a spotřebovává tak značné množství vznikající tepelné energie. Tak se snižuje energetický přínos procesu spalování, případně je tento proces znemožněn [18].

Na spalování čistírenských kalů a to samostatně nebo v i kombinaci s jinými palivy bylo vyvinuto mnoho spalovacích zařízení různých konstrukcí.

Základní druhy technologií, použitelné ke spalování odpadních kalů, jsou rotační topeniště, rotační etážové topeniště a fluidní topeniště (viz Obr. 4) [18].



Obrázek 4: Schéma topenišť (rotační, rotační etážové, fluidní)

3.5 Využití kalu z ČOV ve stavebnictví

Popel, který je vyrobený tepelným zpracováním splaškových kalů má společné vlastnosti s cementem. Hlavní prvky přítomné v popelu čistírenského kalu (dále jen SSA) jsou stejné jako hlavní prvky cementu. Co se týče hydraulických vlastností SSA, tak jsou zcela stejné jako ty cementové. Díky tomu mohou být použity jako náhrada části cementu v betonu nebo v jiných cementových materiálech, ale pouze za předpokladu, že jsou splněny technické předpisy a významně se nezvýší riziko a dopady na životní prostředí, proto je ale nutné určit vhodné substituční poměry. Podle studie o možném využití kalu z čistíren odpadních vod bylo v první kroku naměřeno elementární složení a rozdělení částic popela. Následně byl popel použit společně s portlandským cementem a pískem v různých substitučních poměrech k výrobě malty a betonu. Celkem byly vytvrzovány po dobu 90 dnů do rovnoběžnostěnných nebo válcových monolitů. U těchto monolitů byly měřeny mechanické vlastnosti (pevnost v ohybu a v tlaku) a porovnány s ostatními polotovary, které popel neobsahují. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí vyluhovacích testů prováděných dle standardních protokolů.

Výsledky ukázaly, že vlastnosti popela se pohybovaly mezi charakteristikami cementu a písku kvůli větší velikosti částic a vyššímu obsahu SiO_2 oproti cementu. Monolity, které byly vyrobené s nejvyššími substitučními poměry, vykazovaly významné snížení pevnosti v ohybu a tlaku. Když však byl popel použit v částečné náhradě cementu (ve vhodných poměrech), monolity betonu vykazovaly podobnou pevnost v tlaku jako slepé vzorky. Nejvhodnějšími poměry byly 10 % substituce cementu a 2 % substituce písku.

Vyluhovací testy prováděné na popelu v práškové formě odhalily, že z analyzovaných potenciálních kontaminantů byly výluhy molybdenu a selenu vyluhovány v koncentracích nad uvažovanými prahovými limity. Vyluhovací zkoušky prováděné na betonových monolitech však ukázaly, že žádný ze sledovaných kontaminantů, včetně Molybdenu a Selenu, nebyl vyluhován nad limity. Kromě toho, ať už konkrétní receptura obsahovala popel nebo ne, byly měřeny podobné koncentrace pro každý potenciální kontaminant ve výluzích. Tento výsledek naznačil, že míchání popela s cementem a pískem za účelem výroby malty nebo betonu vyvolalo stabilizaci molybdenu a selenu, a tím samo o sobě představovalo dobré zpracování popela [19].

4 ČOV KASALICE

ČOV této kategorie se používají k řešení čištění odpadních vod z obcí, větších průmyslových podniků a ubytovacích zařízení. Menší ČOV této kategorie do 150 EO jsou obvykle řešeny formou balených ČOV. Většinou je to plastová nádrž, a ta už osahuje namontovanou technologií.

V České republice je dle údajů Českého statistického úřadu a Ministerstva zemědělství 2795 ČOV. Odpadní voda, zhruba 14 - 26 % obyvatel ČR, je čištěna v čistírnách odpadních vod v kategorii do 2000 EO. A to je množství, které by nemělo být opomíjeno [1].

4.1 Technologické parametry ČOV Kasalice

Obec Kasalice se skládá ze dvou místních částí a to jsou Kasalice a Kasaličky. V obci je přihlášeno 212 trvale žijících obyvatel a rozlohu 4,58 km². Jelikož je výstavba kanalizační soustavy velmi nákladná, tak obec Kasalice si rozdělila výstavbu do dvou etap. V první etapě byla postavena budova ČOV s technologií, dvě ČS a páteřní infrastruktura kanalizace. Výstavba druhé etapy bude zahájena v roce 2022, kdy budou dostavěny další dvě ČS a další větve kanalizačního potrubí. Protože místní části jsou od sebe odděleny velkým výškovým rozdílem a celkově je terén obce velmi členitý, tak součástí kanalizační infrastruktury jsou ČS, které pomáhají odpadní vodě překonávat výškové rozdíly.

ČOV Kasalice je navržena na základě nátokových parametrů odvozených z průměrného denního nátoků (dále jen Q_{24}) odpadních vod: $Q_{24} = 33,0 \text{ m}^3/\text{den}$. Látkové zatížení je 15,0 kg/den BSK₅ a to znamená, že tato ČOV je dimenzovaná na 250 EO.

ČOV této kategorie je řešena jako kombinace budovy s místností pro obsluhu a betonové nádrže s dodatečně namontovanou technologií (viz Obr. 5, 6, 7). V budově ČOV jsou čtyři nádrže: denitrifikační nádrž o objemu 24 m³, aktivační-nitrifikační nádrž o objemu 57,5 m³, separační nádrž (dosazovací kužel) o objemu 10 m³ a kalojem, který má objem 16,3 m³. ČS jsou stejně velké a mají objem 10 m³. ČOV Kasalice je mechanicko-biologická čistírna a tak navržena technologie integruje veškeré stupně čištění: mechanické předčištění v podobě česlového koše, biologické aktivační čištění s předřazenou denitrifikací, aerobní stabilizace kalu, zahuštění a akumulace přebytečného kalu, měření průtoku vyčištěné vody s ultrazvukovou sondou, třetí stupeň čištění pomocí mikrosíta.

Vyčištěná voda z ČOV odtéká, přes měrný objekt a třetí stupeň čištění, gravitačním potrubím do recipientu Bukovka [13].



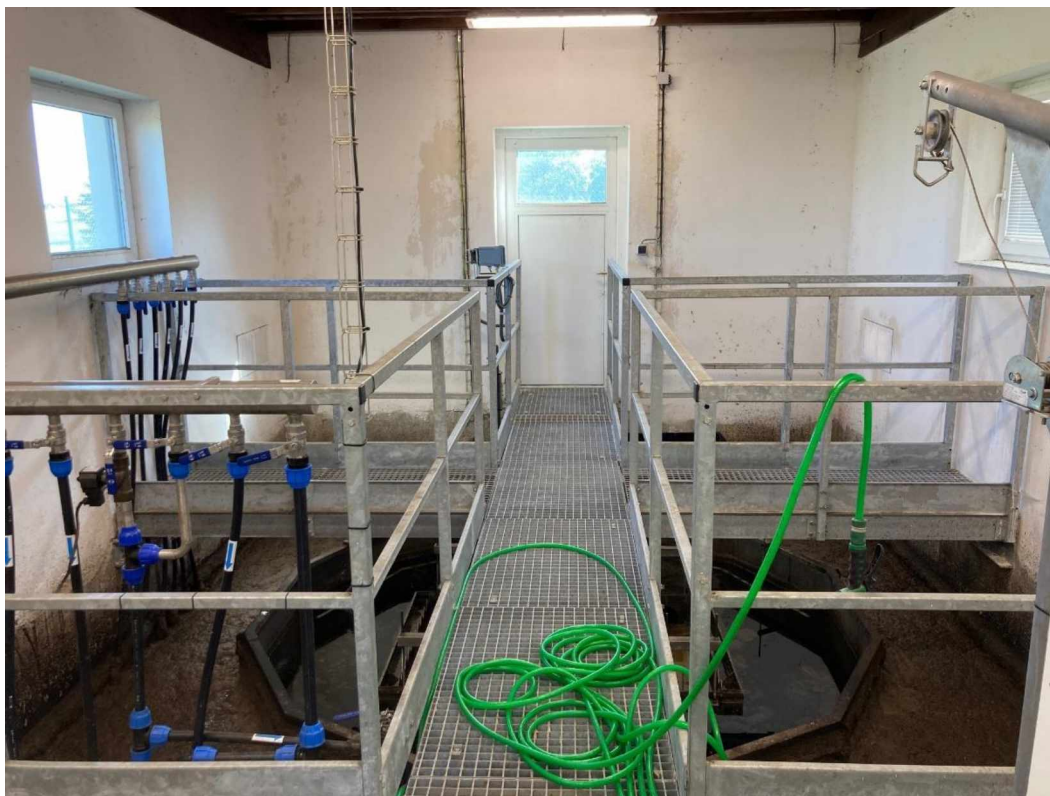
Obrázek 5: Budova ČOV Kasalice

Zdroj: [autor]



Obrázek 6: Místnost pro obsluhu

Zdroj: [autor]



Obrázek 7: Místnost s technologií

Zdroj: [autor]

4.2 Povinnosti obce a obsluhy ČOV Kasalice

Obec je povinná zajistit obsluhu ČOV, podepsat smlouvu s firmou, která zajistí pravidelný servis technologie, odvoz a likvidaci kalu a odběr a analýzu vzorků vypouštěné vody. Ve většině případů zajišťuje servis technologie firma, která technologii instalovala už při výstavbě a stejně jako v obci Kasalice, ale nemusí to být vždy pravidlem.

Většinou obce nechávají zřízení obsluhy ve své kompetenci, a to hlavně z důvodů ekonomických nebo z důvodu podmínek dodržení dotace.

Obsluha musí sledovat a regulovat množství kalu v aktivační nádrži. Kontrola se provádí Imhoffovou zkouškou a její postup je následovný: z aktivace se odebere suspenze do Imhoffova kužele po rysku, objem kužele je 1000 ml, nechá se 30 minut odstát. Kal se má správně sedimentovat. Po 30 minutách se odečte hodnota na stupnici kužele (viz Obr. 8). Výsledky zkoušky se zapisují do deníku ČOV. Optimální množství kalu je v rozmezí 300-700 ml/l, pokud je naměřeno více, je nutné přebytečný kal odčerpat do kalojemu. Když by byla naměřena hodnota menší než 300 ml, je zjevné, že odpadní vody, které na ČOV přitékají, jsou znečištěny více než je ČOV schopna zvládnout. V tomto případě

obsluha musí kontaktovat pověřenou osobu k odběru vzorků, aby byly odebrány vzorky a provedena analýza, a tak se dalo znečištění odstranit [13].



Obrázek 8: Imhoffův kužel

Zdroj: [autor]

Další povinností obsluhy je stahování plovoucích nečistot v dosazovací nádrži. To se provádí pomocí dmychadlem poháněného membránového čerpadla, které přečerpává nečistoty do aktivační nádrže. U většiny ČOV je stahování plovoucích nečistot řízeno automaticky, ale je to většinou nedostačující, nebo trvá dlouho, než se přesné časování procesu nastaví.

Dalším úkolem je scezovat vodu z kalojemu. Kalojem není přímo propojen s žádnou další nádrží ČOV, ostatní nádrže jsou totiž mezi sebou propojeny a fungují jako spojené nádoby. Do kalojemu je zavedeno provzdušňování, z důvodu občasného provzdušnění, které je řízeno pouze ručně obsluhou. Pokud tedy je provzdušňování vypnuto, tak v kalojemu dochází k sedimentaci kalu. Vytvoří se tak dvě hladiny. Spodní vrstva je zahuštěný kal a nad ním je voda bez kalu nebo jen s minimální množstvím. Uvnitř kalojemu je umístěno elektrické kalové čerpadlo, to je zavěšeno na řetězu nebo ocelovém laně, a to z důvodu, aby se dalo posouvat nahoru a dolů. Horní vrstvu vody je třeba odčerpávat do akumulární nádrže, před vyvezením kalu je žádoucí, aby byl kal v kalojemu co nejvíce zahuštěn [13].

Obsluha je také povinna udržovat technologii ČOV provozuschopnou, a proto pravidelně provádí kontrolu hlavních částí. Mezi jednu z důležitých částí ČOV patří čerpadla, která jsou umístěna v ČS. Čerpadla je nutné vytáhnout, zkontrolovat jejich průchodnost, a také jestli na součástech nejsou namotány nečistoty (vlasy, textil, umělá vlákna

apod.). Dále je zapotřebí pravidelně vynášet česlový koš, který je umístěn u vstupu odpadní vody do ČOV (viz Obr. 9) [13].



Obrázek 9: Česlový koš

Zdroj: [autor]

Obsluha musí také kontrolovat správnou funkci mikrosíta, které je umístěno až za odtokem z ČOV. Kontroluje se správná činnost ostříkových trysek, a zda není některý z membránových segmentů porušen. Pokud ano, je třeba jej vyměnit (viz Obr. 10) [13].



Obrázek 10: Mikrosíto

Zdroj: [autor]

Dále je nutné pravidelně kontrolovat a čistit kyslíkovou sondu (nemusí být vždy součástí technologie ČOV této kategorie). Kyslíková sonda měří teplotu vody a především množství kyslíku v aktivační nádrži (v mg/l), čímž řídí její provzdušňování (viz Obr. 11) [13].



Obrázek 11: Kyslíková sonda - ovládání

Zdroj: [autor]

Obsluha je povinná vést deník, do kterého zapisuje dané hodnoty např.: teplota vzduchu, teplota vody, stav průtokoměru, množství kalu v aktivační nádrži apod. (viz Příloha A) [13].

4.3 Ekonomické aspekty ČOV

Ekonomické aspekty čistíren odpadních vod lze rozdělit na dvě kategorie. První se týká výstavby ČOV. To znamená nejen výběr typu vodohospodářské infrastruktury a typu kanalizace, ale i v prvotní fázi stanovení rozhodnutí, pro kolik obcí, nebo místních částí bude čistírna odstraňovat odpadní vody. Už toto rozhodnutí má zásadní vliv na celkové náklady spojené s provozem ČOV. Obce se při rozhodování řídí zpracovanou územně-plánovací dokumentací. Územně-plánovací dokumentace musí být v souladu s plánem rozvoje vodovodů a kanalizací daného kraje [20].

Dalším úskalím při budování kanalizace a ČOV v obci je výběr technologie. Jak je popsáno v předchozích kapitolách, je zastupitelstvem jako osoba pověřená k výkonům spojenými s budováním a provozem kanalizace s čistírnou odpadních vod nejčastěji starosta obce [1].

Po vyřízení územního rozhodnutí, stavebního povolení a nacenění, je dalším krokem zajistit financování takového projektu. Díky evropským fondům soudržnosti a fondům ČR prostřednictvím operačních programů MŽP a v minulosti i Ministerstva zemědělství, mají malé obce možnost stavbu kanalizace a ČOV zafinancovat. Jedná se řádově o desítky až stovky milionů korun. I když vlastník ČOV splní podmínky pro získání dotace, stavba není nikdy financována ze sta procent a obec musí doplatit procentuální část uznatelných nákladů ze svého rozpočtu, proto se často stává, že některé menší obce musí, z důvodů nedostatku finančních prostředků, rozložit stavbu kanalizace

do dvou nebo více etap. Takto uhrazené investiční prostředky může potom započítat do ceny stočného v případě, že je současně i provozovatelem.

K získání dotací v minulosti fungoval Státní zemědělský intervenční fond v období 2007–2013 se svým programem Program rozvoje venkova a Státní fond životního prostředí s programem Operační program životního prostředí 2007–2013. V současné době je přijata sedmá verze nového OPŽP. Tato nová varianta zahrnuje kromě klasicky požadovaných atributů jako rovnost příležitostí, zákazu diskriminace, rovnost mužů a žen, udržitelný rozvoj a podobně tak i šest nových prioritních bodů:

- a) zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní,
- b) zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech,
- c) odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika,
- d) ochrana a péče o přírodu a krajinu,
- e) energetické úspory,
- f) technická pomoc.

Po získání finančních zdrojů a výstavbě ČOV čeká na obec další nástraha, a to v podobě vedení a obsluhy provozu čistírny odpadní vody, se kterou obvykle nemá nikdo z obce zkušenosti. Jedním z řešení je předat správu provozu soukromému subjektu (vodárenské společnosti), který se na tyto činnosti specializuje. Zde je potom nutné rozlišit, jaký je smluvní vztah mezi provozovatelem a vlastníkem. Zda-li provozovatel pouze ČOV provozuje a nechává si za tuto službu od vlastníka zaplatit, či zda provozovatel ČOV provozuje, vybírá stočné a platí nájemné. Vzhledem k tomu, že odvádění a čištění odpadních vod v malých obcích je vnímáno jako služba občanům, snaží se vedení obce docílit co nejmenších cen stočného, proto se některé obce rozhodnou k ponechání provozu ve svojí kompetenci. V tom případě musí mít uzavřenou smlouvu s odborným zástupcem, který musí splňovat podmínky dle § 6 Zákona o vodovodech a kanalizacích. V opačném případě nedá krajský úřad povolení k provozování. V každém případě musí být součástí smlouvy podíl na rozvoji majetku a dalších činnostech, které bude hradit provozovatel a které vlastník [5].

4.4 Ekonomika ČOV

Druhou kategorií ekonomických aspektů čistíren odpadních vod tvoří náklady na provozování čistírny a jsou hrazeny zejména ze stočného. Jsou sice obce, které provoz ČOV z jakýchkoliv příčin dotují ze svého rozpočtu, ale tento model není až tak obvyklý a dlouhodobě udržitelný. [20]

Ekonomika provozování ČOV je závislá na mnoha aspektech. Je potřeba brát v úvahu počet připojených ekvivalentních obyvatel, různé provozy produkující jiné než městské odpadní vody a od nich závislé složení odpadní vody, stav a typ stokové sítě, konstrukce ČOV a použitá technologie. To jsou položky, které jsou pevně dané, a i když mají vliv na ekonomiku provozu, nemůže je provozovatel nijak ovlivnit.

Cena stočného se stanovuje zejména v korunách za 1 m³ odpadní vody a je regulovanou cenou ze strany Ministerstva financí ČR. Pro stanovení ceny stočného musí provozovatel používat přílohu 20 vyhlášky Ministerstva Zemědělství č. 428/2001 Sb., ve znění vyhlášky č. 48/2014 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích [10].

ZÁVĚR

Likvidace odpadních vod je jeden z hlavních problémů dnešní doby. Je třeba si uvědomit, že voda je jedním ze základních elementů potřebných k životu, a proto bychom se měli zaměřit nejen na snižování její spotřeby, ale právě i na její čištění, abychom jí dokázali vrátet zpět do přírody.

Důležité je, aby obce, které se chystají novou ČOV vybudovat, dodržovaly platnou českou i evropskou legislativu a to, jak při výstavbě, tak i při provozu. Dále by měly dobře uvážit výběr správného typu a technologii čištění ČOV, protože jinak se budou potýkat s problémy už od zahájení provozu. A za další by se mělo dbát na důkladné proškolení obsluh ČOV, možná by bylo vhodné zvážit i to, že by obsluha před nastoupením do funkce měla složit alespoň nějaký druh základní zkoušky. Protože v praxi jsem poznal, že hodně obsluh malých obecních ČOV nejen, že není řádně proškolená, ale ani nezná a nesplňuje tak všechny svoje povinnosti. Dodnes se v některých obcích, které mají ČOV v této velikosti kategorii, občas používá přímá aplikace do půdy, tento postup však provádějí bez potřebných zkoušek kalu, a tak jednají v rozporu se zákonem.

Další otázkou, která se týká ČOV, je, co dělat s odpadem, který vzniká při čištění odpadních vod. Tímto odpadem je již zmíněný kal, který by v budoucnu mohl nahradit nebo být brán jako jedna z možností obnovitelných zdrojů energie. Také je tu možnost kal využít jako druhotnou surovinu při výrobě stavebních materiálů a nakonec nesmíme opomenout jeho využití v zemědělství jako zdroj N a P a také jako přírodní hnojivo. Možností, jak využít kal, je mnoho, a proto je důležité se jimi zabývat. Je to zdroj, kterého bude nadále přibývat.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] Diplomová práce: Technicko-ekonomické vyhodnocení vybraných technologií ČOV do 2000 EO; autor: Bc. Miloslav Kříž; [online]; [cit. 2020-11-10]; Dostupné na: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=143198
- [2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky; [online]; [cit. 2020-11-19]; Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/LSU/?uri=celex:32000L0060>
- [3] Směrnice Rady 91/271/EHS ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod; [online]; [cit. 2020-21-11]; Dostupné na: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31991L0271>
- [4] Odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí; Ing. Veronika Jáglová; Mgr. Martin Šnajdr Odbor ochrany; kolektiv autorů: Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel; [online]; [cit. 2020-11-28]; Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2009, 87 stran; Dostupné na: [http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/\\$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf)
- [5] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon); [online]; [cit. 2020-12-04]; Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [6] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích); [online]; [cit. 2020-12-10] Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
- [7] Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech; [online]; [cit. 2020-12-15]; Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541/zneni-20210101>

- [8] Zákon č. 128/2000 Sb., o obcích; Zákon č. 367/1990 Sb., o obcích (obecní zřízení); [online]; [cit. 2020-12-18]; Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-128>; <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1990-3671>
- [9] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech; [online]; [cit. 2020-12-20]; Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>
- [10] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích); [online]; [cit. 2020-12-22]; Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>;
- [11] 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); [online]; [cit. 2021-01-10]; Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-437>
- [12] Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021 – 2027; Vydáno: 29. května 2020; [online]; [cit. 2021-07-04]; Dostupné na: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-5_Kaly%20z%20%C4%8COV_20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-5_Kaly%20z%20%C4%8COV_20200529.pdf)
- [13] Provozní řád mechanicko-biologické čistírny odpadních vod Kasalice; Vydalo: VODA CZ s.r.o.; Vydáno: listopad 2019
- [14] VODA CZ SERVICE s.r.o.; Odvodňovací kontejnery - Likvidace odpadních vod; [online]; [cit. 2021-06-12] Dostupné na: <https://www.vodaczservice.com/odvodnovaci-kontejnery>

- [15] Science of the Total Environment; Volume 769, 15 May 2021, 144451; Life cycle assessment of sewage sludge treatment and disposal based on nutrient and energy recovery: A review; [online]; [cit. 2021-05-04]; Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720379821>
- [16] Wastewater treatment; Autor: Archis Ambulkar; [online]; [cit. 2021-07-10] Dostupné na: <https://www.britannica.com/technology/wastewater-treatment/Primary-treatment>
- [17] Diplomová práce: Energetické využití čistírenských kalů a produktů mikrovlnné pyrolýzy; Autor: Bc. Radim Šimek; [online]; [cit. 2021-06-26]; Dostupné na: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=185357
- [18] Multimediální učební texty zaměřené na problematiku zpracování kalů; Využití odpadních kalů; Autoři: Ing. Barbora Lyčková, Ph.D., prof. Ing. Peter Fečko, CSc., doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová; [online]; [cit. 2021-06-28]; Dostupné na: <http://hgf10.vsb.cz/546/ZpracovaniKalu/vyuziti.html>
- [19] Waste Management: Volume 33, Issue 5, May 2013, Pages 1268-1275 Svazek 33; Environmental and technical assessments of the potential utilization of sewage sludge ashes (SSAs) as secondary raw materials in construction; [online]; [cit. 2021-05-20]; Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13000123>

Osobní konzultace

- [20] Ing. Marek Smolný, odběry vzorků a zajištění analýz, Vodní zdroje Ekomonitor spol. s. r. o., Píšťovy 820, 537 01 Chrudim III, Datum konzultace: 11. 3. 2021

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A <i>Deník obsluhy ČOV</i>	47
--	----

PŘÍLOHA A

Obec Kasalice

Hlášení z čistírny odpadních vod Kasalice za měsíc

KVĚTEN rok **2021**

Dát.	Teplota		Množství vody		Sediment po 30 min (hmotně) OXF ml/l	Odčerp. kal. m ³ /den	Klimatické podmínky	Poznámky (mjst. odvoz kalu, poruchy, výpadky)
	voda	ovzd.	stav	m ³ /den				
	°C	°C	průtokoměru					
1	13	14	14883,7	9,3	530	-	-	
2	12,7	12	14901,3	18,8	570	-	-	
3	12,4	9	14911,8	9,3	600	-	-	
4	13,1	14	14920,3	9,7	590	-	-	
5	13,2	11	14929,2	7,1	620	-	-	
6	13	10	14938,9	11,8	680	-	-	
7	13,1	6	14959	10,4	700	-	-	
8	13	13	14966	10,7	680	-	-	
9	13,2	13	14974,7	11,3	670	-	-	
10	13,3	13	14986	8,2	640	-	-	
11	13,8	14	14994,2	7,4	650	-	-	
12	14,1	13	15004,5	11,6	670	-	-	
13	14,2	12	15017,1	8,2	650	-	-	
14	14,3	13	15027,1	11	680	-	-	čistění rozbíječe kabe
15	14,3	12	15036,9	11,8	720	-	-	
16	14,3	13	15046,8	13,1	750	-	-	
17	14,7	12	15057	9,7	730	-	-	
18	14,6	15	15061	10,3	721	-	-	
19	14,6	14	15075,6	11,5	730	-	-	práce na kotle, Arhus
20	14,7	14	15086,9	10,2	680	-	-	
21	14,8	15	15097	9,3	690	-	-	
22	15	18	15103	11,3	640	-	-	
23	15	12	15121	11,3	690	-	-	
24	15,1	15	15128,8	7,0	720	-	-	
25	15,1	13	15140,2	10,2	750	-	-	
26	15,1	12	15150	10,3	780	-	-	
27	15,2	16	15160	10,3	740	-	-	
28	15,2	13	15169,4	10,2	630	-	-	
29	15,3	15	15170	11,4	630	-	-	
30	15,3	16	15188	12,3	620	-	-	
31	15,3	18	15209	12,2	680	-	-	

Měření teplot a stanovení množství a sedimentu se provádí vždy ve stejnou dobu.
Klimatické podmínky se zapisují pouze při vývalém nebo prudkém dešti, tání sněhu, vysokém přítoku na ČOV.

	Množství vody (m ³)	Elektroměr (kWh)		m ³ /měs.
		den	noc	
počátek				Odvez. kal.
konce				Odvez. písek
rozdíl				Odvez. sračky
				Dovez. splašky

Imhoffova zkouška: z aktivace se odebere suspenze do imhoffova kužele po rysku (1000ml) nechá se 30 minut stát.
Poté se odečte hodnota na rysce kužele optimální množství je 300-700ml kalu pokud je naměřeno více je nutné přehybný kal odčíst.