



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ
VYBRANÝCH TECHNOLOGIÍ ČOV DO 2.000 EO**

TECHNICAL-ECONOMIC EVALUATION OF SELECTED TECHNOLOGIES WWTP'S UP
TO 2000 PE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Miloslav Kříž

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. PETR HLAVÍNEK, CSc., MBA

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
PRACOVISŤE	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Miloslav Kříž
NÁZEV	Technicko-ekonomické vyhodnocení vybraných technologií ČOV do 2.000 EO
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] HLAVÍNEK Petr, MIČÍN Jan, PRAX Petr. Příručka stokování a čištění, NOEL 2000, 2001, 251 s., ISBN 80-86020-30-4.
- [2] HLAVÍNEK Petr, HLAVÁČEK Jiří. Čištění odpadních vod-praktické příklady výpočtů, NOEL 2000, 1996,196 s. ISBN 80-86020-00-2.
- [3] METCALF & EDDY. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse (4th Edition ed.), McGRAW-HILL, 2001, ISBN 0-07-041878-0.
- [4] KREJČÍ a kol. Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 2002
- [5] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing
- [6] Časopisy SOVAK, VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Diplomová práce bude zaměřena na vyhodnocení vybraných technologií ČOV do 2000 EO. Práce bude řešena na základě požadavku z praxe ve spolupráci se společností SČVAK. V první části práce bude zpracován přehled používaných technologií čištění odpadních vod v dané velikostní kategorii. V druhé části práce bude zpracováno technicko-ekonomické posouzení vybraných ČOV se zaměřením na spotřebu elektrické energie, účinnost odstranění látkového znečištění a investiční náklady vynakládané na vybudování ČOV. Porovnání je vypracováno za účelem zjištění vhodnější technologie pro čištění odpadních vod po stránce kvality vyčištěných vod a po stránce investičních i provozních nákladů. Podklady si diplomant zajistí po dohodě s vedoucím práce v rámci diplomového semináře. Při zpracování textů, výpočtů a výkresové části dokumentace bude v maximální míře využita výpočetní technika.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

V práci se zabývám technicko-ekonomickým porovnáním technologií na ČOV 50 až 2000 EO na základě zpracování vybraných údajů majetkových a provozních evidencí (VÚME, VÚPE) za roky 2013 až 2015 poskytnutými Ministerstvem zemědělství ČR. V první části představuji přehled nejdůležitějších právních předpisů a norem ČR pro vodní hospodářství, popisují charakteristiku obcí do 2000 EO a provoz ČOV do 2000 EO.

V další části práce hodnotím vliv různých typů kanalizačních systémů na jakost odpadních vod a na účinnost čištění OV. Dále se v této části zabývám ovlivněním technicko-ekonomických porovnání vlivem koncepce kalového hospodářství.

V poslední části práce pracuji se studii a generátory pro výpočet nákladů na zpracování kalu na větších ČOV, případně na odvodnění kalu a jeho uložení.

Klíčová slova: legislativa ČR, jakost odpadních vod, kalové hospodářství, odvodňování kalu

Abstract

The thesis deals with the technical and economic comparison of technologies for wastewater treatment plants 50-2000 PE based on the processing of selected data ownership and operational records (VÚME, VÚPE) for the years 2013-2015 provided by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic. The first section presents an overview of the most important laws and standards of the Czech Republic for water management, describes the characteristics of municipalities to 2,000 inhabitants and operation of wastewater treatment plants up to 2000 PE.

The second part evaluates the influence of different types of drainage systems on the quality of wastewater and the efficiency of wastewater treatment. Furthermore, this section deals with the influence of technical and economic comparison of the influence of sludge management concept.

In the last part I work with studies and generators for calculating the cost of sludge treatment in larger WWTP, possibly for sludge dewatering and storage.

Key words: legislation of Czech Republic, the quality of wastewater, sludge management, sludge dewatering

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Miloslav Kříž *Technicko-ekonomické vyhodnocení vybraných technologií ČOV do 2.000 EO*. Brno, 2017. 108 s., 6 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2017

Bc. Miloslav Kříž
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA za objektivní posouzení v průběhu tvorby práce a poskytnuté podklady.

Dále děkuji Ing. Ondřeji Lípovi z oddělení metodického řízení provozu, odboru vodovodů a kanalizací Ministerstva zemědělství ČR za poskytnutí vybraných údajů z majetkových a provozních evidencí a vstřícný přístup, a také všem konzultantům ze stran úředníků i zástupců soukromých firem.

V neposlední řadě děkuji mému otci Ing. Mgr. Miloslavu Křížovi za rady ohledně ekonomického provozu a řízení malých ČOV a poskytnutí podkladů.

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	PŘEHLED ZÁKLADNÍ ČESKÉ A EVROPSKÉ LEGISLATIVY SOUVISEJÍCÍ S ČIŠTĚNÍM ODPADNÍCH VOD V KATEGORII ČOV DO 2000 EO.....	13
2.1	Základní dokumenty Evropské unie.....	13
2.2	Základní dokumenty České republiky.....	14
2.2.1	Zákony.....	14
2.2.2	Nařízení vlády a vyhlášky.....	21
2.2.3	Normy.....	27
3	ČOV DO 2000 EO.....	29
3.1	Problematika obcí do 2000 EO.....	29
3.1.1	Charakter zástavby obcí do 2000 EO.....	30
3.1.2	Vztah vlastník – provozovatel vodohospodářské infrastruktury.....	30
3.2	Rozdělení ČOV do 2000 EO.....	32
3.2.1	ČOV pod 50 EO.....	32
3.2.2	ČOV 50 – 500 EO.....	33
3.2.3	ČOV 500–2000 EO.....	33
3.3	Ekonomické aspekty čistíren odpadních vod 50–2000 EO.....	35
3.3.1	Ekonomika čistíren odpadních vod.....	36
4	ZKRESLENÍ VÝSLEDKŮ PŘI TECHNICKO-EKONOMICKÝCH POROVNÁVÁNÍCH.....	42
4.1	Vliv typu kanalizačního systému na účinnost čištění odpadních vod.....	43
4.1.1	Základní přehled typů stokových sítí.....	44
4.1.2	Jakost odpadních vod z různých kanalizačních systémů a její vliv na účinnost ČOV.....	45
4.1.3	Vyhodnocení jakosti vod a účinnosti ČOV podle typu kanalizace.....	57
4.2	Vliv koncepce kalového hospodářství na spotřebu el. energie.....	58
4.2.1	Základní přehled nakládání s kalem na ČOV do 2000 EO.....	59
4.2.2	Dopad různých metod nakládání s kalem na spotřebu elektrické energie a zkreslení dalších porovnání 64	
5	NAKLÁDÁNÍ S KALEM U ČOV DO 2000 EO.....	77
5.1	Vývoj produkce kalu v ČOV do 2000 EO.....	77
5.2	Porovnání kalové koncovky na ČOV do 2000 EO.....	84
5.2.1	Vyčíslení nákladů na zpracování 1 m ³ 2,5 % kalu.....	85
5.2.2	Dotazy na provozovatele – náklady na převoz tekutého kalu.....	86
5.2.3	Náklady ČOV do 2000 EO s kalovou koncovkou a bez kalové koncovky.....	87
6	ZÁVĚR.....	96

BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY	99
SEZNAM TABULEK	104
SEZNAM OBRÁZKŮ	105
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	106
SEZNAM PŘÍLOH.....	107
SUMMARY	108
PŘÍLOHY.....	109

1 ÚVOD

Kdy pozná provozovatel čistírny odpadních vod, že jeho koncepce provozu je nevhodná?

Odpověď je pro zkušeného provozovatele relativně jednoduchá. Zkušený provozovatel zná jednotlivé aspekty řízení provozu čistíren odpadních vod, vyzná se v legislativě, aktualizuje své informace ohledně jednotlivých technologií a dokáže řešit problémy s předstihem. Pro méně zkušeného provozovatele, kterým často obce vlastní čistírny odpadních vod bez pochyby jsou, je to otázka daleko složitější. Obec jako provozovatel nemá potřebné zkušenosti s řízením vodohospodářské infrastruktury. Z velké části dotacemi zaplacená ČOV je často z hlediska volené technologie řešena spíše ku prospěchu projektantů a s nimi spojených dodavatelských firem, než samotných starostů, kteří se často o obecní ČOV starají. Ti nemají mnoho zkušeností, s řízením takového podniku, už vůbec ne po technologické stránce. Jejich rozhodnutí padá na základě doporučení a jsou činěna možná s dobrým úmyslem, ale často ne ku prospěchu jim samotným. Pomoci jim mohou různé metodické příručky, které vydává například Ministerstvo životního prostředí nebo jiné subjekty v rámci republikové, potažmo evropské osvěty.

Řízení čistírny odpadních vod není jen o placení poplatků za spotřebovanou elektrickou energii, splátek za úvěry spojené s vybudováním ČOV a platy zaměstnanců. Problematika je daleko složitější, od legislativních požadavků, které se každých několik let aktualizují a jsou stále přísnější, odběry vzorků, řízení technologie, výběr firem, které pomohou s odvozem kalu, kde se bude kal zpracovávat, případně ukládat, další náklady se servisem jednotlivých komponentů a mnoho dalšího. Technologie čistíren odpadních vod je často složitým zařízením a ve vodohospodářství neznalý provozovatel může svojí nezkušeností zapříčinit nevýhodný poměr cena/výkon, myšleno ve smyslu, že nevhodný provoz ČOV může vést k nepřiměřeným nákladům v poměru kvality vyčištěné vody. Každá ČOV je svojí technologií jedinečná, je potřeba zohlednit mnoho aspektů počínaje způsobem stokování, počtem připojených ekvivalentních obyvatel i s výhledem do budoucna, zpracování odpadních vod z průmyslových nebo zemědělských podniků a mnoho dalšího. Neodborné rozhodnutí při výběru technologie ovlivňuje nejen investiční náklady, ale i ty provozní. Pokud je zařízení předimenzováno, dochází ke zbytečným nákladům spojených s větší spotřebou elektrické energie, daleko nákladnějším servisům jednotlivých zařízení, mohou se zvýšit požadavky na obsluhu a jiné.

Technicko-ekonomická porovnání neslouží jen jako nástroj pro výběr nejvhodnější technologie k čištění odpadní vody, ale také mohou výrazně pomoci ke snížení právě provozních nákladů. Již vybudovanou ČOV nelze jen tak změnit. Cena jednotlivých komponentů se pohybuje řádově od desítek tisíc až po milionové sumy. Jednak si to provozovatelé malých ČOV nemohou tak snadno dovolit, a navíc, technologie procesu čištění odpadní vody a další provoz na ČOV jsou spolu v symbióze. Neodborně provedeným zásahem může dojít ke změně procesů v takové míře, že to možná povede ke snížení nákladů spojenými s konkrétním zařízením, ale mohou se zvýšit náklady spojené s nápravou chybného

rozhodnutí a sníží se kvalita provozu. Proto je potřeba vidět ČOV jako celek od ústí kanalizace po výpust do recipientu, včetně nakládání s kalem. Technicko-ekonomické porovnání se často provádí jen na jednotlivé části celé této dlouhé linky a nezhledňuje se vliv ostatních důležitých aspektů.

Tato práce si neklade za cíl rozhodnout, které řešení je obecně nejlepší, ale má spíše méně zkušeným provozovatelům pomoci k lepšímu a objektivnějšímu posouzení při návrhu změn pro jejich čistírnu odpadních vod.

Na základě domluvy s vedoucím práce panem profesorem Hlavínkem se proto nezaměřuji na technicko-ekonomické porovnání technologií sloužících k samotnému procesu čištění odpadní vody, ale na další aspekty, které mohou znehodnotit objektivnost takových porovnání na malých ČOV, pokud na ně nebude brán zřetel. Dále se zaměřuji na nakládání s kalem u ČOV do 2000 EO.

V první části práce představuji základní přehled legislativních podkladů, které jsou nutné k řízení provozu ČOV do 2000 EO a jejich znalost je nezbytná pro technicko-ekonomická porovnání technologií na ČOV. V další části uvádím obecné informace k obcím do 2000 EO zaměřené na stokování a čištění odpadních vod. Zároveň představuji krátký přehled ekonomických aspektů řízení malých čistíren odpadních vod.

Dále se věnuji možnému zkreslení technicko-ekonomických porovnání vlivem kanalizačního systému na koncentraci znečištění odpadních vod a účinnost jejich čištění na ČOV. V další části potom možnému zkreslení výsledků technicko-ekonomických porovnání vlivem způsobu stabilizace a odvodnění kalu.

Poslední část je zaměřena na kalové hospodářství na ČOV do 2000 EO. Vytvářím statistiky k jednotlivým variacím kalových koncovek na ČOV do 2000 EO v rámci nákladů spojených se zpracováním kalu, popisují vývoj produkce kalu na ČOV do 2000 EO, provádím porovnání nákladů spojených se strojním odvodněním kalu a následným uložením a zpracováním neodvodněného kalu na jiné ČOV. Závěrem práce uvádím vyhodnocení jednotlivých výsledků a doporučení.

Práci zpracovávám na základě vybraných údajů z majetkové evidence (VÚME) a vybraných údajů provozní evidence (VÚPE) za roky 2013 až 2015. Jak se v průběhu zpracování evidencí ukázalo, tyto údaje jsou často administrativními pracovníky z provozů ČOV vyplňovány spíše ku spokojenosti úředníků než pro správnost údajů. Databáze obsahuje informace o zhruba 2 900 čistírnách odpadních vod v České republice. Celkem takto pracují se zhruba 1 670 000 položkami. Z požadavku zástupce Ministerstva zemědělství slouží uvedené podklady pouze ke studijním účelům. Z toho důvodu a vzhledem k velkému objemu dat údaje neuvádím ani jako přílohu k této práci.

V České republice je dle údajů Českého statistického úřadu a Ministerstva zemědělství odpadní voda zhruba 14 % (některé zdroje uvádějí až 26 %) obyvatel čištěna v čistírnách odpadních vod v kategorii do 2000 EO. To je množství, které by nemělo být opomíjeno. Tato

práce se proto zaměřuje na kategorii ČOV v této kategorii. Technicko-ekonomické porovnání v praxi vede k efektivnějšímu využívání technologií tak, aby bylo dosaženo co nejoptimálnějšího poměru vynakládaných financí a čistoty životního prostředí.

Každá úspěšná a dlouhotrvající civilizace v historii lidstva měla mimo jiné jeden společný prvek a tím je kvalitní koncept vodního hospodářství, tak jak jim to tehdejší znalosti a technologie umožňovaly. Vodní hospodářství není jen způsob zásobování obyvatelstva čistou a pitnou vodou, ale také péče o vodní zdroje a odpadové hospodářství, jehož nedílnou součástí je způsob stokování a čištění odpadních vod, které mají přímý vliv na životní prostředí a čistotu recipientů a podzemních vod jakožto zdrojů pitné vody.

Voda je nedílnou součástí veškeré živé existence na Zemi. Čistota vody a životního prostředí přímo ovlivňuje kvalitu života lidí, fauny i flory naší planety. Proto je potřeba dlouhodobě a nepřetržitě vyvíjet způsoby, jak snížit množství odpadních vod a zvýšit účinnost jejich čištění před vypuštěním zpět do oběhu vody v přírodě.

2 PŘEHLED ZÁKLADNÍ ČESKÉ A EVROPSKÉ LEGISLATIVY SOUVISEJÍCÍ S ČIŠTĚNÍM ODPADNÍCH VOD V KATEGORII ČOV DO 2000 EO

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

Vyspělé státy světa dnes vnímají péči o stav životního prostředí jakožto národní bohatství, jako jednu z priorit své vnitrostátní i mezinárodní politiky. V ČR je to státní politika životního prostředí (SPŽP), která na našem území definuje konkrétní cíle v oblastech životního prostředí. [1]

Česká republika vzhledem ke svojí unikátní poloze v rámci Evropy ovlivňuje životy desítek milionů lidí i v zahraničí. Je to dáno tím, že velké řeky pramenící na jejím území odvádějí české vody do 3 moří (Labe, Odry a Moravy). Tento fakt si vrcholní představitelé České republiky (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. Přestože vzniklo několik úmluv mezi Československou socialistickou republikou a jí sousedícími 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 České republiky do Evropské unie došlo v tomto ohledu k radikální změně.

2.1 ZÁKLADNÍ DOKUMENTY EVROPSKÉ UNIE

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 snižováním znečištění vod a zlepšováním kvality přírodních vod v zemích EU. Směrnice se odpadními vodami zabývá v článku 2, odstavec b) [2].

Dalším důležitým předpisem Evropské unie je *Směrnice Rady 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:

„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:

- vypouštění do sladkých vod a do ústí řek z aglomerací s populačním ekvivalentem nižším než 2000 PE,*
- vypouštění do pobřežních vod z aglomerací s populačním ekvivalentem nižším než 10000 PE.“ [3]*

Pro Českou republiku byl vyjednáán odklad do 2010 pro ČOV do 10 000 EO a do 2015 pro ČOV pod 2000 EO.

- poznámka: Směrnice Rady 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod, čl. 2 odst.9: *"přiměřeným čištěním" čištění 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]*

2.2 ZÁKLADNÍ DOKUMENTY ČESKÉ REPUBLIKY

Nejdůležitějším právním předpisem v České republice je Ústava České republiky. 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. [1]

2.2.1 Zákony

Právních předpisů je v souvislosti se stokováním a čištěním odpadních vod v české legislativě mnoho. Patří mezi ně zákony, nařízení vlády a vyhlášky převážně Ministerstva zemědělství, Ministerstva životního prostředí a Ministerstva pro místní rozvoj. Pro diplomovou práci uvádím pouze ty, které přímo zasahují do tématu. Z hlavních předpisů v oblasti odvádění a čištění odpadních vod a nakládání s odpady z čistírenských procesů v ČR je potřeba zmínit.

- **zákon č. 254/2001 Sb., o vodách** a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- **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
- **zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech** a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- **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

Historie prvních zákonů o vodním hospodářství v českých zemích sahá až do období Rakouska-Uherska, kdy byly na území Čech, Moravy a Slezska přijaty zákony vycházející z říšského zákona č. 93/1869. V Čechách jako *zákon č. 71/1870, Právo vodní dle zákona ze dne 28. srpna 1870 pro království České* (pro Moravu zákon č. 65/1870 a ve Slezsku zákon č. 51/1870). Jeho platnost byla rozšířena na celé území v období protektorátu *vládním nařízením č. 305/1942 Sb., o rozšíření platnosti českého zemského vodního zákona ze dne 28. srpna 1870, č. 71 čes. z. z., na celé území Protektorátu Čechy a Morava a o změně a doplnění některých předpisů tohoto vodního zákona*. První výrazná modernizace tohoto zákona proběhla až o 85 let později v roce 1955 *zákonem č. 11/1955 Sb., Zákon o vodním hospodářství*. Významnou změnu legislativy v oblasti vodního hospodářství přinesl *zákon č. 138/1973 Sb., o vodách (vodní zákon)*. Zákon č. 138/1973 Sb. vydržel až do roku 2001, kdy byl nahrazen novým *zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách*, a souběžně *zákonem č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích*.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [4]

Zákon č. 254/2001 Sb. ruší předchozí zákon č. 138/1973 Sb. a je dnes platným zákonem zabývajícím se vodním hospodářstvím v ČR. Z pozice České republiky 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 Evropské unie. Poslední novela nabyla účinnosti v srpnu 2010 jako zákon č. 150/2010 Sb., ta se ovšem netýkala § 38 o odpadních vodách.

Odpadními vodami se zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, zabývá v dílu 5 *Ochrana jakosti vod*. Zde uvádím několik citací z tohoto zákona (některé pasáže vztahující se k tématu práce vyznačuji tučně, některé odstavce z § 38 záměrně vynechávám):

§ 38 Odpadní vody

(1) Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.

(2) Vody z drenážních systémů odvodňovaných zemědělských pozemků, chladicí vody užití na plavidlech a pro vodní turbíny, u nichž došlo pouze ke zvýšení teploty, a nepoužité minerální vody z přírodního léčivého zdroje nebo zdroje přírodní minerální vody nejsou odpadními vodami podle tohoto zákona. Za odpadní vody se

dále nepovažují srážkové vody z dešťových oddělovačů, pokud oddělovač splňuje podmínky, které stanoví vodoprávní úřad v povolení. Odpadními vodami nejsou ani srážkové vody z pozemních komunikací, pokud je znečištění těchto vod závadnými látkami řešeno technickými opatřeními podle vyhlášky, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích.

(3) Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod. Kdo vypouští důlní vody do vod povrchových nebo podzemních podle zákona o ochraně a využití nerostného bohatství, může tak činit pouze způsobem a za podmínek, které stanoví vodoprávní úřad.

(4) Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu. Vodoprávní úřad tímto rozhodnutím stanoví místo a způsob měření objemu a znečištění vypouštěných odpadních vod a četnost předkládání výsledků těchto měření. Odběry a rozборы ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání (dále jen „oprávněná laboratoř“).

(7) Přímé vypouštění odpadních vod do podzemních vod je zakázáno. Vypouštění odpadních vod neobsahujících nebezpečné závadné látky nebo zvláště nebezpečné závadné látky (§ 39 odst. 3) z jednotlivých staveb pro bydlení, jednotlivých staveb pro rodinnou rekreaci nebo z jednotlivých staveb poskytujících ubytovací služby, vznikajících převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech přes půdní vrstvy do vod podzemních, lze povolit jen výjimečně na základě vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k jejich vlivu na jakost podzemních vod, pokud není technicky nebo s ohledem na zájmy chráněné jinými právními předpisy možné jejich vypouštění do vod povrchových nebo do kanalizace pro veřejnou potřebu.

(8) Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních stanoví vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových je vázán ukazateli vyjadřujícími stav vody ve vodním toku, normami environmentální kvality, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, ukazateli a přípustnými hodnotami znečištění odpadních vod a náležitosti a podmínkami povolení k vypouštění odpadních vod, včetně specifikací nejlepších dostupných technologií

v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínek jejich použití, které stanoví vláda nařízením. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod podzemních je vázán ukazateli vyjadřujícími stav podzemní vody v příslušném útvaru podzemní vody, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění podzemních vod, ukazateli a přípustnými hodnotami znečištění odpadních vod a náležitostmi a podmínkami povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, které stanoví vláda nařízením.

(10) Vyžadují-li to cíle stanovené v příslušném plánu povodí nebo cíle ochrany vod či normy environmentální kvality, stanovené přímo použitelným předpisem Evropských společenství, vodoprávní úřad stanoví přísnější přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod než hodnoty stanovené nařízením vlády podle odstavce 8, popřípadě může stanovit další ukazatele a jejich přípustné hodnoty. Takto stanovené hodnoty, které vláda stanoví nařízením, nesmí být přísnější než hodnoty dosažitelné použitím nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování odpadních vod; normy přímo použitelného předpisu Evropských společenství tím nejsou dotčeny. Obdobně to platí i v případech ukazatelů znečištění a jejich hodnot stanovených nařízením vlády podle § 31, 34 a 35[4]

Stát vykonává dohled nad způsobem zneškodňování odpadních vod a jejich jakostí prostřednictvím [1]:

- povolení k nakládání s vodami podle ustanovení § 8, odst. 1, písm. c) vodního zákona,
- sledování, měření a evidence znečištění odpadních vod podle ustanovení § 91 vodního zákona,
- poplatků za vypouštění odpadních vod podle ustanovení § 89, § 90 a přílohy 2. B vodního zákona.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu [5]

Zákon č. 274/2001 Sb. začal platit souběžně se zákonem 254/2001 Sb., o vodách. Byl taktéž uzpůsoben požadavkům vyplývajícím ze směrnic Evropské unie. 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]. Jeho poslední novelizace proběhla v roce 2013 jako zákon č. 275/2013 Sb.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů [7]

Zákon č. 185/2001 Sb. je právním předpisem zabývajícím se zpracováním kalů z čistírenských procesů. Byl rovněž sepsán v souladu s legislativou Evropské unie. Čistírenský kal je jako odpad uveden v § 25.

(1) Pro účely tohoto zákona se vybranými výrobky, vybranými odpady a vybranými zařízeními rozumí

d) kaly z čistíren odpadních vod a další biologicky rozložitelné odpady,

Pro účely diplomové práce je potřeba ještě uvést § 32 a § 33, které specifikují pojem kal a ukládají povinnosti při používání kalů. Níže cituji některé odstavce z tohoto zákona (tučně zvýrazňuji důležité části):

Kaly z čistíren odpadních vod a další biologicky rozložitelné odpady

§ 32

Pro účely této části zákona se rozumí

a) kalem

1. kal 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 rozložitelné odpady na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování zařízení pro nakládání s odpady a s jeho provozním řádem, nebo biologicky rozložitelné odpady spadající do působnosti nařízení o vedlejších produktech živočišného původu,

2. kal ze septiků sloužících k čištění odpadních vod z domácností před jejich vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních,

3. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících odpadní vody a materiály, které svými vlastnostmi odpovídají odpadním vodám a materiálům podle bodu 1, zejména odpadní vody a materiály, které mají původ v potravinářském průmyslu a zemědělství,

b) upraveným kalem - kal, který byl podroben biologické, chemické nebo tepelné úpravě, dlouhodobému skladování nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně sníží obsah patogenních organismů v kalech, a tím zdravotní riziko

spojené s jeho aplikací na základě ověření účinnosti technologie úpravy kalů v souladu s požadavky stanovenými prováděcím právním předpisem,

§ 33 Povinnosti při používání kalů

(2) Pokud provozovatel čistírny odpadních vod neprovádí úpravu kalů sám, je povinen předat kaly přímo nebo prostřednictvím dopravce odpadů provozovateli zařízení na úpravu kalů. Provozovatel čistírny odpadních vod nebo provozovatel zařízení na úpravu kalů, který provedl úpravu kalů, je povinen stanovit program použití kalů a v tomto programu doložit splnění podmínek použití kalů stanovených tímto zákonem a prováděcím právním předpisem. Osoba, která provedla úpravu kalů, je povinna předat upravené kaly osobě podle odstavce 1 uvedené v programu použití kalů nebo provozovateli zařízení ke sběru a skladování kalů provozovaném na základě souhlasu podle § 14 odst. 1, a to přímo nebo prostřednictvím dopravce odpadů. Provozovatel zařízení ke sběru a skladování kalů je povinen předat upravené kaly osobě podle odstavce 1 uvedené v programu použití kalů, a to přímo nebo prostřednictvím dopravce odpadů. Upravené kaly nesmí být míšeny s jinými upravenými kaly ani s jinými odpady.

(3) Použití kalů je zakázáno

- a) na zemědělské půdě, která je součástí chráněných území přírody a krajiny podle zvláštního právního předpisu¹,*
- b) na lesních porostních půdách běžně využívaných klasickou lesní pěstební činností,*
- c) v pásmu ochrany vodních zdrojů, na zamokřených a zaplavovaných půdách,*
- d) na trvalých travních porostech a travních porostech na orné půdě v průběhu vegetačního období až do poslední seče,*
- e) v intenzivních plodících ovocných výsadbách,*
- f) na pozemcích využívaných k pěstování polních zelenin v roce jejich pěstování a v roce předcházejícím,*
- g) v průběhu vegetace při pěstování píce, kukuřice a při pěstování cukrové řepy s využitím chrástu ke krmení,*

¹ Směrnice Rady 86/278/EHS ze dne 12. června 1986 o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství, ve znění směrnice 91/692/EHS a nařízení č. 807/2003.

h) jestliže z půdních rozborů vyplýne, že obsah vybraných rizikových látek v průměrném vzorku překračuje jednu z hodnot stanovených v prováděcím právním předpisu,

i) na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6,

j) na plochách, které jsou využívány k rekreaci a sportu, a veřejně přístupných prostranstvích, nebo

k) jestliže kaly nesplňují mikrobiologická kritéria daná prováděcím právním předpisem. Použití mikrobiálně kontaminovaných kalů může být provedeno pouze po prokázané hygienizaci kalů.

(4) Ministerstvo ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem zdravotnictví stanoví vyhláškou

g) obsah programu použití kalů,

h) technické požadavky na úpravu kalů a požadavky na ověření účinnosti technologie úpravy kalů,

i) podmínky skladování upravených kalů a podmínky dočasného uložení upravených kalů před jejich použitím.

Poslední úpravou prošel tento zákon v roce 2015, kdy začal platit zákon č. 223/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.

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

Mezi další zákony související s danou problematikou patří i *zákon č. 367/1990 Sb., o obcích*, kde se na obce přenesla odpovědnost v péči o své majetky a hospodaření s nimi [8]. Tato myšlenka vycházela z představy, že dobrá znalost problematiky na lokální úrovni je účinnější než celostátní koncept. 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 České republiky do Evropské unie, kdy se díky operačním programům EU umožnilo obcím investovat do vodohospodářské infrastruktury. Zákon č. 367/1990 Sb. byl později nahrazen dnes aktuálním *zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení)*.

Státní správu v oblasti vodního hospodářství vykonávají vodoprávní úřady a Česká inspekce životního prostředí. Vodoprávními úřady jsou: [1]

- obecní úřady,
- újezdní úřady na území vojenských újezdů,

- obecní úřady obcí s rozšířenou působností,
- krajské úřady,
- ministerstva jako ústřední vodoprávní úřady.

2.2.2 Nařízení vlády a vyhlášky

Státní správa používá k provádění zákonů vyhlášky a nařízení vlády. K zákonu č. 138/1973 Sb., o vodách, bylo přijato *nařízení vlády č. 25/1975 Sb., jímž se stanovují ukazatele přípustného znečištění vod*, do kterého zákonodárci zaimplementovali hodnoty pro znečištění, jako imisní hodnoty znečištění povrchových vod po vypuštění vyčištěných vod odpadních. Nerozlišovali při tom množství ekvivalentních obyvatel jednotlivých aglomerací. Nařízení vlády č. 25/1975 Sb. 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. Z hlediska požadavků Evropské unie bylo v České republice průlomové *nařízením 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 91/271/EHS. Je to první dokument, kde je mimo jiné kategorizace ČOV pod 2000 EO. Po několika novelách (*nařízením vlády č. 229/2007 Sb.* a později *nařízením vlády č. 23/2011 Sb.*) bylo zrušeno a nahrazeno dnes aktuálním *nařízením vlády č. 401/2015 Sb.*

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 (dále jako „NV 401“)[9]

Legislativa EU je NV 401 řešena v § 1.

§ 1 Předmět úpravy

Toto nařízení

a) v souladu s právem Evropské unie¹⁾ stanoví

- 1. ukazatele vyjadřující stav povrchové vody,*
- 2. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod,*
- 3. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod,*
- 4. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti*

a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech,

5. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody,

6. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů,

7. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání,

8. normy environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky,

9. náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace,

10. seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek,

11. nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínky jejich použití,

b) v souladu s právem Evropské unie²⁾ vymezuje citlivé oblasti. [9]

- poznámka: jednotlivé směrnice Evropské unie odkazované v § 1 jsou uvedeny v NV 401 v Příloze Poznámky pod čarou jako poznámky ¹⁾ a ²⁾

NV 401 ustanovuje emisní limity pro vypouštění vyčištěných odpadních vod z ČOV do povrchových vod. Toto je upřesněno § 5-8. Zde uvádím několik citací (části důležité pro práci zvýrazňuji tučně):

§ 5

*(1) Pokud jsou odpadní vody vypouštěny z jednoho zdroje znečištění více výpustmi, stanoví vodoprávní úřad emisní limity pro každou z nich. **Městské odpadní vody odváděné stokovými soustavami z aglomerací o velikosti nad 2000 ekvivalentních obyvatel 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.***

(2) 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.

(4) 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.

§ 6

(3) V povolení k vypouštění městských odpadních vod do vod povrchových stanoví vodoprávní úřad emisní limity do výše emisních standardů uvedených v tabulce 1a přílohy č. 1 k tomuto nařízení nebo stanoví emisní limity účinností čištění podle hodnot uvedených v tabulce 1b přílohy č. 1 k tomuto nařízení. 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.

(4) Vodoprávní úřad nepoužije emisní limity stanovené minimální účinností čištění podle tabulky 1b přílohy č. 1 k tomuto nařízení 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. [9]

Konkrétní hodnoty emisních limitů vyplývajících mimo jiné z § 5 jsou uvedeny v příloze č. 1 k nařízení vlády 401/2015 Sb. *Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod v odstavci A. Odpadní vody vypouštěné z komunálních čistíren odpadních vod v Tabulce 1a: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l.*

Tab. 2.1 Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l [9]

Kategorie ČOV (EO) ¹⁾ nebo velikost aglomerace	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

Vysvětlivky:

- Uváděné přípustné koncentrace „p“ nejsou aritmetické průměry za kalendářní rok a mohou být překročeny v povolené míře podle hodnot uvedených v příloze č. 5 k tomuto nařízení,
- Uváděné maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné.
- ¹⁾Rozumí se kategorie čistírny odpadních vod vyjádřená v počtu ekvivalentních obyvatel. Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. Počet ekvivalentních obyvatel 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.

U kategorií COV pod 2000 EO lze použít pro účel zařazení čistírny do velikostní kategorie (v tabulce 1a nebo 1b v příloze č. 1 a v tabulce 1 v příloze č. 4 k tomuto nařízení) 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. [9]

- poznámka: Tabulka je zkrácená pouze na kategorii, kterou se tato práce zabývá, v plném rozsahu je uvedena v příloze jako Příloha 1 k této práci.

Ve stejné příloze také NV 401 nařizuje minimální účinnost ČOV vyplývající z § 6 tohoto nařízení, a to v *Tabulce 1b: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v procentech.*

Tab. 2.2 Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v % [9]

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	-	-

Vysvětlivky:

- účinnost čištění vztahená k zátěži na přítoku do čistírny odpadních vod.

- poznámka: Tabulka je zkrácená pouze na kategorii, kterou se tato práce zabývá, v plném rozsahu je uvedena v příloze jako Příloha 2 k této práci.

NV401 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.

Vysvětlivky:

- Typ A – dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut.

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) (dále jako vyhláška 428/2001) [10]

Vyhláška 428/2001 Sb. 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. Níže uvádím několik citací z vyhlášky 428/2001 Sb. a novelizované vyhlášky 48/2014 Sb. (některé pasáže související s tématem práce vyznačuji oproti originálu tučně).

Vyhláška č. 428/2001 Sb. specifikuje pojem *čistírna odpadních vod* a to v § 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí

h) čistírnou odpadních vod objekty a zařízení sloužící k čištění odpadních vod s mechanickým, biologickým, popřípadě dalším stupněm čištění; za čistírny se 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

§ 6

(1) Obsah předávaných vybraných údajů majetkové evidence je uveden v přílohách č. 1 až 4 a struktura databázového souboru je uvedena v příloze č. 22.

(2) Vybrané údaje z majetkové evidence vykazuje vlastník vodovodu nebo kanalizace odděleně pro:

d) čistírny odpadních vod.

§ 7

(1) *Obsah předávaných vybraných údajů provozní evidence je uveden v přílohách č. 5 až 8 a struktura databázového souboru je uvedena v příloze č. 22.*

(2) *Vybrané údaje z provozní evidence vykazuje vlastník vodovodu nebo kanalizace odděleně pro:*

d) čistírny odpadních vod. [10]

Každá technologie má určitou životnost. Plán financování obnovy specifikovaný v § 13 vyhlášky č. 428/2001 Sb. je nástroj, který zabezpečuje, že vlastník zařízení bude akumulovat dostatečné množství finančních prostředků tak, aby jednotlivé technologie bylo možné obnovit po skončení životnosti, která je v případě ČOV 40 let.

§ 13

Obsahem Plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací je vymezení infrastrukturního majetku ve členění podle vybraných údajů majetkové evidence s reprodukční pořizovací cenou, vyhodnocení stavu majetku vyjádřené v % opotřebení, výpočet teoretické doby akumulace finančních prostředků, roční potřeba finančních prostředků a její krytí a doklady o čerpání vytvořených finančních prostředků včetně faktur nebo jejich kopií. Zpracování se provádí podle přílohy č. 18. Každá provedená aktualizace je součástí původního plánu financování obnovy vodovodů nebo kanalizací. [10]

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě (dále jako vyhláška 437/2016) [11]

Vyhláška Ministerstva životního prostředí 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 v 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.*

§1

Tato vyhláška zpracovává příslušný předpis Evropské unie² a upravuje

a) technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě,

² Směrnice Rady 86/278/EHS ze dne 12. června 1986 o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství.

- b) mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v půdě,*
- c) mezní hodnoty koncentrací těžkých kovů, které mohou být přidány do zemědělské půdy za 10 let,*
- d) mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v kalech pro použití na zemědělské půdě,*
- e) mikrobiologická kritéria pro použití kalů,*
- f) postupy analýzy kalů a půdy, včetně metod odběru vzorků,*
- g) obsah programu použití kalů,*
- h) požadavky na ověření účinnosti technologie úpravy kalů,*
- i) podmínky skladování upravených kalů a podmínky dočasného uložení upravených kalů před jejich použitím.*

Vyhláška Ministerstva životního prostředí Vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových [12]

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 123/2012 Sb. nahrazuje zastaralou vyhlášku MŽP č. 293/2002 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Touto vyhláškou se provádí zákon č. 254/2001 Sb., o vodách. Vymezuje zdroje znečištění, určování znečištění obsaženého v odpadních vodách, zjišťování objemu a měření vypouštěných odpadních vod.

2.2.3 Normy

Norem týkajících se problematiky vodního hospodářství je velká řada. Zde uvádím jen základní přehled norem, které se týkají této práce.

- ČSN EN 12255 (75 6403) Čistírny odpadních vod
 - ČSN EN 12255-8 (75 6403) Čistírny odpadních vod – Část 8: Kalové hospodářství
- ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel
- ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel
- ČSN 75 6601 Strojně-technologická zařízení čistíren odpadních vod – všeobecné požadavky
- ČSN 83 0550 Fyzikálně chemický rozbor kalů
- ČSN CR 13714 (75 8080) Charakterizace kalů - Nakládání s kaly ve vztahu k jejich využití nebo ukládání
- ČSN CR 13767 (75 8081) Charakterizace kalů - Pokyny pro spalování kalů s tuky a shrabky nebo bez nich
- ČSN CR 13768 (75 8082) Charakterizace kalů - Pokyny pro společné spalování kalů a komunálních odpadů
- ČSN CR 13097 (758083) Charakterizace kalů - Pokyny pro využití v zemědělství
- TNV 75 8090 Hygienizace kalů v čistírnách odpadních vod

Z uvedeného přehledu legislativy je patrné, že Česká republika se aktivně zapojuje do péče o životní prostředí a ochrany vod v Evropě a splňuje dohody stanovené jejím členstvím v Evropské unii. Přestože je uvedený přehled relativně obsáhlý, nelze dle mého názoru bez znalosti těchto dokumentů řešit technicko-ekonomické porovnání, tak jak to nepřímo ukládají právní předpisy České republiky i Evropské unie.

3 ČOV DO 2000 EO

V České republice žilo v roce 2015 dle údajů z Českého statistického úřadu - tab. 02.07 Vodovody a kanalizace v České republice (1989-2015) - 10,5 milionu obyvatel [13]. Z toho na kanalizaci bylo připojených 84,2 %, to je 8,9 milionu lidí. *Vybrané údaje majetkové evidence (VÚME) a provozní evidence (VÚPE)* z Ministerstva zemědělství udávají na území České republiky z celkového počtu 2927 čistíren odpadních vod 2158 ČOV s projektovanou kapacitou 2000 ekvivalentních obyvatel a nižší. Podle VÚME žije v oblastech s ČOV pod 2000 EO 1,2 milionu obyvatel. Z uvedeného vyplývá, že odpadní vody produkované 13,9 % obyvatel České republiky jsou čištěny v ČOV kategorie do 2000 EO. Metodická příručka *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel* z března 2009 vydaná Ministerstvem životního prostředí uvádí dokonce až 26 % populace. Rozdíl je pravděpodobně dán jinou metodou výpočtu. Já uvádím počet obyvatel připojených na ČOV do 2000 EO podle VÚPE a VÚME za rok 2015. Metodická příručka MŽP počet obyvatel žijících v obcích do 2000 EO celkem. To je nezanedbatelné množství odpadních vod, proto je potřeba věnovat se intenzivně i technologiím ČOV do 2000 EO. Tato práce je zaměřena na technologicko-ekonomické porovnání právě těchto ČOV.

3.1 PROBLEMATIKA OBCÍ DO 2000 EO

Historický vývoj státní i lokální politiky způsobil, že v obcích s počtem obyvatel do 2000 EO je stále ještě v dnešní době v některých oblastech nedostatečná vodohospodářská infrastruktura. Zásobování pitnou vodou byla vždy věnována dostatečná péče, nedostatečným se jeví stokování a čištění odpadních vod. V minulosti se tento problém řešil napojováním odpadů z domácností do dešťových kanalizací, kdy odpadní voda z nich bez smysluplnějšího čistícího procesu končila přímo v recipientech v okolí vesnic. To se začalo výrazně měnit až se vstupem ČR do EU, jak uvádím v kapitole 2.1 *Základní dokumenty Evropské unie*. Došlo k důležitému posílení legislativních požadavků v právních předpisech. Nejvíce se v tomto ohledu projevil rok 2001, kdy byly schváleny nové zákony ovlivňující politiku vodního hospodářství i v těchto malých lokalitách. Podle evropské Směrnice rady 91/271/EHS, kterou musely nově vzniklé zákony respektovat, se nové právní předpisy zabývaly spíše aglomeracemi do 10 000 EO.

Konkrétně kategorií ČOV do 2000 EO se blíže legislativa ČR začala podrobněji zajímat až v pozdějších letech. Nejaktuálnější se z právních předpisů ovlivňující provoz ČOV do 2000 EO jeví Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. a Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., která byla aktualizována v roce 2014 Vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 48/2014 Sb.

Výstavba nebo zásadní rekonstrukce současných kanalizačních sítí a ČOV je tak nákladná, že bez podpory státu a EU formou fondů by menší obce nemohly tuto akci nikdy realizovat. K uskutečnění požadovaných změn na vodohospodářskou infrastrukturu podle posledních trendů a technologií je potřeba přizpůsobit *územní plán (ÚP)* tak, aby byl co nejvíce v souladu s plánovaným urbanistickým rozvojem obce a zároveň mohla být

dostatečně vyřešena otázka stokování a čištění odpadních vod. Plánovaná koncepce kanalizačních sítí (včetně ČOV) zároveň musí být v souladu s *Plánem rozvoje vodovodů a kanalizační území kraje (PRVKÚK)*.

V obcích s počtem obyvatel do 2000 EO je častým jevem výrazná migrace obyvatelstva během pracovního týdne za prací nebo do škol. Tento fakt je vhodné do ÚP zakomponovat a při projektování ČOV s ním počítat. V ÚP by také neměly chybět údaje o občanské vybavenosti obce (školy, školky, obchody, provozy a další) a ty započít jako zdroje znečištění. Informace o občanské vybavenosti se v rámci obcí mění jen málo, ovšem problém může nastat v průmyslu a zemědělství, jakožto významných zdrojů znečištění, které se mohou rychle měnit.

3.1.1 Charakter zástavby obcí do 2000 EO

Malé obce vykazují značnou různorodost v topologii zástavby. Historický vývoj obcí většinou centralizoval zástavbu k centru obce – návsi, kdy je vhodné použít centrální čištění odpadních vod. Výjimkou ale nejsou odloučené samoty nebo celé části obcí, které jsou vzdálenější od hustěji zastavěných oblastí. Představitelé obce a projektant nové infrastruktury proto musí uvážlivě rozhodnout, zda budou tyto separované oblasti zapojeny do procesu čištění odpadních vod na centrální ČOV nebo zda budou využívat například domovních ČOV. Rovněž různorodost v hustotě zastavěných částí dává prostor pro využívání alternativních způsobů odkanalizování.

Často se jako problém jeví výškové uspořádání zástavby. Snadno se tak může projektant nové kanalizace setkat s tím, že domovní přípojky do žump jsou vedeny směrem do dvorních traktů domů, to komplikuje návrh stokové sítě.

V posledních letech je trendem městského obyvatelstva stěhování do menších obcí poblíž měst, odkud mohou pohodlně dojíždět za prací autem. Zastupitelstva obcí toto přijala za své a snaží se umožnit výstavby nových domů rozšířením zástavby v obcích. Tyto nově přistavěné části často tvoří hustější zástavbu s nově budovanými inženýrskými sítěmi a nevykazují známky negativního ovlivňování návrhů stokových sítí nebo ČOV.

3.1.2 Vztah vlastník – provozovatel vodohospodářské infrastruktury

Plánem stokování a čištění odpadních vod související s vybudováním kanalizace a ČOV problém pro malé obce teprve začíná. Je potřeba zvážit, jaký typ kanalizace použijí a jaká technologická linka ČOV na ni bude navazovat, včetně nakládání s kalem. Zástupci obcí se v oboru vodohospodářství vyznají jen málokdy na takové úrovni, aby mohli sami posoudit, která z projektanty navrhaných variant je pro ně nejlepší a své rozhodnutí činí spíše na základě doporučení osob úzce spjatých s výstavbou kanalizací a ČOV v rámci spřátelených firem. To může vést k tomu, že výběr technologie a metoda řízení provozu bude spíše vyhovovat projektantovi a konzultantům firem, než samotnému zastupiteli obce (svazku

obcí), který následně bude vlastníkem a případně provozovatelem vodohospodářské infrastruktury.

Jakmile se vyřeší problém týkající se výběru nejvhodnější technologie, musí se zajistit financování projektu. To je samo o sobě jednou z největších překážek, s jakou se musí budoucí vlastníci vodohospodářské infrastruktury potýkat. Pokud se zastupitelům obce (svazku obcí) podaří projít všemi úskalími spojenými s veřejnými zakázkami a dotačními programy, začne samotná výstavba.

Model samostatného provozování

Po dokončení stavby začínají řešit problém následující. Kdo bude provozovatelem nově vybudované infrastruktury. Provozování ČOV vyžaduje vykonávání úkonů nejen provozních, ale i administrativních. Orientace v tomto rychle se měnícím prostředí není pro nezkušeného provozovatele snadná. Zastupitelstva menších obcí se mohou často setkat s problémem provozování kanalizace a ČOV. Chybějící praxe v oboru a nedostatečné vzdělání, i když splňuje všechny požadavky na řízení ČOV, může komplikovat provozování. Pokud je provozovatelem obec, nejčastěji péče o ČOV padá na bedra starosty/ky obce. Jakmile je ve funkci vystřídán a odchází ze zastupitelstva, musí se nově příchozí často zaučovat a opět nastávají problémy v seznamování se s novými povinnostmi. To může vyřešit stálý obecní zaměstnanec, který se o ČOV stará a je před odchodem nahrazen již zaškoleným jedincem. V takovém případě se jedná o *model samostatného provozování*. Ostatní subjekty se pouze podílí na dílčích záležitostech na základě smlouvy. Výběr stočného zůstává v kompetenci obce [14].

Oddílný model provozování

Další variantou je *oddílný model provozování*, což znamená předat provozování technologie vodárenské společnosti, která se na to specializuje a je vhodně připravena. Tím na základě smlouvy o provozování kanalizace přejde část povinností na vodárenskou společnost. Obec je ale stále vlastníkem infrastruktury a novou smlouvou o provozování se nezbaví povinnosti správy majetku. Provozovatel platí obci nájemné za využívání vodohospodářské infrastruktury, obec naopak platí provozovateli za služby spojené s provozováním. Provozovatel má právo vybírat stočné (v tom případě obec neplatí za služby spojené s provozováním) nebo stočné vybírá obec (potom musí provozovateli platit poplatky za provozování její infrastruktury). Vodohospodářské společnosti vznikají za účelem zisku a pravděpodobně dojde k navýšení cen stočného, což musí vedení i občané obce respektovat [14].

Vlastnický model provozování

Další možností provozu vodohospodářské infrastruktury je, pokud je organizace pověřená provozováním ze 100 % vlastněna vlastníkem vodohospodářské infrastruktury

a provozuje ji na základě smlouvy. Provozovatel je tedy vlastněn a ovládán vlastníkem. Jedná se o *vlastnický model provozování* [14].

Smišený model provozování

Smišený model je ve své podstatě velice podobný modelu samostatného rozhodování s tím rozdílem, že vlastník a provozovatel, jako jeden subjekt, je jedna a táž právnická osoba odlišná od obce. *Smišený model provozování* je variantou smíšeného modelu. O smíšený model provozování se jedná, pokud se obec kapitálově podílí na subjektu, který je vlastníkem a provozovatelem vodohospodářské infrastruktury [14].

Svazek obcí

Charakter zástavby a geomorfologie jednotlivých obcí často podnítl vznik tzv. *svazku obcí*, kdy se prokáže, že hospodárnější může být provozování vodohospodářské sítě pro několik obcí současně, než pro každou odděleně. Svazek obcí potom vykonává správu majetku a lépe se dokáže vypořádat s provozováním ČOV a kanalizace. Jedná se o právnickou osobu podle § 49 odstavce 3 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích. Dle § 50 odstavce 1 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích může svazek obcí vykonávat činnosti spojené s odváděním a čištěním odpadních vod. Podle odstavce 2 jsou přílohou smlouvy o svazku obcí i jeho stanovy. V nich se musí jednotliví členové vypořádat s majetkoprávními povinnostmi, rozdělením zisku a podílu jednotlivých členů na případné ztrátě, podmínky přistoupení a odstoupení od svazku a obsah a rozsah kontroly obcemi tvořící svazek obcí. Svazek obcí může jakožto právnická osoba využívat dotací, což se jeví jako další výhoda tohoto konceptu [1].

Svazek obcí přebírá povinnosti vlastníka infrastruktury, nemusí ale být jejím provozovatelem [1].

3.2 ROZDĚLENÍ ČOV DO 2000 EO

Čistírny odpadních vod do 2000 ekvivalentních obyvatel lze na základě právních předpisů, jako je třeba Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. rozdělit na 3 základní kategorie:

- ČOV pod 50 EO
- ČOV 50–500 EO
- ČOV 500–2000 EO

3.2.1 ČOV pod 50 EO

V kategorizaci ČOV pod 2000 EO udává Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. ČOV do 50 EO (domovní čistírny odpadních vod – DČOV) jako specifickou kategorii. Jedná se většinou o balené čistírny odpadních vod, které se využívají k čištění OV z jednotlivých staveb nebo skupiny staveb, jejichž počet napojených obyvatel dosahuje hodnot do 50 EO [1].

Musí splňovat patřičné požadavky na certifikaci. Kal z nich se zpracovává nejčastěji dvěma způsoby:

- kompostování s případným předchozím odvodněním kalu,
- odvoz na větší komunální ČOV.

Pod *Tabulkou 1c: Minimální účinnost čištění pro kategorie výrobků označovaných CE v procentech* (označení CE – čistírna s certifikací) v *Příloze 1 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.* je uvedeno:

Domovní čistírna odpadních vod je certifikovaná podle nařízení Evropského parlamentu a Rady 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS, a podle ČSN EN 12566-3+A2 Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod (dále jen „DČOV“). [9]

Domovní čistírny odpadních vod jsou malá zařízení, často provozována s nižší odborností jen na základě manuálu dodávaného k produktu a platí pro ně jiné legislativní požadavky. Z toho důvodu je do porovnání nezařazují a v práci se jimi blíže zabývám.

3.2.2 ČOV 50 – 500 EO

ČOV v této kategorii jsou používány k čištění odpadních vod z menších obcí, průmyslu nebo větších ubytovacích zařízení. Do 300 EO není výjimkou využití balených ČOV s instalovanou technologií v plastových potažmo kovových nádržích. Nad hranici 300 EO se většinou využívají betonové nádrže s dodatečně montovanou technologií [1]. Výjimečně se využívají na jednotných, v převážné většině na oddílných splaškových kanalizacích.

K mechanickému předčištění se používají česle nebo usazovací nádrž. Nejlepší dostupnou technologií, jak to udává Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., je nízko až středně zatěžovaná aktivace nebo biofilmové reaktory [9]. Poměrně často se projektují také jako vegetační kořenové čistírny.

U ČOV této velikosti se přebytečný kal odváží na větší ČOV ke zpracování, případně se využívá aerobní stabilizace s gravitačním odvodněním kalu, který se poté kompostuje nebo použije jako hnojivo na pole. U ČOV staršího data se používalo kalových polí, modernější ČOV často odvodňují kal v tzv. pytlových filtrech, kdy se kal napouští do pytle z filtrační tkaniny, přes kterou prosakuje kalová voda vracející se zpět do čistícího procesu na ČOV [1]. Touto metodou dochází ke značným úsporám při dalším nakládání s kalem.

3.2.3 ČOV 500–2000 EO

Čistírny této velikosti jsou nejčastěji betonové nádrže se stavěnou nadzemní zastřešenou částí, do kterých je instalována technologie. Není výjimkou, že jsou ČOV

napojeny na jednotnou kanalizaci. Očekává se od nich taková technologie, která bezpečně odstraňuje znečištění v ukazateli N-NH₄ na legislativou předepsanou úroveň [1]. Minimální požadovanou účinnost odstranění fosforu Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. u této kategorie stejně tak jako u předchozích neřeší.

K mechanickému předčištění na ČOV se využívá daleko větší škály technologií, než tomu bylo u ČOV nižší kategorie. Jsou využívány lapáky šterku, hlavně na jednotných kanalizacích. Jako první stupeň mechanického čištění se většinou používá koš v čerpací jímce, který má za úkol chránit kalové čerpadlo před nejhrubějšími nečistotami z kanalizace. Dalšími stupni mechanického předčištění jsou česle a síta k zachycení hrubých nečistot. Za nimi následuje lapák písku, který chrání technologie před písečnými zrny a zabraňuje ucpávání komponentů. Lapáky tuků a olejů se osazují na tyto ČOV jen v ojedinělých případech podle potřeby. K primárnímu čištění slouží sedimentační nádrž, která může být na ČOV v této kategorii instalována a nemusí, často se od ní ustupuje z důvodu jednoduššího technologického schématu.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. udává v kategorii ČOV 500–2000 EO jako nejlepší dostupnou technologii nízko zatěžovanou aktivací se stabilní nitrifikací [9]. Směšovací a oběhová aktivace je nejčastější způsob čištění odpadních vod této kategorie. Mezi další patří využívání biofilmových reaktorů, SBR reaktory a membránové technologie. Už méně časté jsou vegetační čistírny.

Kal z těchto čistíren se běžně používá jako hnojivo na zemědělskou půdu nebo na kompostování, proto musí být stabilizován. K tomu se využívá nejčastěji aerobní stabilizace. K odvodnění kalu slouží strojní zařízení, jako třeba odstředivky nebo v poslední době oblíbené a levnější dehydrátory [1]. Není výjimkou použití pytlových filtrů popsaných v kapitole 3.2.2 ČOV 50–500 EO nebo dokonce žádné odvodnění. Minimální odvodnění ovšem zvyšuje provozní náklady spojené s odvozem a zpracováním (ukládáním) kalu a je na každém provozovateli, aby dobře vyhodnotil, která z uvedených variant je pro něj z dlouhodobého hlediska výhodnější.

V následujícím odstavci uvádím nejvýraznější rozdíly mezi ČOV kategorie do 500 EO a kategorie 500–2000 EO, jak to udává Nařízení vlády 401/2015 Sb. [9]:

- jak uvádím v *Tab.1 Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l* v části 2.2.2 Nařízení vlády a vyhlášky mají každá z uvedených kategorií jiné limity pro koncentrace vypouštěných přečištěných odpadních vod,
- z *Tab.2 Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v procentech* v části 2.2.2 Nařízení vlády a vyhlášky je patrné, že každá z uvedených kategorií má jiné limity pro účinnost čistícího procesu,
- rozdílná četnost ročních odběrů vzorků vypouštěných odpadních vod, jak udává *Příloha č. 4 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Minimální roční četnosti odběrů vzorků vypouštěných městských odpadních vod pro sledování jejich znečištění* (o tom se

taktéž zmiňují v části 2.2.2 *Narizení vlády a vyhlášky*),

- v *Příloze č. 7 k Narizení vlády č. 401/2015 Sb. Nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínky jejich použití* jsou pro každou kategorii rozdílné technologie a přípustné koncentrace a účinnost (v analogii s tabulkami 1a a 1b v Příloze 1 k Narizení vlády č. 401/2015 Sb.)

Z právních předpisů zabývajících se čištěním odpadních vod (Narizení vlády č. 401/2015 Sb. a Vyhláška Ministerstva zemědělství 428/2001 Sb.) jsou kladeny jiné požadavky na ČOV pod 50 EO, ČOV 50–500 EO a ČOV 500–2000 EO. Proto se v dalších částech práce řídím touto kategorizací. Vysvětlení proč do porovnání nezařazují DČOV (domovní ČOV do 50 EO) uvádím na konci kapitoly 3.2.1 *ČOV pod 50 EO*.

3.3 EKONOMICKÉ ASPEKTY ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD 50–2000 EO

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 v prvotní fázi stanovení rozhodnutí, pro kolik obcí, či místních částí bude čistírna odstraňovat znečištění z odpadní vody. Už toto rozhodnutí má zásadní vliv na celkovou cenu ČOV. Obce se při rozhodování řídí zpracovanou územně-plánovací dokumentací (ÚPD). Územně-plánovací dokumentace musí být v souladu s Plánem rozvoje vodovodů a kanalizací území kraje.

Dalším úskalím při budování kanalizace a ČOV v obci je výběr technologie. Jak popisují v předchozích kapitolách, je zastupitelstvem jako osoba pověřená k výkonům spojenými s budováním a provozem kanalizace s čistírnou odpadních vod nejčastěji starosta obce. Ten bývá ve vodohospodářském oboru často nezkušený a v období řešení problémů s financováním projektu, výběrem technologie a vyřizování všech povolení a dalších záležitostí přetížen. Nestihá se tedy vzdělávat v oboru řízení ČOV a rozhoduje se často na základě doporučení. Problémem zde je, že takto neznalý člověk poslechne doporučení zejména firem, které se snaží prodat svoji technologii bez ohledu na místní podmínky. A tady se může projevit aspekt, který do budoucna ovlivní celou ekonomiku provozu. Jedná se o skutečnost, že zadavatel není schopen posoudit např. ekonomiku provozu z hlediska typu kanalizace, z hlediska typu aktivace a z hlediska kalového hospodářství [15].

Po vyřízení územního rozhodnutí, stavebního povolení a nacenění, je dalším krokem zajištění financování takového projektu. Díky evropským fondům soudržnosti a fondům ČR prostřednictvím operačních programů Ministerstva životního prostředí a v minulosti Ministerstva zemědělství, mají malé obce možnost zafinancovat tak náročnou stavbu, jakou kanalizace a čistírna OV bezpochyby jsou. 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. Takto uhrazené investiční prostředky potom může započítat do ceny stočného v případě, že je současně i provozovatelem.

K získání dotací v minulosti fungoval program SZIF (Státní zemědělský intervenční fond) v období 2007–2013 se svým programem Program rozvoje venkova a Státní fond pro životní prostředí s programem OPŽP (Operační program životního prostředí) 2007–2013. V současné době je přijata sedmá verze nového OPŽP. Tato nová varianta zahrnuje kromě již klasicky požadovaných atributů jako rovnost příležitostí, zákazu diskriminace, rovnost mužů a žen, udržitelný rozvoj a podobně i 6 nových prioritních os [16]:

1. Zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní,
2. Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech,
3. Odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika,
4. Ochrana a péče o přírodu a krajinu,
5. Energetické úspory,
6. Technická pomoc.

Po zajištění financí a výstavby ČOV je pro obec další nástraha v podobě vedení provozu čistírny odpadní vody, se kterou většinou 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. Zdali provozovatel pouze ČOV provozuje a nechává si za tuto službu pochopitelně od vlastníka zaplatit, či zda provozovatel ČOV provozuje, vybírá stočné a platí nájmné. 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 mandátní či podobnou 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 vymezení, které činnosti bude hradit provozovatel a které vlastník. Jednotlivé možnosti a s tím spojené výhody a nevýhody popisují v kapitole 3.1.2 *Vztah vlastník – provozovatel vodohospodářské infrastruktury*.

3.3.1 Ekonomika čistíren odpadních vod

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 [15].

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 je stanovována zejména v korunách za 1 m³ odpadní vody a je regulovanou cenou ze strany Ministerstva financí ČR. Pro stanovení ceny stočného provozovatel musí používat přílohu 20 vyhlášky MZe č. 428/2001 Sb., ve znění vyhlášky

č. 48/2014 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

Z vyhlášky MZe do ceny pro stanovení výše stočného se započítávají zejména tyto náklady na provoz ČOV [10]:

- materiál,
- energie,
- mzdy,
- ostatní přímé náklady,
- provozní náklady,
- výrobní a správní režie.

Tyto položky potom tvoří úplné vlastní náklady provozovatele a z jejich výše a celkového množství vyčištěné vody se potom stanovuje cena stočného, samozřejmě za předpokladu přiměřeného zisku.

Stočné

Stočné blíže definuje § 20 zákona č. 274/2001 Sb., je to cena za službu spojenou s odváděním, čištěním a zneškodňováním odpadních vod. Zákon dále stanovuje, jakým způsobem může být stočné jednosložkové nebo dvosložkové. Stočné potom tvoří příjmy provozovatele a je základním zdrojem financování provozu ČOV a kanalizace.

Cena stočného je regulována státem pomocí cenových výměrů Ministerstva financí ČR. Je v korunách za 1 m³ odpadních vod. Cena stočného by měla pokrýt celkové nutné náklady na zajištění funkcí a provozu ČOV a přinést přiměřený zisk provozovateli. Cena za 1 m³ je vypočtena podle oprávněných provozních nákladů dle kalkulací a množství přivedené odpadní vody na ČOV. U malých obcí může nastat problém v podobě nadměrně vysoké ceny, což bývá způsobeno velkými provozními náklady a malým množstvím odpadních vod. V tom případě je nutné najít jiný finanční zdroj (obecní dotace) [15].

Náklady

Náklady jsou nutné a oprávněné položky, které slouží k zajištění bezporuchového provozu ČOV za splnění všech legislativních podmínek. V příloze 20 vyhlášky MZe č. 428/2001 Sb., ve znění vyhlášky č. 48/2014 Sb., jsou potom tyto nákladové položky dále členěny do větších podrobností. Porovnání všech položek pro výpočet vodného a stočného podle cenových předpisů pro vodné a stočné neslouží pouze pro ČOV, ale i pro vodovody, kanalizace a úpravny vody. Z hlediska zaměření této práce se ale zabývám pouze položkami, které mají vliv na ekonomiku provozu ČOV.

Materiál

Do této položky se kromě jiného započítávají zejména použité chemikálie a ostatní materiál. Z této práce vyplývá, že ne na všech čistírnách se chemikálie používají. Ne na všech ČOV se odstraňuje fosfor, a ne na všech čistírnách je potřeba flokulant pro kalové hospodářství. Jako ostatní materiál potom lze stanovit oleje, maziva, ucpávky a další náhradní díly.

Elektrická energie

Elektrická energie tvoří jednu z nejvýraznějších položek nákladů na provoz ČOV. Kromě toho, že je na většině čistíren do 2000 EO spotřebovávána na vytápění provozních místností, ohřev vody pro hygienu obsluhy a další činnosti, které přímo nesouvisí s čištěním vody (údržba areálu atd.), je na dodávce elektrické energie závislý celý technologický provoz. Jedná se zejména o čerpadla, dmyhadla na dodávku vzduchu, strojní česle, zařízení na odvodnění kalu, míchadla apod. Velký podíl na spotřebě elektrické energie mají přitečené balastní vody, jejichž množství je přímo úměrné spotřebované elektrické energii. Problémem je, že tyto přitečené balastní vody kromě vlivu na opotřebení zařízení ČOV nejsou zahrnuty do množství vody pro výpočet stočného.

Mzdy

Na čistírnách do 2000 EO položka mzdy tvoří nejpodstatnější nákladovou složku vzhledem k tomu, že na většině čistíren pracují zaměstnanci údržby na zkrácený úvazek, případně vykonávají tuto činnost v rámci plnění pracovních povinností z jiného pracovního poměru, zejména zaměstnanci obcí. Do této položky ale musíme zahrnout i další zaměstnance, jejichž činnost přímo nesouvisí s provozem ČOV – účetní apod. a také jejich nepřímé mzdové náklady – sociální a zdravotní pojištění, odvody, povinné pojištění, zdravotní péči, ochranné a pracovní pomůcky.

Ostatní přímé náklady

Do této položky patří zejména odpisy, opravy, nájem infrastrukturálního majetku a prostředky obnovy infrastrukturálního majetku.

Odpis je částka, která vyjadřuje opotřebení majetku, ať morální nebo fyzické, zpravidla za dobu jednoho roku. Započítáním odpisů neovlivníme výsledek hospodaření společnosti hned, ale v podstatě po celou dobu životnosti majetku. V České republice jsou daňové odpisy upraveny zákonem č. 586/1992 Sb., o dani z příjmů.

Nájem infrastrukturálního majetku je položka, která nemusí být vždy vyčíslena, jelikož provozovatel je současně vlastníkem infrastruktury. Nájem je ale vysoce důležitá složka ceny stočného vzhledem ke skutečnosti, že vlastník infrastruktury je povinen zpracovat Plán

financování obnovy a akumulovat prostředky určené k obnově infrastruktury po skončení její životnosti. Hodnotu nájemného určuje vlastník ve smlouvě a měla by dostatečně pokrýt potřebu prostředků na obnovu vodovodů či kanalizace, stejně tak i další související infrastruktury jako ČOV a úpraven vody. Vyjdeme-li ze skutečnosti, že životnost čistírny je 40 roků dle vyhlášky (kanalizace až 90), potom musí být nájemné minimálně jednou čtyřicetinou ceny ČOV a jednou devadesátinou ceny kanalizace ročně. Tato částka je minimální částkou, nemá-li vlastník doplácet z vlastního rozpočtu a zároveň je třeba si uvědomit, že do této částky nejsou započítány další náklady spojené s provozováním. Je ale jisté, že provozovatel si cenu nájemného započítá do ceny stočného.

Další důležitou položkou jsou prostředky financování obnovy. Prostředky financování obnovy jsou prostředky, které vyčleňuje vlastník kanalizace. Podrobnosti jsem popsal v předcházejícím odstavci. Pro správné a smysluplné vyčlenění prostředků je dle Zákona 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 vlastník vodohospodářské infrastruktury povinen zpracovat plán financování obnovy, který musí schválit nejvyšší orgán vlastníka.

V ustanovení § 8 odst. 11 Zákona o vodovodech a kanalizacích se uvádí, že: „*Vlastník vodovodu nebo kanalizace je povinen zpracovat a realizovat plán obnovy vodovodů a kanalizací, a to na dobu nejméně 10 kalendářních let. Obsah plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací včetně pravidel pro jeho zpracování stanoví prováděcí předpis.*“ [5]

Výše zmíněným prováděcím předpisem ZVaK je vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., v platném znění, jejímž ustanovením § 13 je stanoveno následující [10]:

„Obsahem Plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací je vymezení infrastrukturního majetku ve členění podle vybraných údajů majetkové evidence s reprodukční pořizovací cenou, vyhodnocení stavu majetku vyjádřené v % opotřebení, výpočet teoretické doby akumulace finančních prostředků, roční potřeba finančních prostředků a její krytí a doklady o čerpání vytvořených finančních prostředků včetně faktur nebo jejich kopií. Zpracování se provádí podle přílohy 18 vyhlášky. Každá provedená aktualizace je součástí původního plánu financování obnovy vodovodů nebo kanalizací.“

Plán financování obnovy vodovodů kanalizací (dále jen „PFO“) slouží vlastníkovi při plánování obnovy jeho stávajícího vodohospodářského majetku a koordinaci stavební činnosti v oblasti vodního hospodářství. Základním kritériem pro hodnocení stupně opotřebení vodohospodářského majetku je jeho stáří a předpokládaná životnost jednotlivých zařízení.

Hlavním cílem PFO je [15]:

- zajistit nutnou obnovu pro stabilní a efektivní provozování vodohospodářského majetku vlastníka,
- zvýšit návratnost prostředků do vodohospodářského majetku vlastníka a

- zajistit nezbytnou udržitelnost vodohospodářského majetku vlastníka.

Potřeba finančních prostředků vychází ze skutečného stáří vodohospodářské infrastruktury a jejího opotřebení. Dalším předpokladem je to, že vodohospodářská infrastruktura musí být obnovena tak, aby nedocházelo ke zhoršování jejího současného stavu.

Pro výpočet roční potřeby finančních prostředků je třeba vypočítat teoretickou dobu akumulace prostředků dle přílohy 18 vyhlášky č. 428/2001 Sb., v platném znění:

*Teoretická doba akumulace prostředků = životnost/100 * (100 – opotřebení v %)*

Zajištění potřebné obnovy, jako základní podmínky efektivního a stabilního provozování vodohospodářského majetku vyžaduje roční objem finančních prostředků v optimální výši.

V současné době v mnoha čistírnách vlastníci, kteří zajišťují provozování svého vodohospodářského majetku sami, nemají PFO zpracován a musí tak do financování vložit i prostředky, které v předchozí době neakumulovali. Při zachování stávajícího množství fakturovaného vodného, a za předpokladu, že prostředky na obnovu nejsou v současné době vytvářeny, by promítnutí do ceny představovalo navýšení mnohokrát až trojnásobné zvýšení stočného, což by pro obyvatele v dotčených lokalitách bylo nad hranici sociální únosnosti. Proto budou finanční prostředky akumulovány ve stanovené výši ročně z vodného a stočného, což se projevuje v mírném nárůstu stočného, a zbývající část finančních prostředků na obnovu bývá hrazena z rozpočtu obce. Navíc snahy zastupitelstev vedou k co nejméně drastickému zvýšení stočného.

Provozní náklady

Provozní náklady na ČOV lze rozdělit do tří kategorií:

- Ostatní provozní náklady externí,
- Ostatní provozní náklady ve vlastní režii,
- Poplatky za vypouštění odpadních vod

Do položky externích nákladů je zahrnována práce externích dodavatelů, poplatky za použitou techniku, část HZS (hodinová zúčtovací sazba), technologická údržba, náklady na laboratorní vzorky a náklady na odvoz a uložení kalů.

Je to součet nákladů přímo souvisejících s provozem ČOV, správní režie jsou vynaložené prostředky, zejména administrativa, fakturace, činnosti podpůrných útvarů a pracovníků apod.

V současné době zatím netvoří podstatnou položku poplatky za vypouštění odpadní vody, protože jejich výše je stanovena na 0,10 Kč za 1 m³. Již delší dobu se ale jedná o navýšení poplatku na 1,- Kč (některé návrhy jsou ve výši 0,50 Kč/m³) a současně by se

platil poplatek za vypouštění znečištění. Navíc poplatky nehradí provozovatel, který vypustí méně jak 100 tisíc m³ vyčištěné vody. Zde se projevuje určitá anomálie, že poplatky platí ti, kteří vodu čistí, ačkoliv obce investovaly nemalé prostředky ze svých rozpočtů, zatímco ti, kteří nemají napojení na ČOV poplatky neplatí. Povinnost platit poplatky za vypouštění je stanovena v § 89 a násl. Zákona 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

(5) Sazba pro zpoplatnění u ukazatele znečištění organické látky charakterizované chemickou spotřebou kyslíku se použije podle odpovídajícího druhu odpadních vod.

(6) Znečišťovatel může pro účely výpočtu poplatku pro jeden zdroj znečištění odečíst množství znečištění obsažené v jím odebrané a použité vodě nebo ve vodě odebrané a použité jinou právnickou nebo podnikající fyzickou osobou, která mu předává vzniklé odpadní vody k dalšímu zneškodňování, od zjištěného celkového množství znečištění ve vypouštěných odpadních vodách z daného zdroje znečištění. Odečtené množství znečištění odebrané vody doloží údaji o koncentracích znečištění v odebrané vodě podle příslušných ukazatelů znečištění a údajem o jejím odebraném množství v roce, za který je poplatek vypočítáván. Za správnost údajů o množství znečištění v odebrané vodě odpovídá znečišťovatel. [4]

Výrobní a správní režie

Jedná se o součet nákladů přímo souvisejících s provozem ČOV, správní režie jsou vynaložené prostředky, zejména administrativa, fakturace, činnosti podpůrných útvarů a pracovníků apod.

4 ZKRESLENÍ VÝSLEDKŮ PŘI TECHNICKO-EKONOMICKÝCH POROVNÁVÁNÍCH

Každá čistírna odpadních vod je specifickou stavbou, která je projektovaná za ojedinelých podmínek podle možností a požadavků zadavatele (nejčastěji obce). Proto jako základ pro mé posuzování vycházím z VÚME a VÚPE pro ČOV i kanalizace za rok 2015, které mi poskytli pracovníci z oddělení metodického řízení provozu, odboru vodovodů a kanalizací Ministerstva zemědělství ČR.

„VÚME a VÚPE mají za povinnost vlastníci vodovodů a kanalizací v souladu s ustanovením § 5 odst. 3 zákona 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích každoročně předávat na vodoprávní úřady, v jejichž územní působnosti se majetek nachází. Následně tato data vodoprávní úřady předávají na MZe, kde jsou data importována do společné databáze, kontrolována a tříděna.“ [17]

Statistiku o celkovém počtu 2401 ČOV do 2000 EO postupným filtrováním zužuji podle potřeby pro jednotlivá porovnání. Pro základní soubor dat provádím selekci v několika hlavních krocích:

- propojení jednotlivých evidencí, které se ne vždy shodovaly,
- vyřazení ČOV s neúplnými nebo evidentně chybnými údaji,
- vyřazení ČOV pod 50 EO (domovní ČOV).

Na základě údajů uvedených v kapitole 3.2 *Rozdělení ČOV do 2000 EO* určuji kategorii pro porovnání 50–499 EO. Kategorii 500–2000 EO rozdělují z důvodu větší přesnosti při porovnávání na 500–999 EO a 1000–2000 EO. Jednotlivá porovnání tedy provádím ve 3 kategoriích v závislosti na velikosti ČOV podle počtu projektovaných EO. Jsou to kategorie:

- kategorie I: 50–499 EO,
- kategorie II: 500–999 EO,
- kategorie III: 1000–2000 EO.

V rámci zpracovávání údajů VÚME a VÚPE propojuji evidenci pro ČOV a kanalizaci za rok 2015. Díky takto vzniklé databázi získávám poměrně detailní přehled o jednotlivých čistírnách odpadních vod včetně typu kanalizace, které přivádějí OV na danou ČOV. Jedná se o tyto základní údaje:

- množství OV přitékajících na ČOV [tis. m³/rok],
- množství OV přitékajících na ČOV podle typu znečišťovatele (domácnost, průmysl, zemědělství, srážková voda) [tis. m³/rok],
- hodnotu znečištění vod v jednotlivých ukazatelích na přítoku do ČOV [t/rok],
- hodnotu znečištění vod v jednotlivých ukazatelích vypouštěných do recipientu [t/rok],
- počet vzorků odebraných za rok včetně vzorků nevyhovujících,
- využití a zneškodnění kalu [t sušiny/rok],
- jednotkové náklady na čištění OV [Kč/m³],

- spotřeba elektrické energie [MWh/rok],
- počet EO připojených na ČOV,
- projektovanou kapacitu ČOV podle EO,
- projektovanou kapacitu ČOV podle přítoku [m^3/den],
- projektovanou kapacitu ČOV podle znečištění [$\text{kg BSK}_5/\text{den}$],
- stupeň čištění odpadní vody,
- typ kalového hospodářství,
- pořizovací cena,
- účelové zařízení stokové sítě,
- druh stokové sítě,
- ekonomické a technické údaje ke stokové síti,
- množství odváděných OV fakturovaných na ČOV a vypouštěných přímo do vodního recipientu

Konkrétně údaje o stupni čištění odpadní vody se mi zdají poměrně nedostatečné. Tyto údaje jsou velice obecné, chybí tam bližší specifikace používané technologie, jako to např. upřesňuje *Tabulka TECUDAJ – obsahuje technické údaje investic z vyhlášky č. 428/2001 Sb.*, která vyžaduje daleko přesnější popis používané technologie čištění odpadních vod [10].

Mezi další údaje z evidencí VÚME a VÚPE, které stojí za to zmínit, patří označení vodoprávního úřadu, bližší údaje o katastrálním území včetně souřadnic ČOV, vlastník, provozovatel, název a kód recipientu.

4.1 Vliv typu kanalizačního systému na účinnost čištění odpadních vod

Druh použitého kanalizačního systému může v jisté míře ovlivnit účinnost čištění odpadních vod a provozní náklady na ČOV. Typu kanalizační sítě se také přizpůsobuje technologie a návrhy parametrů projektovaných ČOV. Správná volba technologie čištění odpadních vod navazující na určitý typ kanalizace může vést ke značným provozním úsporám. To jsou hlavní důvody, proč jsem se rozhodl udělat porovnání na koncentraci znečištění přítékající odpadní vody a účinnost čištění odpadních vod v závislosti na typu použité kanalizace u porovnávaných ČOV, které má za úkol ověřit výše uvedené tvrzení.

Na území České republiky se používají 3 základní typy kanalizačních systémů. Gravitační, tlakové a podtlakové. Každý ze systémů má své výhody a nevýhody. Proto zde uvádím krátký přehled způsobů odkanalizování se zaměřením na jakost vody v systému. Přesnější technické popisy nabízí odborná literatura zabývající se přímo problematikou stokování.

4.1.1 Základní přehled typů stokových sítí

Gravitační kanalizace

Jak už z názvu vyplývá, gravitační stoková síť využívá k pohybu média gravitaci. Kanalizace je uložena do zemského povrchu tak, aby po celé své délce měla směrem k ČOV klesající spád. Tam, kde to není možné, se využívá přečerpávacích stanic a tlakových úseků, ovšem jen v nezbytně nutných případech. Její nesporná výhoda je ve spolehlivosti a jednoduchosti. Naproti tomu je velkou nevýhodou snadné vniknutí balastních vod, které mění jakost odpadní vody tekoucí v potrubí.

Jednou z podmínek dobře fungující gravitační stokové sítě je dodržení minimálního spádu tak, aby bylo dosaženo samočisticího procesu. Tím vznikají velké nároky na hloubku uložení potrubí. Pokud se nepodaří dodržet potřebný spád, dochází potom k navyšování nákladů na provoz takové kanalizační sítě. Další nevýhodou se jeví vnik balastních vod, které nepříznivě ovlivňují proces čištění odpadní vody na ČOV. Vnikání balastních vod může být způsobeno velkým množstvím revizních objektů, které svojí netěsností usnadňují vniknutí vod z okolí do kanalizačního systému. Na ČOV potom vznikají další náklady spojené s větším množstvím přečerpávaných vod a větším hydraulickým zatížením provozu.

Výraznou odlišností gravitační kanalizace oproti jiným způsobům odkanalizování je možnost využití jednoho potrubí současně k odvádění odpadních a srážkových vod. V takovém případě se jedná o jednotnou stokovou síť. Oddílná stoková síť je z pozice provozovatele ČOV výhodnější.

Vlivem velkého spádu dochází v gravitačních kanalizacích ke kontinuální oxidaci odpadní vody. To má vliv na růst heterotrofní biomasy a s tím spojené mikrobiální transformace. Dochází ke spotřebě organického uhlíku a kyslíku a hydrolýze partikulárních organických látek. Díky aerobní transformaci dochází k odstraňování organického znečištění. Aerobní mikrobiální procesy mohou příznivě ovlivnit mechanické čištění na ČOV [18].

Alternativní způsoby odkanalizování

Mezi alternativní způsoby stokování patří tlaková a podtlaková kanalizace. Ty se využívají v rovinatých terénech tam, kde vznikají velké nároky na zahloubení klasické gravitační kanalizace a tím výrazné navýšení nákladů na zahloubení. Další využití nalézají v lokalitách s roztroušenou zástavbou, v místech se sezónními zdroji znečištění, za nepříznivých geologických podmínek podloží, při zvýšeném nároku na prostor nebo nepříznivě vysoké hladině podzemní vody a jiné důvody, kdy se využití gravitační kanalizace jeví jako nemožné nebo nevýhodné. Fungují na principu pohybu média pomocí soustavy čerpacích stanic.

Tlaková kanalizace

Tlaková kanalizace je založena na principu přetlaku uvnitř potrubí, který vzniká na základě dodávání splašků do systému využitím čerpadel. Čerpadla jsou uložena v domovních jímkách (domovní čerpací jímka – DČJ) v těsné blízkosti objektu, ze kterého jsou odpadní vody odváděny [19].

Podtlaková kanalizace

Podtlaková kanalizace funguje oproti tlakové na principu podtlaku. Odpadní vody jsou nejprve gravitačně svedeny do sběrné šachty se sacím ventilem umístěné blízko odkanalizovaného objektu. Odtamtud je odpadní voda potrubím nasávána využitím podtlakových nádob do podtlakové stanice. Pro vytvoření podtlaku se používají vývěvy. Dále je odpadní voda přečerpávána na ČOV čerpadlem [19].

Nespornou výhodou obou alternativních způsobů odkanalizování z pozice provozu na ČOV je absence balastních a dešťových vod. Z pohledu jakosti vod uvádím nejvýznamnější rozdíly mezi tlakovou a podtlakovou kanalizací:

Tlaková kan.: - v nočním režimu, kdy nastává snížení četnosti čerpání, dochází vlivem minimálních rychlostí v potrubí k vyhnívacím procesům,
- OV je dopravována za anaerobních podmínek, intenzivně zapáchá [18].

Podtlaková kan.: - nedochází k usazování splašků v potrubí vlivem vysokých transportních rychlostí (až 6 m/s),
- odpadní voda je provzdušněná [18].

V systémech tlakových způsobů stokování jsou nastoleny anaerobní podmínky. Anaerobní procesy v těchto podmínkách probíhají pomalu. Za těchto podmínek může docházet k přebytkům lehce odbouratelného substrátu už ve stoce, což má pozitivní dopady při biologickém odbourávání dusíku a fosforu na čistírnách odpadních vod. Projektant by měl při návrhu technologie ČOV přihlídnout k typu používané kanalizace, která přivádí odpadní vody na ČOV a zohlednit odlišný režim hydraulického a látkového zatížení oproti gravitačním kanalizacím. Je vhodné kalkulovat s nárůsty objemů nitrifikačního stupně, které se navýší u alternativních způsobů odkanalizování o 20-30 % oproti klasickým gravitačním stokovým sítím [18].

4.1.2 Jakost odpadních vod z různých kanalizačních systémů a její vliv na účinnost ČOV

Při porovnání využívám údajů VÚME a VÚPE. Jako první krok propojuji majetkovou a provozní evidenci ČOV s majetkovou a provozní evidencí pro kanalizace. Tím získávám přehled o jednotlivých potřebných údajích k tomuto porovnání. ČOV nejprve rozdělují do 3 kategorií dle počtu EO na 50–499 EO (kategorie I), 500–999 EO (kategorie II) a 1000–2000 EO (kategorie III), metodiku kategorizace uvádím v úvodu kapitoly 4 *Porovnání vybraných*

technologií. Po rozdělení ČOV do jednotlivých kategorií provádím další selekci tak, že jsem vyřadil ze seznamu všechny ČOV, ke kterým chyběly údaje potřebné pro porovnání:

- znečištění OV na přítoku do ČOV [t/rok],
- znečištění přečištěných vod vypouštěných do recipientu [t/rok],
- množství čištěných odpadních vod celkem [tis. m³/rok],
- typ kanalizace přivádějící odpadní vody na ČOV.

Dále přihlížím k jednotlivým technologiím. Z porovnání vyřazuji ty ČOV, které se vymykají zaznamenanou technologií (například kořenové ČOV a mechanické čištění) případně údaje k nim jsou nedostatečné nebo nejednoznačné. Jako další krok vyřazuji všechny ČOV, do kterých jsou přiváděny odpadní vody ze zemědělství, průmyslu nebo se do ní odvádějí srážkové vody fakturované. Jednotlivé kategorie dělím na ČOV podle typu kanalizace přivádějící OV:

- tlaková
- podtlaková
- gravitační jednotná
- gravitační oddílná stoková

Výsledný soubor dat pro porovnání v jednotlivých kategoriích:

- pro kategorii I (50–499 EO) celkem 24 ČOV:
 - tlaková kanalizace 3 ČOV,
 - podtlaková kanalizace 1 ČOV,
 - gravitační kanalizace jednotná 10 ČOV,
 - gravitační kanalizace oddílná splašková 10 ČOV,
- pro kategorii II (500–999 EO) celkem 39 ČOV:
 - tlaková kanalizace 3 ČOV,
 - podtlaková kanalizace 2 ČOV,
 - gravitační kanalizace jednotná 12 ČOV,
 - gravitační kanalizace oddílná splašková 22 ČOV,
- pro kategorii III (1000–2000 EO) celkem 31 ČOV:
 - tlaková kanalizace 8 ČOV,
 - podtlaková kanalizace 1 ČOV,
 - gravitační kanalizace jednotná 11 ČOV,
 - gravitační kanalizace oddílná splašková 11 ČOV.

Koncentrace znečištění OV na přítoku dle ukazatele znečištění

Výsledky představuji nejprve jako koncentraci znečištění OV na přítoku do ČOV v jednotlivých ukazatelích BSK₅, CHSK_{Cr}, NL, N-NH₄, P v mg/l (celkový N v tomto případě vyřazuji, jelikož ne všechny ČOV mají dostatečně zaznamenané hodnoty k N_{celkový}). K tomu využívám součet veškerého znečištění na přítoku do ČOV v daném ukazateli [t/rok] výsledek dělím součtem přítékajících odpadních vod na ČOV celkem [tis. m³/rok] a přepočítám na mg/l

pro každý typ kanalizace. Touto metodou získávám průměrné hodnoty koncentrací znečištění podle jednotlivých ukazatelů v závislosti na typu kanalizace za rok 2015. Pro větší přehlednost uvádím výsledky v tabulkách a k nim příslušný sloupcový graf. K výpočtu koncentrací na přítoku vycházím ze vzorce:

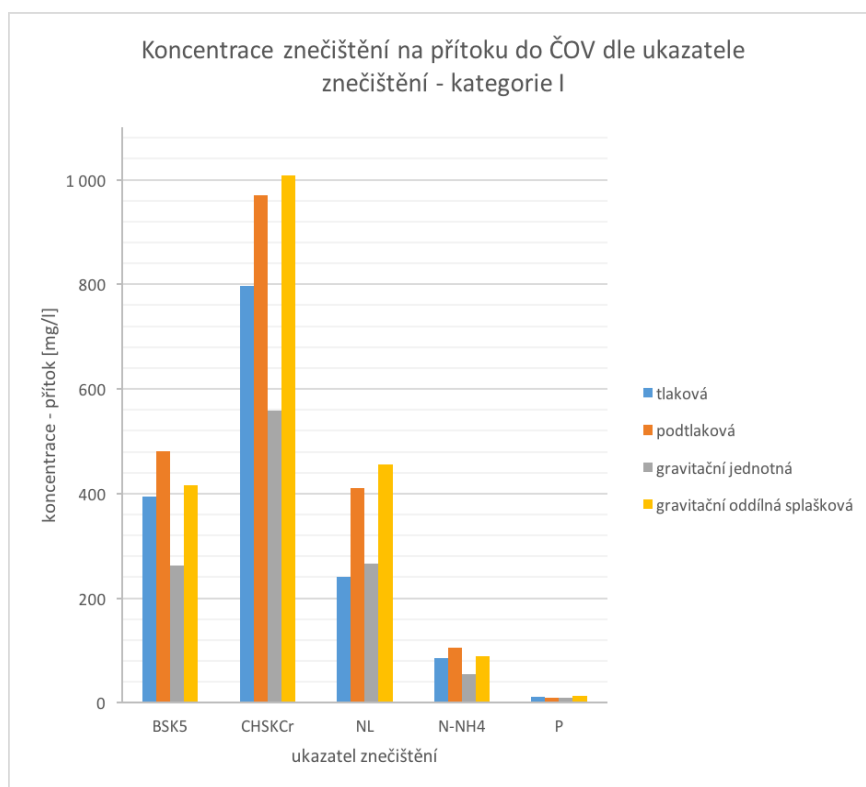
$$c_{prům} = \frac{\sum_{i=1}^n c_{i, přítok}}{\sum_{i=1}^n Q_{i, přítok}} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

kde $c_{prům}$ průměrná hodnota znečištění dle typu kanalizace [mg/l],
 $c_{i, přítok}$ znečištění odpadních vod přitékající na ČOV [t/rok],
 $Q_{i, přítok}$ množství vody přitékající na ČOV [tis. m³/rok],
 n počet ČOV dle typu kanalizace v kategorii [ks].

Kategorie I

Tab. 4.1 Koncentrace znečištění v ukazateli – kat. I

Koncentrace znečištění v daném ukazateli [mg/l] – kategorie I					
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P
tlaková	395	796	240	86	11
podtlaková	482	971	411	105	10
gravitační jednotná	263	559	266	56	9
gravitační oddílná splašková	416	1007	456	90	13

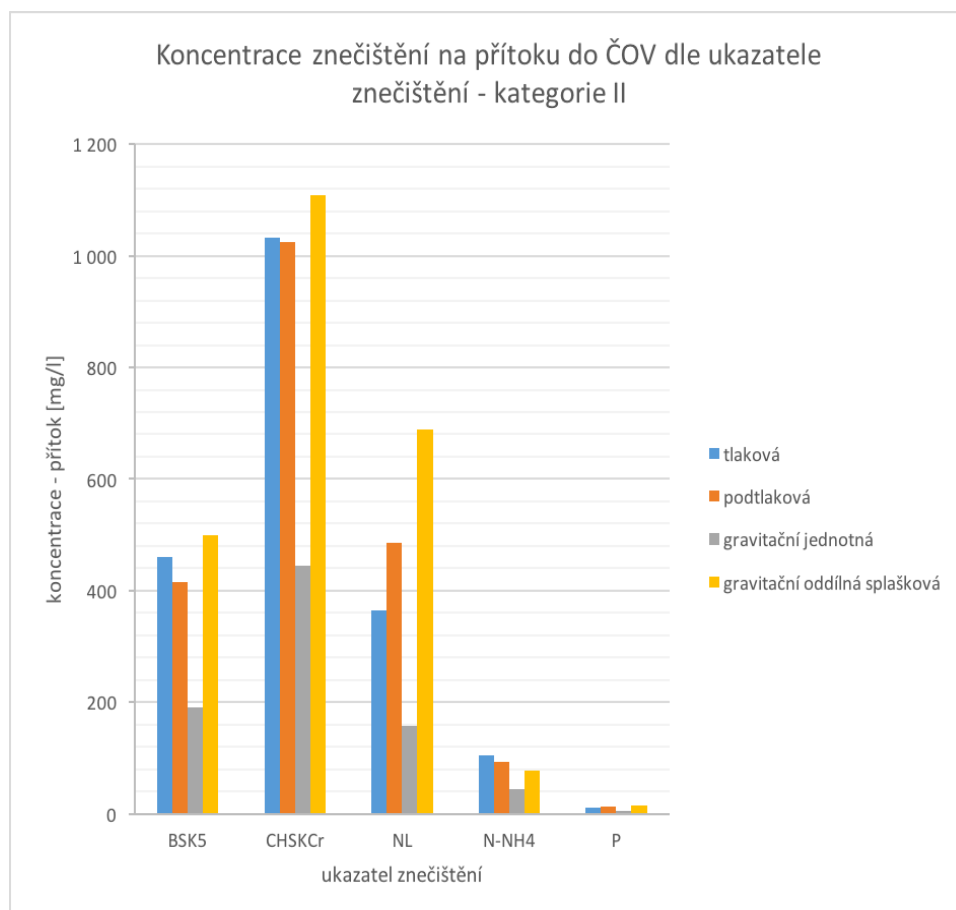


Obr. 4.1 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – kat. I

Kategorie II

Tab. 4.2 Koncentrace znečištění v ukazateli – kat. II

Koncentrace znečištění v daném ukazateli [mg/l] – kategorie II					
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P
tlaková	461	1032	366	105	12
podtlaková	415	1025	487	93	14
gravitační jednotná	191	445	158	45	6
gravitační oddílná splašková	500	1109	688	78	16

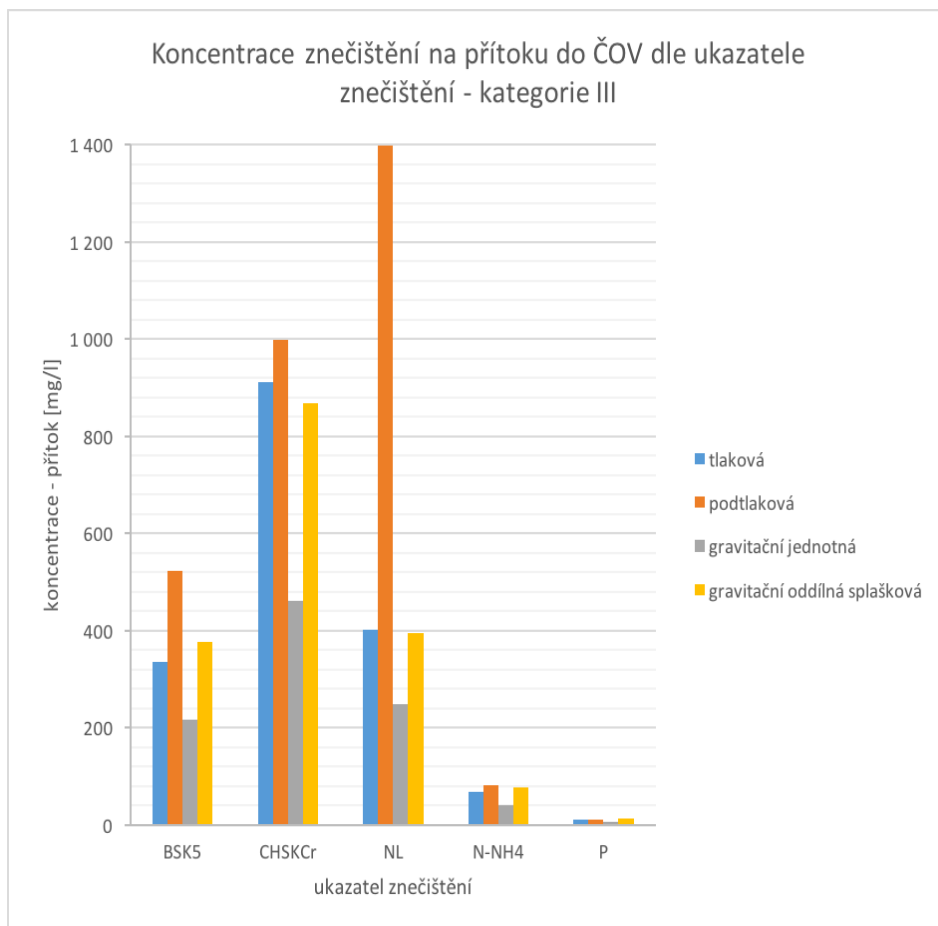


Obr. 4.2 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – kat. II

Kategorie III

Tab. 4.3 Koncentrace znečištění v ukazateli – kat. III

Koncentrace znečištění v daném ukazateli [mg/l] – kategorie III					
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P
tlaková	334	912	401	68	10
podtlaková	523	998	1397	82	10
gravitační jednotná	216	461	248	40	7
gravitační oddílná splašková	376	867	394	77	12

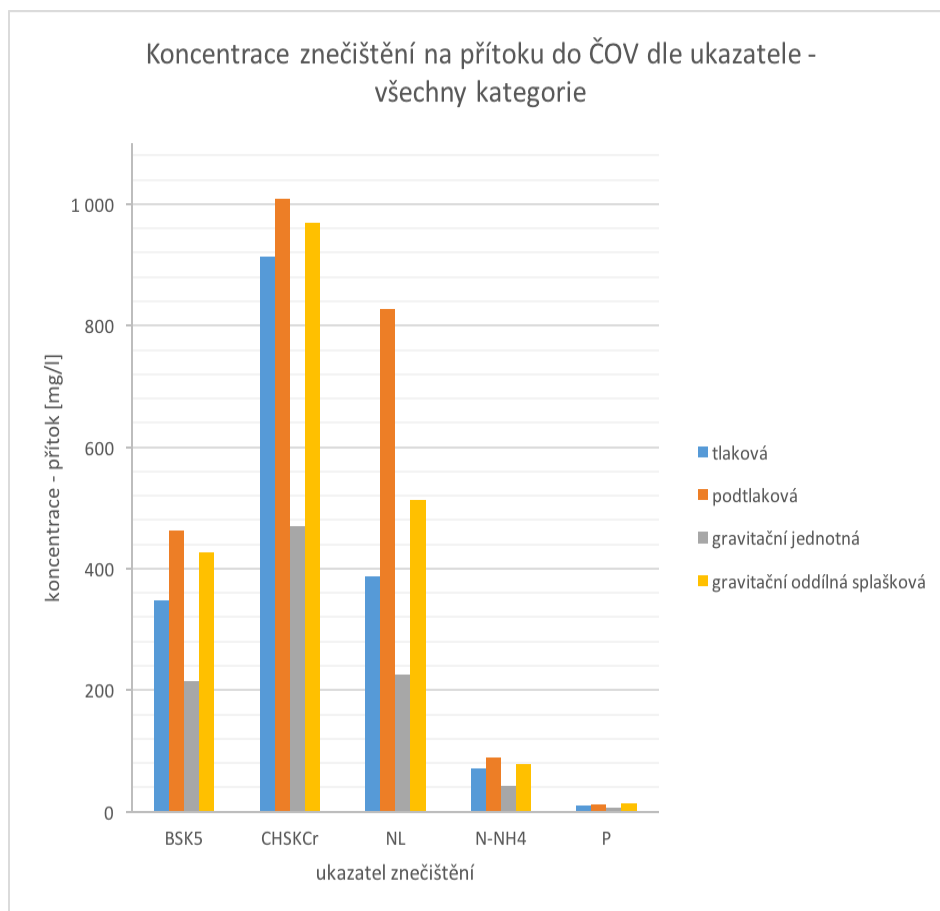


Obr. 4.3 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – kat. III

Celkové hodnocení

Tab. 4.4 Koncentrace znečištění v ukazateli – průměr

Koncentrace znečištění v daném ukazateli [mg/l] – všechny kategorie						počet ČOV
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P	
tlaková	349	914	387	72	10	14
podtlaková	462	1010	828	90	12	4
gravitační jednotná	215	469	226	43	7	33
gravitační oddílná splašková	427	969	512	78	14	43



Obr. 4.4 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – průměr

Z uvedeného přehledu je patrné, že největších průměrných koncentrací znečištění dosahují odpadní vody dopravované podtlakovou kanalizací. Naopak nejnižších koncentrací znečištění dosahují logicky odpadní vody z jednotných gravitačních kanalizací. To je dáno velkým naředěním vod způsobeným dešťovými vodami. Přestože jsou vody z jednotných soustav daleko méně koncentrované, hydraulická zátěž pro čistírnu odpadních vod je daleko větší, jak dokazuje další porovnání na účinnost.

Extrémní hodnoty znečištění pro odpadní vody ústící z podtlakové kanalizace v kategorii III, které zkreslují i výsledky pro celkové porovnání, jsou pravděpodobně způsobeny jediným vzorkem podtlakové kanalizace v kategorii III, který vykazuje hodnoty mimo běžné stavy odpadních vod z domácností. To dokazují předchozí přehledy z kategorií I a II, které jsou ve všech ohledech poměrně vyrovnané.

Rozdílné koncentrace znečištění jsou dány odlišnými podmínkami ve stokách. Odpadní vody v tlakové a podtlakové kanalizaci jsou vystaveny anaerobním podmínkám v domovních jímkách nebo čerpacích stanicích, což mění hodnoty ukazatelů ovlivněných oxidačně-redukčními podmínkami (BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, $N-NH_4$) [18]. U všech typů kanalizací dosahuje poměr $BSK_5:CHSK_{Cr}$ příznivých zhruba 1:2. Vody z podtlakových systémů

vykazují vyšší koncentraci amoniakálního dusíku, což svědčí o probíhající nitrifikaci už během stokování [19].

Touto metodou získané výsledky se mohou lišit od výsledků z jednotlivých měření. Podobný výzkum prováděli prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA spolu s Ing. Radimem Mífkem, Ph.D. v roce 2009, kdy odebírali vzorky odpadní vody z různých kanalizačních systémů ve 3 obcích s podobnou charakteristikou, ale rozdílnou stokovou sítí. Jednalo se o obce s počtem připojených obyvatel mezi 567 a 764, bez průmyslu. Vzorky byly odebírány 1krát za 2 měsíce a hodnoty zaznamenány a zprůměrovány. Při tomto výzkumu největších koncentrací dosahovaly OV z tlakových kanalizací, které převyšovaly koncentrace znečištění z jiných systémů, naopak OV z gravitačních oddílných splaškových kanalizací dosahovaly koncentrací nejmenších (koncentrace odpadních vod z gravitačních jednotných kanalizací měřena nebyla) [18].

Z měření prof. Hlavínka a Ing. Mífka vykazují v některých ukazatelích vody z gravitačních oddílných systémů zhruba stejný poměr k vodám z podtlakových kanalizací, jak to uvádím na základě výsledků získaných z evidencí VÚME a VÚPE. Zde jsou hodnoty, jak je naměřili prof. Hlavínek a Ing. Mífek.

Tab. 4.5 Průměrná koncentrace znečištění v ukazateli dle [18]

Průměrná koncentrace znečištění v daném ukazateli [mg/l]					
typ kanalizace	BSK₅	CHSK_{Cr}	NL	N-NH₄	P
tlaková	749,8	1555,5	771,3	85,6	8,0
podtlaková	496,5	916,7	523,5	104,4	15,8
gravitační oddílná splašková	351,2	768,0	216,7	38,8	10,2

Doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D. a Ing. Petr Hlušík, Ph.D. uvádí ve studijní literatuře *Vybrané statě ze stokování a ČOV* následující hodnoty:

Tab. 4.6 Průměrná koncentrace znečištění v daném ukazateli dle [19]

Průměrná koncentrace znečištění v daném ukazateli [mg/l]					
typ kanalizace	BSK₅	CHSK_{Cr}	NL	N-NH₄	P
tlaková	507	1270	440	106	11
podtlaková	198	400	361	71	17
gravitační oddílná splašková	350	880	420	35	6

Hodnoty vod z tlakových a gravitačních oddílných splaškových se v ukazatelích ovlivněných oxidačně-redukčními podmínkami zhruba shodují s měřením, které prováděli prof. Hlavínek a Ing. Mífek.

Koncentraci znečištění může ovlivnit i mělnicí systém využívaný v DČJ. Jak uvádějí Ing. Josef Beránek a Ing. Petr Prax ve svojí publikaci *Tlaková kanalizace v kapitole 6*, při

použití systému s mechanickým předčištěním (SMP) dosahují koncentrace v tlakových kanalizacích nižších koncentrací než u gravitačních, na druhou stranu při použití mělníciho systému (MS) se koncentrace zvyšují [20]. Tabulku z výše popsání práce uvádím zde:

Tab. 4.7 Průměrná koncentrace znečištění dle [20]

Parametr [mg.l ⁻¹]	Typické městské odpadní vody (USA)		MS		SMP	
	rozmezí	průměr	rozmezí	průměr	rozmezí	průměr
BSK ₅	110 - 400	220	150 - 600	255	90 - 200	150
NL	100 - 350	220	60 - 1000	260	40 - 100	80
CHSK	250 - 1000	500	300 - 1000	600	-	300
N - NH ₄ ⁺	12 - 50	25	35 - 70	40	30 - 40	35
N - TKN	20 - 85	40	35 - 140	60	7 - 50	40
P _{celk.}	4 - 15	8	2 - 30	12	-	7

V tabulce je zřetelný poměr mezi koncentrací v jednotlivých ukazatelích běžné odpadní vody v USA a odpadních vod z tlakových kanalizací za použití různých mělnícih systémů. Poměr mezi typickými městskými vodami v USA a při použití SMP je téměř totožný, jako poměr mezi odpadními vodami ústíciemi z gravitační oddílné splaškové kanalizace a tlakové kanalizace podle porovnání vycházejících z údajů evidencí Ministerstva zemědělství. Provozní a majetkové evidence nerozlišují variaci mělníciho systému. Prof. Hlavínek ani doc. Raclavský se u hodnot ve svých pracích nezmiňují o tom, zda je na tlakové kanalizaci použit systém s mechanickým předčištěním (SMP) nebo mělníci systém (MS).

Rozdíl ve výsledcích může být dán chybou ve zdrojových záznamech VÚME a VÚPE. I když se oddílnou splaškovou gravitační kanalizací vedou pouze splaškové vody, umožňuje tento systém relativně snadnému vniknutí balastních vod, navíc majitelé nemovitostí často nelegálně napojují svody dešťových vod do těchto systémů. To bývá příčinou naředění, což může být další z faktorů, který měl vliv na rozdílnost naměřených hodnot z roku 2009 a hodnot, které uvádím v této práci. V neposlední řadě mohlo dojít vzhledem k obsáhlosti údajů k chybnému propojení evidencí. Malý vzorek ČOV napojených na alternativní způsoby odkanalizování je další faktor, který může ovlivnit výsledné hodnoty.

Přímé měření dosahuje standardně větších přesností než početně získané výsledky. Při porovnání grafů z různých kategorií je viditelná jistá korelace v poměrech koncentrací odpadních vod z různých kanalizačních systémů. Zpracované údaje z majetkových a provozních evidencí tedy potvrzují, že typ kanalizačního systému má vliv na jakost odpadních vod a může dojít k ovlivnění účinnosti odstranění látkového znečištění na ČOV.

Účinnost odstranění znečištění v daném ukazateli podle typu kanalizace

Jako další porovnávám účinnost odstranění látkového znečištění podle typu kanalizace. Pro tuto statistiku opět vycházím z evidencí VÚME a VÚPE pro ČOV i kanalizace za rok 2015. Používám stejný soubor vstupních dat, jako pro porovnání koncentrací.

Výsledků dosahuji metodou vypočtení účinnosti odstranění látkového znečištění podle znečištění na přítoku do ČOV [t/rok] a znečištění vypouštěných přečištěných vod do recipientu [t/rok]. Nejprve spočítám účinnost odstranění znečištění na jednotlivých ČOV. Poté tyto hodnoty sečtu a vydělím počtem ČOV, podle typu kanalizace, která přivádí odpadní vody, tím získávám průměrnou účinnost odstranění látkového znečištění na ČOV. Pro kalkulaci účinnosti na jedné ČOV používám vzorec:

$$\eta_i = \left(1 - \frac{c_{i,odtok}}{c_{i,přítok}}\right) \cdot 100, \quad (4.2)$$

kde η_i účinnost odstranění znečištění pro danou ČOV [%],
 $c_{i,odtok}$ znečištění vod odtékajících do recipientu [t/rok],
 $c_{i,přítok}$ znečištění odpadních vod přitékajících na ČOV [t/rok].

Průměrnou účinnost pro vzorek několika ČOV podle typu kanalizace počítám pomocí rovnice:

$$\eta_{prům} = \sum_{i=1}^n \eta_i / n, \quad (4.3)$$

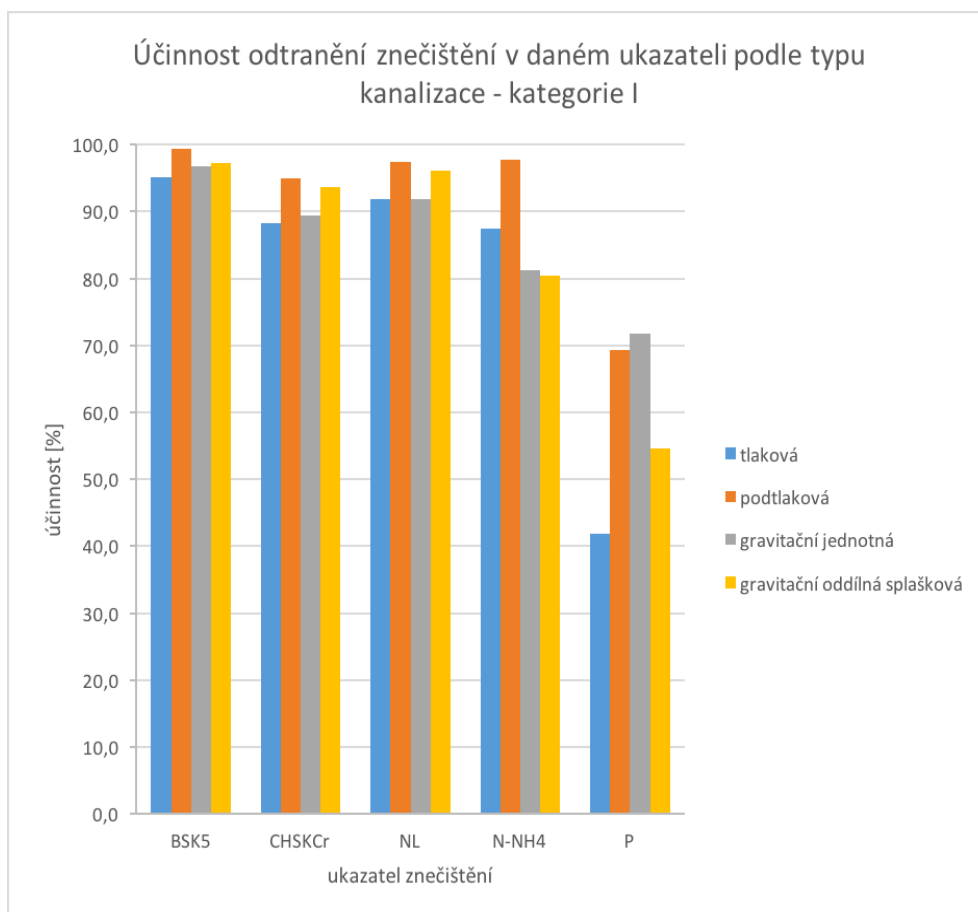
kde $\eta_{prům}$ průměrná účinnost odstranění látkového znečištění podle typu kanalizace [%],
 η_i účinnost odstranění látkového znečištění [%],
 n počet ČOV podle typu kanalizace v kategorii [ks].

Ke každé kategorii uvádím přehledovou tabulku i s příslušným grafem, pro lepší porovnání hodnot.

Kategorie I

Tab. 4.8 Účinnost odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. I

Účinnost odstranění látkového znečištění v daném ukazateli [%] – kategorie I					
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P
tlaková	95,1	88,3	91,9	87,4	41,9
podtlaková	99,3	95,0	97,5	97,7	69,2
gravitační jednotná	96,8	89,4	91,9	81,3	71,8
gravitační oddílná splašková	97,3	93,7	96,1	80,4	54,6

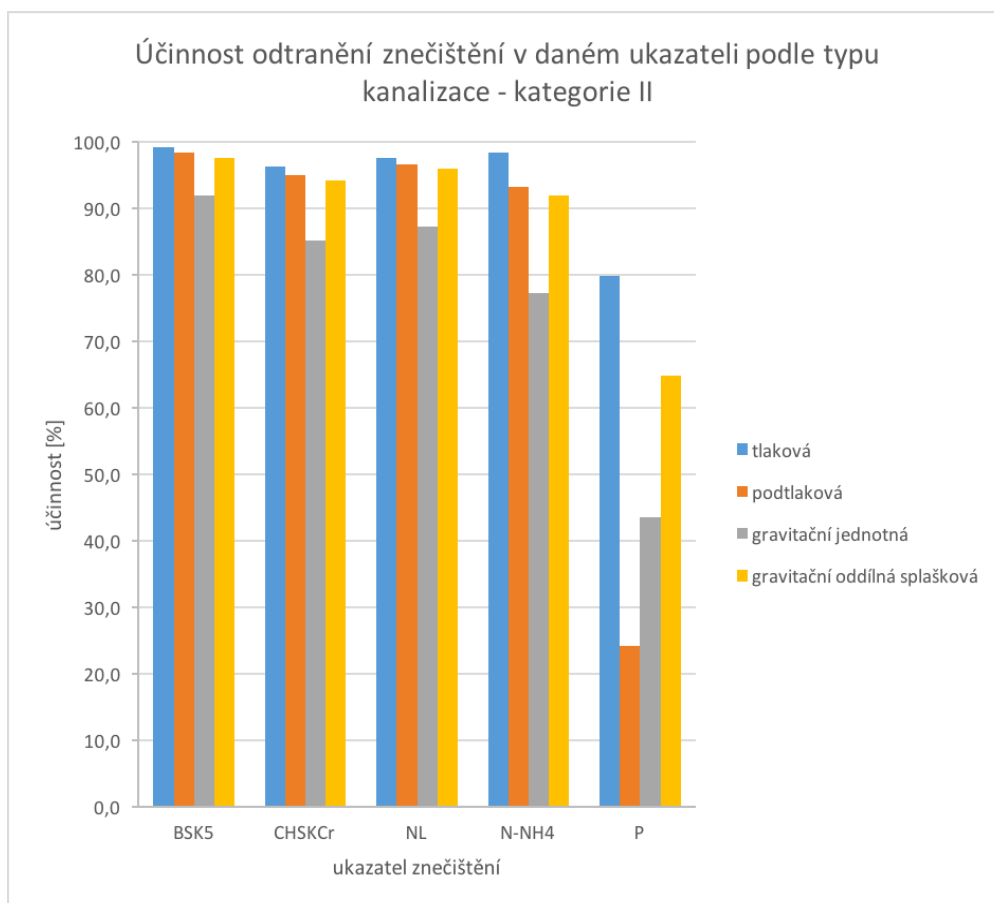


Obr. 4.5 Graf účinnosti odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. I

Kategorie II

Tab. 4.9 Účinnost odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. II

Účinnost odstranění látkového znečištění v daném ukazateli [%] – kategorie II					
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P
tlaková	99,3	96,4	97,6	98,4	79,8
podtlaková	98,4	95,0	96,7	93,2	24,3
gravitační jednotná	92,0	85,1	87,3	77,3	43,6
gravitační oddílná splašková	97,6	94,2	96,0	92,0	64,8

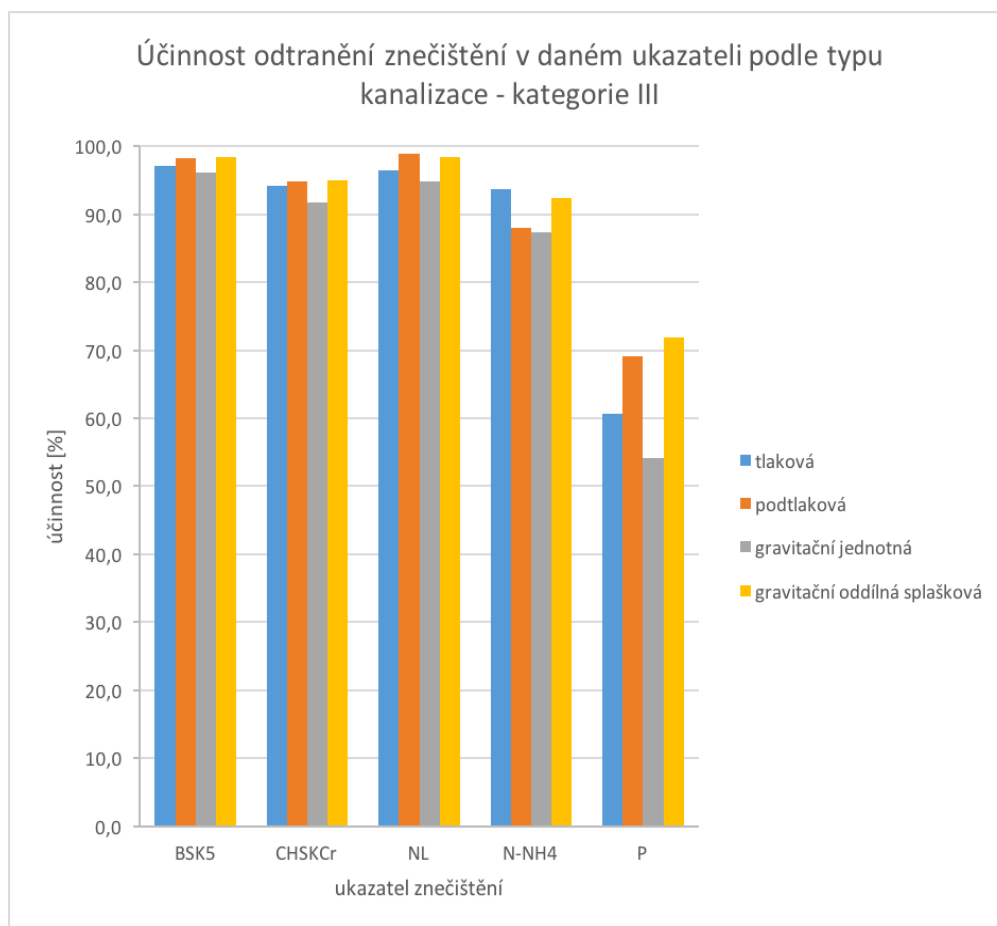


Obr. 4.6 Graf účinnosti odtranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. II

Kategorie III

Tab. 4.10 Účinnost odtranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. III

Účinnost odtranění látkového znečištění v daném ukazateli [%] – kategorie III					
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P
tlaková	97,0	94,2	96,4	93,7	60,6
podtlaková	98,2	94,9	98,9	88,0	69,1
gravitační jednotná	96,1	91,7	94,8	87,4	54,1
gravitační oddílná splašková	98,5	95,0	98,4	92,4	72,0

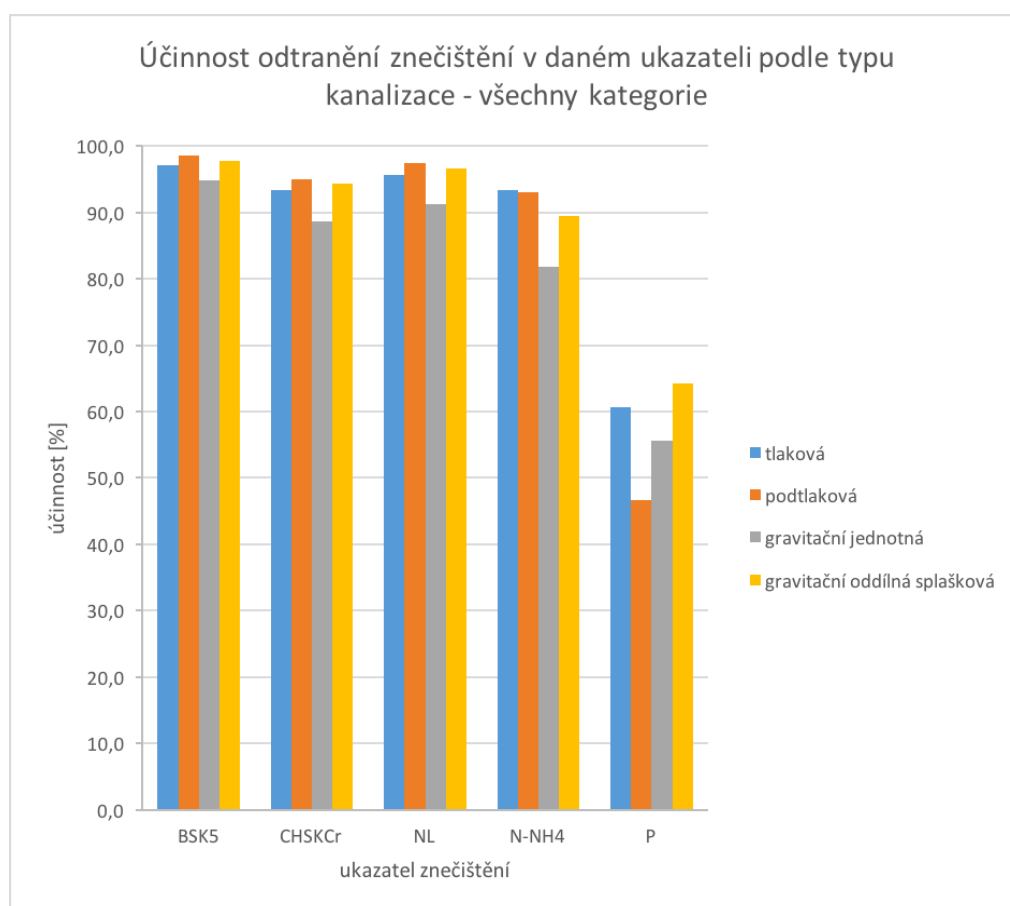


Obr. 4.7 Graf účinnosti odtranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. III

Celkové zhodnocení

Tab. 4.11 Účinnost odtranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – průměr

Účinnost odtranění látkového znečištění v daném ukazateli [%] – všechny kategorie						počet ČOV
typ kanalizace	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P	
tlaková	97,1	93,4	95,7	93,4	60,7	14
podtlaková	98,6	95,0	97,5	93,0	46,7	4
gravitační jednotná	94,8	88,6	91,2	81,9	55,7	33
gravitační oddílná splašková	97,7	94,3	96,6	89,4	64,2	43



Obr. 4.8 Graf účinnosti odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – průměr

Jak je z výsledků patrné, čistírny odpadních vod vykazují různou účinnost v závislosti na typu kanalizace. Nejvýraznější odchylka je na čistírnách napojených na gravitační jednotnou kanalizaci. Hydraulické zatížení ČOV díky velkému naředění odpadních vod způsobuje kratší dobu zdržení během čistícího procesu. Účinnost odstraňování fosforu vykazuje velikou variabilitu v různých kategoriích. Předpokladem pro tento jev může být absence technologie pro odstraňování fosforu na některých ČOV.

Průměrná účinnost v jednotlivých ukazatelích dosahuje velice příznivých hodnot. Přestože se účinnost odstranění látkového znečištění v závislosti na typu kanalizace liší jen minimálně (jedná se o jednotky procent), je vhodné přihlížet v dalších porovnáních k získaným výsledkům, jelikož způsob přivádění odpadních vod na ČOV může zkruslovat hodnoty účinnosti při porovnávání jednotlivých technologií na čištění odpadní vody.

4.1.3 Vyhodnocení jakosti vod a účinnosti ČOV podle typu kanalizace

Typ použitého kanalizačního systému může nepříznivě ovlivnit náklady na ČOV. Jedná se o náklady způsobené hydraulickým zatížením a tím vzrůstající energetické požadavky na přečerpávání vody a životnost přečerpávacího zařízení. Stejně tak typ kanalizace ovlivňuje látkové zatížení, které může ovlivnit nároky na čištění. To může mít za

následek nárůst objemů nádrží pro jednotlivé procesy a opět může vzrůstat spotřeba elektrické energie na čištění a docházet k rychlejšímu opotřebenosti jednotlivých komponentů.

„Obecně lze konstatovat, že zatížení z podtlakových a tlakových systémů má přímý dopad na volbu technologie a návrh parametrů ČOV. Při projektování ČOV je nutno zohlednit odlišný režim hydraulického a látkového zatížení netradičních způsobů oproti klasickým gravitačním stokovým sítím.“ [18]

Zhruba 42 % obcí je zároveň vlastníkem i provozovatelem obou technologií (údaj vyplývá ze statistik VÚME a VÚPE za rok 2015). Tato kombinace umožňuje nejlépe kombinovat investiční a provozní náklady obou systémů s přihlédnutím na požadovanou účinnost čištění odpadních vod, jak to udává nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Jak uvádím na začátku kapitoly 4.1 *Vliv typu kanalizačního systému na účinnost čištění odpadních vod* je tato práce zaměřena na technologie ČOV, a protože kanalizace není součástí ČOV záměrně se nezabývám technickým provedením jednotlivých řešení kanalizačních systémů. Ze stejného důvodu nepřihlížím na ekonomiku jednotlivých typů kanalizací, ať už se jedná o investiční nebo provozní náklady. Snažím se zohlednit vliv použité kanalizace na jakost vody ve stokách a jejich dopad na samotný čistící proces na ČOV.

Z výsledků porovnání na koncentrace znečištění a na účinnost odstranění látkového znečištění v jednotlivých ukazatelích vyplývá, že typ použité kanalizace ovlivňuje provoz ČOV. Výsledky pro tlakové a podtlakové systémy jsou výrazně méně vyrovnané, než je tomu u obou typů gravitačních kanalizací. To je pravděpodobně způsobeno malým vzorkem dat pro oba typy kanalizací, což mohlo zapříčinit různorodost hodnot koncentrací i účinností. Poměry koncentrací i účinností gravitačních jednotných kanalizací s gravitačními oddílnými splaškovými ale vykazují značnou stálost ve všech kategoriích. To potvrzuje, že vliv použitého kanalizačního systému ovlivňuje provoz ČOV a je proto potřeba přihlížet při porovnání účinnosti technologií i k typu použité kanalizace.

4.2 VLIV KONCEPCE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ NA SPOTŘEBU EL. ENERGIE

Problémy se zpracováním kalu se zabývají všichni provozovatelé čistíren odpadních vod od domovních ČOV (DČOV) až po ČOV > 100 000 EO. Čím větší je čistírna odpadních vod, tím lépe by měla mít zpracovaný koncept kalového hospodářství. Menší ČOV tento nedostatek často řeší tím, že kaly odváží ke zpracování na ČOV vyšší kategorie. Takto se zbavit odpovědnosti za kal ale nemůžou všichni provozovatelé. Náklady na kalové hospodářství představují [21] 30–40 % provozních nákladů. Ministerstvo životního prostředí (MŽP) udává na svých webových stránkách až polovinu celkových nákladů na čištění odpadních vod [22]. Kalové hospodářství má tedy na provoz ČOV z ekonomického hlediska nezanedbatelný vliv ať už se jedná o provozní náklady spojené se zpracováním kalu přímo na místě nebo s odvozem na jinou ČOV.

Uvedené porovnání má sloužit jako podklad k celkovému technicko-ekonomickému porovnání technologií. Jeho úkolem je znázornit dopad kalového hospodářství na spotřebu elektrické energie, což může negativně zkreslit porovnání samotných technologií používaných k čištění odpadních vod. Z toho důvodu uvádím jen popis jednotlivých zařízení sloužících ke zpracování kalu se zaměřením na ČOV do 2000 EO. K bližšímu seznámení se s kalovým hospodářstvím slouží studie a odborná literatura přímo zaměřená na zpracování čistírenských kalů a nakládání s nimi.

4.2.1 Základní přehled nakládání s kalem na ČOV do 2000 EO

Kaly, které nelze využívat v zemědělství, jak to udává vyhláška č. 437/2016 Sb. se zneškodňují spalováním, skládkováním, kompostováním, případně jinými způsoby. Základními procesy při nakládání s kalem jsou zahuštění, stabilizace a odvodnění. Kalová voda uvolněná při zpracování kalu se musí vrátit zpět do čistícího procesu.

Stabilizace kalu

Stabilizací kalu dojde ke snížení samovolného rozkladu, což je doprovázeno nepříjemným zápachem. Dojde k redukci množství patogenních organismů, které mají negativní vliv na zdraví lidí a snížení množství kalu. Hlavní metody jsou [23]:

Podle přítomnosti kyslíku: - aerobní stabilizace,
- anaerobní stabilizace.

Podle teploty: - psychrofilní,
- mezofilní,
- termofilní.

Podle mechanismu působení: - chemická,
- biologická.

Aerobní stabilizace kalu

U menších ČOV, jako jsou ČOV do 2000 EO, může aerobní stabilizace kalu probíhat přímo v aktivačních nádržích. V tom případě se jedná o aktivaci s aerobní stabilizací kalu. Při využití aktivace s aerobní stabilizací kalu se snižují nároky na další zařízení ke kalovému hospodářství, které je pak většinou řešeno jen uskladňovací nádrží a zařízením na odvodnění kalu. Aerobní stabilizace kalu přímo v aktivační nádrži má výhodu ve formě relativního zjednodušení technologické linky, což je na malých ČOV vítáno [21]. Oproti tomu ale přináší nevýhody ve formě nutnosti většího stáří kalu. Aby mohl být kal považovaný za aerobně stabilizovaný, musí jeho stáří dosahovat alespoň 25 dní [24] pro ČOV do 5000 EO a 30 dní [25] pro ČOV do 500 EO. Na podobném principu fungují oddělené provzdušňované reaktory. Studená aerobní stabilizace kalu je spojená s navýšením nákladů z důvodu zvýšené aerace a míchání. Nevýhodou se jeví i nedostatečné snížení tekuté složky. Podle CSN 75 6401 se pro ČOV do 5000 EO doporučuje aerobní stabilizace.

Anaerobní stabilizace kalu

Je využívána převážně na větších ČOV, hranice se udává kolem 10 000 EO [24], přesto se s ní můžeme setkat i na ČOV nižší kategorie. V tom případě se navrhuje studená anaerobní stabilizace [24]. Při anaerobní stabilizaci dochází intenzivní činností anaerobních organismů k biologickému rozkladu organických sloučenin kalu bez přítomnosti kyslíku. Mícháním se rozrušuje kalová vrstva u hladiny a nastolují vhodnější podmínky pro činnost těchto organismů. Mezi výhody anaerobní stabilizace patří produkce bioplynu, který se může dále využít ke snížení provozních nákladů na ČOV, velkému snížení organické sušiny v kalu, odstranění zápachu a částečná hygienizace kalu. Mezi nevýhodami je třeba zmínit větší investiční náklady a dlouhá požadovaná doba zdržení. Stáří kalu je normou požadováno na 100 dní [24] u ČOV větších 500 EO a 150 dnů [25] u ČOV do 500 EO v případě studené anaerobní stabilizace. Doporučená teplota dle [24] [25] je 8°C. Malé ČOV ve většině případů odvádějí bioplyn ven z objektu a rozptylují jej do ovzduší.

Způsoby stabilizace kalu je možné i kombinovat. Například běžným postupem na menších ČOV je aerobní stabilizace kalu spojená s následným kompostováním, kdy dochází k lepšímu dostabilizování kalu pro jeho další využití na zemědělské půdě.

Hygienizace

Hygienizace kalu slouží hlavně k likvidaci patogenních organismů a dále ke snížení podílu snadno rozložitelných organických látek a samovolnému rozkladu. Používají se biologické, fyzikální nebo chemické metody, případně kombinace [24]. Biologická hygienizace probíhá během teplot mezi 55–70 °C (například kompostování). Fyzikální se provádí zvýšením teploty na 70 °C (pasterace) nebo sušením [23]. Chemická hygienizace spočívá v přidání hydroxidu vápenatého – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nebo oxidu vápenatého – CaO a zvýšením pH na 11–12. Její výhodou jsou nízké investiční náklady, ovšem její efekt pozbývá při delším skladování účinnosti. Při chemické hygienizaci je dle CSN 75 6401 „*potřeba počítat s úpravou technologické linky pro likvidaci uvolněného amoniaku (např. úpravou biologické linky čistírny, chemickým praním, dezodorizačními filtry)*“.

Zahuštění kalu

Před vstupem do stabilizačního procesu je vhodné kal nejprve zahustit. Tím snížíme množství stabilizovaného kalu a je možné prodloužit dobu zdržení ve stabilizační nádrži. K tomu se využívá gravitačních nádrží nebo strojního zařízení. Sníží se i náklady na další nakládání s kalem. Sušina v kalu dosahuje při zahuštění do 6 %. Je možné dosáhnout i většího podílu sušiny, ale pak nastávají problémy s další manipulací kvůli zvýšené viskozitě.

Gravitační zahuštění kalu se rozlišuje na základě následné stabilizace. Při aerobní stabilizaci probíhá zahuštění přebytečného kalu přímo v uskladňovacích nádržích. Při anaerobní kal nejprve projde předběžným zahuštěním v zahušťovací jímce a poté se přečerpá

do nádrže uskladňovací pro anaerobní stabilizaci. Objem sušiny se pohybuje kolem 3,5–4 % [21]. Gravitační zahušťování se nemá provádět v jedné nádrži s anaerobní stabilizací [24].

Ke strojnímu zahuštění kalu se využívá mechanických zařízení, která pomáhají separovat tekutou část. Běžně používané jsou odstředivky nebo sítopásové lisy. Objem sušiny se po použití strojního zahuštění pohybuje kolem 5–6 %. Využívá se převážně u ČOV nad 2500 EO.

Odvodnění kalu

Dalším krokem zpracování kalu je jeho odvodnění. Bývá strojní nebo gravitační. Ke strojnímu odvodnění se využívá mechanického zařízení, na kterém dochází ke snížení tekuté složky v kalu. Pokud provozovatel využívá odvodňování kalu přímo na ČOV, zvyšují se mu náklady jak investiční (pořízení technologie, zabraná plocha pro kalová pole apod.), tak i provozní v podobě zvýšené spotřeby elektrické energie. Odvodněním kalu se ale sníží náklady spojené s jeho odvozem, ukládáním a případným zpracováním na jiné ČOV. Každý provozovatel by tedy měl ekonomicky zhodnotit, jaký koncept kalového hospodářství zvolí pro další cenově dostupné nakládání s kalem.

Gravitační odvodnění

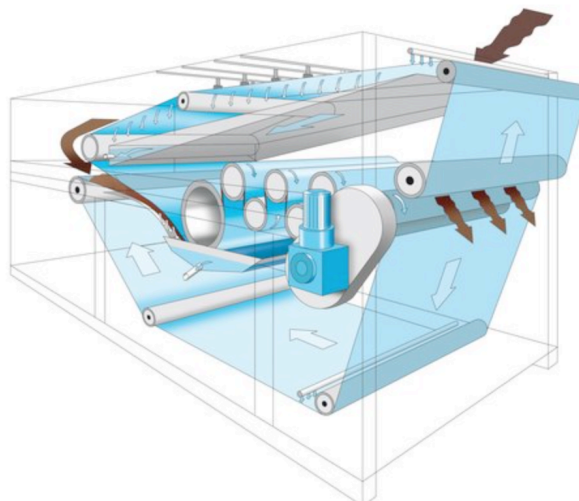
Ke gravitačnímu odvodnění se využívá kalových polí a lagun, kde se kal uloží a vlivem klimatických podmínek dojde k jeho odvodnění. Kal dosahuje podílu sušiny kolem 16 %. Potřebná doba pro dostatečné odvodnění je několik dní až měsíců, v závislosti na klimatických podmínkách. V současnosti se využívá jen výjimečně, například pro odvodnění a dlouhodobé skladování. Norma CSN 75 6401 dovoluje ve výjimečných případech gravitační odvodňování kalu u ČOV do 2000 EO.

Strojní odvodnění

Strojní odvodnění probíhá lisováním na sítopásových lisech nebo na menších ČOV častěji na odstředivkách. V poslední době jsou moderní dehydrátory. Je na provozovateli, kterou z uvedených možností zvolí. Každá má své pro a proti.

Sítopásové lisy

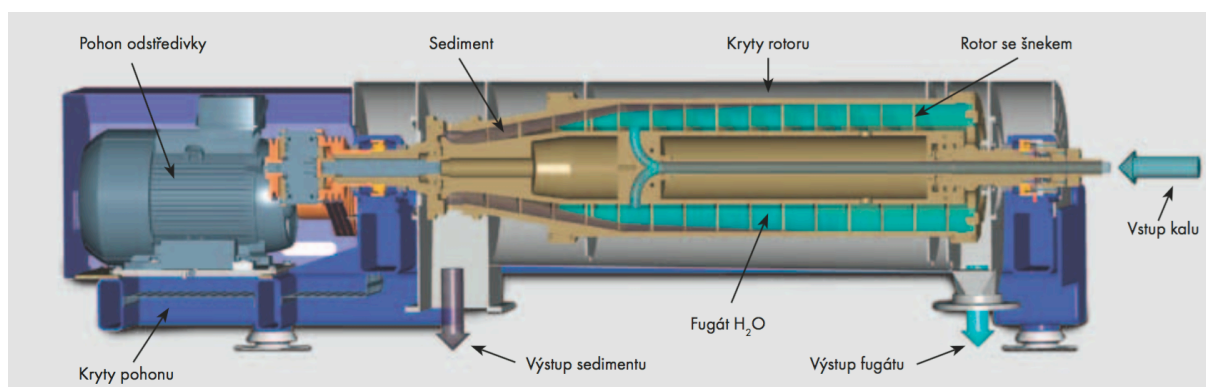
Jedná se o zařízení znázorněné na obrázku 4.10, které odvodňuje kal ve dvou krocích. V prvním kroku odeče kalová voda a ve druhém kroku se kal odvodňuje stlačením mezi dvěma filtračními pásy. Účinnost odvodnění je přímo závislá na rychlosti pásů, tlakům mezi válci a specifickému průtoku kalu. S využitím flokulantu dosahuje kal odvodněním na sítopásovém lisu sušiny 18–25 %. Pro malé ČOV se vzhledem k náročnosti obsluhy využívá minimálně.



Obr. 4.9 Sítopásový lis [26]

Odstředivky

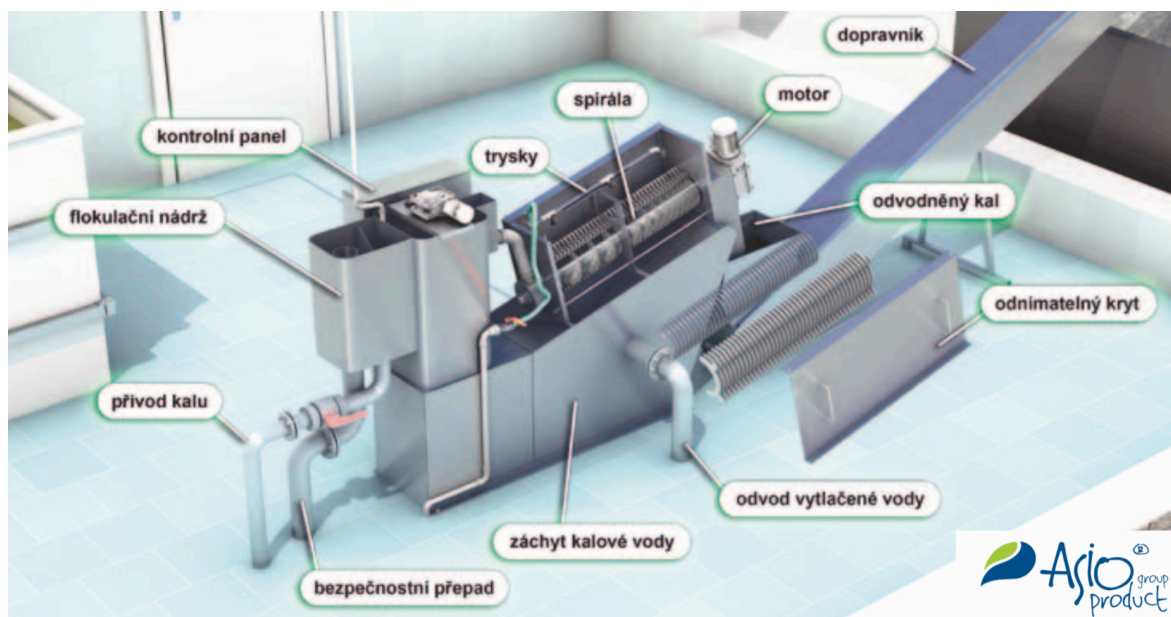
Odvodnění v dekantáčních odstředivkách funguje na principu odstředivých sil působících na suspenzi kalu. Kal vtéká do odstředivky přítokovým potrubím. Díky odstředivé síle je suspenze tlačena ke stěnám rotujícího bubnu. Šnek s rozdílnými otáčkami posouvá těžší částice směrem nahoru nad hladinu, kde dojde vlivem odstředivých sil k jejich odvodnění. Šnek vyhrnuje odvodněný kal do výsypky. Fugát (procesní voda) se vrací zpět do čistícího procesu na ČOV. Výhodou odstředivek je, že odvodňování probíhá v uzavřeném prostředí oddělený od okolí a je menších rozměrů. Odstředivky dosahují odvodnění na podíl sušiny v kalu zhruba stejně jako sítopásové lisy, okolo 18–25 %, ovšem u odstředivek je to vykoupeno větší spotřebou flokulantů. Vzhledem k nákladovosti provozu a pořízení je pro malé ČOV méně vhodná než dnes výhodnější spirálový dehydrátot. Proces odstředění od kalové vody je znázorněn na obrázku 4.11.



Obr. 4.10 Dekantační odstředivka [27]

Spirálový dehydrátor

Dehydrátor je poměrně novější zařízení sloužící k odvodnění kalu. Princip odvodnění spočívá v pohybu kalové vody tlačené závitnicí pod vrstvou pevných a pohyblivých lamel. Pohyblivé lamely zároveň čistí prostor uvnitř dehydrátoru a zamezují se tak ucpávání přístroje. Kalová voda odtéká mezerami mezi lamelami. Mezery se směrem, kde dochází k odstranění kalového koláče, zmenšují od 0,5 mm až po 0,15 mm. Množství sušiny v kalu po odvodnění dehydrátorem se pohybuje v rozmezí 18–25 %. Dehydrátor je znázorněn na 4.12.



Obr. 4.11 Spirálový dehydrátor [28]

Výhody a nevýhody zařízení ke strojnímu odvodnění kalu:

Sítopásové lisy: - pro malé ČOV relativně komplikované zařízení,

- větší nároky na obsluhu,
- proces odvodňování probíhá v otevřeném prostředí,
- vhodné spíše pro chemický kal,
- nedoporučuje se pro komunální ČOV do 2000 EO,
- potřeba proplachovací vody (50–200 % odvodňovaného kalu).

Dekantační odstředivky: - proces odvodňování probíhá odděleně od okolí,

- větší spotřeba flokulantu než u sítopásového lisu se stejným účinkem odvodnění,
- menší nároky na obsluhu,
- možnost mobility pro více ČOV,
- základní cena včetně instalace okolo 1,5 mil. Kč,
- nutné proplachování
- po zhruba 4–5 tis. hodinách provozu je potřeba nákladný servis (cca 70 tis. Kč),
- vhodné pro ČOV od 1500 EO.

- Dehydrátory: - menší nároky na spotřebu elektrické energie,
- menší nároky na obsluhu,
- proces odvodnění oddělený od okolí,
- snížení stavebních nákladů (obsahuje zahušťovací zónu, není potřeba zahuštění kalu před zařízením),
- možnost mobility zařízení pro více ČOV,
- základní cena včetně instalace zhruba 1 mil. Kč,
- vhodný už od 1000 EO.

Flokulanty

Flokulanty jsou organické polymerní makromolekulární sloučeniny nebo anorganické – soli Fe a Al, vápno. Zlepšují účinnost separačního procesu. Používají se k umocnění účinnosti odvodnění tím, že dochází chemickou reakcí ke vzniku větších a objemnějších vloček kalu. Zpracovávají se do podoby prášku nebo bývají tekuté.

Příprava flokulantu probíhá intenzivní hydratací. Pevné flokulanty se připravují jednoduhoduhovým mícháním, tekuté 20uhoduhovým. K dosažení jeho maximální účinnosti by měla být koncentrace roztoku mezi 0,25–0,6 %. K čerpání by se neměla používat odstředivá čerpadla [29].

Dávkování by mělo probíhat v místě zvýšené turbulence, protože flokulant silně přitahuje ostatní částice a mohlo by dojít k potřebě většího množství roztoku a z toho vyplývající zbytečné navýšení nákladů. Jejich potřebné množství se určuje laboratorními testy. Dávky polymeru se udávají v aktivní formě, tedy u dávkování roztoku je nutné dávku přepočítat [29].

Množství flokulantu podle způsobu použití:

- Sedimentace 0,5–5 mg polymeru na 1 litr přítoku,
- zahušťování kalu 5–20 mg polymeru na 1 litr přítoku,
- flotace a odvodňování kalu 2–5 kg polymeru na 1 tunu sušiny.

Při gravitačním zahušťování se běžně dosahuje podílu sušiny v kalu kolem 2–3 %, použitím flokulantu lze dosáhnout navýšení sušiny kalu až na 3–4 %. Při mechanickém zahuštění se používá dávka flokulantu 2–6 g/kg a podíl sušiny v kalu dosahuje 4–7 % [30].

V případě použití strojního odvodnění se množství flokulantu pohybuje mezi 4–14 g/kg sušiny u odstředivky, reálně spíše 8–12 g/kg, a 4–12 g/kg u sítopásového lisu [30].

4.2.2 Dopad různých metod nakládání s kalem na spotřebu elektrické energie a zkruslení dalších porovnáuhí

Pro porovnáuhí opět vycházím z majetkových a provozních evidencí poskytnutých zaměstnanci Ministerstva zemědělství. Používám daleko většího vzorku ČOV, než tomu bylo u porovnáuhí vlivu kanalizace na účinnost čištění. Celkem se jedná o 1834 čistíren odpadních vod ve všech třech kategoriích. Před porovnáuhím z celkových evidencí nejprve odstraňuji

takové ČOV, které se vymykají technologií, případně mají evidentní chybu v důležitých údajích pro toto porovnání (roční spotřeba elektrické energie na ČOV [MWh/rok] a celkový přítok odpadních vod na ČOV [tis. m³/rok]). Dále ty, které nemají popsany způsob stabilizace a odvodnění, případně u nich je nějaká výrazná odchylka v zapsaných hodnotách (často jsem se při všech selekcích setkal s tím, že provozovatel, který vyplňoval záznamy pro MZe, uváděl roční spotřebu el. energie v kWh/rok, potom je chyba v řádech tisíců). Toto porovnání opět provádím pro všechny kategorie zvláště (50–499 EO, 500–999 EO, 1000–2000 EO) i pro všechny ČOV od 50 do 2000 ekvivalentních obyvatel dohromady.

Základním předpokladem pro posouzení je, aby u všech porovnávaných čistíren byly v evidencích VÚME a VÚPE údaje pro takové posouzení nezbytné a to:

- množství čištěných odpadních vod celkem [tis. m³/rok],
- spotřeba elektrické energie [MWh/rok],
- způsob stabilizace kalu,
- způsob odvodnění kalu.

Způsob stabilizace je ve vybraných údajích majetkové evidence (VÚME) uváděn jako:

- žádná,
- aerobní,
- anaerobní.

Možnosti odvodnění kalu se do VÚME udávají jako:

- žádné,
- strojní,
- gravitační.

Spotřeba el. energie podle stabilizace

Pro získání údajů o spotřebě elektrické energie na jeden m³ čištěné odpadní vody vycházím ze vzorce:

$$W_{prům} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (4.4)$$

kde	$W_{prům}$	průměrná hodnota spotřeby elektrické energie na 1 m ³ čištěné odpadní vody [kWh/m ³],
	W_i	spotřeba elektrické energie na ČOV celkem [MWh/rok],
	$Q_{i,přítok}$	množství vody přitékající na ČOV [tis. m ³ /rok],
	n	počet ČOV dle typu (stabilizace/odvodnění) v kat. [ks].

Zde uvádím přehled ČOV z jednotlivých kategorií rozdělených podle metody stabilizace kalu, kterou používají.

Tab. 4.12 Počet ČOV podle způsobu stabilizace kalu

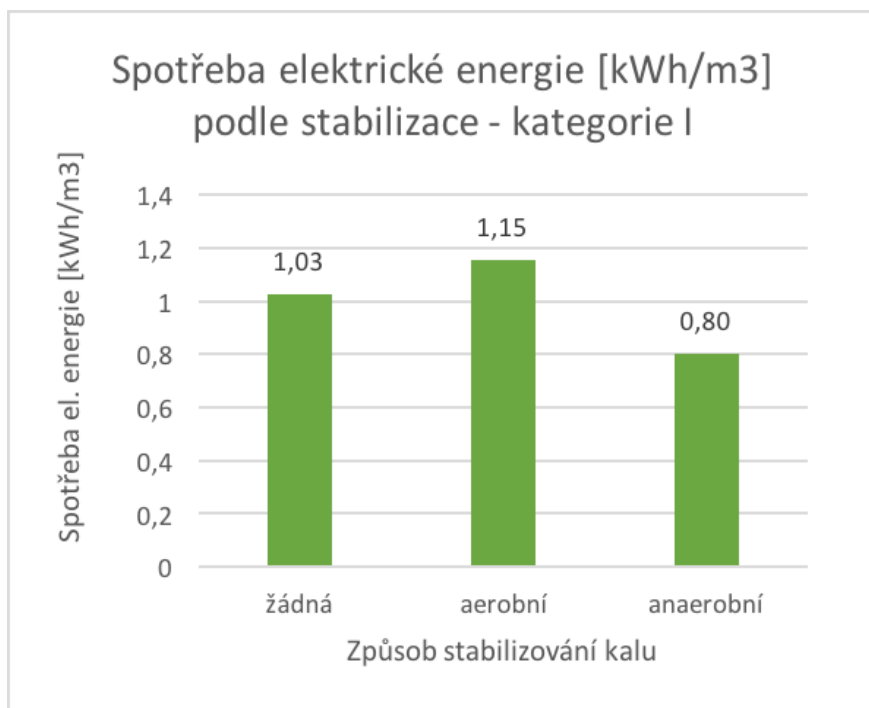
kategorie ČOV	způsob stabilizace kalu		
	žádná	aerobní	anaerobní
I	174	323	67
II	101	329	68
III	98	141	533
celkem	373	793	668

Opět příkládám ke každé tabulce i graf pro lepší přehlednost a porovnání mezi jednotlivými kategoriemi.

Kategorie I

Tab. 4.13 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – kat. I

ČOV kategorie I				
způsob stabilizace	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádná	2125,2	2065,7	1,03	174
aerobní	5451,3	4722,7	1,15	323
anaerobní	1266,3	1573,8	0,80	67

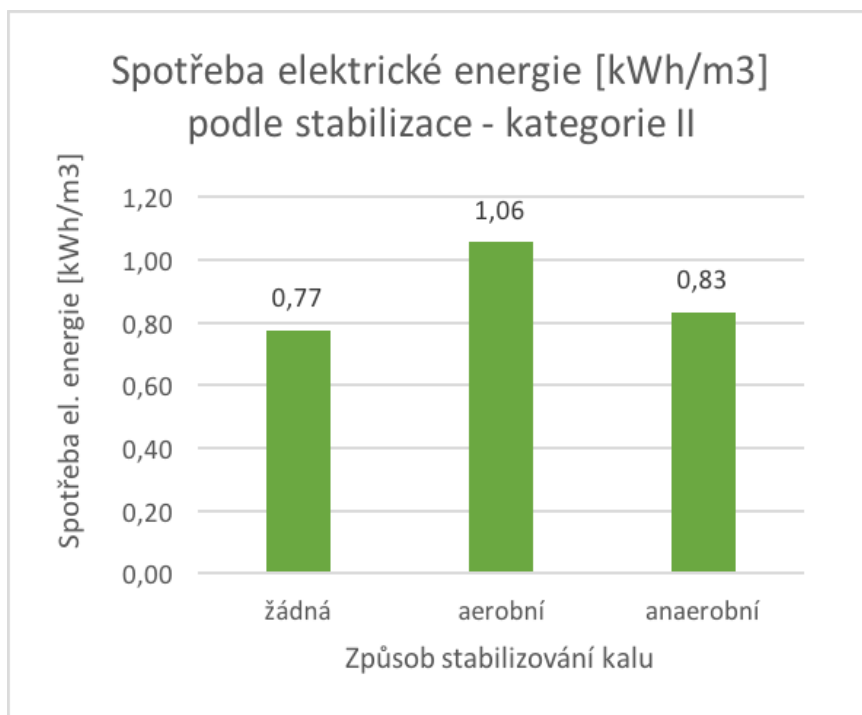


Obr. 4.12 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– kategorie I

Kategorie II

Tab. 4.14 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – kat. II

ČOV kategorie II				
způsob stabilizace	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádná	3160,4	4082,5	0,77	101
aerobní	11177,5	10591,2	1,06	329
anaerobní	2083,1	2507,6	0,83	68

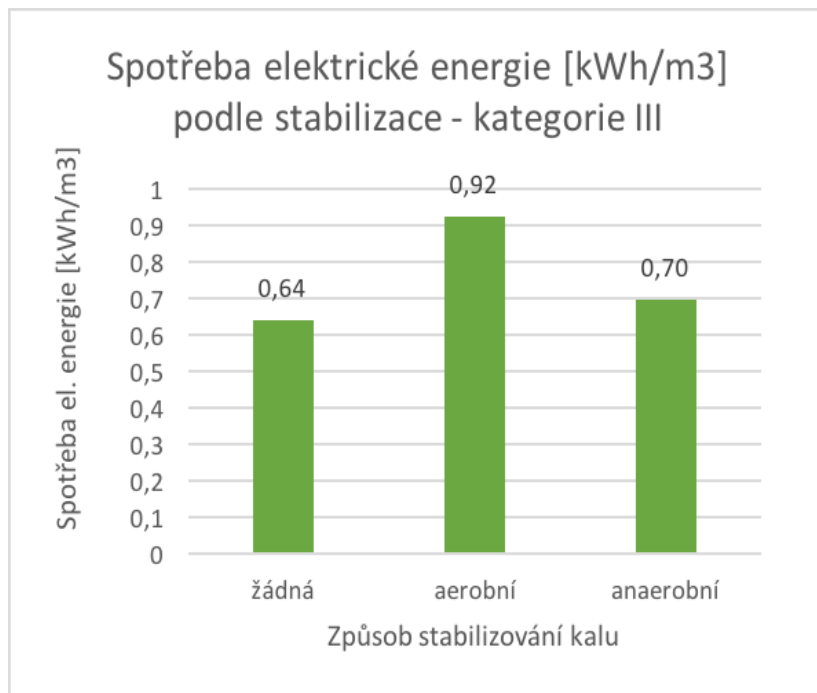


Obr. 4.13 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– kategorie II

Kategorie III

Tab. 4.15 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – kat. III

ČOV kategorie III				
způsob stabilizace	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádná	8363,9	13016,7	0,64	98
aerobní	41722,7	45149,9	0,92	141
anaerobní	12178,9	17447,9	0,70	533

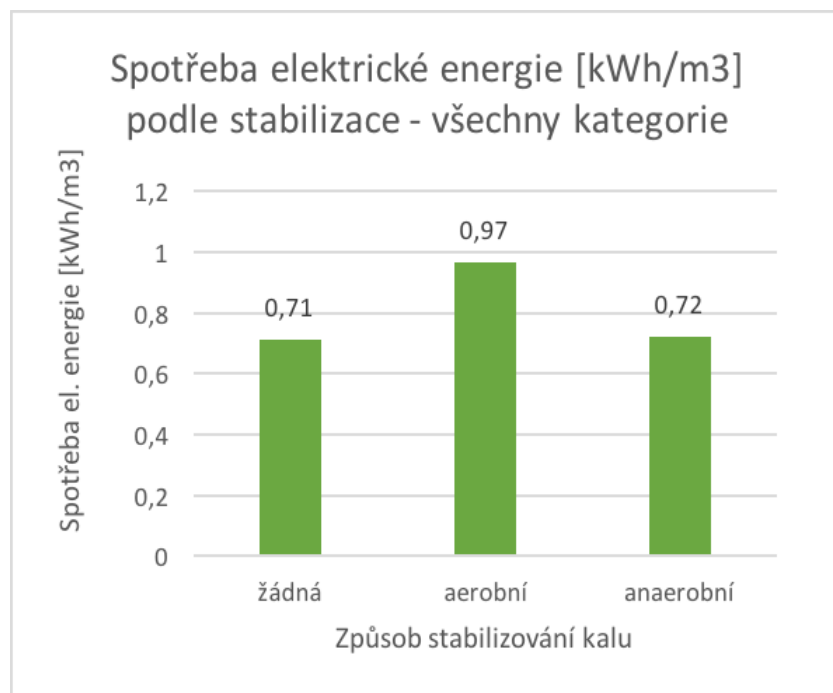


Obr. 4.14 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– kategorie III

Všechny kategorie

Tab. 4.16 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – průměr

ČOV všechny kategorie				
způsob stabilizace	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádná	13649,4	19165,0	0,71	373
aerobní	58351,5	60463,8	0,97	793
anaerobní	15528,3	21529,2	0,72	668



Obr. 4.15 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– průměr

Vliv stabilizace kalu na spotřebu elektrické energie na ČOV je nezanedbatelný, jak dokazují výše uvedené tabulky a grafy. Výsledky pro spotřebu el. energie podle způsobu stabilizace kalu vychází s průměrnou shodou jak pro všechny kategorie odděleně, tak i pro všechny kategorie dohromady (tzn. všech 1834 ČOV od 50–2000 EO). Aerobní stabilizace výrazně zvyšuje spotřebu elektrické energie. Bližší vyhodnocení tohoto porovnání uvádím v kapitole *Vyhodnocení vlivu kalového hospodářství na spotřebu elektrické energie na ČOV*.

Spotřeba el. energie podle odvodnění

Analogicky jsem porovnal spotřebu elektrické energie na ČOV v závislosti na způsobu odvodňování kalu. Pro spotřebu el. energie vycházím z rovnice (4.4). K porovnání používám naprosto totožný vzorek jako v předchozím porovnání vlivu stabilizace. Množství ČOV v jednotlivých kategoriích podle ekvivalentních obyvatel zůstává tedy stejný. Níže uvádím přehledovou tabulku s počty ČOV rozdělených podle kategorie a způsobu odvodnění kalu.

Tab. 4.17 Počet ČOV podle způsobu odvodnění kalu

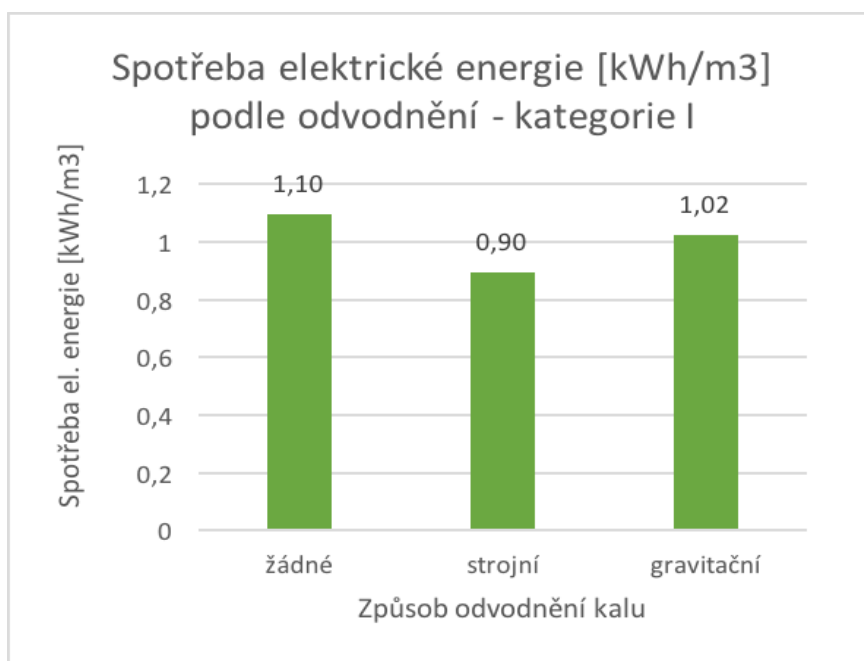
kategorie ČOV	způsob odvodnění kalu		
	žádné	strojní	gravitační
I	373	44	147
II	269	49	180
III	326	205	241
celkem	968	298	568

Výsledky opět představují ve formě tabulek v jednotlivých kategoriích i celkově. Přikládám ke každé tabulce graf, kvůli snazšímu a přehlednějšímu porovnání hodnot.

Kategorie I

Tab. 4.18 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – kat. I

ČOV kategorie I				
způsob odvodnění	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádné	5708,5	5201,3	1,10	373
strojní	691,1	771,8	0,90	44
gravitační	2443,2	2389,1	1,02	147

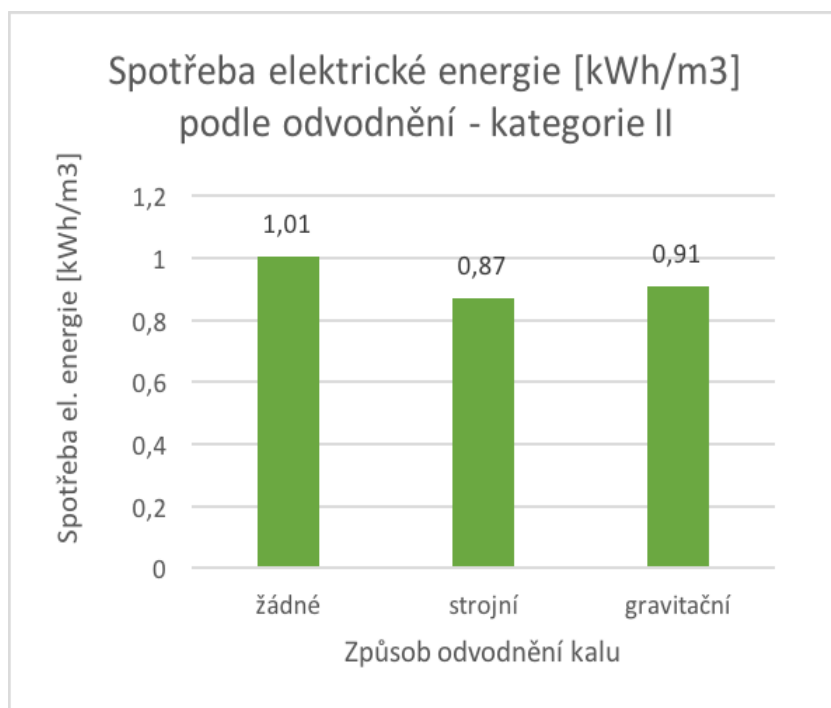


Obr. 4.16 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – kategorie I

Kategorie II

Tab. 4.19 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – kat. II

ČOV kategorie II				
způsob odvodnění	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádné	8852,2	8797,5	1,01	269
strojní	1374,8	1578,9	0,87	49
gravitační	6194,0	6804,8	0,91	180

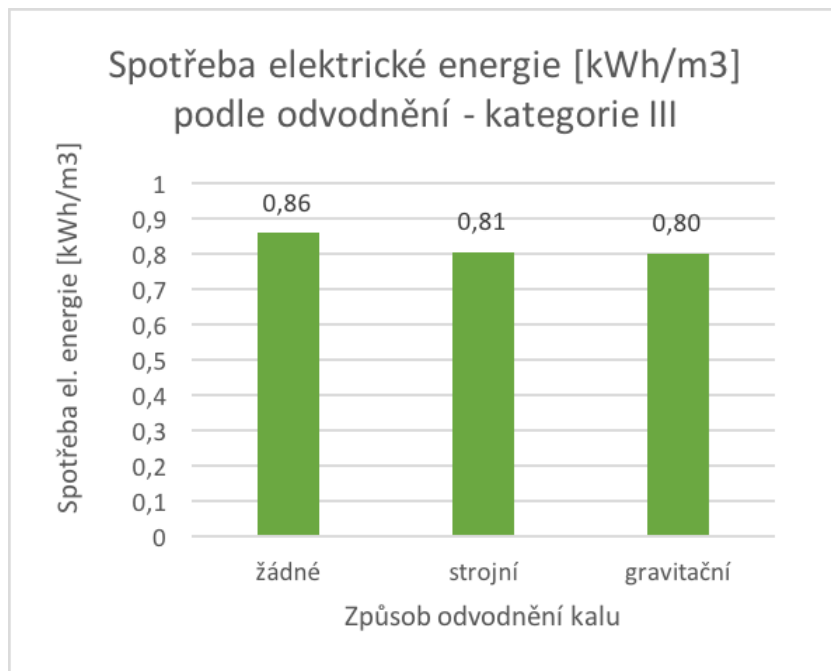


Obr. 4.17 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – kategorie II

Kategorie III

Tab. 4.20 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – kat. III

ČOV kategorie III				
způsob odvodnění	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m ³ /rok)	kWh/m ³	počet ČOV
žádné	23188,3	26969,7	0,86	326
strojní	21451,6	26644,4	0,81	205
gravitační	17625,7	22000,4	0,80	241

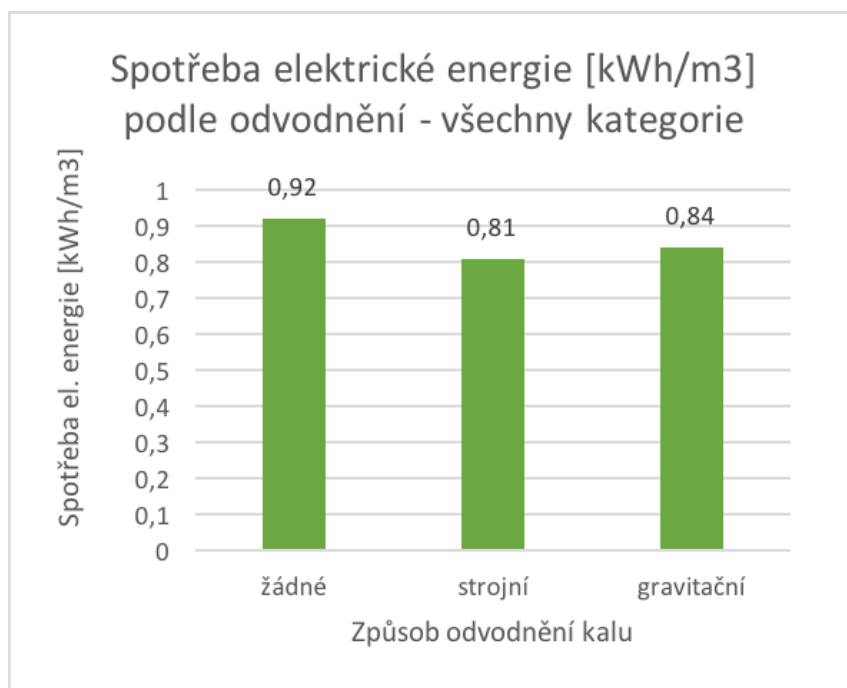


Obr. 4.18 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – kategorie III

Všechny kategorie

Tab. 4.21 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – průměr

ČOV všechny kategorie				
způsob odvodnění	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	Množství čištěných OV celkem (tis. m3/rok)	kWh/m3	počet ČOV
žádné	37748,9	40968,5	0,92	968
strojní	23517,4	28995,1	0,81	298
gravitační	26262,8	31194,3	0,84	568



Obr. 4.19 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – průměr

Způsob odvodnění kalu má opět vliv na provozní náklady ČOV spojené se spotřebou el. energie. Strojní odvodnění spotřebovává elektrickou energii mechanickými zařízeními pro odvodnění, ostatní (žádné a gravitační odvodnění) spotřebovávají el. energii nepřímo a to tím, že je potřeba čerpání a nakládání s větším množstvím kalu. Důkladnější vyhodnocení uvádím v kapitole *Vyhodnocení vlivu kalového hospodářství na spotřebu elektrické energie na ČOV*.

Vyhodnocení vlivu kalového hospodářství na spotřebu el. energie na ČOV.

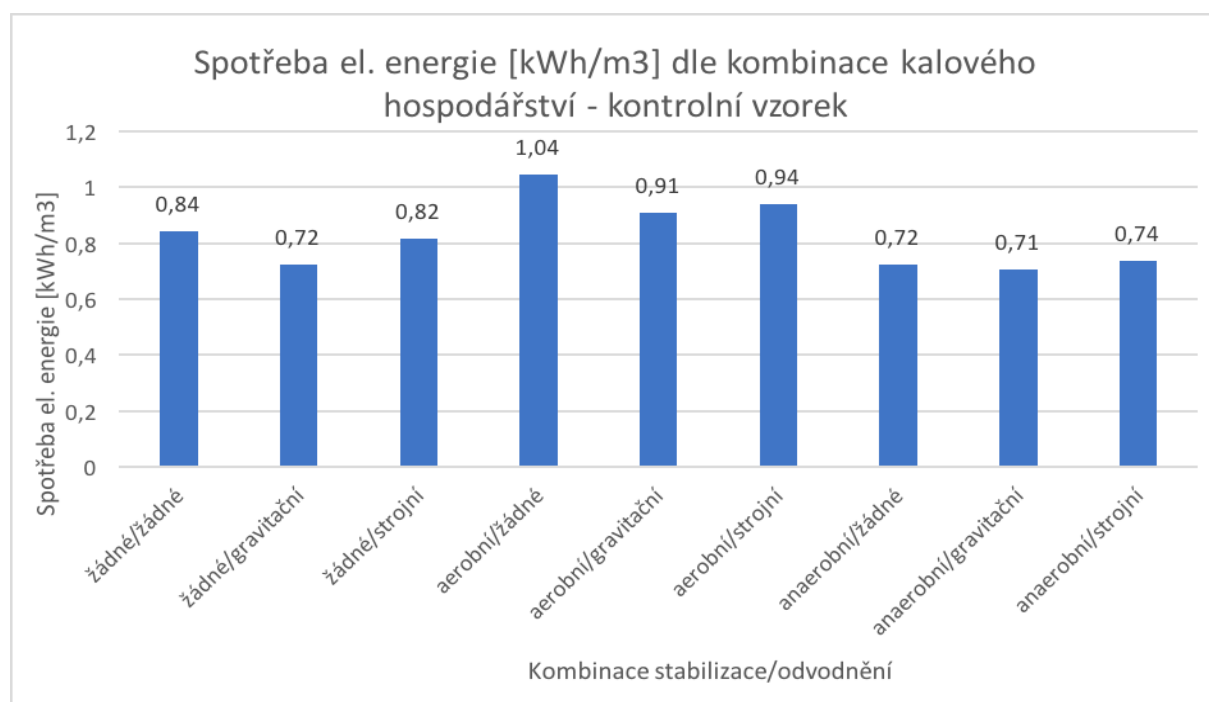
Procentuální rozdíly mezi jednotlivými způsoby stabilizace jsou výraznější a výsledky vyrovnanější, než tomu je u způsobu odvodňování. To mě přivádí k myšlence, že výsledky pro odvodnění mohou být zkresleny způsobem, jakým se na ČOV nakládá s kalem během stabilizování. Proto uvádím závěrečné celkové porovnání kombinací nakládání s kalem.

Tabulka uvádí vždy pro každou kombinaci (stabilizace/odvodnění) celkové množství natékající odpadní vody pro všechny ČOV dohromady a roční spotřebu el. energie. V posledním sloupci je hodnota průměrné spotřeby el. energie na jeden m³ odpadní vody na ČOV v dané kombinaci kalového hospodářství. Celkem obsahuje tabulka 4.22 záznamy z 1834 čistíren odpadních vod v různých variacích stabilizace/odvodnění. Uvádím pouze výsledky pro všechny ČOV dohromady, jelikož grafy mezi jednotlivými kategoriemi jsou z většiny analogické. Jedinou výraznou výjimku tvoří kombinace anaerobní stabilizace a strojního odvodnění, která v kategoriích I a II udává hodnoty spotřeby el. energie na 1 m³ OV v průměru okolo 0,2 kWh/m³. Tato extrémně nízká hodnota pravděpodobně vznikla na základě dvou faktů, a to z důvodu chybně vyplněné evidence (případně podezřele úsporném

provozu) a tím, že v kategoriích I a II jde o pouhé 3 vzorky kombinace anaerobní stabilizace a strojního odvodnění.

Tab. 4.22 Průměrná spotřeba el. energie na ČOV podle kombinace stabilizace/odvodnění kalu

Kombinace kal. hospodářství	Množství čištěných OV celkem (tis m ³ /rok)	Spotřeba el. energie (MWh/rok)	kWh/m ³
žádné/žádné	10602,7	8943,7	0,84
žádné/gravitační	3050,2	2204,8	0,72
žádné/strojní	1128,9	922,3	0,82
aerobní/žádné	21367,6	22291,5	1,04
aerobní/gravitační	20755,6	18831,3	0,91
aerobní/strojní	18340,5	17228,7	0,94
anaerobní/žádné	8998,2	6513,7	0,72
anaerobní/gravitační	7388,6	5226,8	0,71
anaerobní/strojní	5142,5	3787,8	0,74



Obr. 4.20 Graf průměrné spotřeby elektrické energie dle kombinace stabilizace/odvodnění kalu

Při tomto porovnání se potvrzuje domněnka, že způsob stabilizace mohl zkreslit výsledky pro porovnání podle způsobu odvodňování kalu. Na grafu je zřetelné, že hodnoty v jednotlivých skupinách stabilizace (hodnota před lomítkem) jsou vždy poměrně vyrovnané a výraznější skok nastává až s další skupinou. Z toho vyplývá, že daleko větší vliv na spotřebu el. energie má způsob, jakým se kal na ČOV stabilizuje než jakým se odvodňuje.

Zajímavým výsledkem je, že při *žádném* odvodnění vykazují ČOV nepatrně větší spotřebu el. energie než při *strojním* odvodňování. S odvodněním kalu jsou spojené další náklady, které v tomto porovnání nejsou zohledněny, jako je třeba používání flokulantů nebo odvoz a ukládání většího množství kalu mimo ČOV. Každý provozovatel si tedy musí spočítat, jakou z uvedených variant bude využívat.

5 NAKLÁDÁNÍ S KALEM U ČOV DO 2000 EO

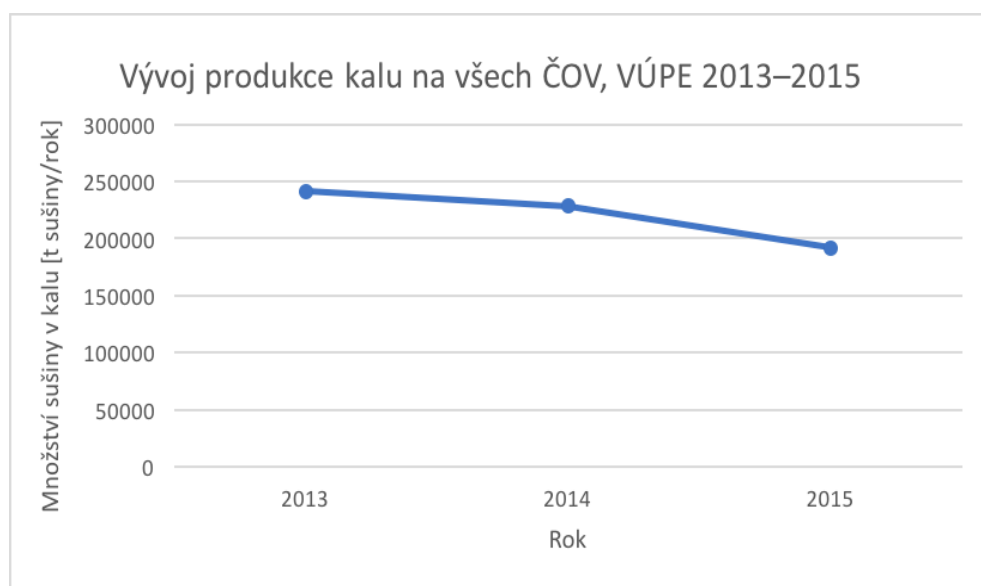
Malé čistírny odpadních vod se často potýkají s rozhodnutím, jak nakládat s kalem. Zda jej zpracovávat přímo na místě stacionárním, potažmo mobilním odvodňovacím zařízením, nebo jej převážet ve větším objemu ke zpracování na jinou větší ČOV se stacionárním odvodňovacím zařízením. Tato kapitola tedy vyhodnocuje a sumarizuje možnosti, jak se provozovatel malé ČOV může stavět k realizaci kalové koncovky v závislosti na počtu připojených ekvivalentních obyvatel.

5.1 VÝVOJ PRODUKCE KALU V ČOV DO 2000 EO

Zpracovaná tabulka znázorňuje, jak se mění množství produkovaného kalu za poslední 3 roky a produkce na jednoho EO. Hodnoty vycházejí ze zpracování evidencí VÚME a VÚPE za roky 2013 až 2015.

Tab. 5.1 Průměrná produkce sušiny kalu 1 kg/EO/rok, VÚPE 2013–2015

rok	t sušiny/rok	připojených EO	kg sušiny/EO/rok
2013	241 553,3	10 442 683	23,1
2014	228 363,8	10 451 944	21,8
2015	192 119,5	10 668 891	18,0



Obr. 5.1 Graf vývoje produkce kalu na všech ČOV, VÚPE 2013–2015

Je patrné, že produkce kalů má i přes zvyšující se počet připojených ekvivalentních obyvatel klesající tendenci. To je v období stále se zpřísnující legislativy ze strany Evropské unie ohledně možností, jak čistírenský kal zpracovávat, velice pozitivní.

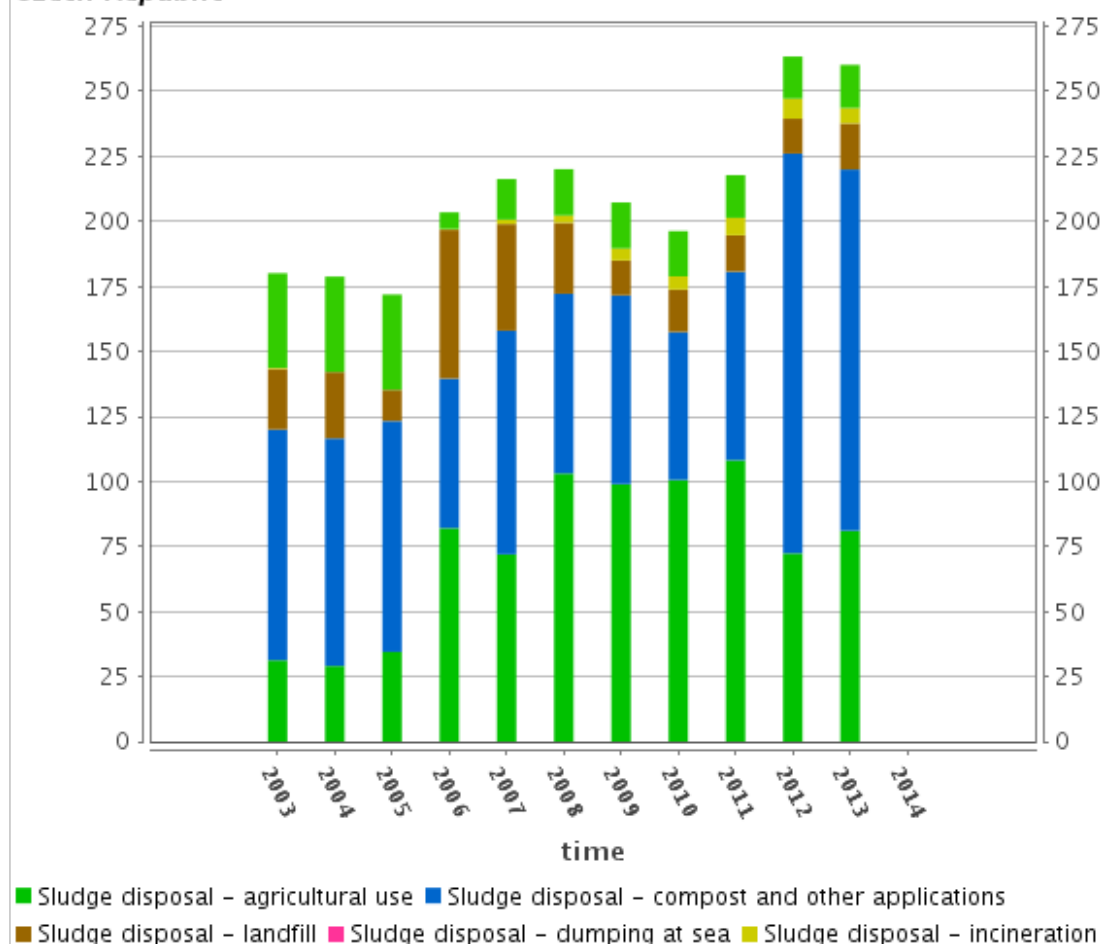
Vývoj celkového množství produkovaného kalu se podle hodnot vycházejících z evidence vybraných provozních údajů (VÚPE) může od reality lišit. Při produkci za rok

2014 mi nejprve vychází suma okolo 300 tisíc tun za rok a v roce 2015 dokonce přesahující hodnotu 400 tisíc tun. Při kontrole údajů narážím na několik případů, kdy administrativní pracovník vypisující evidenci pravděpodobně udával hodnoty v kilogramech, a ne tunách, jelikož produkce v řádech desítek tisíc tun u ČOV s počtem připojených ekvivalentních obyvatel okolo 1500 je značně podezřelá. Tuto opravu řádu proto provádím několikrát, ovšem přesná čísla u jednotlivých ČOV z databáze obsahující zhruba 2900 ČOV nikdo nezná, provádím ji pouze u čistíren vykazující tuto extrémní chybu. Na základě zjištění, s jakou chybou jsou vyplněny statistiky o zpracování kalů, provádím další kontrolu. Pro každou ze zhruba 2900 ČOV násobím počet ekvivalentních obyvatel číslem 100 (to znamená produkci kalu 100 kg/EO/rok) abych tím pokryl možné přesahy pro ČOV zpracovávající kaly z jiných čistíren. U této korekce se setkávám s jen minimálními odchylkami a všechna čísla, která uvádím v této kapitole, jsou už po výše popsaných opravách v evidenci. Těmito selekcemi sice snižuji celkový počet připojených ekvivalentních obyvatel a množství produkovaného čistírenského kalu podle VÚPE, ovšem docílím tím větší shody s předpokládanou realitou a s údaji z jiných zdrojů. V neposlední řadě je na místě otázka, zda pracovníci vypisující VÚPE zapisovali hodnoty množství kalu v tunách sušiny nebo tunách odvodněného kalu s podílem vody. Při komunikaci s provozovateli na obecní úrovni se mi potvrdilo, že k takovým chybám v zápisu do evidence dochází. To může také velice výrazně zkreslit výsledky, ovšem tato chyba už se tak snadno opravit nedá.

Vývoj celkové produkce kalu v ČR, jak to uvádí statistiky na internetových stránkách Statistického úřadu Evropské unie Eurostat [31], udávají klesající tendenci za roky 2012 a 2013 (novější údaje server nenabízí). Hodnoty jsou uváděny v tisícovkách tun sušiny. Celková suma se s hodnotami vycházejícími z VÚPE liší zhruba o 10 %.

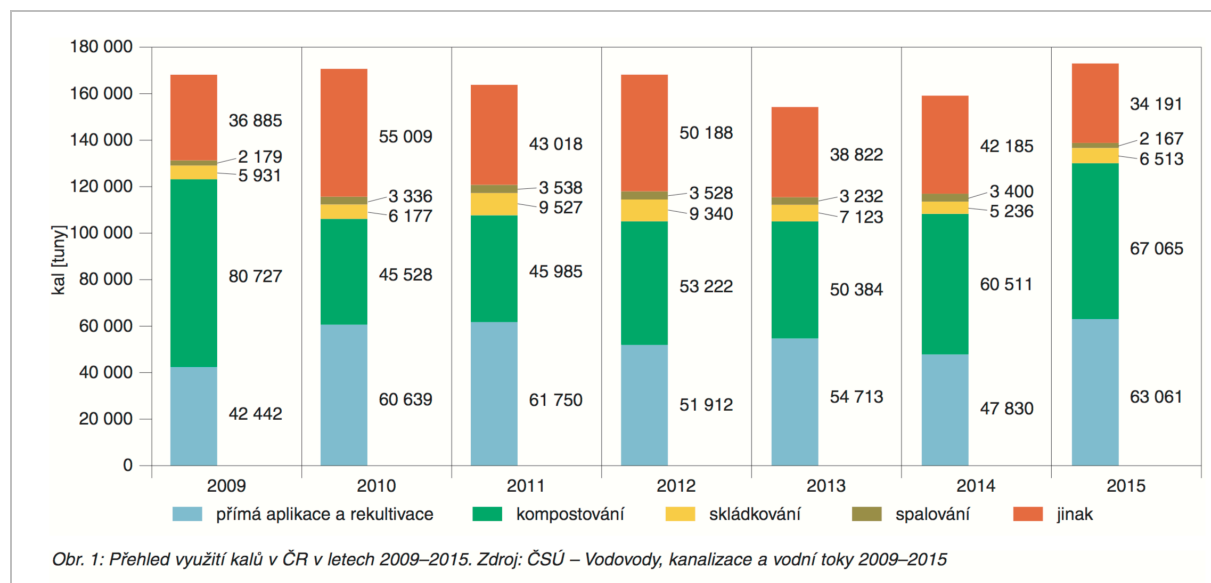
Sewage sludge production and disposal from urban wastewater (in dry substance (d.s))

Thousand tonnes
Czech Republic



Obr. 5.2 Graf vývoje produkce kalu v ČR [31]

Naproti tomu v článku *SOVAK ČR zahájil širokou diskusi o možnosti využití termochemických procesů při zpracování kalů v čistírenské praxi* časopisu SOVAK číslo 10/2016 je na základě údajů z Českého statistického úřadu uváděn graf vývoje nakládání s kalý z čistíren odpadních vod [32].



Obr. 5.3 Graf vývoje produkce kalu v ČR [32]

Graf, který jsem zpracoval, vycházející z evidencí VÚME a VÚPE má hodnoty celkové produkce kalu daleko blíže k hodnotám uváděným na stránkách evropského statistického úřadu. Naproti tomu hodnoty uváděné v článku z října 2016 časopisu SOVAK vycházející z údajů Českého statistického úřadu jsou výrazně nižší.

Je tedy otázkou, která z uvedených statistik je blíže realitě. Vycházím-li z předpokladu, že provozovatelé ČOV se často zbavují kalu neoficiální cestou, tedy odvozem na zemědělské pozemky, které se neuvádějí do evidencí, napytlování kalu pro soukromé účely apod., je pravděpodobná produkce kalu daleko vyšší (odhadem o 1/10–1/5), než jakou uvádějí firmy čistírenský kal zpracovávající. A tedy předpokládám, že hodnoty vyplývající ze statistik ČSÚ (Český statistický úřad), jsou o něco málo nižší, než jaká je skutečná produkce kalu v ČR.

Rozdíly v celkovém množství produkovaného kalu pouze potvrzují, že údaje do VÚME a VÚPE jsou zpracovávány se značnou nedbalostí pracovníků, kteří mají na starosti vyplňování těchto dokumentů zadaných státní legislativou. Jednotliví administrativní pracovníci často ani neví, jak správně požadovanou evidenci vyplnit.

V rámci práce představuji graf (Obr. 5.4), který názorně vyhodnocuje vývoj produkce kalu na ČOV od 50 do 2000 ekvivalentních obyvatel. Bohužel se mi nepodařilo získat podklady pro více roků, než jsou 2013, 2014 a 2015. Výsledky uvádím na základě zpracovaného materiálu poskytnutého Ministerstvem zemědělství. Jedná se o výše uváděné majetkové (VÚME) a provozní (VÚPE) evidence ČOV za 3 roky (2013–2015). Hodnoty uvádím na základě výpočtu. Pro každý rok jsem vynásobil počet připojených ekvivalentních obyvatel k ČOV s projektovanou kapacitou mezi 50 a 2000 EO hodnotou průměrné produkce kalu na obyvatele za daný rok.

Pokud vycházím z předpokladu, že počet připojených ekvivalentních obyvatel v roce je neměnný pro všechny 3 statistiky, vychází průměrná produkce kalu na EO následovně:

- 2013 [kg/EO/rok]:
 - 23,1 – VÚPE 2013,
 - 14,8 – ČSÚ,
 - 24,9 – Eurostat.
- 2014 [kg/EO/rok]:
 - 21,8 – VÚPE 2014,
 - 15,2 – ČSÚ.
- 2015 [kg/EO/rok]:
 - 18,0 – VÚPE 2015,
 - 16,2 – ČSÚ.

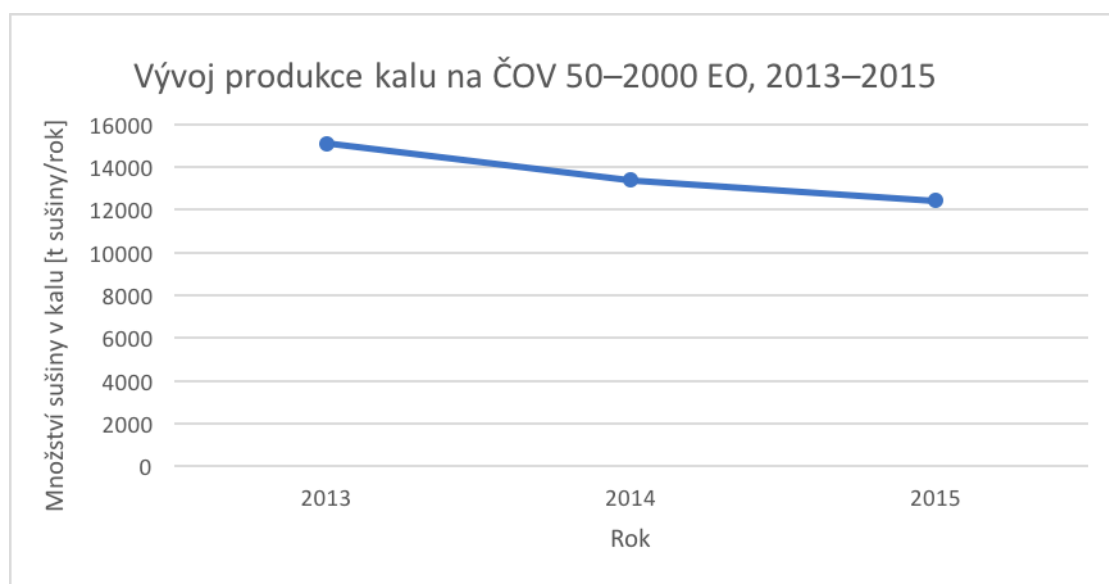
Po zprůměrování produkce kalu na jednoho EO za rok vyjde hodnota:

- 2013 – 20,93 kg/EO/rok,
- 2014 – 18,50 kg/EO/rok,
- 2015 – 17,11 kg/EO/rok.

Nízké hodnoty produkce kalu na ekvivalentního obyvatele vycházející z hodnot ČSÚ jsou podezřelé. Dá se proto předpokládat, že produkce kalu v ČR má i s rostoucím počtem připojených obyvatel klesající charakter, jak vyplývá z klesající tendence produkce na jednoho EO. ČOV mezi 50 a 2000 EO produkovaly v posledních třech letech množství kalu, které uvádím v tabulce. Jednotlivé hodnoty získávám na základě výpočtů, popsanych v této kapitole.

Tab. 5.2 Produkce sušiny kalu na ČOV 50–2000 EO, VÚPE 2013–2015

rok	t sušiny/rok	připojených EO	kg sušiny/EO/rok
2013	15 106,0	721 740	20,93
2014	13 387,7	723 659	18,50
2015	12 414,6	725 577	17,11



Obr. 5.4 Graf vývoje produkce kalu na ČOV 50–2000 EO, VÚPE 2013–2015

Dle VÚPE 2014 byl počet připojených obyvatel v této kategorii ČOV, tedy projektované 50–2000 EO, 890 000. To je hodnota, která se výrazně vymyká stavům vycházejícím z VÚPE 2103 a 2015, proto je údaj o počtu připojených EO za rok 2014 v kategorii ČOV 50–2000 EO výsledkem interpolace za roky 2013 a 2015.

Celkovou hodnotu produkovaného kalu ke kategorii ČOV 50–2000 EO uvádí na základě výpočtů produkce kalu v různých kategoriích z roku 2013 dokumentace k projektu *Optimalizace nakládání s kaly z komunálních čistíren odpadních vod*. Na straně 101 představují autoři tabulku „*Sumární roční produkce kalu v sušině pro jednotlivé kategorie ČOV*“. Hodnoty uváděné v tabulce jsou hodnoty získané velice podobnou metodou, kterou uvádím já, tedy zpracováním majetkové evidence VÚME ČOV 2013. Zásadní rozdíl je ovšem v získání hodnot. Zatímco moje metoda je propojením obou evidencí, metoda získání hodnot pro výpočet množství zpracovaného kalu uváděná v literatuře *Optimalizace nakládání s kaly z komunálních čistíren odpadních vod* je vypočtením hmotnosti sušiny v kalu na základě množství projektovaných a připojených ekvivalentních obyvatel s předpokládanou roční produkcí sušiny kalu na ekvivalentního obyvatele 18 kg/EO/rok. Autoři práce tedy početní metodou získali 13 477 tun sušiny/rok 2013 v kategorii ČOV 50–2000 EO [33]. Předpokládám, že reálná hodnota za rok 2013 bude vzhledem k vývoji produkce na jednoho EO trochu vyšší.

V časopisu SOVAK číslo 10/2015 článek *Analýza produkce kalů z čistíren odpadních vod o velikosti méně než 2 000 připojených obyvatel*, jehož autorem je pan Ing. Karel Frank, uvádí hodnoty produkce kalu v roce 2013 na ČOV pod 2000 EO 17 044 tun za rok 2013. Údaje vychází z vypracování VÚPE ČOV 2013. Autor článku používá podobnou metodu výpočtu produkce, jakou uvádím v této kapitole, potvrzuje chybovost zaznamenaných údajů a selektuje extrémy. Další zajímavé zjištění, které popisuje je, že v kategorii ČOV pod 500 EO je v hlášení u 50 % provozoven zapsána hodnota “0” a tedy, že pravděpodobně 50 %

provozovatelů ČOV pod 500 EO předává kal ke zpracování do větších ČOV [34]. Autor nepřihlíží k počtu připojených obyvatel, nýbrž pouze obyvatel.

Tab. 5.3 Produkce sušiny kalu na 1 připojeného obyvatele podle velikosti ČOV, VÚPE 2013 [34]

Velikost ČOV podle počtu připojených obyvatel na ČOV	Počet obyvatel připojených na ČOV	Produkce sušiny kalu tun/rok	Produkce sušiny kalu na 1 připoj. obyv. kg/1 rok	Produkce sušiny kalu tuny /1 ČOV
> 10 000	5 474 679	193 317,7	35,3	1 487,1
2 001–10 000	1 576 478	43 092,8	27,3	113,7
500–2 000	879 714	14 921,5	17,0	17,1
400–499	69 486	521,1	7,5	3,3
300–399	64 601	448,0	6,9	2,4
200–299	56 737	529,1	9,3	2,3
100–199	42 493	416,5	9,8	1,4
50–99	15 983	154,6	9,7	0,7
< 50	3 790	51,7	13,6	0,4
celkem	8 183 961	253 453,1	31,0	

V tabulce je uváděn počet připojených obyvatel 1 132 804. Nejedná se však o ekvivalentní obyvatele. V evidencích je možno toto rozlišit a počet připojených obyvatel na kanalizaci se shoduje s VÚPE, která mi byla poskytnuta ke zpracování. Počet připojených obyvatel je podle VÚME a VÚPE větší, než počet připojených EO.

Autor také uvádí zajímavou statistiku a to, že ačkoliv je počet ČOV do 500 EO nadpoloviční v celkovém součtu ČOV v ČR, je produkce kalu 0,84 % z celkové produkce a tedy menší, než běžně udávaná odchylka 2–3 % [34].

Ing. Frank také udává celkovou produkci kalu v ČOV do 2000 EO jako 6,73 % ze všech ČOV v ČR v roce 2013 [34].

Tab. 5.4 Rozdělení ČOV podle počtu připojených obyvatel, VÚPE 2013 [34]

Počet ČOV ve vyhodnocení	Velikost ČOV podle počtu připojených obyvatel na ČOV	Počet obyvatel připojených na ČOV	Produkce sušiny kalu tun/rok množství ČR	Procenta produkce sušiny kalu z celkového
130	> 10 000	5 474 679	193 317,7	76,27
379	2 001–10 000	1 576 478	43 092,8	17,00
873	500–2 000	879 714	14 921,5	5,89
156	400–499	69 486	521,1	0,21
188	300–399	64 601	448,0	0,18
233	200–299	56 737	529,1	0,21
289	100–199	42 493	416,5	0,16
216	50–99	15 983	154,6	0,06
146	< 50	3 790	51,7	0,02
2 610		8 183 961	253 453,1	100,00

5.2 POROVNÁNÍ KALOVÉ KONCOVKY NA ČOV DO 2000 EO

Pokud se provozovatel ČOV rozhodne zpracovávat kal, musí počítat s většími náklady na provoz kalového hospodářství, např. spotřebu elektrické energie pro pohon kalových čerpadel a mamutek, nákup flokulantů a vybavení pro míchání flokulantu, spotřebu el. energie na aeraci při aerobní stabilizaci, zvýšenou spotřebu el. energie na odvodnění a servis veškeré techniky. Náklady na servis technologie spojené s kalovým hospodářstvím se na malých ČOV pohybují v řádech desítek tisíc korun za rok. Na druhou stranu ušetří za zpracování kalu jinde a odváží daleko méně nadbytečného množství vody v odvodněném kalu.

Ministerstvo životního prostředí vydalo 20. 1. 2016 stanovisko *Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k čištění městských odpadních vod ve smyslu zákona č. 223/2015 Sb.*, dle kterého je kal z ČOV bez kalové koncovky brán ve smyslu zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech (novelizován zákonem č. 223/2015 Sb.) a zákona č. 254/2001 Sb., o vodách jako odpadní voda [35]. Pro zdůraznění podstatné části sdělení zvýrazňuji část citace tučně.

Toto stanovisko upřesňuje postup při nakládání s výstupy z čistíren odpadních vod bez kalové koncovky, tzn. např. bez aerobní či anaerobní stabilizace, mechanického odvodnění, kalového pole atp., v případě, že při čištění městských odpadních vod vzniká řídká suspenze pevných a koloidních částic, organických i anorganických, která je předávána k další úpravě na čistírnu odpadních vod s kalovou koncovkou.

Pro účely stanovení působnosti zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění novelizačního zákona č. 223/2015 Sb., a působnosti zákona č. 254/2001 Sb., o vodách v platném znění, je rozhodující, že tato suspenze, kterou lze charakterizovat jako relativně řídkou směs organických i anorganických, pevných i koloidních částic

přítomných ve vodě, je odpadní vodou. Je tedy nezbytné zabývat se změnou působnosti zákona o odpadech ve vztahu k odpadním vodám. [35]

Odpadní vody jsou nově z působnosti zákona o odpadech vyloučeny pouze v rozsahu, ve kterém se na ně vztahují jiné právní předpisy, konkrétně zákon o vodách a zákon o vodovodech a kanalizacích. Režim zákona o odpadech se tak díky formulaci výjimky z působnosti zákona o odpadech pro odpadní vody ve smyslu § 2 odst. 1 písm. a) vztahuje pouze na odpadní vody, u kterých není nakládání plně pokryto jinými zákony. [35]

Sdělením tohoto stanoviska je, že pokud je kal z ČOV bez kalové koncovky odvážen na ČOV s kalovou koncovkou, kde je zpracován tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových a podzemních vod, jedná se o odpadní vodu a nikoliv kal. Proto se na něj nevztahují předpisy vyvozené zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů, ale zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

Na základě výše uvedeného není nutné, aby „ČOV s kalovou koncovkou“ disponovala souhlasem k provozování zařízení k odstraňování odpadů ve smyslu § 14 odst. 1 zákona o odpadech. [35]

Velkému procentu provozovatelů se vyplatí odvážet kal (v souladu s výše uvedeným sdělením „odpadní vodu“) ke zpracování na jinou ČOV. V roce 2014 takto bylo zpracováno dle VÚPE ČOV zhruba 6 000 tun sušiny kalu a v roce 2015 to dle VÚPE ČOV dělalo 5 800 tun sušiny v čistírnách odpadních vod pro kategorii 50 až 2000 EO.

5.2.1 Vyčíslení nákladů na zpracování 1 m³ 2,5 % kalu

K účelům diplomové práce mi byly poskytnuty kalkulace k vyčíslení nákladů na zpracování kalu o sušině do 2,5 % na ČOV o projektované kapacitě 2344 EO. Jedná se ČOV Výšovice v okrese Prostějov. Čistírna disponuje gravitační zahušťovací nádrží o celkové kapacitě 40 m³ a aerobní stabilizační nádrží o objemu 40 m³. K odvodnění kalu používají dekantační odstředivku DO 250 Velká Bíteš s navazujícím dopravníkem, který vyhadzuje odstředěný odvodněný kal do připraveného kontejneru. Odstředivka má kapacitu 3,5 m³ kalu/hod. Ke srážení používají organický flokulant Superfloc. Zpracovaný kal je nejčastěji odvážen na kompostárnu v Kralicích v okrese Prostějov. Vzdálenost mezi jednotlivými subjekty činí zhruba 7 kilometrů. Odvoz kalu je řešen na kontejnerovém nákladním voze Iveco. Cena za uložení jedné tuny materiálu na kompostárnu je 450 Kč [15].

Vyčíslení na ČOV Výšovice je z roku 2012 a je potřeba jeho aktualizace. Cena za spotřebovanou el. energii a ostatní výdaje jsou za poslední 4 roky zhruba stejné, ovšem cena za uložení tuny materiálu na kompostárnu se navýšila o 100 korun. Koeficientem přepočtu 1,45 (jako rozdíl měrné hmotnosti sušiny a kalu s podílem sušiny 25 %), jak je uvedeno ve vyúčtování, tvoří nová cena za uložení 1 m³ odvodněného kalu na 25 % 310,50 Kč. Za 1 m³ kalu o 2,5 % sušině 31,05 Kč. Celková navrhovaná sazba za zpracování 1 m³ kalové vody o 2,5 % by tedy měla činit o 5 korun českých víc. Vzhledem k rezervě při vytvoření výpočtů

je ale celková cena 150 Kč/m³ 2,5 % kalu stále nadlimitní a čistírna nebude za zpracování ve ztrátě.

Tab. 5.5 Vyčíslení nákladů na likvidaci kalové vody na ČOV Výšovice [15]

Vyčíslení nákladů na likvidaci kalové vody na ČOV Výšovice					
v přepočtu na 1 m ³ kalové vody o sušině do 2,5 %					
1	náklady na obsluhu	7,5 min	sazba 70 Kč/hod	8,75	Kč
	soc., zdrav., odvody	cca 3,5 %		3,10	Kč
2	údržba, opravy, úklid ČOV	5 min		5,83	Kč
3	spotřeba el. Energie	celkem 13,75 kWh	sazba 4,5 Kč/kWh	7,23	Kč
	odstředivka	11,0 kW			
	podávací čerpadlo flokulantu	0,12 kW			
	kalové čerpadlo jímka	1,4 kW			
	vřetenové čerpadlo	0,75 kW			
	míchadlo v nádrži	2 ks a 2,25 kW			
4	spotřeba chemikálií	120 Kč/g	spotřeba 0,05 kg	6,00	Kč
5	likvidace kalu - kompostárna	350 Kč/t	k=1,45 1 m ³ odvod kalu 25 % suš.	241,50	Kč
			1 m ³ kalové vody 2,5 %	24,15	Kč
6	přepravní náklady	Výšovice - Kralice - Výšovice	1300 Kč/2,2 t		
			1 m ³ kalu 25 %	407,50	Kč
			1 m ³ kalové vody 2,5 %	40,75	Kč
7	úplné vlastní náklady			89,81	Kč
8	režie	5%		4,49	Kč
9	zisk	10%		8,98	Kč
10	celkové náklady na likvidaci 1 m ³ kalové vody			103,28	Kč
	Navrhovaná sazba			150,00	Kč/m³

5.2.2 Dotazy na provozovatele – náklady na převoz tekutého kalu

V rámci sumarizování nákladů spojenými s provozem kalového hospodářství na ČOV jsem vytvořil velice jednoduchý dotazník, který jsem rozeslal několika největším provozovatelům ČOV do 2000 EO. Někteří zamítli poskytnout údaje, případně od nich odpověď nepřišla i přesto, že z jejich strany byla pomoc nabídnuta. Kontaktoval jsem takto největší firmy jako Moravská vodárenská, a.s. (MOVO), 1. SčV, a.s., Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. (SČVAK), ČEVAK, a.s., Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s. (SMVAK).

Informace jsem získal jen ze dvou podniků, přesto se jedná o jedny z největších provozovatelů v rámci počtu ČOV do 2000 EO obecně. Vyplněné dotazníky jsem dostal pouze od firem Moravská vodárenská, a.s. a 1. SčV, a.s. Údaje slouží pouze pro dílčí výpočty a na jejich základě není vytvářena žádná podrobná analýza. Provozovatelé, od kterých jsem informace získal, obsluhují podle evidence desítky ČOV 50–2000 EO. 1. SčV, a.s. provozuje 26 ČOV a Moravská vodárenská, a.s. 17 ČOV. Žádal jsem je o průměrné hodnoty nákladů spojených se zpracováním kalu.

Na základě poskytnutých informací uvádím průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích vynaložené za zpracování kalu u jiné ČOV, průměrnou dojezdovou vzdálenost

vozidel do místa zpracování a cenu za jeden kilometr odvozu. Ostatní informace, jako produkce kalu se dají získat z evidencí VÚPE. Výsledky uvádím v tabulce.

Tab. 5.6 Průměrné náklady na zpracování kalu na jiné ČOV, dotazy na provozovatele [36][37]

Průměrné náklady spojené se zpracováním kalu na jiné ČOV			
kategorie	cena za odvoz [Kč/km]	dojezdová vzdálenost [km]	cena za zpracování [Kč/m³]
kategorie I	28,2	8,6	105,5
kategorie II	26,3	17,4	216,3
kategorie III	27,7	11,5	175,0
průměr celkem	27,4	12,5	165,6

Velké firmy, které jsem oslovil, mohou kal zpracovávat na jimi provozovaných větších ČOV a transport provádět vlastními vozidly. Cena se proto může nepatrně lišit u provozovatele na lokální úrovni a daleko větších v rámci jedné vodohospodářské společnosti (ČOV Výšovice vlastní a provozuje Svazek obcí ČOV Výšovice).

Dojezdová vzdálenost je velice individuální. Může činit od několika málo až po desítky kilometrů.

Cena za zpracování vychází z výsledků dotazníků. Každá ČOV zpracovávající kal z jiných provozů si vytváří vyčíslení nákladů sama. Proto se mohou hodnoty poněkud lišit.

Všechny 3 údaje ale zhruba odpovídají vyčíslení na ČOV Výšovice s relativně akceptovatelnou odchylkou.

5.2.3 Náklady ČOV do 2000 EO s kalovou koncovkou a bez kalové koncovky

V případě, že ČOV vlastní kalovou koncovku, výrazně se jí zvedají náklady spojené se spotřebou elektrické energie a servisem jednotlivých zařízení, nákupem různých chemikálií (flokulantů) a servisních kapalin do mechanických zařízení. Na druhou stranu se jí sníží náklady spojené s převozem a ukládáním kalu. Je potřeba také započítat investici do zařízení.

Náklady na strojní odvodnění kalu dle generátoru firmy ASIO, spol. s.r.o.

Firma ASIO, spol. s.r.o. nabízí na internetových stránkách ke stažení generátor pro výpočet návratnosti nákupu a provozu odvodňovacího zařízení pro ČOV ve formátu Excel [38]. V generátoru se dají individuálně nastavit jednotlivé parametry:

- počet připojených EO,

- produkce sušiny kalu na EO/rok,
- spotřeba flokulantu na 1 kg sušiny,
- investiční náklady na stavební část,
- náklady na obsluhu,
- cena likvidace kalu a zpracování kalu,
- náklady na dopravu,
- vzdálenost odvozu,
- cena za provozní vodu a el. energii,
- cena za 1 kg flokulantu.

Další položky jsou získány výpočtem, ale samozřejmě je možnost nahradit je pevnou hodnotou. Na generátoru jsem provedl menší korekce. Hltnost odstředivky je udávána 1 m³/hod. PBS Velká Bíteš udává hltnost na dekantační odstředivce typu DO 250 1-4 m³/hod [39], z praxe na ČOV Výšovice je hltnost zhruba 3 m³/hod [15], do generátoru tedy zadávám hodnotu 2,5 m³/hod. Další opravu jsem provedl v rámci nákladů spojených s transportem a uložením. Hodnoty udávané firmou ASIO, spol. s.r.o. se neshodují s cenou za zpracování a odvoz získanou na základě dotazů. Upravuji tedy hodnoty podle průměrné částky zjištěné na základě dotazů a praxe na ČOV Výšovice. Cena za zpracování 160 Kč/m³, cena za uložení odpadu 550 Kč/t, náklady na dopravu 27,5 Kč/km. Vzdálenost na cestu v jednom směru v generátoru zadali pracovníci z ASIO na 30 km, tedy 60 km celkem. Tuto hodnotu upravuji na 15 km. Náklady na pořízení dekantační odstředivky upravuji na základě dotazů do firmy na 1 475 000 Kč, včetně nákladů na instalaci, flokulační jednotku, rozvody, nároky na stavební část a jiné. Takto upravuji i investiční náklady pro spirálový dehydrátor, celková cena činí 975 000 Kč [40].

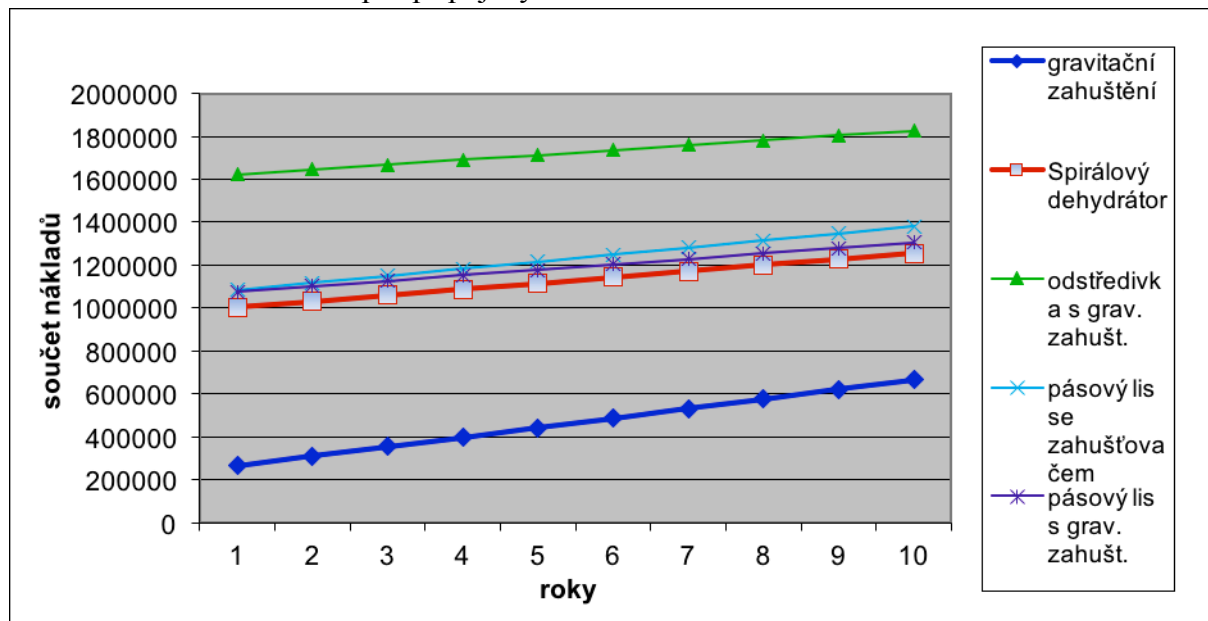
Po zadání hodnot do generátoru (jednotlivé variace jsou uvedeny v příloze jako Přílohy 3–6) vychází náklady spojené s odvodněním kalu a transportem pro zpracování nebo uložení pro ČOV do 2000 EO:

Tab. 5.7 Rozdíl nákladů na kalovou koncovku, generátor ASIO, spol. s.r.o.

Rozdíl nákladů podle generátoru firmy ASIO, spol. s.r.o. [Kč/rok]					
počet připojených EO	gravitační zahuštění + zpracování	Spirálový dehydrátor + uložení	odstředivka s grav. zahušt. + uložení	pásový lis se zahušťovačem + uložení	pásový lis s grav. zahušt. + uložení
500	44 654	28 070	22 605	32 987	25 485
1000	89 307	56 140	45 210	65 974	50 970
1500	133 961	84 209	67 814	98 961	76 455
2000	178 615	112 279	90 419	131 948	101 940

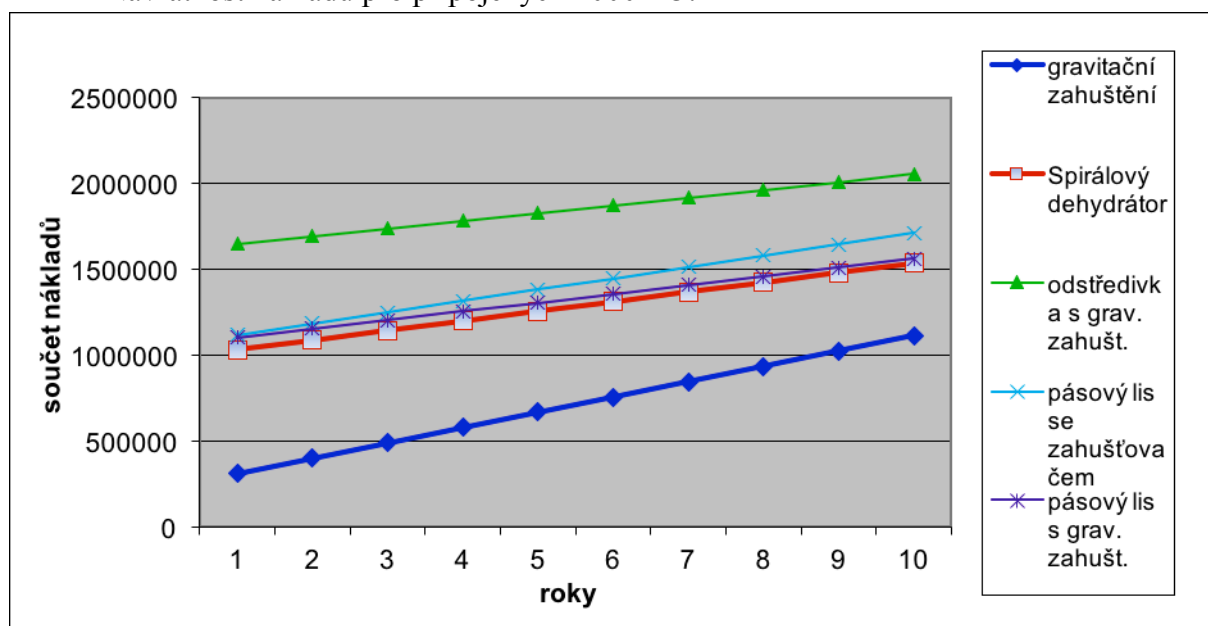
Generátor firmy ASIO, spol. s.r.o. nabízí možnost grafického zobrazení návratnosti investice za 10 let provozu při různých způsobech odvodnění kalu a jeho uložení, případně zpracování na jiné ČOV.

Návratnost nákladů pro připojených 500 EO.



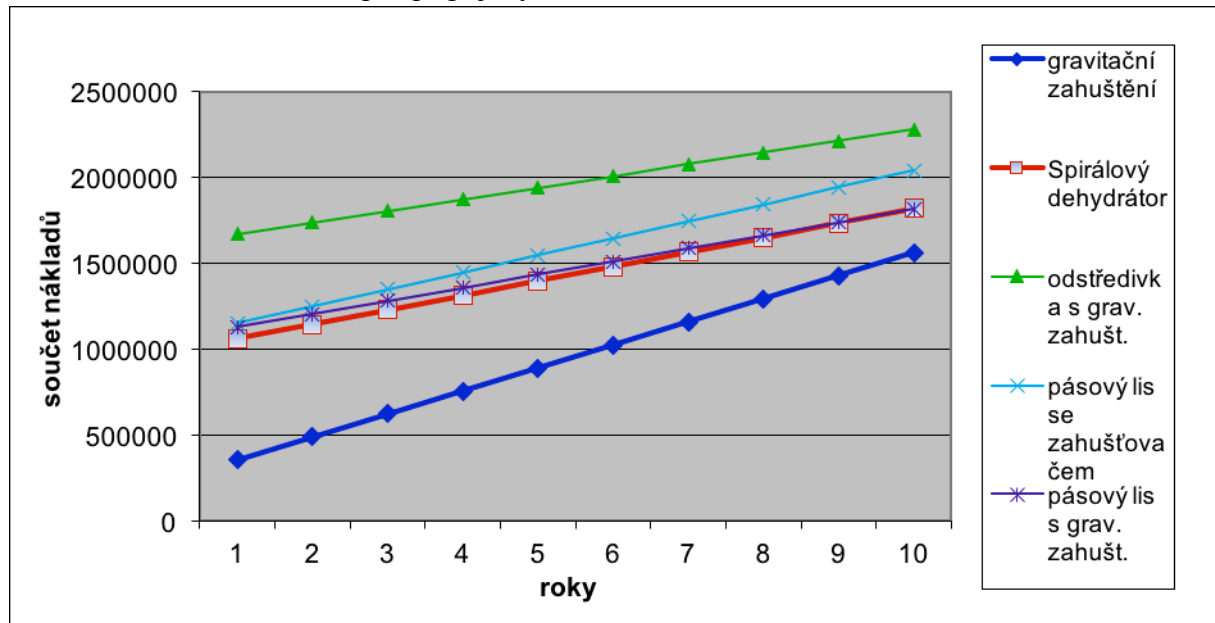
Obr. 5.5 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 500 EO

Návratnost nákladů pro připojených 1000 EO.



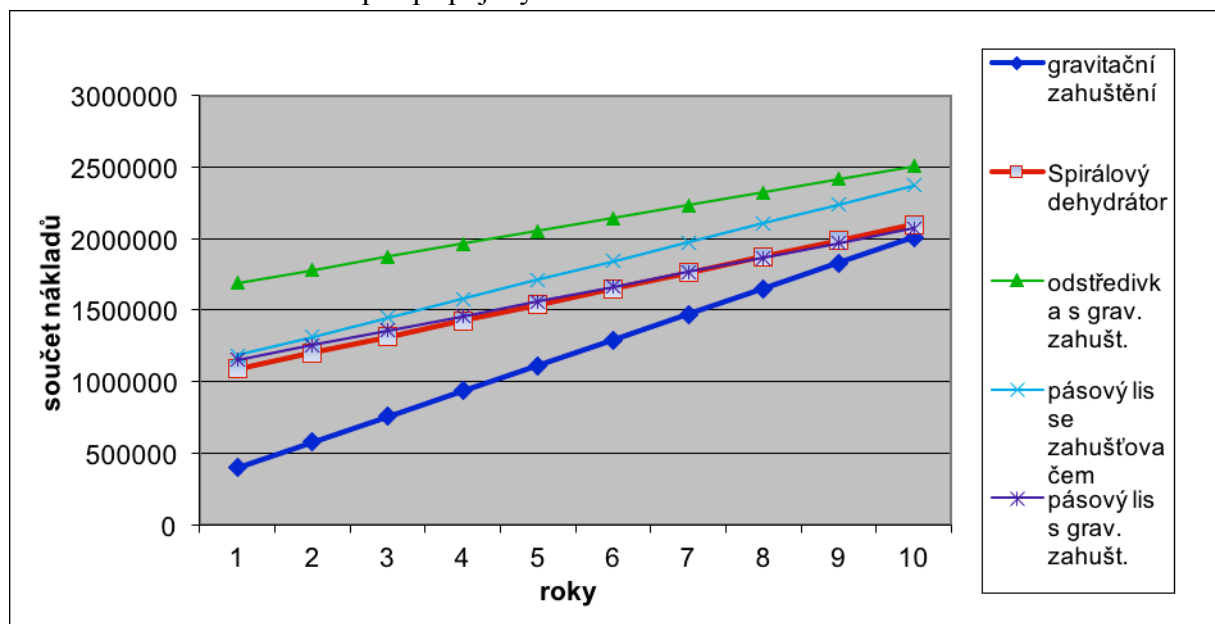
Obr. 5.6 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 1000 EO

Návratnost nákladů pro připojených 1500 EO.



Obr. 5.7 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 1500 EO

Návratnost nákladů pro připojených 2000 EO.



Obr. 5.8 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 2000 EO

Na základě výsledků z generátoru se dá usoudit, že odvodňování kalu na ČOV pod 1000 EO je na hranici úsporného provozu. Při použití nejlevnější dostupné technologie ke strojnímu odvodnění, kterou je podle výsledků spirálový dehydrátor, je u ČOV o připojených 500 EO návratnost 45 let. S návratností kolem 30 let jsem se setkal až u ČOV o 750 připojených EO. I v tomto případě je na zvážení, jestli se provozovateli vyplatí kal odvodňovat, jelikož s provozem zařízení je spojena pracovní síla, administrativní práce,

neplánované servisy apod. U ČOV o 1000 EO se dá konečně říct, že odvodňování kalu v případě použití vhodné technologie je hospodárné. Zde je návratnost okolo 20 let.

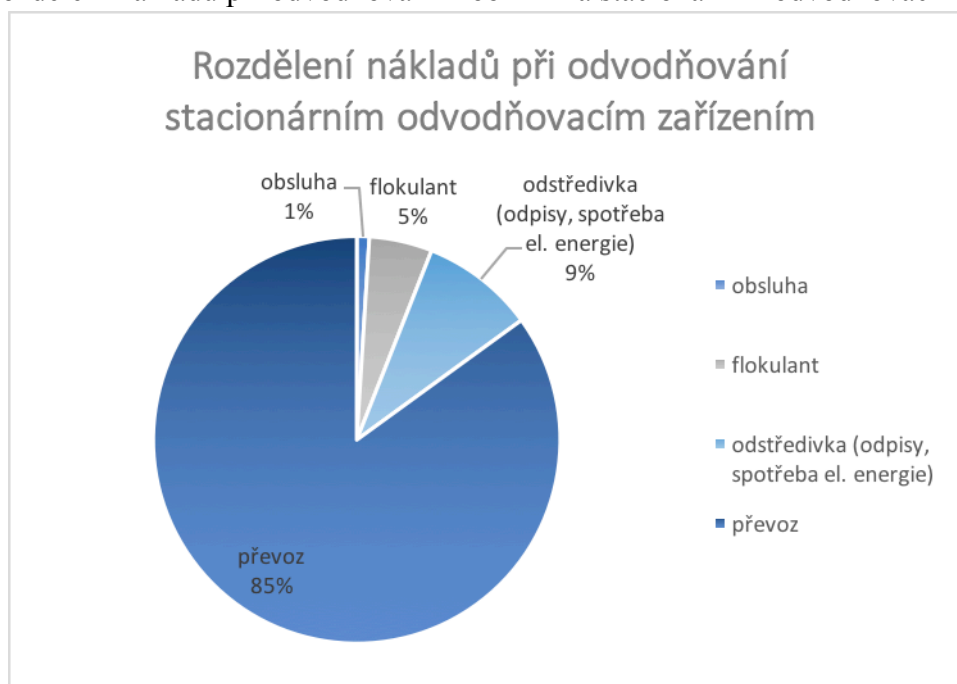
Náklady na strojní odvodnění dle SMVAK, a.s.

Firma Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s. poskytuje na internetové stránce [41] prezentaci, kde se autoři v roce 2010 zabývali výhodností provozu kalové koncovky na ČOV 500 do 10 000 EO.

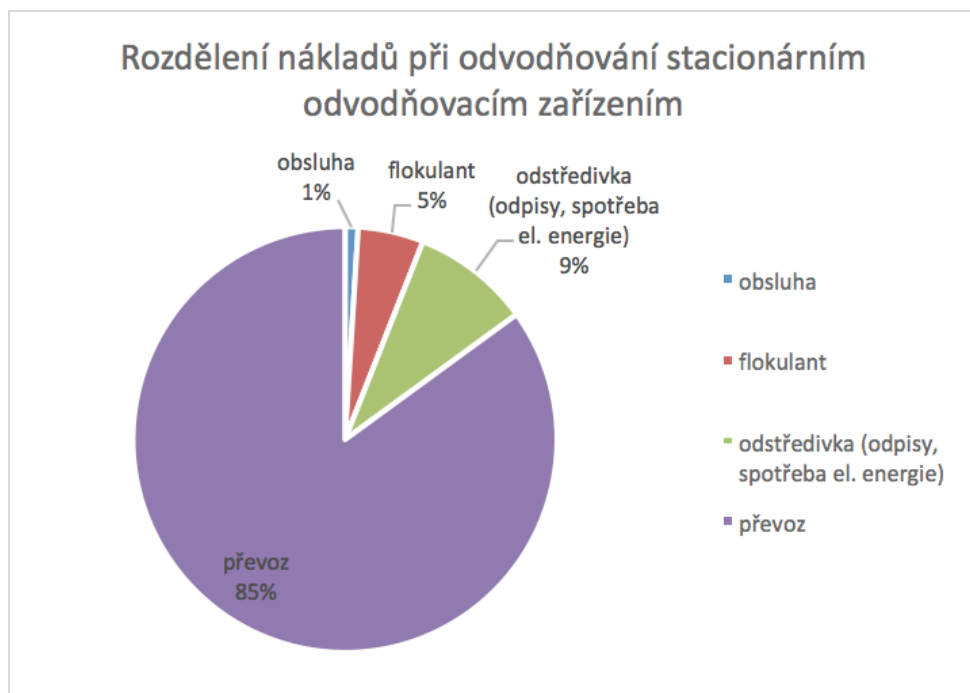
ČOV, které firma SMVAK provozuje, využívají k odvodnění kalu následující metody:

- převoz tekutého kalu na větší ČOV se stacionárním odvodňovacím zařízením,
- mobilní odvodňovací zařízení,
- malé stacionární odvodňovací zařízení,
- pytlovací zařízení,
- kalová pole.

Rozdělení nákladů při odvodňování mobilním a stacionárním odvodňovacím zařízením:



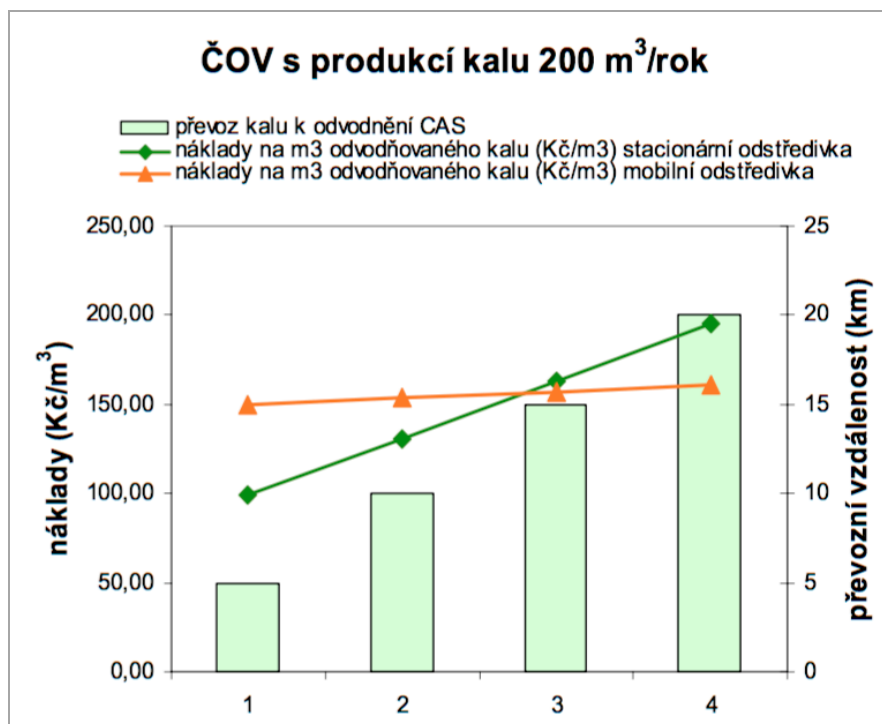
Obr. 5.9 Graf rozdělení nákladů při odvodnění kalu stacionárním zařízením [41]



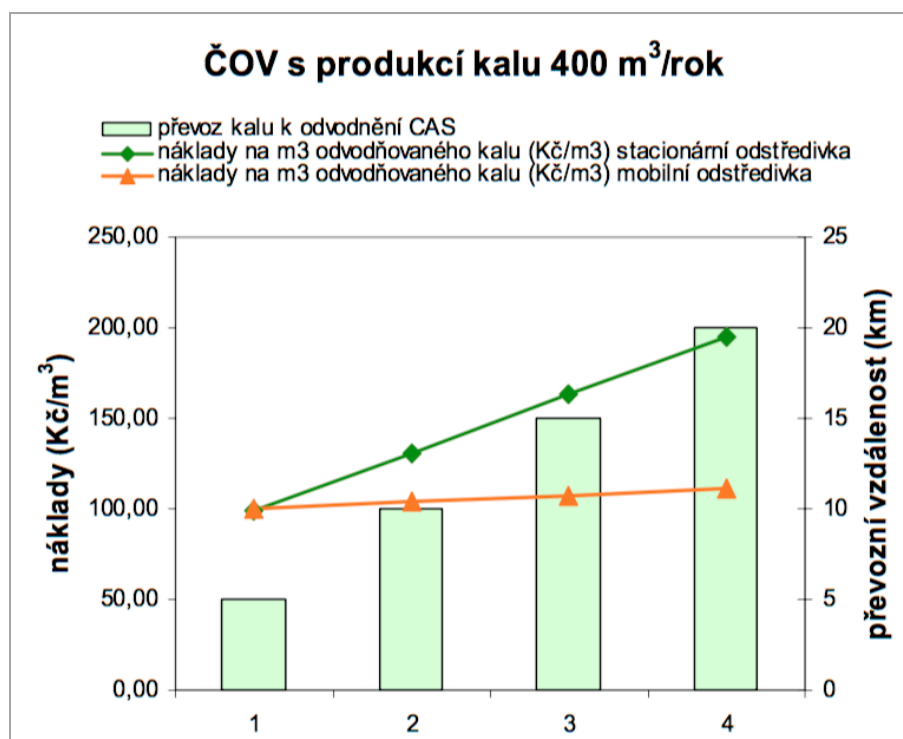
Obr. 5.10 Graf rozdělení nákladů při odvodnění kalu mobilním zařízením [41]

Firma také v prezentaci uvádí ekonomické posouzení odvodňování kalu při převozu na větší ČOV se stacionárním odvodňovacím zařízením a mobilním odvodňovacím zařízením. Jednotlivé kategorie jsou rozděleny podle množství produkovaného kalu o podílu sušiny 2,5 %. Firma ASIO, spol. s.r.o. udává průměrnou produkci 2,5 % kalu 0,302 m³/EO/rok. Prostřednictvím zástupce firmy WPL Limited mi bylo sděleno, že firma používá pro své interní technologické výpočty hodnotu 0,34 m³/EO/rok [42]. Počítám tedy s průměrnou produkcí 0,32 m³/EO/rok:

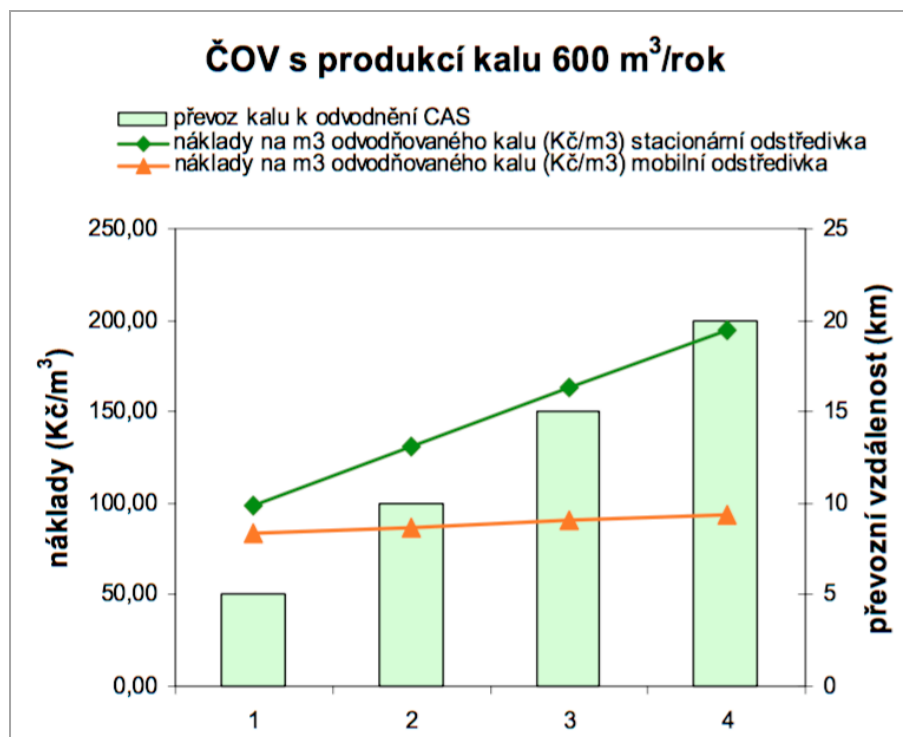
- 200 m³/rok – ekvivalent 625 EO
- 400 m³/rok – ekvivalent 1250 EO
- 600 m³/rok – ekvivalent 1875 EO



Obr. 5.11 Graf nákladů na zpracování kalu pro ČOV s produkcí 200 m³/rok [41]



Obr. 5.12 Graf nákladů na zpracování kalu pro ČOV s produkcí 400 m³/rok [41]



Obr. 5.13 Graf nákladů na zpracování kalu pro ČOV s produkcí 600 m³/rok [41]

Závěrem tedy vyplývá, že u ČOV s produkcí kalu 200 m³/rok se vyplatí odvázet tekutý kal na větší ČOV se stacionárním zařízením do vzdálenosti 15 km. Při větší vzdálenosti je výhodnější použít mobilního zařízení. U ČOV s produkcí kalu 400 m³/rok je to ekonomicky výhodnější pouze v případě transportu na vzdálenost do 5 km. Pro ČOV s produkcí kalu 600 m³/rok se vždy vyplatí mobilní odvodňovací zařízení.

V praxi se ovšem vyskytují problémy. U ČOV do 200 m³ kalu/rok a vzdáleností větší než 15 km bývá při použití mobilního odvodňovacího zařízení problém s kapacitou aeračního zařízení a manipulačním prostorem. U ČOV nad 600 m³ kalu/rok se může vyskytnout problém s nedostatečnou kapacitou kalojemů.

Závěrečné hodnocení kalových koncovek ČOV do 2000 EO

Pan Ing. Jan Foller ve svém článku z března 2010 *Zásady úsporného provozu kalového hospodářství ČOV* na základě výpočtů udává výhodný provoz při využití mobilního odvodňovacího zařízení typu dekantační odstředivky DO 250 v jedné směně u ČOV od 1500 EO bez vyrovnávací jímky, kam by se mohl fugát vypouštět a u ČOV s vyrovnávací jímkou 12 m³ už od 800 EO [43].

Výpočty pana Ing. Follera zhruba odpovídají výpočtům z generátoru firmy ASIO a hodnotám vyplývajících z grafů firmy SMVAK.

Generátor z ASIO nekalkuluje s možností využití mobilního odvodňovacího zařízení. Při použití takové metody strojního odvodnění dochází k rozložení investičních a provozních

nákladů na provoz více ČOV, a často tento koncept bývá výhodnější než u stacionárního odvodňovacího zařízení. Záleží samozřejmě na vzdálenosti mezi jednotlivými objekty, objemu kalojemů a četností transportu zařízení na jednotlivé ČOV.

Obecně se tedy dá říct, že u ČOV pod 700–800 EO se vyplatí odvážet kal ke zpracování na větší ČOV se stacionárním odvodňovacím zařízením na vzdálenost 10–15 km. Pro ČOV kategorie 800–1500 připojených EO je výhodnější mobilního odvodňovacího zařízení v případě, že vzdálenost pro zpracování na jiné ČOV přesahuje 5 km, v tomto případě ovšem záleží na objemu vyrovnávací jímky a kalojemů. U ČOV kategorie 1500–2000 připojených EO se téměř vždy vyplatí použití mobilního odvodňovacího zařízení.

V případě použití stacionárního odvodňovacího zařízení je hranice hospodárnosti u ČOV nad 1000 připojených EO a vzdálenosti transportu 15 km. V takovém případě je návratnost investice do stacionárního odvodňovacího zařízení zhruba 20 let. U ČOV nad 1500 připojených EO je návratnost 15 let. Vzhledem k předpokládané životnosti zařízení 40 let nedoporučuji využívat stacionární odvodňovací zařízení pod hranicí 1500 připojených ekvivalentních obyvatel.

6 ZÁVĚR

V první části porovnání se zabývám obecným zkrácením technicko-ekonomických porovnání. Zohledňuji jakost odpadní vody a jejich vliv na účinnost z různých kanalizačních systémů běžně používaných v České republice a zkrácení porovnání na spotřebu elektrické energie ovlivněné kalovým hospodářstvím na ČOV do 2000 ekvivalentních obyvatel. Pro své posouzení vycházím ze statistiky Ministerstva zemědělství VÚME a VÚPE za roky 2013–2015 pro ČOV i kanalizace.

Z výsledků na porovnání účinnosti odstranění látkového znečištění v různých ukazatelích na základě používaného kanalizačního systému vyplývá, že při technicko-ekonomických porovnáních by se měl jednoznačně brát zřetel převážně na jednotné kanalizace. Přestože alternativní způsoby stokování, jako jsou tlakové a podtlakové systémy, obecně ovlivňují jakost vody oproti gravitačním systémům, je účinnost odstraňování látkového znečištění v ukazatelích ovlivněných oxidačně-redukčními podmínkami s gravitační oddílnou splaškovou kanalizací poměrně vyrovnaná. V těchto ukazatelích vykazují odchylku od gravitační oddílné kanalizace 1–2 %, gravitační jednotná vykazuje o 2–6 % nižší účinnost odstranění BSK₅ a CHSK_{Cr}. Na ukazateli N-NH₄ vykazují ČOV do 2000 EO napojené na alternativní kanalizace účinnost odstranění znečištění o 2–5 % vyšší oproti gravitační oddílné splaškové. ČOV napojené na gravitační jednotnou kanalizaci mají účinnost odstranění amoniakálního dusíku o 1–6 % nižší oproti gravitační oddílné splaškové, respektive 2–11 % nižší oproti tlakovým a podtlakovým způsobům stokování.

Obecně se dá říct, že při technicko-ekonomických porovnáních na účinnost odstranění látkového znečištění, by měli autoři přihlížet k typu kanalizace, na kterou je ČOV napojena, a to nejen vyselektovat alternativní způsoby stokování, ale oddělit i gravitační jednotnou a oddílnou splaškovou kanalizaci. V případě, že to nelze, měli by přihlídnout k možnosti ovlivnění výsledků na odstranění znečištění v různých ukazatelích na základě kanalizačního systému, který na ČOV odpadní vody přivádí.

Při porovnání spotřeby elektrické energie na ČOV do 2000 EO podle způsobu stabilizace a odvodnění kalu na základě VÚME a VÚPE vychází, že aerobní stabilizace navyšuje spotřebu el. energie až o 20–30 % oproti anaerobní či žádné stabilizaci. ČOV s anaerobní nebo žádnou vykazují shodnou spotřebu el. energie s průměrnou odchylkou zhruba 5 %. Pro spotřebu elektrické energie na ČOV do 2000 EO v závislosti na způsobu odvodnění kalu jsou výsledky poměrně vyrovnané. Maximální odchylka dosahuje 10 %. Při gravitačním způsobu odvodnění vykazují ČOV nejmenší spotřebu el. energie oproti žádnému nebo strojnímu odvodnění.

Při technicko-ekonomických porovnáních na spotřebu elektrické energie doporučuji zohlednit i způsob nakládání s kalu. Na ČOV do 2000 EO se podle normy CSN 75 6401 doporučuje aerobní stabilizace. Ta ovlivňuje výsledky na spotřebu el. energie o desítky procent. Pokud autor nezohlední způsoby stabilizace, může dojít k výrazným odchylkám v porovnání technologických linek k čištění odpadní vody. Způsob odvodňování kalu také

může zkusit výsledky na spotřebu el. energie. ČOV do 2000 EO často nemají kalovou koncovku a odváží kal ke zpracování na větší čistírny. To by měli autoři různých porovnání zohledňovat také.

Ve druhé části porovnání se zabývám způsobem zpracování kalu na malých čistírnách odpadních vod. V porovnání pracuji s generátorem na výpočet nákladů z firmy ASIO, spol. s.r.o., představuji prezentaci firmy SMVAK, a.s. pro výpočet hospodárnosti požití kalové koncovky na malých ČOV a přihlížím k výsledkům pana Ing. Jana Follera, který se dlouhodobě zabývá kalovým hospodářstvím, včetně malých čistíren odpadních vod.

Ze zpracovaných údajů vyplývá, že u ČOV do 800 připojených ekvivalentních obyvatel se doporučuje odvážet kal ke zpracování na větší ČOV s kalovou koncovkou, pokud vzdálenost pro transport činí méně než 15 km. V opačném případě doporučuji používat mobilní odvodňovací zařízení, pokud je to možné. V případě ČOV s počtem připojených 800–1500 EO je výhodnější použití mobilního odvodňovacího zařízení už od 5 km. U větších ČOV se vyplatí mobilní odvodňovací zařízení vždy.

U stacionárního odvodňovacího zařízení vykazují výsledky návratnost investice 10 let u největších ČOV do 2000 EO. U ČOV 500–800 připojených EO se takové zařízení nevyplácí, jelikož návratnost investice přesahuje životnost takové technologie. U ČOV s počtem okolo 1000 připojených EO je návratnost investice do stacionárního odvodňovacího zařízení zhruba 20 let.

Vše ovšem záleží na místních podmínkách. Cena za kWh el. energie je v rámci ČR zhruba stejná, lišit se ale mohou náklady na uložení kalu, zpracování kalu na jiné ČOV, je potřeba zohlednit typ použité technologie k odvodnění kalu, pracovní síla a jiné. Výrazně do ceny zasahuje také transportní vzdálenost a způsob odvozu. Každý provozovatel by tedy měl před finálním rozhodnutím zvážit všechny aspekty a vzít v potaz nejen náklady v korunách, ale zvážit i náročnost obsluhy a administrativy. S kalem o podílu sušiny 2,5 % je totiž podle stanoviska Ministerstva životního prostředí nakládáno jako s odpadní vodou a nevztahuje se na ni zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů.

Při zpracování evidencí jsem se často setkal s výraznou chybou v údajích. Administrativní pracovníci, kteří záznamy do evidencí vyplňují, dělají chyby v řádech a zapisují množství kalu jako množství kalu s podílem vody ne v sušině. To platilo také u spotřebované el. energie, množství přitékající odpadní vody na ČOV a dalších ukazatelích. Po korekcích v provozní evidenci (VÚPE) vychází množství kalu o 30 % vyšší oproti údajům z Českého statistického úřadu u let 2013 a 2014. Za rok 2015 byla tato odchylka 10 %. Chybovost vyplňování evidencí potvrzuje nejen moje osobní praxe, ale také pan Ing. Karel Frank, který zpracoval podobnou analýzu produkce kalu na základě VÚPE za rok 2013. Vybrané údaje z provozních a majetkových evidencí obsahují informace o zhruba 2900 ČOV a není v silách žádného jedince, aby každý údaj zpětně ověřoval. Pokud tak neučiní přímo osoby, které evidence zpracovávají nebo úředníci, kteří evidence přebírají,

budou porovnání vycházející z hodnot v nich uváděných vykazovat značnou odchylku od skutečného stavu.

BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

Legislativní podklady

- [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
- [3] Směrnice Rady ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod
- [4] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- [5] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- [7] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- [8] Zákon č. 367/1990 Sb., o obcích (obecní zřízení)
- [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
- [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)
- [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)
- [12] Vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

Normy

- [24] ČSN 75 6401: *Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel*, Praha: Český normalizační institut, 2006, 36 stran
- [25] ČSN 75 6402: *Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel*, Praha: Český normalizační institut, 1997, 28 stran

Odborná literatura

- [1] Odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí; Ing. Veronika JÁGLOVÁ; Mgr. Martin ŠNAJDR; kolektiv autorů: *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel* [online], Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2009, 87 stran, Dostupné z:
<[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)>
- [6] *Koncepce vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství do roku 2015* [online], Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011, 31 stran, Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/web/file/141438/Koncepce_VHP_MZE_2015_vc_uv927_11.pdf>
- [14] Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.: *Metodika nastavení provozovatelských vztahů mezi obcemi a provozovateli vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu v Jihočeském kraji* [online], 2010, 53 stran, Dostupné z:
<http://www.kraj-jihocesky.cz/1573/metodika_nastaveni_provozovatelskych_vztahu_mezi_obcemi_a_provozovateli_vak.htm>
- [17] Odbor vodovodů a kanalizací: *VODOVODY KANALIZACE ČR*, Praha: Ministerstvo zemědělství, 2016, 44 stran, ISBN 978-80-7434-326-1
- [18] doc. Ing. Petr Hlavínek, CSc., Ing. Radim Mífek: *Rozdíly v kvalitě a kvantitě odpadních vod podle způsobu odkanalizování a vliv těchto vod na ČOV* [online], poslední revize 30. 1. 2012, Dostupné z:
<<http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8241-rozdily-v-kvalite-a-quantite-odpadnich-vod-podle-zpusobu-odkanalizovani-a-vliv-techto-vod-na-cov>>
- [19] doc. Ing. Jaroslav RAČLAVSKÝ, Ph.D.; Ing. Petr HLUŠTÍK, Ph.D.: *VYBRANÉ STATĚ ZE STOKOVÁNÍ A ČOV, MODUL 01, A – STOKOVÁNÍ, B – ČOV*, Brno: VUT v Brně, 2009, 256 stran
- [20] Ing. Josef BERÁNEK; Ing. Petr PRAX: *Tlaková kanalizace*, NOEL 2000 s.r.o., 1998, 110 stran
- [21] Ing. Miloslav DRTIL, CSc.; Ing. Miroslav HUTŇAN, CSc.: *Technologický projekt – část Procesy a technológie čištění odpadových vod*, Bratislava: NOI, 2007, 214 stran, ISBN 978-80-89088-57-7
- [23] Bc. Jan KABELKA: *Nakládání s odpadními vodami v obci do 2000 EO*, Brno 2011, 84 stran, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

- [29] Ing. Jan BENEŠ: Syntetické polymerické flokulanty zlepšují účinnost separačního procesu, *EKODYSK* [online], Dostupné z: <<http://www.mzp.cz/ris/ais-ris-info-copy.nsf/da28f37425da72f7c12569e600723950/bf9d25beb0550570c1256c370072c962?OpenDocument>>
- [30] Project on Urban Reduction of Eutrophication (PURE), c/o Union of the Baltic Cities Environment Commission, Vanha Suurtori 7, FIN-20500 Turku, Finland: *GOOD PRACTICES IN SLUDGE MANAGEMENT* [online], 2012, 19 stran, Dostupné z: <http://www.purebalticsea.eu/index.php/gpsm:good_practices>
- [32] Ing. Filip WARNER, Ph.D.: SOVAK ČR zahájil širokou diskusi o možnosti využití thermochemických procesů při zpracování kalů v čistírenské praxi, *SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací* [online], číslo 10/2016, 298 stran, Dostupné z: <<http://www.sovak.cz/cfs/files/files/DTmYMnd2FXsnLYKp2/Wanner72.pdf>>
- [33] ECO trend Research centre s.r.o.: *Optimalizace nakládání s kaly z komunálních čistíren odpadních vod, Oddíl I, Analytická část* [online], 2015, 112 stran, Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/\\$FILE/OODP-Oddil_I_1_Analyticka%20cast-20160810.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/$FILE/OODP-Oddil_I_1_Analyticka%20cast-20160810.pdf)>
- [34] Ing. Karel FRANK, Analýza produkce kalů z čistíren odpadních vod o velikosti méně než 2 000 připojených obyvatel, *SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací* [online], číslo 10/2015, 318 stran, Dostupné z: <<http://www.sovak.cz/cfs/files/files/DTmYMnd2FXsnLYKp2/Wanner72.pdf>>
- [43] Ing. Jan FOLLER: Zásady úsporného provozu kalového hospodářství ČOV, *The Czech Water Association* [online], 2010, 8 stran, Dostupné z: <<http://os-rep.cz/wa.cz/index.php/clanky-prednasky/16-zasady-usporneho-provozu-kaloveho-hospodastvi-ov.html>>

Ostatní zdroje

- [13] Český statistický úřad: *Tab. 02.07 Vodovody a kanalizace v České republice* [online], Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/32955062/32018116_0207.pdf/3fa6f52d-abd8-4077-9a7a-9f32d240f9ca?version=1.0>
- [16] Ministerstvo životního prostředí: *Operační program Životní prostředí 2014–2020* [online], Dostupné z: <<http://www.opzp.cz/o-programu/>>
- [22] Ministerstvo životního prostředí: *Kaly z čistíren odpadních vod* [online], Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/kaly_cistiren_odpadnich_vod>

- [26] Huber CS spol. s.r.o.: *HUBER Sítopásový lis B-PRESS* [online], Dostupné z: <<http://www.huberacs.cz/cz/produkty/zpracovani-kalu/odvodneni/huber-sitopasovy-lis-b-press.html>>
- [27] ASIO, spol. s.r.o.: *DEKANTAČNÍ ODSTŘEDIVKY* [online], Dostupné z: <<http://www.asio.cz/cz/dekantacni-odstredivky>>
- [28] ASIO, spol. s.r.o.: *AS-DEHYDRÁTOR* [online], Dostupné z: <<http://www.asio.cz/cz/as-dehydrator>>
- [31] Eurostat, Statistický úřad EU: *Sewage sludge production and disposal from urban wastewater (in dry substance (d.s))* [online], Dostupné z: <<http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/environment/water/main-tables>>
- [35] Ministerstvo životního prostředí: *Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k čištění městských odpadních vod ve smyslu zákona č. 223/2015 Sb.* [online], 2016, Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/sdeleni_odboru_odpadu_223_2015/\\$FILE/OODP-sdeleni-20160120.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/sdeleni_odboru_odpadu_223_2015/$FILE/OODP-sdeleni-20160120.pdf)>
- [38] ASIO, spol. s.r.o.: *Navratnost odvodnění as dehydrator* [online], Dostupné z: <www.asio.cz/?download=/_volute/navratnost_odvodneni_as-dehydrator.xls>
- [39] PBS Velká Bíteš, a.s.: *Dekantační odstředivky* [online], Dostupné z: <<http://www.pbsvb.cz/zakaznicka-odvetvi/separace/dekantacni-odstredivky>>
- [41] Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s.: *Odvodňování čistírenských kalů z čistíren odpadních vod v kategorii 500 – 10 000 EO u společnosti SmVaK Ostrava a.s.* [online], Dostupné z: <<http://www.vakinfo.cz/konference-sovak-2010/prezentace/kalova-koncovka-cov>>

Osobní konzultace

- [15] Ing. Mgr. Miloslav KŘÍŽ, Obecní úřad Dobrochov, Dobrochov 43, 798 07, Datum komunikace: 23. 12. 2016
- [36] Ing. Marta URBÁNKOVÁ, technolog specialista pro oblast Olomouc a Prostějov, MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s., Tovární 41, 779 00 Olomouc, Datum komunikace: 5. 1. 2017
- [37] Ing. Lucie KOCOURKOVÁ, specialista-vodohospodář, 1.SčV, a.s., Ke Kablu 971, 100 00 Praha 10, IČ: 47549793, Provoz Příbram: Novohospodská 93, 261 01 Příbram IX, Datum komunikace: 5. 1. 2017
- [40] Ing. Ondřej UNČOVSKÝ, ASIO, spol. s r.o., Kšírova 552/45, 619 00 Brno, Datum komunikace: 18. 12. 2016

- [42] Bc. Jaromír PLOTICA, WPL Limited, Česká pobočka, Polní 2498/5 Opava, Předměstí, 746 01, Česká republika, Datum komunikace: 6. 1. 2017

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l [9]	23
Tab. 2.2 Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v % [9]	24
Tab. 4.1 Koncentrace znečištění v ukazateli – kat. I	47
Tab. 4.2 Koncentrace znečištění v ukazateli – kat. II	48
Tab. 4.3 Koncentrace znečištění v ukazateli – kat. III	48
Tab. 4.4 Koncentrace znečištění v ukazateli – průměr	49
Tab. 4.5 Průměrná koncentrace znečištění v ukazateli dle [18]	51
Tab. 4.6 Průměrná koncentrace znečištění v daném ukazateli dle [19]	51
Tab. 4.7 Průměrná koncentrace znečištění dle [20]	52
Tab. 4.8 Účinnost odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. I	54
Tab. 4.9 Účinnost odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. II	54
Tab. 4.10 Účinnost odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. III	55
Tab. 4.11 Účinnost odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – průměr	56
Tab. 4.12 Počet ČOV podle způsobu stabilizace kalu	66
Tab. 4.13 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – kat. I	66
Tab. 4.14 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – kat. II	67
Tab. 4.15 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – kat. III	68
Tab. 4.16 Spotřeba el. energie na ČOV podle stabilizace kalu – průměr	69
Tab. 4.17 Počet ČOV podle způsobu odvodnění kalu	70
Tab. 4.18 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – kat. I	71
Tab. 4.19 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – kat. II	71
Tab. 4.20 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – kat. III	72
Tab. 4.21 Spotřeba el. energie na ČOV podle odvodnění kalu – průměr	73
Tab. 4.22 Průměrná spotřeba el. energie na ČOV podle kombinace stabilizace/odvodnění kalu	75
Tab. 5.1 Průměrná produkce sušiny kalu 1 kg/EO/rok, VÚPE 2013–2015	77
Tab. 5.2 Produkce sušiny kalu na ČOV 50–2000 EO, VÚPE 2013–2015	81
Tab. 5.3 Produkce sušiny kalu na 1 připojeného obyvatele podle velikosti ČOV, VÚPE 2013 [34]	83
Tab. 5.4 Rozdělení ČOV podle počtu připojených obyvatel, VÚPE 2013 [34]	84
Tab. 5.5 Vyčíslení nákladů na likvidaci kalové vody na ČOV Výšovice [15]	86
Tab. 5.6 Průměrné náklady na zpracování kalu na jiné ČOV, dotazy na provozovatele [36][37]	87
Tab. 5.7 Rozdíl nákladů na kalovou koncovku, generátor ASIO, spol. s.r.o.	88

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 4.1 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – kat. I	47
Obr. 4.2 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – kat. II.....	48
Obr. 4.3 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – kat. III	49
Obr. 4.4 Graf koncentrací OV na přítoku dle ukazatele znečištění – průměr.....	50
Obr. 4.5 Graf účinnosti odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. I	54
Obr. 4.6 Graf účinnosti odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. II.....	55
Obr. 4.7 Graf účinnosti odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – kat. III.....	56
Obr. 4.8 Graf účinnosti odstranění znečištění v ukazateli podle kanalizace – průměr	57
Obr. 4.9 Sítopásový lis [26]	62
Obr. 4.10 Dekantační odstředivka [27].....	62
Obr. 4.11 Spirálový dehydrátor [28].....	63
Obr. 4.12 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– kategorie I.....	67
Obr. 4.13 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– kategorie II	68
Obr. 4.14 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– kategorie III	69
Obr. 4.15 Graf spotřeby elektrické energie podle stabilizace kalu– průměr	70
Obr. 4.16 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – kategorie I.....	71
Obr. 4.17 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – kategorie II	72
Obr. 4.18 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – kategorie III	73
Obr. 4.19 Graf spotřeby elektrické energie podle odvodnění kalu – průměr	74
Obr. 4.20 Graf průměrné spotřeby elektrické energie dle kombinace stabilizace/odvodnění kalu.....	75
Obr. 5.1 Graf vývoje produkce kalu na všech ČOV, VÚPE 2013–2015.....	77
Obr. 5.2 Graf vývoje produkce kalu v ČR [31]	79
Obr. 5.3 Graf vývoje produkce kalu v ČR [32]	80
Obr. 5.4 Graf vývoje produkce kalu na ČOV 50–2000 EO, VÚPE 2013–2015	82
Obr. 5.5 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 500 EO	89
Obr. 5.6 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 1000 EO	89
Obr. 5.7 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 1500 EO	90
Obr. 5.8 Návratnost nákladů na zpracování kalu pro 2000 EO	90
Obr. 5.9 Graf rozdělení nákladů při odvodnění kalu stacionárním zařízením [41]	91
Obr. 5.10 Graf rozdělení nákladů při odvodnění kalu mobilním zařízením [41]	92
Obr. 5.11 Graf nákladů na zpracování kalu pro ČOV s produkcí 200 m ³ /rok [41].....	93
Obr. 5.12 Graf nákladů na zpracování kalu pro ČOV s produkcí 400 m ³ /rok [41].....	93
Obr. 5.13 Graf nákladů na zpracování kalu pro ČOV s produkcí 600 m ³ /rok [41].....	94

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BSK	.....	Biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní
$C_{i,odtok}$	.....	Znečištění vod odtékajících do recipientu [t/rok]
$C_{i,přítok}$	.....	Znečištění odpadních vod přitékající na ČOV [t/rok]
$C_{prům}$	.....	Průměrná hodnota znečištění dle typu kanalizace [mg/l]
CHSK	.....	Chemická spotřeba kyslíku
ČOV	.....	Čistírna odpadních vod
ČR	.....	Česká republika
ČSN	.....	Česká státní norma
ČSÚ	.....	Český statistický úřad
DČJ	.....	Domovní čerpací jímka
DČOV	.....	Domovní čistírna odpadních vod
DO	.....	Dekantační odstředivka
EO	.....	Ekvivalentní obyvatel
EU	.....	Evropská unie
HZS	.....	Hodinová zúčtovací sazba
Kč	.....	Korun českých
MS	.....	Mělnící systém
MZe	.....	Ministerstvo zemědělství
MŽP	.....	Ministerstvo životního prostředí
η_i	.....	Účinnost odstranění látkového znečištění [%]
n	.....	Počet ČOV podle typu v kategorii [ks]
N_{celk}	.....	Celkový dusík
N-NH ₄	.....	Amoniakální dusík
NL	.....	Nerozpuštěné látky
OPŽP	.....	Operační program životního prostředí
OV	.....	Odpadní voda
P_{celk}	.....	Celkový fosfor
PFO	.....	Plán financování obnovy
PRVKÚK	.....	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací území kraje
$Q_{i,přítok}$	.....	Množství vody přitékající na ČOV [tis. m ³ /rok]
SMP	.....	Systém s mechanickým předčištěním
SOVAK	.....	Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR
SPŽP	.....	Státní politika životního prostředí
SZIF	.....	Státní zemědělský intervenční fond
TNV	.....	Technické normy vodního hospodářství
ÚP	.....	Územní plán
ÚPD	.....	Územně plánovací dokumentace
USA	.....	United States of America (Spojené státy americké)
VÚME	.....	Vybrané údaje majetkové evidence
VÚPE	.....	Vybrané údaje provozní evidence
$W_{prům}$	.....	Průměrná spotřeba elektrické energie na 1 m ³ vyčištěné OV [kWh/m ³]
ZVak	.....	Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Tabulka 1a: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l [9]
- Příloha 2: Tabulka 1b: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v % [9]
- Příloha 3: Výpočet návratnosti strojního zahuštění kalu oproti gravitačnímu zahuštění, generátor ASIO, spol. s.r.o., pro 500 EO
- Příloha 4: Výpočet návratnosti strojního zahuštění kalu oproti gravitačnímu zahuštění, generátor ASIO, spol. s.r.o., pro 1000 EO
- Příloha 5: Výpočet návratnosti strojního zahuštění kalu oproti gravitačnímu zahuštění, generátor ASIO, spol. s.r.o., pro 1500 EO
- Příloha 6: Výpočet návratnosti strojního zahuštění kalu oproti gravitačnímu zahuštění, generátor ASIO, spol. s.r.o., pro 2000 EO

SUMMARY

Authors of technical and economics comparisons should take into account the type of sewerage, which is connected to wastewater treatment plants, and not just select for alternative ways sewerage, but also separate gravity combined and separate sewer system. If it can not, they should take into account the possibility of influencing the results of pollution control in various indicators based on the sewerage system at the WWTP effluent fed.

When technical and economics comparisons power consumption recommend to take into account the method of sludge disposal. CSN 75 6401 recommends aerobic stabilization at the waste water treatment plant to 2,000 inhabitants. It affects the results of the energy consumption by more than ten percent. If the author disregarded methods of stabilization, it may be large deviations in the comparison process for technology for purifying the waste water. Method of dewatering sludge may also distort the results of power consumption. WWTP up to 2,000 inhabitants often do not dare sludge terminal and sludge processing at larger plants. This should authors also consider the comparison.

From the processed data show that the WWTP to 800 connected population equivalents is recommended to collect sludge processing to a larger WWTP sludge terminal, if the distance for transport is less than 15 km away. Otherwise, I suggest using a mobile dewatering equipment, if possible. In the case of wastewater treatment plants with the number of connected 800-1500 PE it is preferable to use a mobile dewatering equipment since 5 km. For larger WWTP is worth a mobile dewatering facility at all times.

For stationary dewatering plant results show a return on investment of 10 years at the largest wastewater treatment plants up to 2000 PE. For WWTP 500-800 attached PE such equipment is unprofitable, because the return on investment exceeds the lifetime of such technology. For WWTP with a number of about 1,000 connected PE return on investment in a stationary dewatering plant for about 20 years.

PŘÍLOHY

Příloha 1

Emisní standardy: přípustné hodnoty (p)³, maximální hodnoty (m)⁴ a hodnoty průměru⁵ koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l [9]

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺		N _{celk}		P _{celk}	
	p	m	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m
< 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	3	8
2001 - 10 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
10 001 - 100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
> 100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

³ Uváděné přípustné koncentrace „p“ nejsou aritmetické průměry za kalendářní rok a mohou být překročeny v povolené míře podle hodnot uvedených v příloze 5. k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

⁴ Uváděné maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku uvedený v tabulce 1 přílohy č. 4 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v souladu se stanovením hodnoty „p“.

⁵ Uváděné hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročeny. Počet vzorků odpovídá ročnímu počtu vzorků stanovenému vodoprávním úřadem. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Příloha 2

Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku)⁶⁷ v % [9]

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	-	-
2001 - 10 000	75	85	60	-	70
10 001 - 100 000	75	85	-	70	80
> 100 000	75	85	-	70	80

⁶ Účinnost čištění vztahovaná k zátěži na přítoku do čistírny odpadních vod.

⁷ Uváděné přípustné hodnoty účinnosti čištění mají charakter „p“ hodnot a mohou být v povoleném počtu jednotlivých stanovení nedosaženy podle hodnot v příloze č. 5 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Pro stanovení hodnot minimální účinnosti čištění použije vodoprávní úřad typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Příloha 3

Výpočet návratnosti strojního odvodnění kalu oproti gravitačnímu zahuštění

EO	500
Kalu/ EO	0,05 kg
Množství sušiny kalu	9,125 t/ rok
Spotřeba flokulantu na 1kg sušiny	0,008 kg/ kg

Ceny

IN na stavební část	5 000 Kč/ m ³
obsluha	300 Kč/ hod
likvidace kalu - zahuštěný	160 Kč/ m ³
přístavení vozu a čerpání	250 Kč
likvidace kalu - odvodněný	550 Kč/ t
Doprava	27 Kč/ km
Vzdálenost likvidace kalu	15 km
flokulant	120 Kč/ kg
voda	1 Kč/ m ³
elektrická energie	4,5 Kč/ kWh



Kširova 552/45, 619 00 Brno

tel: +420 548 428 111

fax: +420 548 428 100

web: www.asio.cz

Typ zahuštění		gravitační zahuštění	Spirálový dehydrátor	odstředivka s grav. zahušt.	pásový lis se zahušťovačem	pásový lis s grav. zahušt.
Investiční náklady						
Prostorové nároky	m ³		15	20	50	50
Kalová nádrž	m ³	40				40
IN na stavební část	Kč	200 000	75 000	300 000	250 000	450 000
IN technologie	Kč	20 000	900 000	1 300 000	800 000	600 000
Celkové investiční náklady	Kč	220 000	975 000	1 600 000	1 050 000	1 050 000
Vstupní sušina kalu						
Výstupní sušina kalu	%	0,5%	0,5%	2,5%	0,5%	2,5%
Množství zahuštěného kalu	m ³ / rok	2,5%	18%	25%	22%	22%
Váha zahuštěného kalu	t/ rok	151	24	18	20	20
Hltnost	m ³ / hod	156	31	25	27	27
Doba provozu z objemu	hod/ rok		1,5	2,5	5,0	3,0
			494	63	151	53
Provozní náklady						
flokulant	kg/ rok		73	73	73	73
	Kč/ rok		8 760	8 760	8 760	8 760
voda	m ³ / hod		0,024	0,500	4,000	4,000
	Kč/ rok		12	31	603	211
elektrická energie	kWh		0,5	4,5	2,5	2,0
	Kč/ rok		1 112	1 267	1 697	475
obsluha	hod/ rok	15	10	3	30	11
	Kč/ rok	4 526	2 966	938	9 051	3 164
likvidace kalu	Kč/ rok	24 137	13 266	10 118	11 222	11 222
velikost kontejneru / fekálu	m ³	10	10	10	10	10
počet doprav		15	2	2	2	2
doprava kalu	Kč/ rok	15 991	1 954	1 490	1 653	1 653
Celkové provozní náklady	Kč/ rok	44 654	28 070	22 605	32 987	25 485
Návratnost	let		45,5	62,6	71,1	43,3

* do IN technologie je započteno strojní zařízení a flokulační jednotka. Nejsou započteny rozvody.

Příloha 4

Výpočet návratnosti strojního odvodnění kalu oproti gravitačnímu zahuštění

EO	1 000
Kalu/ EO	0,05 kg
Množství sušiny kalu	18,25 t/ rok
Spotřeba flokulantu na 1kg sušiny	0,008 kg/ kg

Ceny

IN na stavební část	5 000 Kč/ m ³
obsluha	300 Kč/ hod
likvidace kalu - zahuštěný	160 Kč/ m ³
přistavení vozu a čerpání	250 Kč
likvidace kalu - odvodněný	550 Kč/ t
Doprava	27 Kč/ km
Vzdálenost likvidace kalu	15 km
flokulant	120 Kč/ kg
voda	1 Kč/ m ³
elektrická energie	4,5 Kč/ kWh



Kširova 552/45, 619 00 Brno

tel: +420 548 428 111

fax: +420 548 428 100

web: www.asio.cz

Typ zahuštění		gravitační zahuštění	Spirálový dehydrátor	odstředivka s grav. zahušt.	pásový lis se zahušťovačem	pásový lis s grav. zahušt.
Investiční náklady						
Prostorové nároky	m ³		15	20	50	50
Kalová nádrž	m ³	40				40
IN na stavební část	Kč	200 000	75 000	300 000	250 000	450 000
IN technologie	Kč	20 000	900 000	1 300 000	800 000	600 000
Celkové investiční náklady	Kč	220 000	975 000	1 600 000	1 050 000	1 050 000
Vstupní sušina kalu	%	0,5%	0,5%	2,5%	0,5%	2,5%
Výstupní sušina kalu	%	2,5%	18%	25%	22%	22%
Množství zahuštěného kalu	m ³ / rok	302	48	37	41	41
Váha zahuštěného kalu	t/ rok	313	61	50	54	54
Hltnost	m ³ / hod		1,5	2,5	5,0	3,0
Doba provozu z objemu	hod/ rok		989	125	302	105
Provozní náklady						
flokulant	kg/ rok		146	146	146	146
	Kč/ rok		17 520	17 520	17 520	17 520
voda	m ³ / hod		0,024	0,500	4,000	4,000
	Kč/ rok		24	63	1 207	422
elektrická energie	kWh		0,5	4,5	2,5	2,0
	Kč/ rok		2 224	2 533	3 394	949
obsluha	hod/ rok	30	20	6	60	21
	Kč/ rok	9 051	5 931	1 877	18 103	6 329
likvidace kalu	Kč/ rok	48 274	26 533	20 237	22 445	22 445
velikost kontejneru / fekálu	m ³	10	10	10	10	10
počet doprav		30	5	4	4	4
doprava kalu	Kč/ rok	31 982	3 908	2 980	3 305	3 305
Celkové provozní náklady	Kč/ rok	89 307	56 140	45 210	65 974	50 970
Návratnost	let		22,8	31,3	35,6	21,6

* do IN technologie je započteno strojní zařízení a flokulační jednotka. Nejsou započteny rozvody.

Příloha 5

Výpočet návratnosti strojního odvodnění kalu oproti gravitačnímu zahuštění

EO	1 500
Kalu/ EO	0,05 kg
Množství sušiny kalu	27,375 t/ rok
Spotřeba flokulantu na 1kg sušiny	0,008 kg/ kg

Ceny

IN na stavební část	5 000 Kč/ m ³
obsluha	300 Kč/ hod
likvidace kalu - zahuštěný	160 Kč/ m ³
přistavení vozu a čerpání	250 Kč
likvidace kalu - odvodněný	550 Kč/ t
Doprava	27 Kč/ km
Vzdálenost likvidace kalu	15 km
flokulant	120 Kč/ kg
voda	1 Kč/ m ³
elektrická energie	4,5 Kč/ kWh



Kširova 552/45, 619 00 Brno

tel: +420 548 428 111

fax: +420 548 428 100

web: www.asio.cz

Typ zahuštění		gravitační zahuštění	Spirálový dehydrátor	odstředivka s grav. zahušt.	pásový lis se zahušťovačem	pásový lis s grav. zahušt.
Investiční náklady						
Prostorové nároky	m ³		15	20	50	50
Kalová nádrž	m ³	40				40
IN na stavební část	Kč	200 000	75 000	300 000	250 000	450 000
IN technologie	Kč	20 000	900 000	1 300 000	800 000	600 000
Celkové investiční náklady	Kč	220 000	975 000	1 600 000	1 050 000	1 050 000
Vstupní sušina kalu	%	0,5%	0,5%	2,5%	0,5%	2,5%
Výstupní sušina kalu	%	2,5%	18%	25%	22%	22%
Množství zahuštěného kalu	m ³ / rok	453	72	55	61	61
Váha zahuštěného kalu	t/ rok	469	92	76	81	81
Hltnost	m ³ / hod		1,5	2,5	5,0	3,0
Doba provozu z objemu	hod/ rok		1 483	188	453	158
Provozní náklady						
flokulant	kg/ rok		219	219	219	219
	Kč/ rok		26 280	26 280	26 280	26 280
voda	m ³ / hod		0,024	0,500	4,000	4,000
	Kč/ rok		36	94	1 810	633
elektrická energie	kWh		0,5	4,5	2,5	2,0
	Kč/ rok		3 336	3 800	5 091	1 424
obsluha	hod/ rok	45	30	9	91	32
	Kč/ rok	13 577	8 897	2 815	27 154	9 493
likvidace kalu	Kč/ rok	72 411	39 799	30 355	33 667	33 667
velikost kontejneru / fekálu	m ³	10	10	10	10	10
počet doprav		45	7	6	6	6
doprava kalu	Kč/ rok	47 972	5 861	4 471	4 958	4 958
Celkové provozní náklady	Kč/ rok	133 961	84 209	67 814	98 961	76 455
Návratnost	let		15,2	20,9	23,7	14,4

* do IN technologie je započteno strojní zařízení a flokulační jednotka. Nejsou započteny rozvody.

Příloha 6

Výpočet návratnosti strojního odvodnění kalu oproti gravitačnímu zahuštění

EO	2 000
Kalu/ EO	0,05 kg
Množství sušiny kalu	36,5 t/ rok
Spotřeba flokulantu na 1kg sušiny	0,008 kg/ kg

Ceny

IN na stavební část	5 000 Kč/ m ³
obsluha	300 Kč/ hod
likvidace kalu - zahuštěný	160 Kč/ m ³
přistavení vozu a čerpání	250 Kč
likvidace kalu - odvodněný	550 Kč/ t
Doprava	27 Kč/ km
Vzdálenost likvidace kalu	15 km
flokulant	120 Kč/ kg
voda	1 Kč/ m ³
elektrická energie	4,5 Kč/ kWh



Kširova 552/45, 619 00 Brno

tel: +420 548 428 111

fax: +420 548 428 100

web: www.asio.cz

Typ zahuštění		gravitační zahuštění	Spirálový dehydrátor	odstředivka s grav. zahušt.	pásový lis se zahušťovačem	pásový lis s grav. zahušt.
Investiční náklady						
Prostorové nároky	m ³		15	20	50	50
Kalová nádrž	m ³	40				40
IN na stavební část	Kč	200 000	75 000	300 000	250 000	450 000
IN technologie	Kč	20 000	900 000	1 300 000	800 000	600 000
Celkové investiční náklady	Kč	220 000	975 000	1 600 000	1 050 000	1 050 000
Vstupní sušina kalu						
Výstupní sušina kalu	%	0,5%	0,5%	2,5%	0,5%	2,5%
Množství zahuštěného kalu	m ³ / rok	2,5%	18%	25%	22%	22%
Váha zahuštěného kalu	t/ rok	603	96	74	82	82
Hltnost	m ³ / hod	626	122	101	108	108
Doba provozu z objemu	hod/ rok		1,5	2,5	5,0	3,0
			1 977	250	603	211
Provozní náklady						
flokulant	kg/ rok		292	292	292	292
	Kč/ rok		35 040	35 040	35 040	35 040
voda	m ³ / hod		0,024	0,500	4,000	4,000
	Kč/ rok		47	125	2 414	844
elektrická energie	kWh		0,5	4,5	2,5	2,0
	Kč/ rok		4 448	5 067	6 789	1 899
obsluha	hod/ rok		60	40	13	121
	Kč/ rok		18 103	11 863	3 753	36 206
likvidace kalu	Kč/ rok		96 548	53 066	40 474	44 889
velikost kontejneru / fekálu	m ³		10	10	10	10
počet doprav			60	10	7	8
doprava kalu	Kč/ rok		63 963	7 815	5 961	6 611
Celkové provozní náklady	Kč/ rok	178 615	112 279	90 419	131 948	101 940
Návratnost	let		11,4	15,6	17,8	10,8

* do IN technologie je započteno strojní zařízení a flokulační jednotka. Nejsou započteny rozvody.