

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD JAKO NÁSTROJ K OCHRANĚ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI A NA VENKOVĚ

Metodika byla vytvořena v podpůrném programu 9. F. g.
Metodická činnost k podpoře zemědělského poradenského
systému,
Ministerstva zemědělství ČR

Kolektiv autorů

Brno 2007

ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD JAKO NÁSTROJ K
OCHRANĚ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI A NA VENKOVĚ

Kolektiv autorů

Brno 2007

Kolektiv autorů:

Prof. Ing. Bořivoj Groda, Dr.Sc.

Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Ing. Martin Machala, Ph.D.

Ing. Jan Foller

Ing. David Surýnek

Ing. Jaromír Musil, Ph.D.

OBSAH

Obsah.....	3
1 Úvod.....	5
2 Základní legislativní požadavky a normy.....	6
2.1 Evropská unie.....	6
2.2 Česká republika.....	7
2.2.1 Povolení k nakládání s vodami.....	10
2.2.2 Čistírenské kaly.....	13
3 Množství a kvalita odpadních vod.....	16
3.1 Odpadní vody splaškové.....	16
3.2 Odpadní vody průmyslové.....	16
3.3 Odpadní vody dešťové.....	16
3.4 Vody balastní.....	17
3.5 Látkové zatížení.....	17
3.5.1 Organické znečištění.....	18
3.5.2 Anorganické látky.....	20
3.5.3 Látkové zatížení průmyslových odpadních vod.....	20
3.6 Recipient.....	22
3.7 Odvádění odpadních vod.....	22
3.7.1 Jednotná stoková soustava.....	22
3.7.2 Oddílná stoková soustava.....	23
4 Znečišťující látky v zemědělství.....	24
4.1 Odpadní vody z rostlinné výroby.....	26
4.1.1 Silážní šťávy.....	26
4.1.2 Minerální hnojiva.....	28
4.1.3 Pesticidy.....	28
4.2 Odpadní vody z živočišné výroby.....	28
4.2.1 Kejda.....	28
4.2.2 Slamnatý hnůj.....	31
4.3 Splaškové odpadní vody.....	31
4.4 Odpadní vody z oplachu strojů a zařízení.....	32
4.5 Dešťové odpadní vody.....	32
4.6 Údržba a úklid.....	33
5 Čištění vod v malých provozech.....	34
6 Popis čištění odpadních vod.....	37
6.1 Úvod.....	37
6.2 Odstraňování organických látek.....	41
6.3 Odstraňování dusíku.....	41
6.3.1 Proces nitrifikace.....	41
6.3.2 Proces denitrifikace.....	42
6.3.3 Aktivace s nitrifikací a denitrifikací.....	42
6.4 Odstraňování fosforu z odpadních vod.....	43
6.4.1 Fyzikálně chemické metody.....	43
6.4.2 Biologická metoda defosfatace.....	44
6.5 Dosazovací nádrže.....	46
6.6 Kalové hospodářství.....	47
6.7 Malé ČOV.....	50
6.8 Anaerobní čištění odpadních vod.....	50

6.9	Malé balené ČOV	53
7	Vztah zemědělský podnik – obec	54
8	Závěr	55
9	Seznam použité literatury	56

1 ÚVOD

Ochrana vod je jedním z nejdůležitějších úkolů v oblasti životního prostředí a zároveň i nejnáročnějších oblastí z hlediska vstupu České republiky do Evropské unie. Cílem je v souladu s požadavky legislativy Evropské unie zlepšování stavu vodních toků, vodních ekosystémů a podpora trvale udržitelného užívání vod.

Jakost povrchových vod ovlivňují především bodové zdroje znečištění (města a obce, průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské výroby). Použitá voda z těchto bodových zdrojů se nazývá vodou odpadní. Tato odpadní voda vypouštěná do povrchových vod (recipientů) způsobuje nejen estetické problémy, ale především vnáší do recipientů organické látky, toxiny, patogenní mikroorganismy a další látky působící negativně na vodní ekosystém. Mikrobiálním rozkladem organických látek a amoniakálního dusíku v recipientu dochází k výraznému úbytku rozpuštěného kyslíku což má velmi negativní vliv na možnosti existence vyšších živočichů v toku. Vnášení nutrientů způsobuje eutrofizaci toku, která se projevuje mimo jiné nárůstem řas a sinic, které způsobují další závažné problémy. Je také třeba upozornit, že ovlivnění povrchových vod vodami odpadními není jen záležitost lokální a krátkodobá. Eutrofizace se projevuje i na vzdálenost desítek kilometrů a chronická toxicita představovaná především látkami usazenými v nánosech a splaveninách na dně toku působí negativně i desítky let.

Ochrana životního prostředí a především vodních ekosystémů vyžaduje čištění odpadních vod v bodových zdrojích znečištění na míru přijatelnou pro ekosystém daného toku. Úroveň ochrany vod před znečištěním se nejčastěji hodnotí podle vývoje produkovaného a vypouštěného znečištění.

Produkovaným znečištěním je množství znečištění obsažené v produkovaných (znečištěných) odpadních vodách.

Vypouštěným znečištěním je znečištění obsažené v odpadních vodách vypouštěných do povrchových vod.

2 ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY A NORMY

2.1 Evropská unie

Základním právním nástrojem v Evropské unii řešícím problematiku čištění odpadních vod je směrnice Rady 91/271/EEC o čištění městských odpadních vod. Směrnice má za cíl zajistit ochranu povrchových vod před znečišťováním způsobeným vypouštěním komunálních odpadních vod a biologicky odbouratelných průmyslových odpadních vod. Pro vypouštěné vody z čistíren odpadních vod požaduje stanovit emisní limity a systém vzorkování, rozborů a kontroly. Pro obce nad 2 000 ekvivalentních obyvatel (EO) je požadováno zavedení kanalizace a čistíren odpadních vod s biologickým stupněm do konce roku 2005. Pro větší obce nad 15 000 EO a průmyslové zdroje znečištění nad 4 000 EO do roku 2000. I pro obce pod 2 000 EO je požadováno vhodné čištění v případě, že je zde vybudována kanalizace. Přísnější podmínky a kratší termíny jsou stanoveny pro tzv. citlivé oblasti tj. vodní útvary zasažené, nebo ohrožené eutrofizací a vodní útvary určené pro odběry pitné vody. Vypouštění vyčištěných vod z ČOV musí podléhat povolení. Kvalita vody ve výpustích a v recipientu se musí pravidelně monitorovat. Je také stanovena povinnost zpracovat investiční programy výstavby kanalizací a ČOV.

V rámci předvstupních jednání byla 30. května 2001 v Bruselu vydána společná pozice Evropské unie CONF-CZ 28/01. V rámci podoblasti „Kvalita vody“ Evropská unie vzala na vědomí žádost České republiky o přechodné období podle směrnice 91/271/EEC. Evropská unie konstatovala, že může přijmout požadované přechodné opatření s následujícími prozatímními cíli:

A) 18 aglomerací s počtem ekvivalentních obyvatel nad 10 000 splní relevantní požadavky již do dne 31. prosince 2002,

B) sběrné systémy a čištění musí být v souladu s články 3 a 5 směrnice 91/271/EEC v 36 dalších aglomeracích s počtem ekvivalentních obyvatel nad 10 000 od 31. prosince 2006,

C) ve všech aglomeracích s počtem ekvivalentních obyvatel nad 2 000 musí být sběrné systémy a čištění v souladu s články 3 a 5 směrnice 91/271/EEC od 31. prosince 2010, přičemž relevantní odpadní vody představují celkovou biodegradabilní zátěž odpovídající 11 milionům ekvivalentních obyvatel.

Z uvedených důvodů je Evropské komisi předkládán konkrétní seznam aglomerací České republiky určených do různých prozatímních kategorií podle směrnice Rady 91/271/EEC. Tento seznam je možné nalézt na internetových stránkách Ministerstva životního prostředí.

2.2 Česká republika

Základním právním nástrojem pro ochranu vod je Zákon o vodách 254/2001 Sb. Pojem odpadní vody je definován v § 38 „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 nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových, nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, nebo ze skládek odpadu“.

Dle § 33 Vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření. Vymezení zranitelných oblastí podléhá přezkoumání v pravidelných intervalech nepřesahujících 4 roky. Nařízení vlády 219/2007 (103/2003) definuje v příloze 1 zranitelné oblasti.

- období, ve kterých je ve zranitelných oblastech zakázáno používání dusíkatých hnojivých látek, jsou uvedena v tabulce č. 1 přílohy č. 2 k tomuto nařízení,
- období zákazu hnojení podle odstavce 1 neplatí pro hnojení trvalých kultur (vinice, chmelnice, ovocné sady), polní zeleniny a pro hnojení zakrytých ploch (skleníky, fóliovníky).

Hospodaření v nových zranitelných oblastech

V nových zranitelných oblastech se musí v období od 1.9.2007 do 31.12.2007 dodržovat opatření prvního akčního programu, od 1.1.2008 platí ve všech zranitelných oblastech, tedy i v nových, druhý akční program. Období zákazu hnojení podle zařazení pozemku do klimatického regionu jsou uvedeny v Tab. č. 1.

Zemědělský pozemek s pěstovanou plodinou nebo připravený pro založení porostu plodiny		Období zákazu hnojení	
Plodina	Klimatický region *	Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem (kejda, močůvka, silážní šťávy, drůbeží trus, ...)	Minerální dusíkatá hnojiva (jednosložková nebo vícesložková)
Jednoleté polní plodiny na orné půdě	0 až 5	od 15.11.	od 1.11.
	6 až 9	od 1.11.	od 15.10.
Travní (jetelovinotravní) porosty na orné půdě, trvalé travní porosty	0 až 5	od 15.11.	od 1.10.
	6 až 9	od 1.11.	od 15.9.
Od 1.6. do 31.7. je zakázána aplikace hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem (např. hnuj, kompost) na orné půdě. Tento zákaz neplatí v případě následného pěstování ozimých plodin nebo meziplodin.			
* podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), 1. číslice pětimístného kódu BPEJ			

Tab. č. 1 Období zákazu hnojení (podle zařazení pozemku do klimatického regionu)

Na orné půdě (s výjimkou zeleniny) je možné v období od 1.7. do začátku období zákazu hnojení (viz. Tab. č. 1) používat minerální dusíkatá hnojiva v dávce do 40 kg N/ha nebo hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem (např. kejda, močůvka, drůbeží trus) v dávce do 80 kg celkového N/ha, a to:

a) v I. a II. aplikačním pásmu (BPEJ vymezené v tab. 2 a 3 přílohy č. 2 NV 103/2003) pouze:

- k ozimým plodinám následujícím po obilnině,
- k meziplodinám, s výjimkou čistých porostů jetelovin a luskovin,
- v jejich kapalně nebo tekuté formě k podpoře rozkladu slámy, s výjimkou slámy z luskovin, máku a řepky,
- k následným jarním plodinám na pozemcích bez přítomnosti porostu nebo slámy jen v období od 15.10. do začátku období zákazu hnojení (viz. Tab. č. 1), a to pouze tekutá statková hnojiva, s podmínkou jejich zapravení do půdy nejpozději do 24 hodin po aplikaci.

b) ve III. aplikačním pásmu (BPEJ vymezené v tab. 4 přílohy č. 2 NV 103/2003) pouze:

- k meziplodinám, s výjimkou čistých porostů jetelovin a luskovin,
- v tekuté formě hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem k podpoře rozkladu slámy, s výjimkou slámy z luskovin, máku a řepky; použít vyrovnávací dávku v minerálních dusíkatých hnojivech v tomto období nelze.

Omezení hnojení trvalých travních porostů (podle hlavních půdních jednotek):

- na zamokřených půdách vymezených hlavními půdními jednotkami 65 – 76 nelze používat žádné dusíkaté hnojivé látky,
- na mělkých půdách a půdách s nevyvinutým půdním profilem vymezených hlavními půdními jednotkami 37 – 39 je při používání dusíkatých hnojivých látek omezena jednorázová dávka na 80 kg celkového N/ha.

Protierozní opatření (podle sklonitosti pozemku):

- na půdách ohrožených erozí (hlavní půdní jednotky – HPJ: 08, 14, 15, 19, 24, 25, 26, 43, 47, 48, 49 při sklonitosti 7° – 12°; HPJ: 40, 41 při sklonitosti nad 12°) se provádějí vhodná agrotechnická protierozní opatření, která odpovídají stanovištním podmínkám,
- na pozemcích se sklonitostí nad 7°, přiléhajících k vodnímu toku nebo k jinému vodnímu útvaru se nesmí pěstovat širokořádkové plodiny (kukuřice, slunečnice, sója, bob, brambory apod.),
- na půdách bez rostlinného pokryvu se sklonitostí nad 12° se nesmí používat žádné dusíkaté hnojivé látky,
- u trvalých travních porostů na půdách se sklonitostí nad 7° je při používání dusíkatých hnojivých látek omezena jednorázová dávka na 80 kg celkového N/ha,
- na svažitéch orných půdách bez porostu se sklonitostí nad 3° je nutné nejdéle do 24 hodin po aplikaci zapravit dusíkaté hnojivé látky do půdy,
- na pastvinách nesmí dojít k nevratnému poškození drnu a rozbahnění povrchu, a to ani v případě celoročního pobytu zvířat, z pastevního využívání pro skot jsou vyloučeny zemědělské pozemky se sklonitostí nad 17°.

Další opatření:

- pokud je alespoň jeden pozemek zařazený do zranitelné oblasti (ZOD), pak pro celý podnik platí, že množství celkového dusíku aplikovaného ročně na zemědělskou půdu v organických a organominerálních hnojivech a ve statkových hnojivech živočišného původu nesmí v průměru podniku překročit 170 kg/ha, při započtení zemědělské půdy vhodné k aplikaci,
- pro všechny pozemky zařazené do ZOD dále platí tato omezení:
 - při pěstování jednoletých plodin je nutné omezit mezidobí bez porostu

v zájmu zamezení nebezpečí zvýšeného vyplavování živin,

- při obnově trvalých travních porostů a po zaorávce jetelovin je nutné vysévat v nejbližším agrotechnickém termínu následné plodiny, jestliže po jetelovinách následuje jarní plodina, je třeba porost jetelovin zaorat co nejpozději na podzim,
- na pozemcích přiléhajících k vodnímu toku nebo k jiným útvarům povrchových vod se zachovávají břehové porosty anebo se udržuje ochranný pás nezorněné půdy o šířce nejméně 1m od břehové čáry,
- na půdách se sklonitostí nad 7° se musí nejméně 25 m od břehové čáry vodního toku nebo jiného vodního útvaru zachovat ochranný pás, kde nebudou aplikována tekutá hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem.

Jak zjistit zařazení pozemku do klimatického regionu, aplikačního pásma, jeho ohrožení erozí nebo výskyt deficitních půd. Charakteristiky jednotlivých pozemků a k nim přiřazená opatření nitrátové směrnice je možné získat několika způsoby:

- vyhledáním v prohlížeči půdních bloků „Nitrátovka“,
- vyhledáním v registru půdních bloků LPIS,
- podle BPEJ agregovaných do aplikačních pásem (systémy GIS, počítačové plány hnojení a systémy evidence půdy).

2.2.1 Povolení k nakládání s vodami

Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových, nebo podzemních je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. V tomto povolení stanoví vodoprávní orgán povinnosti a podmínky, za nichž je nakládání s vodami povoleno.

Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových stanoví vodoprávní orgán nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. Přitom je vázán ukazateli vyjadřujícími stav vody ve vodním toku, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, které jsou uvedeny v Nařízení vlády ČR 229/2007 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.

Nařízení vlády 229/2007 Sb. vymezuje některé základní pojmy:

Městské odpadní vody: odpadní vody vypouštěné z domácností nebo služeb, vznikající převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech (splašky), popřípadě jejich směs s průmyslovými odpadními vodami nebo dešťovými vodami.

Průmyslové odpadní vody: odpadní vody uvedené v části B přílohy č. 1 k tomuto nařízení, jakož i odpadní vody v této části neuvedené, jsou-li vypouštěny z výrobních nebo jim obdobných zařízení.

Zdroj znečištění: území obce, popřípadě její územně oddělená a samostatně odkanalizovaná část, území vojenského újezdu nebo areál průmyslového podniku či jiného objektu, pokud se z nich vypouštějí samostatně odpadní vody do vod povrchových. Za odpadní vody se v tomto případě nepovažují vody z dešťových oddělovačů, pokud funkce oddělovače splňuje podmínky stanovené vodoprávním úřadem.

Emisní standard: nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod uvedené v příloze č. 1 k tomuto nařízení

Emisní limity: nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

Imisní standardy: nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod v jednotkách hmotnosti, radioaktivity nebo bakteriálního znečištění na jednotku objemu, které jsou stanoveny v příloze č. 3 k nařízení.

Zde je nutné upozornit na ne vždy vnímaný fakt. Vody vyčištěné na čistírně odpadních vod jsou stále vodami odpadními a platí pro ně veškeré předpisy pro odpadní vody. Kvalita vyčištěných odpadních vod je zvláště důležitá při jejich vypouštění v citlivých oblastech, u nichž je z hlediska zájmů chráněných Zákonem o vodách nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod. Citlivé oblasti vymezuje vláda ČR nařízením, které podléhá přezkoumání v pravidelných 4letých intervalech.

V citlivých oblastech jsou požadovány přísnější požadavky na čištění odpadních vod, respektive na jakost vypouštěných odpadních vod z aglomerací nad 10 000

ekvivalentních obyvatel, a to v ukazatelích celkový dusík a celkový fosfor. V současné době je vyhlášena celá Česká republika jako citlivá oblast.

Vypouštění odpadních vod

Každý, kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, musí mít povolení příslušného správního orgánu, tzv. vodoprávního úřadu, vydané podle Zákona o vodách nebo podle předchozích právních předpisů.

Povolení není potřeba, pokud jsou odpadní vody likvidovány (např. odváděny do veřejné kanalizace nebo vyváženy ze žumpy apod.) kanalizační společností, která má povinnost zajistit si pro svou činnost příslušné povolení. Toto je však nutno doložit vodoprávnímu úřadu např. smlouvou.

Vodoprávní úřad je část obecního/městského/krajského úřadu (většinou se jedná o odbor životního prostředí), který má na starosti vodní hospodářství. Podle druhu a způsobu užívání povrchových nebo podzemních vod jsou v prvním stupni příslušní k rozhodování buď obecní/městské nebo krajské úřady. Platí, že ČOV do 10 000 EO má na starosti obec s rozšířenou působností, ČOV nad 10 000 EO potom Krajský úřad.

Odpadní voda je voda, která byla použita v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických nebo jiných stavbách, dále voda použitá v zařízeních nebo dopravních prostředcích, a má změněnou jakost (tzn. složení nebo teplotu). Může to být i jiná voda odtékající z výše uvedených staveb nebo zařízení či dopravních prostředků, pokud může ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Jedná se např. o vodu z WC, myčky, pračky apod.

Povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních nebo povrchových vod se tak může dotýkat např. následujících subjektů:

- drobných živnostníků – předčištěné odpadní vody (např. vody z technologie, myčky aut, penziony, malé čistírny odpadních vod apod.),
- obcí - čistírny odpadních vod,
- fyzických osob – domovní čistírny odpadních vod apod.,
- a dalších.

Ten, kdo vypouští odpadní vodu do vod povrchových nebo podzemních bez příslušného povolení, vystavuje se sankčnímu postihu (pokutě), která může činit v případě:

- fyzické osoby až 50 000 Kč,
- právnické osoby nebo fyzické osoby podnikající až 10 000 000 Kč.

Ke dni 1. ledna 2008 zanikne platnost těch povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních, která byla vydána a nabyla právní moci do 31. prosince 2001. Povolení vydaná od 1. ledna 2002 platí i nadále. Povolení vydaná do 31. prosince 2001, která nabyla právní moci až po 31.12.2001, jsou také stále platná.

Právní moc by měla být vyznačena na konkrétním povolení. V případě pochybností o datu nabytí právní moci je třeba obrátit se na příslušný vodoprávní úřad, resp. na orgán, který povolení vydal.

Zánik povolení k vypouštění odpadních vod se tedy nevztahuje na:

- povolení vydaná od 1.1.2002,
- povolení, která byla sice vydaná do 31.12.2001, ale právní moci nabyla až po 31.12.2001.

Další důležitou právní normou je Vyhláška MŽP ČR 293/2002 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Předmětem úpravy je:

- bližší vymezení zdroje znečišťování,
- postup pro určování znečištění obsaženého v odpadních vodách, metody měření ukazatelů znečištění,
- náležitosti provozní evidence.

Vlastní poplatky za vypouštění znečištěných odpadních vod stanoví zákon o vodách v §90. „Poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod je znečišťovatel povinen platit, jestliže jím vypouštěné odpadní vody překročí v příslušném ukazateli znečištění zároveň hmotnostní a koncentrační limit zpoplatnění. Ukazatele znečištění, hmotnostní a koncentrační limity zpoplatnění a sazby členěné podle jednotlivých ukazatelů znečištění jsou uvedeny v příloze 2 k zákonu“.

2.2.2 Čistírenské kaly

Povinnosti při nakládání s čistírenskými kaly jsou dány Zákonem o odpadech 185/2001 Sb.

Pro účely tohoto zákona se rozumí kalem:

Kal z ČOV 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 z domácností.

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 mikroorganismů v kalech a tím zdravotní riziko spojené s jeho aplikací.

Kal z komunálních ČOV má katalogové číslo 19 08 05 a je kategorizován jako ostatní odpad „O“. Z jeho původu ovšem vyplývá, že by mohl mít nejméně dvě nebezpečné vlastnosti. Jsou to „infekčnost“ a tzv. „schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po jejich odstranění“. Infekčnost je způsobena přítomností patogenních organismů, které kal vždy ve větší či menší míře obsahuje. Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí je způsobena přítomností těžkých kovů a jiných toxických látek (např. PCB), které se mohou při styku s vodou do vody uvolnit.

Konečné odstranění kalu je možné v zemědělství jako kvalitní hnojivo (podmíněno hygienizací kalu – snížením množství patogenních mikroorganismů), součást kompostů, při rekultivacích nebo spalováním. Kal nesmí být ukládán na skládky komunálních odpadů.

Použití kalu je zakázáno:

- na zemědělské půdě, která je součástí chráněných území přírody a krajiny,
- na lesních porostních půdách běžně využívaných klasickou lesní pěstební činností,
- v pásmu ochrany vodních zdrojů, na zamokřených a zaplavovaných půdách,
- na trvalých travních porostech a travních porostech na orné půdě v průběhu vegetačního období až do poslední seče,
- v intenzivně plodících ovocných výsadbách,
- na pozemcích využívaných k pěstování polních zelenin v roce jejich pěstování a v roce předcházejícím,

- v průběhu vegetace při pěstování píce, kukuřice a při pěstování cukrové řepy s využitím chrástu ke krmení,
- jestliže z půdních rozborů vyplyne, že obsah vybraných rizikových látek v průměrném vzorku překračuje jednu z hodnot stanovených v prováděcím právním předpisu,
- na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6,
- na plochách které jsou využívány k rekreaci, sportu a veřejně přístupných prostranstvích,
- jestliže kaly nespĺňují mikrobiologická kritéria daná prováděcím právním předpisem.

3 MNOŽSTVÍ A KVALITA ODPADNÍCH VOD

3.1 Odpadní vody splaškové

Jako splaškové odpadní vody jsou definovány odpadní vody vypouštěné obyvatelstvem z bytů a obytných domů. Do této kategorie spadají i odpadní vody z obecní, resp. městské vybavenosti (školy, úřady, restaurace a hotely apod.), které mají obdobný charakter jako odpadní vody z domácností.

Při návrhu množství splaškových odpadních vod u nových ČOV nebo u rekonstrukcí, u kterých dochází k významné změně na kanalizační síti (např. připojení dalších obyvatel) se vychází z fakturované pitné vody odebírané obyvatelstvem. Většina této vody po použití odtéká do kanalizace. Zde opomeňme například vodu použitou pro zalévání apod., protože je kompenzována přítokem nefakturované vody např. ze soukromých studen. Skutečný návrh musí vycházet z vyhodnocení dané lokality.

Výše popsaným způsobem získáme hodnotu specifického množství splaškových odpadních vod q_{spec} (tj. množství na 1 obyvatele za den). Hodnota q_{spec} se pohybuje dle lokality 80 – 200 l na osobu a den, v praxi se používá mírně nadhodnocená hodnota $q_{\text{spec}} = 150$ l na osobu a den, která v sobě zahrnuje i jistou bezpečnostní rezervu. Zde je však nutné upozornit, že se vzrůstající cenou vodného klesá i spotřeba vody.

3.2 Odpadní vody průmyslové

Jedná se o odpadní vody vypuštěné do veřejné kanalizace z průmyslových závodů. Tyto vody musí být před vypuštěním ze závodu do veřejné kanalizace upraveny tak, aby vyhovovaly provoznímu řádu kanalizace, respektive byly čistitelné technologií komunální ČOV. Obecně však platí, že by průmyslové odpadní vody měly být odděleny a čištěny na samostatných průmyslových ČOV. Bohužel v minulosti byly takové vody, často s obsahem toxických látek (např. těžké kovy, pesticidy apod.), běžně vypouštěny do kanalizace, a to často bez ohledu na možnosti koncové ČOV. V současnosti je vyvíjen odborný, ale i ekonomický tlak na oddělení takovýchto vod od veřejné kanalizace. Množství průmyslových odpadních vod je nutné stanovit individuálně dle typu a technologie výroby.

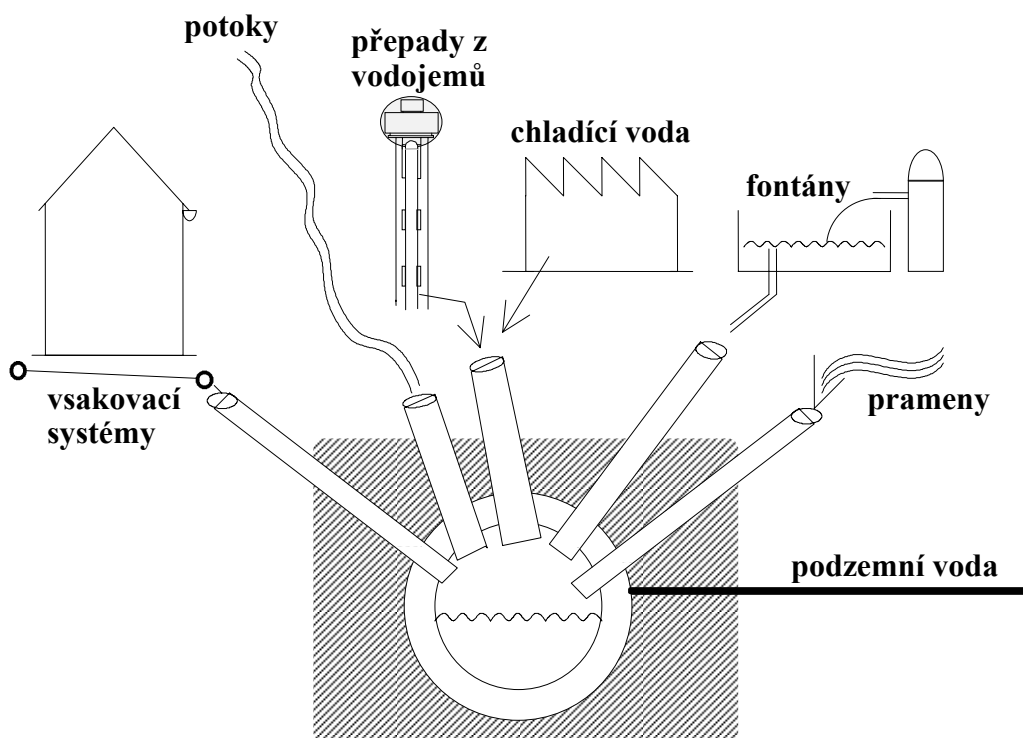
3.3 Odpadní vody dešťové

Jedná se o vody odváděné z intravilánu obce veřejnou kanalizací, nebo z výrobního závodu či jiných ploch. Veřejné kanalizace mohou být jednak oddílné,

kteře odvádějí odděleně (samostatným potrubím) vody splaškové a jiným samostatným potrubím vody dešťové (dešťovou kanalizací) a jednak jednotné, jimiž je odváděna jak splašková, tak i dešťová voda, jednou stokou na ČOV.

3.4 Vody balastní

Jedná se především o podzemní vody, které se dostávají netěsnostmi do kanalizace. Bohužel dosti často se jedná i o povrchové toky zaústěné do kanalizačního systému (v minulosti se běžně různé potůčky zaústěovaly do kanalizace bez ohledu na to, že se jedná v zásadě o čistou vodu). Balastní vody mají negativní vliv, protože nařezují splašky a odpadní vody ochlazují. Balastní vody bohužel představují značné procento celkových odpadních vod, což platí hlavně u starších systémů stavěných často s nedostatečnou projektovou dokumentací.



Obr. č. 1 Zdroje balastních vod

3.5 Látkové zatížení

Základním měřítkem pro vyjadřování znečištění je ekvivalentní obyvatel (EO). Jedná se o průměrné znečištění vyprodukované od 1 obyvatele za 1 den přepočtené na hodnotu BSK₅. Platí, že 1 EO = 60g BSK₅ za den. Tato hodnota byla stanovena jako dlouhodobý průměr z mnoha lokalit a takto je třeba k ní i přistupovat.

Nejvýznamnějšími složkami pro posuzování kvality odpadních vod jsou parametry BSK₅, CHSK, Nc, Pc, pH. Významnou vlastností odpadní vody je její teplota, která ovlivňuje rychlost biochemických reakcí. Průměrná roční teplota odpadní vody přitékající na čistírnu odpadních vod se v našich zeměpisných podmínkách pohybuje od 10 do 25 °C.

Látky obsažené v odpadních vodách mají původ v:

- pitné vodě, kterou je zásobeno obyvatelstvo,
- produktech metabolismu živých organismů,
- produktech lidské činnosti v domácnosti (zbytky jídel, čisticí prostředky atd.),
- produktech průmyslové a zemědělské činnosti,
- odpadních vodách srážkových,
- balastních vodách.

3.5.1 Organické znečištění

Z organických látek jsou ve splaškových vodách zastoupeny jejich tři hlavní skupiny, obsažené v přírodních materiálech: proteiny (bílkoviny), sacharidy a lipidy (z nich především tuky). Sacharidy tvoří velký podíl z rozpuštěných organických látek a jejich koncentrace bývají v desítkách mg/l. Produkce lipidů, hodnocených jako polární extrahovatelné látky bývá 15 g na obyvatele a den.

Koncentrace znečišťujících látek v odpadních vodách se vyjadřuje jako celkové množství v jednotkovém objemu vody [mg/l] nebo množství za čas [g/s]. Zastoupení organických látek v odpadních vodách je uvedeno v Tab. č. 2.

Látka	Podíl organického uhlíku [%]
Bílkoviny	8 – 10
Rozpuštěné organické kyseliny	7 – 11
Sacharidy	11 – 18
Tenzidy	4 – 6
Tuky	9 – 12
Volné aminokyseliny	0,5 – 1,5
Vyšší mastné kyseliny	23 – 25
Jiné	25 – 28

Tab. č. 2 Zastoupení skupin organických látek v odpadních vodách

Množství organických látek se vyjadřuje jako:

- biochemická spotřeba kyslíku (BSK),
- chemická spotřeba kyslíku (CHSK),
- celkový organický uhlík (TOC),
- ztráta žiháním.

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

Je nejvýznamnější složka pro posuzování kvality splaškových odpadních vod. Vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Biochemická spotřeba kyslíku (v starší literatuře označovaná i jako biologická spotřeba kyslíku) je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Stanovení se provádí jedenkrát za den v pětidenním intervalu, proto se značí BSK₅. Průměrné BSK₅ splaškových odpadních vod bývá 150 až 400 mg/l, hodnoty mimo tuto oblast lze považovat za anomální.

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Je mírou obsahu látek schopných chemické oxidace. Stanovení slouží především k informaci o celkové koncentraci organických látek. Výsledek stanovení se udává v množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě použitého oxidačního činidla. Průměrné CHSK splaškových odpadních vod bývá 300 až 800 mg/l, hodnoty mimo tuto oblast lze považovat za anomální.

Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Nízké hodnoty poměru CHSK/BSK (< 2) ukazují na přítomnost snadno rozložitelných látek, zatímco vysoké hodnoty tohoto poměru znamenají přítomnost látek rozložitelných obtížně. Tento poměr nelze vyjádřit obecně, protože je pro různé odpadní vody odlišný.

Organický uhlík (TOC)

Vyjadřuje celkový obsah organických látek v odpadních vodách, vyjadřuje se v [mg/l].

Ztráta žiháním

Vyjadřuje rozdíl mezi obsahem veškerých látek (stanovených odpařením vzorku

a zvážením sušiny) a jejich zbytku po žihání. Je měřítkem množství organických a anorganických látek přítomných v odpadních vodách, vyjadřuje se v [mg/l].

3.5.2 Anorganické látky

Jsou obsaženy v odpadní vodě v rozpuštěné formě, obvykle se stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Přítomnost většiny těchto látek není důležitá pokud nepřesáhnou koncentraci 10 g/l. Současný trend čištění odpadních vod je zaměřen na snížení obsahu dusíku, solí fosforu a těžkých kovů. Zvýšený obsah dusíku a fosforu ve vodách může mít za následek eutrofizaci (růst řas, sinic, apod.).

Fosfor (P)

Fosfor se vyskytuje v metabolitech především ve formě fosfátové (fosforečnany), vylučovaných močí. Menší část fosforu je vázána do organických sloučenin, z nichž největší význam mají nukleové kyseliny – ribonukleová a deoxyribonukleová, obsažené ve všech živých organizmech (v buněčných jádrech). Specifická produkce fosforu je však podstatně vyšší než odpovídá metabolickým produktům, neboť značný jejich podíl je obsažen zejména v polyfosfátech, které bývají součástí pracích prostředků.

Dusík (N)

Dusík je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak i v anorganických formách (amoniakové, dusitanové a dusičnanové).

Nerozpuštěné látky (NL)

Vyjadřují obsah pevných látek v odpadní vodě, obvykle se dělí na usaditelné a neusaditelné.

3.5.3 Látkové zatížení průmyslových odpadních vod

Složení a množství průmyslových odpadních vod je silně závislé na druhu výroby a použité technologii. U průmyslových odpadních vod je vždy nutno posoudit:

- jejich biologickou čistitelnost, z poměru CHSK/BSK (vysoký poměr znamená přítomnost látek inhibujících bakteriální činnost nebo velký podíl biologicky nerozložitelných látek),
- koncentraci toxických látek (negativní vliv pro biologický proces),

- obsah hořlavých a jinak nebezpečných látek.

Čistitelnost průmyslových odpadních vod můžeme zvýšit nařazením splaškovými odpadními vodami. Povolené množství a kvalitu vypouštěných průmyslových odpadních vod do veřejné kanalizace určuje její správce provozním řádem kanalizace.

Průmyslové odvětví	Jednotka	BSK₅ [kg]	Počet EO
Cukrovar	1000 kg řepy	2,7 – 4,2	45 – 70
Droždárna	1000 kg droždí	300 – 400	5000 – 7000
Jatky	1000 kg živé váhy	7,8 – 24	130 – 400
Kafilérie	1000 kg suroviny	6	100
Lihovar	1 m ³ obilí	120 – 210	2000 – 3500
Mlékárna bez sýrárny	1 m ³ mléka	1,5 – 4,2	25 – 70
Mlékárna se sýrárnou	1 m ³ mléka	2,7 – 13,8	45 – 230
Papírna	1000 kg papíru	12 – 54	200 – 900
Paření brambor	1000 kg brambor	1,5 – 3	25 – 50
Pivovar	1 m ³ piva	9 – 21	150 – 350
Sladovna	1000 kg sladu	0,6 – 6	10 – 100
Škrobárna	1000 kg pšenice	30 – 54	500 – 900
Ustájení krav	1 kráva	0,3 – 0,6	5 – 10
Výkrm vepřů	1 vepř	0,18	3
Výroba vína	1 m ³ vína	6 – 8,4	100 – 140

Tab. č. 3 Hodnoty BSK₅ v různých průmyslových odvětvích v přepočtu na EO

Ukazatel	Jednotka	Doporučené maximum
pH		6,0 – 8,5
BSK ₅	mg/l	1000
CHSK _{Cr}	mg/l	2000
Arsen (As)	mg/l	0,2
Chrom trojmocný (Cr ⁺³)	mg/l	0,5
Kadmium (Cd)	mg/l	0,2
Kyanidové ionty	mg/l	0,2
Měď (Cu)	mg/l	0,5
Nikl (Ni)	mg/l	1,0
Olovo (Pb)	mg/l	0,1
Ropa a ropné látky	mg/l	20
Rtuť (Hg)	mg/l	0,005
Saponáty celkem	mg/l	10
Selen (Se)	mg/l	0,05
Solnost celková	mg/l	1000
Stříbro (Ag)	mg/l	0,1
Tuky a oleje rostl. a živ. původu	mg/l	55
Zinek (Zn)	mg/l	2,0

Tab. č. 4 Doporučené hodnoty znečištění odpadních vod vypouštěných do veřejných kanalizací

3.6 Recipient

Nejobvyklejším recipientem (příjemcem) vyčištěné odpadní vody jsou povrchové vody. Recipientem rozumíme např. vodní toky, nádrže a rybníky. V místě zaústění odpadní vody probíhá postupné míchání vody povrchové a odpadní, čímž je obvykle zhoršena kvalita povrchové vody. Průtok vody v tomto toku kolísá v závislosti na ročním období. Nejvyšších průtoků je dosahováno na jaře v době tání sněhu a nejnižších na podzim a za dlouhotrvajících mrazů. Poměr míšení odpadní vody se provádí výpočtem pomocí směšovací rovnice, z níž vylučuje posouzení vlivu zdroje znečištění na recipient. Výpočet se provádí na průměrný průtok v toku. Údaje o průtocích a kvalitě vody ve vodních tocích lze získat v Českém hydrometeorologickém ústavu.

Koncentrace znečištění v toku po smíšení musí odpovídat nařízení vlády 229/2007 Sb. Z toho vycházejí i požadavky na kvalitu vypouštěné odpadní vody z čistírny odpadních vod. Převážná část znečištění přiváděného do toku je vlivem působení mikroorganismů za přítomnosti kyslíku dále rozkládána postupně na jednodušší formy až na látky minerální. Tento proces se nazývá samočištění. Rychlost procesu samočištění je ovlivňována především teplotou vody, množstvím mikroorganismů a přítomností kyslíku. Rychlost odbourávání znečištění je nejmenší na horních tocích řek, kde je dostatek kyslíku, ale minimální množství mikroorganismů a nízká teplota vody. Proto i malé množství odpadní vody může způsobit zatížení ve velmi dlouhých úsecích toku.

Procesy samočištění probíhají i ve stojatých vodách, ale pomaleji ve srovnání s toky, protože přestup kyslíku do vody přes klidnou hladinu je nižší.

3.7 Odvádění odpadních vod

Pro odvádění odpadních vod jsou používány trubní stoky. Účelem stokových sítí a kanalizačních přípojek je spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod z určeného území nebo připojené nemovitosti do zařízení na čištění odpadních vod a do recipientu. Stokové sítě dělíme na dvě základní soustavy, jednotnou a oddílnou.

3.7.1 Jednotná stoková soustava

Odvádí dešťové a splaškové odpadní vody jednou soustavou společně. Jednotná stoková soustava klade vyšší investiční nároky na dimenzování a skladbu jednotlivých

objektů na síti i v technologii ČOV, čímž zvyšuje bezpečnost ochrany recipientu před znečištěním.

3.7.2 Oddílná stoková soustava

Odvádí odděleně dešťové a splaškové odpadní vody. Splaškové odpadní vody jsou přiváděny na ČOV k dalšímu zpracování. Dešťové vody, které mohou v první fázi splachu obsahovat vysoké koncentrace znečišťujících látek jsou bez čištění odváděny do recipientu.

Před návrhem stokové soustavy je vhodné zjistit a vyhodnotit údaje ovlivňující volbu konstrukce, materiálové provedení a způsob zakládání:

- složení odpadních vod,
- zatížení stoky nadloží,
- hydrostatický tlak protékajících odpadních vod a případný vztlak zeminy,
- druh a vlastnosti základové zeminy,
- složení a vlastnosti podzemní vody,
- možnost nerovnoměrného sedání,
- spádové podmínky.

Rozhodujícím kritériem pro řešení stokové soustavy by však jednoznačně měla být její schopnost přivádět do ČOV odpadní vody vhodné pro čistící proces. K jakékoli stokové soustavě totiž nelze vybudovat a úspěšně provozovat ČOV. Máme-li k dispozici nekvalitní stokovou soustavu s velkým množstvím balastních vod nelze úspěšně provozovat vysoce účinné intenzivní způsoby čištění. Stokovým soustavám je nutno věnovat pozornost, protože ve většině případů převyšují investici do čistící technologie.

4 ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY V ZEMĚDĚLSTVÍ

Statkovými hnojivy a dalšími látkami vznikajícími v zemědělství mohou být do vodního prostředí vnášeny látky organické a minerální povahy a mikrobiální společenstva charakteristická pro fekální znečištění. Jakost vod je poškozována celou škálou rozkladných produktů organických látek z těchto materiálů. Škodlivé pro vody jsou zejména sloučeniny dusíku (nitráty a amoniak) a sloučeniny fosforu. Organické látky v různých fázích rozkladu mění barvu vody, způsobují její zápach a mění její užitné vlastnosti. Hlavním zdrojem fekálního znečištění vod jsou statková hnojiva, která mohou být také zdrojem přenosu choroboplodných zárodků pro člověka a zvířata. Nebezpečím pro zvířata může být kontaminovaná napájecí voda, ve které jsou obsaženy látky a mikroorganismy ze statkových hnojiv.

Obecně lze konstatovat, že množství a kvalita jednotlivých složek odpadních vod vznikajících v zemědělství je dána typem farmy a hlavní činností. Obecně předpokládáme zemědělský provoz s rostlinou a živočišnou výrobou se standardním strojním vybavením. Bohužel většina těchto objektů nebyla v minulosti navrhována a stavěna s ohledem na životní prostředí, což platí speciálně u ochrany povrchových a podzemních vod. Vzhledem k zpřísnující se legislativě, ale především zájmu nejen státu, ale i jeho občanů o čisté životní prostředí je nutné co nejvíce omezit znečišťování vod. Proto by měly zemědělské podniky investovat i do této důležité problematiky.

První zásadou by mělo být oddělení vznikajících odpadních vod tak, aby bylo možné odvést málo znečištěnou vodu co nejrychleji mimo areál podniku a naopak silně znečištěnou vodu mechanicko-biologicky čistit, či akumulovat a případně použít, při dodržení všech legislativních a agrotechnických požadavků, jako hnojivo nebo po úpravě čistit společně se splaškovými vodami na komunální čistírně odpadních vod. Významnou negativní vlastností odpadních vod ze zemědělské výroby je totiž chemická odlišnost v jejich složení, od běžné splaškové vody. Jak bude uvedeno dále, jsou rozdíly ve složení, poměr C : N : P a tím i v čistitelnosti v běžných mechanicko-biologických čistírnách bez předčištění, dány především dominantními zdroji znečištění. Na tomto místě je také nutno konstatovat, že oddělením odpadních vod podle zdroje, může dojít ke značným úsporám v nákladech za čištění i když se budou zdát náklady na oddělené zpracování kvůli většímu počtu retenčních nádrží vyšší. Smícháním některých typů vod můžeme zhoršit vyhlídky na možnosti jejich odvozu na komunální čistírnu odpadních vod.

V druhé fázi je nutné zajistit dodržování provozních předpisů tak, aby celý

system sloužil ke spokojenosti nejen příslušných kontrolních institucí, ale především obyvatel dotčené lokality.

Odpadní vody ze zemědělství lze rozdělit dle místa jejich vzniku na:

- odpadní vody z rostlinné výroby,
- odpadní vody z živočišné výroby,
- splaškové odpadní vody,
- odpadní vody z oplachů strojů a zařízení,
- dešťové vody,
- údržba a úklid.

Vlastní množství odpadní vody se odvíjí od specifické potřeby pitné (užitkové vody) pro danou zemědělskou činnost a také metabolickými procesy, kmením a dalšími zootechnickými příčinami.

	q [l/d]
Skot:	
Dojnice, včetně ošetřování mléka a splachování	60
Z toho potřeba pro mléčnici	10
Býci	50
Telata	10
Prasata:	
Prasničky se selaty	20
Prasnice s kanci	15
Selata od odstavu do 30 kg hmotnosti	6
Ostatní prasata	10
Koně:	40
Ovce:	
Dospělé ovce	8
Jehňata	4
Drůbež:	
Slepice	3,5
Husa, kachna	12
Krůta	8
Administrativa, sklady (zaměstnanci):	60
Dopravní prostředky (umývání):	
Osobní auto	200
Nákladní auto	700
Autobus	1000
Dodávkové auto	400
Motocykl	50
Traktor	300
Zemědělský stroj	50

Tab. č. 5 Spotřeba vody ve vybraných provozech

Na základě specifické spotřeby pitné (užitkové vody) lze uvažovat specifickou produkci vod odpadních. Toto samozřejmě neplatí u vod dešťových nebo míst, která jsou dešťovou vodou splachována.

4.1 Odpadní vody z rostlinné výroby

Při vlastní rostlinné výrobě samozřejmě přímo odpadní vody nevznikají (zanedbáme-li oplachy znečištěných strojů, úkapy technických kapalin apod., o kterých bude řeč v další kapitole). Odpadní vody však vznikají při následných činnostech souvisejících se zpracováním produktů rostlinné výroby. Není předmětem této publikace zabývat se technologickými postupy výroby a zpracování potravin, které ve své většině nejsou přímou součástí zemědělského podniku. Na druhé straně, část zemědělské produkce zůstává na farmě a je využita při výrobě krmiv a hnojiv.

4.1.1 Silážní šťávy

Jsou velmi agresivní, obsahují vyšší koncentraci kvasných organických kyselin a dalších organických látek, při jejichž biologickém rozkladu se spotřebovává kyslík obsažený ve vodě a dostanou-li se do vodních toků nebo nádrží, dochází k odumírání rostlin a živočichů. BSK₅ může u silážních šťáv dosahovat hodnot až 80 000 mg/l.

Množství vyprodukovaných silážních šťáv je ovlivněno následujícími faktory:

- sušinou silážovaného materiálu (čím vyšší sušina, tím nižší produkce),
- výškou silážované hmoty (čím vyšší výška, tím vyšší tlak a tím vyšší produkce),
- druhem silážní plodiny:
 - kukuřice (sušina 18 – 20%), 100 – 300 kg/t silážované hmoty,
 - trávy, jeteloviny, obilniny – žito, oves (sušina 16 – 20%), 150 – 250 kg/t,
 - řepné skrojky (sušina 14 – 16%), 400 – 500 kg/t,
- vegetační fázi sklizně silážované plodiny (čím pozdější sklizeň, tím vyšší obsah sušiny a nižší produkce silážních šťáv),
- délkou řezanky silážní plodiny (čím delší, tím nižší produkce),
- délkou skladování siláže (čím delší doba, tím vyšší produkce).

Složení silážních šťáv

Silážní šťávy jsou tvořeny buněčnou šťávou, která se uvolňuje po odumření rostlinných buněk a dále vodou, která se uvolňuje rozkladem organických látek a také vodou srážkovou a povrchovou, pokud se do siláže dostane.

Druh siláže	Sušina [%]	Organické látky [%] v sušině	Cox [%] v sušině	Popeloviny [%] v sušině	Celkový dusík [%]	pH
Řepné řízky	3,01	86,1	32,3	13,9	0,03	4,3
Řepné skrojky	9,1	89,0	29,2	11,0	0,28	4,3
Kukuřice	7	88	31,2	4,54	0,18	4,4

Tab. č. 6 Složení silážních šťáv

Odpadní vody ze siláží je nutné akumulovat ve vhodné, nejlépe betonové nádrži s příslušnou povrchovou úpravou. Nádrž musí být pravidelně odvětrávána, aby nedošlo k hromadění sirovodíku, metanu a dalších produktů možného anaerobního rozkladu, který není žádoucí. Silážní vody se aplikují na půdu jako hnojivo. Čištění těchto vod na biologické čistírně samostatně je sice možné, ale v praxi díky velmi vysokým investičním i provozním nákladům nevhodné. Podle velikosti zdroje je možné tyto vody čistit na většině biologických čistíren odpadních vod s odpovídající kapacitou, ale vždy až po předchozí chemické úpravě pH na hodnotu v rozmezí 6,7 – 8,5, měřeno orientačně běžnými indikátory. pH silážních šťáv se totiž běžně pohybuje v rozmezí 3,5 – 5. Zásadní podmínkou však vždy zůstává požadavek na řízené vypouštění, během celého dne. Bez úpravy, ale v přiměřeném množství mohou tyto vody sloužit, jako substrát pro podporu biologické defosfatizace na větších čistírnách odpadních vod, vybavených touto technologií. Pro odhad možnosti využití komunálních čistíren k čištění těchto vod po úpravě pH, může sloužit orientační výpočet dle kapacity. Na běžnou aerobní čistírnu odpadních vod je možné denně vyvézt 0,5 – 1,0 m³/d.1000 EO. Do anaerobní vyhnívací komory s mezofilním režimem lze za přísného sledování procesu a výše popsaných podmínek úpravy pH, vyvézt asi 5 – 15 m³/d.1000 m³ objemu nádrže. Úprava pH do zásadité oblasti se provádí především hašeným vápnem, případně vápenným hydrátem, méně často hydroxidem sodným, za dodržení zásad bezpečnosti práce při manipulaci s žiravinami.

4.1.2 Minerální hnojiva

Nakládání s těmito látkami se řídí především zákonem o hnojivech 56/1998 Sb., případné úniky těchto látek, musejí být řešeny v souladu s platnou legislativou. Doporučuje se využít pokynů v bezpečnostních listech výrobce.

4.1.3 Pesticidy

Nakládání s těmito látkami se řídí zákony o rostlinolékařské péči 326/2004 Sb. a zákonem o odpadech 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Případné úniky těchto látek, musejí být řešeny v souladu s platnou legislativou. Doporučuje se využít pokynů v bezpečnostních listech výrobce.

4.2 Odpadní vody z živočišné výroby

4.2.1 Kejda

Kejda vzniká v bezstelivových provozech živočišné výroby. Jedná se o směs exkrementů, vody a reziduí různých desinfekčních prostředků a léků. Produkce a složení kejdy je poměrně proměnlivá a závislá na druhu chovaných zvířat, užitkovém zaměření chovu, složení krmiva apod.

Kejda obsahuje vysoký podíl biologicky rozložitelných látek, charakterizujeme-li kejdu jako odpadní vodu je uváděno běžně BSK₅ 15 až 35 000 mg/l, CHSK_{Cr} 30 až 85 000 mg/l, celkový dusík N_c 2 až 5 000 mg/l. Čerstvá kejda obsahuje těkavé mastné kyseliny. Podobně jako u silážních vod i zde, při skladování dochází k anaerobním procesům, především hydrolýze a acidogenezi s vysokým rizikem tvorby metanu. Tím samozřejmě dochází ke zvýšení obsahu amoniakálního dusíku a vlivem mastných kyselin i silnému zápachu. Tvorba těchto kyselin však přispívá i k poklesu pH a tím zhoršování možností biologického čištění takovýchto vod i s ohledem na proměnlivý poměr nutrietů – N a P k BSK₅.

Ukazatel	Kejda skotu	Kejda prasat	Kejda drůbeže
Roční produkce t/DJ*	20,9	22,2	35,1
Sušina	7,8	6,8	11,8
Organické látky	6,0	5,3	8,1
N celkový	0,32	0,50	0,96
P	0,07	0,13	0,29
K	0,40	0,19	0,31
Ca	0,13	0,24	0,94
Mg	0,04	0,04	0,06

*DJ - dobytčí jednotka (1 DJ = 500 kg živé hmotnosti)

Tab. č. 7 Normativní produkce a složení kejdy (% v čerstvé hmotě)

Kejda by se měla používat homogenizovaná především k přímému hnojení. Legislativou jsou jednoznačně stanovena období, kdy se kejda nesmí na pole vyvážet, z toho vyplývá nutnost vybudování skladovacích jímek schopných zachytit až osmi měsíční produkci kejdy.

Kejda je vhodným hnojivem k plodinám s delší vegetační dobou, používá se zejména k okopaninám, jednoletým i víceletým pícninám, na trvalých loukách a pastvinách a k zelenině. Dávky kejdy se volí podle obsahu dusíku popř. draslíku v hnojivu a podle nároků pěstovaných plodin. Dávky závisí také na druhu půdy a termínu aplikace. Současně je nutno bilancovat množství dodaných organických látek a případný schodek vyrovnat zeleným hnojením nebo slámou. Chybějící množství živin je nutno vyrovnat minerálními hnojivy. Maximální dávky kejdy lze aplikovat jen u vybraných plodin a nelze je na stejném pozemku používat každoročně. Vzhledem k možnému negativnímu účinku na kvalitu rostlinných produktů je nutná pravidelná kontrola – zvláště obsahu NO_3^- v rostlině.

Při přímé aplikaci na půdu je nutné kejdu dlouhodobě skladovat. Vzhledem k agresivitě tohoto materiálu se jako nejvhodnější jeví betonová odvětrávaná jímka vybavená ponorným, či vertikálním míchadlem. Je vždy nutné pamatovat na to, že při dlouhodobém skladování kejdy vzniká metan.

Kejdu lze i kompostovat a využít, jako hnojivo společně s dalšími látkami. Kompostování je aerobní proces, proto je pro tento účel nutné materiál pravidelně přerovnávat, nebo využít některé z technologií kompostovacích reaktorů. Je nutné dávkovat kejdu přiměřeně, protože vysoký obsah amoniaku může proces kompostování negativně ovlivnit nebo dokonce blokovat.

V případě požadavku na samostatné, přímé čištění odpadních vod z chovu hospodářských zvířat (velké prasečí či drůbeží farmy), existuje několik technologií. Jako nejvhodnější a nejčastěji využívané se jeví anaerobní mezofilní vyhnívání ve vyhnívací nádrži při teplotě přibližně 37 - 40°C a s dobou zdržení materiálu 20 až 30 dní (u prasat méně, naopak u drůbeže více). Anaerobním rozkladem je spojena s tvorbou bioplynu (směs metanu CH_4 , oxidu uhličitého CO_2 , sulfanu H_2S a dalších prvků). Produkce bioplynu se dá očekávat běžně v množství přibližně 0,4 – 0,6 m³ z kilogramu organické sušiny materiálu za den. Bioplyn je nutné zákonným způsobem zpracovat, především je možné dále energeticky využít (plynové kotle, upravené motory zemědělských vozidel, kogenerační jednotky apod.). Největším spotřebičem produkovaného bioplynu je však vlastní proces vyhnívání a pozitivní energetickou

bilanci můžeme dosáhnout za dodržení jistých podmínek a šetření s energií. Vlastní anaerobní rozklad však přináší i určité problémy. Dusík v odpadní vodě (kejdě), je transformován do podoby amonných iontů a celková účinnost tohoto procesu při odstraňování organických látek (70 – 80%), není dostatečná, aby bylo možné tyto vody vypouštět přímo do recipientu bez dalšího čištění. Proto je nutné kombinovat tento způsob čištění s dočištěním a zařadit za anaerobní stupeň další, v tomto případě aerobní aktivační systém. Je třeba podotknout, že celý výše uvedený proces je značně investičně a provozně nákladný a je vhodný pouze pro velkovýkrmny prasat. Také je třeba brát v úvahu, že dochází k produkci vedlejšího odpadního produktu – čistírenského kalu (nemá nic společného s původní kejdou), který je nutné nějakým způsobem dále zpracovat a především hygienizovat a dále zlikvidovat (komposty, spalování, hnojení). Produkci vyhnílého kalu lze odhadnout na základě posouzení technologie procesu zpracování kejdy a to tak, vzniká asi v množství 3 – 5 % hmotnosti odstraněné BSK₅ v anaerobním stupni a 80 – 90 % hmotnosti odstraněné BSK₅ v aerobním stupni. Lze tedy předpokládat produkci asi 4,0 – 6,0 kg sušiny kalu na 1,0 m³ zpracované kejdy.

Pro malé farmy se výše uvedené technologie příliš nehodí. Pokud u malých farem není možné aplikovat kejdu přímo jako hnojivo, je nejvhodnějším řešením dávkovat uvedený materiál do biologického systému vyhnívacích nádrží komunální ČOV, odpovídající velikosti a za přesně daných podmínek popsaných již u silážních šťáv. Orientačně lze předpokládat možnost anaerobního zpracování asi 15 – 25 m³/d.1000 m³ objemu vyhnívací nádrže. Základním předpokladem je však přísné sledování procesu a řízené vypouštění. Pozor, pro aerobní čistírnu i větší velikosti je jednorázové vypouštění i menšího množství toxické – brzdí nitrifikaci poklesem pH, vlivem velkého množství zoxidovaného amoniakálního dusíku. I při experimentech s opatrným dávkováním kejdy na běžnou biologickou komunální čistírnu je nutno brát na zřetel kyselinovou neutralizační kapacitu odpadní vody.

Samostatnou kapitolou jsou malé bioplynové stanice v zemědělství. Jejich určení spočívá především v tom, stabilizovat kejdu po dobu nemožnosti agrotechnického využití a získat z ní díky anaerobním procesům energeticky hodnotný bioplyn. Po „vyhnutí“ dojde k snížení organických látek a poklesu zápachu, materiál je potom lépe skladovatelný i využitelný, jako hnojivo (nutriční prvky jsou ve velké většině zachovány). Do reaktoru bývají běžně dávkovány i další materiály, slamnatý hnůj, odpad z kuchyně apod. Toto řešení je pro menší farmy velmi výhodné, jeho instalace v podmínkách ČR je však zatím především záležitostí ekonomickou nikoli technickou.

4.2.2 Slamnatý hnůj

Chlévský hnůj je tuhé statkové hnojivo vzniklé fermentací chlévské mrvy - směsi tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat (zejména skotu) a podestýlky, kterou může být sláma, piliny nebo pazdeří. Páchne slabě amoniakem, zbytky steliva jsou patrné a dají se mechanicky snadno oddělit. Díky vysokému obsahu dusíku je hnůj cenným hnojivem.

Zrání mrvy v hnůj by mělo probíhat na hnojišti, které se buduje u stáje nebo na poli jako polní hnojiště. Zrání mrvy je složitý biochemický proces, při kterém jednotlivé složky chlévské mrvy (podestýlka - sláma, moč, pevné výkaly) podléhají částečnému odbourávání činností různých skupin mikroorganismů. Rozklad organických látek nemá na hnojišti proběhnout úplně a měl by být přerušen ve fázi, kdy lehce rozložitelné látky jsou v určité rovnováze (chemicko-biologické) k jejich rozkladným produktům. Tohoto stavu lze dosáhnout podle roční doby asi za 2-3 měsíce zrání mrvy.

Slamnatý hnůj je důležité hnojivo. Vlastní hnojiště musí být provedeno, tak aby bylo zabráněno kontaminaci podzemní vody a výplachu objektu dešťovou vodou. Vlastní výluh musí být zachycen a likvidován podobně, jako kejda. Slamnatý hnůj může být použit i jako přísada do vhodně upravených anaerobních nádrží. Takto stabilizovaný materiál neztrácí živiny, ale současně nezapáchá a je možné jej dlouhodobě skladovat. Pozor i zde je nutné uvažovat se vznikem metanu.

4.3 Splaškové odpadní vody

Definice splaškových odpadních vod je uvedena již v předchozím textu proto je třeba pouze zopakovat, že se v případě zemědělské farmy jedná o odpadní vodu z WC, sprch a dalších hygienických zařízení, které jsou součástí administrativních budov. Tyto vody by se v žádném případě neměly smíchat s vodami z průmyslového provozu, nebo vodami dešťovými, ale měly by se buď odvádět splaškovou kanalizací na komunální ČOV nebo pomocí vhodně dimenzované, malé ČOV likvidovat přímo ve vlastní farmě. V těchto případech se nabízí k využití nové varianty malých, kombinovaných čistíren odpadních vod s pískovou filtrací nebo půdním filtrem na výstupu, které nepotřebují k vlastnímu provozu elektrickou energii, je-li k dispozici dostatečný hydraulický spád. Průtočné septiky jsou z pohledu současné legislativy nepřijatelné. Pokud v okolí není obecní ČOV, je nutné tyto vody v případě malé produkce akumulovat v bezodtokových jímkách a odvézt na komunální ČOV.

4.4 Odpadní vody z oplachu strojů a zařízení

Jedná se o odpadní vody vznikající při čištění, případně opravách zemědělské a jiné techniky a případně i při jejím odstavení díky malým úkapům provozních kapalin. Tyto vody není nutné složitě biologicky čistit. Místo oplachu by mělo být zabezpečeno tak, aby se tyto vody nedostaly do dalších částí areálu zemědělské farmy, a to ani při větších deštích. Odpadní vody by měly být mechanicky čištěny (česle, lapák šterku) a následně pomocí vhodně uzpůsobeného lapáku ropných látek by měly být odstraněny zbytky nafty a dalších provozních kapalin. Takto předčištěné vody lze ve většině případů po koagulačním předčištění a následné sedimentaci vypouštět přímo do recipientu.

Pohonné hmoty

Nakládání s pohonnými hmotami, se řídí zákonem o pohonných hmotách 107/2007 Sb. Podle něj musí být nepropustné manipulační plochy v okolí výdeje pohonných hmot vyspádovány do zachytné jímky o objemu nejméně 5 m³. Nebo musí provozovatel jiným technickým řešením zajistit zachycení nebo odstranění závadných vod. Provozovatel je povinen prokázat zajištění odstranění odpadních vod v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Většinou jsou zbytky pohonných hmot z vody vázány do vhodného sorbentu a likvidovány například spalováním.

4.5 Dešťové odpadní vody

Jak již bylo řešeno v úvodu je důležitou složkou koncepce nakládání s vodami oddělení vysoce koncentrovaných odpadních vod od vod kontaminovaných pouze minimálně. Tím se samozřejmě minimalizuje požadavek na objem čištěných vod a tím i efektivita a ekonomie provozu. Dešťové vody ze střech, nekontaminovaných a nepropustných ploch by měly být přímo vsakovány vhodným řešením povrchu těchto ploch nebo svedeny samostatnou dešťovou kanalizací po případném mechanickém předčištění přímo do recipientu. Vzhledem k podmínkám panujícím na jednotlivých farmách a možnostem kontaminace těchto vod se z nich dle zákona stávají vody odpadní a je vhodné zvážit vřazení retenční nádrže, kde dojde k zachycení „prvního splachu“, tedy nejznečištěnějších odpadních vod. Objem této nádrže je možné čistit na komunální ČOV. V těchto případech je nutné znát alespoň stanovisko správce toku.

4.6 Údržba a úklid

Pojmy údržba a úklid jsou především spojeny s ustájením a jeho příslušným vybavením. Dlážděné plochy farmy lze uklízet zametáním nebo kropením vodou.

Pro zemědělské stavby jsou stanoveny obecné požadavky na údržbu, včetně krmných manipulačních systémů a dalších dopravníků.

Budovy jsou obvykle čištěny a desinfikovány po výkrmovém cyklu a po odklizení exkrementů. Frekvence čištění je dána ročním počtem výkrmových cyklů. Na prasečích farmách většinou znečištěná úklidová voda odtéká do systému pro odklizení kejdy, zatímco v systémech chovu drůbeže je znečištěná voda, před její další aplikací do půdy nebo ošetřením jiným způsobem, shromažďována odděleně v podzemních jímkách. Správná hygienická praxe je vyžadována i v dalších zařízeních, kde je dále s produktem manipulováno nebo kde je produkt balen k distribuci.

Pro čištění stájí se většinou využívají vysokotlaká čistící zařízení, kde je mycím médiem pouze voda, případně voda s použitím čistících přípravků. Pro desinfekci stáje se rozprašuje nebo rozstříkuje do prostoru roztok formaldehydu nebo jiný prostředek, zejména pokud byl zjištěn v chovu výskyt Salmonely.

Je nutno počítat i s pravidelnou údržbou, obnovou a opravami techniky, čistících vozidel, traktorů a rozmetadel. Pravidelná údržba by měla být prováděna v období provozu strojů dle příslušných pokynů uvedených v návodu k obsluze a provozu stroje. Tyto činnosti zahrnují používání čistících prostředků a mohou zvýšit požadavek na spotřebu energií. Odpadní vody vznikající při těchto operacích je nutné předčistit před jejich dalším zpracováním na biologické čistírně. Především velké dávky dezinfekčních prostředků jsou významným rizikovým faktorem pro biologické čištění. Je-li například v případě drůbežích farem součástí provozu i porážka a zpracování masa, je nutné řešit předčištění těchto vod kombinací například retenční a sedimentační nádrže a tlakové flotace alternativně doplněné chemickou koagulací.

5 ČIŠTĚNÍ VOD V MALÝCH PROVOZECH

Tato kapitola se zabývá problematikou nakládání s odpadními vodami u živnostníků a malých firem.

Možnost napojení na kanalizační síť obce je definována v kanalizačním řádu obecní kanalizace. Odpadní vody z příslušné výroby, ať se již jedná o restauraci, pekárnu, malá jatka nebo podobný provoz musí splnit kritéria, která jsou v tomto dokumentu definována. Jedná se hlavně o množství odpadních vod a především o jejich znečištění. Hodnoty znečištění vypouštěné do městské kanalizace by neměly překročit:

BSK ₅	800 mg/l
CHSK _{Cr}	1600 mg/l
NL	750 mg/l
Nc	80 mg/l
Pc	20 mg/l

Skutečné hodnoty jsou předmětem dohody s provozovatelem dané kanalizační sítě a rozhodujícími podmínkami pro jejich konečnou velikost jsou především: bezpečnost provozu kanalizace (snadno se rozkládající látky zvyšují rizika zápachu nebo výbuchu – metan, sulfan) a kapacita napojené biologické čistírny odpadních vod. Samostatnou kapitolou jsou tuky a ropné látky. Vzhledem k tomu, že je velmi nákladné a z provozního hlediska problematické odstraňovat tyto látky až na čistírně odpadních vod, je nutné je odstranit přímo u zdroje. K tomu se používají lapáky tuků (definice a návrh ČSN EN 1825 Lapáky tuků) a lapoly. Oddělené tuky nebo lehké, případně těžké ropné látky je nejvhodnější likvidovat spalováním. U ropných látek se rozumí lehké ropné látky s hustotou do 950 kg/m³, (např. nafta, petrolej, topný olej a další oleje minerálního původu) a těžké ropné látky s hustotou nad 950 kg/m³ (např. mazut, asfalty a látky podobného charakteru jako dehty, dehtové oleje).

Odpadní vody s obsahem ropných látek by se nikdy neměly mísit bez předčištění s ostatními vodami. Postup při odvádění a čištění odpadních vod s obsahem ropných látek řeší ČSN 75 6551.

V případě, že objekt nelze napojit na kanalizační síť existuje několik dalších možností řešení:

Jímka na vyvážení

Jedná se o nejdražší možné řešení likvidace odpadních vod. Jímka je ve většině případů dražší než např. domovní čistírna odpadních vod, likvidace 1 m³ odpadních vod

přijde jejich producenta na několik stovek korun. Mimo to, by i z malé farmy odváželo odpadní vodu stále několik fekálních vozů. Z hlediska čištění takových odpadních vod se jedná o vodu, která je problematická především díky probíhajícím anaerobním procesům. A tak není divu, že investor brzy objeví možnost (pokud s ní už neuvažuje od začátku), jak vodu likvidovat zasakováním nebo přečerpáním například do dešťové kanalizace. Obojí je v rozporu se zákonem. Výsledkem je tedy obvykle řešení, kdy jsou do recipientu či podzemní vody vypouštěny vody ještě méně vyčištěné, než by bylo v případě centrálního řešení nebo domovní čistírny. Jímka na vyvážení je tedy nejdražším a nejrizikovějším řešením.

Domovní čistírny

Domovních čistíren je celá řada lišících se jak po stránce technologické, tak i po stránce užitné hodnoty. Dá se říci, že každá technologie má své přednosti i nedostatky a každá technologie se dá aplikovat tak, aby byla funkční nebo tak, aby nakonec funkční nebyla. V zásadě se díky vývoji legislativy a tlaku na ceny na trhu dají domovní čistírny rozdělit na ty, jejichž účelem je čistit vody a na ty, jejichž účelem je v první řadě vyřešit legislativní požadavek na existenci čistírny. To znamená dodat něco levného, o čem je možné prohlásit, že je to čistírna odpadních vod a podle potřeby a odvahy pak deklarovat i účinnost. I u domovních čistíren vzniká přebytečný kal, který je nutno dle zákona upravit – stabilizovat, případně hygienizovat, ale předpokládá se, že tyto operace provede externí firma. U anaerobních a kombinovaných způsobů čištění vzniká kalu méně, u aerobních čistíren je produkce kalu vyšší.

Otázka kalu je samostatnou kapitolou. Asi jen v České republice se vyskytují čistírny, o kterých jejich výrobci tvrdí, že kal neprodukuje a není třeba jej tedy skladovat a odborně likvidovat. V zahraničí, zejména v Německu, je otázce dostatečně velkého kalového prostoru v koncepci čistírny, věnována pozornost zejména ze dvou důvodů. Jednak se počítá s tím, že kal vzniká a je tedy třeba ho skladovat. A pak u těchto čistíren nelze zabránit tomu, aby do nich nebylo vylito menší množství desinfekčních prostředků apod. Egalizace, která v kalové části probíhá, pak chrání čistírnu před zkolabováním.

U domovních čistíren nabývá, oproti daleko stabilnějším, velkým komunálním čistírnám, klíčového významu faktor provozování. Z hlediska působení na životní prostředí je asi nejdůležitějším obecným faktorem to, jestli je čistírna správně provozována. I technicky velmi zdařilá čistírna, nebude dosahovat kvalitních

odtokových parametrů, pokud není správně provozována. U malých domovních čistíren platí toto dvojnásob.

Je třeba si uvědomit, že domovní čistírna představuje provozní náklady, které jsou srovnatelné s placením stočného při napojení na kanalizační systém nebo vyšší, vztaheno na jednotku objemu zpracované odpadní vody. Jedná se především o vyšší specifickou spotřebu elektrické energie, dražší odvoz a likvidaci kalu, servis apod.

6 POPIS ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

6.1 Úvod

Přestože řešení vlastní technologie čištění odpadních vod je předmětem práce specializovaných firem a vědeckých pracovišť je třeba, aby se čtenáři této publikace seznámili alespoň se základními technologickými prvky moderních čistíren odpadních vod. Protože většina zemědělských farem se nachází u středních, nebo malých obcí, zaměříme se především na malé komunální čistírny odpadních vod s přihlédnutím na technologie vztahující se k čištění produktů ze zemědělské činnosti. Podrobné informace získá čtenář v odborné literatuře nebo se může obrátit na oborové sdružení, v tomto případě Asociaci čistírenských expertů ČR.

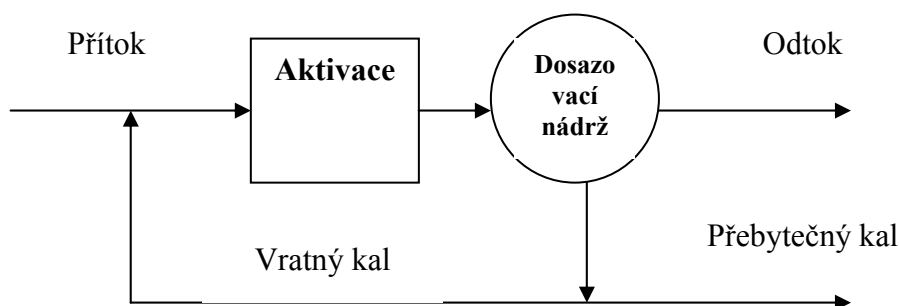
Technologická linka čistírny odpadních vod je podřízena požadavkům na kvalitu odpadních vod na odtoku. Každá čistírna je samostatnou stavbou, která musí reagovat na specifika dané lokality, kanalizační systém a další vstupní předpoklady.

Prvním stupněm je tzv. mechanické předčištění (neboli čištění primární). Jeho hlavním úkolem je odstranit nerozpuštěné látky a ochránit další stupně čistírny. U jednotné kanalizace je prvním zařízením lapák štěrku. Jeho funkce je v zásadě velice jednoduchá. Přítokový žlab je rozšířen a prohlouben čímž je dosaženo snížení rychlosti proudění a v důsledku toho dojde k sedimentaci hrubých nerozpuštěných látek na dno jímky. Ze dna je potom sediment vytěžen. Za lapákem štěrku následují česle, zařízení sloužící k zachycení plovoucích předmětů a chrání tak další technologické zařízení na čistírně. Dnes se používají výhradně strojně stírané česle, běžnou součástí je dnes i lis na shrabky (odpadní produkt z česlí) s propíráním, který opět zabezpečuje snížení organického podílu ve vzniklém odpadu – shrabcích. Současný trend směřuje k česlím o velikosti průlin nebo otvorů síta v rozmezí 1,0 – 5,0 mm.

Za česlemi se instalují lapáky písku. Lapáky písku slouží k separaci nerozpuštěných usaditelných částic o velikosti nad 0,2 (0,25) mm s měrnou hmotností přibližně 1600 kg/m^3 a vyšší. Písek je odstraňován vždy odděleně, a to i v případech kdy je v technologické lince zařazen další sedimentační stupeň (usazovací nádrž). Hlavní důvod spočívá v tom, aby bylo zabráněno vnosu písku do kalového stupně ČOV, kde by vzhledem ke své měrné hmotnosti sedimentoval a snižoval tak účinný objem nádrží a zhoršoval i další parametry kalové směsi (např. míchatelnost, poškozování aeračních elementů apod.). Vytěžený písek je odseparován (tj. jsou odděleny částice nad

0,2 mm) a proprán tlakovou vodou v zařízení, které se nazývá separátor a pračka písku. Takto upravený písek je možné, za předpokladu splnění podmínky nízkého obsahu organického znečištění opět použít například ve stavebnictví. Za lapákem písku se v odůvodněných případech, především tam, kde přitékají odpadní vody z potravinářského průmyslu navrhuje lapák tuku. Z ekonomického hlediska je samozřejmě výhodnější odstraňovat tuky přímo u zdroje nikoli až na čistírně odpadních vod. Menší množství tuku je odstraněno spolu s plovoucími nečistotami v usazovací nádrži.

Druhou dnes již samozřejmou část čistícího procesu tvoří biologické čištění (neboli čištění sekundární). Při biologickém čištění odpadních vod v aerobních podmínkách (odpadní vody lze čistit i v podmínkách anaerobních, i když s menší účinností, bude probráno později, drtivá většina komunálních ČOV však pracuje v aerobních podmínkách), kdy se uplatňují biochemické procesy podmíněné činností mikroorganismů, které oxidací kyslíkem rozkládají organické látky (substrát) v odpadní vodě. V praxi se tyto procesy realizují tzv. aktivačním systémem. V aktivační nádrži je udržována určitá koncentrace kalu – biomasy, která pomocí svého metabolismu rozkládá organické látky v odpadních vodách na H_2O a CO_2 . Oxidaci organických sloučenin a redukováných anorganických sloučenin získávají mikroorganismy energii. V důsledku získávání živin mikroorganismy rostou. Růst mikroorganismů tedy způsobuje odstraňování substrátu (znečišťujících látek) z roztoku, ale také zvyšování koncentrace kalu v systému. Z tohoto důvodu je nutné kal, ze systému pravidelně odebírat, aby byla jeho koncentrace v systému udržována na přibližně konstantní hodnotě. Tomuto odstraňovanému kalu se říká přebytečný (nebo také sekundární) kal a je dále zpracováván v kalovém hospodářství.



Obr. č. 2 Blokové schéma aktivačního procesu

Vývojem čistících metod odstraňujících vedle organických látek i dusík a fosfor se přechází na novější dělení jednotlivých nádrží biologického stupně podle podmínek v prostředí a reálného ORP (oxidačně – redukční potenciál) - na tři typy aktivací, a to:

- oxická, ve které je přítomen rozpuštěný kyslík, který se také stává konečným akceptorem elektronů. V této oblasti probíhá vedle oxidace organických látek i nitrifikace, ORP je vyšší než 50 mV (vztaženo ke standardní vodíkové elektrodě).
- anoxická, ve které není přítomen volný rozpuštěný kyslík, ale jsou přítomny oxické sloučeniny dusíku – dusitany a dusičnany. Konečným akceptorem elektronů je pak dusitanový a dusičnanový dusík a tím při oxidaci organických látek dochází k denitrifikaci, ORP je v rozmezí -50 – 50 mV (vztaženo ke standardní vodíkové elektrodě).
- anaerobní, ve které není přítomen ani kyslík, ani oxidované dusíkaté sloučeniny. Konečným akceptorem elektronů je pak vlastní organická látka, kdy část je podle podmínek v prostředí oxidována a část redukována. Probíhá zde v závislosti na chemickém složení a ORP anaerobní acidogeneze, acetogeneze a methanogeneze, ale také desulfatace a při biologickém odstraňování fosforu i depolymerace polyfosfátů. ORP je nižší než -50 mV (vztaženo ke standardní vodíkové elektrodě).

Na biologickou rozložitelnost organických látek a tedy šanci jejich odstranění biologickou cestou v reálném čase, je možno usuzovat z hodnot BSK (biochemické spotřeby kyslíku) a jejich poměru k hodnotám TSK (teoretické spotřebě kyslíku), případně CHSK (chemické spotřebě kyslíku).

Při posouzení biochemické rozložitelnosti je možno vyjít ze struktury organické látky:

- snadno rozložitelné jsou jednoduché látky, jako cukry, aminocukry, aminokyseliny, alifatické alkoholy, aldehydy, organické kyseliny aj.,
- rychlost rozkladu se obvykle snižuje zvyšujícím se počtem substituentů,
- rychlost rozkladu se snižuje zvyšujícím se větvením alifatického řetězce,
- rychlost rozkladu u alifatických aminů se snižuje vzrůstajícím počtem násobných vazeb a vzrůstajícím počtem dusíkatých atomů v molekule,

- rychlost rozkladu u aromatických sloučenin závisí na druhu substituentu (substituenty s chlorem, dusíkem, sírou - snižují), zvyšující se počet substituentů snižuje obecně rychlost rozkladu,
- u heterocyklických sloučenin klesá rychlost rozkladu s obsahem násobných vazeb a s počtem heteroatomů.

Podle biochemické rozložitelnosti můžeme dělit organické látky na tři základní skupiny:

Snadno rozložitelné organické látky

Jsou obvykle nízkomolekulární organické látky, které mohou být přímo využity v buňkách mikroorganismů. Jedná se v převážné míře o jednoduché cukry, kyseliny, alkoholy apod. Jejich obsah v odpadních vodách je obvykle 20 %. Pro tyto látky je charakteristický poměr $BSK_5 : TSK = 0,4 - 0,7$ a maximální specifická rychlost odstraňování těchto látek je $r_{max} > 50$ mg/g za hodinu.

Pomalu rozložitelné organické látky

Jsou vysokomolekulární organické látky, rozpuštěné, koloidní i nerozpuštěné. Rychlost jejich využití je limitována extracelulární hydrolýzou. Jedná se převážně o peptidy, bílkoviny, složitější cukry, tuky aj. Jejich obsah ve splaškových odpadních vodách je obvykle 55 %. Pro pomalu rozložitelné organické látky je charakteristický poměr $BSK_5 : TSK < 0,4$ a maximální specifická rychlost odstraňování těchto látek je $r_{max} = 15 - 50$ mg/g za hodinu pro dobře odstranitelné látky a $r_{max} < 15$ mg/g za hodinu pro špatně rozložitelné látky.

Nerazložitelné (inertní) organické látky

V odpadních vodách se vyskytují jak v podobě rozpuštěné (10 % z celkového podílu organických látek), tak i nerozpuštěné (15 % z celkového podílu organických látek). Jedná se o organické látky, které nemohou být mikroorganismy rozloženy a využity (inertní látky, případně toxické látky). Tyto látky zůstávají ve vyčištěných odpadních vodách, jako zbytkové znečištění. Je pro ně typické, že poměr $BSK_5 : TSK$ limituje k 0 a maximální specifická rychlost odstraňování těchto látek r_{max} také limituje k 0 mg/g za hodinu.

6.2 Odstraňování organických látek

Biologický rozklad organických látek vychází ze samočisticích pochodů, které v přírodních vodách neustále probíhají. Biologické čištění odpadních vod není nic jiného, než napodobení a zintenzivnění těchto přírodních pochodů. Jak již bylo uvedeno jedná se o oxidaci organických látek metabolickým procesem bakterií. Výsledným produktem je CO₂, voda a přírůstek biomasy v podobě přebytečného kalu, který je nutné ze systému odstraňovat a dále zpracovávat.

6.3 Odstraňování dusíku

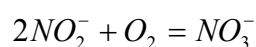
Přísun sloučenin dusíku z odpadních vod do vod povrchových je nežádoucí z těchto důvodů:

1. Amoniakální dusík má vysokou spotřebu kyslíku (4,57 g kyslíku na 1 g dusíku).
2. Sloučeniny dusíku umožňují růst zelených organismů a tím se podílí na eutrofizaci povrchových vod.
3. Vyšší koncentrace dusičnanů v pitné vodě jsou zvláště nebezpečné pro děti kojeneckého věku (methemoglobinemie).

Biochemické odstraňování dusíku spočívá ve dvou základních krocích: v biochemické oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany – nitrifikace – a v jejich následující biochemické redukci na plynný dusík nebo oxid dusný - denitrifikace.

6.3.1 Proces nitrifikace

Nitrifikace probíhá ve dvou stupních. V prvním stupni se amoniakální dusík oxiduje na dusitany pomocí bakterií rodu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira* aj. Ve druhém stupni jsou vzniklé dusitany oxidovány na dusičnany mikroorganismy rodu *Nitrobacter*, *Nitrocistis* aj. Obě skupiny mikroorganismů jsou litotrofní a jako zdroj uhlíku potřebují oxid uhličitý. Nitrifikace probíhá podle rovnic:



Podle rovnic se spotřebuje na úplnou oxidaci 1 g amoniakálního dusíku 4,57 g kyslíku. Vznikající kyseliny snižují tlumivou kapacitu vody a při její nízké hodnotě a

vysoké koncentraci amoniakálního dusíku je třeba přidávat neutralizační činidlo (například hydroxid vápenatý), dochází k autoinhibici procesu nitrifikace až jeho zastavení. Pokud v systému neprobíhá současně denitrifikace, je potřeba na každých 14 g amoniakálního dusíku 37 g hydroxidu vápenatého.

V literatuře se uvádí, že nitrifikační bakterie jsou striktně aerobní. V aktivačních systémech jsou, ale schopny přežít několik hodin v anoxických podmínkách, což svědčí o tom, že jsou schopny využívat i jiný akceptor elektronů než kyslík (pravděpodobně dusičnanový dusík).

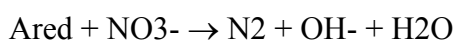
Nitrifikační bakterie patří mezi pomalu rostoucí organismy. Růstové rychlosti jsou o řád nižší než růstová rychlost organotrofů v aktivovaném kalu. Kinetika nitrifikace je monodovského typu. Zastoupení nitrifikantů v aktivovaném kalu je kolem 1 % a maximální rychlost nitrifikace v kalu je 3 – 15 mg/g za hodinu.

6.3.2 Proces denitrifikace

Denitrifikace je opačným procesem k nitrifikaci. Jedná se o odbourání organické hmoty za současné redukce dusičnanů a dusitanů na oxid dusný nebo plynný dusík. Oxidované formy dusíku jsou organotrofy využívány asimilačně i disimilačně. Proces nitrátové asimilace je redukce na amoniak za účelem syntézy hmoty. Podstatou procesu nitrátové disimilace (respirace) je využití dusičnanového dusíku jako konečného akceptoru elektronů místo kyslíku.

V procesu denitrifikace se uvolňují ionty OH⁻, což může vést až k rychlému růstu pH a inhibici procesu. Kinetika denitrifikace je monodovského typu. Specifické rychlosti denitrifikace se pohybují v rozmezí 5 – 20 mg/g.h, což odpovídá rychlostem oxické respirace (14 – 54 mg/g za hodinu).

Denitrifikace probíhá podle rovnice:



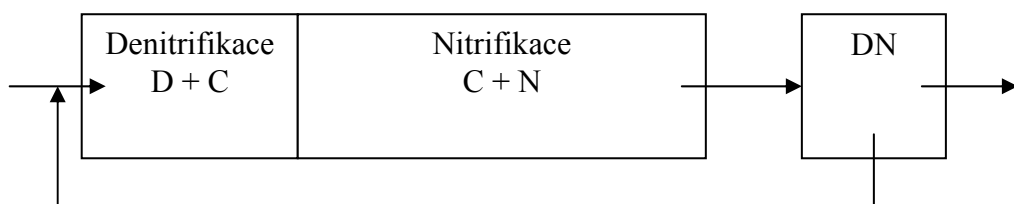
např.: zdrojem uhlíku je v tomto případě Glukoza:



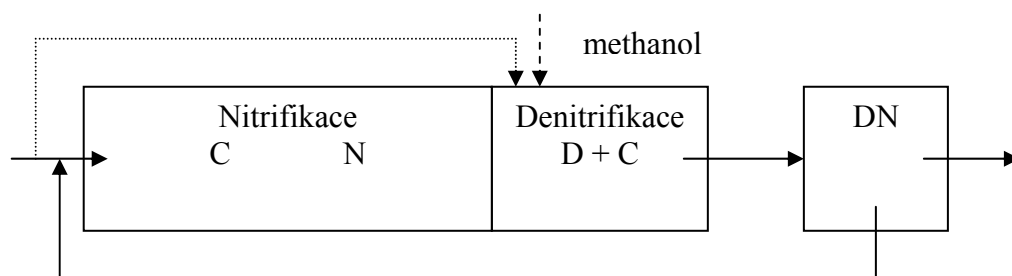
6.3.3 Aktivace s nitrifikací a denitrifikací

Dusík je možno odstraňovat v jednokalovém nebo dvoukalovém systému. Nejběžnější je systém jednokalový, ve kterém jedna směsná kultura zajišťuje odstraňování organických látek i nitrifikaci s denitrifikací.

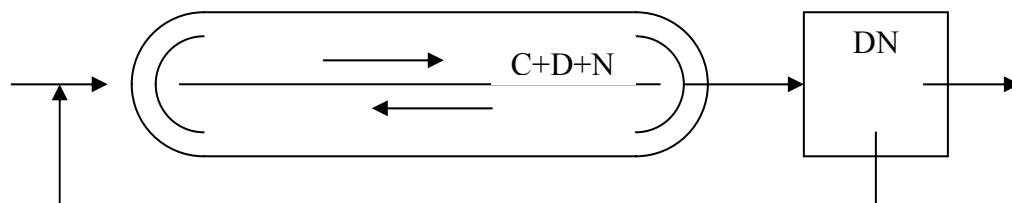
Využívá se systém s předřazenou denitrifikací, postdenitrifikací, kaskádovou nitrifikací a denitrifikací (několikeré střídání zón) nebo simultánní nitrifikací a denitrifikací. Tento systém je provozován prostorově – aktivační průtočný systém, nebo časově – systém SBR.



Obr. č. 3 Aktivace s predenitrifikací



Obr. č. 4 Aktivace s postdenitrifikací využívající endogenní substrát



Obr. č. 5 Oběhová aktivační nádrž obvykle provozovaná jako simultánní nitrifikace a denitrifikace

6.4 Odstraňování fosforu z odpadních vod

Přísun fosforu do povrchových vod je stejně nežádoucí, jako přísun dusíku – podporuje eutrofizaci vod. Přitom fosfor je limitujícím prvkem. Z odpadních vod je možno fosfor odstranit metodami fyzikálně chemickými nebo biologickými.

6.4.1 Fyzikálně chemické metody

Tyto metody jsou založeny na tvorbě nerozpustných fosforečnanů kovů, jako jsou vápník, hliník a železo. Při srážení je potřeba kontrolovat možnou změnu hodnot pH a KNK, případně ZNK.

Optimální dávka je podle typu kovu a podmínek dávkování kolem 1 až 4 molárního násobku kovu k odstraněnému fosforu.

Při srážení je potřeba počítat se vznikem chemického kalu, a to 4,0 g kalu /g Fe^{3+} , 2,5 g kalu /g Al^{3+} a asi 1,35 g kalu /g CaO.

Z hlediska technologického lze rozdělit srážení podle místa dávkování :

Předřazené srážení

Příslušné činidlo se dávkuje před usazovací nádrž. Sraženiny sedimentují v usazovací nádrži a jsou společně s primárním kalem odstraňovány. Dávku srážedla je potřeba nastavit tak, aby zbytková koncentrace fosforu byla 1,5 – 2,5 mg/l.

Tento typ srážení může mít přímý negativní vliv na biomasu v aktivaci sorpčním odstraněním části substrátu. Na druhé straně, použité kovy zvyšují koagulaci organických látek a tím mohou snížit účinnost denitrifikace, ale srovnávají výkyvy v zatížení, zvyšují však množství primárního kalu o kal chemický. Dávkování je jednoduché a nemá zvýšené nároky na změnu technologie.

Simultánní srážení

Činidlo se dávkuje do směsi aktivovaného kalu a sraženiny se sedimentují v dosazovací nádrži. Tento způsob obvykle zlepšuje sedimentační vlastnosti kalu. Dávkování je jednoduché, ale činidlo má přímý vliv na biomasu. Zvyšuje se koncentrace kalu o kal chemický a při špatném propočtu odkalování aktivace se snižuje stáří kalu. Dochází k poklesu KNK a může dojít i k poklesu pH v aktivaci.

Zařazené srážení

Činidlo se dávkuje za dosazovací nádrž a tento způsob vyžaduje zvláštní reaktory na míchání a separaci. Úplně se eliminuje vliv činidel na biomasu. Dosahuje se stabilních odtokových koncentrací fosforu pod 1 mg/l. Nevýhodou je vyšší počáteční investice, výhodou jsou nižší provozní náklady. Touto metodou lze dosáhnout v provozním měřítku i koncentrace pod 0,2 mg/l při srovnatelných nákladech se simultánním srážením .

6.4.2 Biologická metoda defosfatace

Biologické odstraňování fosforu je založeno na schopnosti některých mikroorganismů aktivovaného kalu (nejznámější je rod *Acinetobacter*) akumulovat

fosfor ve formě polyfosfátů. Obecně se tento typ bakterií označuje jako PP bakterie.

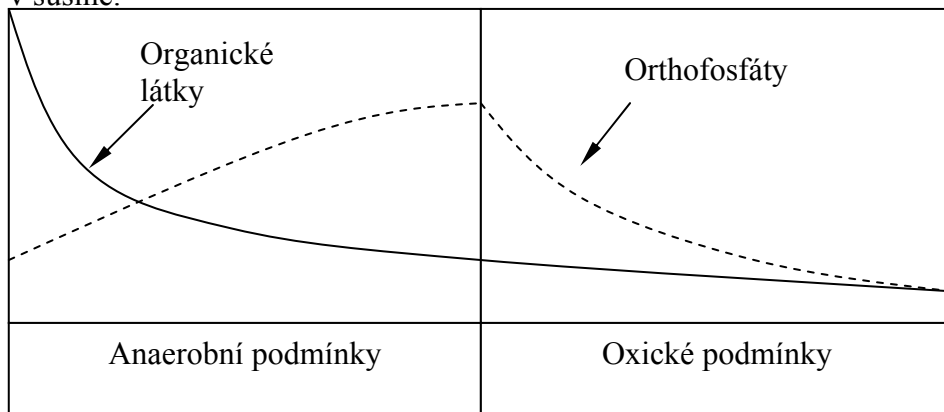
Pro tento pochod je nutno, aby buňky mikroorganismů měly k dispozici specifické uhlíkaté sloučeniny, hlavně kyselinu octovou (AA), případně jako rezervní látku kyselinu poly- β -hydroxymáselnou (PBH).

V klasickém aktivačním systému je fosfor využíván mikroorganismy, jako přenašeč energie systémem AMP-ADP-ATP. A protože ATP jako přenašeč energie nemůže být akumulován, je energie přenášena prostřednictvím polyfosfátové kinázy do polyfosfátů. Polyfosfáty se ukládají v poolech buněk (volutinové granule) a mohou sloužit jako rezerva energie pro aktivní membránový transport specifických uhlíkatých sloučenin do buněk.

Princip spočívá v tom, že aktivovaný kal je smíchán s odpadní vodou v anaerobním reaktoru. V anaerobních podmínkách vznikají činností fermentativních bakterií z organických látek mastné kyseliny, hlavně pak kyselina octová. Vzniklé nižší mastné kyseliny jsou pak využívány PP bakteriemi, přitom potřebná energie pro transport do buněk se získává hydrolýzou akumulovaných polyfosfátů. Uvnitř buněk je z nižších mastných kyselin syntetizována PHB, která je pak využívána jako endogenní substrát. Tento proces může při vysokých koncentracích AA probíhat i v anoxických případně oxických podmínkách.

Po anaerobní fázi musí být aktivovaný kal v oxických nebo anoxických podmínkách. V těchto podmínkách slouží akumulovaná PBH jako zdroj organického uhlíku pro syntézu buněčné hmoty PP bakterií a současně jako zdroj energie pro syntézu polyfosfátů.

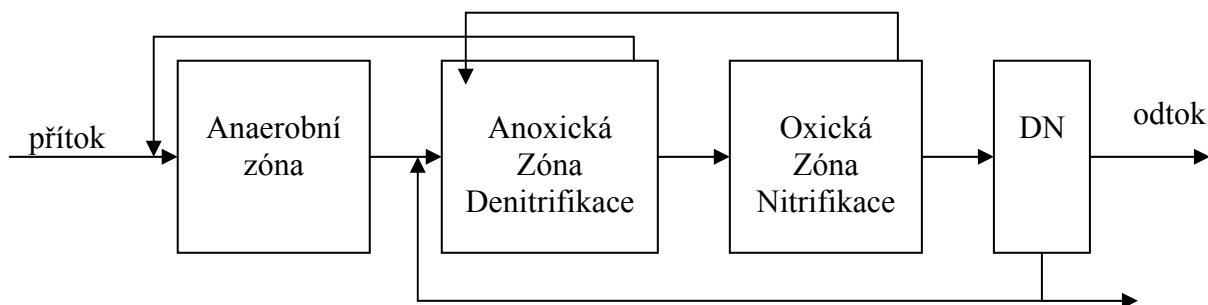
Fosfáty jsou pak ze systému odstraňovány v přebytečném aktivovaném kalu za oxických podmínek. V provozních podmínkách kal pak obsahuje 4 – 6 % fosforu v sušině.



Obr. č. 6 Charakteristika změny koncentrací organických látek a orthofosfátů při biologickém odstraňování fosforu

Aktivační systémy pro zvýšené biologické odstraňování fosforu musí splňovat následující podmínky:

1. V systému musí být vhodně dimenzována anaerobní zóna, ve které dochází k tvorbě nižších mastných kyselin, depolymeraci polyfosfátů a syntéze zásobní PHB v buňkách PP bakterií.
2. Za anaerobní zónou musí následovat aerobní zóna, ve které dochází v buňkách PP bakterií k depolymeraci a oxidaci PHB a k tvorbě polyfosfátů.
3. Fosfor se ze systému musí odvádět s přebytečným kalem z oxické části.
4. Je-li požadováno simultánní odstraňování dusíku, musí být oxická zóna dimenzována s ohledem na nitrifikaci a systém musí být uspořádán tak, aby dusičnany co nejméně rušily uvolňování fosforu v anaerobní zóně.



Obr. č. 7 Obecné schéma aktivačního systému pro odstraňování dusíku a fosforu.

Aby byla možná oxidace organických látek je nutné aktivační nádrž udržovat v aerobním stavu, k tomu slouží provzdušňovací zařízení. v minulosti se používaly mechanické aerátory, dnes se používá téměř výhradně pneumatická aerace.

6.5 Dosazovací nádrže

Biomasa v aktivační nádrži má jednu fantastickou vlastnost – je schopna bioflokulace, tedy spojuje se do větších celků – vloček, které jsou schopny prosté sedimentace.

K tomuto ději dochází v dosazovacích nádržích., tyto nádrže patří k provozně nejdůležitějším objektům na ČOV. I jinak dobře navržená ČOV může být zcela znehodnocena chybným návrhem dosazovací nádrže.

Dosazovací nádrž má tři základní úkoly:

1. Odseparování aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody s minimální

zbytkovou koncentrací nerozpuštěných látek (pozor jde většinou o bakterie vzniklé v procesu čištění a způsobují tedy zvýšení koncentrace znečišťujících látek na odtoku nejen v parametru NL, ale i ve všech dalších sledovaných parametrech (například 1 mg NL = 1,5 – 2,5 mg CHSK).

2. Zahuštění odsazeného kalu na požadovanou koncentraci.
3. Akumulaci aktivovaného kalu pro případ zvýšeného průtoku aktivačního systému tak, aby nedocházelo k vyplavování biomasy ze systému. Požadovaná koncentrace kalu je udržována pomocí recirkulace dosazovací nádrží – aktivační nádrží, takto čerpanému kalu se říká vratný kal.

Po mechanicko-biologickém čištění se vyčištěná voda stále častěji podrobuje dalšímu tzv. terciálnímu dočištění. Zde je nutné vysvětlit určité matení pojmů, ke kterému dochází při zavádění evropské legislativy do našeho právního prostředí. Z hlediska směrnice 91/271/EEC pojem terciální čištění představuje biologické odbourávání nutrientů v aktivačním systému (dusík, fosfor), zatímco česká literatura pod pojmem terciální stupeň má na mysli další dočištění odpadních vod za dosazovací nádrží. Jedná se podle potřeby o další stupeň čistírny pro dočištění a nejčastěji se využívá prostá filtrace, nebo řízené biologické či chemické dočišťování.

6.6 Kalové hospodářství

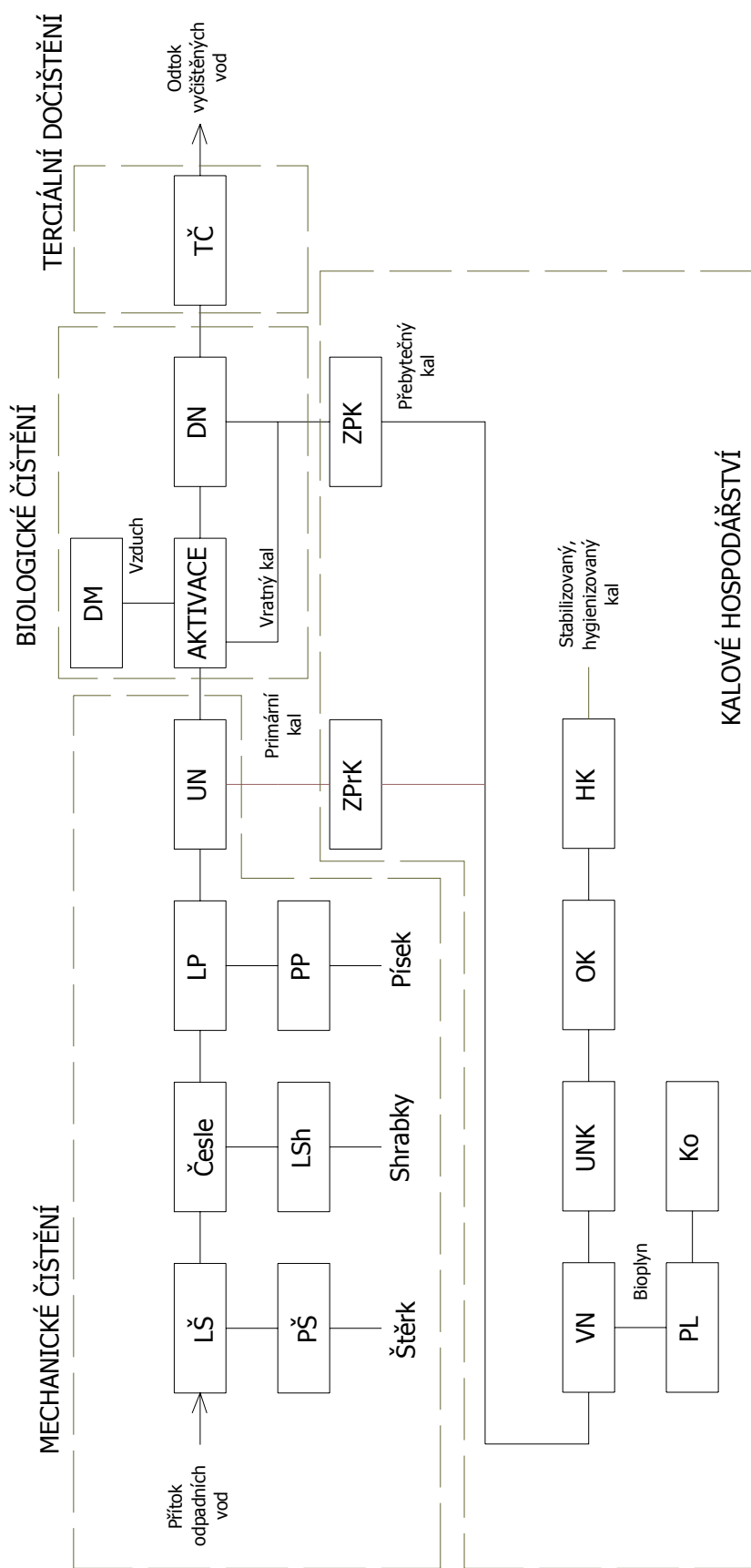
Dalším technologickým celkem každé ČOV je kalové hospodářství. Tento celek byl v minulosti často opomíjen a zjednodušován. Dnes však vzhledem k podstatně přísnější legislativě v oboru odpadového hospodářství je nutné s kalovým hospodářstvím počítat, jako s plnohodnotným celkem, který musí splňovat poměrně náročné požadavky. Je nutno konstatovat, že na přebytečný biologický kal z různých typů a velikostí čistíren odpadních vod je ze zákona pohlíženo stejně, na rozdíl od parametrů vyčištěné odpadní vody.

Prvním zařízením je zahuštění surového kalu. Technologicky se může jednat o zahuštění gravitační, nebo strojní.

Po zahuštění je kal čerpán do stabilizačních nádrží. U velkých ČOV se používá anaerobní stabilizace, tj. systém bez přístupu vzduchu. V tomto prostředí je kal dále biologicky rozkládán, ale protože konečným akceptorem elektronů v dýchacím řetězci není kyslík, ale vlastní organická látka není konečným produktem H_2O a CO_2 nýbrž CH_4 a CO_2 - bioplyn. Proces je dosti komplikovaný a několikastupňový. Vzniklý

bioplyn je využíván, jako palivo v kogeneračních jednotkách, nebo plynových kotlích nebo spalován ve speciálních hořácích bez užitku. Stabilizovaný kal – tedy kal, který prošel procesem stabilizace neboli redukcí odbouratelné sušiny a destrukcí patogenních mikroorganismů, čímž byla výrazně omezena jeho reaktivita je následně odvodněn na 25 – 30 % sušiny a projde procesem hygienizace, tj. dalšího snížení obsahu patogenní bakterií. Hygienizace se dnes provádí dávkováním nehašeného vápna CaO (pozor vzniká plynný amoniak), pasterací, termofilní anaerobní stabilizací, nebo aerobní autotermní termofilní stabilizací a hygienizací, pomocí dávkování čistého kyslíku. Takto zpracovaný kal je možné dále využít v zemědělství, při tvorbě průmyslových kompostů nebo se spaluje, v takovém případě není nutná hygienizace.

Je však nutné upozornit, že primárním cílem každé ČOV je čistit odpadní vody, nikoli tvorba bioplynu. A proto tam, kde je to ekonomicky výhodné a zároveň to nepředstavuje nebezpečí negativního ovlivnění čištění odpadních vod je součástí čistírny i anaerobní stupeň, kde dochází k tvorbě bioplynu, který je významným přínosem pro celkovou energetickou bilanci ČOV. V situaci kdy anaerobní stupeň není efektivní a není nákladný anaerobní stupeň žádoucí, je lépe přejít k aerobní stabilizaci kalu. Hranice ekonomické efektivity anaerobních reaktorů se dnes pohybuje u ČOV nad cca 25 až 30 tisíc EO, ale je to poměrně individuální záležitost.



Obr. č. 8 Obecné blokové schéma velké čistírny odpadních vod

- | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| LŠ ... lapák štěrku | UN ... usazovací nádrž | ZPK... zahusťování přebytečného kalu | PL ... Plynojem |
| PŠ ... pračka štěrku | DM ... dmychárna | VN ... vyhnivací nádrž | Ko... Kotelna |
| LSh .. lis na shrabky | DN ... dosazovací nádrž | UNK...uskładňovací nádrž kalu | |
| LP ... lapák písku | TČ ... terciální čištění | OK... odvodnění kalu | |
| PP ... pračka písku | ZPrK...zahuštění primárního kalu | HK... hygienizace kalu | |

6.7 Malé ČOV

Pod pojmem malé čistírny se obecně rozumí ČOV do 5 000 EO. I když je toto číslo poněkud zavádějící budeme se ho přidržovat. U malých ČOV je nutné si především uvědomit, že současná legislativa především po zavedení imisních standardů klade na malé ČOV prakticky stejné požadavky, jako na ČOV velké. Jinými slovy i na malých ČOV je nutné zabezpečit úplné odbourávání sloučenin dusíku a fosforu na prakticky identické koncentrace, jako na velkých ČOV. Podobně i v oblasti kalového hospodářství, kde dříve stačila jedna nádrž často pouze míchaná a obtěžující své okolí značným zápachem, jsou dnes velmi přísné legislativní požadavky, jak na vlastní parametry kalu, tak i na obtěžování okolí hlukem, zápachem, aerosoly apod. Tedy i technologická linka malých ČOV je obdobná jako u ČOV velkých. Hlavním rozdílem je problém podstatně většího ovlivňování ČOV nerovnoměrností přítoku i stavem kanalizace. Velmi problematická je i funkce malé ČOV na jednotné kanalizaci, kde především v době jarního tání sněhu natéká na ČOV natolik čistá a studená voda, že jakékoli biologické procesy jsou technicky velmi problematické. Z tohoto důvodu musí být aktivační nádrže navrženy tak, aby byly co nejvíce flexibilní. Stabilizace kalu je tedy řešena aerobně, jedná se prakticky o stejný princip, jaký probíhá v aktivačních nádržích. U tohoto způsobu je doporučena doba pro aerobní stabilizaci 35 – 40 dnů. Vzhledem k velikosti ČOV je také nutné rozhodnout, zda kal bude odvodňován přímo na ČOV, nebo bude odvážen na blízkou větší ČOV ke zpracování. Rozhodnutí není věcí technickou, ale ekonomickou a přímo souvisí s logistikou a možnostmi provozovatele. Pro ilustraci, jedno fekální auto přijde skoro na dvojnásobek ceny malé dekantační odstředivky. Z ekonomického hlediska se jeví účelné instalovat odvodňovací zařízení již u ČOV pro 3 000 EO a výše, v odůvodněných případech (značná dopravní vzdálenost) i u ČOV menších.

6.8 Anaerobní čištění odpadních vod

Přes to, že se anaerobní čištění odpadních vod v podmínkách ČR příliš nerozšířilo, je jednou ze základních metod zpracování zemědělských odpadních vod i ostatních odpadů. Toto řešení se používá buď přímo k předčištění odpadních vod, nebo k anaerobnímu zpracování a stabilizaci kejdy, slamnatého hnoje a obdobných materiálů.

Anaerobní procesy – anaerobní rozklad organické hmoty probíhá v přírodě samovolně. Anaerobní procesy využívají, jako konečný akceptor elektronů jinou látku než kyslík. Pokud je konečným akceptorem elektronů organická látka, označujeme tento

pochod, jako anaerobní fermentace, pokud se jedná o anionty např. síry, hydrogenuhličitanu, ale i dusíku, pak tento pochod označujeme jako anaerobní respiraci.

Anaerobní rozklad organických látek je soubor na sebe navazujících biologických procesů. V prvním stádiu rozkladu – hydrolýze – jsou rozkládány makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů, produkovaných hlavně fermentačními bakteriemi. Vznikající nízkomolekulární látky jsou schopny transportu dovnitř buňky.

Produkty hydrolýzy jsou uvnitř buňky během druhé fáze – acidogeneze – rozkládány na jednodušší organické látky (kyseliny, alkoholy, CO_2 a H_2).

V dalším stádiu - acetogenezi – probíhá oxidace dále na CO_2 , H_2 a kyselinu octovou. V posledním stádiu – methanogenezi – methanogenní mikroorganismy rozkládají své specifické substráty, což jsou některé jednoduché uhlíkaté látky (methanol, kyselina mravenčí, methylamin, CO_2 , CO , H_2 a z více uhlíkatých pouze kyselina octová. Produkty rozkladu jsou metan a oxid uhličitý.

Faktory ovlivňující tvorbu metanu:

Vliv teploty

Mikrobiální tvorba metanu probíhá v širokém teplotním rozpětí od 4 do 97 °C a s rostoucí teplotou roste i rychlost procesů. Teplota podstatně ovlivňuje interakce mezi jednotlivými druhy anaerobních mikroorganismů. Změnou teploty se mění zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů, proto je potřeba stabilizovat teplotu procesu. V posledních letech pracuje většina reaktorů v mezofilní (30 – 45 °C) a termofilní (45 – 60 °C) oblasti.

Při metanizaci v termofilní oblasti, ve srovnání s mezofilní, se dosahuje vyššího rozkladu organické hmoty, nevýhodou je ale vyšší energie pro ohřev, horší kvalita kalové vody a nižší stabilita systému.

Vliv reakce systému – pH

Optimální hodnota pH pro růst metanogenních bakterií je v oblasti 6,5 – 7,5. Pod 6,0 a nad 8,0 je jejich činnost silně inhibována. Optimální hodnoty pH předmetanizační fáze se obvykle pohybuje nad 5,0.

Vliv koncentrace těkavých mastných kyselin

Z těkavých mastných kyselin jsou přítomny při metanizaci hlavně kyselina octová, propionová, máselná, mléčná, valerová a kapronová. Tyto kyseliny při neutrálním pH neprokazují inhibiční účinek do koncentrace 10 g/l. Inhibičně působí pouze v nedisociované podobě od koncentrací 30 mg/l. Tento problém nastává při poklesu hodnot pH.

Vliv složení substrátu

Pro správný průběh anaerobního rozkladu je důležité, aby substrát měl vyvážený poměr uhlíku a nutrientů. Z bilance biomasy se udává poměr:

CHSK : N : P = 300 – 500 : 6,7 : 1

Vedle N a P jsou důležité i mikronutrienty jako Na, K, Ca, Mg, Fe, S, Ni, Co, Mo, Se, W aj. Nepříznivě působí vyšší koncentrace těžkých kovů (Cu, Pb, Cr, Zn aj.) sulfidy, kyanidy aj.

Přednosti a nevýhody anaerobního čištění

Porovnání aerobních a anaerobních způsobů čištění lze shrnout do následujících bodů:

1. Nízká spotřeba energie. Není potřeba dodávat energii na aeraci. Obvykle se tvoří bioplyn.
2. Nižší produkce biomasy. Produkce anaerobní biomasy je asi 10 x nižší než aerobní. Přebytečný kal je obvykle stabilizován a jsou nižší náklady na jeho likvidaci.
3. Nízké požadavky na živiny.
4. Možnost udržet vysokou koncentraci biomasy v reaktoru. Koncentrace biomasy není limitována rychlostí přestupu kyslíku, ale pouze reologickými vlastnostmi kalu.
5. Nízká reakční rychlost. Anaerobní systém vyžaduje delší doby zdržení nebo vyšší koncentrace mikroorganismů.
6. Relativně vysoká koncentrace organických látek v odtoku. Odtok je nutno dočistit v aerobním reaktoru.
7. Citlivost metanogenních bakterií.
8. Dlouhá doba zpracování anaerobních reaktorů.

Bioplyn

Bioplyn se skládá převážně z metanu a oxidu uhličitého. V menší míře je ještě zastoupen vodík, dusík, sulfan. Při výstupu z metanizačního reaktoru obsahuje ještě malé množství vody 3 – 4 %, které je však významně ovlivněno teplotou procesu! Může také obsahovat stopová množství amoniaku a mastných kyselin.

Bioplyn v dobře pracujícím reaktoru obsahuje 65 – 75 % CH₄ a 25 – 35 % CO₂. Složení bioplynu závisí na složení substrátu a způsobu vedení procesu. Vysoký obsah metanu řadí bioplyn s vysokou výhřevností (17,8 – 25 MJ/m³) mezi ušlechtilé zdroje energie.

6.9 Malé balené ČOV

Malé ČOV do kapacity 200 ekvivalentních obyvatel se ve snaze o snížení nákladů provádějí ve většině případů jako tzv. Balené. Jedná se tedy o kompletní celek montovaný již ve výrobě a následně umístěný k objektu, z něhož jsou odpadní vody produkovány. Tento systém se používá u objektů, které není možné napojit na kanalizační síť, ať již z důvodů odlehlosti stavby, nebo neexistence kanalizační sítě. Tyto zařízení se používají prakticky pouze pro splaškové odpadní vody nebo k úpravě některých průmyslových odpadních vod.

Pro využití v zemědělství nacházejí uplatnění především při likvidaci splaškových vod z administrativních objektů. Podmínkou instalace tohoto zařízení je možnost vypouštět vyčištěné vody do blízkého recipientu.

7 VZTAH ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK – OBEC

Z hlediska starosty obce může nastat situace, kdy je možnost spojit čištění odpadních vod ze zemědělské farmy a obce, případně napojit splaškové vody ze zemědělské farmy do komunální čistírny odpadních vod.

Zde je třeba zdůraznit, že technologie komunální ČOV pro určitý počet obyvatel není určena pro čištění vysoce znečištěných odpadních vod ze zemědělské výroby (s výjimkou vod splaškových). Pokud by ČOV měla být dimenzována na zpracování materiálů, jako je kejda, nebo např. silážní šťávy, bylo by nutné na tyto materiály ČOV dimenzovat. Dimenzování je vždy věc individuální, ale je třeba říci, že v takovém případě by podíl obce znamenal zanedbatelné procento v celkovém zatížení ČOV se všemi důsledky v podobě financování (stát nedotuje výstavbu ČOV ve kterých hraje dominantní úlohu soukromý znečišťovatel) a provozu dotyčného zařízení. Z těchto důvodů je možné do veřejné kanalizace pouštět pouze vody, které splňují podmínky kanalizačního řádu a mají charakter splaškových odpadních vod.

Na druhé straně je u větších ČOV možné vysoce znečištěné odpadní vody řízeně dávkovat do biologického systému, nebo kalového hospodářství ČOV. U velkých ČOV je dokonce ekonomicky zajímavé anaerobně stabilizovat společně čistírenský kal a odpadní produkty ze zemědělské činnosti. Opět se však musí zvážit vliv těchto materiálů na dimenzování ČOV a funkci vlastní čistírny v situaci kdy dojde k zrušení dovozu těchto materiálů na čistírnu odpadních vod.

8 ZÁVĚR

Problematika čištění odpadních vod ze zemědělských provozů je velice složitá. Produkce odpadních vod je nerovnoměrná a látkové zatížení rovněž proměnné. Nejideálnějším řešením by bylo odpadní vody, které to svým složením umožňují, začlenit do koloběhu prvovýroby. To bude v budoucnu s ohledem na neustále se zpřísnující limity stále složitější. Ostatní vody bude nutné nějakým způsobem zpracovat a to buď v místě jejich vzniku, což je nejideálnější nebo na nejbližší možné technologii, která umožňuje čištění těchto vod.

V příručce jsme se pokusili nastínit možnosti jak je možné s odpadními vodami ze zemědělské prvovýroby, ale i z přidružených provozů nakládat. Je jasné, že je ekonomicky neúnosné, aby každá farma či živnostník vlastnil a provozoval svou vlastní čistírnu odpadních vod. Z hlediska udržitelného rozvoje venkova a ochrany životního prostředí je však nezbytné najít řešení, která umožní za přiměřených finančních nároků vyřešit problémy nakládání s vodami v zemědělské praxi na co nejlepší úrovni.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. FILIP, J. a kol.: Odpadové hospodářství, MZLU v Brně, 2002. ISBN 80-7157-608-5
2. FILIP, J., BOŽEK, F., KOTOVICOVÁ, J.: Komunální odpad a skládkování, ES MZLU v Brně, Brno 2003, 128 s., ISBN 80-7157-712-X
3. BOŽEK, F., URBAN, R., ZEMÁNEK, Z.: Recyklace, Moravia Tisk Vyškov, Vyškov 2003, 238 s., ISBN 80-238-9919-8
4. RICHTER, R., KUBÁT, J.: Organická hnojiva, jejich výroba a použití, ÚZPI Praha, Praha 2003, 56 s. ISBN 80-7271-133-4
5. Plotěný, K. Od jímky na vyvážení k domovním čistírnám s membránami. ASIO, s.r.o. Brno 2007

Zákony, vyhlášky

6. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách
7. Zákon 185/2001 Sb., o odpadech
8. Zákon 107/2007 Sb., o pohonných hmotách
9. Vyhláška č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv
10. Zákon 156/1998 Sb., o hnojivech
11. Zákon 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči
12. Nařízení vlády č. 229/2007 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
13. Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.

Elektronické zdroje:

14. URL: <<http://www.agronavigator.cz>>
15. URL: <<http://www.mendelu.cz>>
16. URL: <<http://www.biom.cz>>