

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Technika a technologie jako nástroj ochrany životního prostředí

Učební texty k semináři

Autoři:

Ing. Eva Krčálová, Ph.D. (MENDELU Brno)

Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D. (MENDELU Brno)

Ing. Petr Junga, Ph.D. (MENDELU Brno)

Ing. Petr Trávníček, Ph.D. (MENDELU Brno)

Datum:

21. září 2012

Centrum pro rozvoj výzkumu pokročilých řídicích a senzorických technologií CZ.1.07/2.3.00/09.0031

TENTO STUDIJNÍ MATERIÁL JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM
FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY

OBSAH

Obsah	1
1. Provoz bioplynových stanic (BPS), čistíren odpadních vod (ČOV), skládek odpadů a spaloven odpadů v souladu s právními předpisy ochrany životního prostředí	4
1.1. Proces přípravy a realizace bioplynové stanice, skládky odpadů a spalovny odpadů	4
1.1.1. Územní řízení	4
1.1.2. Stavební řízení	5
1.1.3. Kolaudace stavby	6
1.2. Právní požadavky na provoz bioplynových stanic	9
1.2.1. Kategorizace bioplynových stanic	9
1.2.2. Zemědělské bioplynové stanice	9
1.2.3. Ostatní bioplynové stanice	10
1.2.4. Čistírenské bioplynové stanice	10
1.3. Právní požadavky provoz čistíren odpadních vod	14
1.4. Právní požadavky na provoz skládky odpadů	19
1.5. Právní požadavky na provoz spalovny odpadů	25
2. Čistírny odpadních vod	28
2.1. Úvod	28
2.2. Množství a kvalita odpadních vod	29
2.2.1. Odpadní vody splaškové	29
2.2.2. Odpadní vody průmyslové	29
2.2.3. Odpadní vody dešťové	29
2.2.4. Vody balastní	30
2.2.5. Látkové zatížení	30
2.2.6. Organické znečištění	31
2.2.7. Anorganické znečištění	32

2.3.	Recipient.....	33
2.4.	Odvádění odpadních vod	34
2.4.1.	Jednotná stoková soustava	34
2.4.2.	Oddílná stoková soustava	34
2.4.3.	Podklady pro návrh stokových soustav	34
2.5.	Technologická linka čistírny odpadních vod	35
2.5.1.	Mechanické čištění odpadních vod	36
2.5.2.	Biologické čištění odpadních vod	38
2.6.	Kalové hospodářství čistírny odpadních vod	42
2.6.1.	Kal z čistíren odpadních vod	42
2.6.2.	Zpracování kalu z čistíren odpadních vod.....	43
3.	Bioplynové stanice	48
3.1.	Úvod	48
3.2.	Vznik bioplynu	49
3.1.	Reakční teploty při anaerobní fermentaci	50
3.2.	Suroviny pro vznik bioplynu	50
3.3.	Složení bioplynu	50
3.4.	Technologická linka bioplynové stanice	50
3.4.1.	Příjmový systém.....	51
3.4.2.	Fermentační systém.....	51
3.4.3.	Plynojem.....	53
3.4.4.	Energetické využití bioplynu	54
3.4.5.	Uskladňovací nádrže	54
4.	Skládky odpadů – technické řešení skládek a jejich provoz	55
4.1.	Skládky odpadů – jejich charakteristika a rozdělení	55
4.2.	Zásady při navrhování	57
4.3.	Návrhové podklady	58
4.4.	Správní řízení při povolování výstavby nové povrchové skládky.....	59

4.5.	Těsnění skládek.....	60
4.6.	Odvodnění skládek.....	60
4.7.	Odplynění skládek.....	61
4.8.	Ostatní technická zařízení skládky a monitoring skládek.....	62
4.9.	Uzavírání a rekultivace skládek, sanace historických skládek	63
5.	Energetické využití odpadů.....	66
5.1.	Proces spalování	69
5.2.	Proces čištění spalin.....	70
5.3.	Zpracování produktů po spalování	74
6.	Seznam použité literatury.....	76

1. PROVOZ BIOPLYNOVÝCH STANIC (BPS), ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD (ČOV), SKLÁDEK ODPADŮ A SPALOVEN ODPADŮ V SOULADU S PRÁVNÍMI PŘEDPISY OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Ing. Eva Krčálová, Ph.D.

Tato část učebního textu se věnuje výčtu základní právních požadavků pro realizaci a provoz bioplynových stanic, čistíren odpadních vod, skládek odpadů a spaloven odpadů. V textu jsou prezentovány základní povinnosti vyplývající především ze stavebního zákona a právních předpisů řídících ochranu životního prostředí.

1.1. Proces přípravy a realizace bioplynové stanice, skládky odpadů a spalovny odpadů

Proces přípravy a realizace stavby zařízení bioplynové stanice, čistírny odpadních vod, skládky odpadů a spalovny odpadů je řízen zákonem č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) a účastní se ho, příp. do něj v příslušné fázi vstupují následující subjekty:

- investor,
- majitel objektu (pokud není totožný s investorem)
- projektant,
- orgány a instituce státní správy, především příslušný stavební úřad, krajský úřad, resp. odbor životního prostředí (oddělení ochrany ovzduší, ochrany vod, odpadového hospodářství, EIA a IPPC), požární ochrany, příp. krajská veterinární správa apod.,
 - občané a organizace, jejichž práva mohou být navrhovanou zařízením dotčena (tzv. neopomenutelní účastníci), především majitelé sousedních pozemků, ale též nestátní organizace, občanská sdružení apod.,
 - dodavatel stavby,
 - technický dozor investora,
 - státní stavební dohled.

1.1.1. Územní řízení

Investor s projektantem zajistí vypracování příslušné dokumentace, provedení průzkumů a v součinnosti se stavebním úřadem obstarání nezbytných

vyjádření. Jedná se zejména o stanoviska zainteresovaných veřejnoprávních a neopomenutelných účastníků územního řízení.

Dokumentace pro územní řízení má obvykle následující formální a obsahové členění:

- textová část (průvodní a technická zpráva), obsahuje zejména identifikační a základní údaje, členění stavby na jednotlivé objekty a provozní soubory, jejich technický popis, charakteristiku architektonického řešení, údaje o technologii výroby včetně vlivů na životní prostředí, zabezpečení energií, vodního a odpadového hospodářství a ostatní údaje (hygiena, požární bezpečnost, stanovení ochranných pásem),
 - situace stavby a širších územních vztahů v měřítku pozemkové mapy,
 - základní výkresy hlavních stavebních objektů,
 - doklady, zejména výpis z katastru nemovitostí, posudky a stanoviska dotčených orgánů státní správy, občanů a institucí, průzkumné zprávy, podle potřeby též hodnocení vlivu stavby na životní prostředí (EIA, popř. IPPC).

Dokumentaci přikládá investor k žádosti o územní řízení, kterou podává na stavební úřad. Ten zahájí územní řízení, jehož součástí může být i komisionální obhlídka staveniště. Řízení může být přerušeno, vyskytne-li se potřeba doplnění některých údajů, rozporná stanoviska nebo jiné závažné okolnosti. Závěrem územního řízení vydává stavební úřad **územní rozhodnutí**. To může obsahovat řadu podmínek, které mohou být zohledněny dodatkem k dokumentaci pro územní řízení nebo následně v dokumentaci pro stavební řízení. Územní rozhodnutí nabývá právní moci po uplynutí patnáctidenní lhůty pro odvolání.

1.1.2. *Stavební řízení*

Investor s projektantem zajistí vypracování příslušné dokumentace, doplnění průzkumů a obstarání dalších nezbytných dokladů.

Dokumentace pro stavební řízení má obvykle následující formální a obsahové členění:

- průvodní zpráva, která obsahuje opět základní údaje, členění stavby a charakteristiku urbanistického a architektonického řešení,

- souhrnná technická zpráva - obsahuje základní technický popis, souhrnné údaje a technologii výroby včetně vlivů na ŽP, zabezpečení energií, vodního a odpadového hospodářství, dále souhrnná zpráva požární bezpečnosti, výpočty ochranných pásem apod.,

- celková situace stavby včetně inženýrských sítí,
- stavební dokumentace jednotlivých objektů,
- dokumentace provozních souborů,
- doklady o jednání s účastníky stavebního řízení.

Dokumentaci přikládá investor k žádosti o stavební řízení, kterou podává na stavební úřad. Ten provede stavební řízení a na základě platného územního rozhodnutí, příslušné dokumentace a nezbytných dokladů vydá **stavební povolení**, které nabývá právní moci po uplynutí patnáctidenní lhůty pro odvolání. Ve stavebním řízení musí být určen technický dozor stavby.

1.1.3. *Kolaudace stavby*

Po dokončení stavby požádá investor stavební úřad o povolení k užívání stavby (kolaudační rozhodnutí). Toto rozhodnutí vydává stavební úřad na základě kolaudačního řízení, ve kterém v součinnosti s veřejnoprávními a neopomenutelnými účastníky stavebního řízení kontroluje, zda stavba může sloužit svému účelu a jsou-li splněny podmínky územního rozhodnutí a stavebního povolení. Ke kolaudačnímu řízení předkládá investor dokumentaci skutečného provedení stavby, která může obsahovat nepodstatné odchylky od schválené dokumentace. Dále dokládá potřebné revizní zprávy, protokoly o předepsaných zkouškách, záruční listy a atesty použitých materiálů od všech dodavatelů stavby. Závady a nedodělky, zjištěné při kolaudaci, opravňují stavební úřad řízení zastavit nebo přerušit do doby jejich odstranění. Nebrání-li užívání stavby, může vydat kolaudační rozhodnutí s časově limitovanou podmínkou jejich odstranění.

Pro realizaci předmětných zařízení si je nutné uvědomit zda zařízení nepodléhá požadavkům z některých níže uvedených zákonů. Pokud ano, splnění požadavků těchto zákonů je prvořadě nezbytné pro získání výše uvedených rozhodnutí dle stavebního zákona.

Takže pokud bioplynová stanice, čistírna odpadních vod, skládka nebo spalovna odpadů bude svoji činnost realizovat v rozsahu definovaných činností dle přílohy č. 1 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, je nezbytné záměr podrobit procesu posuzování vlivů na životní prostředí (EIA). Dále pokud předmětná zařízení podléhají povolení provozu zařízení podle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci – IPPC), je nezbytné získat integrované povolení, které stanoví podmínky k provozu zařízení a vydává se namísto rozhodnutí, stanovisek, vyjádření a souhlasů vydávaných podle zvláštních právních předpisů.

Teprve po vyřešení těchto dvou procedur je možno postupovat podle zákona č. 83/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.

Výsledné stanovisko EIA slouží jako odborný podklad pro správní orgány především stavební úřad vydávající následná povolení. Úřady by měly podmínky obsažené ve stanovisku přejímat do všech následných rozhodnutí. Jde zejména o územní rozhodnutí a stavební povolení podle stavebního zákona a další povolení v souvislosti s ochranou životního prostředí - nakládání s vodami, nakládání s odpady atd.

Změnou zákona o posuzování vlivů na životní prostředí zákonem č. 63/2006 Sb., který nabyl účinnosti dnem 27. 4. 2006, byla stanovena povinnost podrobit zjišťovacímu řízení i tzv. podlimitní záměry. Jako podlimitní jsou označovány ty záměry, které jsou uvedeny v některé z kategorií přílohy č. 1 k zákonu o posuzování vlivů na životní prostředí, byť nedosahují uvedených limitních hodnot.

Řízení o vydání integrovaného povolení podle zákona č. 76/2002 Sb., musí být také zahájeno před vydáním stavebního povolení. Příloha č. 1 k tomuto zákonu o integrované prevenci specifikuje kategorie zařízení, která jsou zařazena pod proces integrovaného povolování. Pro bioplynové stanice jsou relevantní kategorie 6.5. a 5.3., pro zařízení skládek a spaloven odpadů kategorie zařízení 5.4. Čistírny odpadních vod pod působnost zákona č. 76/2002 Sb. nespádají.

Další podmínky realizace definovaných zařízení určuje zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší).

Podle přílohy č. 2 tohoto zákona je čistírna odpadních vod jako zařízení určené pro provoz technologií produkujících odpadní vody, nepřevoditelných na ekvivalentní obyvatele, v množství větším než 50 m³ za den anebo čistírna odpadních vod s projektovanou kapacitou pro 10 tis. a více ekvivalentních obyvatel vyjmenovaným zdrojem znečišťování ovzduší. Spalovny odpadů kde je odpad tepelně zpracován se také podle této přílohy řadí do vyjmenovaných zdrojů. Sklárky odpadů, které přijímají více než 10 t odpadů denně nebo mají celkovou kapacitu větší, jak 25 000 t jsou také vyjmenovaným zdrojem. Bioplynové stanice se do vyjmenovaných zdrojů neřadí, ale do vyjmenovaných zdrojů patří kogenerační jednotka určená pro spalování bioplynu v podobě pístového spalovacího motoru s celkovým jmenovitým tepelným příkonem od 0,3 MW do 5 MW včetně.

Z tohoto plyne, že čistírna odpadních vod o definované kapacitě, spalovna odpadů a skládka odpadů podle zákona č. 201/2012 Sb. nemůže být realizována bez vydání stanoviska nebo povolení podle § 11 odst. 2 písm. b), c) a d).

Pod písmenem b) odst. 2 § 11 je uvedeno závazné stanovisko orgánu ochrany ovzduší (příslušného krajského úřadu), jenž je nezbytné k umístění zařízení (v územním řízení dle stavebního zákona). Územní rozhodnutí je podmíněno vydáním tohoto závazného stanoviska příslušného orgánu ochrany ovzduší k umístění zařízení. Provozovatel je podle § 11 zákona o ochraně ovzduší povinen před vydáním územního rozhodnutí předložit příslušnému orgánu ochrany ovzduší odborný posudek a rozptylovou studii podle požadavků zákona č. 201/2001 Sb. Povolení orgánu ochrany ovzduší (příslušného krajského úřadu) pod písmenem c) odst. 2 § 11 je nezbytné k vlastní stavbě zařízení (ve stavebním řízení dle stavebního zákona). Stavební úřad pak zpracuje a vydá stavební povolení v souladu se stavebním zákonem.

Povolení orgánu ochrany ovzduší (příslušného krajského úřadu) k uvedení do zkušebního i trvalého provozu podle § 11 dost. 2 písmene d) zákona o ochraně ovzduší je podmínkou kolaudačního souhlasu dle stavebního zákona.

Požadavky dalších právních předpisů ve vztahu k realizaci jednotlivých zařízení jsou popsány v textu níže.

1.2. Právní požadavky na provoz bioplynových stanic

V současné době jsou bioplynové stanice podle metodického pokynu Ministerstva životního prostředí kategorizovány do tří skupin. Kategorizace bioplynových stanic slouží k určení právních požadavků, které musí být akceptovány při realizaci a provozu těchto zařízení.

1.2.1. *Kategorizace bioplynových stanic*

V metodickém pokynu Ministerstva životního prostředí jsou bioplynové stanice kategorizovány dle zpracovávaného materiálu (suroviny/odpadů) na:

- zemědělské (farmářské),
- ostatní,
- čistírenské.

1.2.2. *Zemědělské bioplynové stanice*

Zemědělské bioplynové stanice jsou zařízení, která zpracovávají materiály rostlinného charakteru a statková hnojiva. Na těchto bioplynových stanicích není možné zpracovávat odpady podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, ani jiné materiály, které spadají pod Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších živočišných produktech). Tato zařízení jsou většinou situována v areálech stávajících zemědělských provozů a zpracováním a stabilizací statkových hnojiv jednoznačně výrazně snižují dosavadní zatížení oblasti pachovými látkami. Proces schvalování tohoto typu bioplynové stanice bývá nejjednodušší.

1.2.3. Ostatní bioplynové stanice

Do této skupiny patří bioplynové stanice, které zpracovávají vedlejší živočišné produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě (VŽP). Proto se na ně vztahuje Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009, kterým se stanoví hygienická pravidla týkající se vedlejších živočišných produktů, které nejsou určeny k lidské spotřebě a musí plnit podmínky v něm stanovené, jako je např. hygienizace suroviny. V případě, že jsou v zařízení jako vstupní materiál používány odpady dle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, tak se na dané zařízení vztahují všechny požadavky stanovené zákonem o odpadech a jeho prováděcími předpisy.

1.2.4. Čistírenské bioplynové stanice

Zvláštním typem jsou čistírenské bioplynové stanice, které zpracovávají pouze kaly z čistíren odpadních vod a jsou nedílnou součástí čistírny odpadních vod. Technologie anaerobní fermentace je zde využívána za účelem anaerobní stabilizace kalu vznikajícího na čistírnách odpadních vod. Tyto čistírny odpadních vod jsou řízeny požadavky vyhlášky č. 341/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady). Tato vyhláška stanoví technologické požadavky na jednotlivé způsoby zpracování biologicky rozložitelných odpadů a technické požadavky na vybavení a provoz zařízení tedy i bioplynových stanic zpracovávající biologicky rozložitelné odpady a kaly. Konkrétně tyto podmínky stanovuje příloha č. 2 vyhlášky č. 341/2008 Sb.

Požadavky zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů se vztahují prvořadě na bioplynové stanice, které jsou součástí čistíren odpadních vod. V § 38 je znečišťovatelům uložena povinnost mít povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních. Toto povolení vydává příslušný vodoprávní úřad. V případě povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových musí znečišťovatel předložit stanovisko správce vodního toku.

Náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo do kanalizací jsou uvedeny v ustanovení § 3 odst. 1 nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Při provozu bioplynových stanic vzniká zbytek po fermentaci materiálu (fermentační zbytek). V případě bioplynových stanic, které jsou součástí čistíren odpadních vod se jedná o anaerobně stabilizovaný kal, v případě ostatních bioplynových stanic se jedná o fermentační zbytek. Při separaci pevného podílu vzniká voda – kalová voda nebo fugát, který je možné dále částečně nebo úplně recyklovat v provozu čistírny odpadních vod nebo bioplynové stanice, využít ho jako hnojivo podle zvláštních předpisů, nebo zpracovat na čistírně odpadních vod jako odpadní vodu. Pokud není možné fugát nebo kalovou vodu využít jako hnojivo nebo recyklovat na bioplynové stanici, lze ho vypouštět pouze na čistírnu odpadních vod.

Fermentační zbytek je možno především využít nebo odstranit v závislosti na jeho vlastnostech. Fermentační zbytek z bioplynové stanice zpracovávající biologicky rozložitelné odpady je možno využít v souladu s požadavky vyhlášky č. 341/2008 Sb. vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, konkrétně v souladu s přílohou č. 5 kde jsou stanoveny přímo požadavky a kritéria pro hodnocení a kontrolu výstupů ze zařízení k využívání biologicky rozložitelných odpadů. Tato vyhláška se vztahuje pouze na fermentační zbytek vzniklý z rostlinných biologicky rozložitelných odpadů. Pokud fermentační zbytek vzniká z materiálu obsahují živočišné bílkoviny, požadavky na něj jsou stanoveny v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších živočišných produktech) a Nařízení Komise (EU) č. 142/2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.

Pokud chce provozovatel bioplynové stanice fermentační zbytek uvést do oběhu jako hnojivo musí splnit požadavky zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech) a doprovázejí vyhlášku č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva a fermentační zbytek nechat registrovat jako organické hnojivo. Pouze provozovatel zemědělské bioplynové stanice může aplikovat fermentační zbytek na zemědělské plochy bez registrace hnojiva.

V případě skladování kapalného fermentačního zbytku se bude jednat o nakládání se závadnými látkami ve větším rozsahu ve smyslu § 39 vodního zákona a provozovatel bioplynové stanice je tedy povinen učinit odpovídající opatření dle tohoto paragrafu, aby fermentační zbytek nevníkl do povrchových nebo podzemních vod nebo do kanalizací, které tvoří součást technologického vybavení výrobního zařízení. Fermentační zbytek i fugát musí být skladovány za podmínek, které stanovuje vyhláška č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv, ve znění pozdějších předpisů.

Ve většině zemědělských bioplynových stanic představuje hlavní vstupní materiál kukuřičná siláž, kejda skotu, příp. prasat, a travní siláž resp. senáž. Provozovatel zařízení se však může rozhodnout zpracovávat též odpady ve smyslu zákona o odpadech, tedy je jim možno přiřadit katalogové číslo dle Katalogu odpadů – vyhlášky č. 381/2001 Sb., např. biologicky rozložitelný komunální odpad. V tom případě bude provozovat zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupu odpadů ve smyslu zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech. Toto zařízení lze provozovat pouze na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování tohoto zařízení a s jeho provozním řádem (dále jen "souhlas k provozování zařízení") podle § 14 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech.

Při schvalování provozního řádu je dotčeným orgánem ze zákona o odpadech místně příslušný orgán ochrany veřejného zdraví. Bez souhlasného vyjádření příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví ke zpracované části provozního řádu týkající se bezpečnosti provozu, ochrany životního prostředí a zdraví lidí, nelze požadovaný souhlas udělit.

Pokud provozovatel v zařízení bioplynové stanice zpracovává vedlejší živočišné produkty, vztahují se na něj povinnosti dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších živočišných produktech) a Nařízení Komise (EU) č. 142/2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.

Bioplynové stanice a kompostárny zpracovávající vedlejší živočišné produkty podléhají schválení příslušnému orgánu a to krajské veterinární správě. V těchto zařízeních musí být splněny požadavky na technické a technologické parametry, které definuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 a blíže je upřesňuje Nařízení Komise (EU) č. 142/2011 především v článku 10 a v příloze č. 5.

Připojení bioplynové stanice do přenosových a distribučních soustav řídí zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů, (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů a vyhláška č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě.

Zákon na podporu OZE zavádí dvě možnosti podpory výroby elektřiny z OZE – podporu formou výkupních (pevných) cen a formou zelených bonusů. Výrobce má právo si vždy k 1. lednu příslušného roku vybrat jednu z těchto možností. V prvním případě jsou provozovatelé přenosové soustavy a distribuční soustavy povinni vykupovat veškerou elektřinu, na kterou se podpora vztahuje, a tuto elektřinu použít na krytí ztrát. Součástí této povinnosti je i převzetí odpovědnosti za odchylku dodávky elektřiny do sítě od smlouveného diagramu. Ve druhém případě si výrobce musí najít sám odběratele pro svoji elektřinu, uzavřít s ním smlouvy a vyřešit otázku odchylek. Provozovatelé přenosové a distribuční soustavy mu pak poskytují příplatek (zelený bonus) k tržní ceně za každou vyrobenou kWh.

1.3. Právní požadavky provoz čistíren odpadních vod

Čistírna odpadních vod je podle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách definována v § 55 pod pís. c) jako vodní dílo. Tato skutečnost je rozhodující pro určení povinností pro přípravu stavby čistírny odpadních vod, tak i pro její následné provozování. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech dále vymezuje základní terminologii, která se týká druhu čištěných odpadních vod a požadavků úrovně vyčištění vypouštěných odpadních vod z čistíren. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. stanoví ve vztahu k čistírnám odpadních vod mimo jiné i následující parametry:

1. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod,
2. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod,
3. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech,
4. náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace,
5. seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek.

Odpadními vodami se rozumí podle § 38 zákona č. 254/2001 Sb. vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. odpadní vody dělí na průmyslové a městské odpadní vody. Průmyslové odpadní vody jsou vody uvedené v části B přílohy č. 1 k tomuto nařízení, jakož i odpadní vody v této části přílohy neuvedené, jsou-li vypouštěny z výrobních nebo jim obdobných zařízení. Městskými odpadními vodami se pak rozumí 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 se srážkovými vodami. Z hlediska kvality vypouštěné odpadní vody toto nařízení vymezuje pojmy emisní standardy jako nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod uvedené v příloze č. 1 k tomuto nařízení a emisními limity jako nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

Podle § 8 písm. c) je k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních potřeba povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami, dále jen povolení k nakládání s vodami. Toto povolení vydává na základě žádosti vodoprávní orgán na časově omezenou dobu. Povolení k vypouštění odpadních vod nemůže být vydáno na dobu delší než 10 let, v případě vypouštění odpadních vod se zvláště nebezpečnými látkami nebo nebezpečnými látkami podle přílohy č. 1 zákona č. 254/2001 Sb. na dobu delší než 4 roky.

V povolení k nakládání s vodami se stanoví účel, rozsah, povinnosti a popřípadě podmínky, za kterých se toto povolení vydává. Povolení k nakládání s vodami, které lze vykonávat pouze užíváním vodního díla, je možné vydat jen současně se stavebním povolením k takovému vodnímu dílu ve společném řízení, pokud se nejedná o vodní dílo již existující nebo povolené. V případě vydávání povolení k nakládání s vodami současně s povolením k provedení vodního díla se výroky těchto povolení vzájemně podmiňují. Tuto skutečnost doplňuje § 15 zákona č. 254/2001 Sb. kde se uvádí, že k provedení vodních děl, k jejich změnám a změnám jejich užívání, jakož i k jejich zrušení a odstranění je třeba povolení vodoprávního úřadu – stavební povolení. Povolení k provedení nebo změně vodního díla, které má sloužit k nakládání s vodami, může být vydáno jen v případě, že je povoleno odpovídající nakládání s vodami nebo se nakládání s vodami povoluje současně s povolením k provedení nebo změně vodního díla.

Vodoprávní úřad ve stavebním povolení stanoví povinnosti, popřípadě podmínky, za kterých je vydává, a účel, kterému má vodní dílo sloužit; stanovené povinnosti musí být v souladu s tímto zákonem. Vodoprávní úřad může ve stavebním povolení uložit předložení provozního řádu vodního díla dle požadavků vyhlášky č. 216/2011 Sb. o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl. Z tohoto konstatování tedy vyplývá, že vodoprávní úřad v případě čistírny odpadních vod vykonává působnost speciálního stavebního úřadu podle zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu. Podle § 15a zákona č. 254/2001 Sb. k provedení vodních děl určených pro čištění odpadních vod do kapacity 50 ekvivalentních obyvatel, jejichž podstatnou součástí jsou výrobky označované CE, postačí ohlášení vodoprávnímu úřadu.

Ten kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod.

Podmínky odvádění odpadních vod také specifikuje § 18 zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích.

Ten kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu. Vodoprávní úřad tímto rozhodnutím stanoví místo a způsob měření objemu a znečištění vypouštěných odpadních vod a četnost předkládání výsledků těchto měření. Odběry a rozborů ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání - oprávněné laboratoře. Měření odváděných odpadních vod je upraveno také § 19 zákona č. 274/2001 Sb.

Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních stanoví vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových je vázán ukazateli vyjadřujícími stav vody ve vodním toku, normami environmentální kvality, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, ukazateli a přípustnými hodnotami znečištění odpadních vod a náležitostmi a podmínkami povolení k vypouštění odpadních vod, včetně specifikací nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínek jejich použití, které jsou stanoveny v nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod podzemních je vázán ukazateli vyjadřujícími stav podzemní vody v příslušném útvaru podzemní vody, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění podzemních vod, ukazateli a přípustnými hodnotami znečištění odpadních vod a náležitostmi a podmínkami povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, které jsou stanoveny v nařízení vlády č. 416/2010 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních vodoprávní úřad přihlíží k potřebě dosažení nebo zachování dobrého stavu povrchových nebo podzemních vod a na vodu vázaných ekosystémů, a posuzuje možnosti omezování znečištění u jeho zdroje i omezování emisí do životního prostředí jako celku a možnosti opětovného využívání odpadních vod. Zákon č. 254/2001 Sb. dále stanovuje tomu kdo vypouští odpadní vody - znečišťovateli povinnost platit poplatky. Za vypouštění odpadní vody je znečišťovatel povinen platit poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod a poplatek za objem vypouštěných odpadních vod. Poplatky se platí za jednotlivé zdroje znečišťování. V § 90 zákona č. 254/2001 Sb. je jsou blíže stanoveny kritéria rozhodující pro stanovení výše poplatků. 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 poplatku členěné podle jednotlivých ukazatelů znečištění jsou uvedeny v příloze č. 2 zákona č. 254/2001 Sb. Poplatek z objemu vypouštěných odpadních

vod do vod povrchových je znečišťovatel povinen platit, jestliže objem jím vypouštěných odpadních vod překročí za kalendářní rok 100 000 m³. Poplatek z objemu vypouštěných odpadních vod se vypočte vynásobením objemu vypouštěných odpadních vod za kalendářní rok sazbou 0,1 Kč za 1 m³. Poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod se rovná součtu dílčích částek vypočtených podle jednotlivých ukazatelů znečištění jako násobek sazby poplatku a celkového množství vypouštěného znečištění za kalendářní rok. Pro účel stanovení výše poplatků je znečišťovatel, kterému vznikla poplatková povinnost, povinen u každého zdroje - čistírny odpadních vod a výpustě sledovat koncentraci znečištění ve vypouštěných odpadních vodách v příslušných ukazatelích, měřit objem vypouštěných odpadních vod a vést o tomto sledování a měření provozní evidenci podle jednotlivých ukazatelů znečištění. Znečišťovatel odpovídá za správnost zjištění ze zdrojů znečišťování vypouštěných odpadních vod, stanovení koncentrace znečištění podle příslušných ukazatelů znečištění, měření objemu vypouštěných odpadních vod a vedení provozní evidence. Veškeré podklady k vedení provozní evidence je znečišťovatel povinen uchovávat po dobu 5 let.

Bližší postup pro určování znečištění obsaženého v odpadních vodách, metody měření ukazatelů znečištění, zjišťování průměrné koncentrace znečištění a ročního objemu vypouštěných odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění, provádění měření objemu vypouštěných odpadních vod stanoví vyhláška č. 293/2002 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Náležitosti provozní evidence čistírny odpadních vod jsou stanoveny ve vyhlášce č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu v příloze č. 8.

Pro stanovení výše záloh na poplatky pro následující kalendářní rok je znečišťovatel povinen zpracovat poplatkové hlášení s uvedením skutečností rozhodných k jejímu výpočtu, zejména údaje o množství i koncentraci ukazatelů znečištění a o objemu vypouštěných odpadních vod. V poplatkovém hlášení znečišťovatel vypočte výši záloh na poplatky a předloží je České inspekci životního prostředí nejpozději do 15. října běžného roku. Vzor poplatkového hlášení je stanoven opět ve vyhlášce č. 293/2002 Sb. Česká inspekce životního prostředí na podkladě poplatkového hlášení a ověření údajů rozhodných pro výpočet záloh na poplatky stanoví výši zálohy výměrem, který doručí

znečišťovateli, příslušnému správci daně a Státnímu fondu životního prostředí České republiky do 15. prosince běžného roku. Měsíční zálohy je znečišťovatel povinen zaplatit nejpozději do dvacátého pátého dne kalendářního měsíce, za který byla záloha vyměřena. Čtvrtletní zálohy je znečišťovatel povinen zaplatit nejpozději do dvacátého pátého dne posledního měsíce kalendářního čtvrtletí, za které byla záloha vyměřena.

Znečišťovatel je povinen do 15. února předložit České inspekci životního prostředí poplatkové přiznání za uplynulý kalendářní rok. V tomto přiznání znečišťovatel uvede skutečné údaje o množství ukazatelů znečištění podléhajících zpoplatnění, jejich koncentraci ve vypouštěných odpadních vodách a o objemu vypouštěných odpadních vod včetně údajů o poskytnutých odkladech a výši zaplacených záloh. Česká inspekce životního prostředí na podkladě poplatkového přiznání a ověření údajů rozhodných pro výpočet poplatků stanoví výši poplatků za uplynulý kalendářní rok poplatkovým výměrem, který doručí znečišťovateli, příslušnému správci daně a Státnímu fondu životního prostředí České republiky do 30. dubna běžného roku.

1.4. Právní požadavky na provoz skládky odpadů

Skládkou odpadů se rozumí dle definice zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech zařízení zřízené v souladu se zákonem č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu, včetně zařízení provozovaného původcem odpadů za účelem odstraňování vlastních odpadů a zařízení určeného pro skladování odpadů s výjimkou skladování odpadů podle § 4 písmene h) zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech.

První fází provozu skládky je provozování zařízení k odstraňování odpadů jejich ukládáním na nebo pod úroveň terénu, druhou fází provozu skládky je provozování zařízení k případnému využívání odpadů při uzavírání a rekultivaci skládky, třetí fází provozu skládky je provozování zařízení určeného k nakládání s odpady za účelem zajištění následné péče o skládku po jejím uzavření.

Odstraněním odpadů je činnost, která není využitím odpadů, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie. V příloze č. 4 k zákonu č. 185/2001 Sb. je uveden výčet způsobů odstranění odpadů.

Vyhláška č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady skládky dělí podle technického zabezpečení na skupiny:

a) skupina S-inertní odpad – skládky určené pro inertní odpady. Pro účely evidence a ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-IO,

b) skupina S-ostatní odpad – skládky určené pro odpady kategorie ostatní odpad. Pro účely evidence a ohlašování odpadů a zařízení se tyto skládky označují S-OO. Tato skupina skládek se dále dělí na podskupiny:

S-OO1 - skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických biologicky rozložitelných látek a odpadů z azbestu,

S-OO3 - skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad včetně odpadů s podstatným obsahem organických biologicky rozložitelných látek, odpadů, které nelze hodnotit na základě jejich vodného výluhu, a odpadů z azbestu. Na tyto skládky nebo sektory nesmějí být ukládány odpady na bázi sádry,

c) skupina S-nebezpečný odpad – skládky určené pro nebezpečné odpady. Pro účely evidence a ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-NO.

Na skládky všech skupin nesmějí být ukládány odpady uvedené v části A přílohy č. 5. vyhlášky č. 294/2005 Sb. U všech odpadů ukládaných na skládky musí být splněny podmínky mísitelnosti podle přílohy č. 3. vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Na skládky skupiny S-IO mohou být bez zkoušek přijímány pouze odpady uvedené v příloze č. 8 vyhlášky č. 294/2005 Sb. za podmínek tam stanovených.

Vodný výluh připravený z odpadu postupem dle ČSN EN 12 457 – 4 (83 8005) nesmí překročit v žádném z ukazatelů nejvýše přípustné hodnoty uvedené v příloze č. 2 vyhlášky č. 294/2005 Sb. pro výluhovou třídu číslo I a odpad nesmí obsahovat vyšší koncentrace organických škodlivin, než je uvedeno v tabulce č. 4.1. přílohy č. 4 vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Na skládky skupiny S-OO1 mohou být bez zkoušek přijímány pouze odpady uvedené v příloze č. 8 vyhlášky č. 294/2005 Sb. za podmínek tam stanovených. Vodný výluh připravený z odpadu postupem dle ČSN EN 12 457 – 4 (83 8005) nesmí překročit v žádném z ukazatelů nejvýše přípustné hodnoty uvedené v příloze č. 2 č. 294/2005 Sb. pro výluhovou třídu číslo IIa. Obsah TOC (celkový organický uhlík) v sušině odpadu nesmí překročit 5 %. Při překročení této nejvýše přípustné hodnoty lze odpad považovat za vyhovující kritériím pro příjem v případě, že je hodnota DOC (rozpuštěný organický uhlík) ≤ 80 mg/l. Obsah TOC v sušině odpadu stabilizovaného se nezjišťuje.

Na skládky skupiny S-OO3 nesmějí být ukládány odpady na bázi sádry. Bez zkoušek mohou být přijímány pouze odpady uvedené v příloze č. 8 vyhlášky č. 294/2005 Sb. za podmínek tam stanovených a odpady, které nelze hodnotit na základě jejich vodného výluhu. Vodný výluh připravený z odpadu postupem dle ČSN EN 12 457 – 4 (83 8005) nesmí překročit v žádném z ukazatelů nejvýše přípustné hodnoty uvedené v příloze č. 2 vyhlášky č. 294/2005 Sb. pro výluhovou třídu číslo IIa, výjimkou je pouze stabilizovaný bioodpad (výstup ze zařízení pro biologické zpracování bioodpadů 3. skupiny podle přílohy č. 6 k vyhlášce č. 341/2008 Sb.), u kterého se ukazatel DOC nezjišťuje. Biologicky rozložitelný podíl komunálního odpadu ukládaný na skládky musí být postupně omezován v souladu s harmonogramem stanoveným v Plánu odpadového hospodářství ČR a krajů (tj. snížit tento podíl do roku 2010 na 75%, do roku 2013 na 50% a do roku 2020 na 35% celkového množství (hmotnosti) biologicky rozložitelného komunálního odpadu vzniklého v roce 1995). Výstup ze zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu odpadů, kterým je stabilizovaný bioodpad, může být přijímán bez zkoušek podle přílohy č. 2 vyhlášky č. 294/2005 Sb., pouze pokud vzniká úpravou směsných komunálních odpadů a odpadů jim podobných a za předpokladu splnění parametru stability AT4 uvedeného v tabulce 4.2 přílohy č. 4 vyhlášky č. 294/2005 Sb. a pokud jeho výhřevnost nepřekročí hodnotu 8 000 kJ/kg.

Na skládku skupiny S-NO mohou být bez zkoušek přijímány pouze odpady uvedené v příloze č. 8 vyhlášky č. 294/2005 Sb. za podmínek tam stanovených. Vodný výluh připravený z odpadu postupem dle ČSN EN 12 457 – 4 (83 8005) nesmí překročit v žádném z ukazatelů nejvýše přípustné hodnoty uvedené v příloze č. 2 vyhlášky č. 294/2005 Sb. pro výluhovou třídu číslo III. Na tuto skládku nesmějí být přijímány odpady, které vykazují ztrátu žíháním vyšší než 10 % sušiny nebo ukazatel TOC v sušině vyšší než 6 %. Při překročení této nejvýše přípustné hodnoty ukazatele TOC lze odpad považovat za vyhovující kritériím pro příjem v případě, že je hodnota DOC ≤ 100 mg/l.

Odpady s azbestem jsou na skládky ukládány v souladu s § 7 vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Při převzetí odpadu na skládku provozovatel zabezpečí následující činnosti:

- a) kontrolu úplnosti základního popisu odpadu,
- b) vizuální kontrolu každé dodávky odpadu,
- c) namátkovou kontrolu odpadu k ověření shody odpadu se základním popisem odpadu předloženým dodavatelem (vlastníkem odpadu),
- d) záznam o každé přijaté dodávce odpadu do zařízení v souladu s požadavky na vedení průběžné evidence,
- e) vydání písemného potvrzení o každé dodávce odpadu přijaté do zařízení,
- f) převzetí čestného prohlášení dodavatele odpadu (vlastníka – původce nebo oprávněné osoby, tj. osoby za odpad odpovědné až do doby jeho předání další oprávněné osobě), že všechny informace uvedené v základním popisu odpadu jsou pravdivé, čestné prohlášení může být součástí základního popisu odpadu.

Skládka je v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupu odpadů lze ji provozovat pouze na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování tohoto zařízení a s jeho provozním řádem - souhlas k provozování zařízení. Jednotlivé

fáze provozu skládky mohou být provozovány pouze na základě souhlasu s provozním řádem příslušné fáze provozu skládky. V řízení předcházejícím vydání tohoto rozhodnutí musí krajský úřad posoudit všechna zařízení, která s těmito činnostmi souvisejí. Souhlas k provozování skládek nebezpečných odpadů se uděluje na dobu určitou, nejvýše na 4 roky. Dobu platnosti souhlasu krajský úřad prodlouží na základě žádosti provozovatele skládky nebezpečných odpadů vždy nejvýše na další 4 roky, pokud jsou splněny podmínky a plněny povinnosti při provozování skládky stanovené zákonem o odpadech a vyhláškou č. 294/2005 Sb.

Před zahájením činností spojených s odstraňováním odpadů na skládce provede krajský úřad místní šetření, aby ověřil, že skládka splňuje podmínky stanovené v jím vydaném souhlasu.

Provozovatel zařízení k odstraňování odpadů, tedy i skládky je povinen:

a) ustanovit odpadového hospodáře za podmínek podle § 15 zákona č. 185/2001 Sb.,

b) zveřejňovat seznam odpadů, k jejichž odstraňování je oprávněn,

c) provozovat zařízení k odstraňování odpadů v souladu s jeho schváleným provozním řádem,

d) zabezpečit odpady před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem,

e) vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi, ohlašovat odpady a zasílat příslušnému správnímu úřadu další údaje v rozsahu stanoveném zákonem č. 185/2001 Sb. a vyhláškou č. 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady,

f) odstranit odpady v mimořádných případech na základě rozhodnutí obecního úřadu obce s rozšířenou působností, je-li to nezbytné z hlediska ochrany životního prostředí, a pokud je to pro provozovatele technicky možné; náklady vzniklé tímto rozhodnutím hradí obecní úřad obce s rozšířenou působností, který rozhodnutí vydal; náhradu nákladů takto vynaložených je

povinna obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností uhradit osoba za odpad odpovědná,

g) umožnit kontrolním orgánům přístup do objektů, prostorů a zařízení, na vyžádání předložit dokumentaci a poskytnout pravdivé a úplné informace související s nakládáním s odpady,

h) ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů podle § 6 odst. 4 zákona č. 185/2001 Sb. a nakládat s nimi podle jejich skutečných vlastností,

i) oznámit bez zbytečného odkladu příslušnému obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností nepříznivé vlivy nakládání s odpady na zdraví lidí nebo životní prostředí, které jsou v rozporu s vlivy očekávanými nebo popsány v provozním řádu zařízení, nebo vlivy, které překračují stanovené limitní hodnoty.

Provozovatel skládky odpadů je dále povinen:

a) před zahájením provozu skládky prokázat, že nemá dluhy vůči místně příslušnému finančnímu úřadu a vůči místně příslušnému celnímu úřadu a že zřídil zvláštní účet podle § 50 zákona č. 185/2001 Sb. na němž bude při provozování skládky vytvářet a vést finanční rezervu na rekultivaci, zajištění péče o skládku a asanaci po ukončení jejího provozu v rozsahu stanoveném zákonem č. 185/2001 Sb. a vyhláškou č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady,

b) finančně zajistit první fázi provozu skládky nebo její části podle § 48a zákona č. 185/2001 Sb.,

c) zabezpečit po ukončení provozu skládky její asanaci, rekultivaci a následnou péči a zamezit negativnímu vlivu skládky na životní prostředí; tyto činnosti zajišťovat z vlastních prostředků a prostředků finanční rezervy podle § 49, 50 a 51 zákona č. 185/2001 Sb. po dobu nejméně 30 let,

d) vybírat poplatky za uložení odpadů na skládku, odvádět je příjemci poplatku a informovat příjemce poplatku o dlužných poplatcích podle § 45-48 zákona č. 185/2001 Sb.,

e) archivovat evidenci uložených odpadů po celou dobu provozu skládky a následné péče o skládku,

f) zajistit, aby odpadový hospodář každoročně prokazatelně proškolil všechny zaměstnance provozovatele skládky o řádném provozu zařízení a o bezpečném nakládání s odpady tak, aby nedošlo k ohrožení životního prostředí.

Umístění a technické provedení skládky odpadů musí zajistit ochranu životního prostředí po celou dobu provozu skládky i po jeho ukončení. Podmínky pro rekultivaci skládky a následné využití skládkového prostoru v musí být souladu se schválenou územně plánovací dokumentací.

Skládka nebo její část může být považována za uzavřenou až poté, co příslušný krajský úřad provede konečné místní šetření a udělí provozovateli souhlas s uzavřením skládky. Dobu trvání a podmínky péče o skládku po uzavření jejího provozu, rekultivaci a asanaci stanoví individuálně pro každou skládku nebo její část příslušný krajský úřad jako součást provozního řádu. Lhůta nesmí být kratší než 30 let.

1.5. Právní požadavky na provoz spalovny odpadů

Jelikož byly učební texty kompletovány v přechodném období kdy platil zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a realizace vlastního ekologického semináře proběhla v době kdy začal platit nový zákon č. 201/2012 o ochraně ovzduší a tímto zákonem byly zrušeny všechny prováděcí předpisy a nové místo nich nebyly přijaty, byl text vztahující se ke spalovnám ponechán v původním stavu dle požadavků neplatné legislativy, jelikož neexistuje právní předpis, který by nahradil nařízení vlády č. 354/2002 Sb. kterým se stanoví emisní limity a další podmínky pro spalování odpadu

Podle původního zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší byly spalovny odpadů a zařízení pro spoluspalování odpadu řazeny do stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

Spalovny odpadů patřily do kategorie zvláště velkých nebo velkých stacionárních zdrojů a podle druhu spalovaného odpadu se rozlišovaly na:

- a) spalovny nebezpečného odpadu,
- b) spalovny komunálního odpadu a
- c) spalovny jiného než nebezpečného a komunálního odpadu.

Do kategorie zvláště velkých stacionárních zdrojů se řadily spalovny

1. podle písmena a), pokud jejich jmenovitá provozní kapacita množství odstraňovaného odpadu bylo větší než 10 tun za den,
2. podle písmena b), pokud jejich jmenovitá provozní kapacita množství odstraňovaného odpadu bylo větší než 3 tuny za hodinu, nebo
3. podle písmena c), pokud jejich jmenovitá provozní kapacita množství odstraňovaného odpadu bylo větší než 50 tun za den.

Současně platný zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší řadí process tepelného zpracování odpadů do vyjmenovaných zdrojů znečišťování ovzduší, tedy provozovatel této spalovny má povinnost plnit vyjmenované povinnosti podle § 17 tohoto zákona.

Podle nařízení vlády č. 354/2002 Sb., kterým se stanovily emisní limity a další podmínky pro spalování odpadu se spalovnou odpadu rozuměla technická jednotka se zařízením určeným ke spalování odpadu s využitím nebo bez využití vzniklého tepla, přímým oxidačním spalováním, jakož i se zařízením určeným pro jiné způsoby tepelného zpracování, zejména pyrolýzu, zplyňování nebo plazmové procesy, pokud jsou vzniklé látky následně spáleny. Spalovna odpadu zahrnuje kromě všech spalovacích linek, zařízení pro příjem, skladování a předzpracovávání odpadu na místě, systémy přívodu odpadu, paliva a vzduchu, kotle, zařízení k čištění odpadních plynů, komíny, místní zařízení pro skladování tuhých zbytků a vod, zařízení a systémy pro řízení spalovacího procesu a pro monitorování a zaznamenávání spalovacích podmínek a emisí. Spoluspalovacím zařízením bylo podle tohoto nařízení zařízení, jehož hlavním účelem je využití energie nebo výroba hmotných výrobků a které používá odpad způsobem

obdobným jako základní nebo přídavné palivo. Pokud ke spoluspalování dochází tak, že hlavním účelem zařízení není využití energie nebo výroba hmotných výrobků, ale tepelné zpracování odpadů spalováním, je takové zařízení pokládáno za spalovnu odpadu. Toto zařízení zahrnovalo kromě všech spoluspalovacích linek, zařízení pro příjem, skladování a předzpracovávání odpadu na místě, systémy přívodu odpadu, paliva a vzduchu, zařízení k čištění odpadních plynů, komíny a výduchy vztahující se ke spoluspalování odpadu, místní zařízení pro skladování tuhých zbytků a vod, zařízení a systémy pro řízení spalovacího procesu a pro monitorování a zaznamenávání spalovacích podmínek a emisí.

Nařízení vlády č. 354/2002 Sb. určovalo v § 5 provozní podmínky spaloven odpadu, které se projektují, staví, vybavují a provozují způsobem, který zaručuje, že se zajistí dostatečná doba setrvání spalovaného odpadu ve spalovacím prostoru k dokonalému vyhoření a je dosaženo takové úrovně vyhoření, že škvára a popel po spálení odpadu obsahuje méně než 3 % celkového organického uhlíku nebo ztráta žíháním je menší než 5 % hmotnosti suchého materiálu. Spalovny musí být provozovány s nejmenší možnou mírou obtěžování zápachem. Každá linka spalovny odpadu se vybaví alespoň jedním pomocným hořákem, který automaticky udržuje teplotu ve spalovací komoře za posledním přívodem spalovacího vzduchu na hodnotě 850 °C nebo 1100 °C podle spalovaného odpadu. Tento hořák je v činnosti i během spouštění provozu tak, aby byla zajištěna stanovená nejnižší teplota po celou dobu operace, kdy se vkládá odpad, nebo při zastavování provozu po celou dobu, kdy se ve spalovací komoře ještě nachází nespálený odpad. Během spouštění a zastavování provozu nebo když teplota spalin klesne pod stanovenou nejnižší teplotu, nesmějí se k pomocným hořákům přivádět paliva, která mohou způsobovat jiné nebo větší emise znečišťujících látek, než jaké vznikají při spalování plynového oleje, zkapalněného plynu nebo zemního plynu.

2. ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Tento učební text pojednává o technologii a technice používané při čištění odpadních vod na čistírnách odpadních vod.

2.1. 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.

2.2. Množství a kvalita odpadních vod

2.2.1. *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 čistíren odpadních vod (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.

2.2.2. *Odpadní vody průmyslové*

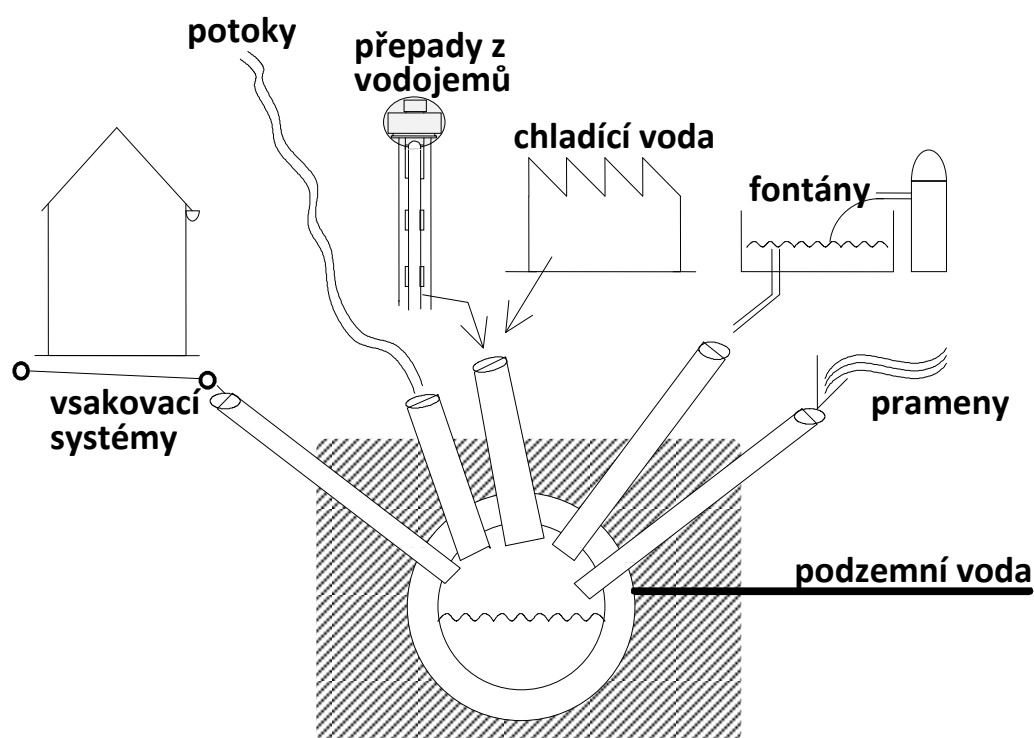
Jedná se o odpadní vody vypuštěné do veřejné kanalizace z průmyslových závodů. Tyto vody musí být před vypuštěním ze závodu do veřejné kanalizace upraveny tak, aby vyhovovaly provoznímu řádu kanalizace, respektive byly čistitelné technologií komunální ČOV. Obecně však platí, že by průmyslové odpadní vody měly být odděleny a čištěny na samostatných průmyslových ČOV. Množství průmyslových odpadních vod je nutné stanovit individuálně podle typu a technologie výroby.

2.2.3. *Odpadní vody dešťové*

Jedná se o vody odváděné při vzniku srážkové události z intravilánu obce, nebo z výrobního závodu či jiných ploch.

2.2.4. Vody balastní

Jedná se vody, které se dostávají z různých zdrojů, viz obrázek 2.1., do kanalizace. Bohužel dosti často se jedná i o povrchové toky zaústěné do kanalizačního systému (v minulosti se běžně různé vodoteče zaústěovaly do kanalizace bez ohledu na to, že se jedná v zásadě o čistou vodu). Balastní vody mají negativní vliv na čistící proces, protože zředují splaškové odpadní vody a zároveň tyto vody ochlazují. Balastní vody bohužel představují značné procento celkových odpadních vod, což platí hlavně u starších systémů stavěných často s nedostatečnou projektovou dokumentací.



Obrázek 2.1 Zdroje balastních vod

2.2.5. 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_{Cr}, Nc, N-NH₄, Pc, NL, 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 °C 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,
- vodách srážkových,
- balastních vodách.

2.2.6. *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].

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 žíháním (ZŽ)

Vyjadřuje rozdíl mezi obsahem veškerých látek (stanovených odpařením vzorku a zvážením sušiny) a jejich zbytku po žíhání. Je měřítkem množství organických a anorganických látek přítomných v odpadních vodách, vyjadřuje se v [mg/l].

2.2.7. Anorganické znečištění

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 (amoniakální, dusitanové a dusičnanové).

Nerozpuštěné látky (NL)

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

2.3. 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. Koncentrace znečištění v toku po smíšení musí odpovídat platnému nařízení vlády 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. 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.

2.4. 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.

2.4.1. *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.

2.4.2. *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.

2.4.3. *Podklady pro návrh stokových soustav*

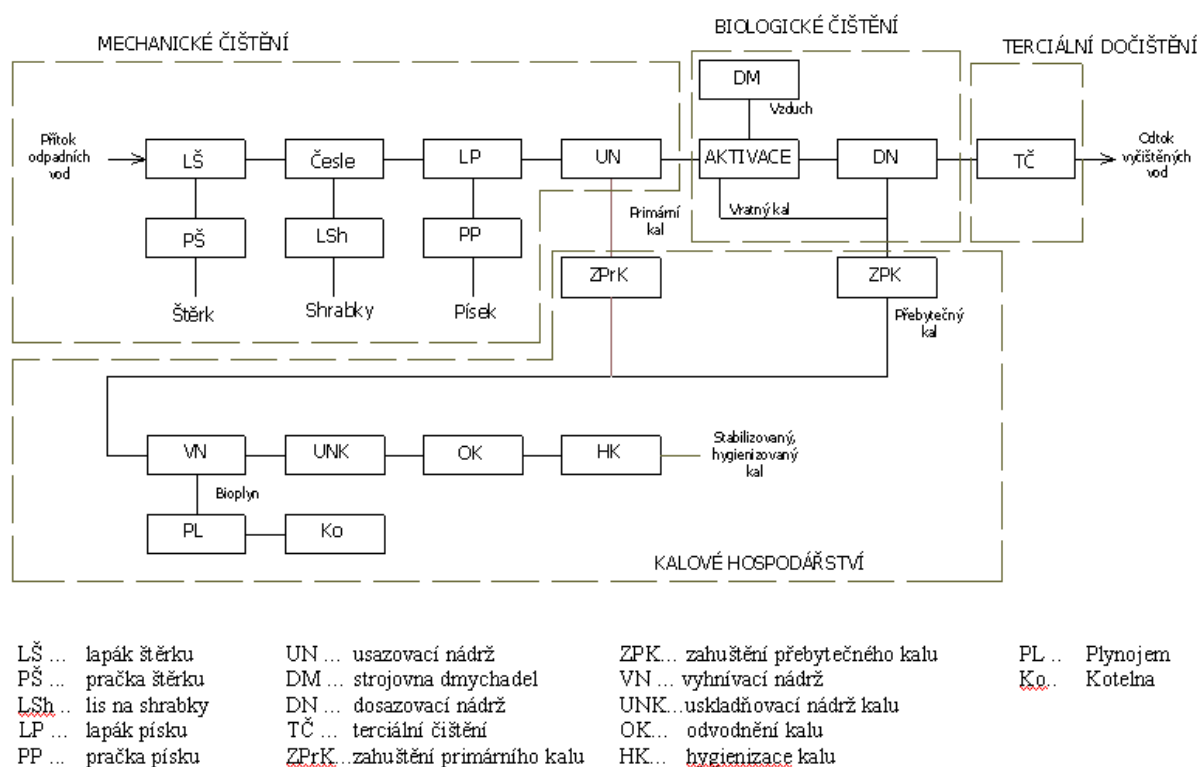
Před návrhem stokové soustavy je vhodné zjistit a vyhodnotit údaje ovlivňující volbu konstrukce, materiálové provedení a způsob zakládání:

- složení odpadních vod,
- zatížení stoky nadložím,
- 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 čisticí 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 čisticí technologie.

2.5. Technologická linka čistírny odpadních vod

Technologické zařízení čistírny odpadních vod je podřízena požadavkům na kvalitu odpadních vod na odtoku. Zobecněné schéma je na obrázku 2.2. Nelze však konstatovat, že toto uspořádání bude platné vždy. Každá čistírna je samostatnou stavbou, která musí reagovat na specifika dané lokality, kanalizační systém a další vstupní předpoklady.



Obrázek 2.2. Obecné schéma čistírny odpadních vod

2.5.1. *Mechanické čištění odpadních vod*

Prvním stupněm čištění odpadních vod je tzv. mechanické předčištění (neboli čištění primární). Jeho hlavním úkolem je odstranit nerozpuštěné látky a ochránit další stupeň čistírny.

Lapák štěrku

U jednotné kanalizace (prakticky všechny velké aglomerace v ČR) 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. Protože sediment z lapáku štěrku může vykazovat nebezpečné vlastnosti je stále častěji zařazována do technologického celku pračka štěrku, což je zařízení, které odseparuje „štěrk“ tj. částice o velikosti nad 35 mm od menších částic a především od organického podílu, který je vrácen zpět do čistícího procesu.

Česle

Do této skupiny patří zařízení pro cezení odpadní vody, řadíme sem hrubé a jemné česle, případně česlicové koše. Česle slouží k zachycení plovoucích předmětů a chrání tak další technologické zařízení na čistírně. Česle jsou tvořeny tyčemi (česlicemi), mezi kterými je mezera (tzv. průlina) její velikost vychází z požadavku na maximální rozměr částic, které jsou česle schopny účinně zadržet.

Minimální hodnoty průlin česlí:

20 – 50 mm – hrubé česle chránící čistírnu a zabraňující blokování průtoku

10 – 20 mm – pro střední česle zabraňující blokování průtoku

2 – 10 mm – pro jemné česle omezující hromadění suspendovaných látek.

Hrubé česle se tedy navrhují jako ochrana vlastní čistírny většinou za objekt lapáku štěrku, nebo v podobě česlicového koše na nátok do čerpacích stanic. Většinou jsou ručně stírané, strojně stírané se používají až u velkých ČOV nad 50 000 EO.

Jemné česle jsou standardním technologickým zařízením všech čistíren odpadních vod.

Vlastní česle jsou většinou umísťovány do betonového (nerezového) žlabu, přičemž musí být dodržena zásada, že v přítokovém žlabu nesmí být místa, kde by docházelo k usazování pevných látek a zachycování plovoucích látek unášených odpadními vodami. Rychlost vody mezi česlicemi při průtoku Q_v má být v rozmezí $0,6$ až $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, při maximálním průtoku nesmí být větší než $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Dnes se používají výhradně strojně stírané česle, běžnou součástí čistíren je dnes i lis na shrabky s propíráním, který opět zabezpečuje snížení organického podílu ve vzniklém odpadu – shrabcích.

Lapák písku

Lapáky písku slouží k separaci nerozpuštěných usaditelných částic o velikosti nad $0,2$ ($0,25$) mm a měrné hmotnosti přibližně $2\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Písek je odstraňován vždy odděleně a to i v případech kdy je v technologii zařazen další sedimentační stupeň (usazovací nádrž). Hlavní důvod spočívá v tom, by bylo zabráněno vnosu písku do kalového stupně ČOV, kde by vzhledem ke své měrné hmotnosti sedimentoval a snižoval tak užitečný 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 opět použít například ve stavebnictví.

Typy lapáků písku

a) S horizontálním průtokem

- Komorový lapák písku,
- Štěrbínový lapák písku,

b) S vertikálním průtokem

- Vertikální,
- Vírový lapák písku,
- Provzdušňovaný lapák písku.

Usazovací nádrže

Usazovací nádrže konstrukčně obvykle kruhového průřezu, vyrobené ze železobetonu s hloubkou 3 – 5 metrů slouží k odstranění usaditelných organických i anorganických látek menších než 0,2 mm. Současně umožňují stírání na hladině plovoucích nečistot. Sediment a plovoucí nečistoty tvoří společně tzv. primární kal, jehož sušinu tvoří až ze 75 % organické látky, 25 % potom látky anorganické, z toho 5 % představuje dusík a zhruba 1 % fosfor. Primární kal je vysoce reaktivní a velmi rychle podléhá anaerobním procesům, což způsobuje problém při jeho zpracování. Primární kal je základním substrátem pro produkci bioplynu na ČOV. Zařazování usazovací nádrže do technologického zařízení ČOV je však stále více problematické z důvodu odstraňování organického substrátu, který může chybět při následujících biochemických procesech v aktivační nádrži. Dnes jsou usazovací nádrže poměrně často vynechávány i u relativně velkých čistíren.

2.5.2. Biologické čištění odpadních vod

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; drtivá většina ČOV však pracuje v aerobních podmínkách) se uplatňují biochemické procesy podmíněné činností mikroorganismů, které 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 redukovaných anorganických sloučenin získávají mikroorganismy energii. V důsledku získávání živin mikroorganismy rostou. Růst mikroorganismů tedy způsobuje odstraňování substrátu 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.

Procesy probíhající v aktivační nádrži

1. 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 CO_2 , voda a přírůstek biomasy v podobě přebytečného kalu, který je nutné ze systému odstraňovat a dále zpracovávat.

2. Odstraňování dusíku

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

- Amoniakální dusík má vysokou spotřebu kyslíku (4,57 g kyslíku na 1 g dusíku).
- Sloučeniny dusíku umožňují růst zelených organismů a tím se podílí na eutrofizaci povrchových vod.
- 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.

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.

Proces denitrifikace

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.

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.

3. 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.

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.

Biologická metoda defosfatace

Biologické odstraňování fosforu je založeno na schopnosti některých mikroorganismů aktivovaného kalu (nejznámější je rod *Acinetobacter*) akumulovat fosfor ve formě polyfosfátů.

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 výhradně pneumatická aerace.

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.
- 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 nádrž – aktivační nádrž, 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. Pro terciální čištění se nejčastěji využívá filtrace, nebo biologické či chemické dočišťování.

Dalším technologickým celkem každé velké ČOV je kalové hospodářství.

2.6. Kalové hospodářství čistírny odpadních vod

Úkolem kalového hospodářství čistíren odpadních vod je zajistit stabilizaci a hygienizaci produkovaného kalu tak, aby ho bylo možno zákonným a účelným způsobem dále využít nebo ekonomicky únosným způsobem likvidovat. Vzhledem k tomu, že se v současné době významně zužuje počet legitimních možností nakládání s čistírenským kalem, stává se další významnou funkcí kalového hospodářství čistíren odpadních vod také snižování celkového produkovaného množství upraveného kalu na výstupu z čistíren odpadních vod. Nové technologie čištění odpadních vod, založené především na systémech nízkého zatížení aktivací vedou k produkci kalu s vlastnostmi, které komplikují zásadním způsobem možnost využití většiny historicky ověřených, doposud ve značné míře rozšířených technologií a vynucují si jejich inovace a intenzifikace. Všechny uvedené skutečnosti jsou příčinou toho, že kalové hospodářství moderních čistíren odpadních vod může představovat až 40 % celkových investičních nákladů a je nezanedbatelnou položkou i v provozních nákladech.

2.6.1. *Kal z čistíren odpadních vod*

Primární kal

Suspendované látky, zachycené v usazovací nádrži – mechanický stupeň čistírny odpadních vod, předřazené biologickému čištění, označujeme jako primární kal. Složení primárního kalu je do značné míry ovlivněno vlastnostmi napojené stokové sítě, účinností předřazeného hrubého předčištění a technologickým řešením celé čistírny odpadních vod.

Základní vlastnosti primárního kalu tedy v souhrnu jsou:

- Vysoká reaktivita
- Anaerobní prostředí
- Dobré sedimentační vlastnosti
- Septické vlastnosti – vysoký obsah patogenů

Sekundární (přebytečný kal)

Během procesu biologického čištění odpadních vod dochází k produkci biomasy, která je v přímé souvislosti s množstvím odstraněného organického znečištění. Produkovaná, přebytečná biomasa bývá odstraňována většinou v dosazovacích nádržích – při sekundární sedimentaci, a proto bývá označována jako sekundární nebo přebytečný kal.

Základní vlastnosti sekundárního – přebytečného kalu.

- Méně reaktivní,
- Podstatně horší sedimentační vlastnosti.

Chemický kal

Chemický kal je produktem srážecích reakcí, využívaných většinou ke snížení obsahu fosforu ve vyčištěné vodě nebo v odděleně upravované kalové vodě nebo ke zlepšení sedimentačních vlastností aktivovaného nebo primárního kalu. Vzhledem k tomu, že k naznačeným procesům může být použito několik chemických látek, liší se i chemické složení a množství chemického kalu. Většinou je chemický kal nedílnou součástí primárního nebo přebytečného kalu, podle toho kde se srážení aplikuje. V případě odděleného srážení – třetí stupně čistíren odpadních vod vzniká samostatný chemický kal.

2.6.2. Zpracování kalu z čistíren odpadních vod

Zahušťování kalu

Zahušťování kalu je proces, kterým se snažíme snížit obsah vody v kalu před jeho dalším zpracováním. Zahušťování kalu může mít zásadní technologický a ekonomický význam. V současné době je zahušťování kalu nezbytnou operací i na malých čistírnách odpadních vod. K zahušťování kalu používáme řadu metod založených buďto na prosté sedimentaci nebo na využití strojního zařízení. Na použité technologii je závislý konečný výsledek zahuštění kalu. Z technologického hlediska je za optimální stupeň zahuštění považována konečná koncentrace sušiny v rozmezí 4,5 – 6,0 hmot. %. Vyšší koncentrace zahuštěného kalu jsou dosažitelné, ale mohou působit potíže s jeho čerpáním, obzvláště při použití odstředivých čerpadel.

Způsoby zahušťování kalu

- Prostá sedimentace,
- Řízené gravitační zahušťování kalu,
- Odstředování,
- Tlaková flotace,
- Sítové zahušťovače.

Stabilizace kalu

Stabilizací kalu nazýváme proces, kterým upravujeme konečné vlastnosti kalu tak, aby dále nepodléhal spontánnímu samovolnému rozkladu. Ve většině případů se jedná o biochemický postup snižování obsahu zbytku snadno rozložitelných organických látek a tím i celkové koncentrace organické složky v kalu. Určení kritéria stability kalu není jednoduché. V běžné provozní praxi býval za hranici stability kalu považován 50% podíl organické složky, stanovený jako ztráta žíháním. S postupným zaváděním nízkozatížených aktivací i u velkých čistíren odpadních vod nemůže toto kritérium stačit, protože čerstvý přebytečný kal odčerpávaný z takové aktivace nemívá někdy obsah organické sušiny významně vyšší a přesto podléhá snadno anaerobnímu rozkladu. Z tohoto důvodu máme-li posoudit, zda je kal stabilizován, musíme vzít do úvahy také dobu, po kterou již nebyl v přímém kontaktu s čerstvým substrátem. Obsah zbytkové organické sušiny je potom spíše pomocným kritériem. Doba potřebná ke stabilizaci kalu je závislá na použité metodě a je určena na základě empirických zkušeností. Stabilizovaný kal se nesmí spontánně rozkládat, nesmí zatěžovat okolí zápachem. Současně se stabilizací kalu klesá i obsah patogenních mikroorganismů a metoda stabilizace kalu může být zároveň metodou hygienizace kalu.

Hygienizace kalu

Hygienizace čistírenských kalů je nezbytnou technologickou operací, která umožňuje jejich využití k zemědělským účelům, jako součást hnojiv nebo přímou aplikací, zapravením do zemědělské půdy. Zemědělské využití čistírenských kalů je totiž přirozeným zakončením koloběhu živin. Pokud nejsou čistírenské kaly zatíženy nepřiměřeným obsahem těžkých kovů z lidské činnosti,

jsou pak pouze hygienická kritéria limitujícím faktorem jejich využitelnosti v zemědělství.

Kaly z čistíren odpadních vod představují suspenzi pevných látek a agregovaných koloidních látek, které jsou z části původem z čištěné odpadní vody a z části vznikají při procesu čištění odpadních vod v závislosti na použité technologii. Z mikrobiologického hlediska jsou v surovém a částečně i ve stabilizovaném kalu přítomny, kromě jiných, následující skupiny organismů:

- Bakterie (psychrofilní, mezofilní a termofilní),
- Viry (enteroviry),
- Nižší houby a jejich spory a toxiny,
- Kvasinky,
- Červi, roztoči a jejich vajíčka.

Je řada možností určování hygienických kritérií hygienizovaného kalu a názory na tuto problematiku se stále vyvíjí. V současné době se jako potenciální patogeny sledují především následující skupiny mikroorganismů:

- Termotolerantní koliformní bakterie,
- Enterokoky,
- *Salmonella* sp.,
- Vajíčka helmintů a enteroviry.

V provozní praxi se zatím, jako indikátory hygienických vlastností čistírenských kalů sledují zejména následující skupiny mikroorganismů: Termotolerantní koliformní bakterie, Enterokoky a *Salmonella* spp. V některých zemích je však zjevná snaha rozšířit počet hygienických kritérií o další druhy mikroorganismů, jako jsou: helminty, anaerobní zárodky klostridií, mykobakterie a další. V současné době je možné volit z následujících technologických postupů:

- Sušení kalu při teplotě vyšší než 80 °C a na sušinu vyšší než 90 %
- Kombinovaný systém s předřazenou autotermní aerobní termofilní stabilizací při 55 °C a následnou mezofilní stabilizací

- Autotermní aerobní termofilní stabilizace při teplotě nad 55 °C a s přerušovaným dávkováním surového kalu a odběru s odstupem nejméně 20 hodin
- Termofilní anaerobní stabilizace při teplotě nad 55 °C s přerušovaným dávkováním surového kalu a odběru s odstupem nejméně 20 hodin
- Termická předúprava surového kalu při teplotě nad 70 °C a s dobou zdržení minimálně 30 minut (pasterizace)
- Alkalizace kalu vápnem při dosažení pH nad 12 a teploty nad 55 °C a udržení těchto dosažených hodnot po dobu nejméně 2 hodin
- Alkalizace kalu vápnem při dosažení pH nad 12 a udržení této hodnoty po dobu nejméně 3 měsíců

Odvodnění kalu

Odvodněním kalu rozumíme technologický postup, při kterém odstraňujeme z kalu vodu z cílem dosáhnout pevného stavu. Odvodněný kal je tedy rýpatelné konzistence, lze s ním manipulovat, nakládat ho a transportovat ho ve volně loženém stavu. Takové vlastnosti dosahujeme obvykle při odstranění vody na hodnotu sušiny vyšší než 18 %. Takováto minimální sušina je například požadována při aplikaci odvodněného kalu v zemědělství. Odvodnění kalu může být strojní nebo přirozené. Technologie přirozeného odvodňování kalu například na kalových polích nebo kalových lagunách jsou již z legislativního hlediska problematické a ve vazbě s požadavky na hygienické zabezpečení kalů prakticky nepoužitelné. Strojní odvodnění kalu je zase z důvodu ekonomického využití technologického vybavení efektivní až od určité velikosti čistírny odpadních vod (asi od 2500 EO). Ke strojnímu odvodnění kalu se nečastěji používají následující technologie:

- Odvodnění kalů s využitím filtrace
- Odvodnění kalu s využitím gravitačního pole
- Sušení kalu

Jiné způsoby nakládání s kalem

- Kompostování čistírenských kalů,
- Spalování kalu.

3. BIOPLYNOVÉ STANICE

Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Tento učební text pojednává o technologii a technice používané v bioplynových stanicích.

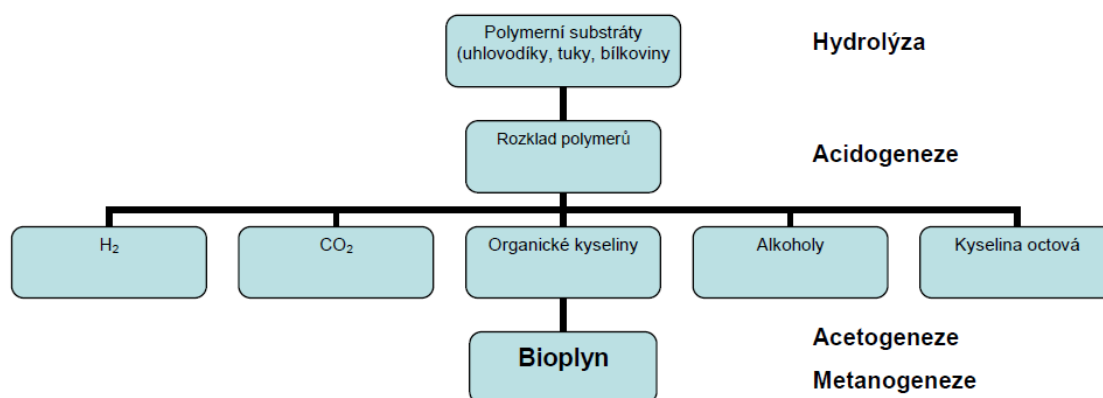
3.1. Úvod

Bioplyn a bioplynové systémy představují energetické zdroje s vysoce pozitivními přínosy pro ochranu a tvorbu životního prostředí. Přestože bioplyn zatím není schopen vytlačit fosilní paliva z jejich dominantního postavení na trhu s energiemi, má na rozdíl od nich zcela neomezené perspektivy pro budoucí využití. Bioplynové systémy ve všech možných uspořádáních pracují jako plně obnovitelné energetické zdroje transformující i spoluvyužívající solární energii. Veškeré i pomocné technologie lze v těchto systémech řešit jako ekologicky příznivé procesy. Základ bioplynových technologií jednoznačně vzešel z procesů čištění splaškových odpadních vod. Teprve technické úspěchy bioplynu v tomto oboru motivovaly snahy o rozšíření aplikace i na jiné organické substráty než na kaly z odpadních vod. Tak byly aplikovány procesy anaerobní fermentace na nejrůznějších potravinářských i zemědělských odpadech. Souběžně s vývojem reaktorových technologií pro anaerobní fermentaci organických odpadů byla v 60. – 70. letech rozpoznána i nebezpečí plynoucí ze samovolné tvorby bioplynu ve skládkách komunálních odpadů. Metan se samozřejmě tvořil i ve skládkách mnohem starších, avšak teprve rozvoj konzumních společností přinesl ohromný nárůst produkce odpadů a s ním spojený stále se zvětšující objem skládek se stoupajícím podílem biologicky rozložitelných odpadů. Od 70. let se již technologie reaktorové anaerobní digesce neomezuje pouze na odpady, nýbrž je úspěšně ověřeno i biologické zplynění záměrně pěstované (tzv. energetické) biomasy), ať již se jedná o zelenou dužnatou biomasu (krmná kapusta, vodní hyacint apod.) anebo o dřevní prutovou anebo štěpkovou biomasu (většinou rychle rostoucí listnaté dřeviny).

3.2. Vznik bioplynu

Anaerobní fermentace je biologický proces rozkladu organické hmoty probíhající za nepřístupu vzduchu. Tento proces probíhá přirozeně v přírodě, např. v rašeliništích, na dně jezer nebo na skládkách komunálního odpadu.

Anaerobní fermentace je proces, prostřednictvím kterého vzniká bioplyn a musí být chápána vždy jako soubor na sebe navazujících procesů. První fáze rozkladu organické hmoty začínají často ještě v přítomnosti kyslíku. Hydrolytické rozklady makromolekulárních látek především typu polysacharidů, lipidů a proteinů mohou probíhat jak v přítomnosti, tak i v nepřítomnosti vzduchu, činností fakultativních anaerobů a později i ryzích anaerobů v tak zvané kyselinové či kyselinotvorné (acidogenní) fázi. Primární štěpení polysacharidů, hydrolýza triglyceridů i hydrolýza a deaminace peptidů poskytují hlavně jednoduché cukry a alifatické karbové kyseliny. Jednoduché cukry, nižší alifatické kyseliny a alkoholy jsou pak společenstvy dalších acidogenních a tzv. syntrofogenních mikroorganismů dále zpracovávány na kyseliny s kratšími řetězci, alkoholy a plyny zastoupené hlavně oxidem uhličitým a vodíkem. Protože tato fáze někdy též souhrnně nazývána jako „kyselá“ je uskutečňována mikrobiálními společenstvy, která již jsou schopna činností i ve zcela bezkyslíkatém prostředí vytvářejí se v jejím průběhu podmínky pro současný rovnovážný rozvoj symbiotických metanogenů, přičemž i primární hydrolytické procesy se pak realizují v plně anaerobních podmínkách. Vzájemná vazba procesů a produktů při tvorbě bioplynu je znázorněna na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1. Proces výroby bioplynu

3.1. Reakční teploty při anaerobní fermentaci

Z hlediska reakčních teplot rozdělujeme anaerobní procesy podle optimální teploty pro mikroorganismy na psychofilní (5 °C – 20 °C), mezofilní (30 °C - 45 °C), termofilní (45 °C – 60 °C). Nejběžnější aplikací jsou procesy při mezofilních podmínkách, teplotě přibližně 38 °C.

3.2. Suroviny pro vznik bioplynu

Hlavní zdroje, poskytující v biologicky rozložitelných podílech odpadů či biomasy metan, jsou polysacharidy, proteiny a lipidy. Jen v několika případech však nejsou polysacharidy zdrojem hlavním a jsou v produkci metanu méně významné než proteiny anebo lipidy. Tato situace nastává při zpracování některých druhů odpadních vod a při zpracování průmyslových odpadů např. z jatečních výrob. Ve většině ostatních případů je hlavním zdrojem pro vznik metanu skupina polysacharidů. U skládkových plynů a u anaerobní fermentace rostlinné biomasy jsou to jednoznačně polysacharidy typu celulózy a hemicelulózy.

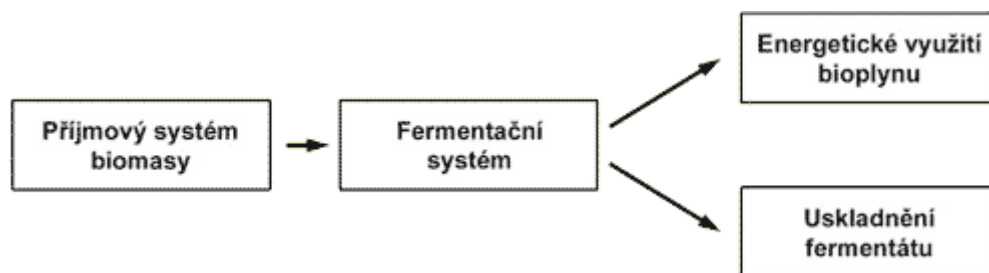
3.3. Složení bioplynu

Hlavním produktem anaerobní fermentace organické hmoty je bioplyn. Bioplyn je bezbarvý plyn skládající se ze dvou majoritních složek metanu (60 %) a oxidu uhličitého (40 %). Bioplyn obvykle obsahuje ještě malá množství N_2 , H_2S , NH_3 , H_2O , ethanu a nižších uhlovodíků. Obsahy veškerých dalších plynů jsou více než o jeden řád nižší, tedy jsou v úrovních nejvýše desetin procenta (u kvalitního bioplynu). Z biologických pochodů může však také pocházet malé množství dusíku elementárního, oxidu dusného a bioplyn někdy obsahuje i relativně velmi vysoké obsahy sirovodíku.

3.4. Technologická linka bioplynové stanice

Nejpoužívanější technologií výroby bioplynu je technologie pracující s tekutými substráty, což jsou substráty s obsahem sušiny do 15 %. Druhou technologií je technologie pracující s netekutými substráty se sušinou obvykle 35 % i vyšší.

Obecně lze technologickou linku bioplynové stanice znázornit podle schématu na obrázku 3.2.



Obrázek 3.2. Obecné schéma technologického uspořádání bioplynové stanice

3.4.1. Příjmový systém

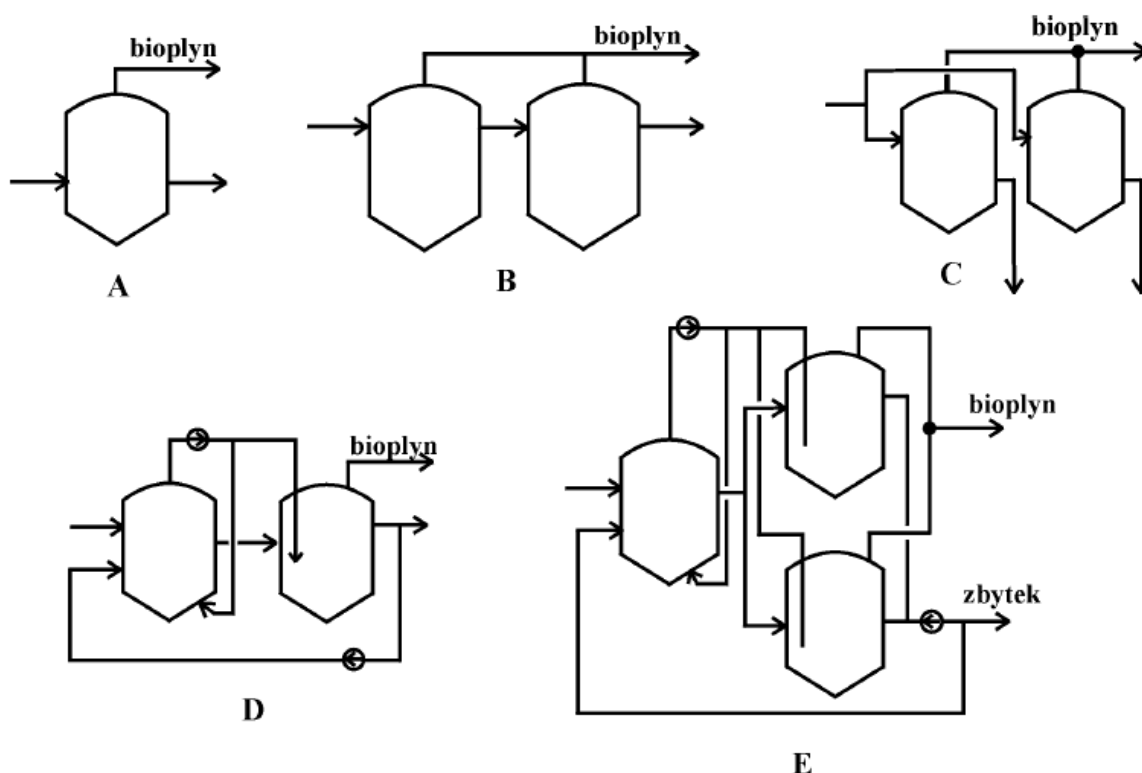
Slouží pro přípravu čerstvého substrátu před jeho vstupem do fermentoru (úprava velikosti částic, míchání, homogenizace, ředění, atd.) a jeho optimální dávkování do anaerobního procesu. Podle druhu zpracovávané BM sestává z příjmového zásobníku tuhých substrátů (sušina > 20 %) a příjmové jímky kapalných substrátů (sušina < 10 %).

3.4.2. Fermentační systém

Systémy pro výrobu bioplynu se mohou lišit podle vlastností reagujícího materiálu, který je v nich odbouráván a také podle velikosti tuhých částic a obsahu sušiny ve zpracovávaném materiálu. Téměř každý fermentační systém sestává z vlastního reaktoru. Reaktory mohou být různých typů i uspořádání. Anaerobní reaktorové systémy můžeme podle způsobu fixace reagující biomasy rozdělit na systémy „prázdné“ tedy reaktory, v nichž je biomasa nesena na reagujícím substrátu. Tyto systémy patří mezi reaktory pro tzv. tekuté substráty, a kromě míchadel, topných systémů anebo usměrňovacích vestaveb není v reaktorech žádná výplň na rozdíl od systémů, kde je biomasa fixována na náplních či vestavbách reaktorových nádob, což je v praxi méně častý případ. Poněkud výjimečné postavení mají reaktory na zpracování tzv. netekutých substrátů, které jsou nejčastěji využívány pro zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Většina anaerobních reaktorů zpracovávajících tekuté substráty je budována jako nádoby s volným prostorem.

Různé způsoby zapojení anaerobních reaktorů

Tyto procesní varianty se též označují jako jednostupňová fermentace a to i když probíhají ve dvou sériově řazených reaktorech. Kombinované systémy neboli dvoustupňová fermentace má nejméně dva reaktory s odlišným prostředím. Vstupní reaktor je někdy nazýván předreaktorem a probíhají zde s vyšší intenzitou acidogenní procesy. Zapojení jednotlivých systémů je patrné z obrázku 3.3.



A – reaktor jednostupňový průtočný

B – reaktory sériové (jednostupňový průtočný systém)

C – reaktory paralelní (jednostupňový průtočný systém)

D – reaktory sériové (dvoustupňový proces)

E – reaktory sérioparalelní (systém s předreaktorem) (dvoustupňový proces)

Obrázek 3.3. Různé způsoby zapojení anaerobních reaktorů

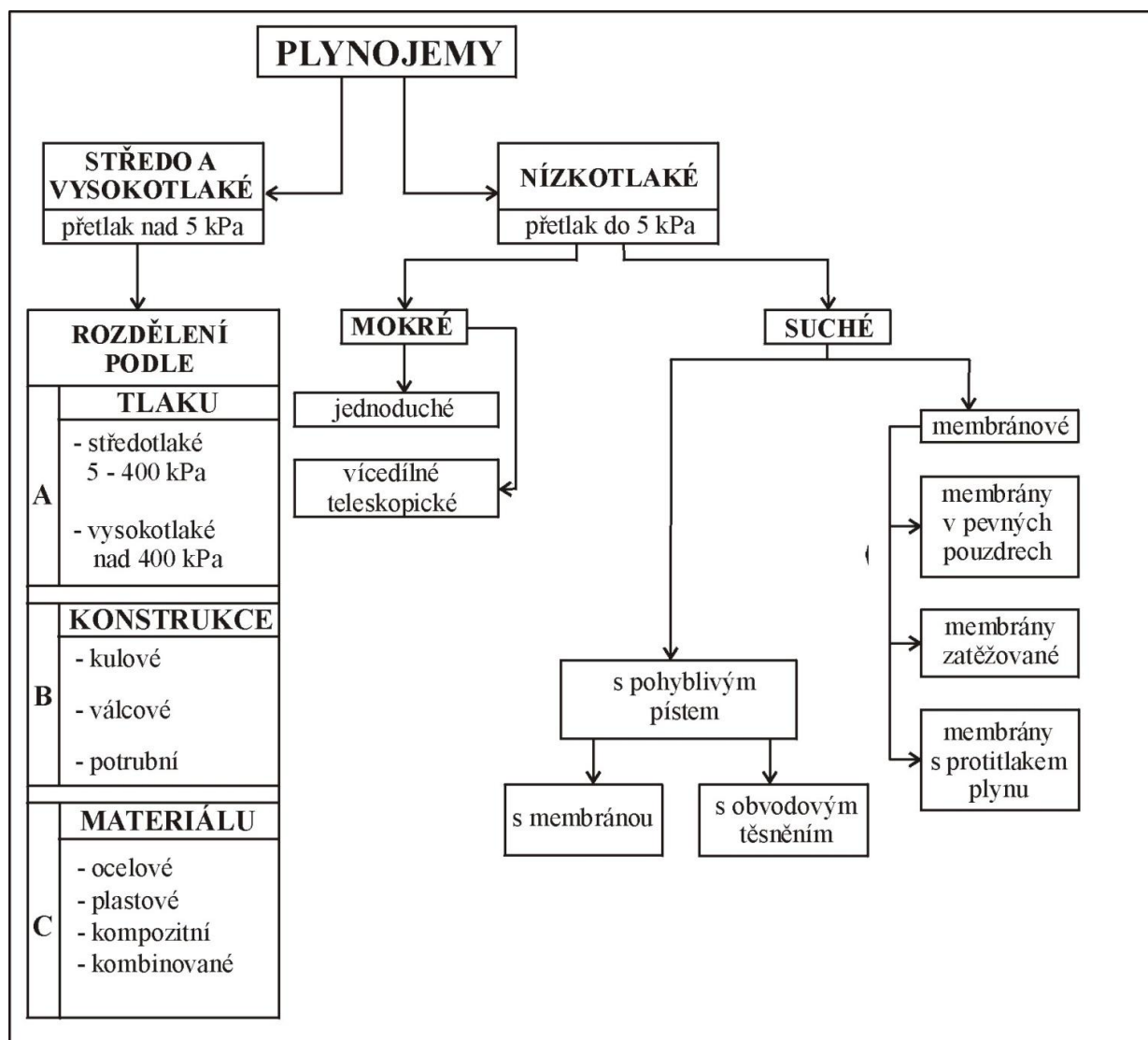
V praxi jsou nejčastěji používány tyto základní koncepce fermentačního systému:

Fermentor s integrovaným plynojemem.

Fermentor + samostatný plynojem.

3.4.3. Plynojem

Zásobní nádrže pro akumulaci vyrobeného bioplynu zajišťují většinou i stabilizaci přetlaku plynu uvnitř výrobního systému. Jejich základní funkcí je však právě akumulace plynu pro vyrovnávání rozdílů mezi výrobou a spotřebou. Anaerobní reaktory produkují v ustáleném stavu bioplyn nepřetržitě a prakticky s krátkodobě neměnnou rychlostí. Spotřeba plynu je však většinou v denním cyklu proměnná. Použití plynu v časových úsecích energetických špiček je výhodné a někdy technologicky nutné například u zemědělských živočišných výrob, které energii odebírají je její spotřeba vázána na obslužné cykly (např. krmení, čištění, dojení apod.). Akumulace plynu je ve většině případů odpovídající lhůtám kratším než 24 hodin a podle počtu a délek spotřebních cyklů je právě volen objem plynojemu.



Obrázek 3.4. Typy plynojemů

3.4.4. Energetické využití bioplynu

Bioplyn je možno využít mnoha způsoby, jedná se zejména o:

- Výroba tepla v teplovodních, resp. parních kotlích,
- Kombinovaná výroba elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách,
- Čištění bioplynu a jeho prodej do plynárenské sítě resp. provozovatelům jiných energetických systémů (CZT, průmyslové teplárny, apod.)
- Čištění bioplynu a jeho využití pro pohon dopravní techniky a automobilů, apod.

Z hlediska aktuálních podmínek na trhu s energiemi v ČR se bioplyn nejčastěji využívá pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách.

3.4.5. Uskladňovací nádrže

Materiál po fermentaci (fermentační zbytek) je nutné uskladňovat v souladu se zásadami správné zemědělské praxe. V případě, že je fermentační zbytek separován na tuhou frakci (sušina 25 až 35 %) a kapalnou fází (fugát, sušina < 1 %) je nutné koncipovat uskladňovací systém pro obě frakce.

Tuhá frakce se běžně uskladňuje na stávajících hnojištích nebo vodohospodářsky zabezpečených plochách. Fugát (sušina <1%) resp. neseparovaný fermentační zbytek (sušina ≈ 4 až 10%) se uskladňuje ve vhodně dimenzovaných jímkách. Potřebná velikost uskladňovacího systému u bioplynových stanic je volena s ohledem na související právní předpisy běžně pro dobu 140 až 150 dnů.

Separační zařízení (kalolis, odstředivka, centrifuga, apod.) bývá osazován z důvodu záměrného využití fugátu pro ředění čerstvého substrátu na požadovanou procesní sušinu nebo v případě zvláštních technologických požadavků. Vlivem recirkulace fugátu se úměrně snižuje potřebná velikost uskladňovací jímky a snižuje spotřeba ředící vody. Je ovšem potřeba pravidelně kontrolovat obsah dusíku v recirkulovaném fugátu, a to z důvodu zamezení inhibičním vlivům na anaerobní proces.

4. SKLÁDKY ODPADŮ – TECHNICKÉ ŘEŠENÍ SKLÁDEK A JEJICH PROVOZ

Ing. Petr Junga, Ph.D.

Tato část učebního textu se věnuje problematice skládkování odpadů a technického řešení skládek od úvodní fáze přípravy nové skládky, realizaci stavby, uvedení do provozu a skládkování až k závěrečným fázím uzavírání a rekultivace.

4.1. Skládky odpadů – jejich charakteristika a rozdělení

Skládka odpadů je technické zařízení pro techniku životního prostředí, určené pro ukládání příslušných druhů odpadů za stanovených technických a provozních podmínek. Dle zákona č. 183/2006 Sb. se jedná o stavbu, spadající do oblasti staveb vodního hospodářství a krajinného inženýrství a rovněž geotechniky. Skládky lze rozčlenit dle různých hledisek.

Z hlediska zabezpečení rozlišujeme:

- zabezpečené (řízené),
- nezabezpečené (neřízené).

V současné době je možné legálně provozovat pouze skládky řízené. Neřízené skládky jsou prezentovány především tzv. starými ekologickými zátěžemi (historické, nezabezpečené skládky) a nově vznikajícími ilegálními tzv. černými skládkami.

Z hlediska času rozlišujeme:

- skládky potenciální,
- skládky ve fázi přípravy a realizace,
- skládky provozované,
- skládky s přerušným provozem, uzavřené nebo uzavírané.

Z hlediska nároků na zabezpečení skládky rozlišujeme:

- sklárky inertního odpadu (S-IO),
- sklárky ostatního odpadu (S-OO),
- sklárky nebezpečného odpadu (S-NO).

Požadované zabezpečení vyplývá ze zařídění sklárky z hlediska vyluhovatelnosti odpadů dle vyhlášky 383/2001 Sb. Nejmenší nároky mají sklárky inertního odpadu, kdy ukládané odpady musí vyhovět limitům II. třídy vyluhovatelnosti a zabezpečení je realizováno pouze vhodným geologickým podložím, těsnění není zpravidla požadováno. U skládek ostatního odpadu musí ukládané odpady vyhovět limitům III. třídy vyluhovatelnosti případně jsou ukládány odpady, které nelze dle vyluhovatelnosti hodnotit jako například směsné komunální odpady. Zabezpečení je realizováno v podobě těsnění (minerálního, fóliového nebo kombinovaného). U skládek nebezpečného odpadu jsou ukládány odpady, které překračují limity III. třídy vyluhovatelnosti. Zabezpečení je vždy vícenásobné, kombinované v závislosti na druhu NO a míře nebezpečí - rizika.

Z hlediska způsobu ukládání odpadů rozlišujeme:

- jednodruhové sklárky,
- vícedruhové sklárky, případně sdružené sklárky.

Jednodruhové sklárky umožňují ukládání jednoho druhu odpadu, případně oddělené skládkování více druhů odpadů, které ale nesmějí být smíchány (jiné druhy jsou uloženy např. v kontejnerech). Z hlediska realizace i provozu se jedná o nejvhodnější typ.

Vícedruhové sklárky umožňují ukládání více druhů odpadů.

Sdružené sklárky jsou sklárky komunálního odpadu se samostatnými kazetami např. pro průmyslový odpad. Jedná se o nejčastěji se vyskytující typ.

Z hlediska umístění sklárky v terénu rozlišujeme:

- podzemní, podúrovňové, nadúrovňové,
- svahové, násypové, kombinované.

Z hlediska typu jsou určující konkrétní geomorfologické podmínky na místě stavby. Terénní uspořádání potom ovlivňuje technologii ukládání odpadů, těsnění, odvodnění i rekultivaci skládky.

Z hlediska ochrany skládky před srážkami:

- nezastřešené (většina skládek),
- zastřešené (výjimečně – u skládek nebezpečného odpadu).

4.2. Zásady při navrhování

Při výběru vhodných lokalit pro budoucí skládky se postupuje pomocí analýzy území z hlediska vhodných či nevhodných dispozic pro skládkování. Při vyhledávání vhodných lokalit se využívá GIS systémů. V prvním kroku jsou vyloučena nevhodná území v širším měřítku, v dalších krocích je hodnocení vytipovaných lokalit komplexní a závěrečný výběr potenciálních míst je v souladu se zásadami územního rozvoje dané oblasti.

Skládky se zásadně navrhují mimo lokality s vysokou hustotou osídlení, využívají se přednostně degradované části krajiny s vhodnými geologickými a geomorfologickými podmínkám. U skládek nebezpečného odpadu je zásadou jejich umísťování v blízkosti produkce nebezpečného odpadu. U těchto skládek nemá být stanovován jejich minimální objem, důležitější je hledisko dopravní (krátká vzdálenost od místa produkce). Velké průmyslové podniky mají mít vlastní skládky. Pro menší průmyslové provozy by provozování skládky nebylo ekonomické, proto by měly využívat služeb odborných podniků odpadového hospodářství. U skládek ostatního a průmyslového odpadu bývá orgány státní správy předepisován jejich minimální objem.

Mezi vylučující faktory pro potenciální místa stavby nových skládek patří:

- Výskyt 1. pásma hygienické ochrany vodních zdrojů (PHO),
- výskyt zvláště chráněných území (národní přírodní rezervace, přírodní památka),
- ochranná pásma inženýrských sítí a dopravní infrastruktury,

- území s geologicky nepříznivými vlastnostmi a četnými výskyty terénních poruch.

Mezi podmíněčně vylučující faktory pro potenciální místa stavby nových skládek patří:

- výskyt 2. pásma hygienické ochrany vodních zdrojů (PHO) a území chráněných oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV),
- výskyt zvláště chráněných území (CHKO, NP) a území chráněných ložisek nerostných surovin,
- územní, kde je rekreace a cestovní ruch rozhodujícím způsobem využití území,
- území s nepříznivými inženýrsko-geologickými podmínkami, nestabilní poddolovaná území, krasová území, erozně ohrožené lokality, záplavové zóny.

4.3. Návrhové podklady

Mezi základní podklady při přípravě návrhu nové skládky patří především:

- Základní údaje o druhu, fyzikálně-chemických vlastnostech a množství ukládaného odpadu,
- výsledky hydrogeologického a inženýrsko-geologického průzkumu,
- klimatické a hydrologické údaje,
- mapové a geodetické podklady,
- údaje o ochranných pásmech území (např. hygienické ochrany vodních zdrojů atd.),
- údaje o sítích technické infrastruktury a jejích ochranných pásmech,
- údaje o zvláště chráněných územích a kulturních památkách.

4.4. Správní řízení při povolování výstavby nové povrchové skládky

Protože skládka je dle zákona č. 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů stavbou, podléhá jednotlivým stupňům povolovacího řízení staveb.

Prvním stupněm je projednání z hlediska územního plánování, a to v rámci Územního řízení, které vede místně příslušný stavební úřad. Návrh nové skládky se posuzuje v rámci možných vlivů na životní prostředí a stanovují se podmínky k ochraně veřejných zájmů v území a pro splnění cílů územního plánování v dané lokalitě. Pro toto řízení se vypracovává dokumentace pro územní řízení (DUR). Dokládají se stanoviska dotčených správních orgánů (DSO). Výsledkem tohoto řízení je vydání Územního rozhodnutí jako nezbytné podmínky pro další stupeň povolování.

U většiny skládek se dle zákona č. 100/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů vyžaduje posouzení vlivu stavby na životní prostředí (EIA). Stavba podléhá buďto přímo úplnému posouzení nebo se provádí zjišťovací řízení. Z hlediska skládek se jedná o skládky nebezpečných odpadů a skládky ostatních odpadů s kapacitou 1000 až 30000 tun za rok (působnost krajského úřadu – odboru životního prostředí) a s kapacitou nad 30000 tun za rok (působnost Ministerstva životního prostředí). Pro toto řízení se zpracovává dokumentace EIA. Pokud stavba podléhá přímo posouzení EIA, pak je kladné stanovisko procesu EIA podmínkou Územního řízení.

Po Územním řízení následuje další stupeň povolování a tím je Stavební řízení. Toto řízení vede opět místně příslušný stavební úřad. Zpracovává se dokumentace pro stavební povolení (DSP). Dokládají se stanoviska dotčených správních orgánů (zpravidla se převezmou stanoviska z územního řízení). Ve stavební řízení se zkoumá předložená dokumentace, zejména s ohledem na podmínky stanovené v územním řízení, soulad s obecnými technickými požadavky na výstavbu a s ohledem na ochranu veřejných zájmů. Výsledkem je vydané stavební povolení.

4.5. Těsnění skládek

Ze skládek odpadů se uvolňuje množství odpadních vod (průsakových vod), které by negativně ovlivnily vodní složku životního prostředí, proto je nutné provádět technická opatření pro zabránění úniku těchto vod do životního prostředí. Nejrizikovější skupinou jsou skládky nebezpečného a ostatního odpadu. Dle druhu skládky vyplívají požadavky na úroveň zabezpečení – těsnění skládky. Těsnění může být jednoduché nebo kombinované.

Základním opatřením jsou vhodné geologické podmínky v místě stavby – podloží z hornin s dostatečnou hodnotou koeficientu filtrace. Technická bariéra, která vytváří těsnicí systém, bývá provedena jako plošná (plášťová), případně svislá (především sanací starých skládek), a to buďto z přírodních materiálů, umělých materiálů nebo jejich kombinací.

Z přírodních materiálů se používá vrstev vhodných jíílů a zemin. Tloušťka minerálních souvrství může dosáhnout od 20 cm do 100 cm. Z umělých materiálů se používá plastových fólií (HDPE) tl. 1,5 až 2 mm, svařovaných za tepla, dále bentonitové rohože, asfalt, asfaltobeton, cementový beton. Jednotlivé těsnicí vrstvy (především těsnicí fólie) jsou vzájemně separovány ochrannou geotextilií (PP) a ochranným drenážním násypem.

4.6. Odvodnění skládek

Voda se do skládkového tělesa dostává z několika zdrojů, a to jako vody vnější a vody vnitřní. Mezi vnější vody patří povrchové a podzemní vody. Mezi vnitřní vody (průsakové vody) patří voda ze srážkové činnosti a z odpadu ukládaného do skládek a z činnosti biologických organismů při přirozených rozkladných procesech.

Intenzita negativního působení vnějších vod a úroveň ochrany před ním závisí především na klimatu a hydrogeologických poměrech v místě stavby. Před vnějšími vodami je skládkové těleso chráněno vybudováním systému záchytných a svodných příkopů, dimenzovaných na Q_{100} (stoletý průtok). Podzemní vody nesmí zaplavovat skládkové těleso, případné vývěry podzemních vod musí být odvedeny mimo skládku. Hladina podzemních vod musí být minimálně 1 m pod dnem skládky.

Odvodňovací systém skládek se skládá z:

- Plošného drénu,
- sběrných a svodných trubních drénů, šachty,
- akumulační nádrže průsakových a dešťových vod,
- zařízení na zneškodnění průsakových vod.

Plošný drén je tvořen vrstvou vysoce propustného materiálu (nejčastěji recyklované kamenivo, šterkodrt nebo šterkopísek). Tato vrstva je provedena na těsnícím souvrství svahů (stěn) i dna. Plošný drén je chráněn geotextilií. Sběrný a svodný drén je tvořen trubním systémem, uloženým v plošném drénu. Sběrný drén odvádí vody z jednotlivých sekcí skládky do svodných drénů, které jsou zaústěny do akumulační nádrže. Potrubí je plastové (HDPE, PVC), průměru min. 200 mm (u sběrných drénů s perforací kruhovými nebo šterbinovými otvory). Šachty jsou určeny k propojení sběrných a svodných drénů, bývají buďto plastové (HDPE) nebo železobetonové s izolací. Šachty bývají navrhovány zpravidla na vnějším obvodu skládky. Akumulační nádrže zachycují průsakové a dešťové vody, umísťují se mimo skládkové těleso. Bývají provedeny jako zemní s kombinovanou hydroizolací nebo železobetonové z vodostavebného betonu s ochrannými nátěry. Objem nádrží vychází z tzv. přívalové srážky (15 minutový návrhový déšť) a odvodňované plochy. Zařízení na zneškodnění průsakových vod bývá reprezentováno přečerpávací stanicí (k recirkulaci vod zpět na skládku), odběrným místem pro mechanizaci (odvoz odpadních vod na nejbližší vhodnou ČOV), přípojkou na kanalizační sběrač vedený k nejbližší vhodné ČOV případně vlastní skládkovou ČOV.

4.7. Odplynění skládek

Pokud odpad ukládaný na skládku obsahuje organické látky, dochází k přirozeným biologickým rozkladným procesům spojeným s produkcí skládkového plynu. Plyn je ve skládce i mimo ni nežádoucí. Může způsobit výbuch a požár skládky, mimo skládku pak negativně ovlivňuje atmosféru. Plyn je proto nutné odvést odplyňovacím zařízením a využít ho nebo zneškodnit. Množství a kvalita vznikajícího plynu závisí na druhu odpadu (především obsahu organických látek), vlhkosti a fázi skládkování. Například z 1 t komunálního

odpadu je produkováno 200 až 250 m³ skládkového plynu. Plyn je produkován prakticky po celou dobu skládkování, ale jeho množství a kvalita je velmi proměnlivá.

Odplyňovací systém skládky se skládá ze zařízení:

- Horizontálního odplynění,
- vertikálního odplynění,
- kombinovaného odplynění (prvky horizontální i vertikální).

Prvky odplyňovacího systému jsou reprezentovány sběrnou a svodnou trubicí sítí, studnami a šachtami, zařízením pro odvod plynu, jeho využití nebo zneškodnění. Horizontální odplynění tvoří drén z plastového perforovaného potrubí, uložené v jednotlivých vrstvách skládkového tělesa (po 5 až 10 m). Vertikální odplynění je tvořeno jímacími vrty a studnami (průměru 600 až 1000 mm). Kombinované odplynění využívá prvků horizontálního i vertikálního odplynění. Celý systém odplynění je vybaven odvodňovacími zařízeními pro odvod kondenzátu. Odvod skládkového plynu probíhá pomocí čerpací stanice (obsahující dmychadla, ventilátory, systém měření a regulace, technologii pro odvodnění a čištění plynu). Energetické využití plynu je možné pokud je obsah metanu ve skládkovém plynu alespoň 35 % a probíhá v kogeneračních jednotkách s kombinovanou výrobou tepla a elektrické energie. Pokud je plyn nekvalitní a nelze ho energeticky využít, pak je likvidován na spalovacím zařízení (pochodni – fléře) případně v biologicky aktivních filtračních jednotkách (např. kokso-kompostový biofiltr).

4.8. Ostatní technická zařízení skládky a monitoring skládek

Skládka odpadů vyžaduje i řadu provozně technických zařízení. Tato zařízení mají zajistit optimální technické, hygienické a bezpečnostní podmínky pro provoz skládky.

Mezi ostatní technická zařízení skládky řadíme:

- Oplocení areálu a zabezpečené vjezdové brány,

- silniční (mostová) váha,
- účelové dopravní komunikace a zpevněné plochy,
- areálové rozvody inženýrských sítí,
- provozně sociální budova,
- garáže, dílny, přístřešky a mycí plochy pro techniku, sklady,
- skládková kompostárna,
- dotřídovací linka separovaných odpadů.

Monitoring je povinnou součástí procesu skládkování. Provádí se již před výstavbou nové skládky (sleduje se původní stav životního prostředí) a dále se provádí v průběhu skládkování i po uzavření skládky. Cílem monitoringu je zjišťování, zda nedochází ke kontaminaci okolního životního prostředí škodlivými látkami uvolňovanými ze skládky. Zásady monitoringu jsou stanoveny v provozním řádu a vychází z normy TNO 83 8039. Monitorují se jednotlivé složky prostředí (vodní prostředí, půdní prostředí, ovzduší). Odebírají se i vzorky rostlinné biomasy, mléka z okolí apod.

Mezi monitorovací zařízení patří především odběrná zařízení - kontrolní vrty pro odběr podzemních vod, zařízení pro odběr povrchových vod, půdy a analýzu ovzduší. Zařízení jsou rozmístěna v blízkém i širším okolí skládky.

4.9. Uzavírání a rekultivace skládek, sanace historických skládek

Uzavírání a rekultivace jsou nezbytné činnosti, které mají co nejvíce eliminovat negativní vlivy, kterými skládka působí na okolí. Uzavírání je na řízených skládkách kontinuální proces, na který plynule navazuje proces rekultivace. Jednotlivé sekce skládky jsou postupně zaplňovány odpadem a po zaplnění probíhá ukončení navážení odpadu, uzavření sekce skládky - technická a biologická rekultivace. Návrh rekultivačních opatření je součástí projektové dokumentace skládky a vytváří se již při přípravě skládky. Výsledkem rekultivačních prací je zabezpečené skládkové těleso, jehož rekultivovaný povrch lze využít k různým účelům (účel využití musí být v souladu s cíli územního plánování v dané lokalitě). Jedná se o např. zemědělskou činnost –

produkce nepotravinářských, technických plodin; lesnickou činnost – výsadba lesních porostů; jiná účelová činnost (např. umístění fotovoltaických elektráren apod.).

Uzavírací rekultivační souvrství je tvořeno několika dílčími částmi, které plní různou funkci a řadíme sem:

- Ochranná rekultivační vrstva,
- drenážní a filtrační vrstva,
- těsnicí vrstva,
- vrstva pro vedení plynu,
- vyrovnávací vrstva.

Ochranná a rekultivační vrstva chrání těleso skládky především před působením srážek, rovněž umožňuje existenci vegetace. Tato vrstva je tvořena v tl. 300 až 1500 mm, a to násypem vhodných písčitých a písčitohlinitých zemin (u zemědělských rekultivací ornice), kalů z ČOV, rekultivačních kompostů apod.). Drenážní a filtrační vrstva zabezpečuje odvod nadměrného množství srážkové vody z těsnicí vrstvy. Drenážní vrstva je tvořena násypem z drceného kameniva nebo recykláž v min. tl. 250 mm. Těsnicí vrstva je tvořena jednak vrstvou ze svařované fólie (HDPE) oboustranně chráněné geotextilií a dále vrstvy nepropustných jílových zemin (3 vrstvy po 200 mm) a zabezpečuje pronikání srážkových vod do tělesa skládky. Svah uzavírané skládky je terénně modelován ve sklonu 1:3. Vrstva pro vedení plynu a vyrovnávací vrstva je tvořena z pórovitého jemnozrnného, propustného materiálu – drceného či recyklovaného kameniva v tloušťce jedné vrstvy min. 250 mm. Pod vyrovnávací vrstvou už je následující zhutněné vrstvy ukládaného odpadu.

Sanace skládek se provádí u starých, neřízených skládek, které se provozovaly v minulosti. Úkolem sanačních prací je zabránění riziku šíření kontaminantů do okolního prostředí. Sanace jsou prováděny systematicky a jsou investičně podporovány z dotačních titulů (EU i ČR). Přednostně jsou sanovány skládky, kde je riziko negativního vlivu vysoké. Od 90. let je prováděno systematické mapování historických skládek a jejich monitoring, na základě něhož se rozhoduje o sanaci.

Hodnocení potenciální rizikovosti historických skládek probíhá ve třech fázích:

- fáze zjišťovací,
- fáze hodnocení rizikovosti a návrh sanačních prací,
- fáze realizace sanačních prací a následná údržba a monitoring.

Sanační práce v sobě zahrnují především vybudování těsnění (těsnících bariér) u vrcholu, případně i u stěn skládky, s cílem zamezit pronikání vod do tělesa skládky a následně je provedena komplexní rekultivace skládky (nejčastěji lesnická). Rekultivační opatření jsou obdobná rekultivacím nových řízených skládek. Pokud skládka kontaminuje okolní prostředí škodlivinami, provádí se zabezpečení skládky nebo odtěžování kontaminovaných složek s jejich následnou bezpečnou likvidací. Mezi uplatňované sanační principy patří sanace in-situ (skládka je sanována, izolována na místě, bez nutnosti těžby) nebo ex-situ (kontaminované složky jsou vytěženy a dekontaminovány v mobilním zařízení přímo na skládce (on site) nebo jsou odvezeny k dekontaminaci mimo skládku (off site)).

5. ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ

Ing. Petr Trávníček, Ph.D.

Tato část učebního textu se věnuje problematice energetickému využití odpadů, především popisu technologie a techniky spalování komunálního odpadu.

Energetické využití odpadů hraje v systému odpadového hospodářství nezastupitelnou roli. Přičemž energeticky využít se dají odpady komunální i některé nebezpečné. Řada průmyslově vyspělých zemí technologie pro energetické využití odpadů s úspěchem využívá již desítky let. Mezi tyto země patří i Česká republika (ČR). První spalovna komunálního odpadu na území tehdejší Rakousko-Uherské monarchie vznikla totiž právě v Brně a byla postavena roku 1905. Nyní se na území České republiky nacházejí celkem tři moderní spalovny komunálního odpadu a to v Brně, Liberci a Praze, a více jak třicet spaloven nebezpečného odpadu. Vzhledem k rozsáhlosti problematiky se následující text bude věnovat převážně zařízením na energetické využití komunálního odpadu.

Produkce komunálního odpadu (KO) nejen v Evropě, ale i v celém světě neustále roste, přičemž tato produkce úzce souvisí s rostoucí kupní silou obyvatel dané země.

Země	Produkce KO v kg na 1 obyvatele	Způsob nakládání s odpadem v %			
		Skládková ní	Energeticky využito	Recykla ce	Kompostová ní
EU	524	40	20	23	17
ČR	306	83	13	2	2
Dánsko	802	4	54	24	18
Německo	581	1	35	48	17
Slovensko	328	83	10	3	5
Francie	543	36	32	18	15
Švédsko	515	3	49	35	13
Irsko	733	62	3	32	3

Tab. 5.1.: Nakládání s odpady ve vybraných zemí EU za rok 2008 podle Eurostat

V tabulce 5.1. je uveden způsob nakládání s KO ve vybraných zemí EU za rok 2008. Z uvedených čísel je patrné, že energetické využívání KO hraje v zemích EU výraznou roli. Zajímavé je také porovnat míru recyklace a energetického využití v některých zemích, např. Švédsko, Dánsko nebo Německo. Tyto země energeticky využívají velkou část své produkce KO, ale zároveň míra recyklace v těchto zemí je jedna z nejvyšších v celé Evropské unii (EU). Což je v rozporu s tvrzením některých organizací, že energetické využívání odpadů nepříznivě ovlivňuje jejich recyklaci.

Zajímavá je i výhřevnost komunálního odpadu, která se pohybuje přibližně kolem 10 až 11 MJ·kg⁻¹. Výhřevnost KO je tedy obdobná jako výhřevnost méně kvalitního hnědého uhlí, kde se tato hodnota pohybuje kolem 10 MJ·kg⁻¹. Hodnotu výhřevnosti KO ovšem silně ovlivňuje skladba. Komunální odpad je heterogenní směs různých materiálů, o různé vlhkosti a tím také různé výhřevnosti. Komunální odpad se skládá z těchto složek:

- Biologicky rozložitelný komunální odpad (40 – 65 %_{hm})
- Plasty (12 – 20 %_{hm})

- Inertní odpady ($1 - 5 \%_{hm}$)
- Kovy ($1 - 5 \%_{hm}$)
- Sklo ($3 - 7 \%_{hm}$)
- Nebezpečný odpad ($0,2 - 1 \%_{hm}$)

Přičemž biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO) se skládá z materiálu jako například dřevo, textil, papír či kompostovatelný odpad (např. odpady z kuchyně, zbytky zeleniny apod.). Energeticky nejvýhodnější složkou je plastový odpad, což je směs různých polymerů. Výhřevnost jednotlivých polymerů se pohybuje od přibližně $25 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ u polyethylentereftalátu (PET) až do $44 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ u polyethylenu (PE) a polypropylenu (PP). Naproti tomu energeticky nejméně výhodnou složkou jsou biologické odpady, kde díky vysoké vlhkosti může být energetická bilance i záporná. Výhřevnost komunálního odpadu tedy v převážné míře závisí na poměru těchto dvou složek.

Česká republika se přijetím směrnice č. 1999/31/ES stejně jako ostatní země EU zavázala k tomu, že množství BRKO, který se ukládá na skládky, bude od roku 1995 postupně snižovat. Výsledkem má být do roku 2020 snížit množství BRKO na skládkách o 65 % oproti roku 1995. Situace je ale přesně opačná a v ČR se toto množství neustále zvyšuje. Existuje několik cest k naplnění tohoto cíle:

- 1) Primárně omezit vznik BRKO u producentů pomocí osvětových kampaní
- 2) Třídění a recyklace s využitím kompostování
- 3) Energetické využití KO

První cesta osloví jen úzký okruh lidí a tím i dopad na množství BRKO v komunálním odpadu bude zanedbatelný. Pomocí druhé cesty se vytřídí jen část BRKO a to kompostovatelné odpady. Navíc výsledky třídění jsou v některých typech zástaveb diskutabilní, jedná se především o sídlištní zástavby. Zde dochází k vyššímu podílu nečistot ve sběrných nádobách a tím i k následné komplikaci při zpracování tohoto odpadu. Třetí cesta řeší problematiku BRKO komplexně, ale je nutné podotknout, že touto cestou se „ztrácí“ organický uhlík, který je důležitý pro půdní ekosystém. Aby tedy došlo k redukci BRKO ukládaného na skládky s co nejmenšími environmentálními dopady, je nutné tyto tři cesty kombinovat.

Jako každá technologie pro zpracování či využití odpadů mají ale technologie pro energetické využití KO své výhody a nevýhody. Mezi výhody řadíme:

- radikální zmenšení hmotnostního podílu odpadu (cca o 70 %)
- radikální zmenšení objemového podílu odpadu (cca o 90 %)
- využití energetického potenciálu odpadu

Mezi nevýhody potom řadíme:

- oproti jiným technologiím vysoké investiční i provozní náklady
- pro řízení technologického procesu je nezbytná kvalifikovaná obsluha
- emise některých škodlivých plynů jsou obtížně odstranitelné

5.1. Proces spalování

Spalování komunálního odpadu má oproti spalování ostatních paliv svá specifika. Průběh spalování komunálního odpadu je ale podobný jako u spalování tuhých paliv a lze jej tedy rozdělit do třech fází: vysušování, uvolnění a hoření prchavé hořlaviny, hoření uhlíku. Rozdíl ve spalovacím procesu KO oproti ostatním tuhým palivům (dřevo, uhlí atd.) je právě v heterogenitě KO. Při spalování konvenčních paliv jsou totiž fyzikální vlastnosti, jako je výhřevnost, tvar a velikost, teplota vznícení velmi podobné. Jinak tomu ale je u komunálního odpadu, kde se tyto vlastnosti mohou u jednotlivých složek velmi lišit. Typy zařízení, jež spalují obecně odpad, jsou následující:

- Spalovací zařízení s roštem
- Spalovací zařízení s rotační pecí
- Spalovací zařízení se šachtovou pecí
- Spalovací zařízení s etážovou pecí
- Spalovací zařízení s fluidní pecí
- Spalovací zařízení s muflovou pecí

Přičemž pro spalování komunálního odpadu se v drtivé většině využívají spalovací v zařízení s roštem a v textu jim bude dále věnována největší pozornost. Typy roštů mohou být následující:

- Pevné rovinné rošty s nehybnou vrstvou paliva
- Pohyblivé rošty s trvalým přemísťováním paliva

Pevné rovinné rošty jsou převážně určeny pro spalovací zařízení o malém výkonu (a to zejména z finančních důvodů). Zařízení pro energetické využití komunálních odpadů však mají výkony v řádek jednotek až desítek megawatt. V těchto zařízeních se již instalují pohyblivé rošty, které zajišťují trvalé přemísťování paliva. Pohyblivé rošty se dají rozdělit na:

- Pásové rošty
- Posuvné rošty
- Válcové rošty

Pásové rošty se skládají z roštnic, které vytvářejí nekonečný pás (podobně jako u pásových dopravníků). Tento pás je unášen pomocí tažných řetězů a hnacího zařízení. Výhodou tohoto typu roštu je jeho jednoduchost, nevýhodou potom je, že při procesu spalování nedochází k promíchávání paliva, čímž je zapříčiněno nedokonalé prohoření paliva. Pro spalování komunálního odpadu tedy nejsou příliš vhodné.

Posuvné rošty (nebo-li vratisuvné) jsou složeny z roštnic, jejichž plocha částečně překrývá plochu roštnice, která je umístěna pod ní. Při procesu spalování dochází k postupnému zasouvání a vysouvání roštnic, čímž dochází nejen k posunu paliva, ale také k jeho promíchávání. Tento typ roštu se v drtivé většině používá u moderních typů spaloven (SAKO Brno, TERMIZO Liberec).

Válcový rošt je tvořen několika válci, které jsou řazeny sestupně. Na válcích jsou umístěny roštnice. Během procesu spalování dochází k otáčení válcových roštů (cca 1 až 12 otáček za minutu). Odpad je nejdříve vložen na nejvýše položený válec. Jak se válce pohybují, odpad postupně přepadává na válec, který je umístěn níže. Tím opět dochází k promíchávání odpadů a tím jeho lepšímu prohoření. Válcový rošt (typ Düsseldorf) je umístěn v současné době například v zařízení na energetické využití komunálního odpadu v Praze – Malešicích.

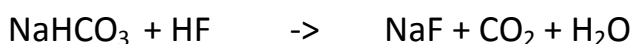
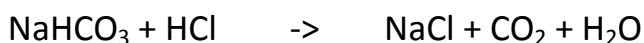
5.2. Proces čištění spalin

Po spálení komunálního odpadu zbude v prostorách spalovacího zařízení popel a škvára, která je následně odváděna. Tyto vedlejší produkty jsou buď skládkovány, nebo je z nich vyráběné umělé kamenivo pro stavební účely. Polétavý popílek, který je unášen společně s proudem spalin, je poté zachycen a následně solidifikován (o procesu solidifikace viz níže). Spaliny jsou potom

čištěny a dál odváděny do komína. Proces čištění spalin ze spalování komunálního odpadu je ale velmi komplikovaný. Tyto spaliny obsahují především dusík (N_2), kyslík (O_2), oxid uhličitý (CO_2) a vodní páru (H_2O). Dále do plynné fáze přecházejí plyny kyselého charakteru jako je například chlorovodík (HCl), fluorovodík (HF), oxid siřičitý (SO_2) a oxid sírový (SO_3). Tvoří se ale i látky, které mají velmi negativní vliv na lidský organismus a to jsou chlorované uhlovodíky. Jedná se především o polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), polychlorované dibenzodioxiny (PCDD), polychlorované dibenzofurany (PCDF) a polychlorované bifenyly (PCB). Aby byly nebezpečné plyny ze spalin odstraněny, je nutné vybudovat v zařízení pro spalování odpadu systém čištění spalin. Tento systém se dá v zásadě rozdělit podle skupenství chemických reagentů, které se v daném systému využívají. Jedná se o tyto metody:

- Suché metody
- Polosuché metody
- Mokré metody

U suché metody se používá sorbent v suchém stavu v podobě jemně rozemletého prášku. Jeho hlavní složkou je hydroxid vápenatý, který při rozptýlu ve spalinách reaguje s kyselými složkami spalin. Využívá se také hydrogenuhličitan sodný. Chemické reakce jsou potom následovné:



V průběhu procesu je jemný prach rozptýlován do proudu spalin a to v přibližném přebytku sorbentu 1,2 až 1,4. Zreagovaný sorbent je potom zachytáván na látkovém filtru. Odpadní produkt, který je následně z těchto filtrů sejmuto je nutné solidifikovat a uložit na skládku nebezpečného odpadu. Výhodou tohoto postupu je jeho jednoduchost a tím i nízké pořizovací náklady. Nevýhodou je potom poměrně nízká účinnost a také velká produkce nebezpečného odpadu.

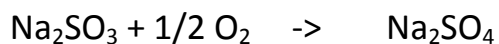
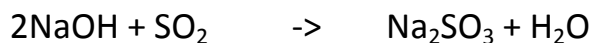
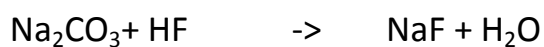
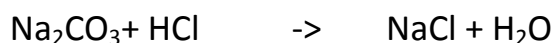
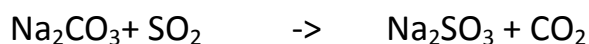
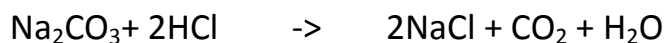
Polosuchá metoda čištění spalin je založena na principu, kdy sorpční činidlo, jenž je rozmíchané ve vodě, je vstřikováno do proudu spalin. Jako sorpční činidlo se nejčastěji využívá podobně jako u suché metody hydroxid vápenatý

případně látky na podobné bázi. Při vstřikování rozmíchaného hydroxidu vápenatého ve vodě mohou vznikat následující chemické reakce:



$\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Pro reakci se volí teplota od 120 °C do 160 °C. Výsledným produktem je zachycený prášek, který je následně deponován. Jelikož prášek je alkalický a má schopnost těžké kovy vázat, je vyluhování těchto kovů obtížné. Výhodou tohoto procesu je zvýšená účinnost oproti suché metodě. Nevýhodou jsou potom zvýšené investiční, ale i provozní náklady.

Poslední metodou je mokrý postup. Zde je pro účel odstraňování škodlivých látek využíváno fyzikálně-chemických procesů. Konkrétně se potom jedná o absorpci a chemisorpci. Výhodou je, že pomocí mokrého postupu se zajistí za prvé odloučení prachu, který je obsažen ve spalinách, ale zároveň i ostatních škodlivin. Principem metody je rozptylování kapalného sorpčního činidla do proudících spalin. Tím však dochází k prudkému ochlazení spalin, což má za následek kondenzaci par a částice prachu se tím tak dostávají do styku s mnohem většími částicemi vody. Prach ulpívá na těchto částicích (kapkách) a současně s nimi je pak odlučován. Během tohoto procesu potom zároveň dochází také k absorpci a chemickým reakcím mezi plynnými škodlivinami a vzniklým roztokem. Jako sorpční činidlo se nejčastěji používají látky na bázi různých louhů, sody nebo vápenného mléka. V průběhu rozptylu činidla do proudu spalin dochází k těmto chemickým reakcím:



Proces čištění spalin pomocí mokré metody se dělí do několika stupňů. V prvním stupni dojde ke snížení na pH 2 až 3. V tomto prvním stupni dochází k odloučení prachu, halogenidů (HCl a HF) a těžkých kovů. V dalším stupni se pomocí zásaditých roztoků (louh sodný, vápenné mléko) pH zvýší na 6 až 7. Zde dochází k odloučení převážně kyselých plynů (zejména SO_2). V případě, že vstupní koncentrace škodlivin jsou velmi vysoké, zařazuje se i 3. stupeň, tzv. dočišťující. Odpadní produkty z čištění se musí dále zpracovávat. Mokrý metoda patří mezi metody nejúčinnější, avšak také mezi finančně nejnáročnější.

Ve spalovnách komunálních odpadů jsou však spalovány i materiály, které obsahují chlor. Jedná se především o polymer s názvem polyvinylchlorid (PVC). Při spalování těchto látek vznikají plyny, které jsou velmi toxické, přičemž mezi nejvíce diskutované toxické plyny patří již zmíněné PCDD a PCDF (souhrnný název „dioxiny“). U těchto plynů sice dochází při vysokých teplotách (které jsou běžně dosahovány ve spalovenských kotlích) k rozpadu, nicméně při snížení teploty spalin dochází k opětovné rekombinaci. Proto je nutné těmto plynům při čištění spalin věnovat zvláštní pozornost. V procesu čištění spalin se využívají následující technologie pro odstraňování dioxinů:

- Adsorpční metody
- Selektivní katalytická oxidace dioxinů
- Katalytická filtrace a další

U adsorpčních metod se využívá sorbentů s velkým vnitřním povrchem. Typickým zástupcem je například aktivní uhlí. Selektivní katalytická oxidace dioxinů je v převážné míře spojena i se selektivní katalytickou redukcí oxidů dusíku (NO_x). Tato metoda pracuje na principu vstřikování roztoku amoniaku (NH_3) do proudu spalin v teplotním rozmezí přibližně 250 °C až 350 °C, kde dochází ke snížení koncentrace NO_x až o 90 %. Aby došlo i k oxidační reakci dioxinů (případně furanů) je nutná přítomnost katalyzátoru. Nejčastěji využívaný katalyzátor je oxid titaničitý (TiO_2). Další metodou je katalytická filtrace spalin, která je například realizována v zařízení pro energetické využití komunálního odpadu TERMIZO Liberec. Zde je využito speciálního filtračního materiálu, který zachytává jednak tuhé znečišťující látky (TZL) a v němž zároveň dochází ke katalytické oxidaci dioxinů. Katalyzátor (převážně vzácné kovy) je v tomto případě nanesen přímo na

materiál, ze kterého je vyroben základ filtrační tkaniny (např. expandovaný polytetrafluorethylen). Na povrchu filtračního rukávce je ještě potom membrána, která má za úkol odstraňovat TZL.

Existují však i jiné metody, které jsou zaměřeny primárně pro odlučování TZL. Jedná se o tyto zařízení:

- Mechanické odlučovače suché/mokrý (cyklony)
- Elektrické odlučovače
- Filtry látkové a keramické

Mechanické odlučovače se v případě spalování KO pro svoji nízkou účinnost běžně nepoužívají. Velmi účinné jsou však elektrické odlučovače. Tato metoda funguje na principu odlučování TZL pomocí přitažlivých sil mezi nabitými částicemi a opačně nabitou sběrací elektrodou. Účinnost zde dosahuje více než 99 %.

5.3. Zpracování produktů po spalování

Ve škváře, strusce nebo popelu, který je odvod ze spalovacího prostoru, je obsažen určitý podíl železných kovů. Tyto kovy jsou magneticky separovány. Následně je materiál skládkován nebo je podroben certifikaci a následně využíván pro stavební účely jako umělé kamenivo. Tuhé znečišťující látky, které se nacházejí v proudu spalin a jsou následně zachytávány, obsahují nebezpečné látky. Z tohoto důvodu je poléťavý prach solidifikován. Pro solidifikaci jsou využívány následující metody:

- Cementace
- Bitumenace
- Vitifikace

Při cementaci je odpadní popílek obsahující nebezpečné látky smíchán se speciálním cementem a vodou. Tato směs je poté na skládky ukládána ve formě cementové „kaše“ nebo jsou z tohoto materiálu odlévány cementované bloky, které jsou deponovány až po vytvrdnutí.

Bitumenace spočívá v zatavení odpadu do bitumenu (živice). Tento odpad je poté plněn do sudů či kontejnerů a následně deponován.

Vitrifikace je metoda, která je určena pro odloučené popílký, které mají vysoký obsah toxických látek a vysoký obsah těžkých kovů. Při této metodě dochází nejdříve k roztavení popílků (teplota přibližně 1 500 °C) a následnému vzniku skelného kmene. Tento produkt je velmi těžko vyluhovatelný a za splněných podmínek lze tento odpad ukládat na skládky typu O-O.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Malý, J., Hlavínek, P.: Čištění průmyslových odpadních vod, Noel 2000 s.r.o., Brno, 1996.
- [2] Pitter, P.: Hydrochemie, VŠCHT Praha, 1999.
- [3] Chudoba, J., Dohányos, M., Wanner, J.: Biologické čištění odpadních vod, SNTL, Praha 1991
- [4] Dohányos, M., Koller, J., Strnadová, N.: Čištění odpadních vod, VŠCHT Praha, 1998.
- [5] FILIP, J. BOŽEK, F. KOTOVICOVÁ, J. Komunální odpad a skládkování. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 128s. ISBN 80-7157-712-X.
- [6] LIBRA, J. Stavby pro odpadové hospodářství. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 141s. ISBN 80-7157-861-4.
- [7] JURNÍK, A. Ekologické skládky domovního a průmyslového odpadu. 1. vyd. Olomouc: ALDA spol. s.r.o, 1994. 184s. ISBN 80-856-32-3.
- [8] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších živočišných produktech)
- [9] Nařízení Komise (EU) č. 142/2011 ze dne 25. února 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.
- [10] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [11] Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)
- [12] Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)
- [13] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)
- [14] Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)
- [15] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

- [16] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách
- [17] Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)
- [18] Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů
- [19] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích
- [20] Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů, (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- [21] Nařízení vlády č. 146/2007 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
- [22] Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
- [23] Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- [24] Nařízení vlády č. 354/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky pro spalování odpadu
- [25] Nařízení vlády č. 416/2010 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních
- [26] Vyhláška č. 205/2009 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.
- [27] Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)
- [28] Vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva
- [29] Vyhláška č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv
- [30] Vyhláška č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

- [31] Vyhláška č. 293/2002 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových
- [32] Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích
- [33] Vyhláška č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady skládky

Centrum pro rozvoj výzkumu pokročilých řídicích a senzorických technologií
CZ.1.07/2.3.00/09.0031

Ústav automatizace a měřicí techniky
VUT v Brně
Kolejní 2906/4
612 00 Brno
Česká Republika

<http://www.crr.vutbr.cz>

info@crr.vutbr.cz