



OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

# **Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF**

## **Pyrolýza, výroba bioplynu**

**Konečná verze**



## Obsah:

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Předmluva</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | Zadání projektu  | 3         |
| 1.2      | Způsob zpracování dokumentu  | 4         |
| 1.3      | Struktura referenčního dokumentu   | 4         |
| <b>2</b> | <b>Oblast působnosti</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1      | Stacionární zdroje zahrnuté do referenčního dokumentu  | 5         |
| 2.2      | Související procesy a činnosti   | 5         |
| 2.3      | Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu  | 5         |
| <b>3</b> | <b>Techniky používané v odvětví a jejich emisní úrovně</b>   | <b>7</b>  |
| 3.1      | Výroba technických a syntézních plynů procesem pyrolýzy  | 7         |
| 3.1.1    | Vstupy do pyrolýzních jednotek   | 8         |
| 3.1.2    | Technologie používané v procesu pyrolýzy   | 9         |
| 3.1.3    | Používané techniky a postupy   | 11        |
| 3.1.4    | Základní technologické moduly v procesech pyrolýzy   | 11        |
| 3.1.5    | Techniky snižování emisí do ovzduší  | 13        |
| 3.1.6    | Dosahované emisní úrovně   | 13        |
| 3.2      | Výroba bioplynu  | 14        |
| 3.2.1    | Dělení zařízení na výrobu bioplynu podle tepelného výkonu  | 14        |
| 3.2.2    | Dělení zařízení na výrobu bioplynu podle zpracovávaného substrátu (suroviny/odpadů)  | 14        |
| 3.2.3    | Používané techniky a postupy   | 16        |
| 3.2.4    | Techniky snižování emisí do ovzduší  | 18        |
| 3.2.5    | Dosahované emisní úrovně   | 21        |
| <b>4</b> | <b>Nejlepší dostupné techniky</b>  | <b>22</b> |
| 4.1      | Analýza čerpání podpor v 1. programovém období OPŽP v sektoru  | 22        |
| 4.2      | Zplyňování a zkvalitňování uhlí, výroba a rafinace plynů a minerálních olejů, výroba energetických plynů (generátorový plyn, svítiplyn) a syntézních plynů | 22        |
| 4.2.1    | Primární (preventivní) BAT pro obecné použití  | 22        |
| 4.2.2    | Primární specifické BAT  | 23        |
| 4.2.3    | Sekundární (koncové) BAT   | 23        |
| 4.3      | Nejlepší dostupné techniky pro zařízení na výrobu bioplynu   | 24        |
| 4.3.1    | Zařízení zpracovávající vedlejší produkty živočišného původu   | 24        |
| 4.3.2    | Ostatní zařízení   | 25        |
| 4.3      | Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP  | 26        |
| <b>5</b> | <b>Seznam zkratk</b>   | <b>27</b> |
| <b>6</b> | <b>Použité zdroje</b>  | <b>28</b> |



## 1 PŘEDMLUVA

### 1.1 Zadání projektu

V oblasti ochrany ovzduší se desítky let kontinuálně provádí analytické a výzkumné práce. Většina z nich se zaměřuje na úroveň znečištění ovzduší, její příčiny a důsledky. Během posledních dekád ale nebyla provedena (až na výjimky) žádná souhrnná a plošná analýza technické úrovně stacionárních zdrojů, které jsou v České republice v provozu, ani obdobná analýza nových technik a technologií dostupných na trhu. Výjimku tvoří skupina spalovacích stacionárních zdrojů, kde se s ohledem na tvorbu evropského právního předpisu pro spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu do 50 MW a revizi Göteborgského protokolu prováděla rovněž analýza technických a ekonomických aspektů regulace této skupiny stacionárních zdrojů.

Od roku 2007 se ekologizace stacionárních zdrojů staly předmětem masivní podpory z prostředků Evropské unie. Prostřednictvím Operačního programu Životní prostředí (dále také jen „OPŽP“) bylo podpořeno snížení vlivu stacionárních zdrojů na vnější ovzduší prostřednictvím necelých 2 tis. projektů. Do ekologizace stacionárních zdrojů bylo (resp. v řadě případů investice stále je) investováno cca 40 mld. Kč.

Je oprávněným zájmem Ministerstva životního prostředí, aby mělo k dispozici informace o tom, zda je podpora směřována na řešení technicky vyspělá a pokročilá. Ministerstvo životního prostředí zajímá, zda byly podporovány nejlepší dostupné techniky – ve volném významu tohoto spojení [nikoliv ve smyslu definice dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů, dále také jen „zákon o integrované prevenci“, neboť v řadě případů podporované stacionární zdroje nespadají pod integrovanou prevenci a nejlepší dostupné techniky ve smyslu právní úpravy pro ně nejsou stanoveny].

Podpora ekologizace stacionárních zdrojů má pokračovat i v dalším programovém období prostřednictvím OPŽP 2014+. Finančních prostředků je k dispozici výrazně méně, a proto musí být cíleny maximálně efektivně na velmi účinná technická opatření.

Z tohoto důvodu zadalo Ministerstvo životního prostředí v roce 2015 zpracování studie „Zpracování referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespadajících pod BREF“. Předmětem této studie bylo, na základě důkladné analýzy trhu zpracovat referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách pro stacionární zdroje, které nejsou většinou pokryté zákonem o integrované prevenci, a tím umožnit Ministerstvu životního prostředí u zdrojů znečišťování ovzduší celkové vyhodnocení aplikace nejlepších dostupných technik v rámci prioritní osy 2 a prioritní osy 3 OPŽP, a dále pak usnadnit žadatelům o finanční podporu z evropských fondů na oblast ochrany ovzduší orientaci ve volbě nejefektivnějších technik za účelem zvýšení environmentálních přínosů finančních prostředků poskytovaných z OPŽP 2014+.

Z předmětu studie vyplývají rovněž její hlavní dva účely

- a. **efektivnější čerpání finančních prostředků** díky úpravě hodnocení, případně kritérií přijatelnosti v OPŽP 2014+ a
- b. **lepší orientace žadatelů v dostupných technických řešeních** prostřednictvím uceleného dokumentu popisujícího příslušné odvětví (resp. skupinu stacionárních zdrojů dle přílohy č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, dále také jen „zákon o ochraně ovzduší“), jehož součástí je i popis a soupis zjištěných dostupných technik pro omezování znečišťování ovzduší.



## 1.2 Způsob zpracování dokumentu

Proces zpracování standardních BREF prováděný dle právní úpravy EU pro oblast integrované prevence je proces několikaletý, založený na rozsáhlých mnohostranných jednáních a výměně rozsáhlých dat o provozu obrovského vzorku zařízení.

Tento postup nebyl s ohledem na vymezený časový rámec řešení projektu (pouze několik měsíců) možný. Fyzická návštěva všech stacionárních zdrojů byla neproveditelná. I při nezapočtení stacionárních zdrojů nevyjmenovaných v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší, kterých je v České republice statisíce a jejichž výčet není dostupný, existuje skupina stacionárních zdrojů vyjmenovaných v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší, která zahrnuje cca 46 tis. stacionárních zdrojů. V této skupině zdrojů jsou sice rovněž stacionární zdroje, které nejsou předmětem řešení projektu (jsou uvedena v příloze č. 1 k zákonu o integrované prevenci), ale i tak přesahuje představa fyzické návštěvy každého stacionárního zdroje finanční i časový rámec projektu. Z tohoto důvodu se při řešení projektu vycházelo z informací již dostupných, tj. informací dostupných především u odborných útvarů státní správy, mimo jiné Ministerstva životního prostředí, krajských úřadů, Českého hydrometeorologického ústavu a Státního fondu životního prostředí ČR.

Po zpracování vstupních dat byly dokumenty diskutovány prostřednictvím oborových svazů, mimo jiné České bioplynové asociace nebo CZ Biom – Českém sdružení pro biomasu, případně MZe. Za účelem získání aktuálních informací o vývoji a dostupnosti technik byli rovněž kontaktováni výrobci technik a technologií používaných u stacionárních zdrojů ke snižování emisí znečišťujících látek.

Klíčovým prvkem přípravy dokumentů a analýzy trhu byla i rozsáhlá rešeršní práce a analýzy projektů podpořených v rámci prioritní osy 2.

Významné okrajové parametry řešení, např. přesné vymezení řešených stacionárních zdrojů a členění na referenční dokumenty, byly závazně odsouhlasovány ze strany zadavatele studie, tj. Ministerstva životního prostředí.

## 1.3 Struktura referenčního dokumentu

První částí referenčního dokumentu je kapitola *Předmluva*. V rámci této kapitoly je stručně popsáno zadání tvorby a účel referenčních dokumentů, způsob jejich vypracování a jejich struktura.

Druhá kapitola *Oblast působnosti* přesně uvádí, na které stacionární zdroje v členění dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší se dokument vztahuje a které související výrobní a další procesy dokument popisuje. Současně jsou zde uvedeny stacionární zdroje, které jsou z oblasti působnosti referenčního dokumentu vyloučeny.

Třetí kapitola *Techniky používané v odvětví a jejich emisní úrovně* tvoří popis technik používaných v provozovaných stacionárních zdrojích a technik dostupných na trhu. Kapitola je tvořena primárně z informací dostupných státní správě, z dotazníkového šetření a z jednání se stakeholdery. Kapitola obsahuje rovněž okrajové podmínky stanovené v právní úpravě (specifické emisní limity, podmínky provozu).

Poslední kapitola *Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP* tvoří souhrnný přehled nejlepších dostupných technik určených pro podporu v rámci prioritní osy 2 OPŽP 2014+.

**Tento dokument neslouží k vymezení působnosti zákona o integrované prevenci a nemůže být takto použit. Popisované technologie mohou za určitých okolností spadat do režimu zákona o integrované prevenci jako zařízení provozující průmyslovou činnost uvedenou v příloze č. 1 tohoto zákona nebo jako přímo spojená činnost.**



## 2 OBLAST PŮSOBNOSTI

### 2.1 Stacionární zdroje zahrnuté do referenčního dokumentu

Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro pyrolýzu a výrobu bioplynu zahrnuje tyto skupiny stacionárních zdrojů v členění dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší:

- Zplyňování a zkapalňování uhlí, výroba a rafinace plynů a minerálních olejů, výroba energetických plynů (generátorový plyn, svítíplyn) a syntézních plynů.
- Výroba bioplynu.

V České republice se nachází téměř 500 stacionárních zdrojů, které spadají pod zpracovaný referenční dokument. Dle přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší a údajů dle REZZO lze tyto zdroje členit následovně:

**Tabulka 2.1.1. Členění zdrojů dle přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší a REZZO**

| Typ zdroje  | Kód dle přílohy<br>č. 2 k ZOO/REZZO | Počet zdrojů |
|---|-------------------------------------|--------------|
| Zplyňování a zkapalňování uhlí, výroba a rafinace plynů a minerálních olejů, výroba energetických plynů (generátorový plyn, svítíplyn) a syntézních plynů | 3.6.                                | 6            |
| Výroba bioplynu   | 3.7.                                | 281          |

Zdroj: REZZO 2014

Příloha č. 2 zákona o ochraně ovzduší neuvádí projektovanou kapacitu (výkon) těchto zařízení, ani projektovaný tepelný výkon (elektrický příkon).

### 2.2 Související procesy a činnosti

Mezi související činnosti zahrnuté do referenčního dokumentu patří zejména nakládání se vstupními surovinami a materiály a výstupními produkty – jejich skladování, doprava a manipulace se surovinami, materiály a produkty. Mezi další související činnosti patří sušení (konvekční sušárna, kondukční, fluidní nebo pásová sušárna) a drcení nebo lisování vstupních surovin, případně hygienizace.

### 2.3 Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu

Působnost tohoto dokumentu byla definována na základě vybraných ustanovení zákona o ochraně ovzduší, který v příloze č. 2 definuje vyjmenované stacionární zdroje Výroba bioplynu, kód 3.7.

Do referenčního dokumentu nebyly zahrnuty níže uvedené zdroje, a to z následujících důvodů:

- Kategorie 5.3. b), dle přílohy č. 1. zákona č. 76/2002 Sb., Využití nebo využití kombinované s odstraněním jiných než nebezpečných odpadů, při kapacitě větší než 75 t za den a zahrnující nejméně jednu z následujících činností, s výjimkou čištění městských odpadních vod.  
Bod 1. Biologická úprava  
Tato zařízení jsou pokryta zákonem o integrované prevenci a mají (měla by) mít vydáno platné integrované povolení.



- 
- Kategorie 6.5., dle přílohy č. 1. Zákona o integrované prevenci, Odstraňování nebo zpracování vedlejších produktů živočišného původu a odpadů živočišného původu o kapacitě zpracování větší než 10 t za den.  
Tato zařízení jsou pokryta zákonem o integrované prevenci a mají (měla by) mít vydáno platné integrované povolení.
  - Skládky, které využívají vznikající skládkový plyn spalováním v kogeneračních jednotkách.  
V tomto případě se nejedná o řízenou anaerobní digesci, pouze o vedlejší efekt (produkt) vznikající při skládkování odpadů. Tento bioplyn může a nemusí být spalován na kogeneračních jednotkách za účelem výroby elektrické energie a tepla. Produkce bioplynu ze skládek je předmětem řešení jiného dokumentu.
  - Čistírenská zařízení  
Tato zařízení zpracovávají pouze kaly z čistíren odpadních vod a jsou nedílnou součástí čistírny odpadních vod. Produkce bioplynu z čistírenských zařízení je předmětem řešení jiného dokumentu.



### 3 TECHNIKY POUŽÍVANÉ V ODVĚTVĚ A JEJICH EMISNÍ ÚROVNĚ

#### 3.1 Výroba technických a syntézních plynů procesem pyrolýzy

Technologie pyrolýzy je založena na tepelné degradaci materiálu s obsahem organických látek v nepřítomnosti kyslíku. Podstatou pyrolýzy je, že při vyšších teplotách jsou organické sloučeniny méně stabilní, výšemolekulární látky se rozkládají na nízkomolekulární. Bývá současně i prvním krokem v následně možných spalovacích a zplyňovacích procesech. Výstupními produkty jsou látky bohaté na energii tj. oleje, spalitelný plyn a karbonizát. Dále je pyrolýzní proces zdrojem různých chemických látek, které by mohly doplnit popř. nahradit současně vyráběné chemické látky z neobnovitelných zdrojů.

Volbou procesních podmínek (teploty, tlaku, času) a vstupních surovin pro pyrolýzní procesy jsou dosahovány různé kvality výstupních produktů, tj. pyrolýzního zbytku a plynu nebo pevného pyrolýzního zbytku, kapalné fáze (olej-voda) a plynu.

Každý systém pyrolýzního zpracování tedy vede k jinému složení vznikajících složek obsažených v plynech a nelze tedy jednoznačně definovat výsledný plynný produkt. Při řešení otázek spojených se složením plynů v praxi se preferuje hledisko maximálního energetického využití. Příklady možného složení pyrolýzních plynů při různě vedených technologiích uvádí tabulka.

Tabulka 3.1.1 Zastoupení složek plynu ve vybraných procesech

| Složka                        | Zastoupení (%)                             |   |  |
|-------------------------------|--|---|--|
|                               | pyrolýza fosilních paliv<br>(černého uhlí) | vakuová pyrolýza<br>pneumatik (příklad) | plazmová pyrolýza<br>nebezpečných odpadů |
| H <sub>2</sub>                | 53 – 58                                    | 19,87                                   | ano                                      |
| CO                            | 6 – 8                                      | 3,27                                    | ano                                      |
| CH <sub>4</sub>               | 23 – 28                                    | 35,70                                   | ne                                       |
| CO <sub>2</sub>               | 2 – 4                                      | 5,24                                    | ne                                       |
| C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> | 2 – 3                                      | 31,16                                   | ne                                       |
| O <sub>2</sub>                | 0,4 – 0,8                                  | 0,71                                    | ano                                      |
| N <sub>2</sub>                | 3 – 8                                      | 2,2                                     | ano                                      |
| H <sub>2</sub> S              | 0,3 – 0,4                                  | 1,9                                     | ne                                       |

Pyrolýza patří mezi perspektivní ale zatím nepříliš ověřené a standardně fungující technologie. Tvoří spolu se zplyňováním a spalováním skupinu tzv. termických procesů. Současně patří k jednomu ze čtyř postupů (pyrolýza, extrakce, hydrogenace, zplynění s následnou syntézou plynů), kterými lze vyrábět cenné kapalné chemické produkty. Ty jsou v současné době získávány převážně technologickým zpracováním neobnovitelných zdrojů surovin tj. fosilních paliv.

Základní porovnání procesních podmínek s hodnocením kvality odcházejících plynných produktů mezi jednotlivými termickými postupy uvádí následující tabulky.

**Tabulka č. 3.1.2 Srovnání parametrů pyrolýzy a spalování**

| Pyrolýza  | Spalování  |
|---|--|
| Tepelný rozklad, reakce za vyloučení kyslíku  | Oxidace, reakce se vzdušným kyslíkem   |
| Pyrolytická teplota: 500 až 1 000 °C  | Spalovací teplota: 800 až 1 000 °C   |
| Produkty: <ul style="list-style-type: none"><li>tuhé: tuhý zbytek (redukovaný)</li><li>kapalné: voda, kapalné uhlovodíky</li><li>plynné: H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, aj.</li></ul> | Produkty: <ul style="list-style-type: none"><li>tuhé: škvára (oxidovaná)</li><li>kapalné: voda</li><li>plynné: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, aj.</li></ul> |
| Endotermní reakce   | Exotermní reakce   |
| málo citlivá na změněné složení   | citlivá na změněné složení   |
| tuhé, pastovité odpady  | tuhé odpady  |

**Tabulka č. 3.1.3 Srovnání produktů vznikajících při pyrolýze a spalování**

| Prvek | pyrolýzní produkt  |  | spalovací produkt |                                   |
|-------|--------------------|--|-------------------|-----------------------------------|
|       | tuhý zbytek        | plyn   | škvára            | plyn                              |
| C     | C                  | CO <sub>2</sub> , CO, CH <sub>4</sub> , C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>              | C                 | CO <sub>2</sub> (CO, C)           |
| H     |                    | H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> |                   |                                   |
| S     | síran              | H <sub>2</sub> S   | sulfid            | SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> |
| Cl    | NH <sub>4</sub> Cl | (HCl)  | chlorid           | HCl                               |
| kovy  | redukované kovy    |  | oxid kovů         |                                   |

**Tabulka č. 3.1.4 Srovnání parametrů pyrolýzy a zplyňování**

| Popis             | Pyrolýza   | Zplyňování   |
|-------------------|--|--|
| Jednotlivé kroky  | Termický rozklad bez přístupu vzduchu  | Chemická přeměna za pomoci zplyňovacího média  |
| Jednotlivé kroky  | Sušení (dle použité technologie)   | Sušení, odplynění  |
| Reakce            | Krakování uhlovodíků:<br>$C_nH_m \rightarrow xCH_4 + yH_2 + zC$<br>$CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3H_2$<br>Reakce vodního plynu:<br>$C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2$<br>$C + CO_2 \leftrightarrow 2CO$ | Krakování uhlovodíků:<br>$C_nH_m + O_2 \rightarrow xCO_2 + yH_2O$<br>Místní spalování:<br>$C + O_2 \leftrightarrow CO_2$<br>Reakce vodního plynu:<br>$C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2$<br>$C + CO_2 \leftrightarrow 2CO$ |
| Kyslík (přebytek) | 0  | Podstechiometrické   |
| Vzduch (přebytek) | 0 (teoreticky)<br>0,2 (prakticky)  | <1 (0,2 – 0,5)   |
| Teplota [°C]      | 400 – 800 (1000)   | 700 – 900  |
| Doba setrvání     | Minuty až hodiny   | Minuty až hodiny   |
| Produkty          | Pyrolýzní plyn, dehty, odpadní voda, pyrolýzní koks  | Syntézní plyn, dehty, popel, struska   |
| Použití           | Plynová turbína, plyn je využíván uvnitř procesu, pyrolýzní koks vychází jako vedlejší produkt   | Syntézní plyn jako výchozí základ, příklad využití jako palivo nebo methan a palivové články   |

### 3.1.1 Vstupy do pyrolýzních jednotek

V současné době jsou zpracovávány procesem pyrolýzy tyto komodity:

- fosilní paliva (hnědé a černé uhlí),





- biomasa (dřevní štěpka, sláma, apod.),
- odpady s podílem organických látek – pneumatiky, městské kaly, brusné kaly, tříděné komunální odpady, plasty vč. PVC, kaly ze dna nádrží na ropné látky, kaly z barev nebo laků obsahující organická rozpouštědla, kaly z biologického čištění průmyslových odpadních vod, různé druhy olejů, nemocniční odpad.

Dosavadní zkušenosti ukazují, že pyrolýza je vhodná pro jednotné odpady s neměnným složením.

V závislosti na teplotě pak obvykle rozlišujeme:

- nízkoteplotní pyrolýzu (reakční teploty do 500°C);
- středněteplotní pyrolýzu (reakční teploty v rozmezí 500°C až 800°C);
- vysokoteplotní pyrolýzu (reakční teploty nad 800°C).

### 3.1.2 Technologie používané v procesu pyrolýzy

Kombinace teploty a času za přítomnosti vybraného typu zpracovávaného materiálu uvádí dvě dostupné a experimentálně i poloprovozně používané technologie:

**Pomalá pyrolýza** – tzv. Batch proces, který umožňuje naprosté dělení vznikajících produktů a definovaný pomalý růst teploty v surovině podle teplotní křivky bez termického šoku. Lze tedy bezpečně jímat veškeré plynné produkty do zásobníků. Pomalé pyrolýzy jsou známé jako karbonizace a používají se na produkci dřevěného uhlí.

**Rychlá pyrolýza** – tzv. BTG proces, vhodná pro biomasu. Jedná se o jeden z nejnovějších procesů ve skupině technologií, které mění biomasu na produkty vyšší energetické úrovně, jako jsou plyny, kapaliny a pevné látky. Jejím primárním energetickým produktem je kapalina – bioolej, kterou lze snadno skladovat a přepravovat. Je to tmavě hnědá kapalina s hustotou asi 1,2 kg/dm<sup>3</sup> a výhřevností 16 – 19 kJ/kg. Nezbytným krokem pro omezení obsahu vody v biooleji je předsoušení biomasy na vlhkost nižší než 10 % (výjimečně až 15 %). Správný průběh pyrolýzního procesu je dán extrémně rychlým přívodem tepla do suroviny, udržováním potřebné teploty, krátkou dobou pobytu par v reakční zóně a co nejrychlejším ochlazením vzniklého produktu. Produkci tekutého paliva pyrolýzou lze uskutečnit z libovolné biomasy. Rychlé pyrolýzy jsou intenzivně vyvíjeny řadou výrobců. Biomasu je nutno před vstupem do reaktorů rozdrtit na požadovanou velikost (různou podle typu reaktoru), což zabezpečuje rychlý průběh reakce a snadnou separaci pevných částí.

#### 3.1.2.1 HTC karbonizace (tlaková)

Hydrotermální karbonizace (pyrolýza) je chemický proces, při kterém je ve slabě kyselém prostředí (katalyzátor) a za vysokého tlaku (autokláv) z biomasy vyráběno palivo (vlastnosti hnědého uhlí) a meziproducty v podobě oleje nebo humusu. Různých výstupních produktů lze dosáhnout přerušením procesu. Při vlastním procesu dochází k efektivnímu vázání uhlíku, což znamená snížení negativní bilance oxidu uhličitého a tím i snížení produkce skleníkových plynů. Stejně tak může proces probíhat u řady organických látek v jiném (zásaditém) prostředí za použití široké škály katalyzátorů.

#### 3.1.2.2 Vakuová pyrolýza

Za vysoké teploty, sníženého tlaku a nepřístupu vzduchu probíhá v uzavřené retortě termální depolymerizace uhlíkatých materiálů za vzniku pyrolýzního plynu a dalších složek, zejména oleje a sazí.



Plyn bývá používán po vyčištění jako palivo pro proces, případně je veden na kogenerační jednotku. Vzniklý olej je dočišťován a může být použit jako palivo. Rektifikací se dá olej rozdělit na lehčí frakce na úrovni motorové nafty a těžší, s využitím v chemickém průmyslu. Získané saze jsou vhodným materiálem v gumárenství a dalších průmyslových odvětvích (aktivní uhlí atd.). Při pyrolýze pneumatik lze navíc získat i ocel z kordu.

### 3.1.2.3 Plazmová pyrolýza

Představuje technologii, která je novum v oblasti termického zpracování odpadů. Technologie pracují na principu přímého působení plazmy na odpad, popřípadě upravují z procesu klasické pyrolýzy vznikající pyrolyzní plyn (nízkoteplotní plasma). Za pomoci plazmatu lze organické materiály převést do plynu a vznikají tak jednoduché plyny typu  $H_2$  a  $CO$ . Uvedené technologie nacházejí uplatnění zejména v procesech likvidace vysoce nebezpečného odpadu. Pro svoji vysokou energetickou náročnost jsou zatím málo používané, ale do budoucna perspektivní.

### 3.1.2.4 Zplyňování jako zvláštní případ užití pyrolýzy

Zplyňováním je nazývána termochemická konverze uhlíkatých materiálů v pevném nebo kapalném skupenství za vzniku generátorového plynu působením zplyňovacích médií a vysoké teploty. Jako zplyňovací médium bývá používán volný nebo vázaný kyslík nebo vodík. Produktem zplyňování je plyn, který obsahuje výhřevné složky, jako jsou  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $C_xH_y$ , dále pak doprovodné složky, jako jsou  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  a znečišťující složky, jako jsou dehet, prach, sloučeniny síry, chloru, alkálie apod. Produkovaný generátorový plyn je v závislosti na použitém zařízení a zplyňovacím médiu používán jako energetický nebo syntézní plyn. Energetický plyn je využíván k výrobě elektřiny a tepla, syntézní plyn je meziproduktem transformace pevných paliv a odpadů na benzín, dimethylether, náhradní zemní plyn, vodík je využíván k přípravě redukčních plynů a ochranných atmosfér v metalurgii.

Proces zplyňování zahrnuje základní postupy v podobě sušení vstupních materiálů (odpadů), odplynění prchavých podílů hořlaviny, redukci a oxidaci. Tyto procesy probíhají buď postupně (sesuvné generátory), nebo souběžně (fluidní nebo hořákové generátory). Teplota do procesu je dodávána buď přímo částečným spalováním vstupů v reaktoru (autotermní zplyňování), nebo nepřímo zvenčí (alotermní zplyňování).

Zplyňovací reaktory, nazývané generátory, lze rozdělovat na základě mnoha hledisek. Na základě technologického principu však lze definovat generátory se sesuvným ložem (26 takových generátorů typu Lurgi je v provozu např. v paroplynové elektrárně ve Vřesové), generátory s fluidním ložem a hořákové generátory. Generátory se sesuvným ložem jsou vhodné spíše pro menší výkony do 1 MWt. Generátory s fluidním ložem pracují v režimu teplot v rozmezí 750 – 950 °C. To umožňuje v praxi používat palivo s proměnlivou vlhkostí, variabilním složením a vyšším obsahem popela. Generátory s duálním fluidním ložem umožňují separaci zplyňovacích a spalovacích reakcí (alotermní postup). Příkladem takového zařízení může být FICFB (Fast Internal Circulating Fluidised Bed), instalovaný s palivovým příkonem 10 MW např. v Oberwartu (Rakousko). Hořákové generátory jsou charakteristické procesem zplyňování v plameni za substechiometrických podmínek. Teplota v generátoru dosahuje 1 300 – 1 600 °C, tlak 2 – 7 MPa, doba zdržení je menší než 1 s a popel odchází ze zařízení ve formě strusky (v procesu je v kapalném stavu). Hořákové generátory vykazují konverzi paliva vyšší než 99 % a jsou charakteristické vysokou čistotou plynu (obsahuje zpravidla více než 80 % obj. vodíku).



Generátorový plyn je potřeba před jeho dalším použitím zpravidla upravit (vyčistit), protože obsahuje množství nežádoucích příměsí (H<sub>2</sub>S, pevné částice, COS, CS<sub>2</sub>, dehet, organické sloučeniny apod.). Plynové motory zpravidla vyžadují obsah dehtu nižší než 100 mg.m<sup>-3</sup>, ale nejsou náročné na obsah siřných sloučenin. Vysokoteplotní palivové články jsou vůči dehtu relativně odolné, ale vyžadují nízké koncentrace siřných sloučenin v plynu. Technologie určené k výrobě alternativních paliv vyžadují plyn s nízkou koncentrací dehtů, síry i ostatních znečišťujících látek a důležitou úlohu zde hraje i přesně definovaný poměr zejména H<sub>2</sub> k CO.

### 3.1.3 Používané techniky a postupy

Odvíjejí se od mnoha faktorů, které jsou zejména spojeny s procesními podmínkami a vstupními komoditami používanými v procesu pyrolýzy.

Vlastní průběh pyrolýzního procesu závisí na druhu a vlastnostech výchozího materiálu, obsahu vlhkosti v něm, pyrolýzní teplotě a reakční době, tlaku, vedení procesu z pohledu kontinuity a požadovaných výstupů. V průmyslové praxi se procesní podmínky vzájemně kombinují a společně i s různými materiálovými vstupy jsou vytvořeny předpoklady pro různá dílčí řešení v připravovaných nebo již realizovaných provozních technologiích.

### 3.1.4 Základní technologické moduly v procesech pyrolýzy

Existuje nekonečná řada řešení, která vycházejí z předpokladů, které byly popsány v úvodu a dále v kapitole používaných technik a postupů.

V obecné rovině mají pyrolýzní zařízení tato technologická řešení:

**Zařízení pro příjem a úpravu materiálu (odpadu)** – sklad, třídící linka, drtiče, magnetický separátor.

**Pyrolýzní komora** – retorta (válcovitá), kontejner, rotační pec s ohřevem na požadovanou teplotu, v případě tlakové pyrolýzy autokláv. Ohřev je prováděn plynem (dodaným, vyprodukovaným z procesu) přes mezistěnu nebo elektrickým ohřevem. V případě plazmového zpracování pak přímým působením plazmy na odpad.

**Zařízení na čištění a jímání plynu** – kondenzační jednotky, separační jednotky, odlučovače TZL, plynojem, plynová plnicí stanice.

**Chemický a úpravárenský provoz** – na zpracování olejů a kondenzátů.

**Kogenerační jednotka** pro výrobu elektrické energie. Tato technologická část má několik možných řešení. Rozlišujeme kogeneraci přímým a nepřímým způsobem. Dle typu tepelného zdroje dělíme na:

- kogeneraci s vnitřním spalováním (spalovací motor),
- kogeneraci s vnějším spalováním (spalovací komora).

Jedním z rozhodujících parametrů kogenerační jednotky je její maximální dosažitelný výkon, který uvádí mezní hodnoty elektrického a tepelného výkonu. Dle toho lze jednotky rozdělit na:

- mikrokogeneraci - do výkonu 50 kWe,
- minikogeneraci – do výkonu 500 kWe,
- kogeneraci malého výkonu – do 1 MWe,



- 
- kogeneraci středního výkonu – do 50 MWe,
  - kogeneraci velkého výkonu – nad 50 MWe.

Kogenerační jednotka se jako zdroj elektrické energie využívá jako zdroj základní, špičkový, záložní a rezervní.

Z hlediska paliva kogenerační jednotky:

- primární zdroje – zemní plyn a nafta,
- druhotné – bioplyn, skládkový plyn nebo odpadní – procesní plyn (pyrolýza). Palivo musí procházet zušlechťením, které zvyšuje energetické využití. Kogenerační jednotka musí být přizpůsobena spalování jiného typu paliva.

Jednotlivé skupiny paliv je možné charakterizovat na:

- tuhá paliva (palivo je nutné upravit např. zplyňováním) – fosilní paliva, biomasa;
- kapalná paliva – nižší emise znečišťujících látek, než u tuhých paliv;
- plynná paliva – nejčastěji využívané palivo pro kogenerační jednotky, snížení emisí PM<sub>10</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> – možné využití procesních plynů pyrolýzy;
- alternativní paliva – například využívání vodíku.

Výhody plynových motorů:

- dlouhodobý nepřetržitý provoz,
- rozsáhlé zkušenosti s výrobou a provozem.

**Stirlingův motor** – skládá se ze dvou pístů a jednoho nebo dvou válců, podle toho, o jakou modifikaci se jedná. Stirlingovy motory jsou řešeny ve třech modifikacích – alfa, beta a gama. Motor může pracovat i s vnějšími zdroji tepla, lze využívat geotermální, či solární energii. Konstrukčně je řešení jednodušší než u spalovacího motoru – není zapalovací zařízení, ventily apod., jeho chod je spolehlivý a vykazuje menší hlučnost.

**Mikroturbína** – nová generace spalovacích turbín. Vysokorychlostní generátory, (až 120 000 ot·min<sup>-1</sup>), nevyžadují mazání olejem nebo tukem. Vysoká spolehlivost zařízení a šetrnost k životnímu prostředí. Soustrojí mikroturbíny má jediný pohyblivý díl na rozdíl od plynového motoru a dieselagregátu, které obsahují více než 100 pohyblivých dílů. Účinnost soustrojí spalovací turbíny se zvyšuje zavedením rekuperace tepla.

Výhody mikroturbín:

- iniciace hoření paliva pouze u startu (spalování stabilní, dobře regulovatelné),
- minimální počet pohyblivých dílů (mikroturbína jeden, motor více než 100),
- minimální provozní a údržbová péče,
- nižší hlučnost,
- bez výměny a likvidace provozních tekutin (mazací olej, nemrznoucí směs – MT Capstone),
- nízké hodnoty emisí (NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO),
- variabilita výkonu (30 kWe, 60 ÷ 250 kWe),
- nízké náklady na instalaci,
- dálkové řízení a dálková kontrola,
- životnost 80 000 hod (servis cca 15 000 h – běžné pracovní prostředí).



---

Mezi nevýhody mikroturbín lze řadit vyšší pořizovací náklady a vyšší nároky na čistotu vstupního paliva z procesu pyrolýzy.

### 3.1.5 Techniky snižování emisí do ovzduší

Kopírují zařízení, která jsou využívána v procesech spojených se spalováním paliv, spalováním odpadů. Spalné teplo plyných produktů pyrolýzy je používáno k vlastní pyrolýze – ohřevu odpadů spalováním pyrolýzních plynů na rozkladnou teplotu. Přebytečné teplo spalin je ve výměnících tepla využíváno k výrobě páry nebo ohřevu vody. Spaliny jsou pak vícestupňově čištěny.

Technologická zařízení na termické zneškodňování odpadů pyrolýzou (spalováním) jsou vždy vybavena vícestupňovým čištěním spalin. Tato zařízení zajišťují spolehlivé plnění zákonem stanovených emisních limitů. Vícestupňové čištění spalin zahrnuje:

- Odprašování spalin – elektrostatické odlučovače, venturiho proudové odlučovače.
- Absorpci plyných kyselých složek zplodin alkalických roztoků (absorbér s výplní – raschigových kroužků) vodnými roztoky hydroxidu sodného a uhličitanu vápenatého.
- Adsorpci polyhalogenovaných dibenzodioxinů, benzo- a dibenzofuranů na aktivním uhlí nebo aktivním koksu (adsorbér s pevným ložem, adsorbéry s pohyblivým ložem – fluidní, proudový).
- Katalytickou oxidaci polyhalogenovaných dibenzodioxinů, benzo- a dibenzofuranů peroxidem vodíku.
- Redukci  $\text{NO}_x$  – selektivní nekatalytickou (SNCR), selektivní katalytickou (SCR).

### 3.1.6 Dosahované emisní úrovně

Doposud nejsou provozovány v ČR odpovídající technologie, které by poskytly výsledky autorizovaného měření emisí. Podle zahraničních zkušeností, které nejsou podloženy číselnými výsledky měření, dosahované emise nepřesahují emisní limity stanovené pro významné zdroje znečištění této skupiny (například koksovny, zplyňování uhlí ve velkém měřítku apod.).



## 3.2 Výroba bioplynu

Technologie výroby bioplynu je založena na principu anaerobní fermentace (za nepřístupu vzduchu). Dochází při ní k rozkladu organické hmoty mikroorganismy a k uvolnění bioplynu, který je možné dále využívat. Nejčastější forma využití je spalování v kogeneračních jednotkách za současné produkce elektrické energie a tepla. Bioplyn je bezbarvý plyn tvořený převážně metanem ( $\text{CH}_4$ ) a oxidem uhličitým ( $\text{CO}_2$ ). Může obsahovat ještě malá množství dusíku ( $\text{N}_2$ ), sulfanu ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), vody ( $\text{H}_2\text{O}$ ), etanu ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) a dalších nižších uhlovodíků. Bioplyn je v současnosti využíván zejména jako pohonná hmota pro spalovací motor pohánějící generátor pro výrobu síťového napětí. Vedlejším produktem anaerobní fermentace je fermentační zbytek (digestát), který se (v závislosti na používaných surovinách/odpadech) využívá jako kvalitní organické hnojivo pro aplikaci na zemědělské pozemky nebo jako surovina pro výrobu kompostu. Spalováním bioplynu v kogeneračních jednotkách vzniká také přebytečná tepelná energie, kterou je možné využít přímo v areálu zařízení nebo mimo něj.

Za účelem výroby bioplynu lze využít kaly z čistíren odpadních vod, produkty zemědělské výroby (rostlinné a živočišné výroby, vedlejší produkty živočišné výroby) a biologicky rozložitelné odpady (organickou frakci komunálního odpadu), včetně obtížně zpracovatelných. V zařízeních dochází k manipulaci se zpracovávanými surovinami/odpady, a následně s digestátem, vznikajícím bioplynem případně s odpadními vodami. Tyto činnosti jsou potenciálními zdroji emisí do ovzduší (pachových látek). Totéž platí i pro další nakládání s fermentačním zbytkem (hnojení, kompostování).

K další výrobě bioplynu dochází u skládek, kdy je bioplyn jímán plynovými studněmi a je spalován v kogeneračních jednotkách.

**Tabulka 3.2.1 Hlavní složky bioplynu**

| Složka        | Zastoupení (%) |
|---------------|----------------|
| Metan         | 40 – 75        |
| Oxid uhličitý | 25 - 55        |
| Vodní pára    | 0 – 10         |
| Kyslík        | 0 – 2          |
| Vodík         | 0 – 1          |
| Amoniak       | 0 – 1          |
| Sulfan        | 0 – 1          |

### 3.2.1 Dělení zařízení na výrobu bioplynu podle tepelného výkonu

Podle výkonu kogeneračních jednotek můžeme zařízení na výrobu bioplynu rozdělit takto:

- Zařízení s výkonem do 250 kW.
- Zařízení s výkonem do 550 kW.
- Zařízení s výkonem nad 550 kW.

### 3.2.2 Dělení zařízení na výrobu bioplynu podle zpracovávaného substrátu (suroviny/odpadů)

#### 3.2.2.1 Zemědělská zařízení

Zemědělská zařízení jsou taková zařízení, která zpracovávají materiály rostlinného charakteru a statkových hnojiv, resp. podestýlky. V těchto zařízeních 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.

**Tabulka 3.2.2.1.1 Přehled hlavních surovin, které je možné zpracovávat v zemědělských zařízeních**

| Živočišné suroviny                        | Rostlinné suroviny   | Pěstovaná biomasa   |
|---|--|---|
| Kejda prasat                              | Sláma všech typů obilovin a olejnin                            | Obiloviny v mléčné zralosti (celé rostliny) čerstvé i silážované                                      |
| Hnůj prasat se stelivem                   | Plevy a odpad z čištění obilovin                               | Kukuřice ve voskové zralosti celé rostliny čerstvá i silážovaná                                       |
| Kejda skotu                               | Bramborová nať a slupky z brambor                              | Kukuřice vyzrálá (celé rostliny) čerstvá i silážovaná   |
| Hnůj skotu se stelivem                    | Řepná nať z krmné i cukrové řepy                               | Krmná kapusta (celé rostliny) čerstvá i silážovaná  |
| Hnůj a stelivo z chovu koní, koz, králíků | Kukuřičná sláma i jádro kukuřice                               | Prutová biomasa (štěpky nebo řezanka z listnatých dřevin z rychloobrátkových kultur nebo z prúklestů) |
| Drůbeží exkrementy, včetně steliva        | Travní biomasa nebo seno (senáže)                              | Další typy pěstované biomasy  |
| Hnůj a stelivo z chovu ovcí               | Nezkrmitelné rostlinné materiály (siláže, obiloviny, kukuřice) | -   |
| Další živočišné suroviny                  | Další rostlinné suroviny (např. lihovarnické výpalky apod.)    | -   |

### 3.2.2.2 Čistírenská zařízení

Tato zařízení zpracovávají pouze kaly z čistíren odpadních vod a jsou nedílnou součástí čistírny odpadních vod.

Technologie anaerobní digesce je využívána za účelem anaerobní stabilizace kalu vznikajícího na čistírnách odpadních vod. Tato technologie slouží pouze jako součást kalového hospodářství ČOV jako celku. Do tohoto zařízení vstupují pouze kaly z ČOV, žump a septiků a odpadní voda. V případě, že jsou do této bioplynové stanice přidávány jiné suroviny (odpady), jedná se o ostatní bioplynovou stanici.

### 3.2.2.3 Ostatní zařízení

#### Komunální zařízení

Zařízení zpracovávající především komunální odpady (BRKO).

**Tabulka 3.2.2.3.1 Přehled hlavních surovin, které je možné zpracovávat v komunálních zařízeních**

|   |
|---|
| Papír nebo lepenka, dřevo                           |
| Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven |
| Oděvy a textilní materiály                          |
| Jedlý olej a tuk                                    |
| Biologicky rozložitelný odpad                       |



|                        |
|------------------------|
| Směsný komunální odpad |
| Odpad z tržišť         |
| Objemný odpad          |

### Zařízení zpracovávající vedlejší produkty živočišného původu

Tato zařízení (kromě jiného) zpracovávají vedlejší produkty živočišného původu. Pokud BPS zpracovávají vedlejší produkty živočišného původu, spadají pod Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 a musí plnit podmínky v něm stanovené, jako je např. hygienizace surovin/odpadů (pasterizace, vysokoteplotní hygienizace).

**Tabulka 3.2.2.3.2 Přehled hlavních surovin, které je možné zpracovávat v zařízeních zpracovávajících vedlejší živočišné produkty**

|   |
|---|
| Části poražených zvířat   |
| Kůže, kopyta, paznehty, rohy, prasečí štětiny, krev a peří, masokostní moučka   |
| Vedlejší živočišné produkty vznikající při výrobě produktů určených k lidské spotřebě, včetně odtučněných kostí a škvarků |
| Zmetkové potraviny živočišného původu nebo zmetkové potraviny obsahující produkty živočišného původu                      |
| Čerstvé vedlejší produkty z ryb ze závodů vyrábějících rybí produkty k lidské spotřebě                                    |
| Skořápky, vedlejší produkty z líhni a vedlejší produkty z porušených vajec zvířat a další                                 |

### 3.2.3 Používané techniky a postupy

Technologické postupy výroby bioplynu lze rozdělit například podle způsobu plnění vyhnivací nádrže (fermentoru) – dávkový (batch) nebo průtokový postup, dále podle toho, je-li proces jednostupňový nebo vícestupňový nebo podle konzistence substrátu – pevný nebo kapalný.

Technologie výroby bioplynu se dá dále rozdělit na tzv. mokrou a suchou fermentaci.

#### 3.2.3.1 Mokrý fermentace

Jedná se o nejrozšířenější technologii výroby bioplynu, která zpracovává substráty s výsledným obsahem sušiny menším než 12 %. Mokrý anaerobní fermentace probíhá v uzavřených fermentorech (reaktorech). Fermentory jsou vyhřívány na navrženou provozní teplotu (běžně 35 až 55 °C a obsah v nich je promícháván. Technologická linka je tvořena čtyřmi základními stavebně-technologickými celky:

1. Příjmový systém – slouží pro přípravu čerstvého substrátu před jeho vstupem do fermentoru (úprava velikosti částic, míchání, homogenizace, ředění, apod.) a jeho optimální dávkování do anaerobního procesu. Podle druhu surovin sestává z příjmového zásobníku tuhé a kapalné složky.
2. Fermentační systém – zde probíhá vlastní anaerobní vyhnívání. Běžně se využívá několik základních koncepcí fermentačního systému, např.:
  - Fermentor s integrovaným plynojemem
  - Fermentor se samostatným plynojemem
  - Fermentor typu „kruh v kruhu“ se samostatným plynojemem
  - Fermentor a dohňovací nádrž s integrovaným plynojemem, apod.





Fermentory lze koncipovat jako nadzemní, podzemní nebo částečně zapuštěné do terénu. Nejčastěji se využívá válcových železobetonových fermentorů se svislou osou. Doba zdržení materiálu ve fermentoru je 35 – 110 dní. To je závislé na vstupním materiálu a na tom, zda se jedná o jednostupňový nebo dvoustupňový proces.

3. Uskladňovací systém – tuhá frakce (po separaci) se běžně uskládňuje na stávajících hnojištích nebo vodohospodářsky zabezpečených plochách. Fugát a neseparovaný digestát se uskládňuje ve vhodně dimenzovaných jímkách. Separční zařízení (kalolis, odstředivka, centrifuga) bývá osazováno např. z důvodu záměrného využití fugátu pro ředění čerstvého substrátu nebo v případě zvláštních technologických požadavků.
4. Energetické využití bioplynu:
  - Výroba tepla v teplovodních (horkovodních) resp. parních kotlích.
  - Kombinovaná výroba elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách (nejčastěji používaná).
  - Čištění bioplynu a jeho prodej do plynárenské sítě resp. provozovatelům jiných energetických systémů.
  - Čištění a jeho využití pro pohon dopravní techniky a automobilů.

### 3.2.3.2 Suchá fermentace

Zpracovává substráty o sušině 30 – 35 %. Zpravidla jde o aplikace mezofilního anaerobního procesu, rozsah používaných reakčních teplot je 32 – 38 °C. Tuto technologii lze rozdělit na kontinuální a diskontinuální.

Diskontinuální technologie suché fermentace sestává z několika reakčních komor (kovový kontejner nebo zděná komora s plynotěsnými vraty) a meziskladu. Doprava zpracovávaného materiálu do komor a z nich je zpravidla prováděna běžnou manipulační technikou (např. traktor s radlicí). Anaerobní proces je řízen dávkováním procesní tekutiny. Proces je diskontinuální - vyprázdnění a nové naplnění komory + start reakce 3 dny, vlastní reakce a produkce bioplynu 24 až 27 dnů. Podle druhu výstavby je můžeme rozdělit na výstavbové („na zelené louce“) a vestavbové - využívají instalace lehčených fermentačních komor do nevyužívaných objektů – v zemědělství např. seníky, ocelokolny, kravíny, apod. Principiálně lze technologii navrhovat jako jedno případně vícestupňovou (investičně a provozně náročnější).

Pro potřeby inokulace/očkování je využíváno jednak pravidelné vstřikování tzv. perkolátu (látka s obsahem vhodných kultur anaerobních mikroorganismů) a přísadků části fermentačního zbytku z předchozího cyklu do čerstvé dávky substrátu.

Kontinuální technologie jsou doprovázeny vysokou investiční a provozní náročností a jsou využívány zpravidla pro zpracování komunálních a tříděných domovních odpadů. Reakční objem bývá rozdělen na několik fermentorů. Běžně jsou využívány ležaté fermentory (válcové i komorové) s 1 pomaloběžným míchacím zařízením, uloženým napříč celým fermentorem.

Dokument je zaměřen na bioplynové stanice a technologii tzv. mokré fermentace. Technologie suché (polosuché) fermentace nejsou zatím dostatečně rozpracovány a v ČR se používají ve velmi omezené míře.



---

## 3.2.4 Techniky snižování emisí do ovzduší

### 3.2.4.1 Emise vznikající při výrobě bioplynu

Jako jeden z zásadních problémů spojených s provozem bioplynových stanic (zařízení na výrobu bioplynu) se jeví zápach, který může mít různé příčiny. Zřídka je zdrojem zápachu vlastní unikající bioplyn. Častěji jde o zápach z nedostatečně rozložené organické hmoty. Pokud je organická hmota ve fermentoru kratší dobu, výsledný digestát silně zapáchá. Správná doba zpracování (zdržení) se mění podle použitých surovin.

Mezi další vznikající emise můžeme zařadit emise vznikající při vlastním spalování bioplynu. Jedná se zejména o emise TZL, NO<sub>x</sub>, CO (případně SO<sub>2</sub>, VOC a NH<sub>3</sub>).

Techniky (procesy) s možností úniku emisí do ovzduší:

- Příjem surovin do zařízení
- Skladování surovin
- Předúprava surovin (drcení, hygienizace, mísení)
- Nakládání s výsledným produktem (digestát)
- Úprava bioplynu a jeho spalování
- Nakládání s odpadním vzduchem

### 3.2.4.2 Krátké skladování vedlejších živočišných produktů (možnost chlazení)

Vedlejší produkty, které jsou určeny pro použití nebo pro likvidaci, mohou být skladovány v uzavřených nádobách nebo prostorech jen co nejkratší dobu, než budou dále zpracovány v zařízení na zpracování vedlejších produktů živočišné výroby. Podle jejich povahy, jako je jejich vlastní charakteristický zápach, rychlost jejich biologického rozkladu a obtížnost zápachu, může být rozumné je také chladit, zvláště v teplém počasí a v teplém podnebí. Za správnou praxi se považuje regulace podmínek dopravy, protože mohou mít významný vliv např. na emise zápachu v zařízení.

*Současná praxe v zařízeních:*

*V zařízeních zpracovávajících VPŽP jsou suroviny dávkovány co nejrychleji do procesu hygienizace a následně do procesu anaerobní digesce. K jejich chlazení nedochází.*

### 3.2.4.3 Pachový audit (revize zápachů)

Identifikují se jednotlivé zdroje zápachu a faktory, které ovlivňují míru a druh páchnoucích emisí. Posuzují se všechny jednotkové operace a s nimi spojené provozy a budovy. Zkoumají se příjem, manipulace, skladování, příprava a zpracování suroviny. Manipulace, skladování a expedice zpracovaného materiálu, včetně rozdělení na různé produkty a pevné, kapalné a plynné odpady se posuzují odděleně. Je třeba posuzovat účinnost a vhodnost stávajících zařízení na potlačování zápachu a zachycování emisí.

*Současná praxe v zařízeních:*

*Místa s možným výskytem zápachu je možné odsávat (vzdušina je následně vedena na biofiltr nebo spálena na kogenerační jednotce) nebo jsou provedena jako uzavřená. V případě zemědělských BPS není nutné vyžadovat instalaci zařízení na omezování zápachu.*



#### 3.2.4.4 Uzavření nakládacích, vykládacích a skladovacích prostor

V halách příjmu je výhodné vybudovat uzavíratelná vrata/dveře nebo vysokorychlostní roletová vrata/dveře.

Materiál může být přivážen ve sběrných sklápěcích vozech a vyklápěn přímo do násypky mechanicky prostřednictvím pásových nebo šnekových dopravníků, nebo pneumaticky.

Zařízení na skladování, manipulaci a patrně desintegraci může být utěsněno nebo udržována pod podtlakem a odsávaný vzduch může být použit jako zdroj kyslíku v procesu spalování.

*Současná praxe v zařízeních:*

*Zařízení s možným výskytem pachových látek nebo prachu jsou vybavena uzavíratelnými vraty nebo lamelami (zejména příjmové haly). Skladovací prostory (jímky, nádrže) jsou provedeny jako zakryté. V případě zemědělských BPS není nutné vyžadovat uzavření vykládacích a nakládacích prostor. Emise pachových látek je minimální.*

#### 3.2.4.5 Udržování zavřených dveří a vrat

Dveře a vrata do prostorů, kde se skladují nebo zpracovávají vedlejší živočišné produkty, mohou být těsně přiléhající a mohou být stále zavřené, pokud jimi neprochází chodci nebo se netransportuje materiál. Lze instalovat automaticky zavírané dveře pro personál a opatřit je signalizací, upozorňující, že se nezavřely v přiměřené době, založené na potřebách vstupu.

*Současná praxe v zařízeních:*

*Dodržování zavřených dveří závisí na dodržování kázně jednotlivých pracovníků.*

#### 3.2.4.6 Udržování podtlaku ve skladovacích a ve zpracovacích prostorech

Materiál může být skladován v rezervoárech nebo na volné podlaze v budovách, které jsou velmi dobře utěsněny, a je v nich udržován mírný podtlak, přitom je zajištěno, aby byl vzduch dostatečně často obměňován z důvodu ochrany zdraví a pohodlí zaměstnanců. Doba skladování by rovněž měla být co nejkratší.

Instalované větrání může být schopno udržovat podtlak a bránit nekontrolovatelným únikům páchnoucí atmosféry ven. Plochy, které jsou odvětrávány, mohou být připojeny na vhodnou jednotku pro potlačování zápachu.

*Současná praxe v zařízeních:*

*Prostory s výskytem pachových látek je možné odsávat. Páchnoucí vzdušina je pak vedena na biofiltr nebo je spálena v kogenerační jednotce.*

#### 3.2.4.7 Biologický filtr

Biologické filtry obsahují systém rozvodu vzduchu a nosné médium, které je často tvořeno organickými materiály, které může nést rostoucí mikroorganismy, jimž slouží páchnoucí látky jako živiny. Tímto způsobem se odstraňuje zápach ze vzduchu. Zapáchající látky musí být zachyceny na nosné médium, takže toto médium musí mít co největší plochu povrchu. Mikroorganismy rovněž potřebují vodu, takže vzduch se musí udržovat vlhký.



Biologický filtr se obvykle skládá z čistícího média, neseného na betonových lištách nad betonovým dnem. Odsávaný vzduch se vede zvlhčovačem a lapačem kapek pro odstranění stržených částic. Potom se vede do prázdného prostoru pod biologickým filtrem, který má za účel rozdělit vzduch rovnoměrně pod celé filtrační médium, než jím začne stoupat. Typickým médiem je pasteurovaný žížalový kompost, naočkovaný vybranou kulturou rodu *Pseudomonas*, polámané palety, kůra, lehký expandovaný jílový agregát (LECA), rašelina a vřes, nesené na mořských lasturách a pevná zemina s definovanou velikostí částic.

Doba zdržení, potřebná pro účinné odstranění zápachu zpravidla závisí na koncentraci zápachu a znečišťujících látkách, přítomných v plynu.

*Současná praxe v zařízeních:*

*V zařízeních s možným výskytem pachových látek je obvyklá instalace biofiltru.*

### 3.2.4.8 Spalování zapáchajících emisí ve stávajícím kotli (kogenerační jednotce)

Zapáchající emise ze zařízení je možné pálit ve stávajícím kotli (kogenerační jednotce).

*Současná praxe v zařízeních:*

*V zařízeních zpracovávajících VPŽP je obvyklá instalace biofiltru. Další možností je spalování páchnoucí vzdušiny na kogenerační jednotce.*

### 3.2.4.9 Snížit emise do ovzduší na následující úrovně

- VOC 7 – 20 mg.Nm<sup>-3</sup> (pro nízké dávky VOC může být horní mez intervalu zvýšena na 50 mg.Nm<sup>-3</sup>)
- PM 5 – 20 mg.Nm<sup>-3</sup>.

*Současná praxe v zařízeních:*

*Dle REZZO dosahují emise ze zařízení následujících úrovní:*

*VOC 0,003 – 0,148 mg.m<sup>-3</sup>*

*TZL (PM) 0,003 – 0,148 mg.m<sup>-3</sup>*

### 3.2.4.10 Techniky pro redukci emisí při použití bioplynu jako paliva

Bioplyn z fermentoru je předtím, než ho externí nebo interní uživatel využije jako palivo, vysušen a jsou odstraněny pevné částice. Bioplyn lze použít v plynových motorech, v teplárnách, plynových kotlích, vozidlech nebo pro jiná použití, např. jako palivo pro tepelné techniky ke snížení VOC.

Mohou být uplatňovány dva typy emisních technik zpracování emisí. První typ souvisí s čištěním bioplynu předtím, než je tento bioplyn použit, a to za účelem snížení emisí vzniklých při jeho spálení. Druhý typ souvisí se snižováním emisí až po spálení bioplynu.

Některá specifická opatření zahrnují:

- a) snižování emisí sirovodíku mokřím čištěním bioplynu za použití solí železa, přidáváním těchto solí do vyhnivací nádrže nebo biologickou oxidací řízeným přidáváním kyslíku
- b) používání selektivní katalytické redukce (SCR) za účelem snížení NO<sub>x</sub>.
- c) používání termické oxidační jednotky za účelem snížení CO a uhlovodíků
- d) používání filtrace aktivním uhlím



- e) vybavování těchto zařízení speciálním zařízením na skladování bioplynu a řešení havarijního vzplanutí.

*Současná praxe v zařízeních:*

*Před spálením na kogeneračních jednotkách se bioplyn běžně odvodňuje a odsiřuje. Je také možné využít filtr s aktivním uhlím. V zařízeních jsou také instalovány havarijní spalovací fléry.*

### 3.2.5 Dosahované emisní úrovně

Při výrobě bioplynu vznikají (mohou vznikat) následující emise do ovzduší:

| Emise           | Zdroj/komentář   |
|-----------------|--|
| TZL             | Manipulace s materiálem, předúprava surovin, prašnost na komunikacích  |
| SO <sub>2</sub> | Úprava bioplynu a jeho spalování                                       |
| NO <sub>x</sub> | Úprava bioplynu a jeho spalování                                       |
| CO              | Úprava bioplynu a jeho spalování                                       |
| VOC             | Manipulace s materiálem, nedokonale provedený proces anaerobní digesce |
| NH <sub>3</sub> | Manipulace s materiálem, nedokonale provedený proces anaerobní digesce |

Z údajů dostupných v REZZO 2014 jsou pro 281 zdrojů Výroby bioplynu uvedeny emise pro TZL, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, VOC a NH<sub>3</sub>

Monitoring emisí SO<sub>2</sub>, VOC a NH<sub>3</sub> není národní legislativou (vyhláškou č. 415/2012 Sb.) požadován.

**Tabulka 3.2.5.1. Dosahované emisní úrovně**

|  | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | VOC   | NH <sub>3</sub> |
|--|--------|-----------------|-----------------|--------|-------|-----------------|
| MIN emisní koncentrace (mg.m <sup>-3</sup> )*                      | 0,003  | 0,004           | 0,003           | 0,001  | 0,002 | 0,002           |
| MAX emisní koncentrace (mg.m <sup>-3</sup> )*                      | 0,148  | 1,122           | 9,738           | 22,029 | 3,025 | 4,550           |
| Průměrná koncentrace (mg.m <sup>-3</sup> )                         | 0,0755 | 0,563           | 4,871           | 11,015 | 1,514 | 2,276           |
| Emisní limity dle vyhlášky č. 415/2012 Sb. (mg.m <sup>-3</sup> )** | 130    | -               | 500             | 1 300  | -     | -               |

\* REZZO 2014

\*\*Vyhláška č. 415/2012 Sb.



## 4 NEJLEPŠÍ DOSTUPNÉ TECHNIKY

Zpracování tohoto dokumentu ukázalo, že na rozdíl od zařízení ve smyslu zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci představují stacionární zdroje, které jsou předmětem tohoto dokumentu, natolik neuchopitelnou a velmi různorodou skupinu zdrojů, že pro není možné uplatnit obdobnou skupinu nejlepších dostupných technik ve smyslu integrované prevence. Takový přístup by byl v některých případech technicky neřešitelný, ekonomicky neúnosný a v mnoha případech nákladově velmi neefektivní. Navíc nelze uplatnit jednoduchý princip, že čím menší stacionární zdroj, tím menší šance na uplatnění nejlepší dostupné techniky.

Zadání zpracování tohoto dokumentu nicméně směřovalo na vazbu nejlepších dostupných technik a podporu ze strukturálních fondů EU. Ve vazbě na dotační podporu se otvírá mnohem širší pole uplatnění nejlepších dostupných technik, neboť se stírá jedna ze základních výše uvedených bariér – ekonomická přijatelnost pro provozovatele (pouze investiční - provozní ekonomická náročnost zůstává). Zpracování tohoto dokumentu ukázalo, že je možné, při presumpci podpory z fondů EU, vydefinovat skupinu nejlepších dostupných technik, které je vhodné uplatnit i na stacionárních zdrojích, které nejsou předmětem právní úpravy v oblasti integrované prevence. I tak lze ale nalézt u nejlepších dostupných technik mantinely definované výše uvedenými bariérami (technická neřešitelnost, ekonomická neúnosnost a nákladová neefektivita).

### 4.1 Analýza čerpání podpor v 1. programovém období OPŽP v sektoru

Vzhledem k tomu, že informace získané z OPŽP neobsahují kód zdroje znečištění ovzduší, nelze určit využití OPŽP v 1. programovém období tímto sektorem.

Tento sektor mohl čerpat z několika podoblastí podpory (např. 2.2a), 2.2b)).

### 4.2 Zplyňování a zkapaňování uhlí, výroba a rafinace plynů a minerálních olejů, výroba energetických plynů (generátorový plyn, svítíplyn) a syntézních plynů

Pro uvedený obor nejsou stanovena kritéria, V současné době nejsou provozována žádná zařízení v provozním měřítku. Vzhledem k přibuznosti s technologií spalování by měly být uplatněny postupy spojené se spalovacími zařízeními, v podmínkách České republiky dále spalovnami odpadů.

Technologie pyrolýzního zpracování surovin a odpadů vyžaduje nezbytně provozovat celý komplex technologie od vstupu do tepelného zpracování po výstupy (plynné, kapalné a pevné), schopné bezpečného převozu ke spotřebiteli. Jednotlivé části technologie mají charakter technologií pro výrobu syntézních a energetických plynů a minerálních olejů. Tři hlavní produkty pyrolýzy vznikají v procesech, které mají charakter chemické výroby organických látek a zpracování uhlí.

#### 4.2.1 Primární (preventivní) BAT pro obecné použití

Uvedené BAT jsou aplikovatelné pro výše uvedená zařízení.

- Školení, vzdělávání a motivace pracovníků na všech úrovních.
- Optimalizace řízení procesů.
- Zajištění dostatečné efektivní údržby.



- Systém environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS) s jasně definovanými odpovědnostmi, pracovními pokyny a detailně popsány postupy, které mohou ovlivnit kvalitu ovzduší.
- Dodržování technologické kázně a předepsaných pracovních postupů a systém kontroly dodržování.
- Pravidelné provádění emisních bilancí a navrhování opatření k jejich dalšímu omezení.
- Provádět detekci úniků emisí (v rámci možností daných procesů).

#### 4.2.2 Primární specifické BAT

| Č. | Technika   | Použití techniky      |
|----|--|-----------------------|
| 1. | Umístění zařízení v technologické hale s odpovídající prostorovou a technologickou vzduchotechnikou. Podtlakové odvětrávání haly.  | Všeobecně použitelné. |
| 2. | Odsávanou vzdušinu vést přes systém čištění, které obsahuje i pachový filtr na bázi aktivního uhlí, který zajišťuje čištění vzdušiny od případných jiných kontaminací při případných emanacích během provozní situace pyrolýzní jednotky.                    | Všeobecně použitelné. |
| 3. | Zamezení fugitivního úniku emisí z provozní haly.  | Všeobecně použitelné. |
| 4. | Provozovat pyrolýzní jednotku v návaznosti na další technologické části.   | Všeobecně použitelné. |
| 5. | Preferovat kontinuální provoz pyrolýzní jednotky. Pokud bude technicky řešena jako diskontinuální, bude vybavena uzavřeným zařízením pro odsávání vzdušiny na vstupu i výstupech z jednotky. Ty zamezí únik emisí z jednotky do prostoru technologické haly. | Všeobecně použitelné. |
| 6. | Technologické části zpracování pyrolýzních produktů a jejich napojení na vlastní pyrolýzní jednotku řešit jako uzavřený systém.  | Všeobecně použitelné. |
| 7. | Zaokruhovat vznikající plyny při provozu zařízení pro zpracování pyrolýzních produktů a vracet je jako vstupy primární, případně vstupy do spalování řízeným způsobem.   | Všeobecně použitelné. |

#### 4.2.3 Sekundární (koncové) BAT

| Č. | Technika   | Použití techniky      |
|----|--|-----------------------|
| 1. | Pevný pyrolýzní produkt jímat do nepropustných nádob. Uvedené technologické místo (box, kontejner) samostatně odvětrávat a odsávanou vzdušinu čistit v primárním čištění od TZL a organických látek s důrazem na pachové | Všeobecně použitelné. |



|    |  |                       |
|----|--|-----------------------|
|    | látky. Sekundární čištění zajistit odvětráním provozní haly.   |                       |
| 2. | Kapalné produkty z procesu pyrolýzy umístit v uzavřených tancích, tanky provozovat rekuperačně a bezpečnostně je řešit jako dvouplášťové s kontrolními body nebo je umístit v izolačních vanách. | Všeobecně použitelné. |

### 4.3 Nejlepší dostupné techniky pro zařízení na výrobu bioplynu

#### 4.3.1 Zařízení zpracovávající vedlejší produkty živočišného původu

##### 4.3.1.1 Primární (preventivní) BAT pro obecné použití

Uvedené BAT jsou aplikovatelné pro všechna zařízení na výrobu bioplynu.

- Školení, vzdělávání a motivace pracovníků na všech úrovních.
- Optimalizace řízení procesů.
- Zajištění dostatečné efektivní údržby.
- Systém environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS) s jasně definovanými odpovědnostmi, pracovními pokyny a detailně popsány postupy, které mohou ovlivnit kvalitu ovzduší.
- Dodržování technologické kázně a předepsaných pracovních postupů a systém kontroly dodržování.
- Pravidelné provádění emisních bilancí a navrhování opatření k jejich dalšímu omezení.
- Provádět detekci úniků emisí (v rámci možností daných procesů).
- Skladování vedlejších živočišných produktů krátkou dobu.
- Revize zápachů.
- Uzavření nakládacích a vykládacích prostorů (v zařízeních s předpokladem výskytu pachových látek).
- Udržování zavřených dveří.
- Používání uzavřených skladovacích, manipulačních a zavážecích zařízení pro vedlejší živočišné produkty.

##### 4.3.1.2 Sekundární (koncové) BAT pro snížení emisí znečišťujících látek

| Č. | Technika   | Použití techniky   |
|----|--|--|
| 1. | Kde se používají nebo produkují přirozeně páchnoucí látky během zpracování vedlejších živočišných produktů, vedení plynů s nízkou intenzitou pachů a ve velkém objemu přes biologický filtr (plošný nebo komorový). Účinnost biologických filtrů se pohybuje mezi 85 – 90 %. | Všeobecně použitelné. V zařízeních s možným výskytem pachových látek je obvyklá instalace biofiltru. Zvláště u zařízení zpracovávajících VPŽP. |





## 4.3.2 Ostatní zařízení

### 4.3.2.1 Primární specifické BAT

| Č. | Technika  | Použití techniky   |
|----|---|--|
| 1. | Manipulace se zápachajícími materiály ve zcela izolovaných nebo vhodně upravených nádržích/nádobách napojených na zařízení k omezování zápachu.   | Všeobecně použitelné. V zařízeních s možným výskytem pachových látek je obvyklá instalace biofiltru.   |
| 2. | Vykládat pevné látky a kaly v uzavřených prostorech, které jsou vybaveny ventilačním systémem napojeným na zařízení na omezování emisí, pokud manipulovaný odpad má potenciál generovat emise do ovzduší (např. pachy, prach, VOC).   | Všeobecně použitelné. V zařízeních s možným výskytem pachových nebo prachu látek je obvyklé uzavření manipulačních prostor a možným odsáváním vzduchu. Dále je běžná instalace biofiltru.  |
| 3. | Omezit používání nezakrytých nádrží, nádob a šachet.  | Všeobecně použitelné.  |
| 4. | Použití následujících technik skladování a manipulace v systémech biologických úprav: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pro odpady s menší intenzitou zápachu používat automatické, rychle se zavírající dveře (doba otevření dveří je udržována na minimu) v kombinaci s vhodným zařízením na zachycování odpadního vzduchu, což vede k podtlaku v hale.</li><li>• Pro odpady s vysokou intenzitou zápachu používat uzavřené přívodní zásobníky konstruované s uzavíracím otvorem na dopravníku.</li><li>• Vybavit prostor zásobníků zařízením pro záchyt odpadního vzduchu.</li></ul> | Všeobecně použitelné. Zařízení s možným výskytem pachových látek nebo prachu jsou vybavena uzavíratelnými vraty nebo lamelami (zejména příjmové haly). Skladovací prostory (jímky, nádrže), jsou provedeny jako zakryté. Udržování zavřených dveří závisí na dodržování kázně jednotlivých pracovníků. Dále jsou v zařízeních instalovány biofiltry. |

### 4.3.2.2 Sekundární (koncové) BAT pro snížení emisí znečišťujících látek

| Č. | Technika   | Použití techniky  |
|----|--|---|
| 1. | Při použití bioplynu jako paliva snížit emise z odpadního plynu do ovzduší omezením emisí prachu, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO, H <sub>2</sub> S a VOC, s využitím vhodné kombinace následujících technik: <ul style="list-style-type: none"><li>• Praní bioplynu pomocí solí železa.</li><li>• Použití technik na odstraňování oxidů dusíku, jako je SCR.</li><li>• Použití jednotky termické oxidace.</li><li>• Filtrování aktivním uhlím.</li></ul> | Odpadní plyn se v podmínkách ČR žádným způsobem neupravuje. Před spálením v kogeneračních jednotkách se bioplyn běžně odvodňuje a odsiřuje. |



---

### 4.3 Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP

Kapitola nejlepší dostupné techniky vhodné pro podporu z OPŽP tvoří klíčovou kapitolu celého dokumentu. Nejlepší dostupné techniky definuje zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci jako určitý soubor technologií a know-how o jejich provozování. Tyto nejlepší dostupné techniky se uplatňují pro definovanou skupinu zařízení, u kterých je to možné a vhodné s ohledem na jejich velikost (technickou, kapacitní, ekonomickou i environmentální) za účelem snížení vlivu těchto zařízení na životní prostředí.

Mezi nejlepší dostupné techniky pro snižování emisí, které by bylo vhodné podporovat z Operačního programu životní prostředí 2014 – 2020 lze zařadit všechny výše uvedené techniky. Viz kap. 4.2 a 4.3.



## 5 SEZNAM ZKRATEK

| Zkratka | Význam   |
|---------|--|
| BAT     | Best Available Technique (nejlepší dostupná technika)                |
| BPS     | Bioplynová stanice   |
| BREF    | BAT Reference Document (evropský referenční dokument k BAT)          |
| BRKO    | Biologicky rozložitelný komunální odpad                              |
| EU      | Evropská unie  |
| OPŽP    | Operační program Životní prostředí                                   |
| PVC     | Polyvinylchlorid   |
| REZZO   | Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší                            |
| SCR     | Selective Catalytic Reduction (selektivní katalytická redukce)       |
| SNCR    | Selective non-Catalytic Reduction (selektivní nekatalytická redukce) |
| TOC     | Total Organic Carbon (celkový organický uhlík)                       |
| TZL     | tuhé znečišťující látky  |
| VOC     | Volatile Organic Compounds (těkavé organické látky)                  |
| VPŽP    | Vedlejší produkty živočišného původu                                 |
| ZL      | znečišťující látka   |



## 6 POUŽITÉ ZDROJE

1. Metodický pokyn ke schvalování provozu bioplynových stanic a stanovování závazných podmínek provozu z hlediska ochrany životního prostředí. Věstník Ministerstva životního prostředí. S. 128 – 160. Ročník XIV, únor 2014. [http://czbiom.cz/wp-content/uploads/4\\_Krayzel\\_V%C4%9Bstnik\\_02\\_2014.pdf](http://czbiom.cz/wp-content/uploads/4_Krayzel_V%C4%9Bstnik_02_2014.pdf).
2. CZ Biom – České sdružení pro biomasu. Průvodce výrobou a využitím bioplynu, 2009. 160 s.
3. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.
4. Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci).
5. <http://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-panic/%20a%20http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynovse-panice>.
6. Státní fond životního prostředí ČR. Výstavba komunálních bioplynových stanic s využitím BRKO, 2009. 40 s.
7. MARADA, M., KOTOVICOVÁ, J. Bioplynové stanice jako zařízení na zpracování vedlejších živočišných produktů. <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplynovse-panice-jako-zarizeni-na-zpracovani-vedlejsich-zivocisnych-produktu>.
8. CENIA, česká informační agentura životního prostředí: Interní archiv žádostí o vydání/změnu integrovaného povolení.
9. Složení a úprava bioplynu I <http://web.vscht.cz/~pokornD/Bioplyn/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka%2027.11/slo%C5%BEen%C3%AD%20a%20p%C5%99ed%C3%BAprava%20bioplynu%20I.pdf>.
10. KVASNIČKOVÁ, L., MATĚJKA, J. Jak sledovat emise z BPS a z bioplynu. <http://www.czba.cz/aktuality/jak-sledovat-emise-z-bps-a-z-bioplynu.html>.
11. BREF Jatka a průmysl zpracovávající jejich vedlejší produkty (online). <http://www.ippc.cz/obsah/CF0216/vlastni-dokumenty-bref/jatka-a-prumysl-zpracovavajici-jejich-vedlejsi-produkty>.
12. BREF Zpracování odpadů (online). <http://www.ippc.cz/obsah/CF0207/vlastni-dokumenty-bref/zpracovani-odpadu>.
13. BIOPROFIT. Anaerobní technologie. [http://www.bioplyn.cz/at\\_popis.htm](http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm).
14. Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
15. Ministerstvo životního prostředí <http://www.mzp.cz/ippc>.
16. OROUČKA, K.: Termické zneškodňování odpadů, Ostrava, 1997, 1. vydání. ISBN 80-7078-505-5.
17. BUCHTELE, J., ROUBÍČEK, V.: Technologie plyných paliv, Ostrava 1998, 1. Vydání. ISBN 80-7078-552-7.
18. KURÁŠ, M.: Odpady, jejich využití a zneškodňování, Praha 1994, ISBN 80-85087-32-4.
19. ROUBÍČEK, V., BUCHTELE, J.: Uhlí – zdroje, procesy, užití. Montanex 2002. ISBN 80-7225-063-9.
20. NEISER, J. a kol: Obecná chemická technologie. 1. Vydání, SPN Praha, 1981.
21. VEJVODA, J., MACHAČ, P., BURYAN, P.: Technologie ochrany ovzduší a čištění odpadních plynů. Praha 2003. ISBN 80-7080-517-X.
22. ROUBÍČEK, V., BUCHTELE, J.: Chemie uhlí a jeho využití, Ostrava 1996, 1. vydání. ISBN 80-7078-406-7.
23. RICHTER, M.: Technologie zneškodňování odpadů. Ústí nad Labem 2008. ISBN 978-80-7414-042-6.



- 
24. KLEČKOVÁ, Z., MACHÁČKOVÁ, A.: Minimalizace emisí při energetickém využití odpadu, Marionetti Press 2011. ISBN 978-80-260-1279-5.
  25. BOYLE, G. (ed.): Renewable Energy – Power for a Sustainable Future. Oxford University Press, Oxford 2004.
  26. DUBLEIN, D., STEINHAUSER, A. (ed.): Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction. Wiley-VCH, Weinheim 2008.
  27. KNOEF, H. A. M. (ed.): Handbook Biomass Gasification. BTG, Enschede 2005.
  28. POHOŘELÝ, M., JEREMIÁŠ, M., KAMENÍKOVÁ, P., SKOBLIA, S., SVOBODA, K., PUNČOCHÁŘ, M.: Zplyňování biomasy. Chemické listy 106, 264-274 (2012).
  29. Metodický pokyn ke stanovení podmínek provozu pro zařízení k pyrolýze a zplyňování odpadu z hlediska zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, v aktuálním znění (dále jen „zákon o ochraně ovzduší“). Zpracoval Mgr. Pavel Gadas.



---

Tento dokument byl zpracován v rámci projektu „Zpracování referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF“.

**říjen 2015**

**Zadavatel:**

Ministerstvo životního prostředí ČR

**Vedoucí projektového týmu:** Ing. Petr Honskus

**Složení projektového týmu (v abecedním pořadí):** Ing. Stanislav Bartusek, Mgr. Petra Borůvková, Ing. Antonín Hlavatý, Ph.D., Ing. Adéla Katrušáková, Mgr. Jan Kolář, Ing. Jaroslav Kreuz, Ing. Jaroslava Malířová, Ing. Pavel Machálek, Ing. Jiří Morávek, RNDr. Lubomír Paroha, RNDr. Jan Prášek, Ing. Monika Příbylová, Ing. Ivana Špelinová, Ing. Jan Štejfa, Ing. Jiří Valta, Ing. Miroslav Vlasák, CSc.



Evropská unie

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 – Technická pomoc  
financovaná z Fondu soudržnosti

**Ministerstvo životního prostředí**

Státní fond životního prostředí České republiky

[www.opzp.cz](http://www.opzp.cz)

Zelená linka 800 260 500

[dotazy@sfzp.cz](mailto:dotazy@sfzp.cz)