

# **Přílohy**

# **Proces výroby bioplynu**

## **Příloha 1**

# Postup biomasy zařízením BPS

Na počátku celého procesu je siláž energetických plodin uskladněna v silážním žlabu. Pomocí dávkovače pevného substrátu je siláž automaticky v požadovaných intervalech a množství dávkována na základě provozních parametrů BPS. Dávkovač obsahuje mimo jiné i šnekový dopravník, pomocí kterého dochází k přenosu pevné složky biomasy do hlavního fermentoru, se kterým je tímto způsobem spojený. K přijetí výkalů hospodářských zvířat zředěných vodou slouží příjmová jímka, k přenosu výkalů hospodářských zvířat zředěných vodou do fermentoru slouží příjmové potrubí.

Fermentor tvoří nejdůležitější část zařízení bioplynové stanice. Výstavbou je fermentor kruh v kruhu, což znamená, že se jedná o spojené nádoby. Výška stavby je 6 m. Vnější kruh neboli hlavní fermentor pojme 2080 m<sup>3</sup> substrátu a vnitřní fermentor neboli dofermentor má objem 2180 m<sup>3</sup>.

Hlavní fermentor byl vybudován jako prstencová železobetonová nádrž, která je zastropená. Probíhá zde fermentace prvního stupně. Fermentační nádrž obsahuje zařízení, pomocí kterých dochází k promíchávání a zahřívání substrátu. Teplotní optimum uvnitř nádrže je v rozmezí 35-41 °C. Vyhřívání nádrže zaručuje mikroorganismům vhodné podmínky pro uvolňování organických látek. K dávkování substrátu do hlavního fermentoru dochází 1 m pod úrovní hladiny. Jelikož oba druhy substrátu, tedy jak pevný substrát, tak výkaly hospodářských zvířat zředěné vodou, přichází z jiného místa, tudíž nejsou vzájemně propojené, musí v hlavním fermentoru docházet k jejich pravidelnému promíchávání, aby byla zajištěna jejich stejnorodá konzistence.

V nádrži se nachází 3 míchadla, která zaručí, že bude substrát důkladně promíchán a současně ukládán při procesu dávkování po obvodu nádrže. Hlavní fermentor obsahuje také sedimentační kanál, ve kterém se zachycují pevné látky a usazeniny, je vhodné jej pravidelně čistit.

Fermentační proces trvá přibližně 35 dní. Pevný substrát se dopravuje v množství zhruba 1 tuny přibližně každou hodinu a tekutý substrát každé 2,5 hodiny po 6 m<sup>3</sup> do hlavního fermentoru. Pro dosažení požadované efektivity v souvislosti s promícháváním substrátu je nutné dodržet maximální obsah sušiny substrátu do 10 %. Ze zkušeností plyne, že se při 10% obsahu sušiny substrát špatně promíchává, proto je vhodné, aby obsah sušiny byl kolem 8 %. V hlavním fermentoru vzniká 90 % bioplynu.

Dofermentor představuje vnitřní prstenec fermentační nádrže a slouží k dokvašení. Jde o fermentaci druhého stupně. Substrát se do dofermentoru dostává pomocí samovolného přepadu. I zde panují vhodné podmínky pro mikroorganismy a je nutné, aby byl substrát neustále promícháván pomocí dvou míchadel. Dofermentor neobsahuje vlastní zahřívání, teplo je zajištěno přes neizolovanou prstencovou stěnu hlavního fermentoru. Znamená to tedy, že v dofermentoru jsou z hlediska tepla stejné podmínky jako v hlavním fermentoru. Ovšem z pohledu chemického složení substrátu a jeho pH jsou tyto podmínky v dofermentoru odlišné. Hodnota pH by se měla pohybovat

v rozmezí 6,8-7,8. Rovněž poměrné zastoupení anaerobních mikroorganismů je v dofermentoru oproti hlavnímu fermentoru rozdílné. Vzniká zde už jen 10 % bioplynu.

Míchání substrátu je velmi důležitý proces, slouží k němu dohromady 5 míchadel, která fungují automaticky. Ke spouštění míchadel dochází 10 minut před vstupem biomasy a končí asi 12 minut po dávkování biomasy. Celková denní doba, při které míchadla pracují, je zhruba 8,5 hodin denně.

Výstupem procesu je elektrická a tepelná energie. Zbytkovým produktem je digestát, který je uskladňován v koncové jímce, kam je v pravidelných intervalech automaticky přenášen pomocí plynotěsného samovolného přepadu. Koncová jímka je konstruovaná na 95 m<sup>3</sup>. Vyrobený digestát se využívá v souladu s příslušnými předpisy pro hnojení orné půdy.

Z koncové jímky je digestát čerpán do separátoru, kde dochází k oddělování na pevnou a kapalnou část. Pevná část neboli separát se z části používá jako stelivo pro krávy a z části jako hnojivo na pole. Kapalná část neboli fugát je skladován ve výtokové jímce o objemu 115 m<sup>3</sup>.

Celková doba zdržení substrátu činí 70 dní, 35 dní se substrát zdrží v hlavním fermentoru a 35 dní v dofermentoru. Oba fermentory jsou vybaveny zařízením biologického odsíření. Součástí bioplynové stanice je také plynový hořák, který slouží k zabránění úniku bioplynu do ovzduší v případě, že nemůže docházet k běžnému odstranění za pomoci kogenerační jednotky. Plynový hořák je využíván ke spalování bioplynu v případě výskytu poruch a po dobu následných oprav.<sup>1</sup>

V tabulce 23 je znázorněna produkce výstupu digestátu, který se přetříděn na kapalný fugát a pevný separát. Všechny složky jsou uvedeny v t/den.

---

<sup>1</sup> Informace o výrobě bioplynu byly čerpány z Dokumentace o bioplynové stanici, 2010

**Tab. 23: Produkce digestátu v tunách za den**

Produkce	t/den
Digestát	58,1
Fugát	45,9
Separát	12,2

Zdroj: Dokumentace o bioplynové stanici, 2010

## Anaerobní fermentační proces a tvorba bioplynu

Jedná se o proces skládající se z několika biochemických dějů prováděných různorodými bakteriemi, jež vyžadují odlišné požadavky na substrát a prostředí. Anaerobní fermentační proces neboli děj bez přístupu vzduchu se dělí do čtyř fází, a to na hydrolýzu, acidogenezi, acetogenezi a methanogenezi. Až v posledním ději, kterým je methanogeneze vzniká metan a dalších plynů, které tvoří bioplyn.

Bioplyn se tvoří v hlavním fermentoru a je odtud odváděn do dofermentoru z důvodu zkvalitnění bioplynu. Nejvíce bioplynu je vyprodukováno v hlavním fermentoru. Provozní tlak v plynovém systému je v rozmezí 0-4 mbar, pokud by tlak stoupl nad 4 mbar je automaticky uveden do provozu plynový hořák, aby se zamezilo úniku bioplynu do ovzduší. Bioplyn je z velké části tvořen metanem, oxidem uhličitým a v malém zastoupení kyslíkem, sirovodíkem a dalšími plyny.

Bioplyn je ukládán do plynojemu po dobu 1-2 hodin. Objem tohoto zásobníku je okolo 600 m<sup>3</sup>. Plynojem funguje jako vyrovnávací zařízení pro kompenzaci kolísání množství vyrobeného bioplynu, ale také zamezuje ztrátě bioplynu při opravách. V kogenerační jednotce je pak z bioplynu vyráběno teplo a elektrický proud. Zde musí personál sledovat, aby bioplyn obsahoval jen malé množství sulfanu, neboť vyšší množství by způsobilo snížení životnosti motoru a také by se musel častěji vyměňovat motorový olej. Proto je nutné bioplyn odsiřovat. Odsiřování probíhá v odsiřovacím zařízení, které je umístěné ve fermentorech a provádí se vháněním malého množství vzduchu. Kvalita vyprodukovaného bioplynu závisí na vstupním substrátu a na technologických parametrech procesu. Měření kvality bioplynu zajišťuje analyzátor plynu.<sup>2</sup>

Tabulka 24 obsahuje chemické zastoupení bioplynu vyrobeného v roce 2014.

**Tab. 24: Složení bioplynu v roce 2014**

Složka	Zastoupení v %
Metan (CH <sub>4</sub> )	53,4
Oxid uhličitý (CO <sub>2</sub> )	43,2
Kyslík (O <sub>2</sub> )	0,6
Sirovodík (H <sub>2</sub> S)	0,0091

Zdroj: Dokumentace o bioplynové stanici, 2010

---

<sup>2</sup> Dokumentace o bioplynové stanici, 2010

# **Servis bioplynové stanice**

## **Příloha 2**

# Údržba zařízení BPS

V rámci efektivního provozu bioplynové stanice je nutné provádět pravidelné kontroly procesu a zařízení.<sup>3</sup> Základem je provádění kontrolních prací, jako je kontrola kvality vstupní biomasy, kvality vyráběného bioplynu, frekvence míchání, teplotního optima procesu, intervalů dávkování biomasy. Dále je vhodné provádět pravidelnou údržbu zařízení.

Podstatou procesu bioplynové stanice je kontrola vstupní biomasy odborným personálem, zda neobsahuje nežádoucí příměsi, neboť jedním z faktorů poruchovosti technologie bioplynové stanice je množství nečistot, které se mohou na vstupní biomase vyskytovat. Zpravidla se jedná o hlínu, kamení, nebo písek v senáži. Může se však v důsledku znečišťování přírody člověkem také stát, že se ve vstupním substrátu mohou objevit různé obaly, plasty, atd. S tím souvisí účinnost provozu BPS, čím více nečistot se v biomase objevuje, tím je účinnost stanice nižší a tím pádem je i méně kvalitní vyprodukovaný bioplyn.

Údržba zařízení bioplynové stanice se provádí v různých intervalech. Obecně lze prováděné kontroly rozčlenit podle období, za které jsou prováděny na denní, týdenní, měsíční, půlroční a roční údržbu. Denní údržba zařízení spočívá v obchůzce areálu a je zkontrolován stav a chod celé BPS. Poté je zkontrolována na řídicím systému správnost technologických parametrů a stav chodu. Mezi další úkony denní údržby patří čtení protokolů o vstupech, vyprodukovaných kWh, kontrola chodu kogenerační jednotky, zápis technologických parametrů procesu, kontrola pachových emisí, atd.

Týdenní údržba tkví v kontrole míchacího aparátu, stavu baterií, správného nastavení dávkování vzduchu podle parametrů vznikajícího bioplynu. V rámci měsíční údržby se provádí funkčnost odsiřovacího zařízení, zkouška zařízení dávkování pevného substrátu, výměna motorového oleje v kogenerační jednotce, podle pokynů výrobce. Během půlroční údržby se navíc kontroluje plynový ventil a při roční údržbě dochází k odstraňování usazenin v přečerpávací jímce, kontrole stavu oleje v čerpadlech a míchacím aparátu, dále dochází k analýze digestátu, zejména pak ke kontrole jeho pH, přezkoušení elektrických zařízení, atp.

O veškerých úkonech, které se provedou, vede odborný personál provozní knihy. Pokud by nastala porucha zařízení, je nezbytné ji neprodleně odstranit. Plánované servisní prohlídky znamenají odstávku některé z částí BPS, ty lze rozdělit na údržbu technologie výroby bioplynu a údržbu technologie přeměny bioplynu na energii.

Podnik má podnik k dispozici plán servisních prohlídek daný výrobcem technologie. V dokumentu jsou uvedeny servisní činnosti a časové limity, po kterých by mělo docházet k údržbě zařízení. Podnik nevlastní svůj plán údržby technologie, podle kterého by si naplánoval pravidelnou údržbu zařízení, kromě drobných oprav jako je výměna svíček, motorového oleje, atd. Proto byl podniku sestaven servisní plán na základě údajů od výrobce technologie, ale také zkušeností z minulých let provozu.

---

<sup>3</sup> Čerpáno z interních dokumentů podniku, 2015

V tabulce 25 a 26 je sestaven plán údržby pro bioplynovou stanici. Každý rok se provádí jiný druh servisu, proto jsou tabulky rozvrženy na servis, který probíhá každý rok, po dvou letech provozu a dále po třech, šesti a deseti letech provozu. V tabulkách jsou uvedeny servisní činnosti, jak často k nim dochází, počet odstávek a vyčíslení v nákladech. Dále je spočítáno procento ročního časového využití BPS. V tabulkách jsou zachyceny plánované odstávky. Nahodilé odstávky plánovat nelze, jsou podmíněné náhodným výpadkům proudu, neplánovaným výměnám svíček, apod.

Tab. 25: Servisní plán pro BPS na každý rok každý druhý rok

Servis každý rok							
Servisní činnost	Frekvence	Frekvence oprav (hod)	Náklady (Kč)	Odstávka (hod)	Opakování za rok	Roční náklad (Kč)	Roční odstávka (hod)
E 10	1	50	5 000	2			
E 20	Vždy po	24	50 000	-			
E 30	Vždy po	1 500	5 000	3	5,8	29 200	18
E 40	Vždy po	3 000	290 000	7	2,9	846 800	20
Olej	Vždy po	600	13 500	1	14,6	197 100	15
<b>Celkem</b>			313 500			1 073 100	53
<b>Využití (hod)</b>							<b>99,4 %</b>
Servis každý druhý rok							
E 50	Vždy po	12 000	990 000	120	1	990 000	120
<b>Celkem</b>						2 063 100	173
<b>Využití (hod)</b>							<b>98,0 %</b>

Zdroj: Vlastní výpočty na základě analýzy interních dat podniku

V tabulce je sestaven servisní plán BPS, ke kterému dochází buď každý rok, nebo každý druhý rok s tím, že prováděné servisní úkony se v závislosti na tom, kdy k nim dochází, mění. Servis prováděný **každý rok** zahrnuje servisní úkony, ke kterým dochází vždy po 8760 hodinách. Počet odstávek za rok činí přibližně 53 hodin. Celkové náklady během jednoho roku činí 1,07 mil. Kč. Počet hodin využití bioplynové stanice v roce je 99,4 %, což znamená, že kogenerační jednotka je denně v provozu po dobu 23 hod a 51 min.

Údržba prováděná **každý druhý rok** obsahuje úkony, které jsou prováděné během každého roku, ale navíc také úkony, ke kterým dochází v rozmezí 8761–17520 hod. Celkové náklady pak byly vyčísleny na 2,06 mil. Kč, k jejichž vynaložení dochází každý druhý rok. Roční časové využití zařízení BPS je pak včetně odstávek 98 %, což odpovídá 23 hod. a 31 min. denně, během kterých je kogenerační jednotka v provozu.



Tab. 26: Servisní plán pro BPS na každý třetí, šestý a desátý rok provozu

Servis každý 3. rok							
Servisní činnost	Frekvence	Frekvence oprav (hod)	Náklady (Kč)	Odstávka (hod)	Opakování za rok	Roční náklad (Kč)	Roční odstávka (hod)
E 60	Vždy po	24 000	1 200 000	168	1	1 200 000	168
<b>Celkem</b>						2 273 100	221
<b>Využití (hod)</b>							<b>97,5 %</b>
Servis každý 6. rok							
Repase	Vždy po	48 000	5 500 000	240	1	5 500 000	240
<b>Celkem</b>						10 909 300	686
<b>Využití (hod)</b>							<b>92,2 %</b>
Servis každý 10. rok							
Fermentor	Vždy po	87 600	1 000 000	720	1	1 000 000	720
<b>Celkem</b>						4 136 200	945
<b>Využití (hod)</b>							<b>89,2 %</b>

Zdroj: Vlastní výpočty na základě analýzy interních dat podniku

V tabulce je zobrazena údržba zařízení BPS každý třetí, šestý a desátý rok provozu. Údržba konaná každý třetí rok zahrnuje servisní úkony, které jsou prováděny každý rok a navíc úkony, jež je nutné vykonat každý třetí rok provozu, a to po 26 280 hodinách. Doba odstávek činí 221 hod. Celkové náklady za vymezené období jsou ve výši 2,27 mil. Kč, s čímž souvisí časová využitelnost zařízení bioplynové stanice, která je 97,5 %. Roční časová využitelnost zařízení BPS je 23 hod a 24 min.. Servis uskutečňovaný **každý šestý rok** se provádí po 52 560 hodinách a zahrnuje náklady každého roku, každého druhého, třetího a šestého roku. Přibližně každý šestý rok dochází k repasi motoru, což je jeho rozebrání, kontrola a renovace některých částí. Náklady na servis uskutečňovaný každý šestý rok jsou ve výši 10,9 mil. Kč. Roční časová využitelnost BPS je 92,2 %, kogenerační jednotka pracuje po 22 hod a 7 min denně. Servis probíhající **každý desátý rok** pak zahrnuje náklady každého roku, každého druhého a desátého roku. Každý desátý rok dochází k opravě fermentoru ve výši okolo 1 mil. Kč. Celkové náklady pak činí téměř 4,14 mil. Kč. Roční časová využitelnost zařízení BPS je 89,2 %, což znamená, že kogenerační jednotka je denně v provozu po 21 hod a 24 min.

Servisní plán je sestaven podle známých dat poskytnutých výrobcem technologie a také v souvislosti se zkušenostmi, které plynou provozováním zařízení v minulých letech. Podstatou plánu je vypočtená účinnost bioplynové stanice na základě hodnot, jichž bylo dosaženo za minulé období. Roční účinnosti BPS bylo dosaženo pomocí ročních odstávek zařízení, které jsou známé. Náklady spojené s jednotlivými servisními úkony byly získány na základě konzultací s ekonomickým úsekem Agrodružstva. Další informace byly čerpány také z internetového zdroje Tomášová–Semily, s.r.o.

# **Výpočet diskontního faktoru**

## **Příloha 3**

# Určení výše diskontního faktoru

Výše diskontního faktoru bude určena dle vzorce, který byl uveden v teoretické části práce.

$$i_d = r_D \cdot (1 - T) \cdot \frac{D}{C} + r_E \cdot \frac{E}{C},$$

Nejprve je potřeba určit náklady na vlastní kapitál  $r_e$ , ty budou určeny na základě stavebnicového modelu INFA podle vzorce (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015):

$$r_e = r_f + r_{LA} + r_p + r_{FS} + r_{FST}$$

$r_f$  – bezriziková úroková míra

$r_{LA}$  – prémie za riziko velikosti podniku

$r_p$  – prémie za podnikatelské riziko

$r_{FS}$  – prémie za riziko finanční nestability

$r_{FST}$  – prémie za riziko finanční struktury

## 1. Určení bezrizikové výnosnosti $r_f$

Bezriziková úroková míra bude uvažována ve výši 2,26 %, neboť se jedná o výši úrokové míry státních dluhopisů stanovené na základě Benchmarkingového diagnostického systému finančních indikátorů INFA. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015)

## 2. Určení prémie za riziko velikosti podniku $r_{LA}$

Kritéria pro posouzení ukazatele se odvíjí podle výše vlastního kapitálu, pokud je  $VK > 3 \text{ mld. Kč} \rightarrow r_{LA} = 0$

$VK < 100 \text{ mil. Kč} \rightarrow r_{LA} = 5 \%$

$100 \text{ mil Kč} < VK < 3 \text{ mld. Kč} \rightarrow r_{LA} = \frac{(3 - E)^2}{1,682}$

$E \rightarrow$  vlastní kapitál v mld. Kč

Vzhledem k tomu, že vlastní jmění podniku je ve výši 199 271 tis. Kč, pak bude ukazatel  $r_{LA}$  počítán podle vzorce:

$$r_{LA} = \frac{(3 - 0,199)^2}{1,682} = 4,66 \%$$

Prémie za riziko velikosti podniku je ve výši 4,66 %.

## 3. Určení prémie za podnikatelské riziko $r_p$

Kritéria pro posouzení prémie za podnikatelské riziko se určují podle rentability aktiv.

$ROA > ROA_\emptyset \rightarrow r_p = 0$

$ROA < 0 \rightarrow r_p = 10 \%$

$0 < r_p < 10 \% \rightarrow r_p = \frac{(ROA_\emptyset - ROA)^2 \cdot 10}{ROA_\emptyset^2}$

Prémie za riziko je určena za rok 2014 a je počítána v tis. Kč podle vzorce:

$$ROA = \frac{EBIT}{Aktiva} = \frac{6665}{292121} \cdot 100 = 2,28 \%$$

$$ROA_{\emptyset} = \frac{\sum ROA}{15} = \frac{0,304592}{15} \cdot 100 = 2,031\%$$

To znamená, že  $ROA > ROA_{\emptyset} \rightarrow r_P = 0$ .

#### 4. Určení prémie za riziko finanční nestability $r_{FS}$

Prémie za riziko finanční nestability lze posuzovat podle následujících kritérií:

$$CR > 150 \% \rightarrow r_{FS} = 0$$

$$CR < 100 \% \rightarrow r_{FS} = 10 \%$$

$$100 \% < CR < 150 \% \rightarrow r_{FS} = \frac{(150 - CR)^2}{250}$$

Ukazatel prémie za riziko finanční nestability podle běžné likvidity, budou uvažovány hodnoty pro rok 2014 a tis. Kč,

$$CR = \frac{\text{Oběžná aktiva}}{\text{Krátkodobé závazky}} = \frac{126286}{15426} \cdot 100 = 818,66 \%$$

To znamená, že platí vztah  $CR > 150 \% \rightarrow r_{FS} = 0$ .

#### 5. Určení prémie za riziko finanční struktury $r_{FST}$

Prémie za riziko finanční struktury se posuzuje podle následujících kritérií:

$$TIE > 3 \rightarrow r_{FST} = 0$$

$$TIE < 1 \rightarrow r_{FST} = 10\%$$

$$1 < TIE < 3 \rightarrow r_{FST} = \frac{(3 - TIE)^2 \cdot 10}{4}$$

Ukazatel prémie za riziko finanční struktury se počítá podle úrokového krytí, budou uvažovány hodnoty za rok 2014 v tis. Kč.

$$TIE = \frac{EBIT}{\text{Nákladové úroky}} = \frac{6665}{1689} = 3,94$$

To znamená, že platí vztah  $TIE > 3 \rightarrow r_{FST} \rightarrow 0$ .

Náklady na kapitál se vypočítají součtem položek 1-5:

$$r_e = 2,26 + 4,66 + 0 + 0 + 0 = 6,92 \%$$

Výše nákladů na kapitál tedy odpovídá hodnotě 6,92 %. Díky této hodnotě je možné vypočítat úrokovou míru, která bude dále využita pro výpočet odúročitele. Při výpočtu optimální kapitálové struktury bude brány v úvahu náklady na cizí kapitál (3,3 %), sazba daně z příjmu (19 %), cizí kapitál (62,99 mil. Kč), vlastní kapitál (199,27 mil. Kč) a celkový kapitál (262,26 mil. Kč):

$$i_d = 3,3 \cdot (1 - 0,19) \cdot \frac{62993607}{262264607} + 6,92 \cdot \frac{199271000}{262264607} = 5,9 \%$$

Výše úrokové míra, která bude sloužit jako podklad pro výpočet diskontního faktoru, odpovídá hodnotě 5,9 %. Jedná se o průměrnou odměnu věřiteli za jím poskytnutý kapitál.

**Plán cash flow  
v letech 2011–2025**

**Příloha 4**