

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta



**Agronomická
fakulta**

Bakalářská práce

Bioplynové stanice

Vedoucí práce:

Ing. Martin Fajman, Ph.D.

Vypracoval:

Jana Horáková

Brno 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Bioplynové stanice vypracovala samostatně a použila jsem pouze pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu. Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana AF MZLU v Brně.

dne : 25.dubna 2011
podpis : Jana Horáková

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji **Ing. Martinovi Fajmanovi, Ph.D.** za odborné vedení při zpracovávání této bakalářské práce.

Abstrakt:

This Bachelor Thesis is focused on the use of renewable energy sources. In the Thesis I deal with the basic concepts of biogas plant technology - alternative energy sources, biomass, anaerobic fermentation, biogas, scope and method of biomass processing for energy purposes in biogas plants. Next I describe different types of biogas plants with a closer focus on agricultural biogas plants technology and I bring specific information about establishment and operation of agricultural biogas plant Lípa where I focus on the quantity and composition of the input substrate, evaluation the production of iogas and electricity, characterize its location, equipment technology and operating parameters.

Keywords: alternative energy source, biomass, anaerobic fermentation, biogas, biogas plant

Souhrn:

Bakalářská práce je zaměřena na využívání obnovitelných (alternativních) zdrojů energie. V bakalářské práci se zabývám základními pojmy z oblasti technologií bioplynových stanic - alternativní zdroje energie, biomasa, anaerobní fermentace, bioplyn, významem a způsoby zpracování biomasy pro energetické účely v bioplynových stanicích, popisuji různé druhy bioplynových stanic s bližším zaměřením na technologii zemědělské bioplynové stanice a dále přináším konkrétní informace o vzniku a provozu zemědělské bioplynové stanice Lípa u Havlíčkova Brodu, kde se zaměřuji na množství a složení vstupního substrátu, hodnocení produkce bioplynu a elektrické energie, charakterizuji její polohu, technologii zařízení a provozní parametry.

Klíčová slova: alternativní zdroje energie, biomasa, anaerobní fermentace, bioplyn, bioplynové stanice.

OBSAH

1 ÚVOD	6
1.1 Obnovitelné zdroje energie	6 - 8
1.2 Obnovitelné zdroje energie x fosilní paliva – srovnání	8 - 10
1.3 Trvale udržitelný rozvoj společnosti	11
2 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	12
3 BIOMASA	13
2.1 Historie využívání biomasy	13
2.2 Rozvoj fytoenergetiky	14
2.3 Dělení biomasy a možnosti jejího využití	14 - 17
4 BIOPLYNOVÉ STANICE-ÚVOD	17
4.1 Diverzifikace podnikání	17- 20
5 BIOPLYNOVÉ STANICE PODLE VSTUPŮ	21
5.1 Průmyslová bioplynová stanice	21
5.2 Komunální bioplynová stanice	22
5.3 Zemědělská bioplynová stanice	22 - 23
5.3.1 Princip biochemické konverze biomasy zemědělské bioplynové stanice	23 - 28
5.3.2 Produkt biochemické konverze – digestát	29
5.3.3 Produkt biochemické konverze – bioplyn	30 - 32
6 DOTACE A PODPORA VYUŽÍVÁNÍ ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ - VÝSTAVBY BIOPLYNOVÝCH STANIC	33 - 35
7 BIOPLYNOVÉ STANICE U NÁS A V EVROPĚ	35 - 38
8 BIOPLYNOVÁ STANICE LÍPA U HAVLÍČKOVA BRODU ...30 - 40	
8.1 Výběr dodavatele	40
8.1.1 Možnosti financování	40 - 41
8.2 Vstupní suroviny	41 - 42
8.3 Směšovací zařízení a fermentační nádrž	42 - 43

8.4 Zahájení provozu.....	43 - 44
8.5 Provoz bioplynové stanice.....	44 - 45
8.6 Architektonické a stavebně technické řešení.....	45 - 47
8.7 Sournná vstupní a výstupní data Bioplynové stanice Lípa....	48 - 49
9 ZÁVĚR.....	50
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	51 - 54

1. ÚVOD

S vývojem civilizace roste spotřeba energie. Využití některých zdrojů energie má dlouhou historii, např. spalování dřeva, využití vodního proudu, síly větru, slunečního záření. Tyto zdroje řadíme mezi obnovitelné zdroje energie. Zdroje energie dělíme na neobnovitelné (zejména fosilní) a obnovitelné (alternativní). Fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn) vznikla přeměnou odumřelých rostlin a těl za nepřístupu vzduchu, byla vytvořena v minulosti a jejich zásoby jsou konečné, tedy vyčerpitelné. Uran, používaný v jaderné energetice, patří mezi energetické zdroje, jejichž zásoby jsou také vyčerpitelné. Na rozdíl od používaných fosilních paliv mají obnovitelné zdroje energie dlouhou budoucnost a jsou šetrné k životnímu prostředí.

1.1. Obnovitelné (alternativní) zdroje energie

Obnovitelné (alternativní) zdroje energie jsou nevyčerpitelné - obnovitelné formy energie Slunce a Země.

Problematiku podpory využívání obnovitelných zdrojů energie upravuje zákon č.180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.

Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí podpořit využití obnovitelných zdrojů energie, zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů, přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti, vytvořit podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8 % k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010.

Obnovitelnými zdroji se podle § 2 zákona č. 180/2005 Sb. rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou:

- energie větru,
- energie slunečního záření,
- geotermální energie,

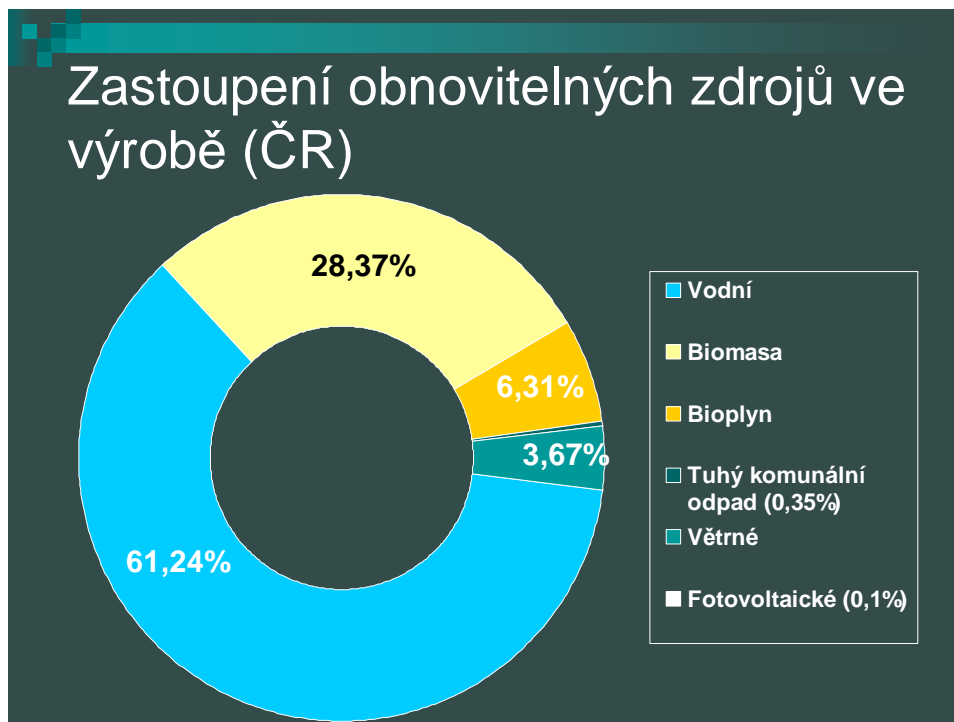
- energie vody,
- energie půdy,
- energie vzduchu,
- energie biomasy,
- energie skládkového plynu,
- energie kalového plynu,
- energie bioplynu. [1]

Výhody obnovitelných zdrojů energie:

- nelze je prakticky vyčerpat,
- neznečišťují životní prostředí prachem, těžkými kovy, oxidy síry a dusíku (neplatí pro spalování biomasy),
- nepřispívají ke skleníkovému efektu - nulová bilance CO₂,
- zplyňovací technologie snižují zátěž skládek odpadem,
- využití nepotřebné zemědělské půdy.

Uvádí se, že spalování biomasy je z hlediska emisí oxidu uhličitého neutrální, neboť množství produkovaného oxidu uhličitého je srovnatelné s množstvím, spotřebovaným rostlinami při jejich růstu (fotosyntéza). Je to ovšem zjednodušený pohled, neboť stromy rostou desítky let a dřevo z nich se spálí okamžitě. Navíc při spalování biomasy vznikají i další škodliviny, některé velmi nebezpečné, např. polyaromatické uhlovodíky nebo dioxiny. Provedená měření prokázala, že o množství škodlivých emisí rozhoduje především způsob spalování. [2]

Zastoupení jednotlivých obnovitelných zdrojů energie v České republice k výrobě elektrické energie ukazuje následující graf.



Obr. 1 Zastoupení obnovitelných zdrojů ve výrobě v ČR [Jan Petrášek, 2010, Obnovitelné zdroje energie]

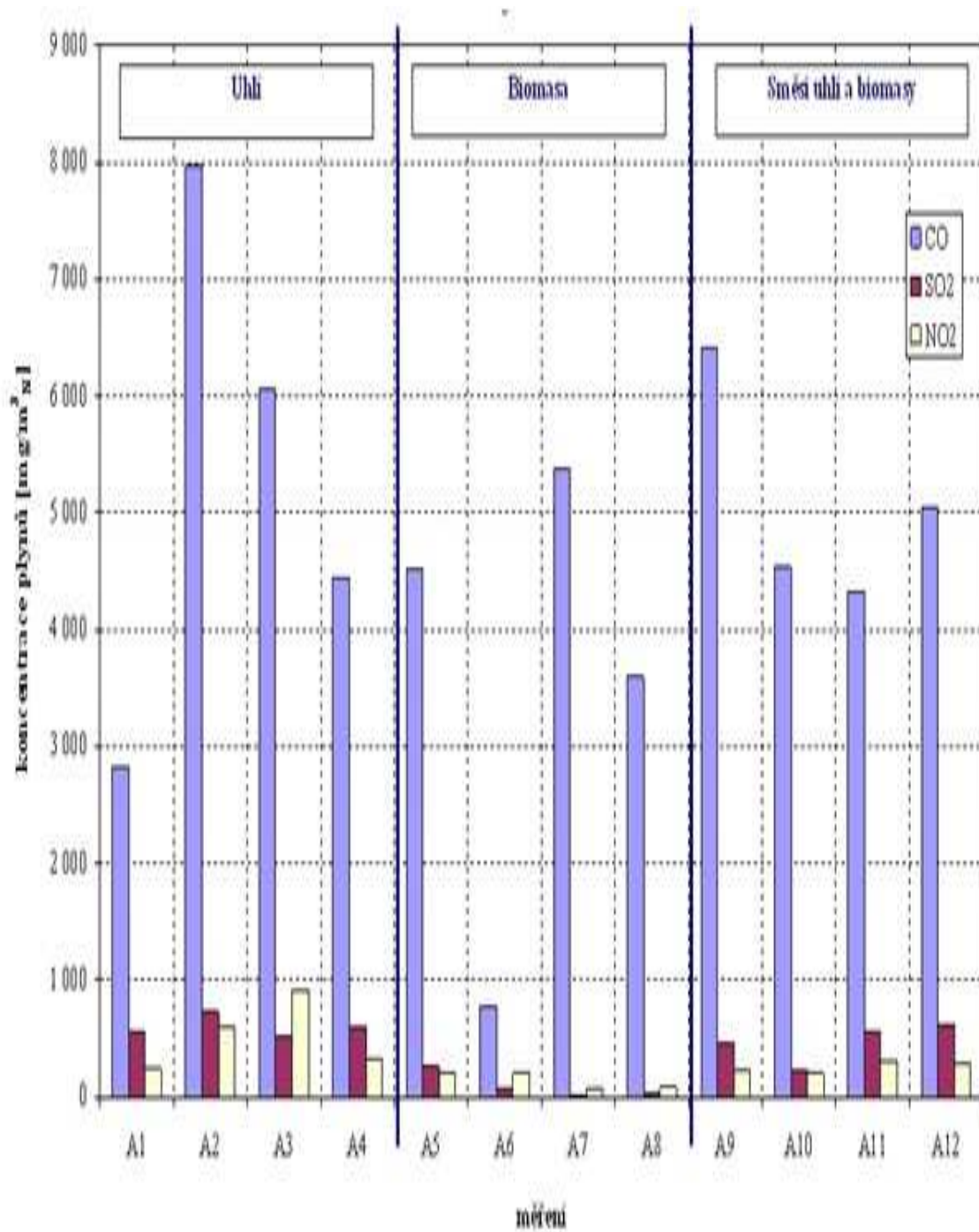
1.2. Obnovitelné zdroje energie x fosilní paliva – srovnání

Dnešní svět funguje na principu tržního mechanismu, proto jsou zdroje energií posuzovány převážně dle ekonomických hledisek, např. náklady na „výrobu“ zdroje energie. U fosilních paliv se tato položka rovná nákladům na těžbu a dopravu. U biomasy se náklady zvyšují o položku na její pěstování či výrobu. U sluneční energie a energie větru hraje významnou roli využitelnost tohoto zdroje. Dalším hlediskem je dopad zdrojů energie na životní prostředí, jejich recyklace či likvidace zbytkových produktů.

Pro srovnání konkurenceschopnosti fosilních zdrojů energie je třeba do ceny těchto zdrojů započítat celý životní cyklus, což není možné, protože nemůžeme finančně ocenit vznik fosilních paliv a stejně tak i čištění jejich emisí na nulovou hodnotu.

Obnovitelné zdroje energie jsou z tohoto důvodu vzhledem k fosilním zdrojům ekonomicky nekonkurenceschopné. S výjimkou vodních elektráren tak profitují z dotovaných výkupních cen produkované energie. Problémem obnovitelných zdrojů je také diskontinuální výroba elektrické energie. I přes uvedené nevýhody považuje Skupina ČEZ rozvoj obnovitelných zdrojů za důležitý a počítá s jejich dalším využitím, a to především v oblasti větrné energie a spalování biomasy, hlavním důvodem je ekologické hledisko. Celkový objem takto vyrobené elektřiny nemůže ovšem v současnosti nahradit výrobu z fosilních zdrojů.[3]

Porovnáním emisí jednotlivých škodlivin při spalování tuhých fosilních paliv a biomasy v kotlích je zjišťováno rozborů dat, získaných z měření emisí. Koncentrace vybraných sloučenin v emisích ukazuje následující graf:



Obr. 2. Koncentrace CO₂, SO₂ A NO₂ v emisích při spalování paliv v kotlích malých výkonů (A1 až A 12 představují jednotlivá měření) [2]

1.3 Trvale udržitelný rozvoj společnosti

Princip trvale udržitelného rozvoje společnosti vyžaduje hledat způsob k postupnému snižování energetické náročnosti a plynulému nárůstu využití obnovitelných zdrojů.

Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby, přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává funkci ekosystémů.

Při srovnání ekonomiky výroby energie z tradičních zdrojů a z alternativních zdrojů nelze jen porovnávat náklady, ale je třeba zahrnout i externality, které mohou u fosilních paliv tvořit podstatnou částí jejich skutečné ceny.

Externality jsou náklady činností a jevů, které neprochází trhem. V tomto případě se jedná zejména o vyčíslení nákladů za negativní dopady na zdraví, znečištění půdy, vody a ovzduší a ztrátu biodiverzity.

Biodiverzita představuje rozrůzněnost života. Existuje několik definicí biodiverzity, neboť se jedná o složitý několika úroňový jev. Světový fond ochrany přírody definoval v roce 1989 biodiverzitu jako „Bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují, a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí.“

Při započtení externalit je cena na výrobu 1kWh při použití uhlí 2,82 Kč, u větrných elektráren 2,60 Kč, u vodních elektráren 2,80 Kč a u biomasy 2,50 Kč – 3,60 Kč dle použité plodiny a agrotechniky. Z těchto informací je zjevné, že cena energie z obnovitelných zdrojů energie se při započtení externích nákladů stává konkurenceschopnou s energií z klasických zdrojů. [4]

2 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce je podání informací o základních principech biochemické konverze biomasy, popis technologií bioplynových stanic a jejich teoretického uplatnění. V bakalářské práci vysvětlují základní pojmy z oblasti bioplynových technologií – alternativní zdroje energie, biomasa, anaerobní fermentace, bioplyn, popisují význam a způsob zpracování biomasy pro energetické účely v bioplynových stanicích. Další část bakalářské práce je zaměřena na investiční záměr, stavební realizaci a provozní parametry bioplynové stanice Lípa, v níž se blíže rozepisují o složení vstupního substrátu, produkci bioplynu a jeho energetické realizaci. V závěru práce uvádím konkrétní údaje o množství vstupního substrátu, výkonu bioplynové stanice, produkci bioplynu a energie v jednotlivých měsících roku 2009.

V průběhu tvorby bakalářské práce byla navázána spolupráce s Ing. Václavem Grubauerem z firmy Biogas s.r.o., Lípa, která uvedenou bioplynovou stanicí provozuje a z které byly mimo zdrojů, uvedených v závěru práce, čerpány materiály a informace pro tuto bakalářskou práci, jež jsou zahrnuty do jednotlivých kapitol. Z důvodu nedostatku informací, týkajících se finančního hospodaření, které si majitel bioplynové stanice z důvodu možnosti konkurenčního zneužití nepřeje uvádět, nebylo možné vypracovat ekonomickou rozvahu popisované bioplynové stanice a podrobně analyzovat efektivitu provozu, případně rentabilitu investice, což bylo jedním z dalších cílů bakalářské práce, proto jsou v závěru práce uvedeny pouze informace o vyrobené elektrické energii a z toho plynoucího zisku společnosti.

3 BIOMASA

Biomasa je biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětvích, zemědělské produkty, pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu – definice dle zákona č. 180/2005 Sb.

Biomasu k energetickým účelům lze také cíleně produkovat (energetické plodiny, energetické lesy).

Biomasa nás doslova obklopuje a v tuzemských podmínkách představuje obnovitelný zdroj energie, který by mohl v budoucnu nahradit ztenčující se zásoby uhlí a dalších dovážených fosilních paliv.

Biomasu lze použít jako vstupní palivo k výrobě tepla, k výrobě bioplynu a dřevoplynu a k výrobě kapalných paliv.

3.1 Historie využívání biomasy

Po energii slunečního záření byla biomasa po miliardy let jediným dostupným energetickým zdrojem na Zemi. Nepočítáme-li potraviny, využívá lidstvo biomasu jako zdroj energie od okamžiku, kdy se člověk naučil rozdělovat oheň.

Historie ostatních obnovitelných zdrojů energie je ve srovnání s biomasou relativně krátká, energii vody a větru využívá lidstvo několik tisíc let. Zcela zanedbatelná je pak historie ostatních zdrojů energie, které jsou označovány za konvenční – stovky let u uhlí a desítky let u jaderné energie.

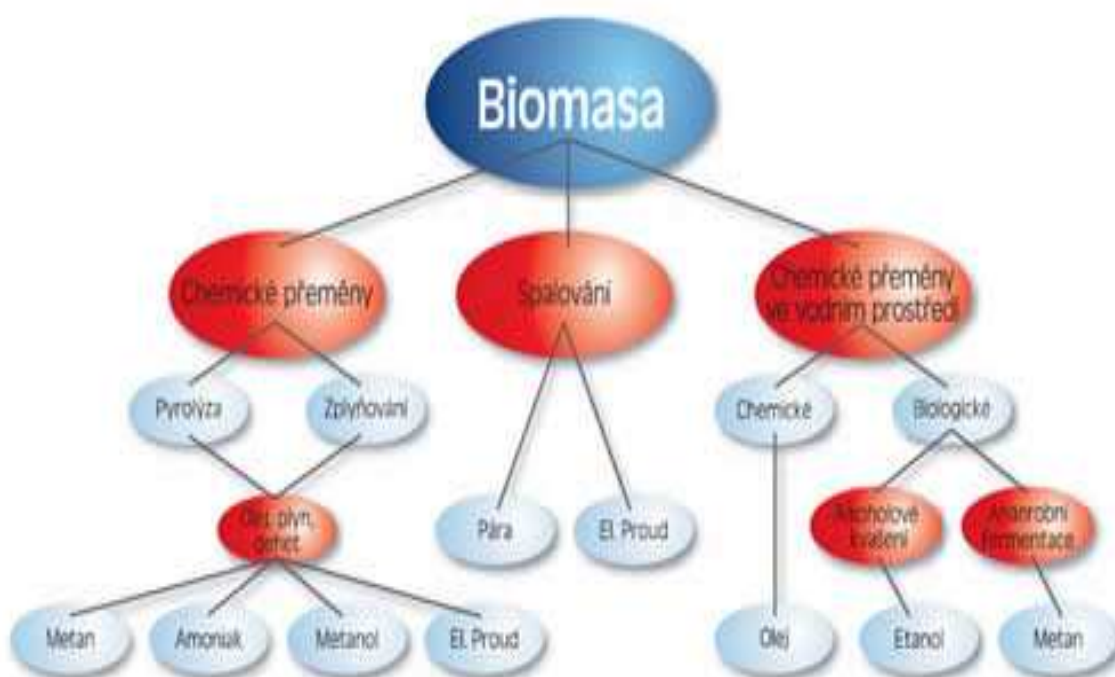
Ještě v 19. století byla biomasa dominantním zdrojem energie, teprve ve 20. století začaly převažovat fosilní zdroje energie. I v současné době je však podíl biomasy jako zdroje energie vyšší než podíl ostatních obnovitelných zdrojů energie. [5]

3.2 Rozvoj fytoenergetiky

Rozvojem fytoenergetiky se začaly systematicky zabývat některé státy Evropy již v 80. letech minulého století. Fytoenergetikou rozumíme technologii, umožňující využívat biomasu pro energetické účely. Hlavním impulsem byly stejně jako při využívání ostatních alternativních zdrojů ropné krize.

V rozvoji fytoenergetiky v rámci Evropy nejdále pokročily Švédsko, Finsko, Dánsko, Rakousko a Německo. V České republice, s výjimkou ojedinělých projektů v 80. letech minulého století, je rozvoj energetického využívání biomasy spojen s nastartováním programů podpor v druhé polovině 90. let minulého století.[5]

3.3. Dělení biomasy a možnosti jejího využití



Obr. 3 Možnosti a přehled technologií využití biomasy a [6]

Zemědělskou biomasu (dle vyhlášky č. 482/2005 Sb. - Skupina 1 a 2) tvoří:

- cíleně pěstovaná biomasa,
- biomasa obilovin, olejnin a pšadných rostlin,
- trvalé travní porosty,
- rychlerostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě,
- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny.

Lesní biomasa (dle vyhlášky č. 482/2005 Sb. - Skupina 3) tvoří:

- palivové dřevo,
- zbytky z hospodaření v lesích.

Zbytkovou biomasa (dle vyhlášky č. 482/2005 Sb. - Skupina 4 a 5) tvoří vedlejší produkty a zbytky z:

- papírenského průmyslu,
- potravinářského průmyslu,
- průmyslu zpracování dřeva,
- živočišného průmyslu,
- ostatního průmyslu,
- biologicky rozložitelný odpad,
- lihovarnické výpalky.

Hlavní možnosti využívání biomasy

- a) Přímé spalování - tepelná nebo elektrická energie.
- b) Kogenerace – výroba elektrické energie a tepla.
- c) Výroba bioplynu.
- d) Výroba kapalných biopaliv.
- e) Neenergetické, materiálové využití biomasy.

Biomasa lze rozlišovat podle obsahu vody:

- suchá - dřevo, dřevní odpady, sláma apod.
- mokrá - tekuté odpady – kejda apod.
- speciální - olejnin, škrobové a cukernaté plodiny a pod.

Suchou biomasa lze spalovat přímo, případně po mírném vysušení. Působením vysokých teplot je možno ze suché biomasy uvolnit hořlavé plynné složky – dřevoplyn,

který se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Mokrý biomasa se využívá zejména v bioplynových technologiích. Speciální biomasa slouží k získání energetických látek – zejména bionafty nebo lihu. [7]

Tab. 1. Typy konverze biomasy pro energetické účely [8]

<p>Termochemická konverze – Suché procesy</p>	<p>spalování – produkce tepla zplynování – produkce plynu pyrolýza – produkce plynu</p>
<p>Biochemická konverze – mokré procesy</p>	<p>anaerobní fermentace – produkce bioplynu aerobní fermentace – produkce tepla alkoholové kvašení - produkce etanolu, metanolu</p>
<p>Mechanicko chemická konverze</p>	<p>lisování – produkce kapalných paliv, oleje štipání, drcení, peletace, mletí – výroba pevných paliv</p>
<p>Fyzikálně chemická konverze</p>	<p>esterifikace surových bioolejů – výroba bionafty a přírodních maziv</p>

Suché procesy

Suché procesy patří k nejrozšířenějšímu způsobu energetického využití biomasy. Pro spalování se používají lignocelulózové plodiny, jako je dřevo, sláma, obiloviny apod.

Zplynováním olejnatých plodin (řepka, slunečnice, len) vzniká plyn, který je nositelem tepla.

Pyrolýzou organických látek na nízkomolekulární sloučeniny získáme z biomasy olej, případně topný plyn. Pro pyrolýzu se využívají odpady z lesního hospodářství, dřevozpracujícího průmyslu nebo materiál z komunálních odpadů.

Mokré procesy

Mezi mokré procesy řadíme alkoholové a metanové kvašení (anaerobní fermentace). Při alkoholovém kvašení způsobují konverzi biomasy kvasinky, v procesu anaerobní fermentace rozkládají organickou hmotu bakterie za tvorby plynu metanu. Aerobní kvašení probíhá za přístupu vzduchu. [8]

4 BIOPLYNOVÉ STANICE - ÚVOD

Sluneční záření lze neefektivněji přeměňovat na teplo, přeměna na elektřinu je dražší. Přímo ji lze získávat pomocí fotovoltaických panelů, nepřímo pomocí větrných a vodních elektráren nebo provozoven, spalujících biomasu či bioplyn v bioplynových stanicích. [6]

Bioplynové stanice jsou ekologická zařízení, která zpracovávají materiály nebo odpady organického původu v reaktorech prostřednictvím řízeného procesu anaerobní fermentace (proces, při kterém mikroorganismy rozkládají organický materiál bez přístupu vzduchu) v uzavřených reaktorech. Řízená anaerobní fermentace je z ekologického hlediska perspektivní způsob využití biomasy. Pro anaerobní fermentaci se používají další termíny – anaerobní digesce, metanová fermentace, metanové kvašení a podobně. [19]

4.1 Diverzifikace podnikání

Jednou z možností, jak řešit tíživou situaci v ekonomice podniků, je diverzifikovat tržby formou výstavby bioplynové stanice. I přes mírný pokles nákladů na pěstování biomasy se podařilo udržet stejnou výkupní cenu elektrické energie pro rok 2010 jako v roce 2009, Energetický regulační úřad cenovým rozhodnutím stanovuje pro elektřinu, vyráběnou spalováním bioplynu v bioplynových stanicích, tzv. garantovanou výkupní cenu a zelený bonus (pro kategorie bioplynových stanic AF1 a AF2). Výkupní cena pro

rok 2010 činí 3,55 – 4,12 Kč/kWh, režim tzv. zelených bonusů stanovuje 2,58 - 3,15 Kč/kWh.

Zelený bonus je příplatek k tržní ceně elektřiny, který může získat výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů elektřiny. Systém zelených bonusů je zakotven v zákoně č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů. V případě, že si výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů zvolí režim podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů ve formě zelených bonusů a prodá vlastní elektřinu za tržní cenu jakémukoliv konečnému zákazníkovi či obchodníkovi s elektřinou, má právo inkasovat od provozovatele regionální distribuční soustavy na základě předloženého výkazu zelené bonusy. Výše zeleného bonusu v Kč/MWh je pro každý druh obnovitelného zdroje každoročně upravována a zveřejněna v cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu, viz následující tabulka. [10], [11]

Tab. 2 Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy

**Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 2/2010
ze dne 8. listopadu 2010,
kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů
energie, kombinované výroby elektřiny a tepla
a druhotných energetických zdrojů**

(1.5.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2011	4580	3610
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2011	3530	2560
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2011	2630	1660
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3900	2930
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3200	2230
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	2530	1560
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 ve stávajících výrobnách	2830	1860
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 ve stávajících výrobnách	2130	1160
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 ve stávajících výrobnách	1460	490
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1370

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	700
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	10
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1640
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	970
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	280

(1.5.1.) Zařazení jednotlivých druhů biomasy do kategorií O1, O2 a O3 pro účely spalování čisté biomasy, kategorií S1, S2 a S3 pro účely společného spalování palivových směsí biomasy a fosilních paliv a kategorií P1, P2 a P3 pro účely paralelního spalování biomasy a fosilních paliv stanoví zvláštní právní předpis⁵⁾.

(1.5.2.) Stávající výrobnou elektřiny se pro účely bodu (1.5.) rozumí výrobnou elektřiny uvedená do provozu před vydáním tohoto cenového rozhodnutí, u které byla po vydání tohoto cenového rozhodnutí provedena změna využívání primárního energetického zdroje ze spalování neobnovitelného zdroje nebo spoluspalování biomasy a neobnovitelného zdroje na spalování čisté biomasy, a to bez investice do pořízení hlavních částí elektrárenského bloku, kterými se rozumí zejména kotel, parní rozvody, turbína a generátor.

(1.6.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro spalování bioplynu, skládkového plynu, kalového plynu a důlního plynu z uzavřených dolů:

Druh obnovitelného zdroje	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1	4120	3150
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF2	3550	2580
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV po 1. lednu 2006 včetně	2520	1550
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2005	2850	1880
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV před 1. lednem 2004	2960	1990
Spalování důlního plynu z uzavřených dolů	2520	1550

(1.6.1.) Zařazení bioplynových stanic do kategorií AF1 nebo AF2 stanoví zvláštní právní předpis⁵⁾.

5 BIOPLYNOVÉ STANICE PODLE VSTUPŮ

Bioplynové stanice jsou využitelné ke zpracování rostlinné a živočišné biomasy ze zemědělství a dále ke zpracování odpadů z potravinářské a podobné výroby (škrobáren, lihovarů, mlýnů, jatek, mrazíren, konzerváren, cukrovarů apod.) a části komunálních odpadů.

Podle toho, jakou biomasu bioplynová stanice zpracovává, rozlišujeme tři typy stanic: zemědělské, průmyslové (kofermentační) a komunální. Zemědělská bioplynová stanice zpracovává vstupy ze zemědělské prvovýroby (statková hnojiva a energetické plodiny). Kofermentační bioplynová stanice v zařízení zužitkovává různé materiály (často rizikové vstupy – kaly z čističek odpadních vod, krev z jatek atd.). Vhodná kombinace materiálů má pak vliv na kvalitu bioplynu. Komunální bioplynová stanice zpracovává komunální bioodpady, včetně odpadů z domácností.

Na našem území převažují bioplynové stanice zemědělské, ostatní typy jsou zatím zastoupeny sporadicky. Také v blízké budoucnosti se největší nárůst provozů v ČR očekává právě u bioplynových stanic zemědělského typu. Rozvoji komunálních stanic v ČR brání nedostatky ve zpracování komunálního odpadu. [12]

5.1 Průmyslové bioplynová stanice

Průmyslové bioplynové stanice zpracovávají ve fermentoru výlučně nebo alespoň zčásti rizikové vstupy. Mezi rizikové vstupy patří zejména jateční odpady, kaly z různých provozů (např. čističek odpadních vod) a podobně. Kladeny jsou tedy větší nároky na technologii a na splnění všech provozních podmínek. Zejména dodržování hygienických pravidel minimalizuje riziko vyplývající ze vstupů.

5.2 Komunální bioplynová stanice

Komunální bioplynové stanice zpracovávají komunální bioodpady. Komunální odpad zahrnuje odpad z údržby zeleně, vytříděné bioodpady z domácností a stravovacích provozů (restaurací a jídelen) apod. Komunální stanice mají technologicky náročnější průběh zpracování vstupů. Problematická je především příjmová část technologie. Odpad zapáchá, a tak je nutné, aby byla pachová zátěž okolí minimalizována. K tomu mohou přispět uzavíratelné haly s odtahem a čištěním vzduchu.

Ve snaze ušetřit investiční náklady často dochází k nedodržení technologických postupů a okolí bioplynové stanice je zatíženo nepřiměřeným zápachem z odpadů. Náklady na komunální bioplynovou stanici jsou oproti zemědělské bioplynové stanici přibližně dvojnásobné (100 000 Kč/kW zemědělská stanice, 200 000 Kč/kW komunální stanice. [12]

V ČR je doposud realizováno pouze několik projektů bioplynových stanic, zpracovávajících biologicky rozložitelný odpad, včetně bioodpadů z komunální sféry. Hlavním důvodem nízkého počtu těchto zařízení oproti zemědělským bioplynovým stanicím lze hledat především v nerozvinutém sektoru odpadového hospodářství v oblasti biologicky rozložitelných odpadů, nízkým cenám za zpracování/využití bioodpadů, vysokým investičním nákladům na výstavbu bioplynové stanice oproti zemědělským bioplynovým stanicím (jak je uvedeno v předchozím odstavci), nižší výkupní ceně za vyrobenou elektrickou energii, omezené dotační podpoře a, přísným podmínkám v oblasti registrace digestátů jako organických hnojiv. [13]

5.3 Zemědělská bioplynová stanice

Ve své bakalářské práci se obecně zaměřuji na zemědělské bioplynové stanice, závěr práce je věnován konkrétní zemědělské Bioplynové stanici Lípa.

Vstupy zemědělských bioplynových stanic tvoří statková hnojiva (kejda, hnůj) a energetické plodiny (např. kukuřice). Jejich výstavba nejčastěji probíhá přímo

v areálech zemědělských provozů, jde o koncepčně jednodušší zařízení, než je tomu u ostatních bioplynových stanic.

Pro výstavbu kvalitní zemědělské bioplynové stanice bylo na žádost Ministerstva zemědělství ČR zpracováno Českým sdružením pro biomasu (CZ Biom) Desatero přípravy bioplynových stanic, které obsahuje zásady pro zprovoznění kvalitního zařízení:

1. precizní příprava projektů,
2. dostatek kvalitních surovin,
3. výtěžnost bioplynu,
4. spolupráce s místní samosprávou,
5. spolehlivá a ověřená technologie,
6. optimalizace investičních nákladů,
7. volba kogenerační jednotky,
8. využití odpadního tepla,
9. nakládání s digestátem,
10. další možnosti využití. [14]

5.3.1 Princip biochemické konverze biomasy zemědělské bioplynové stanice

V bioplynové stanici se vstupní substrát po předchozí úpravě přečerpává do vzduchotěsného reaktoru - fermentoru, kde zůstává pevně stanovenou dobu. Přesným vážením vstupních materiálů a vhodnou volbou míchací technologie, která intenzivně rozmělnuje substrát, je zajištěn stabilní biologický proces s maximální využitelností substrátu. Tento proces probíhá samovolně. Bioplyn, vznikající ve fermentoru, je odváděn do zásobníku a upravován pro další využití – spalování, při kterém je výslednou energií vzniklé teplo, nebo v případě kogeneračního zařízení teplo i elektřina.

Stabilní fermentační proces, který je ovlivňován mnoha faktory, je základem efektivního provozu bioplynové stanice. Proces anaerobní fermentace vyžaduje zajištění vhodných životních podmínek pro mikroorganismy. Základním předpokladem je anaerobní prostředí (bez přístupu vzduchu) s dostatečnou vlhkostí (minimálně 50 %), hodnota pH (6,5 – 7,5) a stálá teplota 35 – 43 °C. Tato výše teploty se týká tzv. mezofilních mikroorganismů, pro které je optimální. Optimální teplota pro anaerobní fermentaci je vázána na různé kmeny bakterií. [15]

Anaerobní procesy dle reakčních teplot pro jednotlivé mikroorganismy uvádí následující tabulka.

Tab. 3 Optimální teplotní pásma pro různé kmeny bakterií [16]

BAKTERIE	TEPLOTA FERMENTOVANÉHO MATERIÁLU [°C]
Bakterie psychrofilní	15 - 20
Bakterie mezofilní	37 - 43
Bakterie termofilní	55

Provedeným studiem různých pramenů, týkajících se teploty fermentovaného materiálu, bylo zjištěno, že se údaje o optimální teplotě uvedených bakterií nepatrně liší.

Je důležité zamezit kolísání teploty ve fermentoru, protože tento jev ovlivňuje stabilitu procesu. Obecně lze říci, že se zvyšující se teplotou ve fermentoru stoupá výtěžnost bioplynu, protože chemické reakce probíhají rychleji.

Negativní vliv na průběh fermentace má přítomnost některých látek, které hubí fermentační bakterie nebo tlumí jejich činnost, jsou to např. organické kyseliny, antibiotika, chemoterapeutika a desinfekční prostředky.

Důležitý vliv na průběh stabilního fermentačního procesu má sestavení kvalitního substrátu, do něhož se musí promítnout propoččet množství jednotlivých komponentů s ohledem na možnosti konkrétního podniku s přihlédnutím k ekonomice provozu.

Kukuřičná siláž je kvalitní vstupní surovinou. Velký potenciál kukuřičných siláží ve vztahu k bioplynovým stanicím lze prokázat z výsledků laboratorních testů. Bylo vyhodnoceno, že z 1 t organické sušiny (oTS) této suroviny lze získat až 710 m³ bioplynu, což je vysoká hodnota např. ve srovnání s hovězí kejdou s výtěžností 250 – 450 m³ bioplynu. Musíme však brát v úvahu cenu pořízení 1 t vybrané suroviny. [15]

Tab. 4 Teoretické hodnoty výnosu bioplynu z vybraných surovin ukazuje následující tabulka (Rutzmoser K., Spann B., Bayrische L., 2001) [15]

Surovina	Výnos bioplynu (m ³ /t oTS)	Obsah metanu v bioplynu (%)
kukuřičná siláž	550 – 710	51
travní senáž	450 – 690	52
hovězí hnůj	210 – 400	53
hovězí kejda	250 – 450	57
vepřová kejda	250 – 550	55

Z biochemického pohledu je anaerobní fermentace organických látek vícestupňový složitý proces, který probíhá za působení mnoha druhů a kmenů mikroorganismů. Proces se dělí do čtyř fází:

I. fáze – HYDROLÝZA

- začíná v době, kdy prostředí obsahuje vzdušný kyslík. Předpokladem pro její nastartování je mimo jiné dostatečný obsah vlhkosti, a to nad 50 % hmotnostního podílu. Hydrolytické mikroorganismy ještě striktně nevyžadují bezkyslíkaté prostředí a svými enzymy rozkládají vysokomolekulární sloučeniny (polysacharidy, proteiny, lipidy atd.) na jednoduché organické látky (monosacharidy, aminokyseliny a mastné kyseliny). Hydrolyzovatelnost substrátů se liší. Cukry a škrob se přeměňují rychle, tuky pomaleji a lignin z dřevnatých částí rostlin se hydrolyticky nerozkládá. Rychlost hydrolyzy vstupních substrátů proto při výrobě bioplynu určuje dynamiku jeho produkce.

II. fáze – ACIDOGENEZE

- produkty hydrolýzy jsou dále rozkládány četnými kmeny fakultativních anaerobních mikroorganismů. Při této přeměně se spotřebovává zbývající kyslík, a tak se vytváří trvalé anaerobní prostředí. Vznikají vyšší organické kyseliny, aldehydy, alkoholy, oxid uhličitý a vodík.

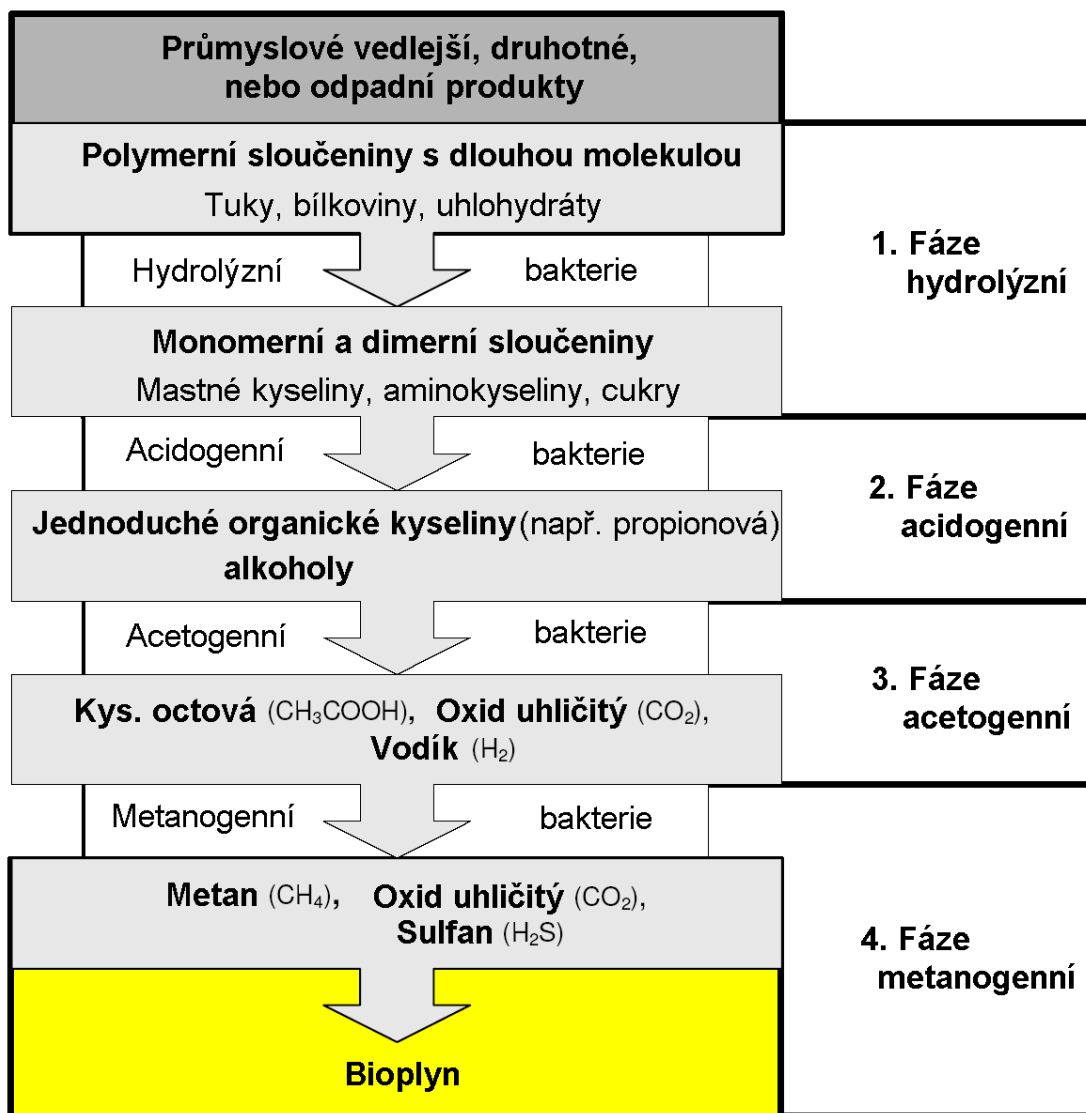
III. fáze – ACETOGENEZE

- je někdy označována jako mezifáze. Specializované acidogenní kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou (CH_3COOH), vodík (H_2) a oxid uhličitý (CO_2). Kyselina octová je pak nejdůležitější vstupní látkou pro následnou tvorbu metanu.

IV. fáze – METANOGENEZE

- metanogenní, acetotrofní bakterie rozkládají především kyselinu octovou (CH_3COOH) na metan (CH_4) a oxid uhličitý (CO_2), hydrogenotrofní bakterie produkují metan (CH_4) z vodíku (H_2) a oxidu uhličitého (CO_2). Určité kmeny metanogenních bakterií se chovají jako obojetné.

Pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů je velmi důležitá optimální rovnováha jednotlivých fází, probíhajících s odlišnou rychlostí. Závěrečná metanogenní fáze probíhá přibližně pětikrát pomaleji než předchozí tři fáze. Tomu je třeba přizpůsobit konstrukci bioplynových technologických systémů a dávkování vstupního substrátu. Jinak hrozí přetížení fermentoru se všemi nepříznivými důsledky – od poklesu výtěžnosti metanu až po zhroucení celého fermentačního procesu. [17]



Obr. 4 Zjednodušený popis biochemických reakcí při anaerobní digesti [18]

Důležitým parametrem, který ovlivňuje volbu technologie zpracování biomasy, je obsah sušiny v substrátu. Podle obsahu sušiny dělíme anaerobní fermentaci na:

Suchá fermentace

- zpracování sypké biomasy (sušina 20-50%),
- zpracování zemědělských komodit (slamnaté hnoje, kukuřičné, travní a obilní siláže),
- kontinuální proces,

- bez míchání biomasy v průběhu procesu,
- menší zastoupení,

Mokrý fermentace

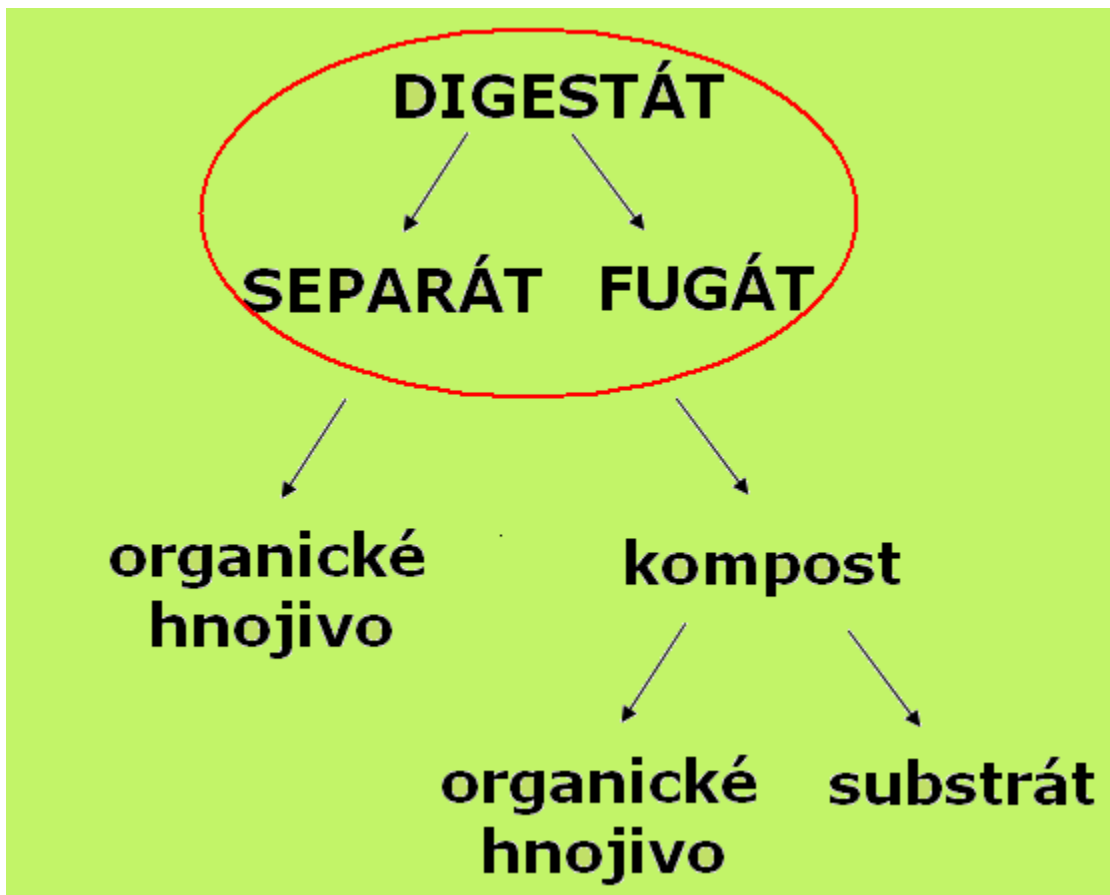
- zpracování tekuté biomasy (sušina 6-10%),
- provozy čistíren odpadních vod, zpracování odpadních kalů rostlinného nebo živočišného původu,
- v zemědělství se zpracovávají hmoty s vysokým obsahem kejdy – tekutá biomasa,
- diskontinuální proces,
- míchání biomasy v průběhu procesu,
- větší zastoupení
-

Kombinace suché a mokré fermentace – hospodárnější a efektivnější výroba bioplynu a nízké provozní náklady [19]

Výsledkem fermentačního procesu je bioplyn, který je nejčastěji využíván k efektivní výrobě elektřiny a tepla dále tzv. digestát (fermentační zbytek, tuhý zbytek po vyhnití). Oddělená tuhá část z digestátu se nazývá separát. Oddělená kapalná část se nazývá fugát.

5.3.2 Produkt biochemické konverze - digestát

Podle vyhlášky č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva je digestát organické hnojivo typové s minimálním obsahem 25% spalitelných látek v sušině a minimálním obsahem 0,6% N v sušině. Jedná se o hnojivo s rychle uvolnitelným dusíkem, které má poměr C:N do 10 (stejně jako kejda).



Obr. 5 Využití digestátu na zemědělské půdě [15]

Bioplynové stanice umožňují realizaci přirozeného koloběhu živin v půdě a produkcí digestátu náhradu umělých hnojiv.

Použití i dávkování digestátu jako hnojiva se do značné míry podobá použití a dávkování kejdy, samozřejmě vždy s přihlédnutím k obsahu živin, zejména dusíku a potřebám pěstovaných rostlin. [15]

3.2.2 Produkt biochemické konverze - bioplyn

Bioplyn je tvořen převážně z metanu (55-70%) a oxidu uhličitého (25-45%). Obsahuje i další složky jako N_2 , H_2S , NH_3 , H_2O , etan a nižší uhlovodíky v různých koncentracích. Chemické složení bioplynu závisí na fermentovaném substrátu. Bioplyn má výhřevnost v intervalu 18 – 26 MJ/m³, jeho výhřevnost je závislá na obsahu metanu.

Bioplyn z bioplynových stanic je používán:

- k výrobě tepla,
- k výrobě tepla a elektřiny (kogenerace),
- k výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace) - využíváno výjimečně,
- k pohonu dopravních prostředků (automobily, autobusy, zemědělská technika, vlaky).

[15]

Biologický dohled nad fermentačním procesem a péče o zařízení na výrobu bioplynu

Analýza bioplynu:

Minimálně jednou za měsíc se provádí laboratorní rozbor biomasy ve fermentoru, týkající se obsahu sušiny, chemického složení, pH aj. hodnot. Tyto veličiny udávají, v jakém stavu se obsah fermentoru nachází a jak aktivní jsou metanogenní bakterie, produkující bioplyn.

Parametry měření:

- CH_4 (metan)
- CO_2 (oxid uhličitý)
- O_2 (kyslík)
- H_2S (sirovodík)
- NH_3 (amoniak)
- C/N (poměr uhlíku a dusíku)
- FOS-TAC (poměr těkavých organických kyselin a celkového organického uhlíku)

Rušivé látky v bioplynu:

Sirovodík (H_2S)

- silně toxický pro člověka, napadá sliznici očí a horních cest dýchacích,
- silné korozivní účinky na částech, které se dostanou do styku s H_2S ,
- zvláště citlivě reagují kogenerační jednotky, v důsledku okyselení motorových olejů se snižují chladicí a mazací účinky (olej se musí vyměňovat častěji),
- poškození oxidačních katalyzátorů kogeneračních jednotek,
- vyšší náklady na údržbu.

Amoniak (NH_3)

- vysoké hodnoty NH_3 důsledku proteinových substrátů,
- permanentní odplyňování od hodnoty pH nad 8,2,
- způsobuje příliš vysoké spalovací teploty v kogenerační jednotce,
- omezení životnosti kogeneračních jednotek,
- vysoké náklady na údržbu.

Analýza FOS-TAC

Parametry vyhodnocování FOS (těkavé organické kyseliny), TAC (celkový anorganický uhlík) a FOS-TAC (vypočtený poměr obou hodnot) poskytují nejrychlejší možnost, jak poznat stav biologie u zařízení na výrobu bioplynu. Kromě „hodnoty kyselosti“ se zde také určuje pufrovací (vyrovnávací) hodnota. Stanovení FOS-TAC slouží pro posouzení stability procesu při anaerobní fermentaci.

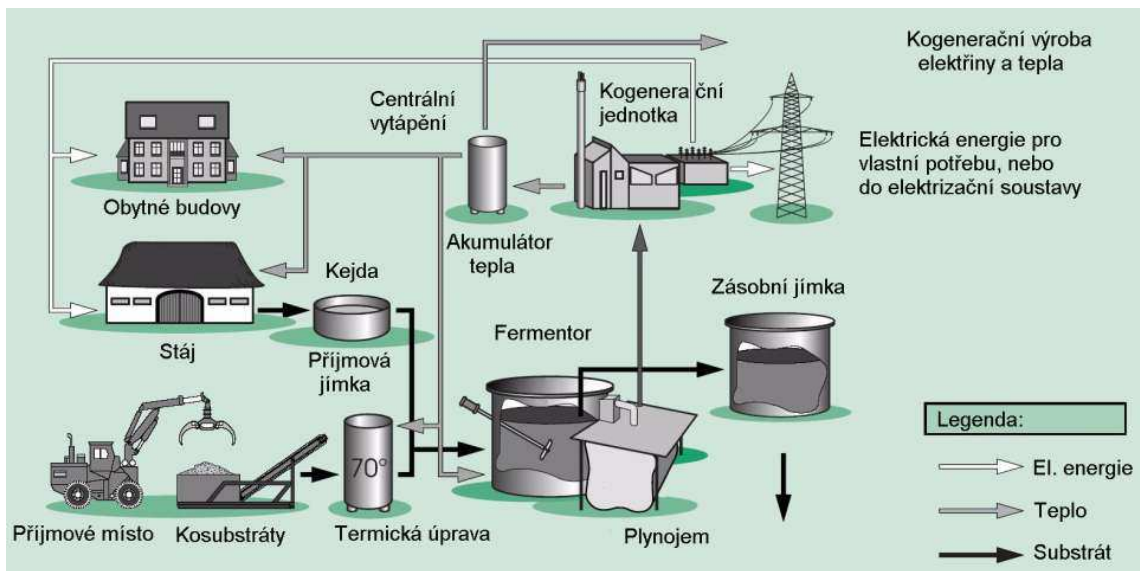
Kyseliny, vznikající ve fermentoru, mohou brzdit činnost metanogenních bakterií. Tento jev se zvyšuje s klesající hodnotou pH substrátu.

Vzhledem k tomu, že substrát ve fermentoru je vyrovnávacím systémem (přechodně stabilní hodnota pH), nestačí hodnota pH jako jediná veličina při posuzování

stability procesu. Hodnota FOS-TAC zohledňuje přítomnost vyrovnávacího systému a tím umožňuje včasnou změnu procesu ve fermentoru.

Výhody:

- Velmi rychlé výsledky (několik hodin) po analýze vzorku
- Vedle hodnoty pH představuje velice dobré biologické vyhodnocení
- Dobrá vypovídající schopnost o biologickém stavu daného zařízení
- Včas upozorňuje na změny ve fermentačním procesu [20]



Obr 6 Schéma materiálových a energetických toků zemědělské bioplynové stanice [18]

6 DOTACE A PODPORA VYUŽÍVÁNÍ ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ – VÝSTAVBY BIOPLYNOVÝCH STANIC

Důležitým aspektem pro rozvoj výstavby zemědělských bioplynových stanic je především možnost získání dotace ze státních a evropských finančních prostředků. Pro zemědělské podnikatele je hlavní příležitostí v letech 2007 – 2013 Program rozvoje venkova České republiky spolufinancovaný Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova (EAFRD). EAFRD je finanční nástroj na podporu rozvoje venkova, který nepatří mezi strukturální fondy Evropské unie a nespadá tak do politiky hospodářské a sociální soudržnosti, nýbrž spadá do společné zemědělské politiky Evropské unie. Prostředky z EAFRD slouží ke zvýšení konkurenceschopnosti zemědělství, potravinářství, lesnictví, k rozvoji venkovských oblastí a kvality života v nich a diverzifikace hospodářského venkova. V ČR jsou z něj hrazeny projekty, předložené Programu rozvoje venkova ČR, jehož řídicím orgánem je Ministerstvo zemědělství ČR. Žádosti o podporu projektů výstavby a modernizace bioplynových stanic jsou řešeny prostřednictvím Státního zemědělského intervenčního fondu.

Výstavba a modernizace bioplynových stanic je podporována v opatření III.1.1. Diverzifikace činností nezemědělské povahy, které je zaměřeno na výstavbu, modernizaci a nákup budov, strojů, technologie a zařízení, sloužících k diverzifikaci činností osob, podnikajících v zemědělství směrem k nezemědělským činnostem včetně výstavby decentralizovaných zařízení pro využití zdrojů paliv a energie (bioplynové stanice, kotelny na biomasu, zařízení na výrobu tvarovaných biopaliv) a v opatření III.1.2. Podpora zakládání podniků a jejich rozvoje. Celkem je na bioplynové stanice určena částka cca 480 mil. Kč ročně. [21]

Tisková zpráva Ministerstva zemědělství ze dne 11.2.2011:

V letech 2007 až 2010 zaregistrovalo Ministerstvo zemědělství ČR celkem 171 žádostí o investiční podporu výstavby nových nebo rekonstrukci stávajících bioplynových stanic v rámci diverzifikace zemědělských činností z Programu rozvoje venkova. Pro tento účel jsou připraveny celkem zhruba 3,5 miliardy korun, jednu čtvrtinu činí podpora ze státního rozpočtu a zbylé tři čtvrtiny jsou z rozpočtu Evropské unie.

Žadatelem o podporu výstavby bioplynové stanice může být výhradně zemědělský podnikatel s převažující činností v oblasti zemědělské výroby. Jedná se buď o mikropodniky, to znamená o subjekty s méně než deseti zaměstnanci a ročním obratem nebo roční účetní rozvahou nižší než 2 miliony euro, nebo o větší podniky, které však musí splňovat podmínku alespoň dvouleté historie podnikání v zemědělské výrobě. Maximální výše dotace je do třiceti procent způsobilých výdajů, jejichž limit je stanoven na 75 milionů korun. [22]

Vzhledem k problému klimatických změn se EU v roce 2009 usnesla, že zredukuje produkci emisí CO₂. Členské státy EU se v tomto ohledu shodly na tzv. cílech 2010, jejichž prostřednictvím má do roku 2020 dojít k vytvoření účinnějšího evropského systému hospodaření s energetickými zdroji.

Na základě tohoto usnesení byla v Evropské unii schválena Směrnice Evropského parlamentu a rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Tato směrnice řeší oblast obnovitelných zdrojů energie do roku 2020, v níž se Česká republika zavázala, že bude v roce 2020 13% veškeré vyrobené energie produkovat z obnovitelných zdrojů. Na základě tohoto závazku měla Česká republika povinnost v červenci 2009 předložit ke kontrole vládou schválený Národní akční plán obnovitelných zdrojů energie. Národní akční plán byl upraven ve prospěch bioplynových stanic. Původní návrh Ministerstva průmyslu a obchodu byl 220 MW instalovaného výkonu v roce 2020, to je cca 315 bioplynových stanic o výkonu 700 kW. Konečný výsledek sestaveného Národního akčního plánu představuje 520 MW instalovaného výkonu v roce 2020, to je 742 bioplynových stanic o výkonu 700 kW, což je pro zemědělce příznivé. Prostor pro pěstování biomasy a na její spalování je v České republice dostatečný. [23], [24], [15]

Národní akční plán předkládá soubor nejnnutnějších opatření ke zlepšení podmínek pro využívání biomasy. Přijaté úkoly a jednotlivé aktivity sledují zejména potřebu upravit administrativní překážky a nastavit podmínky pro žádoucí rozvoj využívání biomasy v horizontu nejbližších let. Přehled základních aktivit, schválených vládou v Národním akčním plánu, zahrnuje souhrn čtrnácti okruhů od oblasti legislativy, výzkumu, územního plánování, financování a cenové politiky až po

vzdělávání a poradenství. Součástí Akčního plánu je také úplný přehled podpor a dotačních titulů z dané oblasti včetně daňových úlev. [24]

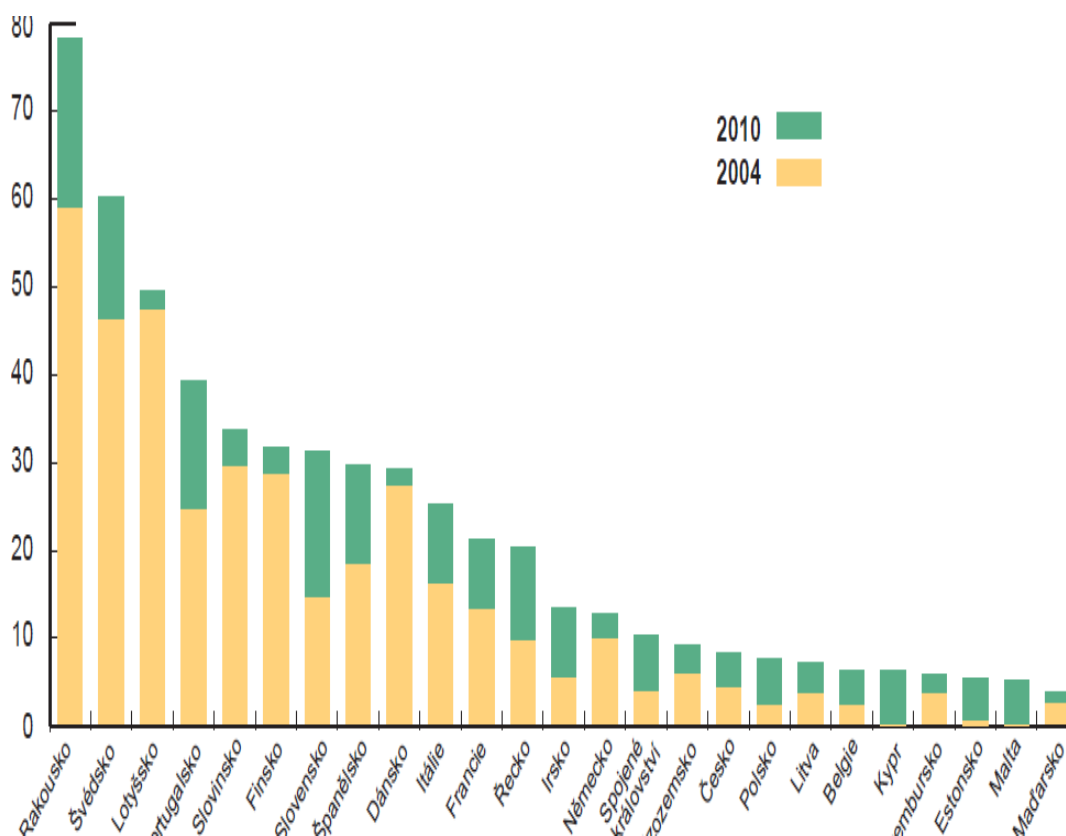
7 BIOPLYNOVÉ STANICE U NÁS A V EVROPĚ

Statistika výroby bioplynu v EU dokládá rostoucí význam tohoto oboru např. z hlediska výroby obnovitelné energie. V roce 2006 bylo v rámci zemí EU z bioplynu, kalového plynu a skládkového plynu vyrobeno celkem 17,3 TWh elektrické energie (tedy 17,3 miliard kWh). Porovnání s rokem 2005 přitom ukazuje silný meziroční nárůst výroby elektřiny o takřka 29 % (celkem 13,4 TWh v roce 2005). Pro představu, toto množství energie převyšuje o 44 % výrobu elektrické energie v největší elektrárně ČR, jaderné elektrárně Temelín (12,02 TWh v roce 2006). [25]

Bioplynové stanice mají tradici v evropských zemích. Nejvíce zkušeností s technologií výroby bioplynu má Německo. Více než 3500 bioplynových stanic je především komunálního typu a jejich provoz navazuje na dobrý systém zacházení s komunálním odpadem. Ekologicky zaměřené severoevropské země Švédsko a Dánsko také využívají bioplyn ve velké míře. V Dánsku funguje systém tzv. centralizovaných bioplynových stanic. Ke každé stanici je odpad svážen z okolních oblastí a stanice jsou umístěovány tak, aby se jejich svozové zóny nepřekrývaly. Ve Švédsku se bioplyn kromě vytápění a výroby elektrické energie využívá také k pohonu vozidel, byl zde zprovozněn první vlak na světě poháněný bioplynem. . [12]

Přestože proces získávání bioplynu je považován za organizačně a investičně náročný, vzniklo v Číně, Indii a dalších rozvojových zemích několik milionů jednoduchých rodinných bioplynových stanic, využívajících bioplyn z bioodpadu a fekálií na výrobu elektrické energie a topení pro potřeby majitelů domů. [26]

Podíl výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů států Evropské unie ukazuje následující tabulka:



Obr. 7 Podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na hrubé spotřebě elektřiny států Evropské unie [23]

Nejstarší bioplynová stanice v České republice byla vybudována v roce 1974 a nachází se v Třeboni. Zpracovává kejdu z velkovýkrmny prasat s čistírenskými kaly. České sdružení pro biomasu odhaduje, že do roku 2015 se počet bioplynových stanic výrazně zvýší (potenciál 400 stanic).

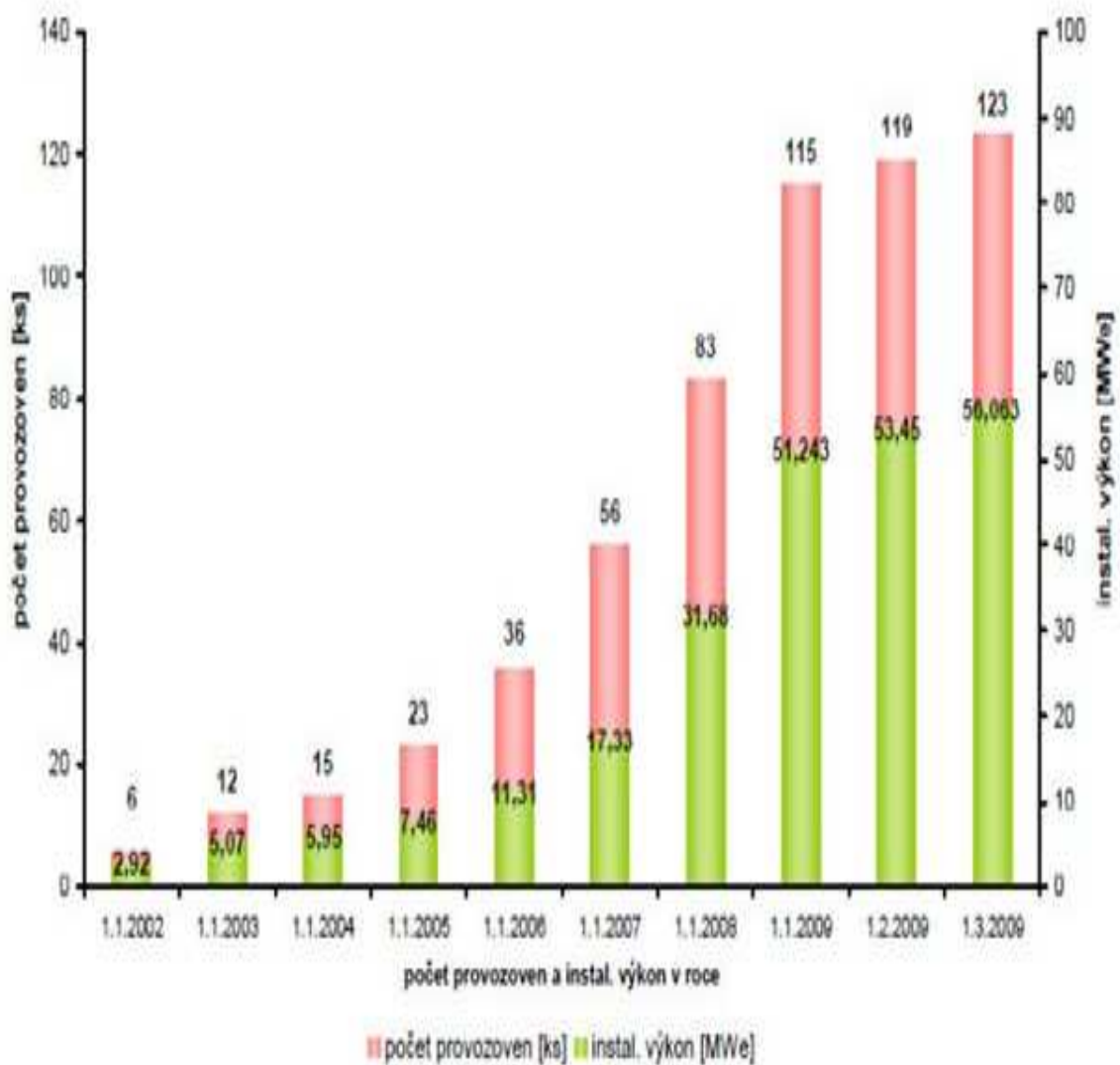
K podstatnějšímu rozvoji těchto zařízení dochází v České republice od roku 2005, kdy se díky vstupu našeho státu do Evropské unie otevřela možnost jejich spolufinancování z finančních zdrojů Evropské unie. Na výstavbu bioplynových stanic

Ize čerpat dotace z nejrůznějších programů na ministerstvu zemědělství, životního prostředí a průmyslu. Významným faktorem, který také pozitivně ovlivnil tento boom, bylo zlepšení podmínek výkupu elektrické energie z obnovitelných zdrojů. [12]

Tab. 5 Aktuální stav bioplynových elektráren v ČR (k 20.3.2011) [9]

Aktuální počet bioplynových stanic v ČR:	249
Aktuální instalovaný výkon:	134.93 MW
Výroba elektřiny v aktuálním roce:	590,8 GWh
Aktuální podíl bioplynu na OZE:	9,2%

Průběh výstavby bioplynových stanic v České republice v jednotlivých letech ukazuje následující graf.



Obr. 8 Počet bioplynových stanic v ČR a instalovaný el. výkon v roce 2009 [11]

8 BIOPLYNOVÁ STANICE LÍPA U HAVLÍČKOVA BRODU



Obr. 9 Bioplynová stanice Lípa [15]

Provozovatel: Biogas s.r.o., Lípa

Hlavní investor: Biogas s.r.o., Lípa

Hlavní architekt: EnviTec Biogas Central Europe s.r.o., Velké Meziříčí

Hlavní projektant: EnviTec Biogas Central Europe s.r.o., Velké Meziříčí



Obr. 10 Bioplynová stanice Lípa [15]

V říjnu 2008 byla v Lípě u Havlíčkova Brodu uvedena do provozu první zemědělská bioplynová stanice v České republice s technologií společnosti EnviTec Biogas.

Provozovatelem bioplynové stanice je firma Biogas, s. r. o. Lípa 5, dceřinná společnost Zemědělská a.s. Lípa, v jejímž areálu je stanice umístěna.

8.1 Výběr dodavatele

Při výběru dodavatele technologie bioplynové stanice Lípa, společnosti EnviTec Biogas, vsadil investor na preference, zkušenosti ve výstavbě zařízení a projektové činnosti uvedené společnosti, zásadní roli sehrál průzkum trhu, při němž byla hodnocena kritéria vybraných dodavatelů.

Společnost EnviTec Biogas byla založena v roce 2002, v roce 2006 byla ve Velkém Meziříčí založena její dceřinná společnost EnviTec Biogas Central Europe s. r. o., která se stala generálním dodavatelem stavby bioplynové stanice.

8.1.1 Možnosti financování

Společnost EnviTec Biogas poskytuje svým klientům finanční vklad (tzv. ekvitu), potřebný pro získání úvěru od banky ve výši až 20% celkových investičních nákladů za standardních úvěrových podmínek.

Další možností financování je založení společného podniku se zemědělským subjektem, a to při rozdělení obchodních podílů v poměru 50:50. Tak nově založená obchodní společnost (s. r. o.), kde je 50% vlastníkem obchodního podílu zemědělský subjekt a 50% vlastníkem EnviTec Biogas, čerpá od banky úvěr ve výši 75% z celkové výše investičních nákladů na výstavbu bioplynové stanice. Zbývajících 25% je „cash“ vklad obou partnerů (ekvita), z toho 12,5% vkládá zemědělský subjekt a 12,5 % EnviTec Biogas.

Zemědělský subjekt zajistí dodávku vstupních surovin smluvně na deset let za indexovanou cenu, která je vztažena i k aktuální výkupní ceně elektrické energie. Dále zajistí běžnou obsluhu bioplynové stanice a odběr digestátu. Na konci roku pak získá polovinu zdaněného zisku z prodeje elektrické energie a tepla. EnviTec Biogas zajistí pravidelný profesionální technologický a biologický servis bioplynové stanice a její pojištění přes dceřinnou pojišťovnu EnviTec, Assekuranz Makler. Na konci roku získá 50 % zdaněného zisku z prodeje elektrické energie a tepla.

Provozovatel Bioplynové stanice Lípa, Biogas, s. r. o. Lípa zvolil pro něj ekonomicky výhodnější možnost financování, uvedenou v prvním odstavci, bankovní úvěr ve výši 90 % rozpočtové částky na výstavbu bioplynové stanice poskytla GE Money Bank.

8.2 Vstupní suroviny

V podnikatelském záměru bioplynové stanice Lípa bylo rozhodnuto, že základním komponentem vstupního substrátu bude kukuřice, cíleně pěstovaná na pozemcích Zemědělské akciové společnosti, doplněná hovězí kejdou z vlastního chovu skotu. Denně je zde zpracováno 20 t hovězí kejdy od 270 dojnic a 25 t kukuřičné siláže. Již před zahájením výstavby bioplynové stanice byly zvoleny vhodné hybridy kukuřice pro energetické účely. Jedná se o hybridy s větším podílem listů a stonků a nižším podílem zrna oproti klasickým hybridům, kde na zrno připadá cca 50%. U energetických hybridů kukuřice tvoří zrno cca 40%. Jde o dosažení maximálního podílu celulózy v rostlině (listech a stoncích), která je pro fermentační proces důležitější složkou než kukuřičný škrob ve zrna. V bioplynové stanici Lípa se používají a průběžně vyhodnocují hybridy SYMBO, MERIDIEN, ATLETICO.

Kukuřice má vysoký energetický potenciál - cca 324.000 MJ/ha např. v porovnání s obilovinami, které jsou dle literárních zdrojů schopny produkce cca 216.000 MJ/ha. Energetický přínos kukuřičné siláže je tedy jednoznačný a pro pěstování kukuřice, určené pro produkci bioplynu, nejsou v zemědělských podnicích výrazné technologické překážky, které by znemožňovaly navýšení ploch na její

pěstování. Problémové je pěstování kukuřice na svažitéch pozemcích, kde je pěstování rostlin ohroženo erozí. Kukuřice ovšem disponuje vysokým energetickým potenciálem na úkor živin, které čerpá z půdy. Pro zpracování v bioplynových stanicích jsou vhodné hybridy kukuřice s vysokým energetickým potenciálem, (jak výše uvedeno), s příznivým poměrem C:N a s obsahem sušiny v rozmezí 30 - 33 %.

Hovězí kejda v Bioplynové stanici Lípa je čerpána z jímky o kapacitě 50 m³, jež je součástí kejdového hospodářství dvou kravínů, do denního zásobníku na kejdu, což je rekonstruovaná původní jímka na močůvku. Z denního zásobníku je kejda v hodinových intervalech čerpána do směšovacího zařízení, které se nachází uvnitř technické budovy bioplynové stanice.

Součástí technické budovy bioplynové stanice je i betonový zásobník na kukuřičnou siláž o kapacitě 120 m³ s hydraulickým posuvným dnem a krytem. Krytý zásobník slouží k přechodnému uskladnění siláže – jeho kapacita je konstruována na dva dny provozu stanice. Ze zásobníku je kukuřičná siláž v hodinových intervalech dávkována do směšovacího zařízení. Současně s výstavbou bioplynové stanice proběhla i výstavba silážního žlabu o kapacitě 8.500 m³.

8.3 Směšovací zařízení a fermentační nádrž

Bioplynová stanice Lípa se od jiných stanic odlišuje zejména způsobem úpravy, dávkováním a směšovací technologií vstupních surovin. Uvedená technologie společnosti EnviTec Biogas získala na celosvětové výstavě AgriTechnica v Hannoveru hlavní cenu Technologie Roku 2010 (feedcontrol).

Nerezová míchací nádrž směšovacího zařízení je potrubím propojena s denním zásobníkem na kejdu a šnekovými dopravníky se zásobníkem na kukuřičnou siláž. Dávkování vstupních materiálů do nádrže (stejně jako celý provoz bioplynové stanice) jsou řízeny prostřednictvím počítačových technologií. Jako první se přivádí kejda, která je odstředivou silou zbavena hrubých nečistot. Pak se do směšovacího zařízení přivádí stanovené množství recirkulátu z fermentační nádrže, čímž se hmota zahřeje na

provozní teplotu 38 °C. Díky recirkulaci již není třeba používat pro homogenizaci vstupních materiálů vodu. Jako poslední se přivádí kukuřičná siláž.

Po dávkování vstupních materiálů do směšovacího zařízení dojde k jejich smíchání za pomoci míchadla, které je instalováno uvnitř nerezové nádrže. Po smíchání je směs pomocí technologie RotaCut rozmělněna na strukturu kaše a čerpána do fermentoru.

Směšovací zařízení s technologií RotaCut umožňují, aby bioplynová stanice mohla pracovat na maximální nastavený výkon v jakémkoli ročním období. Veškeré nečistoty ve vstupních materiálech jsou odseparovány a nedochází tak k zanášení fermentorů nežádoucími látkami, jak je to běžné u technologií, kde se vstupní materiály dávkuje přímo do fermentační nádrže. Dávkování vstupních materiálů lze přesně nastavovat, takže se ve fermentoru nevytváří „hluchá“ místa.

Vzhledem k tomu, že je vstupní substrát rozmělněn na strukturu kaše, není ve fermentoru nutné časté míchání. V bioplynové stanici Lípa se míchá jednou za třicet minut po dobu tří minut. Průměrná vlastní spotřeba elektrické energie pro provoz bioplynové stanice nepřekračuje 5%. Doba zdržení suroviny ve fermentační nádrži je 68 dní. Vzniklý digestát je pak odváděn do skladovacích nádrží, jejichž kapacita je cca na 180 dní provozu stanice. Digestát je následně využíván jako hnojivo na pozemcích Zemědělské akciové společnosti Lípa.

8.4. Zahájení provozu

Uvedení bioplynové stanice do provozu lze rozdělit na uvedení technické a biologické. Oba aspekty spolu úzce souvisí. Biologický proces je ovlivňován nejen vstupním substrátem a jeho vlastnostmi, ale také technologickými parametry, jako je např. teplota, topný systém nebo vlastnosti fermentoru. Biologické uvedení bioplynové stanice do provozu se označuje jako fáze rozjezdu, tzv. zkušební provoz, jehož délka je individuální a obvykle trvá 3 – 6 měsíců. Rozjezd bioplynové stanice je z pohledu biologického, hospodářského i bezpečnostně technického kritická fáze. Pozornost je nutné věnovat zvláště vstupnímu substrátu ve fermentoru. Zkušební provoz Bioplynové

stanice Lípa byl zahájen dne 21.09.2008. Jako startovací médium byla použita kejda skotu s naplněním fermentační nádrže 60%. Nezbytným krokem v celém postupu rozjezdu bioplynové stanice je vytopení fermentoru na optimální provozní teplotu (35 - 43 °C.). Vytápění musí být pozvolné a teplotu je vhodné zvyšovat max. o 1 °C denně, aby se fermentační bakterie stihly přizpůsobit změně teploty. Samozřejmostí jsou laboratorní analýzy, jimiž se kontroluje průběh fermentace.

Bioplynová stanice Lípa byla oficiálně otevřena dne 15.01.2009 a zkušební provoz byl ukončen. Provoz bioplynové stanice byl nastaven na předpokládaný 90 % výkon.

8.5 Provoz bioplynové stanice

Uvedená stavba slouží k energetickému využití biologicky rozložitelných materiálů – statkových hnojiv (kejda skotu), rostlinné biomasy (kukuřičná siláž) – jak výše uvedeno, jedná se o nerizikové vstupy, nevyžadující speciální technologii hygienizace. Během procesu anaerobní fermentace dochází k uvolňování bioplynu, který je jímán v membránovém plynojemu, z něhož je odčerpáván do kogenerační jednotky GE Jenbacher, která má instalovaný elektrický výkon 526 kW a tepelný výkon 558 kW.

Spalováním v kogenerační jednotce dochází ke vzniku tepla a elektrické energie, která je následně dodávána za státem garantované výkupní ceny do rozvodné sítě ČEZ. Elektrická energie je do rozvodné sítě dodávána prostřednictvím trafostanice, která se nachází na jižní straně technické budovy bioplynové stanice.

Teplo je částečně (asi čtvrtina jeho produkce) využíváno v rámci provozu areálu (vytápění fermentorů, ohřev vody v rámci areálu bioplynové stanice a sousedního zemědělského areálu). Zbývající teplo je teplovodem o délce cca 900 m dodáváno do několika budov školy v Lípě (mateřské školy, základní školy, jídelny a tělocvičny) v množství cca 800 GJ za rok. ,čímž je nahrazen stávající systém vytápění zemním plynem. Přebytky tepla jsou mařeny na tepelném výměníku.

Fermentační zbytek – digestát je využíván jako hnojivo pro aplikaci na blízké zemědělské pozemky, které jsou využívány Zemědělskou akciovou společností Lípa.

Provoz bioplynové stanice je koncipován jako automatický. Obsluha zajišťuje pouze kontrolní činnost a navážení materiálu z mezideponie do příjmového zásobníku. Kontrolní činnost je zajišťována nepřetržitě po dobu 24 hodin jedním pracovníkem – vedoucím se střídáním v osmi hodinových směnách. Navážení materiálu provádí řidič – manipulant 1x za 48 hodin po dobu cca 2 hodiny.

8.6 Architektonické a stavebně technické řešení

Pro výstavbu Bioplynovou stanicí Lípa byly vyčleněny pozemky, situované v severní části obce Lípa. Jedná se o pozemky p.č. 1270/3, 1270/05, 1270/06, 1270/12, 1268/5 dle KN, které na sebe navazují a vytvářejí ucelený blok. Při výběru stavební parcely sehrála rozhodující roli blízkost jímek na kejdu skotu a blízkost školského areálu, protože se počítalo s částečným využitím vyrobeného tepla na jeho vytápění. Kromě výstavby vlastní bioplynové stanice byla plánována výstavba silážního žlabu a vybudování teplovodu do místní školy.

Zvolený stavební pozemek bioplynové stanice, na kterém se v říjnu 2007 začaly provádět zemní práce a v březnu 2008 byly započaty stavební práce, na jižní straně hraničí se stávajícím zemědělským areálem živočišné výroby, provozovaným Zemědělskou a. s. Lípa. Na své východní, západní a severní straně je ohraničen zemědělskou půdou, která je obhospodařována uvedenou společností. Vyčleněné pozemky pro bioplynovou stanicí jsou oploceny a jsou přístupné pouze po vnitřní komunikaci areálu Zemědělské a.s. Lípa. Bioplynová stanice je situována mimo obytnou zástavbu obce, nejbližší obytné objekty se nacházejí ve vzdálenosti cca 500 m jihovýchodně od stavby.

Doprava do areálu je zajišťována po stávající vnitřní komunikaci Zemědělské a. s. Lípa, vedoucí středem areálu. Z této komunikace je zřízen nový vjezd do areálu bioplynové stanice.

Stavba bioplynové stanice zahrnuje zejména výstavbu zděné haly (příjmový objekt) o půdorysných rozměrech 18,5 x 11,5 m a výšce 5,66 m, 1 fermentor (kapacita 2670 m³, průměr 26,6 m s celkovou výškou včetně zastřešení 8,37 m (jeho maximální plnicí výška je 80 cm od horní hrany nádrže) a koncovou foliovou zásobní jímku na fermentační zbytek o kapacitě 2700 m³, délce 43 m a šířce 20 m, která je částečně zapuštěna pod terén – 2,5 m). Dále jsou v rámci výstavby bioplynové stanice vybudovány nové zpevněné komunikace a manipulační plochy, výměra těchto ploch činí cca 1400m².

Měsíc		Produkce bioplynu (m ³)	Energie (kWh)	Kejda (kg)	Recirkulát (kg)	Kukuřice (kg)	Voda (kg)	Výkon (%)
Leden	<i>Průměr</i>	5990	11.399	20.446	54.272	24.524	2.609	90
	<i>Suma</i>	185.700	350.690	633.841	1.682.440	760.254	80.878	
Únor	<i>Průměr</i>	6.042	11.190	20.157	54.152	24.819	2.918	89
	<i>Suma</i>	169.188	313.310	564.392	1.516.245	694.934	81.696	
Březen	<i>Průměr</i>	6.170	11.309	20.014	54.200	25.039	3.110	90
	<i>Suma</i>	191.275	350.580	620.425	1.680.215	776.220	94.402	
Duben	<i>Průměr</i>	6.482	11.319	19.797	53.581	24.711	3.058	90
	<i>Suma</i>	194.456	339.560	593.900	1.607.440	741.338	91.739	
Květen	<i>Průměr</i>	6.703	11.489	20.262	54.716	25.298	3.124	91
	<i>Suma</i>	207.788	356.150	628.107	1.696.193	784.225	96.836	
Červen	<i>Průměr</i>	6.381	10.677	19.925	53.911	24.999	3.093	85
	<i>Suma</i>	191.430	320.310	597.737	1.617.325	749.984	92.803	
Červenec	<i>Průměr</i>	6.842	11.388	19.917	54.255	25.739	3.122	90
	<i>Suma</i>	212.095	353.040	617.433	1.681.901	797.908	96.775	
Srpen	<i>Průměr</i>	6.856	11.369	19.880	51.087	25.781	3.124	90
	<i>Suma</i>	212.540	352.450	616.265	1.583.701	799.222	96.838	
Září	<i>Průměr</i>	7.214	12.212	18.735	51.184	24.251	2.934	97
	<i>Suma</i>	216.416	366.350	562.040	1.535.527	727.541	88.008	
Říjen	<i>Průměr</i>	7.019	11.862	19.279	52.163	24.886	3.371	91
	<i>Suma</i>	210.581	355.860	578.372	1.564.881	746.586	101.126	
Listopad	<i>Průměr</i>	7.067	12.146	18.769	48.216	24.285	5.966	96
	<i>Suma</i>	212.013	364.370	563.075	1.446.473	728.562	178.969	
Prosinec	<i>Průměr</i>	4.204	10.927	16.291	50.274	23.196	5.378	87
	<i>Suma</i>	130.328	338.750	505.015	1.558.508	719.076	166.720	

PRODUKCE BIOPLYNU	
<i>Ročně</i>	2.333.810 m ³
<i>Měsíčně</i>	19.484 m ³
<i>Denně</i>	6.394 m ³
<i>Za 1 hod.</i>	266 m ³

PRODUKCE ENERGIE	
<i>Ročně</i>	4.161.420 kWh
<i>Měsíčně</i>	346.785 kWh
<i>Denně</i>	11.401 kWh
<i>Za 1 hod.</i>	475 kWh

SPOTŘEBA KEJDY	
<i>Ročně</i>	7.080,602 t
<i>Měsíčně</i>	590,1 t
<i>Denně</i>	19,399 t

SPOTŘEBA KUKUŘIČNÉ SILÁŽE	
<i>Ročně</i>	9.025,85 t
<i>Měsíčně</i>	752,15 t
<i>denně</i>	24,728 t

Tab. 5 Souhrnná vstupní a výstupní data Bioplynové stanice Lípa

Na výrobu 1 kWh elektrické energie je v Bioplynové stanici Lípa zapotřebí 0,561 m³ bioplynu. V bioplynové stanici Lípa je za měsíc průměrně vyrobeno 346.785 kWh elektrické energie. Při výkupní ceně 4,12 Kč/kWh je měsíční zisk bioplynové stanice 1.428.754,20 Kč, roční tržba činí 17.145.054,40 Kč.

9 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se dle dostupných možností pokusila naplnit cíle práce, které vycházejí ze zadání bakalářské práce a které jsou uvedeny v jejím úvodu.

Dle mého názoru je využívání alternativních zdrojů energie krok správným směrem ve srovnání s využíváním fosilních paliv.

Bioplynové stanice a výroba bioplynu obecně, na které se ve své bakalářské práci zaměřuji, mají řadu pozitivních přínosů. Hlavní přínosy využívání alternativních zdrojů bych shrnula následovně:

- bioplynové technologie představují energetické zdroje s pozitivními vlivy na ochranu životního prostředí,

- na rozdíl od fosilních paliv má bioplyn zcela neomezené perspektivy budoucího využití,

- jeho uplatnění může významně pomoci při plnění závazku České republiky vůči EU v oblasti obnovitelných zdrojů,

- rozvíjející se výstavba bioplynových stanic může přispět ke snížení závislosti České republiky na fosilních palivech a na jejich dovozu z nestabilních zemí,

- pro venkov jsou bioplynové stanice jednou z možností, jak zajistit jeho rozvoj a podporu zaměstnanosti. Zemědělcům nabízejí alternativu pro smysluplné využití zemědělské půdy a novou podnikatelskou příležitost

- provoz bioplynové stanice je z ekonomického pohledu velmi ziskový. Díky státní garanci výkupu elektrické energie a dalším podporám je návratnost investice velmi dobrá a téměř bez rizik.

Obnovitelné zdroje je třeba podporovat i za cenu jejich nižší efektivity a vyšších výrobních nákladů.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] Sbírka zákonů, Ministerstvo vnitra České republiky, 2010, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na <http://www.mvcr.cz/clanek/sbirka-zakonu-stejnopisy-sbirky-zakonu.aspx>

[2] JAN KOLONIČNÝ: Emise při spalování biomasy, 2010, [cit. 2011 - 02 - 27], dostupné na <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-pri-spalovani-biomasy-2>

[3] JAN MORAVEC: Obnovitelné zdroje – citlivé téma, 2006, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na http://biom.cz/cz/odborne-clanky/obnovitelne-zdroje-citlive-tema?add_disc=1

[4] Prof. Ing. Bohumil Havrand CSc., ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, Využívání alternativních zdrojů energie, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na http://vipor.czu.cz/download_file.php?path=_data_app_downloads/cz/

[5] Ing. Z. STRAŠIL, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Historie a perspektivy obnovitelných zdrojů energie – biomasa, 2009, [cit. 2011 - 02 - 27], dostupné na <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5902>

[6] Ekowatt, centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2008 [cit. 2011 - 02 - 22] dostupné na www.ekowatt.cz/cz/.../energie-slunce---vyroba-elektriny

[7] Agriwatt, Obnovitelné zdroje energie, 2009, [cit. 2011 - 02 - 27] dostupné na <http://www.agriwatt.cz/biomasa/>

[8] JIŘÍ ŠKORPÍK: *Biomasa jako zdroj energie*, 2006, [cit. 2011 - 02 - 27], dostupné na <http://oei.fme.vutbr.cz/jskorpik/biomasa-jako-zdroj-energie.html>

[9] CBA, *Česká bioplynová asociace, Vše o bioplynu*, 2011, [cit. 2011 - 04 - 10], dostupné na <http://www.czba.cz/>

[10] Skupina ČEZ, Výroba elektřiny, Obnovitelné zdroje, Ekonomika bioplynových stanic, 2011, [cit. 2011 - 04 - 10], dostupné na <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/bioplyn.html>

[11] Energetický regulační úřad, Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 2/2010 ze dne 8. listopadu 2010, [cit. 2011 - 04 - 10], dostupné na <http://www.eru.cz/>

[12] Nazeleno, bioplynové stanice, 2008, [cit. 2011 - 02 - 27], dostupné na <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>

[13] LUKÁŠ HALA, Biodis, bioplynové stanice na zpracování biodpadů v České republice, 2010, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na <http://biodpady.ecomanag.cz/clanek/bioplynovye-stanice-na-zpracovani-biodpadu-v-ceske/>

[14] Zpravodaj ministerstva zemědělství 4/2007, [cit. 2011 - 02 - 27], dostupné na <http://denik.obce.cz/clanek.asp?id=6288781>

[15] Osobně poskytnuté informace a materiály od specialistů bioplynové stanice Lípa

[16] JIŘÍ BERANOVSKÝ, FRANTIŠEK MACHOLDA, KAREL SRDEČNÝ, JAN TRUNDA, 2008, [cit. 2011 - 02 - 27] Anaerobní procesy dle reakčních teplot, vhodných pro různé mikroorganismy, i-EKIS Internetové energetické a konzultační a informační středisko ČEA, dostupné na <http://www.i-ekis.cz/?page=biomasa>

[17] ZDENĚK PASTOREK, Bioplyn – užitečný zdroj energie, 2009, [cit. 2011 - 04 - 10], dostupné na <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-uzitecny-zdroj-energie-nebo-riskantni-zpusob-podnikani>

[18] Ing. JAROSLAV KÁRA, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, Bioplynové stanice, 2008, [cit. 2011 - 04 - 10], dostupné na biom.cz/cz/o-biomu/autori/jaroslav-kara

[19] JMA Bioplynové stanice, bioplyn, energie z biomasy, 2011, [cit. 2011 - 03 - 21],
http://www.bioplynove-stanice.com/cze/index.php?action=page_detail&id=2

[20] Biologický dohled nad procesem a péče o zařízení na výrobu bioplynu, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na www.biogasfachberatung.de/files/parametryanalzy.doc

[21] Ministerstvo zemědělství České republiky, Odbor řídicí orgán EAFRD Desatero bioplynových stanic aneb zásady efektivní výstavby a provozu bioplynových stanic v zemědělství, 2009, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na biom.cz/cz/novinky/desatero-bioplynovych-stanic

[22] Ministerstvo zemědělství, 2011, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/ministerstvo-zemedelstvi/tiskove-zpravy/x2011_ministerstvo-zemedelstvi-podporuje.html

[23] Úřední věstník Evropské unie, SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, [cit. 2011 - 02 - 27] dostupné na eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140...cs...

[24] Ministerstvo průmyslu a obchodu, Národní akční plán České republiky z obnovitelných zdrojů, 2010, [cit. 2011 - 02 - 27], dostupné na <http://www.mpo.cz/dokument79564.html>

[25] ONDŘEJ BAČÍK: Bioplynové stanice: technologie celonárodního významu, 2009, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplynove-stanice-technologie-celonarodniho-vyznamu>

- . [26] Skupina ČEZ, Věda a vzdělávání, [cit. 2011 - 03 - 21], dostupné na
- <http://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani/vyzkum-a-vyvoj/trendy-v-energetice/alternativni-paliva/bioplyn.html>