

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh opatření ke zvýšení efektivity bioplynové
stanice (BPS) Obora

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Autor bakalářské práce:

Renata Nováková

České Budějovice 2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Renata NOVÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z11146**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Návrh opatření ke zvýšení efektivity bioplynové stanice (BPS) Obora**
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je plné využití kapacitních možností BPS a dosažení její maximální efektivity. Toho lze dosáhnout zvýšením výkonnosti BPS optimálním využitím stávající technologie, zlepšeným využitím daného či jiného substrátu a zvýšením výtěžnosti bioplynu. Zvýšením biologické rozložitelnosti zpracovávaného substrátu s cílem dosažení zvýšené transformace organického uhlíku do bioplynu. Zlepšení výkonnosti BPS lze dosáhnout především optimalizací provozu pro využití stávajících technologických komponent a optimalizací podmínek procesu vhodným dávkováním substrátu, dostatečným mícháním reaktorů, dodržováním technologických parametrů, správného zatížení a doby zdržení, zabezpečení konstantní teploty. Možností zvýšení výkonnosti je volba skladby substrátu ve prospěch rozložitelnějších substrátů s vyšší výtěžností bioplynu nebo s nižším obsahem organického dusíku. Zvýšení biologické rozložitelnosti a vyšší výtěžnosti metanu lze dosáhnout i předúpravou suroviny. Metody předúpravy jsou založeny na zpřístupnění složek materiálu enzymovému rozkladu zmenšením velikosti částic mechanickou nebo jinou dezintegrací s významným zvětšením povrchu nebo hydrolýzou makromolekulárních látek vedoucí k úplnějšímu enzymovému rozkladu.

Vypracujte literární rešerši na téma: "Faktory ovlivňující efektivitu bioplynové stanice". Poznátky získané při zpracování literární rešerše uplatněte v návrhu opatření vedoucích ke zvýšení efektivity bioplynové stanice Obora.

Bakalářskou práci vypracujte dle Opatření děkana č. 13 ze dne 18. 12. 2009.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, obrázky dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

Straka F. a kol (2006): Bioplyn - příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových stanic. Gas Praha, 706 s.; Schulz, H., Eder, B. (2004): Bioplyn v Praxi. Hel Ostrava, 167 s.; Elliott A., Mahmood T.: Pretreatment technologies for advancing anaerobic digestion of pulp and paper biotreatment residues. Water Research, 41, 2007, 4273-4286; Lantz M.: The economic performance of combined heat and power from biogas produced from manure in Sweden - A comparison of different CHP technologies. Applied Energy, 98, 2012, 502-511; Stürmer B. et al.: Impacts of biogas plant performance factors on total substrate costs. Biomass and Bioenergy, 35, 2011, 1552-1560; Xufeng Yuan et al.: Effect of pretreatment by a microbial consortium on methane production of waste paper and cardboard, Bioresource Technology, 18, 2012, 281-288; Lianhua Li et al.: Biogas Production Potential and Kinetics of Microwave and Conventional Thermal Pretreatment of Grass. Appl. Biochem Biotechnol, 2012, 166: 1183-1191; Kim M. et al.: Comparative process stability and efficiency of anaerobic digestion; mesophilic vs. Thermophilic. Water Research, 36, 2002, 4369-4385; Zhong W. et al.: Biogas productivity by co-digesting Taihu blue algae with corn straw as an external carbon source. Bioresource Technology, 114, 2012, 281-286; Madlener R. et al.: Assessing the performance of biogas plants with multi-criteria and data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 197, 200, 1084-1094.

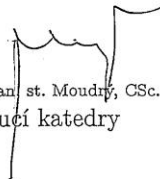
Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní obor
Studentů 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Jan st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 11. března 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypouštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 8. 4. 2014

.....
Renata Nováková

Poděkování:

Touto cestou bych velice ráda poděkovala prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

Abstrakt:

V mé bakalářské práci, která nese název „Návrh opatření ke zvýšení efektivity bioplynové stanice Obora“, se v teoretické části zabývám faktory ovlivňujícími efektivitu bioplynové stanice. Praktická část zaměřená na konkrétní bioplynovou stanici řeší technologickou a ekonomickou stránku stanice. Dále se zabývá využitím odpadního tepla vzniklého při výrobě elektřiny, vstupními surovinami, využitím digestátu a návazností bioplynové stanice na přilehlou zemědělskou farmu. Práce také pojednává o problémech, se kterými se bioplynová stanice v Oboře setkává a které mají značný vliv na její efektivitu.

Klíčová slova: bioplyn, bioplynová stanice, vstupní suroviny, digestát, efektivita.

Abstract:

In my thesis, entitled "Proposal for measures to increase the efficiency of biogas station Obora" in the theoretical part deals with factors affecting the efficiency of biogas plants. The practical part focused on the specific biogas plant solves the technological and economic aspects of the station. It also deals with waste heat produced during electricity generation, feedstocks, the use of digestate and biogas station linked with the adjacent farm. The thesis also discusses the problems with which the biogas plant in Obora meets, which have significant impact on the efficiency of the biogas plant.

Keywords: biogas, biogas plant, feedstock, digestate, efficiency.

Obsah:

1. Úvod.....	9
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2. Bioplyn.....	11
2.1 Vznik bioplynu.....	12
2.1.1 Hydrolyza.....	12
2.1.2 Acidogeneze.....	13
2.1.3 Acetogeneze.....	13
2.1.4 Metanogeneze.....	13
2.2 Podmínky vzniku bioplynu.....	14
2.3 Využití bioplynu.....	16
3. Digestát.....	17
3.1 Digestát jako hnojivo.....	18
3.2 Separování digestátu.....	18
4. Bioplynové stanice (BPS).....	19
4.1 Typy bioplynových stanic.....	19
4.2 Bioplynové stanice v ČR.....	19
4.3 Bioplynové stanice v Evropě.....	21
4.4 Rozlišení technologie dle sušiny vstupního substrátu.....	21
4.4.1 Mokrý fermentace.....	21
4.4.2 Suchá fermentace.....	21
5. Efektivita bioplynových stanic.....	22
5.1 Faktory ovlivňující efektivitu bioplynových stanic.....	22
5.1.1 Cena za instalovanou kW.....	22
5.1.2 Výkupní cena elektrické energie.....	23
5.1.3 Vstupní suroviny.....	28

5.1.4 Zvyšování efektivity fermentace	30
5.1.5 Využití odpadního tepla	32
II. PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
6. Bioplynová stanice Obora.....	35
6.1 Popis stavby BPS Obora.....	36
6.2 Přeměna bioplynu na elektrickou energii a teplo	38
6.3 Biologický dozor.....	40
6.4 Vstupní suroviny	43
6.5 Zpracování a využití digestátu	45
6.6 Využití odpadního tepla.....	47
6.7 Ekonomická efektivita	51
6.8 Ekonomika BPS Obora.....	52
7. Diskuse.....	55
8. Závěr	56
9. Použitá literatura	59
10. Přílohy.....	65

1. Úvod

Bioplynové stanice mají mnoho pozitivních přínosů. Jedná se o projekty multioborové, prolínající se tématicky napříč mnoha odvětvími (ochrana ovzduší, odpady, hnojiva, energetika). Proto je také proces jejich přípravy a realizace poměrně náročný z hlediska administrativy a naplnění požadavků různých zákonů.

Jedním z důležitých aspektů pro rozvoj výstavby zemědělských BPS byla také možnost získat dotaci ze státních a evropských peněz v letech 2007 až 2013 z Programu rozvoje venkova ČR spolufinancovaný Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova (EAFRD). Celkem byla na BPS určena částka přibližně 480 mil. Kč ročně.

Novela zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie (POZE) zastavuje provozní podporu novým fotovoltaickým a bioplynovým zdrojům uvedeným do provozu od 1. ledna 2014. Přestože došlo k zastavení podpory nových OZE, Česká republika se zavázala do roku 2020 splnit podíl energie na hrubé domácí spotřebě, který činí 13,5 %.

Na úvod bych také chtěla vysvětlit, proč jsem si vybrala právě toto téma a proč je mi tak blízké. Již od roku 1991 se moji rodiče zabývají zemědělskou činností. Tak jako většina SHR začínali téměř z ničeho – s několika odepsanými stroji z místního JZD na 20 ha, s 12 ks dojných krav a s elánem mládí. Bez dotací vlastními silami postavili stáj pro 50 ks dojnic a jalovic, dojírnu a pronajali si dalších 40 ha, později 80 ha půdy. Protože v katastru obce byla další pole pod smlouvou JZD, pronajímali si pole i ze vzdálenějších obcí, což se později ukázalo jako obrovská výhoda při nákupu polí od Pozemkového fondu. Od roku 2001 nakoupili od státu přes 50 ha půdy.

V roce 2002 se povedlo koupit v konkurzu nově zbudovanou mléčnou farmu Struhy u Písku. Jelikož byla bez polností, bylo postupně přikoupeno dalších asi 50 ha půdy. O 6 let později se farma prodala nově začínajícím zemědělcům, pole však zůstala. V roce 2009 byl zakoupen areál bývalého zkrachovalého zemědělského družstva v Oboře. Nyní je snahou ho opravit. Byla zde vybudovaná i nová dojírna.

V současnosti farma čítá cca 190 ks Holštýnského skotu, 15 ks Švýcarského hnědého skotu a 469 ha půdy; z toho je 230 ha vlastních, zbytek je pronajímán.

V roce 2005 se můj otec začal zajímat o výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Jedním z mnoha faktorů zájmu byl další rozvoj firmy, vývoj cen a nezájem o zemědělské komodity. Proto otec dospěl k zásadnímu rozhodnutí postavit bioplynovou stanici. To jsem ale netušila, co vše to bude obnášet a jak se mě to bude týkat. Ze začátku to vypadalo, že přijede firma, která vše postaví, a rodina bude jen přihlížet, jak dílo roste. Skoro vše tak bylo. Dva roky trvalo vyřízení stavebního povolení. V listopadu roku 2007 přijel bagr a akce vypukla, přišlo na řadu zapojení rodiny i mé osoby. Účastnila jsem se od začátku prvotních stavebních prací: hutnění základové desky (fermentoru, dofermentoru), betonování a spousty jiných prací, o kterých jsem neměla ani ponětí. Stavělo se celou zimu a již v dubnu se spouštěl první motor, během léta se instaloval druhý motor a postavila se skladovací jímka. Dále probíhaly, již jen „lepší práce“: sázení stromků a vytváření parkových úprav u bioplynové stanice.

Moje nynější pomoc v chodu BPS je například každodenní zápis provozní evidence, který zaznamenává například údaje o množství plynu, provozní teploty a servisní časy motorů. Co mě také nemine je servis kogeneračních jednotek, který se provádí přibližně jednou za tři týdny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

2. Bioplyn

Bioplyn a bioplynové systémy představují zdroje energie s pozitivním přínosem pro ochranu životního prostředí. Přestože bioplyn zatím není schopen vytlačit fosilní paliva z jejich dominantního postavení na trhu s energiemi, má na rozdíl od nich zcela neomezené perspektivy budoucího využití (Straka, 2010).

Dle Straky (2010) je názvem „bioplyn“ obecně míněna plynná směs metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). V plynném produktu dobře prosperujících metanogenních mikroorganismů představuje suma CH_4 a CO_2 hodnoty velmi blízké 100 % obj., vždy s výraznou převahou obsahu metanu. V technické praxi se však nemusíme vždy potkat s takovýmto „ideálním“ bioplynem, je zde celá řada dalších plynů, které může bioplyn obsahovat. Mohou to být zbytky vzdušných plynů (N_2 , O_2 , Ar), neúplně spotřebované produkty acidogeneze (H_2 , přebytek CO_2) anebo další minoritní a stopové příměsi (H_2S , N_2O , HCN, uhlovodíky i jejich deriváty většinou kyslíkaté i sirmé).

Tabulka č. 1: Složení bioplynu dle Jelínka a kol. (2001):

Složka		Obsah v %
Metan	CH_4	45 – 75
Oxid uhličitý	CO_2	25 – 48
Vodík	H_2	0 – 3
Sulfan	H_2S	0,1 – 1
Dusík	N_2	1 – 3
Amoniak	NH_3	stopy

Hlavní energetickou složkou bioplynu je metan. Je lehčí než vzduch a za běžných podmínek uniká do atmosféry. Se vzduchem tvoří explozivní směs již při 5 – 6 % objemu. Oxid uhličitý v bioplynu nemá energetický význam, snižuje výhřevnost bioplynu. Vodík představuje z energetického hlediska žádoucí složku bioplynu. Jeho

objemový podíl je však bohužel velmi nízký. Sirovodík vzniká při rozkladu bílkovin, které jsou obsaženy v organické hmotě. Tento plyn je jedovatý a navíc způsobuje korozivní účinky na kovových plochách bioplynového zařízení i použitém spalovacím motoru (většina výrobců kogeneračních jednotek proto „vyžaduje“ odsíření bioplynu). V nepatrné koncentraci se do bioplynu může dostat i čpavek, který vzniká při štěpení organické hmoty. I tento plyn má korozivní účinky jako sirovodík a napadá především mosazné armatury (Kára, Hutla, Pastorek, 2001).

Slejška, Váňa (2002) uvádí doporučení pro označení technologie výroby bioplynu z biologických odpadů. Podle nich je nejvhodnější používat termín anaerobní digesce. Dále přichází v úvahu anaerobní fermentace a anaerobní vyhnívání. Jako zdůvodnění uvádí, že neexistuje jednotně zavedený termín v rámci ČR a ani ve světě (v angličtině se používá termín anaerobic digestion, v němčině anaerobe Vergärung). Termín anaerobní digesce je rovněž nejčastěji používán v české odborné literatuře a má nejméně překryvů s obdobnými technologiemi (alespoň dle průzkumu na českém webu). Jako nevhodné se jeví používat termíny anaerobní stabilizace a anaerobní zkvašování či kvašení.

2.1 Vznik bioplynu

Bioplyn je produktem látkové výměny metanových bakterií, ke které dochází, když bakterie rozkládají organickou hmotu (Schulz, Eder, 2004). Tento proces rozkladu má v podstatě čtyři fáze:

2.1.1 Hydrolýza

V prvním stádiu rozkladu jsou rozkládány makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů, které jsou produkovány fermentačními bakteriemi (Dohányos, 2007). Začíná v době, kdy prostředí obsahuje vzdušný kyslík. Hydrolytické mikroorganismy ještě striktně nevyžadují bezkyslíkaté prostředí (Pastorek, 2008).

2.1.2 Acidogeneze

Produkty vzniklé hydrolýzou jsou během této fáze rozloženy na jednodušší organické látky (těkavé organické látky, alkoholy, CO_2 , H_2). Fermentací těchto látek vzniká řada konečných redukovaných produktů. Při nízkém parciálním tlaku vodíku jsou produkovány kyselina octová, H_2 a CO_2 , naopak při vyšším jsou tvořeny vyšší organické kyseliny, mléčná kyselina, etanol apod. (Dohányos, 2007).

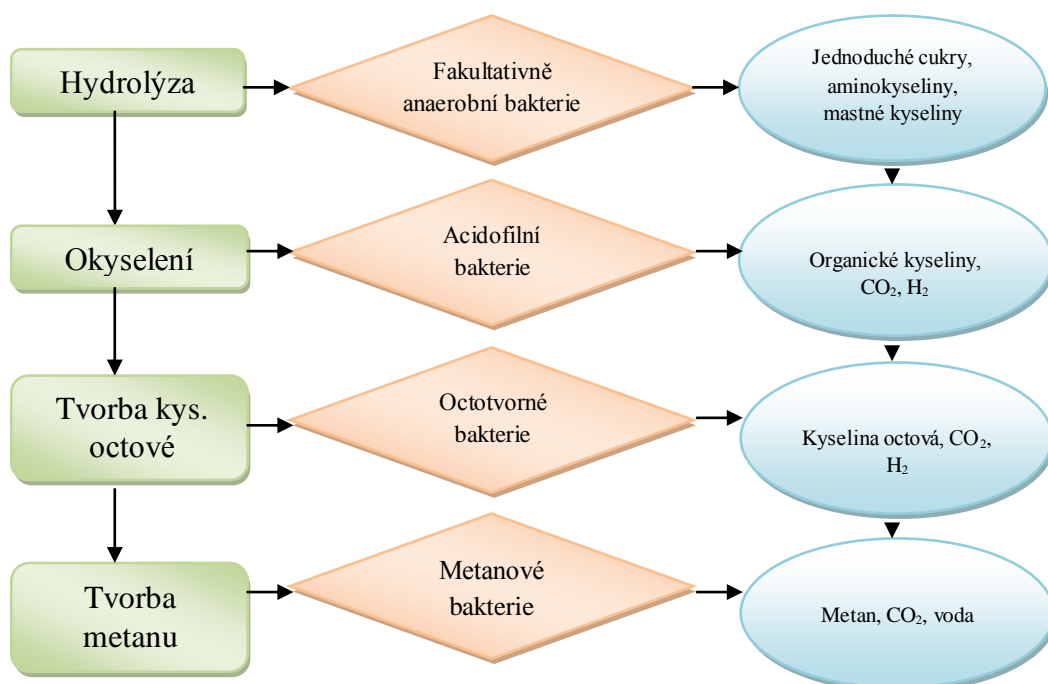
2.1.3 Acetogeneze

Během této fáze převádějí acidogenní kmeny bakterií vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, H_2 a CO_2 (Michal, 2005).

2.1.4 Metanogeneze

V poslední fázi dochází k tvorbě metanu pomocí metanogenních mikroorganismů, jejichž substrátem jsou jednodušší látky (metanol, kyselina mravenčí, metylaminy, CO_2 , CO , H_2 a kyselina octová (Dohányos, 2007). Závěrečná metanogenní fáze probíhá přibližně 5krát pomaleji než zbylé tři fáze (Pastorek a kol., 2004).

Obrázek č. 1: Čtyři fáze procesu vyhnívání (Schulz, Eder, 2004)



2.2 Podmínky vzniku bioplynu

- **Vlhké prostředí**

Metanové bakterie mohou pracovat a množit se jen tehdy, když jsou substráty dostatečně zalaty vodou (alespoň z 50 %).

- **Zabránění přístupu vzduchu**

Metanové bakterie jsou striktně anaerobní. Pokud je v substrátu přítomen kyslík, jako například v čerstvé kejďě, musejí ho aerobní bakterie nejprve spotřebovat. K tomu dochází při hydrolyze.

- **Zabránění přístupu světla**

Světlo sice bakterie neničí, ale brzdí proces. U bioplynových stanic tato podmínka nebývá problémem.

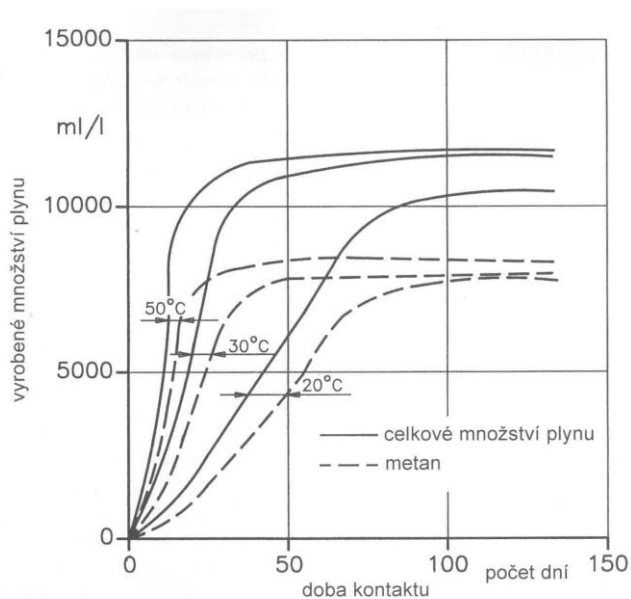
- **Stálá teplota**

Metanové bakterie pracují při teplotě mezi 0 °C a 70 °C (kromě několika kmenů, které mohou žít při teplotě až 90 °C, při vyšších teplotách hynou). Při teplotách pod bodem mrazu bakterie nepracují. Rychlost procesu vyhnívání je na teplotě velmi závislá. V zásadě platí: čím vyšší teplota, tím rychleji nastává rozklad a tím vyšší je produkce plynu, tím kratší je doba vyhnívání a tím nižší je obsah metanu v bioplynu (Schulz, Eder, 2004). Metanové bakterie můžeme rozdělit do třech teplotních oblastí, ve kterých jednotlivé bakteriální kmeny prospívají:

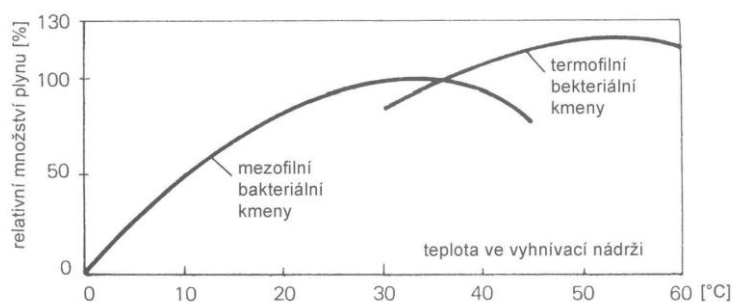
- psychofilní kmeny – méně než 25 °C
- mezofilní kmeny – 25 až 45 °C
- termofilní kmeny – nad 45 °C

V psychofilní oblasti vzniká bioplyn s vyšším obsahem metanu, avšak s velmi nízkou intenzitou. U zemědělských BPS se nejčastěji používají provozní teploty v mezofilní oblasti. Bioplyn produkovaný v termofilní oblasti je chudší na metan, ale intenzita produkce bioplynu je vysoká (Kára, Pastorek, Příbyl a kol., 2007).

Graf č. 1: Vliv teploty vyhřívacího procesu a doby kontaktu na množství a složení vyrobeného plynu (Schulz, Eder, 2004)



Graf č. 2: Vliv teploty na dosažitelné množství plynu ve vztahu k hodnotě dosažené při optimálních teplotních poměrech (Schulz, Eder, 2004)



- **Hodnota pH**

Hodnota pH by ve slabě alkalickém prostředí měla ležet okolo 7,5. U kejdy a hnoje tento stav nastává většinou samovolně ve 2. fázi vyhřívacího procesu vlivem tvorby amonia. U kyselých substrátů (výpalky, syrovátka, siláž apod.) bývá zapotřebí přidat vápno, aby se hodnota pH zvýšila.

- **Přísun živin**

Je zapotřebí zajistit dostatečné množství hnoje a kejdy jakožto stálý základní substrát a ostatní látky (trávu, výpalky, syrovátka, mláto apod.), aby se dosáhlo vyrovnaného poměru kyselosti a zásaditosti.

- **Velké kontaktní plochy**

Organické látky nerozpustné ve vodě musejí být buď rozdrobeny nebo strukturovány tak, aby vznikly velké dotykové plochy. Dále materiály jako je sláma, tráva, bioodpad aj. je nutno rozsekat, protože jinak vyhnívají velmi dlouho a vytvářejí kalový strop.

- **Inhibitory**

Proces vyhnívání může brzdit nebo dokonce zastavit přítomnost organických látek, antibiotik, chemoterapeutik a desinfekčních prostředků, zvláště při vyšších koncentracích. K tomu může například dojít při desinfekci stáje nebo při ošetřování velkého počtu zvířat najednou.

- Dále je třeba zajistit rovnoměrný přísun substrátu, odplyňování substrátu a dodržet maximální zatížení vyhnívacího procesu (Schulz, Eder, 2004).

2.3 Využití bioplynu

Bioplyn je možné využívat podobně jako jiná plynná paliva. Mezi nejčastější způsoby využití bioplynu patří:

- Přímé spalování (topení, sušení, chlazení, ohřev užitkové vody apod.)
- Výroba elektrické energie a ohřev teplotnosného média (kogenerace)
- Výroba elektrické energie, ohřev teplotnosného média a výroba chladu (trigenerace)
- Pohon spalovacích motorů nebo turbín pro získání mechanické energie
- Využití bioplynu v palivových člancích

V praxi se nejvíce setkáváme s využitím bioplynu v kogeneračních jednotkách (Mužík, Kára, 2009).

3. Digestát

Digestát – zbytek po fermentačním procesu, vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu v bioplynových stanicích.

- *Separát* – oddělená tuhá část z digestátu
- *Fugát* – oddělená kapalná část z digestátu

Obrázek č. 2: *Separát a fugát (Biouhel.cz), (Biom.cz, Autor: Tomáš Dvořáček)*



Mimo vegetační období platí omezení pro použití digestátu na půdu, proto je nutné vyřešit jeho skladování. Digestát, případně fugát se musí skladovat v nepropustných nadzemních, popřípadě částečně zapuštěných nádržích nebo v zemních jímkách. Při provozu jímek a nádrží se musí zamezit přítoku povrchových nebo statkových vod do jímky nebo nádrže.

Digestát tuhý i tekutý je zařazen podle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách mezi tzv. závadné látky. Ten, kdo zachází se závadnými látkami, je povinen učinit přiměřená opatření, aby neunikaly do podzemních nebo povrchových vod a neohrožily životní prostředí. To představuje dodržovat při aplikaci digestátu následující opatření:

- Aplikovat tyto látky pouze na pozemky, kde není provedena meliorace.
- Je zakázána aplikace na zamokřenou půdu, půdu pokrytou sněhem nebo promrzlou půdu.
- Při aplikaci digestátu na svažné pozemky se sklonem k vodnímu toku zachovat ochranný pás, kde nebude digestát aplikován (Krčálová, 2008).

3.1 Digestát jako hnojivo

Přestože je digestát odpadem po fermentačním procesu, dále ho lze využít jako hnojivo, nebo jako palivo a stelivo po vysušení. Používání digestátu znamená pro zemědělce úsporu z hlediska náhrady minerálních hnojiv.

Kužel a kol. (2010) při svém výzkumu došli k názoru, že digestát je organické hnojivo se slabým minerálním účinkem, obsahujícím minerální živiny v nízkých koncentracích. Sporné jsou také údaje o vysokém obsahu dusíku v sušině digestátu. Přesto může být digestát efektivně využit. Dále zmiňují, že v současné době právě převládá názor, že digestát z bioplynových stanic je výborným organickým hnojivem. Toto nepřesné tvrzení uvádí řada výrobců technologií BPS, ale i vysoké školy a státní orgány.

V pevné části digestátu je organický dusík, rostlinám nepřístupný. Jestliže se separát v půdě hydrolyzuje velmi pomalu, může i tento dusík mineralizovat jen pomalu a v zimě se zpravidla vyplaví. V kapalně části je sice dusík minerální, rostlinám přístupný. V sušině fugátu ho může být až 10 %, ale obsah sušiny fugátu je jen 1 – 3 %, tj. obsah dusíku v kapalném fugátu je jen 0,15 – 0,30 % (Kolář a kol., 2010).

Při současné ceně 1 kg N 22 – 25 Kč je hodnota 1 l fugátu jen 6 haléřů. Abychom pohnojili půdu dávkou 200 kg N/ha, museli bychom na 1 ha aplikovat 100 m³ fugátu, tj. s cisternou o obsahu 10 m³ bychom jeli na 1 ha 10krát. Při současné ceně nafty naprosto neekonomické a nereálné (Kolář a kol., 2010).

3.2 Separování digestátu

Separátor rozděljuje digestát na tuhou a tekutou část. Fugát, nebo-li procesní voda, je tekutý, silně zakalený produkt obsahující zbytky anaerobního rozkladu organických látek. Tvoří cca 80 % objemu digestátu. Tuhá složka digestátu – separát tvoří v celkovém objemu jen malou část. Kromě hnojení může být použit jako podestýlka hospodářských zvířat nebo díky své hořlavé schopnosti na výrobu pelet (agriKomp Bohemia).

4. Bioplynové stanice (BPS)

Bioplynová stanice je technologické zařízení, které zpracovává biomasu ve fermentačních nádržích prostřednictvím řízeného procesu anaerobní digesce (fermentace). Produktem procesu fermentace je především bioplyn a digestát. Vyroběný bioplyn je upraven a spalován v zařízení, kde dochází ke kombinované výrobě tepla a elektřiny v tzv. kogenerační jednotce. Zatímco elektřina je dodávána do sítě, vzniklým teplem lze vytápět budovy, ohřívat užitkovou vodu apod. Digestát slouží jako hnojivo (agriKomp Bohemia).

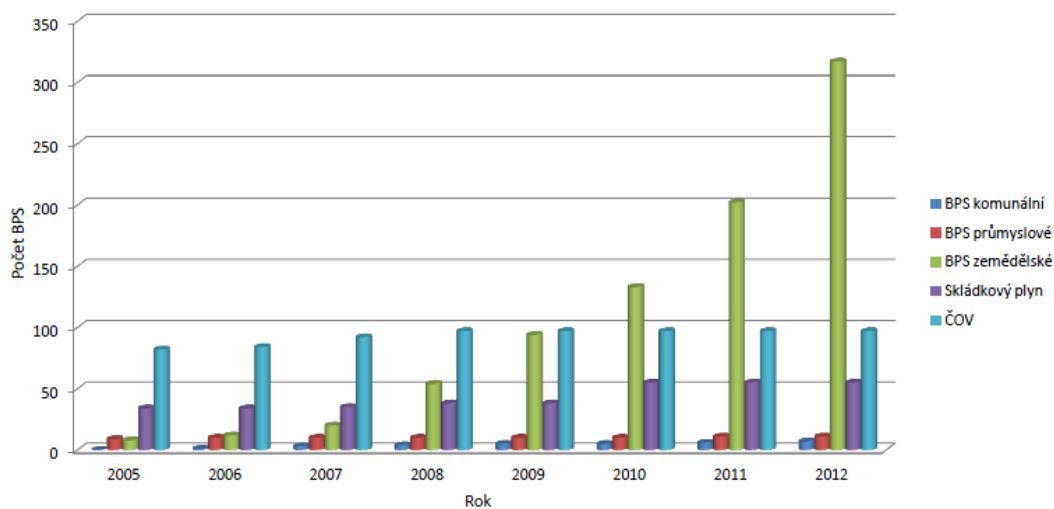
4.1 Typy bioplynových stanic

Podle toho, jakou biomasu bioplynové stanice zpracovávají, rozlišujeme několik typů BPS: zemědělské, kofermentační (průmyslové) a komunální. Zemědělské bioplynové stanice jsou u nás nejrozšířenější. Nejčastěji jsou postaveny přímo v areálu zemědělského podniku. Vstupy tvoří statková hnojiva (hnůj, kejda) a energetické plodiny jako například kukuřice, obiloviny a tráva (Zajíc, 2012). Kofermentační bioplynové stanice zpracovávají výhradně nebo v určitém podílu rizikové vstupy (kaly z ČOV, jatečné odpady, tuk apod.). Komunální bioplynové stanice zpracovávají bioodpady, včetně odpadů z domácností, jídelen, prošlé potraviny, bioodpad z údržby zeleně apod. (Ministerstvo zemědělství – Bioplyn a bioplynové stanice).

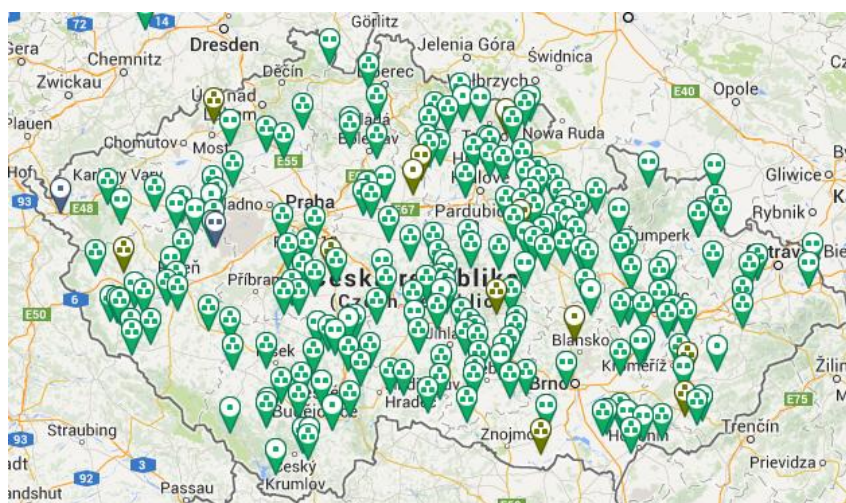
4.2 Bioplynové stanice v ČR

Počet BPS v provozu (k 31. 7. 2013) je v České republice celkem 487, z toho je 317 zemědělských, 7 komunálních, 11 průmyslových, 55 na skládkách a 97 bioplynových stanic je provozováno v rámci čističek odpadních vod.

Graf č. 3: Vývoj výstavby BPS v ČR (Česká bioplynová asociace, 2013)



Obrázek č. 3: Mapa BPS v ČR (Česká bioplynová asociace, 2013)



Stav k 31. 12. 2013

- Celková výroba elektřiny: 87 065 GWh
(z toho Jaderná elektrárna Temelín: 13 914 GWh)
- Výroba elektřiny z OZE: 10 129 GWh
- Výroba elektřiny z bioplynu: 2 243 GWh
- Podíl OZE na výrobě: 11,6 %
- Podíl bioplynu na výrobě: 2,6 %
- Podíl bioplynu na OZE: 22,1 % (Energetický regulační úřad, 2013)

4.3 Bioplynové stanice v Evropě

V současné době se v Evropě nachází více než 13 800 bioplynových stanic a toto číslo nadále roste. Dokonce i Bulharsko a Srbsko, dlouhou dobu prázdná místa na bioplynové mapě, spustily v roce 2012 své první instalace. Na rozdíl od let minulých zažívá průmysl výroby bioplynu svůj boom i ve Francii, Spojeném království, na Slovensku a především v Itálii, kde se během roku 2012 zdvojnásobil počet bioplynových stanic z 521 na 1 264. Výrazný vzrůst produkce bioplynu zaznamenala také Česká republika, a to i přesto, že do roku 2020 nebude přidána dodatečná kapacita vzhledem k zastavení podpory formou výkupních cen pro nové instalace. Největší zkušenosti z BPS má sousedící Německo. O tom svědčí více než 3 500 stanic (především komunálního typu). V současnosti je ale v Německu pozorováno výrazné zpomalení výstavby bioplynových stanic. V roce 2012 bylo uvedeno do provozu pouze 340 nových zařízení, na rozdíl od roku předchozího, kdy toto číslo dosáhlo 1 270 nových instalací (Česká bioplynová asociace, agriKomp Bohemia).

4.4 Rozlišení technologie dle sušiny vstupního substrátu

4.4.1 Mokrý fermentace

U tohoto způsobu fermentace se nejčastěji využívají fermentory s vertikální osou. Sušina materiálu ve fermentoru je do 12 %. Důležité je zajistit dobré a pravidelné míchání substrátu. Mokré technologie mají širší uplatnění, jsou historicky rozšířenější, technicky propracovanější a jsou dobře provozně prověřené. Bohatší technologická výbava a příslušenství (např. míchadla, čerpadla, drtiče, separace) zvyšují provozní náklady (spotřeba elektřiny, servis a údržba) a četnost poruch (Bioprofit, 2007).

4.4.2 Suchá fermentace

Jedná se o vývojově mladší technologii, nicméně tento způsob fermentace si také našel perspektivní využití v praxi. Suchou fermentaci lze rozdělit dle obsahu sušiny substrátu na:

- suchý proces – 25 až 45 % sušiny
- vysokosušivý proces – nad 40 % sušiny (Jelínek – Bioplyn)

Bioplynové stanice pracující na principu suché fermentace zpracovávají především biomasu s vyšším obsahem sušiny, která je do garážovitého fermentoru navážena v sypkém stavu kolovým nakladačem (Pospíšil, 2011).

5. Efektivita bioplynových stanic

5.1 Faktory ovlivňující efektivitu bioplynových stanic

- Cena za instalovanou kW
- Výkupní cena elektrické energie
- Ceny vstupních surovin
- Kvalitní technologie
- Obslužné technologie
- Průběh fermentačního procesu
- Vedlejší přínosy (odpadní teplo, digestát)
- Kvalitní servis
- Obsluha a kvalita obsluhy
- Míra stability státu

5.1.1 Cena za instalovanou kW

Investiční náklady bioplynových stanic jsou značně variabilní, závisí to na řadě faktorů a to především na kapacitě zařízení, instalované technologii, výkonu kogenerační jednotky a nákladech na stavební část (možnostech využití stávajících zařízení). Průměrné investiční náklady se pohybují v desítkách milionů korun. Elektrický výkon stanic se nejčastěji pohybuje v rozmezí 250 – 1 000 kW. Náklady na kW výkonu se s rostoucím instalovaným výkonem snižují. Menší jednotky jsou méně efektivní, větší jsou naopak velmi náročné s ohledem na zajištění dostatečného množství vstupních surovin (Ministerstvo zemědělství – Bioplyn a bioplynové stanice).

5.1.2 Výkupní cena elektrické energie

Pro pochopení všeho je nutné znát „kdo je kdo“ na trhu s elektřinou.

Subjekty na trhu s elektřinou v ČR

Na trhu s elektřinou se setkávají výrobci a koneční spotřebitelé (firmy, domácnosti). Energetický regulační úřad (ERÚ) uděluje těmto výrobcům licenci. Mezníkem mezi výrobcí a spotřebiteli jsou obchodníci s elektřinou, kteří obchodují na základě platné licence na obchod. Největšími distributory elektřiny jsou v současnosti společnosti ČEZ a E.ON. Mezi účastníky na trhu se objevují provozovatelé distribuční a přenosové soustavy a operátor trhu s elektřinou (Lomozíková, 2013).

ERÚ je ústředním orgánem státní správy a je jedním z nejdůležitějších subjektů na trhu. Zabývá se energetikou, plynárenstvím a teplárenstvím. Úřad byl zřízen 1. ledna 2001 jako správní úřad pro výkon regulace v energetice. Sídlo společnosti se nachází v Jihlavě, další dvě dislokované pracoviště jsou v Praze a Ostravě (ERÚ, 2009).

Působnost ERÚ:

- Regulace cen
- Podpora využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie a kombinované výroby elektřiny a tepla
- Ochrana zájmů zákazníků a spotřebitelů
- Ochrana oprávněných zájmů držitelů licencí
- Šetření soutěžních podmínek
- Spolupráce s ÚOHS (Úřad pro ochranu hospodářské soutěže)
- Podpora hospodářské soutěže v energetických odvětvích
- Výkon dohledu nad trhy v energetických odvětvích

Funkci **operátora trhu s elektřinou** vykonává od roku 2001 společnost OTE, a.s. Vlastníkem společnosti je stát. Mezi hlavní činnosti OTE patří organizování denního trhu s elektřinou, na kterém se tvoří hodinová cena elektřiny pro výpočet výše hodinového zeleného bonusu, dále organizování vnitrodenního trhu s elektřinou, evidence výroben elektřiny a nově též výplata zeleného bonusu a podpory

decentrální výroby elektřiny a kombinované výroby elektřiny a tepla (Bechník, 2012).

Provozovatelem přenosové soustavy v ČR je společnost ČEPS, a.s., která vlastní a provozuje přenosovou soustavu. Původem dceřiná společnost ČEZu vznikla v roce 1998.

Provozovatel distribuční soustavy dodává elektřinu konečným spotřebitelům (domácnostem a podnikatelům). Distribuční soustava se skládá z vedení nízkého napětí a navazuje na soustavu přenosovou. Mezi tři nejvýznamnější distribuční společnosti v ČR patří ČEZ distribuce, a.s., E.ON distribuce, a.s. a PRE distribuce, a.s. (Lomozíková, 2013).

Obchodník s elektřinou (vykupující) nakupuje elektřinu od výrobců, popřípadě jiných obchodníků, za účelem prodeje jiným účastníkům trhu. Aby mohl tímto způsobem s elektřinou obchodovat, musí získat platnou licenci, kterou vydává ERÚ. Při výběru formy podpory zelený bonus získává výrobce platbu za silovou elektřinu právě od zmíněného obchodníka, kterého si sám vybere (Lomozíková, 2013).

Výkupní cena elektrické energie

Výrobce elektřiny si může zvolit, zda využije systém pevných výkupních cen nebo systém zelených bonusů. Pokud se výrobce rozhodne využít systém pevných výkupních cen, odebere od něj veškerou vyrobenou elektřinu provozovatel soustavy (distributor), ke které bude daná výrobná připojena. Za takto dodanou elektřinu obdrží výrobce od provozovatele soustavy výkupní cenu dle data uvedení do provozu. Pokud výrobce zvolí podporu formou zelených bonusů, může si sjednat cenu za silovou elektřinu s jakýmkoliv obchodníkem s elektřinou v ČR a výši zeleného bonusu stanovuje pro každý rok Energetický regulační úřad cenovým rozhodnutím též dle data uvedení do provozu.

Pokud výrobce elektřiny z OZE vyrobenou elektřinu sám spotřebovává a chce si nárokovat zelený bonus, musí být smluvně připojen na distribuční soustavu a musí být registrován u OTE a poskytovat mu prostřednictvím distributora i jeho samého veškeré údaje. U BPS navíc nesmí tato spotřeba (tzv. lokální spotřeba) převýšit 20 % vyrobené elektřiny.

Zákon o podpoře OZE říká, že výkupní ceny musí být nastaveny tak, aby bylo dosaženo 15leté doby návratnosti investice a dále že výkupní ceny stanovené ERÚ pro následující kalendářní rok nesmí být nižší než 95 % hodnoty výkupních cen platných v roce, v němž se o novém stanovení rozhoduje. Výše zeleného bonusu není fixována. Při jeho stanovování zohledňuje ERÚ předpokládanou výši ceny silové elektřiny v daném roce a rizikový faktor, kterým je to, že výrobce si musí sám nalézt odběratele.

Vyhláška ERÚ č. 150/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen, uvádí, že výkupní ceny jsou uplatňovány po dobu životnosti výroby a dále, že po dobu životnosti výroby elektřiny, zařazené do příslušné kategorie podle druhu využívaného obnovitelného zdroje a data uvedení do provozu, se výkupní ceny meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců minimálně o 2 % a maximálně o 4 %, s výjimkou výroben spalujících biomasu a bioplyn (Švec, Nelibová, 2011).

Složky výkupní ceny el. energie

- Pevná výkupní cena
nebo
- Zelený bonus
 - Zelený bonus
 - Silová elektřina
 - Příplatek za decentralní výrobu
 - KVET (kombinovaná výroba elektřiny a tepla)

Zelený bonus hradí OTE. Zelený bonus není cenou, ale výplatou podpory, proto se na něj nevztahuje DPH. Cenu silové elektřiny (+DPH) hradí zvolený obchodník s elektřinou. Na rozdíl od zeleného bonusu je výkupní cena účtována včetně DPH (Bechník, 2012).

V cenovém rozhodnutí ERÚ platném pro rok 2008 byla stanovena nová kategorie bioplynových stanic, zpracovávajících tzv. určenou biomasu. U kategorie AF1 tvoří převážnou část zpracovávané biomasy cíleně pěstované energetické rostliny primárně určené pro energetické využití a neprošly technologickou úpravou.

Kategorie AF2 jsou bioplynové stanice ostatní (Švec, Nelibová, 2011). Od roku 2013 je u bioplynu zrušeno rozdělení podle kategorie AF1 a AF2 a nahrazeno jednotnou kategorií AF s rozdělením dle instalovaného výkonu do 550 kW včetně a nad 550 kW.

Tabulka č. 2: Pevná výkupní cena a zelený bonus (Kč/MWh)

Rok uvedení do provozu	Kategorie	Pevná výkupní cena	Zelený bonus
2009	AF1	4 120	2 580
2009	AF2	3 550	2 010
2010	AF1	4 120	3 150
2010	AF2	3 550	2 580
2011	AF1	4 120	3 150
2011	AF2	3 550	2 580
2012	AF1 (*)	4 120	3 070
2012	AF1 (**)	3 550	2 500
2012	AF2	3 550	2 500
2013	do 550 kW	3 550	2 490
2013	nad 550 kW	3 040	1 980
2014	do 550 kW	3 550	2 490
2014	nad 550 kW	3 040	1 980

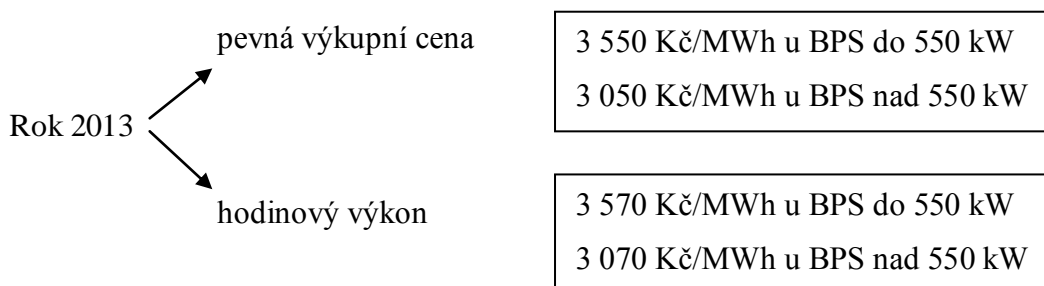
U bioplynových stanic kategorie AF1 uvedených do provozu po 1. lednu 2012 včetně je podmínkou pro poskytnutí podpory výroba a efektivní využití vyrobené tepelné energie minimálně v úrovni 10 % vůči vyrobené elektřině v daném roce, s výjimkou elektřiny pro technologickou vlastní spotřebu elektřiny a tepla.

(*) splňují podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie.

(**) nesplňují podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie.

U BPS uvedených do provozu od roku 2013 je opět vše jiné. Zde již neplatí podmínka využití 10 % tepelné energie pro dosažení maximální ceny. Zde je motivací využít v maximální možné míře kromě elektrické energie také teplo. Tzv. motivačním bonusem za KVET (kombinovaná výroba elektřiny a tepla) je příspěvek na využití teplo ve výši 50 haléřů na kWh při 100 % využití tepla. Takové hodnoty ale v praxi nelze dosáhnout, reálně se bude u většiny bioplynových stanic využívat asi 70 – 80 % tepla, přičemž zbytek bude využit pro vlastní technologickou spotřebu BPS. Pokud např. bioplynová stanice spotřebuje ročně průměrně 16 % vyrobeného tepla na vlastní technologickou spotřebu, dostáváme se k hodnotě příspěvku na KVET asi 35 – 40 haléřů na kWh vyrobené elektřiny – samozřejmě v závislosti na procentuálním využití vyrobeného tepla. Za rok to jsou již nemalé částky, které lze využít např. na další investice či rychlejší splacení půjček nebo úvěrů (Koutný, 2013).

Od roku 2013 je navíc v režimu zelených bonusů možno obchodovat formou hodinových výkonů. Cena silové elektřiny se na burze každou hodinu mění (výjimečně se může pohybovat i v záporných hodnotách). Distributor ze svých měření dá k dispozici OTE a výrobci hodinové výkony, jejich cena odpovídá ceně na burze (-1 haléř odchylka za kWh). Proti této ceně dopočítává OTE zelený bonus na úroveň ceny 3 570 Kč/MWh v dělené sazbě podle roku uvedení do provozu.



Pokud u bioplynových stanic uvedených do provozu od roku 2013 překročí investiční dotace 20 % nákladů na výstavbu, výkupní cena klesne o 4 %.

Tabulka č. 3: Cena silové elektřiny

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kč/MWh	1 750	1 140	1 050	1 255	1 150	960

Uvedené ceny v tabulce jsou ceny silové elektřiny BPS Obora sjednané na základě smlouvy, proto nejsou jednotné pro každou BPS, ale pohybují se přibližně v těchto relacích. V roce 2012 došlo k nárůstu ceny silové elektřiny, důvodem byl příchod nových obchodníků s elektřinou na trh.

Tabulka č. 4: Příplatek za decentrální výrobu (Kč/MWh)

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VVN	20	20	20	(*)	12	9
VN	27	27	27	(*)	14	13
NN	64	64	64	(*)	28	27

(*) ERÚ zapomněl do vyhlášky zakomponovat příplatek za decentrální výrobu, proto se tento rok neúčtovala.

VVN – velmi vysoké napětí

VN – vysoké napětí

NN – nízké napětí

Decentrální výrobou elektřiny se rozumí výroba elektřiny ve výrobně nepřipojené do přenosové soustavy, ale do soustavy distribuční (E.ON, 2012).

5.1.3 Vstupní suroviny

Cílem je zajistit dostatek kvalitních vstupních surovin. Vstupní suroviny pro bioplynovou stanici mohou být rostlinného i živočišného původu:

- Zvířecí exkrementy (hnůj, kejda)
- Speciální energetické plodiny (např. kukuřice, čirok)
- Boodpady z údržby zeleně
- Boodpady z domácností a zahrad
- Prošlé potraviny a bioodpady ze supermarketů
- Zbytky z jídelen a restaurací
- Boodpady z podnikatelských provozů (pekárny, lihovary, pivovary, cukrovary, ...)
- Kaly z čistíren odpadních vod (agriKomp Bohemia)

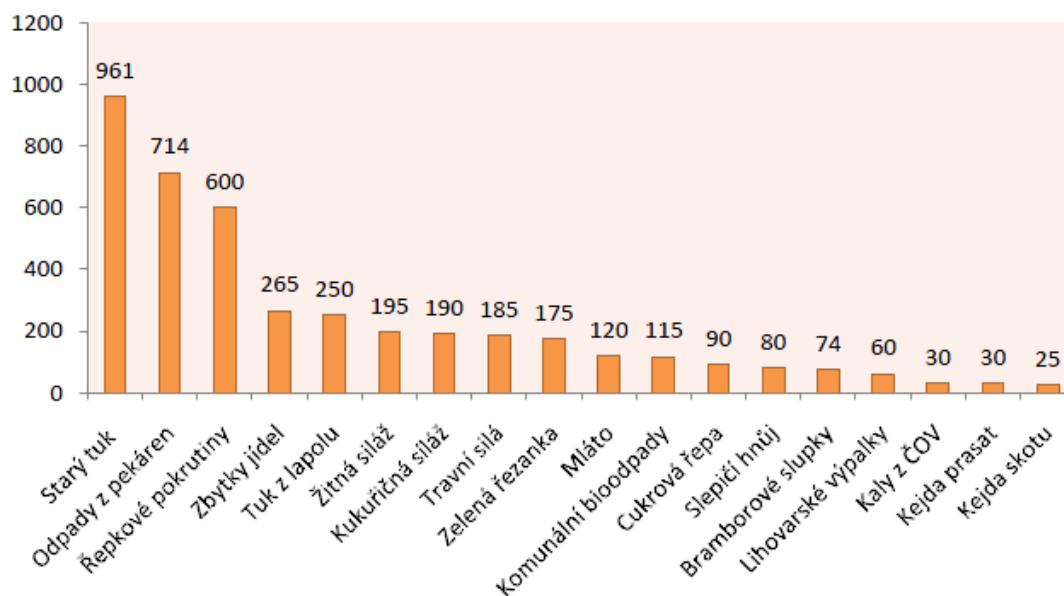
U zemědělských BPS tvoří základ tzv. krmné dávky hnůj, kejda a cíleně pěstované plodiny. Exkrementy hospodářských zvířat působí přímo „blahodárně“ na celý proces. Obsahují mikroprvky a příznivě působí na pH. Hojně pěstovanou biomasou je kukuřice (Desatero bioplynových stanic). Kukuřice je zatím pro BPS nepřekonanou energetickou rostlinou. Pomocí kukuřičné siláže jsou získávány nejvyšší výtěžky bioplynu v přepočtu na 1 ha plochy. Tyto výtěžky představují až 9 000 m³ bioplynu a až 27 000 kWh. Snahou šlechtitelů je vyšlechtit hybridy kukuřice vhodné pro přípravu energetické siláže. Tyto hybridy by měly dosáhnout špičkových výnosů hmoty, s nižším obsahem škrobu a vyšším obsahem celulózy a hemicelulózy. Škrob obsahuje pouze 45 % sušiny uhlíku, celulóza obsahuje 53 % uhlíku. Hybridy šlechtěné pro energetickou siláž by měly být též odolné proti suchu a chladu. Dále je používána siláž z obilí (např. žito) tzv. GPS. Také travní senáž slouží jako zdroj pro BPS. Používání senáže však vyžaduje trochu jiný technologický postup. Nutné je zajistit dobré promíchávání ve fermentorech (Váňa, Ust'ak, 2010).

Dlouhodobé zajištění dostatečného množství kvalitních vstupních surovin je klíčové pro životaschopnost zařízení. Ideální je stav, kdy zemědělec je i současně provozovatelem stanice a je schopen zajistit celé nebo většinu množství vstupních surovin z vlastních zdrojů. Pokud je provozovatel závislý na externích zdrojích, je nutné mít s dodavateli tyto dodávky podchyceny i smluvně (Desatero bioplynových stanic).

Na čem produkce bioplynu závisí?

Produkce bioplynu z jednotlivých druhů vstupních surovin se výrazně liší. Měrná produkce bioplynu se často udává právě na sušinu, nebo je vztažena k určité průměrné sušině. Výtěžnost bioplynu závisí jednak na vlastnostech a kvalitě vstupního materiálu, jednak musí být vyhodnocena podle konkrétních podmínek (např. způsob provozu zařízení, výše a stabilita teploty ve fermentoru, doba zdržení). Z tohoto důvodu dochází i u stejných substrátů ke značným rozptylům hodnot ve výtěžnosti bioplynu (Jelínek – Bioplyn).

Graf č. 4: Teoretická výtěžnost bioplynu v m³/t sušiny substrátu (Jelínek – Bioplyn)



5.1.4 Zvyšování efektivity fermentace

Snahou každého provozovatele BPS je plné využití kapacitních možností stanice a dosažení co nejvyšší výtěžnosti energie. Lze toho dosáhnout:

- Zvýšením výkonnosti bioplynové stanice optimálním využitím stávající technologie.
- Zlepšením využití daného substrátu – zvýšit výtěžnost bioplynu (Dohányos, 2008).

Zvýšení výkonnosti BPS

Zvýšit výkonnost BPS lze především optimalizací provozu stanice. To znamená zabezpečit optimální podmínky pro využití stávajících technologických komponent bioplynové stanice a optimalizovat podmínky procesu vhodným dávkováním substrátu, dostatečným mícháním reaktorů, dodržováním technologických parametrů tj. zabezpečit konstantní teploty, správné zatížení a dobu zdržení apod. (Maroušek, 2010).

Důležitá je také identifikace příčiny problémů provozu bioplynové stanice, což může být například vysoká koncentrace sulfidů nebo amoniaku.

Další možností zvýšení výkonnosti bioplynové stanice je volba skladby substrátu ve prospěch lépe rozložitelných substrátů s vyšší výtěžností bioplynu nebo s nižším obsahem organického dusíku (Dohányos, 2008).

Zvýšení výtěžnosti bioplynu

Zvýšit výtěžnost metanu lze dosáhnout vhodnou úpravou suroviny. Zmenšením velikosti částic mechanickou, či jinou dezintegrací dochází k podstatnému zvětšení povrchu. U BPS znamená dezintegrace pletiv fytohmoty zpřístupnění hydrolyzujícím enzymům a prokazatelně vede přímo ke zvýšení produkce bioplynu (Maroušek, 2010). Junling a kol. studovali vliv velikosti částic na výtěžnost bioplynu. Zjistili, že výtěžnost bioplynu roste se zmenšující se velikostí částic biomasy (Krátký, 2013). Dezintegrace substrátu také umožňuje zpracovat suroviny, které by jinak byly pro BPS obtížně zpracovatelné, například slámu, kukuřičná stébla, staré a dlouhé senáže (Ryšavá, 2013).

Metody předúpravy rostlinných materiálů:

- Mechanické metody

Jsou to různé způsoby dezintegrace tuhých složek substrátu jako je mletí, drcení apod. Zmenšením velikosti částic dochází ke zvětšení celkového povrchu a ke zlepšení přístupnosti organických látek v substrátu enzymatickému rozkladu.

- Chemické metody

Mezi chemické metody patří například působení alkálií, kyselin, nebo oxidačních činidel (např. ozon). To způsobuje destrukci složitých organických látek – hydrolýzu. Přídavkem chemikálií (např. H_2SO_4) se ale do systému mohou vnášet nežádoucí složky (síra).

- Fyzikální metody

Patří mezi ně například termická hydrolýza, ionizující záření, působení ultrazvuku. Dochází k destrukci složitých organických látek.

- Termická předprava

Ta je požadovaná u některých materiálů legislativou. Může to být buď pasterizace při 70 °C nebo hygienizace při 130 °C podle druhu suroviny, obě metody vedle hygienizačního efektu fungují jako termická hydrolýza a zvyšují výtěžnost bioplynu.

- Biotechnologické metody

Enzymová nebo mikrobiální předúprava s použitím čistých komerčně vyráběných enzymů např. celuláz, přímé použití mikroorganismů s vysokou celulázovou aktivitou – bachorové kultury, anaerobní houby (Tmavský, 2013).

Všechny tyto technologie jsou ekonomicky a technicky náročné, u BPS se v provozním měřítku zatím moc nepoužívají. Většinou vyžadují vnos chemikálií a energie a v případě chemických nebo i termických metod předúpravy se často tvoří látky s toxickými účinky na anaerobní biomasu.

Kromě mechanické dezintegrace a termické hydrolýzy, které se již v provozu sporadicky používají, jsou nejnadějnější biotechnologické metody zvýšení rozložitelnosti. Používání čistých enzymů (celuláz) je již komerční záležitostí, avšak je zde ještě mnoho nedořešených problémů. Výrobky různých producentů reagují různým způsobem, neexistuje jednoznačná metodika jejich aplikace, která by zaručovala výrobcem deklarované výkonnosti. Zatím nejsou prozkoumány závislosti funkce enzymových přípravků různých výrobců na změny technologických podmínek anaerobní fermentace. Negativním faktorem je také vysoká cena enzymových přípravků a nutnost pravidelného dávkování do reaktoru (Zábranská, 2010).

5.1.5 Využití odpadního tepla

V mnoha případech bývá teplo vyráběné v kogeneračních jednotkách využito pouze částečně a zbytek je neefektivně mařen. Tato neefektivita představuje jeden z hlavních nedostatků v současném energetickém využití bioplynu. Odpadní teplo může být a také je nejčastěji využíváno k vytápění, dále pro doplňkovou produkci elektrické energie, chlazení a sušení (Rutz a kol., 2012).

- Vytápění budov
- Ohřev užitkové vody
- Sušení dřeva, pilin, obilí, osiva, ...
- Sušení pevného odpadu z BPS (digestát)
- Vytápění skleníků (Šafařík, 2012)

Energetický regulační úřad (ERÚ) stanovil podmínku využití tepla:

„U bioplynových stanic kategorie AF1 uvedených do provozu po 1. lednu 2012 včetně je podmínkou pro poskytnutí podpory výroba a efektivní využití vyrobené tepelné energie minimálně v úrovni 10 % vůči vyrobené elektřině v daném roce, s výjimkou elektřiny pro technologickou vlastní spotřebu elektřiny a tepla.

Vytápění

Přímé využití tepla patří mezi nejefektivnější způsoby udržitelného využívání odpadního tepla. Obvykle se tak nahrazují fosilní paliva a tím dochází ke snížení emisí skleníkových plynů. Nejjednodušší cestu pro využití tepla reprezentuje např. vyhřívání budov a ohřev vody, speciálně pokud se jedná o stanici zemědělskou. Další úvahy vyžadují dobře sestavený tepelný koncept. Produkované teplo ze středně velké zemědělské bioplynové stanice je často mnohem vyšší, než je potřeba. Stanice mohou zároveň být příliš daleko od dalších budov, tudíž přímé vyhřívání není možné a je třeba zvážit jiné možnosti využití (Rutz a kol., 2012).

Pro návrh topných systémů musíme znát:

- Celkovou spotřebu tepla
- Roční spotřebu tepla
- Spotřebu tepla ve špičce
- Sezónní rozdíly ve spotřebě tepla

Dálkové vytápění

Přímé užití v systémech dálkového vytápění představuje nejjednodušší cestu zhodnocení odpadního tepla. Rozsah takových systémů může být od malých, které vytápí jen několik domácností, až po větší systémy. Ve větších systémech je možné propojit několik tepelných zdrojů.

Přestože jsou moderní systémy dálkového vytápění velmi efektivní, tepelným ztrátám se přesto neubráníme. Naší snahou je, aby tyto ztráty byly co nejnižší (Rutz a kol., 2012).

Nejčastější spotřebitelé odpadního tepla z BPS

Samozřejmostí je, že část tepla je spotřebovaná samotnou bioplynovou stanicí, například k vytápění fermentoru. Dále může být teplo, pokud se jedná o zemědělskou bioplynovou stanicí, používáno k vytápění (např. stájí, dojírny, kanceláří), nebo pokud nejsou v blízkém okolí žádné budovy, další možností je vybudování sušárny (dřeva, obilí, ...).

Typickými spotřebiteli odpadního tepla z bioplynové stanice jsou průmyslové a komerční subjekty, veřejné subjekty a soukromí spotřebitelé. Vysokou a trvalou spotřebu tepla mají například rekreační střediska, lázně, plavecké bazény, masny.

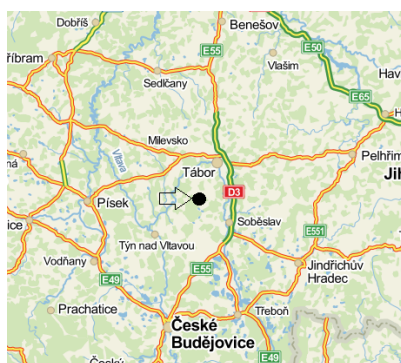
Instalace systémů dálkového vytápění na odpadní teplo z bioplynové stanice je spojena se značnými náklady. Čím větší je vzdálenost mezi stanicí a spotřebitelem, tím jsou náklady vyšší (Rutz a kol., 2012).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6. Bioplynová stanice Obora

Obec Obora ležící v nadmořské výšce 420 až 440 m se nachází v okrese Tábor (Jihočeský kraj) a je přílehlou částí městyse Malšice. Obora je malou vesnicí se 116 obyvateli.

Obrázek č. 4: Mapy.cz



Obrázek č. 5: Letecký snímek obce Obora (Mapy.cz)



1) Bioplynová stanice, 2) Farma, 3) Areál bývalého zemědělského družstva;

6.1 Popis stavby BPS Obora

Pro přehlednost jsem zpracovala základní údaje o BPS Obora do následující tabulky:

Tabulka č. 5: Údaje o BPS Obora

Adresa	Jihočeský kraj, okres Tábor obec Obora
Zahájení zemních prací	listopad 2007
Dosažení plného výkonu	květen 2008
Druh BPS	zemědělská
Instalovaný elektrický výkon	500 kW
Instalovaný tepelný výkon	464 kW
Generální dodavatel	agriKomp Bohemia s.r.o.
Instalovaná technologie	2 x 250 kW KJ Schnell 1 x fermentor 1x dofermentor 1 x skladovací jímka

Stavba bioplynové stanice v Oboře se skládá z několika hlavních částí: ze skladovacích prostor vstupní biomasy, fermentoru, dofermentorů a skladovací jímky s integrovanými zásobníky bioplynu a výrobní elektrické energie (strojovny s kogeneračními jednotkami).

Skladovací prostory: fermentor, dofermentor a skladovací jímka jsou železobetonové nádrže kruhového půdorysu, částečně zapuštěné do terénu. Uprostřed nádrží je betonový podpěrný pilíř s hřibovou hlavicí, výška pilíře je asi o 20 cm vyšší, než stěna nádrže. Strop nádrží je tvořen konstrukcí složenou z dřevěných trámů a z dřevěného deskového záklopu. Nad dřevěnou konstrukcí je umístěna a po obvodu utěsněna gumotextilní elastická membrána Biolene. Tato konstrukce rozděluje nádrž na dvě části. Ve spodní části probíhá fermentace, v horní části je vznikající bioplyn jímán a připevněnou membránu vydouvá do kopulovitěho tvaru. Membrána je připevněna a utěsněna v drážce v horním okraji betonové stěny nádrže. V upevňovací

drážce tvaru mírně sevřeného U se nachází natlakovaná hadice s ventilem. Konstantní tlak v hadici zajišťuje kompresor s varovným systémem pro případ poklesu tlaku. Toto zařízení upevňující membránu Biolene se nazývá Bioclip. Na horní hraně každé nádrže je přetlaková a podtlaková pojistka Bioguard, která jistí nádrž a membránu před poškozením nedovolenými hodnotami tlaku.

Pevné suroviny vstupují do fermentoru prostřednictvím zařízení Wielfrass, což je šnekový dávkovač s posuvným štítem, který jeho obsah rovnoměrně dávkuje podle nastavených hodnot. Nastavením se reguluje množství vzniklého bioplynu dle potřeby kogenerační jednotky. Kapalné suroviny vstupují do fermentoru vstupní jímkou prostřednictvím čerpadla, nastavitelného podobně jako Wielfrass.

Míchání substrátu ve fermentoru a dofermentoru zajišťují dvě pomaloběžná pádlová míchací zařízení Paddelgigant. U skladovací jímky již není takovéto robustní míchací zařízení, ale pouze dvě ponorná vrtulová míchadla. Vytápění nádrží zajišťuje trubkový had napájený teplovodním systémem napojeným na chladicí okruh kogeneračních jednotek. Mezi fermentorem a dofermentorem se nachází spojovací šachta, ve které jsou umístěna čerpadla určená k přečerpávání a recirkulaci objemu fermentátu mezi fermentorem, dofermentorem a skladovací jímkou. Dále se ve spojovací šachtě nachází rozvaděč pro teplovodní vytápění a různé senzory.

V nejnižším místě potrubního plynového propojení mezi plynojemy a kogenerační místností se nachází kondenzační šachta, která slouží k odvodnění plynu a odčerpání kondenzátu do sběrné jímky.

Nádrže jsou opatřeny nouzovou výpustí zajištěnou šoupátkem a záslepkou. Možnost vizuální kontroly procesu umožňují okénka ve stěně nádrží.

Tabulka č. 6: Rozměry nádrží

Nádrž	Průměr (m)	Objem brutto (m ³)	Objem netto (m ³)	Výška (m)
Fermentor	18	1 520	1 290	6
Dofermentor	20	1 880	1 600	6
Sklad. jímka	24	2 710	2 530	6

Obrázek č. 6: Fermentor, dofermentor, skladovací jímka a vstupní jímka (Zdroj: autor)



Obrázek č. 7: Wielfrass a míchadlo Paddelgigant (Zdroj: autor)

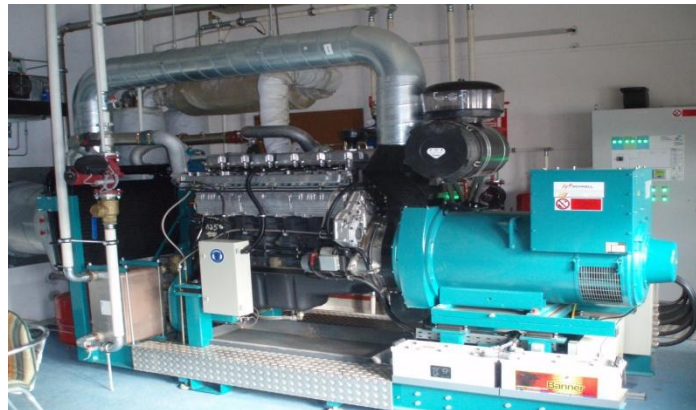


6.2 Přeměna bioplynu na elektrickou energii a teplo

Vzniklý bioplyn se z integrovaných plynojemů, opatřených membránou Biolene, dopravuje do kogenerační místnosti přes úpravnu plynu, kde probíhá chlazení, sušení a odsíření aktivním uhlím. Dále prochází přes plynové dmychadlo (zde se plyn stlačuje na tlak požadovaný motorem). Následuje směšovací Venturiho trubice, kde se plyn mísí se vzduchem ze sání motoru, dále následuje stlačení turbem a opět následuje chlazení před vstupem do motoru, kde plyn předá energii ve spalovacím motoru, ke kterému je připojen generátor. Vzniklý proud o napětí 380 V je v trafostanici transformován na 22 000 V.

Dále bloky motoru a výměníky spalin ohřívají vodu, která je využívána k vytápění několika objektů na farmě, jezera, skleníku a několika rodinných domů v Oboře.

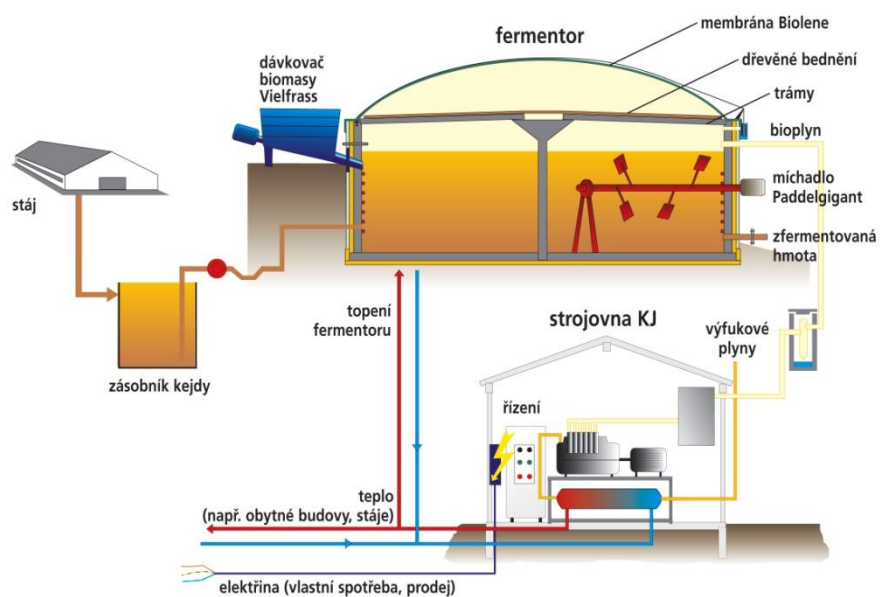
Obrázek č. 8: Kogenerační jednotka (Zdroj: autor)



Srdcem bioplynové stanice jsou dvě kogenerační jednotky o elektrickém výkonu 2x 250 kW a o tepelném výkonu 2x 232 kW. Technický popis kogeneračních jednotek: ES 2507 s motorgenerátorem H.J. SCHNELL, s motorem SCHNELL – SCANIA se synchronním generátorem STAMFORD HCI 434 F2.

Obrázek č. 9: Schéma bioplynové stanice firmy agriKomp Bohemia s.r.o.

Funkční schéma našich BPS



6.3 Biologický dozor

Dvakrát do měsíce se odebírají vzorky fermentátu z fermentoru, zamražené vzorky dále putují do Střelice u Brna, kde firma agriKomp Bohemia s.r.o. provádí v laboratorních rozborů vzorku. Výsledky posílá emailem. V každém rozboru se sleduje obsah nižších mastných kyselin (FOS) v suspenzi a alkalická pufrací kapacita suspenze (TAC). Dále poměr FOS/TAC, pH, obsah sušiny (TS), organické sušiny (oTS), amoniakální dusík ($\text{NH}_4 - \text{N}$) a elektrická vodivost. Viz ukázka výsledků rozboru:

Tabulka č. 7: Biologický dozor (Zdroj: agriKomp Bohemia)

Tabulka naměřených hodnot 16.12.2013

Parametr	Hodnota	Jednotka	Optimální hodnota	Hodnocení
pH	7,8		7,2 - 8,0	optimální
FOS	4 540	mg/l	< 5 000 mg/l	optimální
TAC	11 840	mg/l	> 10 000 mg/l	optimální
FOS/TAC	0,38		< 0,4	optimální
Kyselina octová	1 164	mg/l	< 3 000 mg/l	optimální
Kyselina propionová	75	mg/l	< 1/2 kyseliny octové; < 800 mg/l	optimální
Kyselina másečná	143	mg/l	< 500 mg/l	optimální
Kyselina valerová	< 30	mg/l	< 500 mg/l	optimální
TS	8,5	% ČM	5,0 - 10,5	optimální
oTS	6,4	% ČM	< 10,5	optimální
% oTS	75,1	%	> 60 %	optimální
$\text{NH}_4\text{-N}$	1 370	mg/l	1 500 - 3 000 mg/l	nizký
Elektrická vodivost	16,3	mS/cm	10 - 40 mS/cm	optimální

Posouzení naměřených hodnot

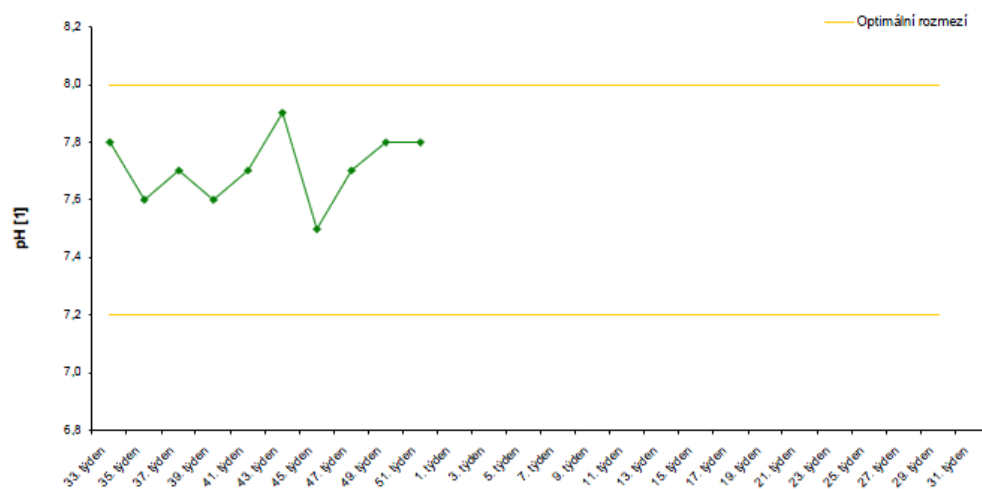
Ve fermentoru F1 je pH v pořádku. Hodnota sumy organických kyselin (FOS) se zvýšila, je v pořádku. Stabilita procesu (TAC) se nachází v optimu. Poměr FOS/TAC je v pořádku. Celková a organická sušina je v pořádku. Koncentrace nižších mastných kyselin jsou v pořádku. Amoniakální dusík je stále nízký. EL. vodivost je v pořádku.

Doporučení

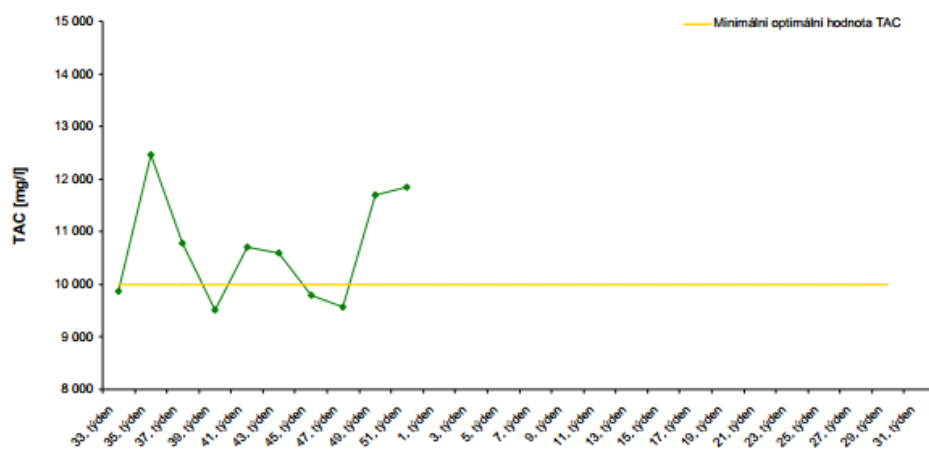
Vzhledem k nízké hodnotě amoniakálního dusíku doporučujeme přidat 1t močoviny do fermentoru, dávku rozdělte do dvou dnů, tj. 0,5t a 0,5t. Dále doporučujeme přidat více hnoje či kejdy do fermentoru, případně přepustit cca 30m³ digestátu ze skladovací jímky do fermentoru.

Vyvarujte se náhlých změn v dávkování rostlinných substrátů. Pozorujte spotřebu bioplynu na kogeneračních jednotkách. V případě výrazného nárůstu spotřeby bioplynu na kogeneracích se na nás obraťte.

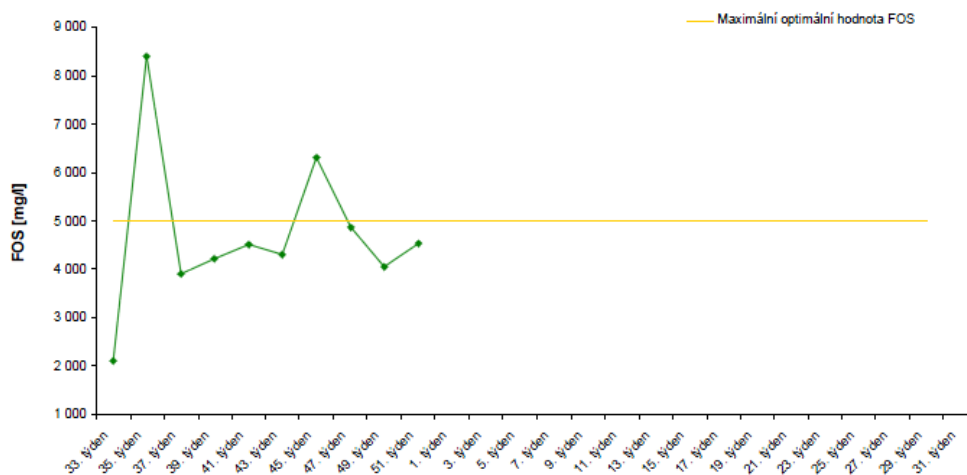
Graf č. 5: Biologický dozor – pH (Zdroj: agriKomp Bohemia)



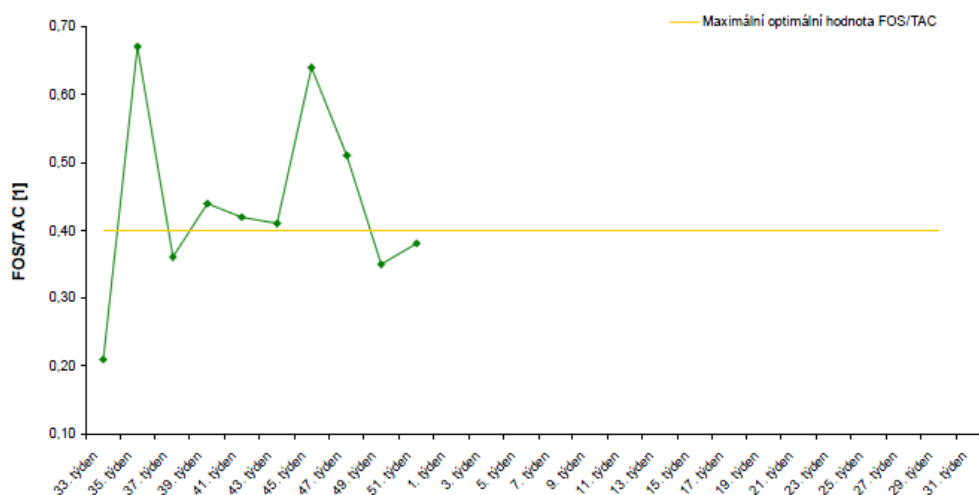
Graf č. 6: Biologický dozor – Pufrační kapacita TAC (Zdroj: agriKomp Bohemia)



Graf č. 7: Biologický dozor – Suma organických kyselin FOS (Zdroj: agriKomp Bohemia)



Graf č. 8: Biologický dozor – Poměr sumy org. kyselin a pufrací kapacity FOS/TAC (Zdroj: agriKomp Bohemia)



6.4 Vstupní suroviny

Denní dávka do BPS je tvořena následující skladbou vstupních surovin:

Tabulka č. 8: Denní dávka vstupních surovin

Vstupní surovina	Denní dávka (t)
Hněj	2
Kejda	5
Kukuřičná siláž	18
Travní senáž	3
Zbytky rostlinných pletiv	0,2

Hlavní vstupní surovinou je kukuřičná siláž. V roce 2014 je zaseto 265 ha kukuřice. Osivo je dodáváno firmou Saaten-Union CZ s.r.o.

Tabulka č. 9: Hybridy kukuřice (Saaten-Union, 2012)

Hybrid	Výsevní jednotka	FAO	Poznámka
SURIGA	55	190	Velmi raný hybrid.
SULANO	45	210	Velmi vzrůstný hybrid, speciálně vyšlechtěn pro bioplyn.
SYSTÉM	80	240	Vhodný pro stresové lokality, střední až nižší intenzita pěstování, omezeně vhodný i na bioplyn.
SUDOR	20	240	Vysoký obsah škrobu, vysoká stres tolerance.
SUMARIS	70	280	Vysoké rostliny s erektivně postavenými listy, silné palice, výborný výnos silážní hmoty, vhodný na výrobu bioplynu.

V roce 2012 a 2013 způsobily kroupy obrovské škody, které mají negativní vliv na provoz bioplynové stanice. Kroupy napáchaly škody nejenom na polích, ale i na budovách, kde poničily okna, nové omítky a střechy, skleníky atd. V roce 2012, jak je vidět na obrázku, kukuřice dopadla mnohem lépe, než v roce 2013.

Obrázek č. 10: Kukuřice po kroupách v roce 2012 a 2013 (Zdroj: autor)



Proto je nutné vytvářet si rezervy. I když v roce 2012 kroupy poničily úrodu kukuřice a byl tedy nižší výnos, zbyla ještě rezerva do dalšího roku, která byla opravdu potřeba. Přesto bylo nutné chybějící kukuřici dokoupit nejen „na poli“ (od jiného zemědělce a zajistit si vlastní sklizeň), ale také kukuřičnou siláž. Ceny kukuřičné siláže se nyní pohybují kolem 1 500 Kč za tunu. Dále bylo nutné nahradit chybějící kukuřičnou siláž zasetím žita na GPS v množství 80 ha. Další novou vstupní surovinou pro BPS bude od letošního roku energetická travina Hirschgras. Prozatím bylo zaseto zkušebních 6 ha. Hlavním důvodem pěstovat tuto travinu je zamezit na polích vodní erozi.

Energetická travina Hirschgras

Travina Hirschgras, pocházející z Maďarska, byla vyvinuta jako plodina určená k nahrazení kukuřičné siláže pro využití v bioplynových stanicích. Není určena jako krmivo pro hospodářská zvířata. Původem vychází ze zimní pšenice.

- Pěstování z osiva, dvoujaderná
- Mrazuvzdorná, suchomilná trvalka – min. 5 let
- Roste do výšky až 2,5 metru
- Vytváří trsy

- Kořenový systém do hloubky až 3 metrů

Doporučená doba setí je přelom března a dubna, s první sklizní v září. Setí je také možno provádět na podzim, na přelomu září a října, s první sklizní v červnu. Od druhého roku sklizeň provádíme ve dvou sečích. První seč v polovině června při výšce traviny 1,7 m (výťažnost je prokázána na 40 t/ha). Druhá seč probíhá na konci září při výšce rostliny 1,2 m (s prokazatelným výnosem 20 t/ha). Pokud neproběhne seč, travina dorůstá do výšky až 2,5 m. Průměrný dosahovaný výnos je 60 t/ha (Prospekt, Energetická travina Hirschgras).

Obrázek č. 11: Energetická travina Hirschgras (Prospekt, Energetická travina Hirschgras)



6.5 Zpracování a využití digestátu

Bioplynová stanice Obora používá digestát pouze za účelem hnojení zemědělské půdy. Na rozdíl od průmyslových hnojiv je jeho aplikace omezena klimatickými podmínkami, tzn. újezdností na polích. Digestát je aplikován cisternou KIRCHNER T 18 000 (o objemu 18 600 l) s hadicovým aplikátorem (o rozpětí ramen 18 m), na který navazuje i řešení kolejových řádků i u ostatních strojů (postřikovač s dělenými rameny o záběru 18/24 m a rozmetadlo průmyslových hnojiv o záběru 36 m).

Nejčastější aplikace digestátu probíhají na jaře od 1. března na ozimé řepky a ozimé obiloviny, v případě podmáčení pozemků na louky. Takto je digestát aplikován zhruba do pol. května, kdy již výška porostů nedovolí další aplikaci. V této době se však otevírá možnost další aplikace digestátu po sklizni GPS žita do orby nebo do podmítky před setím kukuřice. Od června do pol. července je aplikace digestátu omezena s výjimkou malých ploch po sklizených travních sečích. Dále následuje

aplikace digestátu po sklizni řepky a obilovin před podmítáním, poté po sklizni kukuřice před seťovou orbou. Poslední využití je možné na list ozimé řepky a obilovin do 15. listopadu.

Hnojení digestátem představuje velkou úsporu oproti hnojení průmyslovými hnojivy. Aplikace digestátu je náročnější a nákladnější oproti průmyslovým hnojivům.

Obrázek č. 12: Řepka hnojená digestátem vs. nehnojená – aplikace 20. září, foceno v pol. října (Zdroj: autor)



Obrázek č. 13: Aplikace digestátu na poli (Zdroj: autor)



6.6 Využití odpadního tepla

Dle mého názoru je využití tepla základní předpoklad pro smysluplné využití bioplynové stanice. Proto má BPS v Oboře vybudovaný teplovod, který byl vystaven ve dvou etapách. První větev teplovodu vytápí fermentor, dofermentor, skladovací jímku a jezero o objemu 750 m³. Fermentory musí být vytápěny na teplotu minimálně 40 °C při mezofilní fermentaci a na teplotu 47 °C při termofilní fermentaci. Bioplynová stanice Obora využívá v letním období mezofilní fermentaci, při které probíhá reakce pomaleji, ale do bioplynu se uvolňuje při vysokých letních teplotách plynojemu méně čpavku. V zimě se toto nestává, proto je lepší teplotu fermentace zvýšit a tím ji urychlit. Má to totiž vliv na lepší přečerpávání fermentátu (neucpávají se čerpadla). Jezero využívá bioplynová stanice v letních měsících k maření tepla, které nemá takové využití jako v zimě. Je to totiž ekonomicky výhodnější. Mařiče tepla potřebují ke svému provozu ventilátory o příkonu 6 kWh. V jezeru je pouze 1,4 km hadic o průměru 25 mm a teplo se předává samo. Pro lepší funkci jsou v jezeru vysazovány každé jaro ryby (Tilapie nilská – Okounovec). Tyto ryby jsou schopny přežít teplotu kolem 40 °C. Mají schopnost si přídýchat na hladině vzduch a tím přežijí v teplé vodě chudé na kyslík. Navíc na jaře stačí vysadit pár malých Tilapií (přezimujících ve skleníku), které se do podzimu hojně rozmnoží. Ryby svou činností čeří vodu v okolí teplovodních kolektorů, okusují řasu a tím zlepšují přenos tepla z kolektorů do jezera. Další větev teplovodu byla připojena ihned v roce 2008. Vytápí celkem 7 staveb (kravín, rodinné domy sousedů a majitele BPS).

V roce 2010 byl vybudován v blízkosti strojovny s kogeneračními jednotkami skleník. Má rozměry 18 x 13 m (234 m²) a je vytápěn tzv. záhonovým vytápěním, cca 700 m hadic PE o průměru 25 mm je položeno v záhonech a chodnicích, aby skleník v zimě nepromrzal odspoda. Prostorové vytápění skleníku je vyřešeno venkovním teplovzdušným vedením čtvercového průřezu 1 000 x 1 000 mm s klapkovou regulací od kogeneračních jednotek. Ve skleníku se pěstuje ovoce, zelenina, bylinky, květiny, kaktusy atd.

Obrázek č. 14: Teplovod (Zdroj: autor)



Obrázek č. 15: Jezero (Zdroj: autor)



Obrázek č. 16: Skleník uvnitř (Zdroj: autor)



Obrázek č. 17: Teplovzdušné vedení do skleníku (Zdroj: autor)



Obrázek č. 18: Skleník (Zdroj: autor)



V roce 2012 po 1,5 letém projekčním, územním a stavebním řízení byla vybudována hlavní větev, na kterou je napojeno 11 objektů. Rodinné domy občanů Obory a budovy v zemědělském areálu majitele BPS.

Technické parametry teplovodu

Předizol hlavního páteřního vedení (2x DN 75 mm) – 2x 400 m

Boční větve (duo DN 32 mm) – 500 m

Předávací stanice – deskové výměníky Reflex Winkelmann RHC (40/40 kW)

Hlavní čerpadlo GRUNDFOS Magna F

Čerpadla předávacích stanic GRUNDFOS UPS 2540

Měřiče tepla hlavní – ultrazvukový

Měřiče tepla předávacích stanic – elektromechanický

Na trati teplovodu je vybudováno celkem 5 podzemních rozbočovacích šachet s odvzdušňovací armaturou a škrťícími regulačními ventily TOP BALL, kterými se reguluje průtok média do jednotlivých větví. Pod silnicí (č. 1 377) prochází teplovod v chrániče (DN 500 mm) z PE materiálu, která byla pod silnicí zavedena řízeným vrtem. Spolu s teplovodem vede do objektu zemědělského areálu i kabel CYKY (5 x 10), pro lokální spotřebu elektrické energie.

Výměňíkové stanice v rodinných domech občanů Obory jsou vybaveny uzavíracími armaturami, regulačními ventily TOP BALL, měřiči tepla s mechanickými průtokoměry a s elektronickým vyhodnocením, filtrem a vlastními výměňíky (40/40 kW).

Obrázek č. 19: Výměňíková stanice v rodinném domě (Zdroj: autor)



Zhodnocení teplovodu

Teplovod (hlavní větev) po kolaudaci v únoru 2013 má za sebou (včetně zkušebního provozu) dvě zimní období. Majitel i lidé z vesnice, kteří jsou na teplovod připojeni, jsou velice spokojeni s jeho funkcí. Využitím tepla se bioplynová stanice dostala na úplně jinou úroveň ve smyslu obnovitelného zdroje. Roční úsporu odhaduji na 100 tun hnědého uhlí, které nemusí nikdo vytěžit, přeskládat a přivést do jednotlivých domů a objektů. Navíc po zkušenostech ze dvou topných sezón je využití tepla v nejstudenějších měsících na úrovni 38 %, což dává předpoklad do budoucna teplovod rozšířit.

6.7 Ekonomická efektivita

Těžko se mi o tomto tématu bude psát, protože špatně se počítá s čísly, které se neustále mění a nejsou stabilní. Mám tím na mysli nejenom zemědělství, kde dle mého názoru bioplynové stanice musejí být jeho součástí, ale hlavně podnikatelské prostředí našeho státu. Před 7 lety, když se začalo s plánováním výstavby této poměrně velké investice, vycházelo se z diametrálně jiné situace. Byla zde jasná objednávka státu a společnosti po výstavbě obnovitelných zdrojů energie. Ze všech stran se podporovala jakákoliv aktivita tohoto typu. Na investora tedy zbývalo vzít tužku a papír a počítat s měnícími se čísly cen vstupních surovin. Pro zkušeného zemědělce však toto není nepřekonatelná překážka. Ostatní nákladové položky se dají odhadnout a při garantované ceně elektřiny na 20 let to byl poměrně jednoduchý úkol. I výsledky hovořily jednoznačně – začít stavět. Po 7 letech provozování bioplynové stanice je situace jiná. Veřejné mínění se zcela otočilo proti OZE. Proč také ne? Media ochotně „vypustí“ vše, co se jen mihne kolem fotovoltaických panelů, které opravdu nesmyslně náš stát dovolil stavět i na orné půdě. Pomalu tedy začaly splývat všechny OZE od fotovoltaických elektráren přes větrné, vodní a bioplynové. Dle novinářů je veškerá tato výroba podezřelá a provozovatelé jsou „nekalé živly“. Co na tom, že většina z nich vůbec nerozumí ani fakturu za spotřebovanou elektřinu třeba ve své domácnosti. Kdyby jí totiž rozuměli, nikdy by nemohli takto psát. Provozovatelé díky této kampani musejí stále více investovat a vylepšovat technologie bioplynových stanic a výroby vstupních surovin, což je ale na druhou stranu dobře, protože se tím zvyšuje efektivita využití zdrojů v BPS.

Další podstatnou změnou bylo zrušení pětiletých daňových prázdnin v roce 2010. Tento obrovský a nečekaný zásah podlomil ekonomiku mnoha výroben. Vždyť 15ti % u fyzických osob a 19ti % daň z příjmu je v mnoha podnicích za hranou možné existence. Zvláště přijde-li to nečekaně. O srážkové dani 26 % u fotovoltaických elektráren ani nemluvě.

Změna, která se teprve chystá a jejíž návrhy se již rok předávají po úřadech jako horký brambor, může být pro mnoho výroben OZE poslední. Jde o návrh, který má uložit výrobcům zelené energie, v případě zaplacení jejich investice, snížení či úplné zrušení zelených bonusů. Tyto výše zmíněné neznámé ve výpočtech ekonomické návratnosti OZE před sedmi lety nikdo nečekal. Nestabilní ekonomické prostředí v

České republice je pro plánování výstavby či výroby i již fungujících výroben OZE nejhůře odhadnutelná proměnná. Výše uvedená situace však zapříčinila, že budoucí efektivitu BPS již nikdo počítat nemusí. Snad jen cca 487 fungujících stanic. V národním akčním plánu ČR se již s výstavbou nových bioplynových zdrojů nepočítá. Proto je velmi důležité již u současně fungujících BPS začít s masivní „vysvětlovací kampaní“ pro veřejnost. Výsledkem této snahy by mělo být pochopení široké veřejnosti mnoha souvislostí výroby a distribuce elektřiny. Bez pochopení stavu věci hrozí většině OZE v České republice špatný konec.

6.8 Ekonomika BPS Obora

Tabulka č. 10: Investiční náročnost výstavby BPS Obora

Kompletní výstavba včetně vybudování silážní jámy	36 000 000 Kč
Dotace (Program rozvoje venkova)	8 100 000 Kč
Investiční náročnost na 1 instalovanou kW	72 000 Kč
Investiční náročnost na 1 instalovanou kW po odečtení dotace	55 000 Kč

Tabulka č. 11: Zdroje financování výstavby BPS

1. úvěr	20 000 000 Kč
2. úvěr	12 000 000 Kč
Vlastní zdroje	4 000 000 Kč
Dotace	8 100 000 Kč
Úrok z úvěru činí 4,3 %	

Tabulka č. 12: Výkupní cena elektřiny (Kč/MWh)

Výkupní cena	Rok 2013	Rok 2014
Silová elektřina	1 150	960
Zelený bonus	3 060	3 270
Příplatek za decentralní výrobu	14	13
KVET	45	45

Provozní hodiny kogeneračních jednotek (KJ 2x 250 kW):

Rok 2012

KJ 1: 8 605 hod

KJ 2: 8 690 hod

Rok 2013

KJ 1: 8 636 hod

KJ 2: 8 716 hod

Množství vyrobené elektřiny v roce 2013

Tabulka č. 13: Údaje o výrobě elektřiny v roce 2013

Svorková výroba elektřiny (hodnota celkové výroby)	4 296,408 MWh
Technologická vlastní spotřeba elektřiny	157,696 MWh
Lokální spotřeba elektřiny	117,075 MWh
Elektřina dodávána do sítě	4 021,637 MWh

Celkové výnosy z prodeje elektřiny

Celkové výnosy z prodeje elektřiny pro rok 2013 činily 18 160 146,75 Kč.

Celkové náklady

Tabulka č. 14: Náklady v roce 2013

Provozní náklady		Kč/rok
Mzdové náklady		400 000
Režijní náklady		1 100 000
Biologický a technologický dozor		150 000
Servisní náklady		1 000 000
Manipulační náklady		1 600 000
Generální opravy		800 000
Ostatní náklady		150 000
Náklady na vstupní suroviny, digestát		Kč/rok
Kukuřičná siláž	6 570 t/rok	3 942 000
Travní senáž	1 095 t/rok	547 500
Zbytky rostl. pletiv	70 t/rok	pouze manipulace
Kejda	1 825 t/rok	pouze manipulace
Hnůj	730 t/rok	pouze manipulace
Digestát	10 000 t/rok	pouze manipulace
Odpisy – způsob odpisu: zrychlený		Kč/rok
Budovy BPS – 4. odpis. sk.		875 360
Technologie BPS – 3. odpis. sk		2 583 571
Úvěr		Kč/rok
Splátky úvěru		3 300 000
Úroky z úvěru		516 000
Celkem		16 964 431 Kč

Digestát

Digestát představuje úsporu průmyslových hnojiv v hodnotě cca 500 000 Kč/rok. Aplikace digestátu je však nákladnější, je prováděna pomocí traktoru John Deer 8330 a cisterny Kirchner, je vyčíslena na přibližnou hodnotu 150 000 Kč/rok. Tudíž digestát představuje úsporu po odečtení aplikace cca 350 000 Kč/ročně.

7. Diskuse

Podnikání v obnovitelných zdrojích v České republice je kapitola sama pro sebe. Určitě téma pro diskusi, které se účastní celá škála lidí. Jde o podnikatele, kteří v dobré víře investovali své peníze nebo peníze z cizích zdrojů do státem garantovaných programů podpory. Dále jde o stát, jeho úředníky a samozřejmě i o veřejnost a spotřebitele. Kdesi nad všemi jsou novináři, kteří až na výjimky ničemu nerozumí.

Ale pojďme si říct několik faktů. Na začátku byl závazek Evropské unii, že do roku 2010 bude ČR vyrábět 8 % energie z obnovitelných zdrojů. To by samozřejmě nešlo bez podpory, protože vytěžit přírodou miliony let uloženou energii je samozřejmě lehčí, než ji vypěstovat na poli nebo získat ze slunce či vody a větru. Na budoucí generace se dnes nikdo nedívá. Narychlo se navrhly a schválily zákony na podporu. Mnoho podnikatelů, ať podnikajících reálně a poctivě, či těch co podnikají na akcie doručitele a přitom jsou zaměstnání v energetice, investovali do obnovitelných zdrojů. Měli státem zaručené výkupní ceny na 15 až 20 let (mimoходом dodnes se neví, jestli 15 nebo 20 let), 5leté daňové prázdny a „požehnání“ státu. Ideální podmínky. Zdroje, které to měly zaplatit, byly také stanoveny. Emisní povolenky na nákup CO₂. Takže velcí znečišťovatelé ovzduší, tzn. například uhelné elektrárny, by platily za produkci CO₂ a z těchto peněz by se platily podpory na obnovitelné zdroje. Pokud by se vše udrželo v rozumné míře, a teď mám na mysli fotovoltaické elektrárny pouze například na střechách budov, a ne na orné půdě, vše by s největší pravděpodobností fungovalo. Ale jsme v Čechách. Nejprve si výrobci energie

prosadili zrušení plateb za emisní povolenky, takže platby za obnovitelné zdroje zůstaly na konečném spotřebiteli. Dále se výstavba solárních panelů vymkla kontrole a místo malých výrobců na střeších rodinných domů vznikaly nesmyslné developerské projekty na orné půdě. Tímto vzniklo poměrně velké zatížení kWh, což vedlo k růstu ceny el. energie pro spotřebitele. Odtud to byl jen krůček k naprostému obratu veřejného mínění v této věci. Tohoto stavu také využili distributoři el. energie ke snadnému zdůvodnění přemrštěných cen za distribuci. Za zhruba 3 roky trvající antikampaně proti obnovitelným zdrojům se až na výjimky nenašel novinář, který by zveřejnil seriózní rozbor jednotlivých složek el. energie.

A výsledek? Dnes máme mnoho podnikatelů v tomto odvětví, kteří nestačí splácet tak „krásný“ podnikatelský záměr státem a jeho úředníky „posvěcené“ podnikání v obnovitelných zdrojích. Mám na mysli byznys s 26 % srážkovou daní u fotovoltaik, zrušení 5letých daňových prázdnin a neustálé šikanování předpisy, nařízeními a kontrolami. Vždyť asi bude lepší postavit jadernou elektrárnu. Nevadí, že elektřinu z ní nebudeme potřebovat. Důležité je, kdo rozhodne o dodavateli. Ten bude sedět na zlaté žíle.

8. Závěr

Investiční náklady jsou závislé na celé řadě faktorů. Odvíjí se nejen od velikosti zařízení, na instalované technologii, ale také podle toho, zda je výstavba realizována dodavatelsky nebo svépomocí a na podílu svépomocných prací. BPS Obora byla realizována částečně dodavatelsky (firmou agriKomp Bohemia s.r.o.) a částečně svépomocí. Vlastními silami se prováděly výkopové práce, dále hutnění základových desek nádrží, stavba kogenerační místnosti, mezišachty, silážní jámy atd.

Celkové investiční náklady realizace BPS činily 36 000 000 Kč. Dotace na projekt byla ve výši 22,5 % z celkové částky, tedy 8 100 000 Kč. Investiční náročnost na 1 instalovanou Kw byla 72 000 Kč, po odečtení dotace 55 000 Kč.

Celkové náklady se dají přibližně vyčíslit na 16 964 431 Kč/ročně, i když jsou velmi variabilní. Nejvyšší položku nákladů činí splátky a úroky z úvěru a dále zajištění vstupních surovin. Jak jsem již psala, nejvyšší zásah do provozu, tudíž i do ekonomiky, měly kroupy v roce 2013, které jsem do nákladů nezapočítávala, protože jejich „pohroma“ bude vyčíslena až tento rok v množství vstupních surovin, které teprve budou/byly nakoupeny.

Jedním z hlavních výstupů z BPS je vyrobená elektrická energie. V roce 2013 svorková výroba elektřiny činila 4 296,408 MWh, z toho technologická vlastní spotřeba činila 157,696 MWh, lokální spotřeba 117,075 MWh. Do sítě byla dodána elektřina v množství 4 021,637 MWh, což činí celkový výnos z prodeje el. energie 18 160 146,75 Kč.

Dalším výstupem z BPS je teplo, které je využito k vytápění objektů na farmě a rodinných domů. Teplo však zatím nebylo fakturováno. Dále nesmíme zapomenout na digestát, který je nám k dispozici v podobě kvalitního hnojiva. BPS Obora využívá digestát pouze k hnojení na polích a jiné využití digestátu není v plánu.

BPS Obora zvolila úpravu suroviny pouze „na poli“ řezačkou nebo senážním vozem. Technologie je totiž schopná dopravit a umíchat poměrně dlouhou hmotu. Do dalších fermentačních stupňů dopravují fermentát vřetenová čerpadla, která do značné míry změklo hmotu ještě více rozmělní. Dalším plusem je dlouhá doba zdržení (tří stupňová fermentace). Takže největší práci s rozmělněním fermentované hmoty je svěřována bakteriím, které tuto činnost dělají samovolně. Dle mého názoru je tento způsob úpravy suroviny nejlepší. Úprava řezačkou také není zadarmo (větší spotřeba nafty, větší otěr řezačky a menší denní výkon), ale myslím si, že to je stále lepší oproti některým technologiím (co nekvalitně míchají a mají krátkou dobu zdržení), které musejí vstupní surovinu ještě drtit, což je energeticky a technologicky náročnější.

Výstavba bioplynové stanice naštěstí neměla žádné problémy s peticemi od obyvatel obce jako mnoho jiných bioplynových stanic mnohdy má. Ani při

provozu, naopak lidé jsou spokojeni s vytápěním z BPS. Aby také ne, místo každodenního zatápění a přikládání jejich práce spočívá jen v občasné vyčištění zaneseného sítka.

Další rozvíjení a plánování BPS je směřováno k teplovodu. Snahou je teplovod rozšířit a vytápět celou obec Obora. Prozatím je využito cca 38 % tepla.

Závěrem bych chtěla říci, že stavba bioplynové stanice byla velice dobrým rozhodnutím.

9. Použitá literatura

1. **ZAJÍC, Pavel.** Využití odpadního tepla z bioplynových stanic. Bakalářská práce. České budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2012. Vedoucí bakalářské práce Jiří Diviš.
2. **ZÁBRÁNSKÁ, Jana.** Intenzifikace výroby bioplynu z rostlinných materiálů. Biom.cz. [Online] 10. říjen 2010. [Citace: 25. březen 2014.] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/intenzifikace-vyroby-bioplynu-z-rostlinnych-materialu>.
3. **VÁŇA, Jaroslav a USŤAK, Sergej.** Využití odpadů a surovin ze zemědělského provozu k výrobě bioplynu. Program rozvoje venkova. [Online] 2010. [Citace: 15. leden 2014.] http://eagri.cz/public/web/file/59655/Sbornik_prispevku.pdf. ISBN 978-80-86832-49-4.
4. **ŠVEC, Jan a NELIBOVÁ, Barbora.** Právní předpisy vztahující se k výstavbě a provozu BPS. Program rozvoje venkova. [Online] 2010. [Citace: 10. leden 2014.] http://eagri.cz/public/web/file/59655/Sbornik_prispevku.pdf. ISBN 978-80-86832-49-4.
5. **STRAKA, František a kol.** Bioplyn - příručka pro výuku a provoz bioplynových systémů, 3. zkrácené vydání. Praha : GAS s.r.o., 2010. ISBN 978-80-7328-235-6.
6. **SLEJŠKA, Antonín a VÁŇA, Jaroslav.** Anaerobní digesce, fermentace, stabilizace, vyhnívání, či zkvašování? Biom.cz. [Online] 16. červenec 2002. [Citace: 11. listopad 2013.] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/anaerobni-digesce-fermentace-stabilizace-vyhnivani-ci-zkvasovani>. ISSN 1801-2655.
7. **SCHULZ, Heinz a EDER, Barbara.** Bioplyn v praxi: teorie - projektování - stavba zařízení - příklady, 1. české vydání. Ostrava : HEL, 2004. ISBN 80-861-6721-6.
8. **RYŠAVÁ, Veronika.** Efektivní využití energie ze surovin. 27/2013, Světlá nad Sázavou: Týdeník Zemědělec, Profi Press s.r.o., 2013. ISSN 1211-3816.
9. **RUTZ, Dominik a kol.** Udržitelné využívání tepla z bioplynových stanic, příručka. Mnichov : WIP Renewable Energies, 2012.

10. **PASTOREK, Zdeňek.** Biomasa, obnovitelný zdroj energie. : FCC PUBLIC, 2004. ISBN 80-86534-06-5.
11. **PASTOREK, Zdeněk.** Bioplyn – užitečný zdroj energie nebo riskantní způsob podnikání. Biom.cz. [Online] 14. červenec 2008. [Citace: 18. březen 2014.] <http://biom.cz/cz/odborme-clanky/bioplyn-uzitecny-zdroj-energie-nebo-riskantni-zpusob-podnikani>.
12. **MICHAL, Petr.** Bioplyn - energie ze zemědělství. Biom.cz. [Online] 2005. [Citace: 20. 11 2013.] http://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/bioplyn_energie_ze_zemedelstvi.pdf.
13. **MAROUŠEK, Josef.** Současnost a výhled problematiky zemědělských bioplynových stanic v České republice. [pdf] ZD Opařany : Tréninkový modul, 2010.
14. **LOMOZÍKOVÁ, Jana.** Návrh optimalizace programu „Bioplyn rozvíjí venkov“. Diplomová práce. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, Fakulta managementu a ekonomiky, 2013. Vedoucí diplomové práce Jiří Zícha.
15. **KUŽEL, Stanislav.** Jak efektivně využít digestát? Energie 21. [Online] 2010. [Citace: 29. listopad 2013.] http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Jak-efektivne-vyuzit-digestat__s303x46878.html.
16. **KRÁTKÝ, Lukáš.** Vliv mechanické dezintegrace pšeničné slámy na výtěžnost bioplynu. [Online] 2013. [Citace: 24. březen 2014.] <http://chps.fsid.cvut.cz/pt/2013/pdf/3504.pdf>.
17. **KOUTNÝ, Roman.** Využití tepla z bioplynové stanice. Zemědělec. [Online] 18. květen 2013. [Citace: 15. leden 2014.] <http://zemedelec.cz/vyuziti-tepla-z-bioplynovy-stance-2/>.
18. **KOLÁŘ, Ladislav, VAŇEK, Václav a KUŽELI, Stanislav.** Využití odpadů z bioplynových stanic. Racionální použití hnojiv - sborník konference. ISBN 978-80213-2006-2.
19. **KÁRA, Jaroslav a PASTOREK, Zdeněk a kol.** Výroba a využití bioplynu v zemědělství. Praha : VÚZT, v.v.i, 2007. ISBN 978-80-86884-28-8.
20. **KÁRA, Jaroslav, HUTLA, Petr a PASTOREK, Zdeňek.** Fermentace vlhkých organických materiálů - výroba bioplynu. JU České Budějovice : sborník mezinárodní konference EKOTREND, 2001.

21. **JELÍNEK, Antonín.** Bioplyn. [Online] [Citace: 11. listopad 2013.] http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/Bioplyn.pdf.
22. **DVOŘÁČEK, Tomáš.** Tekutý digestát - fugát. Biom.cz. [Online] [Citace: 15. prosinec 2013.] <http://biom.cz/cz/obrazek/tekuty-digestat-fugat>.
23. **DOHÁNYOS, Michal.** Zvyšování efektivity fermentace - nejnovější poznatky ve výzkumu a praxi. Česká bioplynová asociace. [Online] 2008. [Citace: 25. březen 2014.] <http://www.czba.cz/zvysovani-efektivita-fermentace-nejnovejsi-poznatky-ve-vyzkumu-a-praxi.html>.
24. **DOHÁNYOS, Michal.** Teoretické základy anaerobní fermentace. Praha : VŠCHT Praha, 2007. ISBN 978-80-254-0422-5.
25. **BECHNÍK, Bronislav.** Změna systému výplaty podpory obnovitelných zdrojů od 1. ledna 2013. TZB - info. [Online] 19. listopad 2012. [Citace: 5. únor 2014.] <http://oze.tzb-info.cz/9299-zmena-systemu-vyplaty-podpory-obnovitelnych-zdroju-od-1-ledna-2013>.
26. **ANONYM, Ministerstvo zemědělství.** Bioplyn a bioplynové stanice. Eagri.cz. [Online] [Citace: 5. leden 2014.] http://eagri.cz/public/web/file/3668/_4_BIOPLYN.pdf.
27. **ANONYM.** Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012 - 2020. Eagri.cz. [Online] 14. září 2012. [Citace: 10. leden 2014.] <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa/akcni-plan-pro-biomasu/akcni-plan-pro-biomasu-v-cr-na-obdobi.html>.
28. **ANONYM, ERŮ.** Statistiky výroby bioplynu. Czba. [Online] 2014. [Citace: 10. únor 2014.] <http://www.czba.cz/statistiky-vyroby-bioplynu.html>.
29. **ANONYM.** Informace o Energetickém regulačním úřadu. [Online] [Citace: 10. leden 2014.] http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=52.
30. **ANONYM, E.ON.** Informace pro výrobce elektřiny. E.on. [Online] [Citace: 10. leden 2014.] <https://www.eon.cz/cs/o-spolecnosti/informace-pro-partnery/informace-pro-vyrobce-elektriny.shtml>.
31. **ANONYM, ČESKÁ BIOPLYNOVÁ ASOCIACE,** Tisková zpráva. Nový prezident EBA přednesl nejnovější statistiky výroby bioplynu. Czba. [Online] 15. leden 2014. [Citace: 28. leden 2014.] <http://www.czba.cz/aktuality/novy-prezident-eba-prednesl-nejnovejsi-statistiky-vyroby-bioplynu.html>.

32. **ANONYM.** Sortiment hybridů kukuřice Saaten-Union pro rok 2012. Saaten union. [Online] [Citace: 2. únor 2013.] <http://www.saaten-union.cz/odrudy/vsechny-kukurice>.
33. **ANONYM.** Seperát z bioplynové stanice. Biouhel.cz. [Online] [Citace: 15. prosinec 2013.] http://biouhel.cz/?page_id=19.
34. **ANONYM.** Mapy.cz. [Online] [Citace: 10. březen 2014.] <http://www.mapy.cz/#!x=14.639116&y=49.339643&z=15&l=15>.
35. **ANONYM.** Mapy.cz. [Online] [Citace: 3. březen 2014.] <http://www.mapy.cz/#!x=14.696087&y=49.333798&z=7>.
36. **ANONYM.** Mapa - bioplyn, bioplynové stanice, bioplynové ekekrárny. Biom.cz. [Online] [Citace: 3. březen 2014.] <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynovy-stanice>.
37. **ANONYM.** Energetická travina Hirschgras. Prospekt.
38. **ANONYM.** Anaerobní technologie. Bioprofit. [Online] [Citace: 15. listopad 2013.] http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm.
39. **MUŽÍK, Oldřich a KÁRA, Jaroslav.** Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR. Biom.cz. [Online] 4. březen 2009. [Citace: 21. březen 2014.] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>.
40. **TRNAVSKÝ, Jiří.** Možnosti intenzifikace produkce bioplynu. Biom.cz. [Online] 11. listopad 2013. [Citace: 20. březen 2014.] <http://biom.cz/cz-bioplyn/odborne-clanky/moznosti-intenzifikace-produkce-bioplynu>.
41. **ŠAFAŘÍK, Miroslav.** Bioplynové stanice – podmínky a možnosti využití tepla. Biom.cz. [Online] 13. březen 2012. [Citace: 20. leden 2014.] <http://biom.cz/cz-bioplyn/odborne-clanky/bioplynovy-stanice-podminky-a-moznosti-vyuziti-tepla>.
42. **POSPÍŠIL, Lukáš.** Výzkum suché anaerobní fermentace různých druhů biomasy za účelem výroby bioplynu. Biom.cz. [Online] 24. říjen 2011. [Citace: 2013. 15 listopad.] <http://biom.cz/cz-kapalna-biopaliva/odborne-clanky/vyzkum-suche-anaerobni-fermentace-ruznych-druhu-biomasy-za-ucelem-vyroby-bioplynu>.

Seznam zkratek

BPS – Bioplynová stanice
KJ – Kogenerační jednotka
ČR – Česká republika
OZE – Obnovitelný zdroj energie
POZE – Podporované zdroje energie
JZD – Jednotné zemědělské družstvo
SHR – Soukromě hospodařící rolník
EAFRD – Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
ČOV – Čistička odpadních vod
kW – Kilowatt
kWh – Kilowatthodina
MWh – Megawatthodina
GWh – Gigawatthodina
ERÚ – Energetický regulační úřad
OTE – Operátor trhu s elektřinou
ÚOHS – Úřad pro ochranu hospodářské soutěže
KVET – Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
FAO – Číslo ranosti
PE – Polyetylen
DN – Jmenovitá světlost potrubí
DPH – Daň z přidané hodnoty

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Čtyři fáze procesu vyhnívání
Obrázek č. 2: Separát a fugát
Obrázek č. 3: Mapa BPS v ČR
Obrázek č. 4: Mapy.cz
Obrázek č. 5: Letecký snímek obce Obora
Obrázek č. 6: Fermentor, dofermentor, skladovací jímka a vstupní jímka
Obrázek č. 7: Wielfrass a míchadlo Paddelgigant
Obrázek č. 8: Kogenerační jednotka
Obrázek č. 9: Schéma bioplynové stanice firmy AgriKomp Bohemia s.r.o.
Obrázek č. 10: Kukuřice po kroupách v roce 2012 a 2013
Obrázek č. 11: Energetická travina Hirschgras
Obrázek č. 12: Řepka ozimá hnojená digestátem vs. nehnojená
Obrázek č. 13: Aplikace digestátu na poli
Obrázek č. 14: Teplovod
Obrázek č. 15: Jezero
Obrázek č. 16: Skleník uvnitř
Obrázek č. 17: Teplovzdušné vedení do skleníku
Obrázek č. 18: Skleník
Obrázek č. 19: Výměňíková stanice v rodinném domě

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1: Složení bioplynu
- Tabulka č. 2: Pevná výkupní cena a zelený bonus (Kč/MWh)
- Tabulka č. 3: Cena silové elektřiny
- Tabulka č. 4: Příplatek za decentralní výrobu (Kč/MWh)
- Tabulka č. 5: Údaje o BPS Obora
- Tabulka č. 6: Rozměry nádrží
- Tabulka č. 7: Biologický dozor
- Tabulka č. 8: Denní dávka vstupních surovin
- Tabulka č. 9: Hybridy kukuřice
- Tabulka č. 10: Investiční náročnost výstavby BPS Obora
- Tabulka č. 11: Zdroje financování výstavby BPS
- Tabulka č. 12: Výkupní cena elektřiny (Kč/MWh)
- Tabulka č. 13: Údaje o výrobě elektřiny v roce 2013
- Tabulka č. 14: Náklady v roce 2013

Seznam grafů

- Graf č. 1: Vliv teploty vyhřívacího procesu a doby kontaktu na množství a složení vyrobeného plynu
- Graf č. 2: Vliv teploty na dosažitelné množství plynu ve vztahu k hodnotě dosažené při optimálních teplotních poměrech
- Graf č. 3: Vývoj výstavby BPS v ČR
- Graf č. 4: Teoretická výtěžnost bioplynu v m³/t sušiny substrátu
- Graf č. 5: Biologický dozor – pH
- Graf č. 6: Biologický dozor – Pufrační kapacita (TAC)
- Graf č. 7: Biologický dozor – Suma organických kyselin (FOS)
- Graf č. 8: Biologický dozor – Poměr sumy organických kyselin a pufrační kapacity (FOS/TAC)

Seznam příloh

- Obrázek č. 1: Pohled na kogenerační místnost
- Obrázek č. 2: Jezera
- Obrázek č. 3: Pohled na BPS
- Obrázek č. 4: Silážní jáma s kukuřicí
- Obrázek č. 5: Návěs LMR 32

10. Přílohy

Obrázek č. 1: Pohled na kogenerační místnost (Zdroj: autor)



Obrázek č. 2: Jezera (Zdroj: autor)



Obrázek č. 3: Pohled na BPS (Zdroj: autor)



Obrázek č. 4: Silážní jáma s kukuřicí (Zdroj: autor)



Obrázek č. 5: Návěs LMR 32 (Zdroj: autor)

