

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B 4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy v hospodaření v krajině

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Využití odpadního tepla z bioplynových stanic

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Diviš Jiří CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Kajan Miroslav

Autor: Zajíc Pavel

České Budějovice, duben 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel ZAJÍC**
Osobní číslo: **Z09370**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Využití odpadního tepla z bioplynových stanic**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

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

Cíl práce:

Vyhodnotit různé možnosti využití odpadního tepla, které vzniká při spalování bioplynu.

Literární přehled: Teorie výroby bioplynu, provoz bioplynové stanice, typy bioplynových stanic a produkty vzniklé při výrobě bioplynu, využití tepla bioplynové stanice.

Materiál a metody: Analýza a hodnocení technologické linky, návrh opatření pro využití odpadního tepla a ekonomická analýza (náklady na technologii a doprovodné investice - odpisy, provozní náklady, pracovní náklady.

Výsledky: Provést technické a ekonomické vyhodnocení využití tepla vzniklého při výrobě elektrické energie v kogenerační jednotce Bioplynové stanice Třeboň.

Diskuse: Posoudit vlastní zjištění a výsledky analýzy porovnat s literárními údaji.

Závěr: Vyhodnotit získané údaje a formulovat doporučení pro praktické využití.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 35 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Andert, D. a kol.: Energetické využití pevné biomasy. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. ISBN 80-86884-19-8

Havlíčková, K. a kol.: Biomasa jako obnovitelný zdroj energie: ekonomické a energetické aspekty. Průhonice. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví Průhonice, 2005. ISBN 80-85116-38-3

Kajan, M.: Bioplynové stanice v zemědělství (1998), Ekoefekt, XII

Dohányos, M. a kol.: Anaerobní čistírenské technologie, (1998), Noel 2000, Praha


Straka, F. a kol.: Bioplyn, GAS s.r.o., Praha 2010. ISBN 978-80-7328-235-6

Využití internetových databází

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Konzultant bakalářské práce: Ing. Miroslav Kajan
ENKI o. p. s. Třeboň
Datum zadání bakalářské práce: 18. února 2011
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2012


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Střední L. S.
Studentů 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Vladislav Černý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. února 2011

Prohlášení autora

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury 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 v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum: 15. 4. 2012

.....
Zajíc Pavel

Poděkování

Touto cestou bych velice rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. za poskytnutí cenných rad během tvorby mé bakalářské práce. Dále také velmi děkuji Ing. Kajanovi a dalším pracovníkům společnosti BIOPLYN Třeboň spol. s r.o. za poskytnutí veškerých podkladů potřebných k vypracování bakalářské práce, vstřícný přístup a poskytnutí cenných zkušeností z praxe.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou využití odpadního tepla, které vzniká při spalování bioplynu v kogeneračních jednotkách. Využití zbytkového tepla umožňuje výrazně zvýšit energetickou efektivnost stávajících a budovaných bioplynových stanic. Na příkladu bioplynové stanice Třeboň je popsána technická a ekonomická analýza řešení fyzického oddělení výroby a využití bioplynu v místě spotřeby tepla. Tento případ kde vyrobený bioplyn je dopravován nově vybudovaným plynovodem do místa spotřeby tepla je jedním z perspektivních řešení pro využití disponibilního tepla z bioplynových stanic.

Klíčová slova: bioplynová stanice; typy bioplynových stanic; bioplyn; ekonomické hledisko; odpadní teplo; ekonomická analýza; energetická efektivnost

Abstract

„Utilization of waste heat from biogas stations“

The thesis is focused on problems of utilization of waste heat which is created during combustion of biogas in cogeneration units. The utilization of residual heat enables to significantly increase the energetic efficiency of existing and newly built biogas stations. There is the description of the biogas station in Třebon and the technical and economic analysis of solutions to the physical separation of production and utilization of biogas in the place of heat consumption. This case, where the produced biogas is transported by a gas pipeline to the newly built space for heat consumption, is one of the prospective solutions how to use the available heat from biogas stations.

Keywords: biogas stations, types of biogas stations; biogas; economic point of view, waste heat, economic analysis, energetic efficiency

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	BIOPLYN	10
2.1.1	Teorie výroby bioplynu.....	11
2.1.2	Faktory ovlivňující vznik bioplynu.....	14
2.2	TYPY BIOPLYNOVÝCH STANIC	15
2.2.1	Bioplynové stanice dle rozdělení zpracovávaných surovin	16
2.2.2	Druhy bioplynových stanic dle typu fermentoru	17
2.2.3	Hlavní části bioplynové stanice	18
2.2.4	Produkty vzniklé při anaerobní fermentaci	24
2.3	VYUŽITÍ TEPLA Z BIOPLYNOVÝCH STANIC	25
3	BIOPLYNOVÁ STANICE TŘEBOŇ	27
3.1	BIOPLYNOVÁ STANICE	27
3.2	BIOTEPLÁRNA	33
3.3	BIOPLYNOVOD	34
4	VYUŽITÍ TEPLA Z BIOPLYNOVÉ STANICE TŘEBOŇ	37
4.1	EKONOMIKA PROJEKTU	37
4.2	VÝPOČET EFEKTIVNOSTI INVESTIC	37
4.3	VYUŽITÍ DISPONIBILNÍHO TEPLA LÁZNĚMI AURORA A JINÉ VARIANTY	48
5	DISKUZE	50
6	ZÁVĚR	52
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
7.1	ČLÁNKOVÉ ZDROJE	54
7.2	INTERNETOVÉ ZDROJE	55

1 ÚVOD

Rostoucí poptávka po energiích, vyčerpatelnost fosilních zdrojů energií, teritoriální rozdělení primárních zdrojů energií a snaha po zvyšování soběstačnosti ve výrobě energií a snižování emisí skleníkových plynů spojených s využíváním fosilních paliv pro výrobu elektrické a tepelné energie vede rozvinuté společnosti v posledních desetiletích ke zvyšující se snaze o využití obnovitelných zdrojů energií. Vedle využití energie slunce, větru, vody a geotermální energie má ve středoevropském regionu obzvláštní význam využití zbytkové a cíleně pěstované biomasy. Nejznámějším a nejrozšířenějším způsobem využití biomasy je její spalování. V určitých případech je alternativou ke spalování anaerobní fermentace biomasy s cílem výroby bioplynu – plynu obsahujícím jako hlavní palivovou složku metan. Využití anaerobní fermentace je výhodné v případech, kde se jedná o biomasu s relativně nízkým obsahem sušiny do 30 %, jako jsou biologicky rozložitelné komunální a průmyslové odpady, odpady z živočišné výroby, cíleně pěstovaná rostlinná biomasa (tráva, obiloviny, kukuřice apod.). Anaerobním rozkladem – transformací organických látek obsažených v biomase konsorciem mikroorganismů vzniká bioplyn. Bioplyn je možné podobně jako zemní plyn využít jako palivo pro výrobu elektrické energie a tepla resp. po jeho „vyčištění“, tj. odstranění oxidu uhličitého a minoritních plynných složek (sulfan, dusík) je možné získat prakticky zemní plyn nazývaný v tomto případě biometan a ten dále použít jako palivo pro pohon vozidel.

Z důvodu výraznějších finančních a legislativních podpor obnovitelných zdrojů energie v Evropě v průběhu posledních 15 let výrazně stoupl jejich počet. Podobný trend můžeme sledovat i v České republice po roce 2005. Dosavadní zkušenost ukazuje, že v České republice se jako jeden z nejvhodnějších obnovitelných zdrojů, hlavně z ekonomického a technického aspektu, ukazuje využívání bioplynu. Důvodem je dostatek vhodné biomasy, zkušenosti s jejím pěstováním, konzervací a uskladněním, relativně levná a spolehlivá technologie její anaerobní fermentace, možnost regulace výroby bioplynu a následně elektrické energie a tepla v průběhu dne a roku. V současnosti je v České republice přes 320 bioplynových zařízení (skládky, čistírny odpadních vod s anaerobní fermentací kalu, průmyslové a zemědělské bioplynové stanice). Celkový instalovaný elektrický výkon těchto zařízení je 224 MW a ročně vyrobí 868 GWh elektrické energie. Podíl

elektrické energie vyrobené z bioplynu tvoří 11 % elektrické energie vyrobené z obnovitelných zdrojů v České republice (Zdroj: [http:// www.czba.cz](http://www.czba.cz), 2012).

Elektrická energie z bioplynu je vyráběná prostřednictvím kogeneračních jednotek, zařízení sestávající z plynového motoru a generátoru elektrické energie. V současnosti existuje celá škála kogeneračních jednotek od instalovaného elektrického výkonu od desítek až po tisíce kW. Jejich elektrická účinnost se pohybuje v rozmezí 38 – 42 %, vztažena na primární energetický obsah spalovaného bioplynu. Vedle elektrické energie vzniká při spalování bioplynu v kogenerační jednotce i tepelná energie (proto ko-generace). Jedná se o teplo z chlazení vlastního motoru, případně turbodmychadla a teplo získané z chlazení spalin. Celkově energetická hodnota vyrobeného tepla je přibližně rovná energii vyrobené elektřiny. Tepelná účinnost kogeneračních jednotek dosahuje 40 – 45 %, když je na rozdíl od elektrické účinnosti nepřímo úměrná instalovanému elektrickému výkonu.

Anaerobní fermentace je postupný mikrobiální rozklad organické hmoty. Tohoto procesu se účastní celá řada mikroorganismů. Rychlost rozkladu je kromě jiných parametrů (živiny, pH, druh suroviny apod.) závislá na teplotě. Nejčastěji bioplynové stanice pracují v tzv. mezofilním teplotním režimu, kdy teploty ve fermentoru se pohybují v rozmezí 39 – 42 °C. K ohřevu se využívá právě odpadní teplo z kogenerační jednotky. Průměrná roční spotřeba tepla na ohřev se pohybuje v rozmezí 10 – 20 %. Přebytečné teplo je ve většině bioplynových stanic dále nevyužíváno a naopak mařeno přes chladiče do prostředí. V případě nejrozšířenější velikosti bioplynové stanice v ČR tj. 1 MW, činí roční produkce nevyužívaného tepla přes 20 000 GJ. To je ekvivalent více než 500 000 m³ zemního plynu.

Již v začátku realizace projektu stavby bioplynové stanice (dále jen BPS) by měl zpracován plán, opatření na využití přebytků tepla. Toto opatření je potřeba brát v úvahu jako možný, ekonomicky důležitý podnikatelský faktor. Podnikatelský faktor by se měl orientovat na místní poptávku po využití této tepelné energie, za využití možných dotačních titulů. Důslednějším využitím tepla, lze zvýšit celkovou účinnost BPS o několik desítek procent. Řešení využití odpadního tepla může přinášet provozovatelům BPS pozitivní finanční zisk, efektivitu projektu BPS, zkušenosti v oblasti obnovitelných zdrojů a společensko-vědeckou prestiž. Navíc tím provozovatel BPS zvyšuje nezávislost regionu na centrálních zdrojích elektrické energie, tepla, respektive na fosilních palivech.

Cílem této bakalářské práce je vyhodnocení všeobecných možností využití odpadního tepla z BPS. Konkrétně se jedná o vyhodnocení využití tepla vzniklého při výrobě elektrické energie v kogenerační jednotce BPS Třeboň. Práce také zhodnotí technologickou náročnost kogenerační jednotky a její ekonomickou analýzu.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Bioplyn

Bioplyn je směs plynů (metan, oxid uhličitý, dusík, sulfan, vodík a další) vznikající postupným rozkladem organické hmoty v anaerobním prostředí konsorciem mikroorganismů. Nerozložená resp. částečně rozložená organická hmota spolu s narostlou biomasou bakterií se nazývá digestát (digerát, fermentační zbytek). Rozklad organické hmoty bez přístupu vzduchu probíhá samovolně v přírodě bez přičinění lidského faktoru. Tento děj běžně probíhá na dně rybníků a v močálech. Fermentace však využívá člověk v technologických procesech a řídí je s cílem zužitkovat vzniklý bioplyn. Například se jedná o anaerobní stabilizace kalů, anaerobní čištění odpadních vod, anaerobní stabilizace odpadních kalů a skládkování různých organických odpadů.

Hlavním produktem anaerobní fermentace organické hmoty je směs plynů. Bioplyn je bezbarvý plyn skládající se hlavně z metanu (cca 60%) a oxidu uhličitého (cca 40%). Bioplyn může ovšem obsahovat ještě malá množství N_2 , H_2S , NH_3 , H_2O , etanu a nižších uhlovodíků (Zdroj:http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm, 2011).

Z výše uvedeného vyplývá, že majoritní podíl má plyn metan – CH_4 . Ostatní plyny jsou zastoupeny v menší míře. Na kvalitě bioplynu se však podílí řada faktorů, například fermentovaný materiál, doba fermentace, teplota apod. Pro příklad rozdílné kvality bioplynu je uvedena tabulka č. 1 s příklady skládkového plynu, bioplynu z ČOV a bioplynu vzniklého fermentací prasečí kejdy.

Tab. č. 1: Znázornění rozdílné kvality bioplynu

Parametr	Skládkový plyn	Bioplyn (ČOV)	Bioplyn (prasečí kejda)
¹⁾ Výhřevnost (MJ/m ³)	16,9	21,1	24
H ₂ (%)	1	1	-
CO (%)	1	-	-
O ₂ (%)	3	-	-
N ₂ (%)	-	-	-
Cl ⁻ , F ⁻ (mg/m ³)	-	-	-
NH ₃ (mg/m ³)	-	-	40
CO ₂ (%)	46	38	31
CH ₄ (%)	49	61	69
H ₂ S (mg/m ³)	350	1 000	²⁾ 2 300
¹⁾ vztaženo na 15°C, 101 325 Pa.		²⁾ na vstupu do odsiřovacího zařízení.	

(Zdroj:http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm, 2011)

2.1.1 Teorie výroby bioplynu

Výroba bioplynu je složitý proces, na kterém se podílí směs mikroorganismů a řada faktorů ovlivňující jejich životní podmínky, látkovou výměnu a rozkladnou činnost na organické hmotě.

Proces vzniku obrázek č. 1 se dělí do čtyř základních fází. Přičemž produkt jedné fáze je substrátem pro další procesy. Hlavními fázemi jsou hydrolýza, kyselé kvašení (acidogeneze), octové kvašení (acetogeneze) a poslední je metanové kvašení (metanogeneze).

Hydrolýza

Hydrolýza je první stadium rozkladu organické hmoty. Dochází při ní k rozkladu makromolekulárních rozpuštěných i nerozpuštěných organických látek (polysacharidy, lipidy, proteiny, uhlovodíky). Tento rozklad provádí anaerobní hydrolytické bakterie pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů až na

nízkomolekulární sloučeniny, jako jsou monosacharidy, glycerol, vyšší mastné kyseliny, aminokyseliny a voda (Dohányos, 2008).

Acidogeneze

Acidogeneze je druhým stadiem. Kde probíhá následný rozklad produktů hydrolýzy na jednodušší organické sloučeniny, např. nižší mastné kyseliny, těkavé organické kyseliny, oxid uhličitý (CO_2), vodík (H_2) a alkoholy. Rozklad je způsoben acidogenními bakteriemi. Fermentací – kvašením těchto látek se tvoří řada redukovaných produktů. Při nízkém parciálním tlaku vodíku jsou produkovány kyselina octová, H_2 a CO_2 , při vyšším parciálním tlaku vodíku jsou tvořeny vyšší organické kyseliny, kyselina mléčná, valerová, etanol apod (Dohányos, 2008).

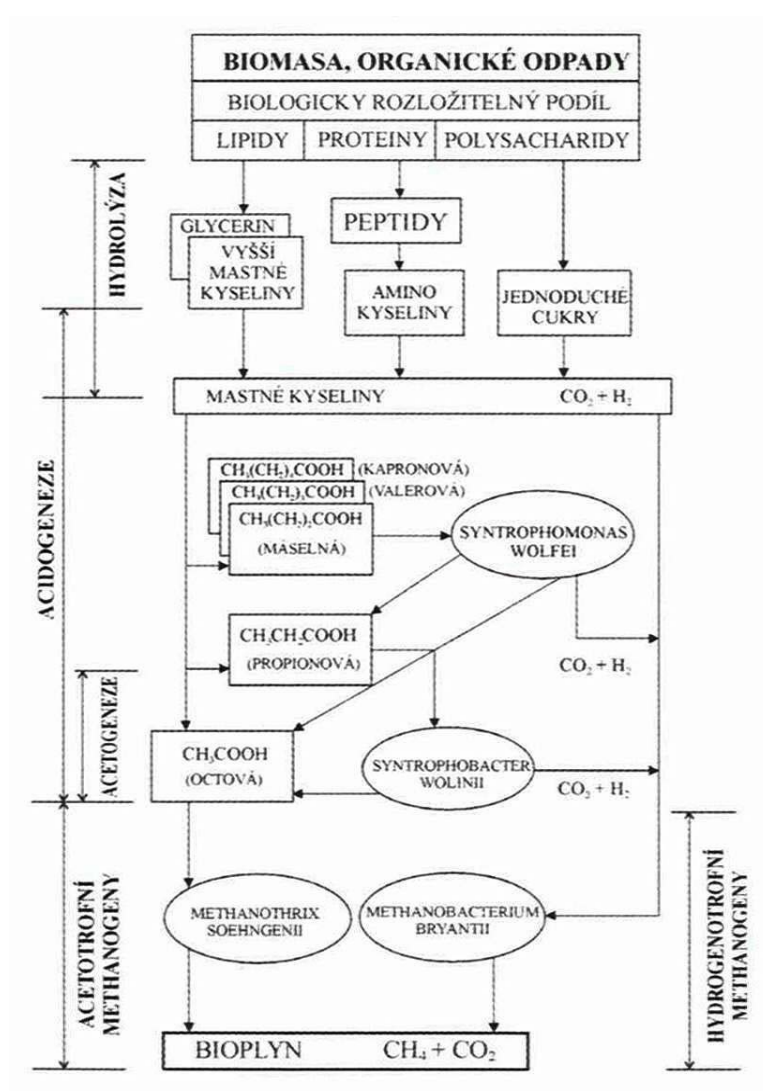
Acetogeneze

Octotvorné bakterie oxidují vyšší produkty acidogeneze za vzniku kyseliny octové, dále vodíku a oxidu uhličitého. Tyto mikroorganismy rozkládají organické kyseliny vyšší než octovou (hlavně propionovou), alkoholy a některé aromatické sloučeniny. Nutná je též jejich součinnost s dalšími skupinami mikroorganismů, které spotřebovávají jimi vytvořený vodík. Nadbytek vodíku v systému anaerobní fermentace inhibuje činnost acetogenních organismů a tím i produkci substrátů pro metanogenezi (Verner, 2010).

Metanogeneze

V poslední fázi je tvořen metan (CH_4). Metanogenní mikroorganismy rozkládají jednouhlíkaté látky [metanol, kyselina mravenčí, metylamin, CO_2 , CO , H_2], z víceuhlíkatých jen kyselinu octovou (Dohányos, 2008).

Obr. č. 1: Schéma vzniku bioplynu z biologicky rozložitelných odpadů (Zdroj: Straka, 2010)



Proces anaerobní fermentace postupuje přes několik stádií, která ve většině technických zařízení probíhají simultánně. Při dosažení stádia tzv. stabilizované metanogeneze jde vlastně o dlouhodobě udržovanou rovnováhu mezi navazujícími procesy, hlavně pak mezi procesy acidogenními a metanogenními (Straka, 2010).

Stabilita procesu tj. udržení dynamické rovnováhy je ovlivňováno řadou faktorů, které buď mění přímo životní prostředí mikroorganismů (což je např. teplota, pH, nutrienty, toxické látky), a musí být brány v úvahu při návrhu a posuzování anaerobního reaktoru (Straka, 2010).

2.1.2 Faktory ovlivňující vznik bioplynu

Vliv teploty.

Teplota podstatně ovlivňuje interakce mezi jednotlivými druhy mikroorganismů. Odezva mikroorganismů na změnu teploty je u všech druhů kvalitativně stejná, avšak kvantitativně může být úplně odlišná. To znamená, že změnou teploty se mění rychlosti probíhajících pochodů, což má za následek porušení dynamické rovnováhy procesu, a může vést až k úplné havárii procesu. Dlouhodobá změna teploty vede ke změně zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů.

Tvorba metanu probíhá v širokém rozmezí teplot (přibližně od 5 do 95°C). Většina anaerobních reaktorů pracuje při teplotách v mezofilní oblasti tj. při 38 až 42°C. Menší počet BPS pracuje v termofilní oblasti tj. při 55 až 60°C, důvodem je větší labilita procesu. Obecně lze konstatovat, že pro udržení stability procesu je nutné zabezpečit konstantní teplotu. Změny teploty jsou tím nebezpečnější, čím je proces zatíženější, tj. čím je kratší doba zdržení a menší koncentrace biomasy v reaktoru (Schutz, Eder, 2004).

Vliv pH.

Další závažný limitující faktor procesu je úzký rozsah pH, optimálního pro růst metanogenních mikroorganismů. Vyžadují pH v neutrální oblasti (6.5-7.5), které je nutné uvnitř reaktoru udržovat, pod pH 6 a nad 8 je jejich činnost silně inhibována. Nejčastější příčinou výkyvu pH je jeho pokles vlivem přetížení reaktoru, kdy produkce kyselin rychlejšími mikroorganismy předmetanizační fáze (první a druhá skupina) je vyšší než jejich spotřeba a dochází k jejich akumulaci v systému, avšak při vysoké koncentraci amoniaku tj. při vysokých hodnotách alkality, pH není citlivým ukazatelem. Proto je třeba řídit zatížení podle množství a složení mastných kyselin v médiu, aby nedošlo ke zhroucení procesu nebo udržovat dostatečnou neutralizační kapacitu přidávkem alkalizačních činidel (Zdroj:<http://www.czba.cz/index.php?art=page&parent=vse-o-bioplynu&nid=teoreticke-zaklady-anaerobni-fermentace>, 2011).

Přítomnost nutrientů.

Pro zpracování a provoz reaktorů je nutný správný poměr dusíku a fosforu k organickým látkám. Z bilance produkce biomasy se udává potřebný poměr živin jako CHSK : N : P v rozmezí od 300 : 6,7 : 1 až 500 : 6,7 : 1. Vedle dusíku a fosforu je žádoucí přítomnost řady mikronutrientů - Na, K, Ca, Fe, S, Mg, Se, W, důležitá je také přítomnost řady růstových faktorů. Většinou u substrátů přirozeného původu, je množství nutrientů postačující. Naopak, při anaerobní fermentaci kejdy nebo jiných živočišných exkrementů bývá vysoký přebytek amoniaku, který za zvýšeného pH může působit inhibičně až toxicky (Štindl, 2004).

Přítomnost toxických a inhibujících látek.

Za toxické nebo inhibující látky pokládáme látky, které nepříznivě ovlivňují biologický proces. Nejčastěji se setkáváme s inhibičním působením nižších mastných kyselin a amoniaku. Zde je nutno upozornit, že v obou případech inhibičně působí tyto látky v nedisociované formě. To znamená, že inhibice těmito látkami bude závislá na pH a jejich celkové koncentraci v systému. Při nízkém pH mohou inhibičně působit mastné kyseliny, při vysokém amoniak. Dlouhodobou adaptací však lze vypěstovat biomasu, tolerující i vyšší koncentrace amoniaku na př. při zpracování slepičího trusu nebo prasečí kejdy může koncentrace amoniaku dosahovat v závislosti na koncentraci vstupujícího materiálu hodnot 6 g/l i více (Dohányos, 2009).

2.2 Typy bioplynových stanic

Podle toho, jakou biomasu BPS zpracovává, rozlišujeme tři typy stanic: zemědělské, průmyslové (kofermentační) a komunální. Zemědělská BPS zpracovává vstupy ze zemědělské prvovýroby (statková hnojiva a energetické plodiny). Kofermentační BPS v jednom 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 BPS zpracovává komunální bioodpady, včetně odpadů z domácností.

2.2.1 Bioplynové stanice dle rozdělení zpracovávaných surovin

Zemědělská BPS

Zemědělské BPS jsou v tuzemsku nejhojněji zastoupeny. Vstupy tvoří statková hnojiva (kejda, hnůj) a energetické plodiny (např. kukuřice, tráva, obiloviny). Jejich výstavba nejčastěji probíhá přímo v areálech zemědělských provozů a protože jde o koncepčně jednodušší zařízení, než je tomu u ostatních bioplynových stanic, uvedení do činnosti není problematické. Mezi technologicky komplikovanější kroky zemědělských stanic patří míchání ve fermentorech, kdy může dojít k vytvoření plovoucí vrstvy, která může ucpávat potrubí a narušovat proces vyhnívání.

Průmyslová BPS

Průmyslové BPS zpracovávají ve fermentoru výlučně nebo alespoň zčásti průmyslové odpady. Nejčastěji se jedná o BPS při pivovarech, potravinářských a farmaceutických provozech. 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.

Komunální BPS

Komunální BPS zpracovávají komunální bioodpady. Komunální odpad zahrnuje odpad z údržby zeleně, vytříděné bioodpady z domácností a stravovacích provozů (restaurací a jídelen). 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

(Zdroj:<http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>, 2011).

2.2.2 Druhy bioplynových stanic dle typu fermentoru

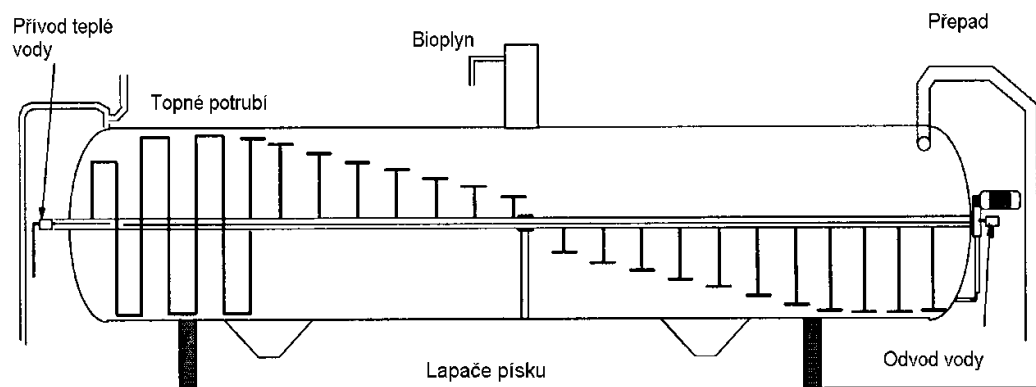
Fermentor, jinak také reaktor či vyhnívající jímka je z hlediska procesu anaerobní fermentace hlavní a nejpodstatnější část bioplynové stanice. Ve fermentoru dochází ke kultivaci mikroorganismů účastnících se anaerobního rozkladu organické hmoty. Konstrukčním cílem při návrhu a realizaci fermentoru je zabezpečit z hlediska technologického optimální podmínky pro mikroorganismy (míchání, teplota, odtah bioplynu, dodávka substrátu, odběr digestátu). V průběhu desetiletí vývoje a optimalizace uvedených aspektů anaerobní fermentaci se design fermentorů pro zpracování organických substrátů ustálil na dvou základních variantách. Tyto jsou dodavateli modifikovány spíše ve vybavení než ve vlastní tvarové konstrukci.

Horizontální fermentor

Horizontální fermentory obrázek č. 2 mají cylindrický tvar a jsou omezeny s ohledem na svůj objem, neboť jsou často vyráběny předem před místem umístění. Nutný transport fermentorů k místu jejich použití je možný ovšem jen do jisté velikosti nádrže nebo jako předfermentory pro větší zařízení se stojícími hlavními fermentory.

Horizontální fermentory jsou provozovány paralelně, aby bylo možno zpracovat větší množství substrátu. Celá nádrž se ukládá na betonové podstavce, tím dosáhneme sklonu okolo 3-5 %. Výhodou těchto nádrží je to, že do nich lze nainstalovat výkonné energeticky úsporné míchadlo. Naopak nevýhodou těchto fermentorů je potřeba velkého prostoru na umístění nádrže, nadměrná velikost povrchu nádrže vzhledem k objemu (velké tepelné ztráty) (CZ Biom, 2011).

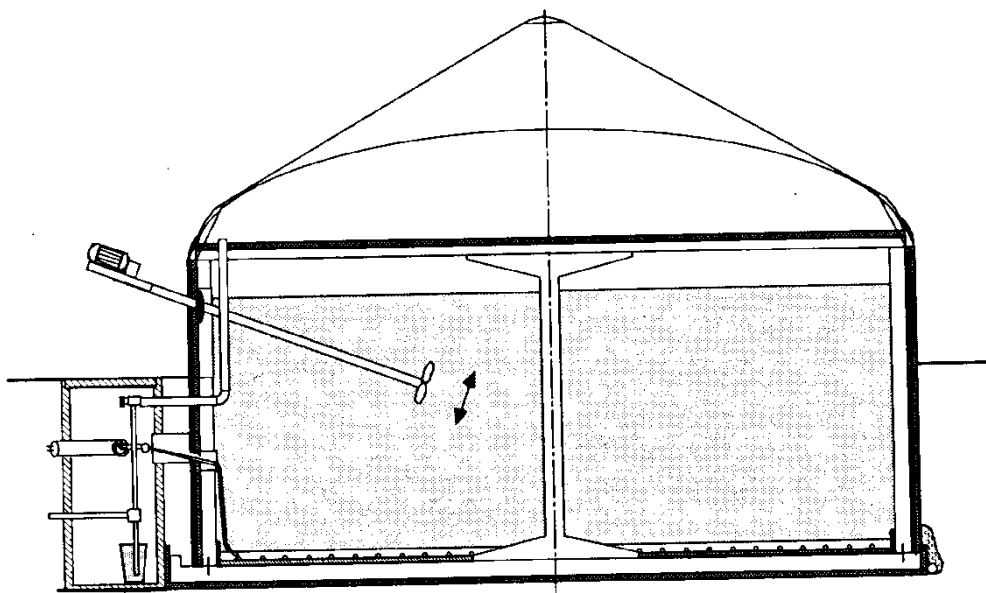
Obr. č. 2: Horizontální fermentor (Kajan, ENKI, 2006)



Vertikální fermentor.

Vertikální fermentory obrázek č. 3 bývají vyrobeny z betonu a mají kruhový průřez. Objem těchto nádrží se pohybuje v rozmezí 250-600 m³, ale v dnešní době se setkáme i s objemy až 1 200 m³. Tyto reaktory můžeme používat jako dvouúčelové, kdy v průběhu roku pracují s různým harmonogramem dávkování. Oproti horizontálnímu provedení mají výhodu v tom, že lze dosáhnout lepšího poměru objemem a povrchem, čímž snížíme náklady a tepelné ztráty (Kajan, 2011).

Obr. č. 3: Vertikální fermentor (Kajan, ENKI, 2006)



2.2.3 Hlavní části bioplynové stanice

BPS se skládá z homogenizační jímky, nejméně jednoho reaktoru, uskladňovací nádrže, plynojemu, kogenerační jednotky, tepelného výměníku.

Homogenizační jímka

Tento úsek je především závislý na požadovaných úpravách vstupního materiálu z farem rostlinné či živočišné výroby. Zpravidla se jedná o soustavu nádrží, kde dochází k úpravě substrátu. Dle vstupního substrátu se může jednat o odstranění nežádoucích příměsí, homogenizaci a v některých případech je možno již

předeheřivat. Materiál použitý pro přípravné nádrže je buď ocel, plast nebo beton. Většina těchto nádrží je vybavena míchacími či čerpacími jednotkami (Malík, 2010).

Fermentor

Jedná se o nejdůležitější zařízení. Fermentor obrázek č. 4, ve kterém probíhá samotný proces anaerobní digesce, je možné přirovnat k žaludku (bachoru), ve kterém jsou za pomoci několika druhů kultur mikroorganismů vstupní materiály postupně zpracovány až na výslednou produkci bioplynu. Jedná se tedy o živý proces, který dovede být citlivý na kvalitu a na změnu podmínek prostředí (zejména konstantní teplota ve fermentoru a pH). Chybná „výživa“ a nevhodné podmínky proto mohou vést k redukci výnosu bioplynu, popř. až k zastavení fermentačních procesů.

Materiály s větším množstvím bílkovin či jiné složky s vyšším obsahem dusíku mohou v reaktoru působit negativně na aktivitu anaerobních společenstev a snížit tak produkci bioplynu. Toto nebezpečí hrozí např. u nevhodného dávkování drůbežích podestýlek, jatečních odpadů, masokostní moučky apod. Materiály jako kukuřice, hnůj či kejda mají naopak vhodný obsah dusíku a podobné obtíže jsou omezeny na minimum. Pro optimální chod je nutné držet co nejvíce jednotné složení vstupních surovin a přechody mezi jinými materiály dělat pouze pozvolna a v řádu měsíců. U různých technologií je míra flexibility samozřejmě rozdílná (VSB, 2010).

Ve fermentorech musí docházet k míchání substrátu. Míchání je velice důležitý faktor pro správnou fermentaci. Míchání probíhá za pomoci buď mechanických míchadel (lopatková míchadla, vrtulová míchadla) nebo za pneumatického „probublání“ již vzniklým plynem.

Tím je kal odčerpáván z dolní části nádrže a pod určitým tlakem opět vháněn zpět do nádrže. Tím dochází ke kvalitnímu promíchání a současně zabráníme vzniku kalové vrstvy (Pastorek, Wolff, Praha 1992).

Obr. č. 4: Fermentor BPS Třeboň (Zdroj: Zajíc,2012)



V našich klimatických podmínkách musí být BPS uměle vytápěny, aby se udržovala žádoucí teplotní úroveň a vyrovnaly se tepelné ztráty způsobené únikem tepla do okolí. Vytápění nádrží je nejčastěji prováděno: teplou vodou nebo parou a topnými tělesy uvnitř nádrže, teplou vodou nebo parou ve výměnících tepla vně nádrže (ohřívá se surový kal), přímým injektováním vodní páry (přímo do nádrže nebo do proudu recirkulovaného kalu), ponořenými plynovými hořáky (Pastorek, Wolff, Praha 1992).

Ve většině případů zpracování fytomasy se k ohřevu substrátu používá interního způsobu ohřevu obrázek č. 5. Uvnitř reaktoru je zabudován výměník tepla - systém trubek, kterým protéká horká voda, získávaná z horkovodního kotle nebo kogenerační jednotky. Nevýhodou je postupné zanášení trubek a nutnost úplného vypuštění obsahu reaktoru při poruše topného systému. (Kajan, ENKI, 2006).

Obr. č. 5: Vytápěcí soustava v reaktoru (Zdroj: Kajan, ENKI, 2006)



Po fermentorech následuje separační část. Zde dochází k oddělení tuhých částic po fermentaci do vhodného a dobře zpracovatelného zbytku. Nejčastěji je toto prováděno strojně a to odstředivkou, pásovým lisem apod.

Plynojem

Aby BPS pracovala na špičkové úrovni, je akumulace bioplynu v místě výroby a spotřeby nutnou podmínkou. Zpravidla se jedná o tlakové zásobníky kulového či válcového tvaru obrázek č. 6. Dle použití mluvíme o vysokotlakých, středotlakých a nízkotlakých plynojemech. Plynojem má za úkol plyn shromažďovat a oddělovat od pěny a kapalných částí (Pastorek, Wolff, Praha 1992).

Plynojemové nádrže mají kulovitý či válcovitý tvar, jiné tvary jsou možné, záleží dle místních podmínek, výrobce a typu BPS.

Obr. č. 6: Plynojem v Libni (Zdroj: Wollner, 2011)



Kogenerační jednotka

V KJ obrázek č. 7 dochází ke spalování bioplynu a výrobě elektrické energie. Odpadní teplo vzniklé při spálení bioplynu je využíváno dále k výhřevu různých objektů BPS a dalších objektů.

Nejběžnější kogenerační jednotka se skládá ze spalovacího motoru a elektrického (synchronního nebo asynchronního) generátoru. Obě zařízení, jsou propojeny (Wolner, 2011).

Obr. č. 7 – kogenerační jednotka (Zdroj: Wollner, 2011)



Skladovací nádrž

Skladovací nádrž je zařízení, prostor pro jímání vyhnílého substrátu. Tímto substrátem se může v řadě případů hnojit a to pokud jsou splněny hygienické podmínky. Kapacita skladovacího prostoru musí být konstruována dle požadavků a typu BPS. Tento prostor (nádrž) musí být dokonale utěsněn, aby nedocházelo k únikům vyhnílého substrátu.

V zemědělských oblastech, které mají dostatek polních ploch, je možno vyhnílý substrát použít jako kvalitní hnojivo. V oblastech, kde je tato činnost obtížná, použijeme takzvaný separátor. Separací substrátu docílíme toho, že dostaneme tuhou a tekutou část. Tuhou část lze použít ke kompostování nebo případně pytlout k dalšímu komerčnímu účelu, tekutou část lze chemicky upravit a použít jako hnojnou závlivku (Pastorek, Wolf, Praha 1992).

Vstupní substrát do BPS

V BPS lze zpracovávat kejdu, hnůj a jiné odpady z živočišné výroby, fytomasu, odpady z rostlinné výroby, ze stravování, biologicky rozložitelný komunální odpad a čistírenské kaly. Vhodné jsou zvláště materiály s vyšší vlhkostí.

Často se uplatňuje kofermentace (Schulz, Eder, 2004). Kofermentace je zpracování různých materiálů v jednom zařízení. Vhodnou kombinací substrátů lze docílit složení, které bude mít příznivý vliv na průběh procesu a tím i na výsledné množství a kvalitu bioplynu. Využitím metody kofermentace námi zvolených kosubstrátů bychom měli dosáhnout zvýšení produkce plynu a obsahu metanu ve vzniklém bioplynu oproti běžné anaerobní digestaci. V našem případě se jedná o kosubstráty, které jsou zastoupeny, jak produkty klasifikovanými jako odpad tak produkty vznikající cíleným pěstováním zemědělskými společnostmi. Jsou to např. běžné produkty zemědělské výroby (silážovaná kukuřice, senáž nebo čerstvá tráva, energetické rostliny), biologicky rozložitelný podíl komunálního odpadu, odpad z údržby městské zeleně, kuchyňský odpad (Wollner, 2011).

2.2.4 Produkty vzniklé při anaerobní fermentaci

Základními primárními produkty anaerobní fermentace organické hmoty je bioplyn a fermentační zbytek (digestát). Bioplyn je možné využít k výrobě elektrické energie a tepla, případně po úpravě k výrobě biometanu (zemního plynu)

Digestát - Je zbytek po fermentačním procesu, vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu v bioplynových stanicích. Za rekultivační digestát se považuje stabilizovaný výstup z anaerobní fermentace bioodpadů použitelný mimo zemědělskou a lesní půdu. Oddělená tuhá část z digestátu se nazývá separát. Oproti tomu je fugát oddělená kapalná část (Habart 2008).

Digestát se řadí do dusíkatých hnojivých látek. Může být dále zařazen do hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, v nichž je poměr uhlíku k dusíku nižší než 10 a do hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem, v nichž je poměr uhlíku k dusíku roven nebo je vyšší než 10.

Separát – Jedná se o tuhý vyhnílý zbytek se sníženým obsahem biologicky rozložitelných látek. Tento materiál pokud vyhovuje všem normám a shoduje se s parametry vyhlášky stanovené Ministerstvem životního prostředí, lze využívat jako hnojivo, přídavek do kompostu nebo k vyrovnání povrchu terénu.

Fugát – Jedná se o tekutý produkt vyhnívajícího procesu, má charakter odpadní vody. Je silně zakalený a obsahuje produkty anaerobního rozkladu organických látek. Lze ho využít jako organické hnojivo, ale zpravidla je odváděn do čistíren odpadních vod (Malík, 2010).

Mimo vegetační období platí omezení pro použití digestátu na půdu, proto je nutné vyřešit jeho skladování. Digestát, případně fugát musí skladovat v nepropustných nadzemních, popřípadě částečně zapuštěných nádržích nebo v zemních jímkách. Při provozu jímek a nádrží se musí zamezit přítoku povrchových nebo srážkových vod do jímky nebo nádrže. Digestát se musí skladovat ve stavbách zabezpečených stejným způsobem jako stavby pro skladování tuhých statkových hnojiv (Krčálová, Brno 2008).

Teplo – Při provozu bioplynových stanic vzniká teplo. Toto teplo vzniká právě při spalování bioplynu na kogenerační jednotce. Až šedesát procent využitelné energie vyprodukované spalováním bioplynu v kogeneračních jednotkách vzniká ve formě tepla. Pro zachování fermentačního procesu je běžně zapotřebí jen asi 10 až 20 % vyrobené tepelné energie. Zbytek je možné využít v dalších procesech a tím zvýšit celkovou energetickou a ekonomickou účinnost BPS.

2.3 Využití tepla z bioplynových stanic

K využití odpadního tepla z BPS se v současnosti nabízí široké spektrum možností. Mezi nejčastější způsoby patří vytápění budov, stájí, ohřev teplé užitkové vody apod. Toto teplo využijí většinou provozovatelé BPS rovnou pro své potřeby. V zimním období většinou není problém s využitím alespoň částí disponibilního tepla. Využití toto teplo bývá však problematické v letních měsících, kdy není vysoká náročnost na vytápění budov apod. Vypouštění odpadního tepla v létě do ovzduší je neekonomické, neekologické a tzv. zbytečným luxusem, navíc snižuje celkovou účinnost BPS. Využívat BPS pouze v zimě je z ekonomických důvodů v současnosti nereálné. Argumentem proti je hlavně ušlý zisk z prodeje elektrické energie a tím chybějící finanční prostředky na splácení úvěru. Navíc by byla potřeba materiál určený k fermentaci dlouhodobě skladovat.

Při spalování bioplynu na kogenerační jednotce dochází mimo výroby elektrické energie k velké produkci tepla. Toto teplo vzniká z okruhů chlazení motoru, oleje, plnicí směsi a výměníku tepla spalin. Vznik tepla bývá z pravidla vyšší než produkce elektrické energie. Vlastní spotřeba tepla BPS bývá závislá na tepelných nárocích výroby bioplynu, ztrátách tepla ve fermentoru, druhů technologického procesu samotné výroby bioplynu. Nadbytech tohoto odpadního

tepla /zbytkového/ je v mnoha případech málo využíváno. (Zdroj:<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vyroby-bioplynu>, 2012)

Širší využitím odpadního tepla z BPS bývá většinou problematické, z důvodů velké vzdálenosti BPS od potencionálních odběratelů tepla a v závislosti na ročním období. Je zřetelné, že odběr tepla bude razantně ovlivňován ročním obdobím. Tyto problémy však nejsou nikterak neřešitelné. V případech velké vzdálenosti lze využít technologických možností řešení níže nabídnutými systémy. Jsou to například teplovody se zásobníky, výměňkové stanice, plynovody zakončené kogenerační jednotkou, apod. V případě vhodné pozice BPS s dostatečným prostorem, se jako řešení nabízí využít odpadní teplo k vytápění budov, případně vysoušení /sušárenské technologie/ materiálů. V zemědělských zařízeních je tedy reálné využít teplo i v letních měsících kdy nejsou požadavky na teplo tak vysoké, jako v zimním období. Teplo lze využít k sušení obilnin, řepky, kukuřice, různých bylin a dalších zemědělských komodit. Sušit lze i produkty z lesnictví jako je např. štěpka, palivové dřevo či jiná dřevní hmota. Odpadní teplo lze využít i jako zdroj tepelné energie ve sklenících na pěstování náročných rostlin na teplotu. Dále ve stanicích pro chov teplomilných živočichů a také ve farmových chovech například krokodýlí farmy.

Realizace některé z těchto možností je velmi individuální, záleží na vhodných faktorech (místní poptávka po využití této energie, vývoj cen energií, dostupnost dotačních titulů apod.) a na důsledně připraveném projektu. Možnost využít teplo z BPS může být zajímavé i pro budoucí investory v kraji, respektive v mikroregionu, kde se BPS nachází. Investor, který bude pro provoz svého podnikání potřebovat neustálý zdroj tepla, využije raději tuto alternativní možnost, samozřejmě záleží na dohodě poskytovatele a odběratelem.

Zajímavým způsobem se s využitím odpadního tepla vypořádali ve vesnici poblíž Neumarktu in der Oberpfalz v Bavorsku. Obyvatelé malé obce (cca 11 obytných domů) se rozhodli na vlastní náklady vybudovat teplovod z BPS do svých rodinných domů. Položení teplovodů provedla odborná firma, zemní práce provedl jeden z obyvatelů vesnice svou technikou, a instalaci deskových teplovodních výměníků provedl rovněž místní instalatér. Tím se zároveň podařilo snížit celkové náklady. Zemědělec vlastníci BPS se zavázal, že po dobu 10 let bude teplo bezplatně dodávat obyvatelům obce, zatímco oni se zavázali, že po uplynutí 10 let převedou

plynovod na zemědělce. Zároveň se obě strany dohodly, že cena budoucího tepla, za které již budou platit, bude nižší cca. o 35 % než cena tepla z topného oleje, který byl doposud v obci používán (Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vyroby-bioplynu>, 2011).

Investiční náklady na systémy využití tepla bývají poměrně vysoké, nicméně úspěšně realizovaný projekt může mít významný pozitivní přínos pro ekonomickou efektivitu BPS.

3 BIOPLYNOVÁ STANICE TŘEBOŇ

BPS se z ideálního hlediska umísťují v těsných blízkostech odběru tepla. V praxi to však často není možné. Tento případ nastal i u BPS Třeboň. BPS Třeboň se nachází cca 4,3 km od místa spotřeby tepla.

Konkrétně se nachází v zemědělském areálu na okraji města Třeboně. V areálu byla postavena již výkrmna prasat, BPS zpracovávající kejdu prasat a komunální ČOV. Areál je vybaven základní infrastrukturou (komunikace, železnice, voda, elektrické vedení). Nevýhodou areálu je jeho relativně velká vzdálenost (4,3 km) od lázni Aurora, kde dochází ke zpracování bioplynu a využití tepla. Bioplyn z BPS je do lázni Aurora dopravován plynovodem a v areálu lázni je bioteplárna s kogenerační jednotkou a tepelným hospodářstvím.

3.1 Bioplynová stanice

BPS obrázek č. 12 je tvořena dvěma fermentory obrázek č. 8, 12, postfermentorem, dvěma uskladňovacími nádržemi na digestát, kogenerační jednotkou, dávkovacími zařízeními na pevné substráty obrázek č. 9, 10, příjmovou jímku na tekuté substráty, zařízením na úpravu plynu, hořákem zbytkového plynu. Součástí provozu BPS jsou dva silážní žlaby obrázek č. 11 (Kajan, ENKI 2011).

Obr. č. 8: Fermentor BPS Třeboň s dávkovacím zařízením (Zdroj: Zajíc, 2012)



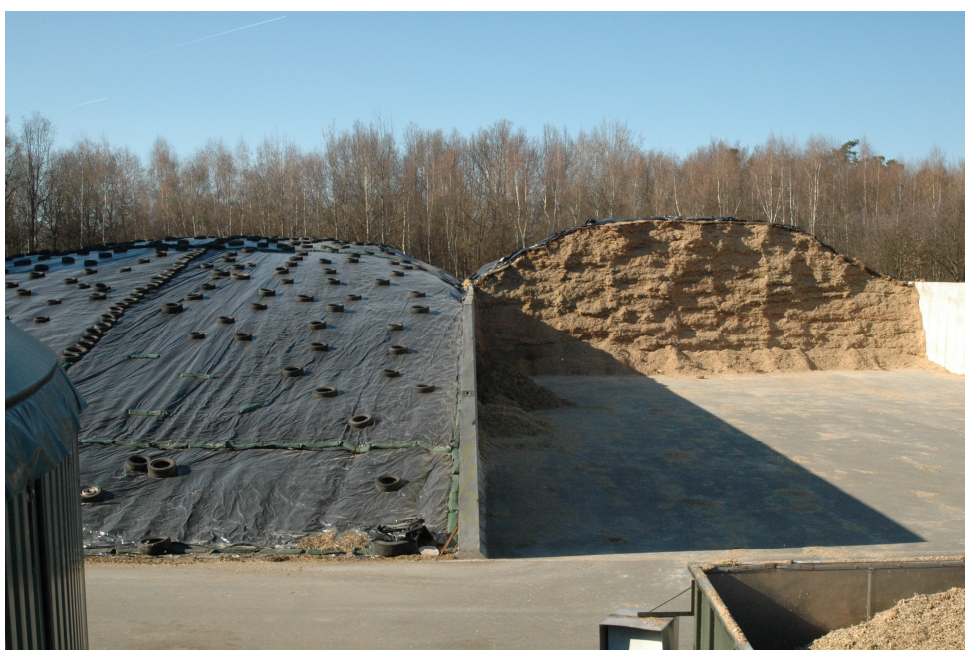
Obr. č. 9: Dávkovacími zařízení na pevné substráty BPS Třeboň pohled z boku (Zdroj: Zajíc, 2012)



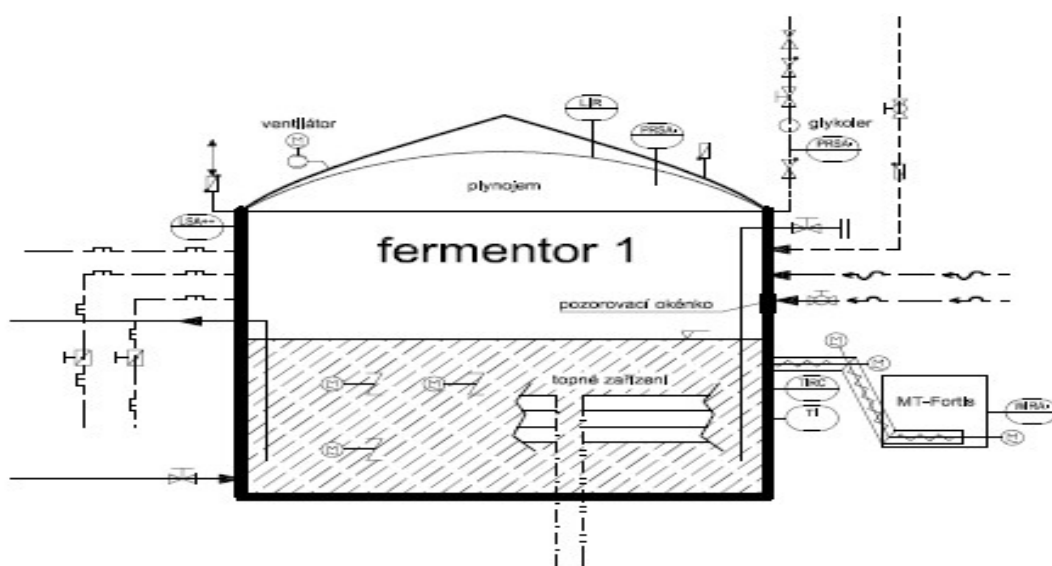
**Obr. č. 10: Dávkovacími zařízení na pevné substráty BPS Třeboň pohled z fermentoru
(Zdroj: Zajíc, 2012)**



Obr. č. 11: Silážní žlaby BPS Třeboň (Zdroj: Zajíc, 2012)



Obr. č. 12: Popis fermentoru BPS Třeboň (Zdroj: Kajan, ENKI 2011)

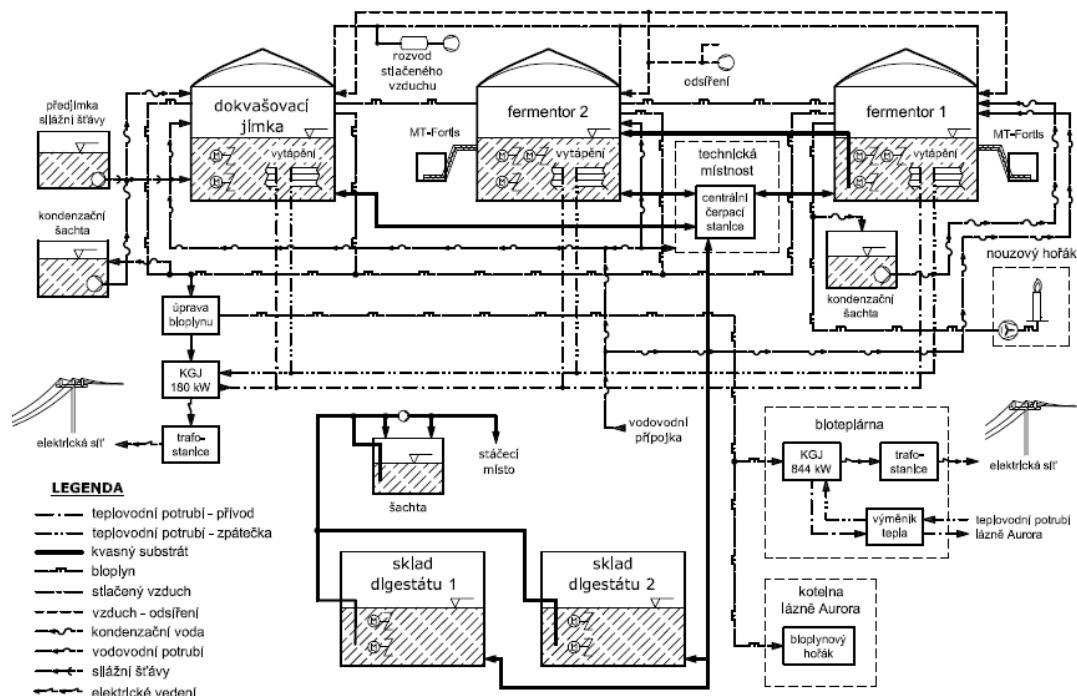


LEGENDA

- teplovodní potrubí - přívod
- teplovodní potrubí - zpátečka
- kvasný substrát
- bloplyn
- stlačený vzduch
- vzduch - odsíření
- kondenzační voda
- vodovodní potrubí
- silážní šťávy
- elektrické vedení

Oba fermentory a postfermentor jsou železobetonové nadzemní válcové nádrže opatřené polystyrénovou izolací překrytou hliníkovým trapézovým plechem. Nádrže jsou zakryté samonosnou vzduchovou plachtou s integrovaným plynojemem. Obsah nádrží je vytápěn teplou vodou z kogenerační jednotky, cirkulací přes polyetylenové trubky umístěné na vnitřních stěnách nádrží. Promíchávání obsahu nádrží je prováděno rychloběžnými míchadly o příkony 18,5 kW (Kajan, ENKI 2011).

Obr. č. 13: Grafický popis BPS Třeboň (Zdroj: Kajan, ENKI 2011)



Na BPS je instalovaná kogenerační jednotka TEDOM o elektrickém výkonu 175 kW a tepelném výkonu 223 kW, která zásobuje stanici elektrickou energií a teplem. Vlastní denní spotřeba elektřiny stanice je kolem 950 kWh. Přebytek vyrobené elektřiny je dodáván do sítě. Potřeba tepelného příkonu pro ohřev suspenze na provozní teplotu 41°C v průběhu roku s uvedenými dlouhodobými průměry pro jednotlivé měsíce v lokalitě Třeboně je uvedena v následující tabulce č. 2. (Kajan, ENKI, 2011).

Tab. č. 2: Potřebný tepelný výkon + dlouhodobé průměry v průběhu roku (Zdroj: Kajan, ENKI, 2011)

Měsíc	I.	II.	II.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX	X.	XI.	XII.
Tvenkovní (°C)	-2,9	-0,9	2,5	6,7	11,6	15,7	17,7	16,7	13,3	7,8	3	-1,3
Tepelný příkon (kW/h)	174	144	100	86	74	52	47	44	61	100	120	208

V BPS Třeboň je zpracovávána kejda prasat, travní siláž z Mokřých luk a kukuřičná siláž. Kejda je používána jako ředící a puфраční médium. Kukuřičná siláž je zakonzervovaná a uskladněna ve dvou silážních žlabech každý o rozměrech 25 x 81 metrů. Další biomasa je pro potřeby BPS uskladněna u dodavatele.

Digestát vznikající při provozu bioplynové stanice je přečerpáván do dvou skladu digestátu. Jedná se o železobetonové nádrže každá o objemu 3 700 m³ (průměr 28 m, výška 6 m). Nádrže jsou opatřeny dvěma míchadly a společným výdejním místem pro odběr digestátu do dopravních cisteren. Digestát je používán ke hnojení zemědělských pozemků. Složení digestátu je spolu s požadovanými limity na obsah těžkých kovů uvedeno v tabulce č.3.

Tab. č. 3: Složení digestátu (Zdroj: Kajan, ENKI, 2011)

Ukazatel *	Jednotka	Hodnota	Limit **
pH	-	8,04	
sušina	%	4,33	
popel	%	24,2	
Dusík celkový	%	6,75	
Fosfor	%	1,43	
Draslík	%	6,05	
Kadmium	mg/kg	<0,40	2
Olovo	mg/kg	4,16	100
Rtuť	mg/kg	0,027	1,0
Arsen	mg/kg	0,51	20
Chrom	mg/kg	6,79	100
Měď	mg/kg	90,6	250
Molybden	mg/kg	2,72	20
Nikl	mg/kg	4,72	50
Zinek	mg/kg	604	1 200

* údaje ve 100 % sušině

3.2 Bioteplárna

Pro umístění kogenerační jednotky spalující dopravovaný bioplyn a tepelného hospodářství zajišťujícího rozvod tepla k odběratelům, byla v areálu lázní Aurora postavena budova bioteplárny obrázek č. 14. Konstrukce a vybavení stavby zabezpečuje požadované utlumení akustického výkonu na 35 dB. Součástí bioteplárny jsou dvě tepelně izolované ležaté ocelové nádrže o průměru 3 metry a celkovém objemu 200 m³. Nádrže slouží k vyrovnání fluktuací odběru tepla v průběhu dne. Při vyšší produkci tepla jsou nádrže nabíjeny teplou vodou 95 °C z kogenerace, při vyšší spotřebě tepla jsou naopak vybíjeny z horní části do tepelného hospodářství lázní. Celý proces probíhá automaticky s ohledem na stav zdroje a spotřeby.

Obr. č. 14 : Budova bioteplárny areál lázní Aurora (Zdroj: Kajan, 2011)



Pro výrobu elektrické energie a tepla z bioplynu bylo vybráno kogenerační soustrojí Jenbacher obrázek č. 15 s plynovým motorem a trojfázovým střídavým synchronním generátorem. Motor je 12 ti válcový s plněním válců palivovou směsí pomocí turbodmychadla. Elektrický výkon jednotky je 844 kW a celkový užitečný tepelný výkon 843 kW (3,03 GJ /h). Deklarovaná elektrická účinnost motoru při plném výkonu je 41,9 %. Vyráběná elektrická energie je dodávaná do distribuční soustavy VN 22 kV.

Obr. č. 15: Kogenerační jednotka v budově bioteplárny lázní (Zdroj: Kajan, 2011)

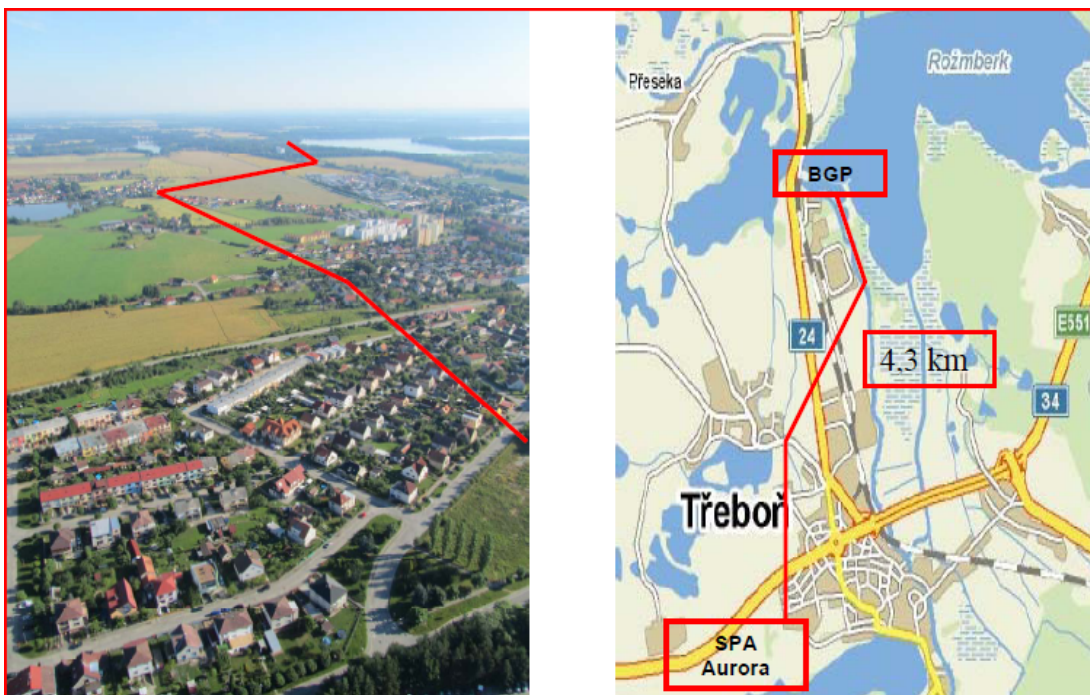


Teplo z provozu kogenerační jednotky (chlazení spalin 348 kW, směsi 157 kW, motoru a oleje 338 kW) je primárně dodáváno do teplárenské soustavy lázní a obytného domu. Případným přebytkem se nabíjí akumulární nádrže. Přebytek tepla při saturování spotřeby odběratelů a nabitých akumulárních nádrží je odváděn nouzovými chladiči, umístěnými v horním patře bioteplárny (Kajan, ENKI 2011).

3.3 Bioplynovod

Bioplynovod zajišťuje dodávku části bioplynu vyrobené v BPS do místa dalšího využití tj. bioteplárny v areálu lázní Aurora obrázek č. 16. Provedení plynovodu je v souladu s příslušnými předpisy v aktuálním znění v době výstavby a revize plynovodů (TPG 702 01, ČSN EN 12007 a ČSN 736005). Jedná se o středotlaký plynovod délky 4 294 metrů se signalizačním vodičem. Plynovod po trase kříží železniční trať, železniční vlečku, několik silnic, stávajících inženýrských sítí a vodotečí. Při křížení byla často využívána technologie přechodu protlakem. Tato technologie umožňuje urychlení práce a snížení nákladů na následné opravy komunikací. V úsecích křížení byly osazeny na potrubí chráničky s vyvedenými „čičačkami“ umožňujícími detekci unikajícího bioplynu.

Obr. č. 16: Trasa bioplynovou z BPS Třeboň do areálu Lázní Aurora (Zdroj: Kajan, 2011)



Potrubí v ochranných trubkách a chráničkách obrázek č. 17 je vystředěno objímkami a utěsněno gumovými manžetami proti vniknutí vody a nečistot. Z důvodu možné kondenzace zbytkové vody z bioplynu je plynovod osazen 18 kusy odvodňovacích zařízení, umožňujících odběr kondenzátu. Na plynovod byly použity trubky ROBUST PIPE o rozměru 160 mm x 9,5 mm z materiálu PE 100 a tlakové řady SDR 17 (Kajan, ENKI 2011).

Obr. č. 17: Bioplynovod s odvodňovacím zařízením (Zdroj: Kajan, 2011)



Bioplyn vznikající ve fermentorech a postfermentoru je přiváděn plastovým potrubím délky 150 metrů uloženým v zemi a osazeným odlučovači kondenzátu do kontejneru, vybaveného technologií na sušení a zvyšování tlaku bioplynu. V kontejneru se bioplyn přivádí na straně sání do dvou paralelně pracujících dmychadel. Proud bioplynu (do 500 Nm³/h) pro bioteplárnu se komprimuje dmychadlem na 37 kPa a následně zchladí ve dvou stupních (předchlazení a dochlazení) na teplotu 5 °C. Takto upravený bioplyn je dodáván do bioplynovodu. Tlaková ztráta při dopravě plynovodem do bioteplárny je kolem 30 kPa. Zbytek vyrobeného bioplynu se stlačí druhým dmychadlem na 11 kPa a bez předchlazení se zchladí na 8 °C a spotřebuje v kogenerační jednotce instalované u bioplynové stanice. Tlak čerpání a tím přečerpávané množství plynu se reguluje mezi 30 až 100 % přes frekvenční měniče dmychadel.

V souběhu s plynovodem byl položen optický kabel, zabezpečující přenos informací mezi BPS, bioteplárnou a kotelnou lázní. Výhodou použití optického

kabelu je kromě velké přenosové rychlosti i naprostá necitlivost optických vláken vůči elektromagnetickému rušení (Kajan, ENKI 2011).

4 VYUŽITÍ TEPLA Z BIOPLYNOVÉ STANICE TŘEBOŇ

4.1 Ekonomika projektu

Pro posouzení realizace projektu je jedním z nejdůležitějších ukazatelů ekonomická efektivnost. Posouzení vhodnosti realizace investice se může provést za pomoci konkrétních kritérií ekonomické efektivnosti. Jsou to hlavně doba návratnosti, čistá současná hodnota, čistá konečná hodnota, průměrná výnosnost investice a další. Tyto ukazatele respektují faktor času a investorovi poskytují reálnější obraz o výhodnosti investice než ukazatele statické. Pro tuto práci je využito kritérium doba návratnosti.

Doba návratnosti je obdobím většinou udávané roky, v němž se splatí kapitálový výdaj na realizovanou investici finančními příjmy z této investice. Doba návratnosti je v běžné praxi stále používána pro svou jednoduchost.

4.2 Výpočet efektivnosti investic

Pro zjištění efektivnosti projektu je nutné vytvořit relevantní výpočet doby návratnosti. Pro jednoduchý výpočet doby návratnosti jsem využil finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. Finanční kalkulátor byl použit z <http://stavba.tzb-info.cz>.

Pro lepší přehled a orientaci v kalkulátoru je nutné uvést vysvětlivky k jednotlivým položkám. Viz. text níže.

Doba životnosti

Jedná se o dobu, po kterou bude projekt provozován - tzn. dobu, po kterou bude hodnocena jeho ekonomická efektivnost. Např. kupujete-li kotel, který chcete provozovat 5 let, bude doba životnosti projektu 5 let (i když životnost a provozuschopnost kotle může být mnohem delší).

Celková investice do zařízení

Celková investice do zařízení je celková finanční částka (vlastní kapitál + zapůjčený kapitál) investovaná na začátku doby životnosti do projektu. Kalkulátor je nastaven tak, že počáteční investice (tj. celková investice na pořízení celého zařízení) je investována v tzv. nultém roce a provoz projektu (doba životnosti) je počítán až od roku následujícího. Např. v roce 2012 pořídíte nový kotel (tj. pro účel výpočtu rok 0) a v roce 2013 začnete kotel provozovat (tj. pro účel výpočtu rok 1).

Úvěr nutný pro pořízení zařízení

Jedná se o částku, kterou si investor zapůjčí na realizaci projektu (tato částka je již zahrnuta v investici). Úvěr je splácen anuitními splátkami. Úroková sazba je po celou dobu splácení úvěru konstantní. Délka úvěru může být stejná nebo kratší než je životnost projektu (delší se nedoporučuje).

Roční výnos z provozovaného zařízení

Jedná se o roční výnos z celého projektu za jeden rok. Změna ročního výnosu jsou procenta, o která se roční výnos změní (může být i záporné číslo). Výnos není zisk, není tedy od něj odečtena žádná nákladová položka (elektrárna ročně vynese např. 1 000 000 Kč což je výnos, když od výnosu odečteme všechny náklady za rok, dostaneme zisk). Pokud hodnotíme různé varianty, které nepřinášejí přímý zisk, ale výsledkem investice jsou nižší náklady (např. různé varianty vytápění rodinného domku), uvedeme do výnosů položku 0 a vyhodnocení postavíme na nákladech.

Roční náklady na provoz pořizovaného zařízení č. 1 a 2

Roční náklady č. 1 a 2 jsou náklady celého projektu za jeden rok. Změna ročních nákladů jsou procenta, o která se roční náklady změní (může být i záporné číslo). Dvě položky nákladů jsou užívány z důvodu různé rychlosti růstu cen (např. ceny za energii se mohou zvyšovat rychleji než ceny za údržbu).

Diskont

Diskont je tzv. alternativní náklad kapitálu, neboli cena ušlé příležitosti. Jednoduše řečeno, je to výnos v procentech, který byste obdrželi, pokud byste zamýšlenou částku investovali do jiného stejně rizikového projektu, nebo např. jen uložili na účet.

Zdanění zisku z projektu

Pokud hodnotíme komerční investici (jako může být např. investice do malé vodní elektrárny), lze předpokládat, že budeme platit daň ze zisku. Pokud ovšem hodnotíme nekomerční investici (vytápění rodinného domku), ve které nebude docházet ke generování žádného zisku, danit nebudeme.

Daňová sazba

Jedná se o sazbu daně ze zisku, kterou se musí daný investor řídit dle zákona o dani z příjmů. Daňový základ je vypočítáván dle vzorce: $\text{Daňový základ} = \text{výnosy} - \text{náklady} - \text{odpisy} - \text{úroky}$.

Odpisy

Odpisy je vhodné užívat pouze v případě, že se jedná o komerční projekt. Je možno odepisovat jak rovnoměrně, tak zrychleně. Předpokládá se, že celá investice nespadá pouze do jedné odpisové skupiny, proto lze investici mezi jednotlivé odpisové skupiny procentuelně rozdělit (např. 40 % investice bylo vynaloženo na strojní zařízení, takže u třetí odpisové skupiny bude 40 % a 60 % investice bylo vynaloženo na opravu či výstavbu nových budov, takže u páté odpisové skupiny bude 60 %). Doba odepisování v jednotlivých skupinách je nastavena dle současných zákonů, v případě potřeby ji lze změnit.

Doba návratnosti

Čím je doba návratnosti kratší, tím spíše lze projekt doporučit k realizaci. Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak velice často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí. Standardně se prostá doba návratnosti počítá dle následujícího vzorce:

$$T_3 = \frac{IN}{CF}$$

kde IN je investice a CF jsou roční peněžní toky.

Tento vzorec ovšem neumožňuje počítat s rozdílnými peněžními toky (cash flow) v jednotlivých letech. Tato nevýhoda je ve finančním kalkulátoru odstraněna použitím zvláštního algoritmu. Tento algoritmus ovšem nevrací desetinné číslo jako klasický vzorec (např. 3,5 roku), ale pouze celočíselný údaj. Tzn. rok, ve kterém se počáteční investice splatí.

Diskontovaná doba návratnosti

Čím je diskontovaná doba návratnosti kratší, tím spíše lze projekt doporučit k realizaci. Jedná se o obdobné kritérium, jako prostá doba návratnosti (viz. výše), ale s tím rozdílem, že není založena na prostém peněžním toku, nýbrž na peněžním toku diskontovaném. Diskontovaný peněžní tok v roce t lze spočítat dle následujícího vzorce:

$$T_{d3} = \frac{IN}{DCF} \quad DCF = \frac{CF}{(1+r)^t}$$

kde r je diskont a t rok, ke kterému se DCF počítá.

NPV (čistá současná hodnota projektu)

Pokud investice obsahuje výnosy, volíme variantu s co nejvyšším NPV. Pokud investici hodnotíme na základě nákladů, hledáme variantu s co nejnižším NPV. Čistá současná hodnota je v dnešní době jedním z nejvhodnějších kritérií. Je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. NPV lze vypočítat dle vzorce:

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t}$$

kde DCF jsou diskontované peněžní toky v jednotlivých letech a t doba životnosti projektu.

Dle stejného vzorce počítá i finanční kalkulátor. Výpočet je postaven tak, že v roce 0 počítá pouze s počáteční investicí a až v následujícím roce (tj. v roce 1) je zařízení uvedeno do provozu, tudíž až v tomto roce se objeví první výnosy, provozní náklady, odpisy atd. Pokud vyjde NPV kladné, lze projekt doporučit k realizaci.

IRR (vnitřní výnosové procento)

Čím je IRR (Vnitřní výnosové procento) větší, tím spíše lze projekt doporučit k realizaci. Vnitřní výnosové procento není nic jiného, než trvalý roční výnos investice. Jednoduše řečeno se jedná o diskont, při němž je NPV investice rovno nule.

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t} = 0 \text{ tak } IRR = r$$

Pokud je vnitřní výnosové procento (trvalý roční výnos) větší než uvažovaný diskont, lze projekt (za určitých podmínek) doporučit k realizaci. Interpretace a výpočet IRR není však nijak jednoduchá záležitost. Mohou se vyskytnout případy, kdy je IRR záporné nebo existuje IRR více a nebo neexistuje žádné atd. Kalkulátor je schopen řešit pouze jednoduché výpočty IRR a to v rozmezí 0-300 %. Pokud tedy kalkulátor IRR nenalezne, nemusí to hned znamenat, že neexistuje, ale že jeho

interpretace nebo výpočet by mohly být tak složité, že je to nad rámec funkce této aplikace.

Roční ekvivalentní finanční toky

Pokud investice obsahuje výnosy, volíme variantu s co nejvyššími ročními ekvivalentními finančními toky. Pokud investici hodnotíme na základě nákladů, hledáme variantu s co nejnižšími ročními ekvivalentními finančními toky. Jedná se o čistou současnou hodnotu projektu vydělenou anuitním faktorem. Tím dojde k rovnoměrnému rozdělení diskontovaných peněžních toků do jednotlivých let celé doby životnosti projektu. Toto kritérium je zejména vhodné pro vzájemné porovnávání různých variant se shodným rokem počáteční investice.

Finanční kalkulátory v obrázcích č. 18 a č. 19 znázorňují dobu návratnosti s rozdílnými vstupními kapitálovými podmínkami. V obr. č. 18 je počítáno s 30% vstupní dotací do projektu a doba návratnosti vychází do 17 let. Vnitřní výnosové procento je rovno 4%. Obrázek č. 19 znázorňuje dobu návratnosti bez jakékoliv vstupní dotace. V tomto případě je doba návratnosti delší než vlastní doba životnosti projektu a vnitřní procento nelze vypočítat.

Finanční kalkulátor vychází ze stanovených investičních, provozních nákladů a kalkulace ročního výnosu z pořizovaného zařízení. Tyto ukazatele jsou uvedeny v tabulce č.4 , tabulce č.5 a tabulce č.6 .

Tab. č. 4: Investiční náklady projektu

investiční náklady

Položka	mil. Kč	%
projekt	0,5	2
plynovod	11,2	39
budova bioteplárny	7,4	26
teplovody	2,5	9
akumulace tepla	2,5	9
vnitřní rozvody bioplynu	0,6	2
vzduchotechnika	1,1	4
MaR	3	10
Celkem	28,8	100

Investiční náklady projektu viz. tab. č. 4 vyjadřují rozpočet jednotlivých položek projektu výstavby zařízení. Největší finanční položkou byla výstavba plynovodu. Plynovod vede z BSP Třeboň do areálu Lázně Aurora. Vysoká finanční nákladnost plynovodu je dána vzdáleností mezi BSP a lázněmi, na náročnosti se

podílely i překážky v trase, které byly řešeny překládkami či věcnými břemeny na nemovitosti. Dalším nákladem při výstavbě plynovodu byla povinnost uvádět použité pozemky do původního stavu. Realizace plynovodu byla zvláště náročná po technické stránce při přechodu dopravních komunikací. Druhou největší položkou byla výstavba budovy bioteplárny. Budova bioteplárny nemohla být umístěna do stávajících budov lázní. Vzhledem k velikosti, specifickému zařízení uvnitř bioteplárny nešlo využít stávající prostory lázní. Budova bioteplárny se nachází v těsné blízkosti obytné zóny a v ní umístěná kogenerační jednotka vydává neustálý hluk, z toho důvodu musela být budova odhlučněna, což zvýšilo také náklady na výstavbu. Stavba tím splňuje hygienické normy hluku. Třetí největší položkou je MaR, což znamená měření a regulace. Jde o IT techniku k složitému zařízení, které řídí procesy přívodu plynu na kogenerační jednotku, výrobu elektrické energie a zajištění akumulace a oběhu tepla včetně bezpečnostních prvků.

Tab. č. 5: Provozní náklady projektu

Provozní náklady		
Položka	mil. Kč/rok	%
elektrická energie	0,3	30
Mzdy	0,3	30
Opravy	0,2	20
pojištění	0,2	20
Celkem	1,00	100

Provozní náklady projektu viz tab. č. 5 vyjadřují náklady na provoz celého zařízení využití tepla včetně lidských zdrojů. Jedná se o spotřebu elektrické energie, mzdy pro pracovníky zaměstnané v zařízení, dále se jedná o nutné opravy a výměny opotřebované a stárnoucí techniky. Nutným nákladem je pojištění celého zařízení a to před vnějšími vlivy jako jsou živelné pohromy a také vnitřními vlivy, což pokrývá pochybení lidského faktoru a nečekané selhání vnitřního zařízení. Tabulka č. 5 se může v průběhu let měnit, je zde počítáno s mnoha proměnnými faktory, jako je výše pojištění, nutný růst mezd apod. Další položkou, která se bude měnit a v průběhu let spíše poroste jsou opravy zařízení z důvodu opotřebovanosti a končící životnosti jednotlivých komponent zařízení.

Tab. č. 6: Kalkulace ročního výnosu

Tržby	
položka	mil. Kč/rok
prodej tepla	3 900 000
množství GJ/rok	15 000
cena Kč/GJ	260

Tabulka č. 6 vyjadřuje množství prodaného tepla za rok a cenu za Gigajoule (GJ) a celkový výnos z prodeje GJ. I tato tabulka se bude v průběhu času měnit. Důvodem je skutečnost, že cena tepla z kogenerační jednotky v lázních je vázána na cenu zemního plynu.

Celkové náklady realizace činily 28,8 milionu Kč. Dotace na projekt byla 30%, což bylo přesně 8,64 milionu Kč. Tato dotace byla čerpána v rámci Operačního programu podnikání a inovace (OPPI). Veškeré informace o operačním programu je možno získat z online zdroje <http://www.mpo-oppi.cz/>. O tuto částku byla tedy finální náročnost nižší. Konečná částka zaplacená investorem činila 20,16 milionu Kč. Dotace tedy umožnila vlastníkovu dosáhnout kratší doby návratnosti investice. Viz. kalkulátor obr. č. 18

Obr. č. 18: Finanční kalkulátor s 30% dotací (Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz>, 2011)

Základní parametry investice

Doba životnosti projektu [počet let] ???
 Celková investice do zařízení [Kč] ???

Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???

Úvěr (vypůjčená částka) [Kč]
 Úroková sazba [%]
 Doba splácení úvěru [počet let]

Roční výnos z provozovaného zařízení ???

Roční výnos z pořizovaného zařízení [Kč]
 Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení [%]

Roční náklady na provoz pořizovaného zařízení ???

	Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]
č. 1	<input type="text" value="1000000"/>	<input type="text" value="3"/>
č. 2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Doplňkové parametry investice

Diskont - výnos alternativní investice % ???
 Bude se danit zisk z projektu? ??? Ne Ano - daňová sazba % ???

Odpis investice ???

Odpisové skupiny	Počet let	Část investice [%]	Způsob odepisování
1	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/> %	rovnoměrně ▾
1a	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0"/> %	rovnoměrně ▾
2	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/> %	rovnoměrně ▾
3	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="6"/> %	rovnoměrně ▾
4	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="60"/> %	rovnoměrně ▾
5	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/> %	rovnoměrně ▾
6	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0"/> %	rovnoměrně ▾

VÝSLEDKY

NPV - čistá současná hodnota projektu: **28381461 Kč** ???
 Roční ekvivalentní finanční toky investice: **0 Kč** ???
 Doba návratnosti: **15 let** ???
 Diskontovaná doba návratnosti: **15 let** ???
 IRR - vnitřní výnosové procento investice: **6 %** ???

Dle uvedeného kalkulátoru v obr. č. 18 a dodaných parametrů vycházejících z předešlých tabulek č. 4, 5 a 6 počítaných s 30 % dotací vyplývá následující. Doba životnosti je 20 let, celková investice do zařízení je 20 160 000,- Kč, předpokládaná úroková sazba je 6 %, doba splatnosti úvěru je 12 let, počítaný roční výnos z pořizovaného zařízení tvoří 3 900 000,- Kč, roční změna výnosu z pořizovaného

zařízení je 4%, roční náklad na provoz zařízení je 1 000 000,- Kč, roční změna nákladů je 3%, daňová sazba je 19 % a odpis investice viz. kalkulátor viz. obr. č. 18. Z uvedeného vyplývá, že čistá současná hodnota projektu je 28 381 461,- Kč a doba návratnosti je 15 let za dodržení 4 % výnosového procenta investice.

Finanční kalkulátor uveden v obr. č. 19 uvádí základní parametry investice bez poskytnuté 30% dotace.

Obr.č. 19: Finanční kalkulátor bez dotace (Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz>, 2011)

Základní parametry investice

Doba životnosti projektu [počet let] ???

Celková investice do zařízení [Kč] ???

Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???

Úvěr (vypůjčená částka) [Kč]

Úroková sazba [%]

Doba splácení úvěru [počet let]

Roční výnos z provozovaného zařízení ???

Roční výnos z pořizovaného zařízení [Kč]

Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení [%]

Roční náklady na provoz pořizovaného zařízení ???

	Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]
č. 1	<input type="text" value="1000000"/>	<input type="text" value="3"/>
č. 2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Doplňkové parametry investice

Diskont - výnos alternativní investice % ???

Bude se danit zisk z projektu? ??? Ne Ano - daňová sazba % ???

Odpis investice ???

Odpisové skupiny	Počet let	Část investice [%]	Způsob odepisování
1	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/> %	rovnoměrně ▼
1a	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0"/> %	rovnoměrně ▼
2	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/> %	rovnoměrně ▼
3	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="6"/> %	rovnoměrně ▼
4	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="60"/> %	rovnoměrně ▼
5	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/> %	rovnoměrně ▼
6	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0"/> %	rovnoměrně ▼

VÝSLEDKY

NPV - čistá současná hodnota projektu: Kč ???

Roční ekvivalentní finanční toky investice: Kč ???

Doba návratnosti: let ???

Diskontovaná doba návratnosti: let ???

IRR - vnitřní výnosové procento investice: % ???

Dle uvedeného kalkulátoru v obr. č. 19 a dodaných parametrů vycházejících z předešlých tabulek č. 4, 5 a 6 počítaných bez 30 % dotace vyplývá následující. Doba životnosti je 20 let, celková investice do zařízení je 28 800 000,- Kč, předpokládaná úroková sazba je 6 %, doba splatnosti úvěru je 12 let, počítaný roční výnos z pořizovaného zařízení tvoří 3 900 000,- Kč, roční změna výnosu z pořizovaného zařízení je 4%, roční náklad na provoz zařízení je 1 000 000,- Kč, roční změna nákladů je 3%, daňová sazba je 19 % a odpis investice viz. kalkulátor viz. obr. č. 19. Z uvedeného vyplývá, že čistá současná hodnota projektu je 9 501 396,- Kč a doba návratnosti je 19 let za dodržení 2 % výnosového procenta investice. Bez dotace se doba návratnosti prodlužuje o 4 roky a výnosové procento investice se snižuje o 2 %.

Tabulka č. 7 a tabulka č. 8 porovnává na základě roční změny výnosu ekonomickou, časovou návratnost a výnosové procento projektu investice s použitím 30% dotace a bez použití výše zmíněné dotace.

Z tabulky č. 7 je možné vyčíst, že u některých položek vycházejících z roční změny výnosu z pořizovaného zařízení, nebyl kalkulátor schopen vypočítat reálné hodnoty a uvedl je jako nulové.

Tab. č. 7: Výsledky vyplývající z kalkulátoru bez použití dotace

Položka	Jednotky	Výsledné položky bez použití 30% dotace				
		2	3	4	5	6
RZV	%					
NPV	Kč	-7 857 512	293 210	9 501 396	19 900 484	31 658 227
DN	Roky	0	20	19	17	16
IRR	%	0	0	2	3	5

Legenda k tabulce č. 7

RZV - Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení

NPV - Čistá současná hodnota projektu

DN - Doba návratnosti, když je rovno 0 je delší než doba životnosti projektu

IRR - Vnitřní výnosové procento investice

IRR - IRR = 0 není kalkulátor schopen IRR vypočítat

Z tabulky č. 8, která počítá s dotací 30 % vyplývá, že doba návratnosti se zkracuje s vyšším vnitřním výnosovým procentem investice. Dotace má příznivý vliv na finanční zhodnocení celého projektu.

Tab. č. 8: Výsledky vyplývající z kalkulátoru s použitím dotace

Položka	Jednotky	Výsledné položky s použitím 30% dotace				
		2	3	4	5	6
RZV	%					
NPV	Kč	11 067 902	19 196 023	28 381 461	38 767 859	50 518 193
DN	Roky	17	16	15	14	13
IRR	%	3	5	6	8	10

Legenda k tabulce č. 8

RZV - Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení

NPV - Čistá současná hodnota projektu

DN - Doba návratnosti

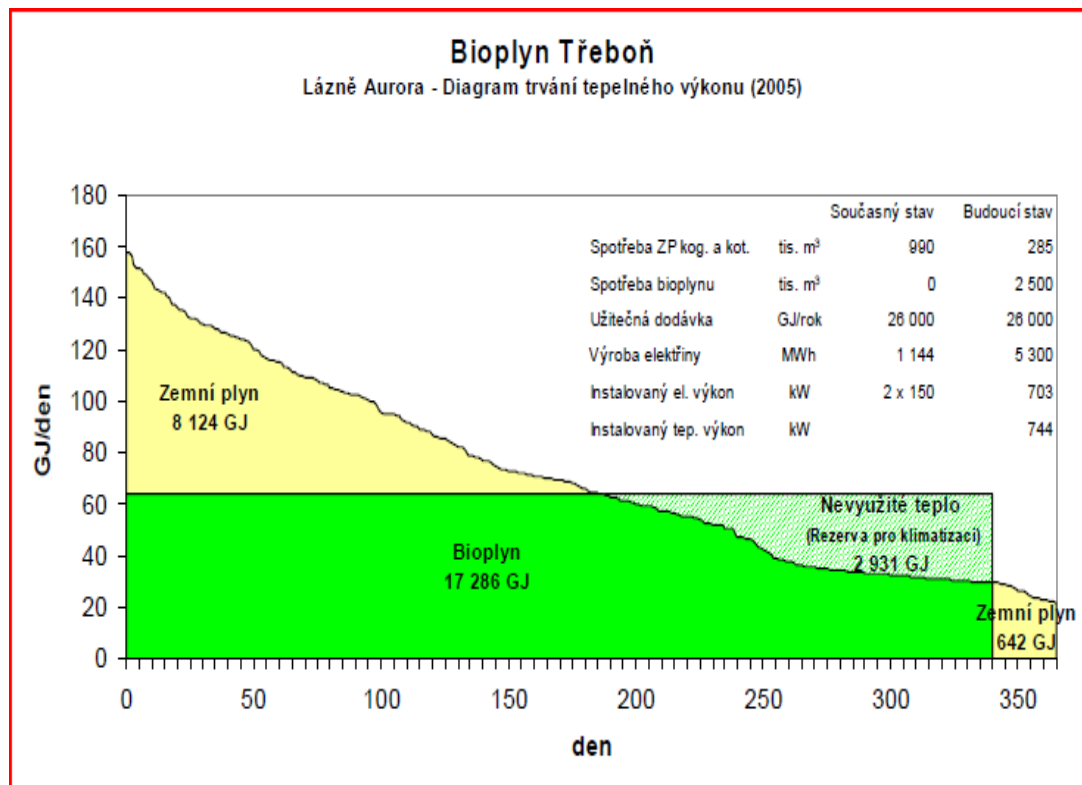
IRR - Vnitřní výnosové procento investice

4.3 Využití disponibilního tepla lázněmi AURORA a jiné varianty

Lázně Aurora Třeboň vyžadují celoroční přísun tepla a teplé vody pro řádný provoz. Množství tepla se mění v průběhu roku a je dáno spotřebou pro vytápění obytných a provozních prostor lázní a pro vytápění lázeňských zařízení (balneo provoz, wellnesscentrum). Logicky největší spotřeba je v zimním období a nejnižší v letním. Respektive se zvyšuje v zimním období pro vytápění ubytovacích zařízení. Spotřeba tepla pro wellnesscentrum a balneo provoz je více méně konstantní po celý rok.

Graf 1 znázorňuje roční spotřebu tepla lázní Aurora Třeboň.

Graf č. 1: Spotřeba tepla



Z obrázku je patrná hodnota nevyužitého tepla ve formě rezervy. Tato rezerva je z hlediska provozu lázní nezbytná a musí být zachována pro všechny případy, opravy, výpadek dodávky tepla atd. Toto teplo lze však při běžném provozu, který nevyžaduje rezervy, využít. Z možností využití se nabízejí vyhřívání venkovního bazénu s atrakcemi, vybudování zimní zahrady, případně rozšíření ubytovacího zařízení. Další možností je vytápění skleníků patřícím lázním Aurora. V současnosti se provádí technické a ekonomické analýzy uvedených řešení pro další využití tepla.

5 DISKUZE

Lázně Aurora využívají teplo z kogenerační jednotky bioteplárny, která je umístěna u areálu lázní. Plyn je spalovaný v kogenerační jednotce bioteplárny a je sem dopravován pomocí plynovodu z BPS Třeboň. BPS Třeboň se strukturou a činností nijak významně neodlišuje od ostatních BPS zemědělského typu. Podstatným rozdílem je skutečnost, že má stálého a významného odběratele tepla. Ovšem tato skutečnost nebyla bez prvotních obtíží a musela být provedena výstavba doplňujícího zařízení, kterým je bioplynovod do areálu, kde je plyn spalován.

Lázně ziskem stálého přísunu tepla, tím získaly samostatnost a ekonomickou úsporu na vytápění veškerých aktivit při provozu. Unikátem na celém projektu je právě bioplynovod. Z důvodu neustále se zvyšující ceny tepla, plynu a dalších komodit se hledaly jiné možnosti zásobování lázní teplem. Výsledkem byla výstavba bioplynovodu, který má zásobovat lázně a její bioteplárnu plynem z BPS Třeboň.

Celý projekt byl navržen a realizován za pomoci OPPI, který poskytl 30% dotaci na realizaci projektu. Z výsledků vyplývá, že bez použití dotace by byl projekt finančně náročný a značně rizikový. Ovšem 30 % dotace pomohla vlastní realizaci a tím snížila rizikovost návratu financí.

Pro zjednodušení náhledu na ekonomiku celého projektu byl použit finanční kalkulátor s přispěním reálných dat od investora a provozovatele projektu společnosti BIOPLYN Třeboň spol. s r.o.. Finanční kalkulátor ukazuje efektivnost projektu, jeho klady a zápory v různých formách jako například doby návratnosti, současnou hodnotu projektu za měnících se podmínek, které jsou dány politickou a ekonomickou situací v ČR. Lázně Aurora Třeboň mají s BPS smlouvu o dodávkách plynu včetně ceníku plynu, který částečně koresponduje s cenami plynu zemního. Vlastní znění smlouvy a výše cen nebyla autorovi práce sdělena ze zřejmých důvodů. Jedná se totiž o vnitřní záležitosti a ekonomické situace dvou samostatných subjektů lázní Aurora a BPS Třeboň. Interní hospodaření není běžně veřejnosti přístupné a toto pravidlo nemůže být porušeno ani v bakalářské práci zabývající se tímto projektem.

Dále je zde znázorněn reálný požadavek lázní na množství odběru tepla během roku. Jeho zastoupení ve formě bioplynu a zemního plynu je vytýčeno v grafu práce.

Teplo získané z bioplynu lze využívat i na jiné možnosti než je stávající stav, protože zůstávají zbytky ve formě nevyužitého tepla. Pro potřeby lázní slouží jako rezerva. V budoucnosti však lze tuto rezervu plně zhodnotit a to např. rozšíření lázní, rozšíření ubytovacích prostor, výstavbou nových zařízení buď pro potřeby lázní nebo jiné objekty, které by teplo do lázní vykupovaly. Tím by mohly lázně získat další zdroj financí.

Stupavský (2012) uvádí, že podpora OZE se vztahuje především na výrobu elektrické energie a výroba tepla z OZE je silně opomíjena. Uvádí, že při trvání nerovných podmínek jaké jsou nastaveny nyní, může dojít k návratu tepláren a vytopen využívající obnovitelné zdroje zpět k fosilním palivům. Fakticky by tedy mohlo dojít k poklesu výroby energie z OZE a nesplnění závazků vůči EU. S tím je spojena i hrozba odstavení některých systémů centrálního zásobování teplem v municipalitách a přechodu na lokální vytápění fosilními palivy.

Navržená podpora pro výrobu tepla z OZE je stanovena pro všechny zákonem definované zdroje v maximální výši 50 Kč/GJ, což odpovídá cca 0,16 Kč/kWh) s pravidelným ročním navýšením 2 % z důvodu předpokládané inflace. Oproti současné výši podpory výroby elektřiny z OZE je tato zhruba 10x nižší. Přesnou výši podpory musí následně stanovit v Cenovém rozhodnutí Energetický regulační úřad (Stupavský, 2012).

Lázně Aurora Třeboň jsou smluvně vázány s BPS Třeboň na odběru tepla. Tento vztah je ale vzácná shoda mezi dvěma subjekty, které mají podobný cíl a vyhovující si, jak místně, tak schopností teplo vyrobit a využít. Lázně Aurora jsou výjimkou v tak velkém rozsahu spotřeby tepla z OZE v rámci ČR. Mnoho podobných příkladů v ČR nenajdeme a proto nelze než souhlasit s prohlášením Stupavského (2012).

6 ZÁVĚR

Bioplynové stanice patří v klimatických podmínkách České republiky z technického i ekonomického hlediska k nejvhodnějším obnovitelným zdrojům energie. V porovnání se slunečními a větrnými elektrárnami dosahují několikrát vyššího využití instalovaného výkonu. Navíc je možná a relativně snadná regulace výkonu bioplynových stanic v průběhu dne a roku. Tím nezatěžují přenosovou a distribuční soustavu. V současnosti je v České republice přes 320 bioplynových zařízení (sklárky, čistírny odpadních vod s anaerobní fermentací kalu, průmyslové a zemědělské bioplynové stanice). Celkový instalovaný elektrický výkon těchto zařízení je 224 MW a ročně vyrobí 868 GWh elektrické energie. Vedle elektrické energie vzniká při spalování bioplynu v kogenerační jednotce i tepelná. Celkově energetická hodnota vyrobeného tepla je přibližně rovná energii vyrobené elektřiny.

Vzhledem k tomu, že návratnost projektů výstavby bioplynových stanic je odvozena od dotované vyrobené elektrické energie, investoři neřeší využití tzv. disponibilního tepla. Jedná se o rozdíl mezi celkovým vyrobeným teplem a teplem spotřebovaným na vytápění vlastní bioplynové stanice. V průměru bez rozdílu typu bioplynové stanice činí toto disponibilní teplo cca 80 % z celkového tepla vyrobeného na bioplynové stanici. To znamená při roční výrobě přes 868 GWh elektrické energie se dá roční množství disponibilního tepla odhadnout na 695 GWh. Jenom 50 % využití tohoto množství tepla představuje ročně potenciál kolem 350 GWh tepla. To je 1 260 000 GJ tepla resp. ekvivalent 350 milionům m³ zemního plynu.

V Evropě existuje jenom několik desítek bioplynových stanic využívajících alespoň 50 % disponibilního tepla. V České republice byla BPS Třeboň v době uvedený do provozu jediná. Cílem této práce bylo zhodnotit technické a ekonomické řešení možnosti využití disponibilního tepla z BPS oddělením místa výroby bioplynu a místa jeho maximálního energetického využití, když tyto provozy jsou propojeny nově vybudovaným plynovodem. Projekt BPS Třeboň ukázal možnost tohoto technického řešení. Jak vyplývá ze získaných výsledků finanční analýzy je však toto konkrétní řešení bez investiční potřeby ekonomicky neprůchodné. Nejvyšší položky, které snižovali ekonomickou efektivnost projektu byla délka plynovodu a výstavba

bioteplárny, která musela splňovat požadavky (hluk) pro umístění v lázeňském areálu.

Přehled technického řešení a ekonomická analýza jednotlivých faktorů může posloužit jako vzor pro zvýšení využití disponibilního tepla na dalších bioplynových stanicích v České republice. Díky realizaci podobných projektů mohou získat nezávislost celé obce, případně jejich části a zvýšit zaměstnanost v kraji.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

7.1 Článekové zdroje

- KAJAN, Miroslav., Lhotský, Richard.: Přehled stávajících technologických postupů a technických řešení pro zpracování rostlinné biomasy anaerobní fermentací a situace v zemích EU, ENKI, o.p.s., Třeboň, 2006
- KRČÁLOVÁ, Eva.: Příručka o nakládání s digestátem a fugátem, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně Institut celoživotního vzdělávání ve spolupráci s Ústavem zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Brno, 2008
- MALÍK, Vladimír: Vyhodnocení provozu bioplynové stanice ve vybrané lokalitě I., Bakalářská práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita, 2010.
- PASTOREK, Zdeněk., WOLFF, Jiří.: Výroba a využití bioplynu v zemědělství, ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 1992, ISSN: 0231-9470
- SCHULZ, Heinz: EDER, Barbara. Bioplyn v praxi. Ostrava : HEL, 2004.
- STRAKA, F.: Bioplyn. 1. vyd. Říčany: GAS, 2003. 517 s. ISBN 80-7328-029-9.
- ŠTINDL, Pavel: Vliv pH a pufrovitosti prostředí na anaerobní digesci travní hmoty. České Budějovice : [s.n.], 2004.
- WOLLNER, A.: Využití kukuřice k energetickým účelům, Diplomová práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita, 2011.

7.2 Internetové zdroje

- CZ Biom,: Využití odpadního tepla z výroby bioplynu. *Biom.cz* [online]. 2012-12-18 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vyroby-bioplynu>>. ISSN: 1801-2655.
- DOHÁNYOS, Michal.: Teoretické základy anaerobní fermentace. Česká bioplynová asociace [online]. 1.9.2009 Dostupné z WWW: <<http://www.czba.cz/index.php?art=page&parent=vse-o-bioplynu&nid=teoreticke-zaklady-anaerobni-fermentace>>.
- HABART, Jan.: V čem se liší zemědělská a komunální bioplynová stanice – zamyšlení u příležitosti otevření bioplynové stanice v Krásné Hoře a Vysokém Mýtě. *Biom.cz* [online]. 2008-10-27 [cit. 2010-04-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/v-cem-se-lisi-zemedelska-a-komunalni-bioplynova-stanice-zamysleni-u-prilezitosti-otevreni-bioplynove-stanice-v-krasne-hore>>. ISSN: 1801-2655.
- KAJAN, Miroslav.: Výroba a využití bioplynu v zemědělství. *Biom.cz* [online]. [2. 11. 2011]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-z-odpadu-zivocisne-vyroby>>. ISSN: 1801-2655.
- VERNER, D.: Nakládání s digestátem zemědělských bioplynových stanic, Bakalářská práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita, 2010.
- VSB [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Bioplyn. Dostupné z WWW: <http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/Bioplyn.pdf>. Výběr hybridu. In *Bioplyn : Základy kvasné biotechnologie*. Velké Meziříčí:KWS,2010.
- STUPAVSKÝ, Vladimír: Zelená podpora tepla pro zdroje na biomasu a bioplyn zajistí nižší náklady spotřebitelů. *Biom.cz* [online]. 2012-01-09 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zelena-podpore-tepla-pro-zdroje-na-biomasu-a-bioplyn-zajisti-nizsi-naklady-spotrebitelu>>. ISSN: 1801-2655.
- <http://www.czba.cz>, (online) (12. 2. 2012)
- <http://www.mpo-oppi.cz/> , (online) (25. 11. 2011)
- <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>, (online) (5. 12 . 2011)
- <http://stavba.tzb-info.cz> (online) (8. 1. 2012)

- <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic> (online) (8. 1. 2012)