

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Bakalářská práce

Ekonomická analýza bioplynové stanice

Tadeáš Soukup

© 2016 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tadeáš Soukup

Provoz a ekonomika

Název práce

Ekonomická analýza bioplynové stanice

Název anglicky

Economic analysis of the biogas plant

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnocení investice do bioplynové stanice. K tomuto účelu jsou použita data z let 2013 a 2014. Cílem práce je také ověřit, zda výnosy z prodeje elektrické a tepelné energie jsou dost vysoké na rentabilní provoz bioplynové stanice. Dílčím cílem této práce je vyhodnocení návratnosti investice do bioplynové stanice, která by neměla přesáhnou, pro bioplynovou stanici přijatelnou dobu návratnosti.

Metodika

V teoretické části je využita metoda studia odborné literatury se zaměřením na dané téma. Praktická část je vytvořena za pomoci základních statistických metod a metod finanční analýzy dat, které byly poskytnuty bioplynovou stanicí. Poskytnutá data obsahují údaje o provozu třech kogeneračních jednotek. Je zaznamenán jejich výkon a spotřeba bioplynu. Druhá část výkazů obsahuje data týkající se množství a typu vstupních surovin. Poslední část je věnována výrobě a spotřebě tepla. Ke zhodnocení investice budou využita metoda diskontovací doby návratnosti, rentability investice a analýza poměrových ukazatelů.

Doporučený rozsah práce

30-50

Klíčová slova

Bioplynová stanice, bioplyn, hodnocení investic, zisk, náklady

Doporučené zdroje informací

DEUBLEIN, D. – STEINHAUSER, A. *Biogas from waste and renewable resources : an introduction.*

Weinheim: Wiley-VCH, 2008. ISBN 978-3-527-31841-4.

DOHÁNYOS, M. – STRAKA, F. *Bioplyn : [příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů].* Praha [i.e. Říčany u Prahy]: GAS, 2006. ISBN 80-7328-090-6.

KOUŘA J.: *Bioplynové stanice s mokrým procesem*, Informační centrum ČKAIT, 2008, ISBN: KOUŘA J.:

Bioplynové stanice s mokrým procesem, Informační centrum ČKAIT, 2008, ISBN: 978-80-870-9333-7

KRIEG, A. – MITTERLEITNER, H. – EDER, B. – SCHULZ, H. *Bioplyn v praxi : teorie – projektování – stavba zařízení – příklady.* Ostrava: HEL, 2004. ISBN 80-86167-21-6.

LEVY, H. – TŘASKALÍK, M. – SARNAT, M. – JANEČKOVÁ, L. *Kapitálové investice a finanční rozhodování.*

Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-504-1.

QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií.* Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3250-3.

SYNEK, M. *Manažerská ekonomika.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1992-4.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Josef Slaboch, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2015

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 02. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ekonomická analýza bioplynové stanice" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 3. 2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Josefu Slabochovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce a Ing. Františku Milcovi za poskytnuté údaje.

Ekonomická analýza bioplynové stanice

Souhrn

Bakalářská práce „Ekonomická analýza bioplynové stanice“ se zabývá zhodnocením investice do bioplynové stanice ve Velkém Chvojně. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část, která je doplněna diskusí. V první části je provedena literární rešerše zabývající se historií, složením a procesem výroby bioplynu. Dále jsou popsány hlavní součásti bioplynové stanice a její ekonomika. Poslední část literární rešerše je věnována metodám hodnocení investic. V druhé části je nejprve popsána bioplynová stanice ve Velkém Chvojně. Je objasněno vytvoření tabulky cash-flow a jsou charakterizovány výnosy a náklady bioplynové stanice. Následně je provedeno zhodnocení struktury nákladů bioplynové stanice, pozornost je věnována také struktuře vstupních surovin a to jak z hlediska nákladů, tak i hmotnostních poměrů. Dále je proveden výpočet čisté současné hodnoty, vnitřního výnosového procenta a diskontované doby návratnosti. Z metod, které nezahrnují časovou hodnotu peněz, je vypočtena metoda rentability a prostá metoda návratnosti. V poslední části jsou v rámci diskuse zhodnoceny získané výpočty a je zde podán návrh na zlepšení.

Klíčová slova: Bioplynová stanice, bioplyn, hodnocení investic, cash-flow, výnosy, náklady, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, doba návratnosti, rentabilita investice.

Economic analysis of the biogas plant

Summary

Bachelor thesis "Economic Analysis of a biogas plant" deals with the evaluation of investments in the biogas plant in Velké Chvojno. The thesis is divided into theoretical and practical part, which is supplemented by discussions. The first part is a literature review, which deals with history, the composition and process of biogas production. The following describes the main components of a biogas plant and its economy. The last part of literature review is devoted to methods of evaluating investments. In the practical part, at first, the biogas plant in the Velké Chvojno is described. It describes how to create a table of cash flow and income and expenses of the biogas plant are characterized. Subsequently, an assessment of the cost structure of a biogas plant is made, attention is also paid to the structure of raw materials both in terms of cost and weight proportion. Furthermore, a calculation of net present value, internal rate of return and discounted payback period. Among the methods which do not include the time value of money is calculated using the method of simple payback return. The last part, discussion, evaluates the acquired calculations and includes herein a draft for improvement.

Keywords: Biogas plant, biogas, evaluation of investment, cash-flow, revenues, costs, net present value, internal rate of return, payback period, return of investment.

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl práce a metodika	12
2.1. Cíl práce	12
2.2. Metodika	12
3. Literární rešerše	14
3.1. Obnovitelné zdroje	14
3.2. Bioplyn.....	16
3.2.1. Historie bioplynu	17
3.2.2. Složení a vznik bioplynu.....	18
3.2.3. Vstupní suroviny a jejich výtěžnost.....	20
3.3. Rozdělení bioplynových stanic	22
3.4. Součásti bioplynové stanice	25
3.4.1. Fermentor.....	25
3.4.2. Míchadla a příjmový systém.....	27
3.4.3. Kogenerační jednotka	28
3.5. Dělení bioplynových technologií	29
3.5.1. Mokré kvašení.....	29
3.5.2. Suché kvašení	30
3.6. Digestát a jeho využití.....	31
3.6.1. Zákonné normy pro využití digestátu	32
3.7. Náklady a tržby bioplynové stanice	32
3.7.1. Investiční náklady	32
3.7.2. Příjmy z provozu.....	33
3.7.3. Náklady na provoz.....	35
3.8. Metody používané při hodnocení investičních záměrů.....	35
3.8.1. Metoda čisté současné hodnoty	36
3.8.2. Metoda vnitřního výnosového procenta	36
3.8.3. Metoda výnosnosti investic	38
4. Praktická část	40
4.1. Bioplynová stanice Velké Chvojno.....	40
4.2. Cash-flow	40
4.3. Hodnocení investice	47
4.3.1. Čistá současná hodnota.....	47
4.3.2. Vnitřní výnosové procento.....	47

4.3.1. Výnosnost investice	48
4.3.2. Doba návratnosti investice.....	48
4.4. Citlivostní analýza.....	49
5. Diskuse a závěry	51
6. Seznam použitých zdrojů	54
7. Přílohy	58

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Bioplynová stanice.....	25
-------------------------------------	----

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Výkupní ceny a zelené bonusy	34
Tabulka 2 - Cash-flow pro roky 2013 až 2022	41
Tabulka 3 - Cash flow pro roky 2023 až 2032	41
Tabulka 4 - Struktura nákladů I.	46
Tabulka 5 - Struktura nákladů II.....	46
Tabulka 6 - Čistá současná hodnota	47
Tabulka 7 - Kumulované Cash-flow.....	48
Tabulka 8 - Citlivostní analýza.....	49
Tabulka 9 - Citlivostní analýza v poměrovém vyjádření.....	49

Seznam grafů

Graf 1 - Výnos bioplynu z jednotlivých substrátů	22
Graf 2 - Struktura nákladů na vstupní suroviny 2013.....	43
Graf 3 - Struktura nákladů na vstupní suroviny 2014.....	43
Graf 4 - Hmotnostní poměr vstupních surovin 2013 (v tunách).....	44
Graf 5 - Hmotnostní poměr vstupních surovin 2014 (v tunách).....	45

Seznam rovnic

Rovnice 1 - Čistá současná hodnota I.....	36
Rovnice 2 - Čistá současná hodnota II.....	36
Rovnice 3 - Vnitřní výnosové procento I.....	37

Rovnice 4 - Vnitřní výnosové procento II	37
Rovnice 5 - Výnosnost investice	38

1. Úvod

Závazek České republiky, že do roku 2020 budeme produkovat 13,5 % energie z obnovitelných zdrojů, poukazuje na významnost hledání alternativních zdrojů získávání energie. V současné době se rýsují dva základní problémy. Prvním je nadměrná produkce odpadu z lidské činnosti. Druhým problémem je zvyšující se potřeba energie a vyvstává otázka, kde ji získat. Jako dobré vyústění těchto otázek se jeví využít odpad pro výrobu energie. Výběr tématu byl ovlivněn studiem ekonomicky zaměřeného oboru na České zemědělské univerzitě a to vedlo k rozhodnutí věnovat se ekonomice výroby energie ze zemědělského odpadu. Z literatury a sdělovacích prostředků je patrné, jak obtížné je likvidovat odpad z velkochovů prasat - kejdu, proto připadá v úvahu, ji při likvidaci využít. Toto vedlo k rozhodnutí zabývat se v bakalářské práci ekonomikou získávání energie. Zároveň je zřejmé, že tento způsob získávání energie je velice ekologický, na což je v dnešní době kladen důraz. Zvláště v severních Čechách tuhá paliva nejen že ubývají, ale jejich těžba velice ničí krajinu, někdy až neobnovitelně mění její vzhled. Proto je nutné jejich doplnění jinými zdroji, a to právě obnovitelnými. Tento směr je v dnešní době státem i Evropskou unií podporován, a proto na jeho realizaci i nastartování je možné získat dotace. Ten kdo se tak rozhodne, musí si stanovit ekonomickou rozvahu, a proto je kladen hlavní důraz na to, zda je tento způsob rentabilní a po jaké době se vložené prostředky vrátí a provoz začne tvořit zisk.

Při hledání vhodného provozu jsem narazil na bioplynovou stanici Ing. Františka Milce ve Velkém Chvojně, který přislíbil spolupráci. Jeho farma ve spojení s bioplynovou stanicí je zajímavě řešena. Je výhodné, že farma je poblíž velkého provozu chovu prasat, který má problémy s likvidací velkého množství prasečí kejdy. Z tohoto důvodu je pro něj bioplynová stanice výhodným řešením.

Cílem mé bakalářské práce je hodnocení investice do bioplynové stanice ve Velkém Chvojně.

2. Cíl práce a metodika

2.1. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zhodnocení investice do bioplynové stanice. K tomuto účelu jsou použita data z let 2013 a 2014. Cílem práce je také ověřit, zda výnosy z prodeje elektrické a tepelné energie jsou dost vysoké na rentabilní provoz bioplynové stanice. Dílčím cílem této práce je vyhodnocení návratnosti investice do bioplynové stanice, která by neměla přesáhnout, pro bioplynovou stanici přijatelnou dobu návratnosti. Dalším cílem práce je také posouzení, zda je možné rentabilně provozovat bioplynovou stanici bez poskytnutí počáteční dotace, tzn. pouze na základě poskytnutého úvěru.

2.2. Metodika

V teoretické části je využita metoda studia odborné literatury se zaměřením na dané téma. Mezi tato témata patří obnovitelné zdroje, historie, vznik a využití bioplynu. Dále k popisovaným tématům patří popis bioplynových technologií, ekonomika bioplynové stanice a metody hodnocení investic. V praktické části jsou využita data z výkazů bioplynové stanice z let 2013 a 2014 a další data poskytnutá provozovatelem bioplynové stanice. Poskytnutá data obsahují údaje o provozu třech kogeneračních jednotek. Je zaznamenáno množství vyprodukované elektrické a tepelné energie a jejich využití. Druhá část výkazů obsahuje data týkající se množství a typu vstupních surovin, které jsou spotřebovávány v bioplynové stanici.

Na základě těchto údajů je vytvořena tabulka cash-flow, ze které jsou provedeny výpočty a analýza nákladů.

Cílem analýzy struktury celkových nákladů a nákladů na vstupní suroviny je zjistit, která položka tvoří největší podíl na nákladech.

Ke zhodnocení investice je využita metoda čisté současné hodnoty, vnitřního výnosového procenta a výnosnosti investic.

K výpočtu čisté současné hodnoty je využita funkce programu Excel „čistá.součhodnota“ a vzorec: $NPV = C_0 + \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$, kde C jsou hotovostní tok v jednotlivých letech, n je počet

let a r je alternativní náklad.

Metoda vnitřního výnosového procenta je vypočtena funkcí programu excel „míra.výnosnosti“ a vzorcem: , kde $0 = C_0 + \sum \frac{C_n}{(1 + IRR)^n}$ IRR je vnitřní výnosové procento, C hotovostní toky v jednotlivých letech a n je počet let.

Metoda výnosnosti investice (ROE) je počítána vzorcem $ROI = \frac{Z_r}{I}$, kde Zr je průměrný roční zisk plynoucí z investice a I jsou náklady na investici.

Doba návratnosti investice byla spočítána z prostého i diskontovaného cash-flow. Diskontování v tomto případě bylo provedeno ručním výpočtem.

Poslední část tvoří citlivostní analýza, jejímž cílem je zjistit, která proměnná nejvíce ovlivní čistou současnou hodnotu investice. Je zvolena škála změn od -10 % do +10 % po 5 %. Jako determinanty jsou zvoleny vstupní suroviny, doprava, osobní náklady a ostatní náklady.

3. Literární rešerše

V rámci literární rešerše je proveden rozbor literatury týkající se bioplynových stanic. Na úvod jsou popsány charakteristické rysy obnovitelných zdrojů elektrické energie. Jsou zkoumány podmínky vzniku bioplynu, historie jeho využití. Jsou popsány bioplynové stanice a jejich ekonomika. V poslední části jsou popsány metody hodnocení investic.

3.1. Obnovitelné zdroje

Obnovitelné zdroje jsou v zákoně číslo 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 90/2014 Sb, § 2 definovány takto:

„Obnovitelnými zdroji obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu z čistíren odpadních vod a energie bioplynu.“

Na rozdíl od fosilních zdrojů energie jako je ropa, zemní plyn, uhlí a rašelina, se obnovitelné zdroje energie samy obnovují. Také je můžeme označit jako regenerativní nebo alternativní. I když ani ty nejsou nekonečné, čtyři miliardy let do vyhasnutí slunce vypadá vedle několika desetiletí fosilních zdrojů jako nekonečné. (Quaschnig, 2010)

Hlavním předpokladem je v dlouhodobém horizontu zajištění energetických potřeb České republiky. Přednostní využití tuzemských zdrojů a nejmodernějších technologií šetrných k životnímu prostředí patří mezi nejdůležitější zásady Státní energetické koncepce. Část tuzemských zdrojů tvoří obnovitelné zdroje a předpokládá se jejich rozvoj v souladu s klimatickými podmínkami a možnostmi energetických sítí v rámci naplnění Národního akčního plánu. Ten předpokládá do roku 2020 nárůst podílu energie z obnovitelných zdrojů na 14 %. Pro srovnání v roce 2005 tvořil podíl 6,1 %, v roce 2010 8,8 % a pro rok 2015 se předpokládá 12 %. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2010)

Dle povolovacího procesu pro obnovitelné zdroje elektrické energie Ministerstva životního prostředí z roku 2009 jsou obnovitelné zdroje popsány následovně:

Solární (fotovoltaické) elektrárny

Vyrábí energii ze slunečního záření za pomoci solárních panelů, které obsahují fotovoltaické články. Ty obsahují polovodič, který přeměňuje sluneční energii na elektřinu. Jejich hlavní výhodou jsou nulové vylučované přímé emise do okolního prostředí. Využívají se tři způsoby umístění solárních panelů:

- 1) Panely mohou být přímo součástí stavby, například jsou součástí střešní krytiny nebo na balkónu.
- 2) Solární panely umístěné na budovu. Mohou být umístěné na šikmé střeše přibližně 10 cm od krytiny, v tomto případě nedochází ke zvýšení a tedy změně stavby.
- 3) Druhou možností je umístění na rovné střeše, kde mají optimální sklon, dochází však ke změně stavby. Umístění solárních panelů jako samostatné stavby.

Větrné elektrárny

Větrné elektrárny mají velmi pozitivní přínos pro čisté životní prostředí, avšak jejich výstavba zásadním způsobem narušuje krajinný ráz. Hlavně díky jejich umístění na otevřené či vyvýšené plochy z důvodu efektivního využití větrné energie. Mezi další nevýhody patří i hluk, infrazvuk a střety s ptáky. Tyto problémy jsou však spíše lokálního charakteru a lze je vhodným umístěním eliminovat. Hlavními faktory z pohledu investora je síla větru a respektování chráněných území.

Biomasa

Jako biomasu můžeme označit veškerou hmotu organického původu. Biomasu dělíme podle původu na biomasu dřevního původu, která je označována jako dendromasa, rostlinného původu fytomasa a biomasu živočišného původu. Dalšími zdroji biomasy mohou být biologicky rozložitelné odpady. Biomasa se využívá především ke spalování, při kterém se získává elektrická energie a teplo. Dále ji můžeme využít k výrobě bioplynu, kapalných biopaliv i ve stavebnictví.

Malé vodní elektrárny

Vodní elektrárny využívají potenciál povrchových vod, a proto patří mezi stavby vodního hospodářství. Jako malé vodní elektrárny označujeme elektrárny s instalovaným výkonem do 10 MW. Podle výkonu se rozdělují na průmyslové, závodní, drobné a mobilní. Podle systému soustředění vodní energie na jezové, přehradní, derivační a přehradně derivační.

3.2. Bioplyn

Označení „bioplyn“ v životě společnosti zcela zobecněl a začal být velmi používaný nejen mezi odborníky a v odborné literatuře, ale i v životě laické veřejnosti, hlavně v chápání něčeho ekologicky příznivého. Bioplyn lze chápat jako sice páchnoucí, ale velmi užitečný plyn, který vzniká působením živých organismů. Je nutné podotknout, že definice bioplynu není mezi odborníky jednoznačná, ačkoli se takto odlišuje určitá skupina plynů, je použití tohoto termínu všeobecně respektovaným kompromisem v rámci všech odvětví vědy. Z tohoto označení by se dalo vydedukovat, že bioplyn je plyn produkovaný nebo spotřebováváný živým organismem. V tomto případě se jedná o produkt činnosti živých organismů, v našem případě bakterií. Díky tomu bychom však mohli označit jako bioplyn i kyslík produkovaný rostlinami nebo oxid uhličitý. Nelze pojem „bioplyn“ zúžit na hořlavé plyny, neboť do této skupiny patří i jiné hořlavé plyny, například sulfan nebo kyanovodík, jejichž produkty mohou mít nebezpečné vlastnosti. (Straka, Bioplyn, s. 9)

S velkým rozvojem využíváním čističek odpadních vod byl zaznamenán větší výskyt plynů vznikajících anaerobními postupy pro čištění vod. Také byly označovány jako „kalový“ nebo podle místa vzniku „čistírenský“ plyn. (Straka, Bioplyn, s. 10)

Z této definice lze odvodit tuto úvahu, že vývoj směřoval pravděpodobně od potřeby „páchnoucí“ plyn neutralizovat. Vzhledem k tomu že byl hořlavý, tak se spalování jevílo jako dobrá cesta. Samozřejmě, že při spalování vznikala tepelná energie a od toho se odvíjela myšlenka jak využít produkci tohoto plynu mimo čistírny vod. Tím byla nastolena cesta jak vytvořit ještě vhodnější podmínky pro mikroorganismy než je možné vytvořit v čistírnách vod. Tak se produkce bioplynu stala primárním cílem nového odvětví.

„Můžeme tedy shrnout, že souhrnný termín „bioplyn“ přiřadila současná technická praxe výlučně pro plynný produkt anaerobního methanového kvašení organických látek uváděné

těž pod pojmy vyhnívání, anaerobní digesce, biomethanizace nebo biogasifikace. V technologiích čištění odpadních vod se často používá i termín „anaerobní stabilizace kalů“ či zkráceně „stabilizace“, přičemž je míněno téměř vždy totéž: anaerobní kvašení.“ (Straka, Bioplyn, s. 10)

Naproti tomu Koudřa (2008, s. 7) definuje bioplyn takto: „Bioplyn je plynná směs s obsahem cca 60 % CH₄ (metanu), 30 % CO₂ (oxidu uhličitého), 5 % vodní páry a 5 % N₂, H₂, O₂ s výhřevnou hodnotou 18 až 25 MJ/m³.“

3.2.1. Historie bioplynu

Metanogenní organismy jsou označovány za nejstarší organizmy na naší planetě. Tyto organismy nemohou žít v prostředí obsahujícím kyslík. S těmito organismy se setkáváme v závěrečných stádiích trávení u zvířat a konečného rozpadu u rostlin. Jako například je možné uvést trávení přežvýkavců. Vzhledem k tomu, že člověk se mohl s hořlavostí metanu během svého dlouhého vývoje setkat mnohokrát, ať už v dolech, jeskyních, mokřadech a močálech, není jasné, od kdy přesně datovat historii bioplynu. Proto je možné o moderní historii bioplynu hovořit až od konce 19. století v souvislosti s čištěním odpadních vod v Anglii. Toto zpracování kalů bez přístupu vzduchu se následně rozšířilo dále do světa. V USA již začala první etapa praktického využití bioplynu při vytápění a svícení. Cesta nastoupená čištěním kalů a zdokonalením těchto technologií otevřela možnost k využití těchto technologií i u dalších odpadů z potravinářské a zemědělské výroby. Odtud byl již jen kousek k myšlence využít vznikajících produktů k technickému využití v bioplynových stanicích. (Bioplyn, 2013)

Historie bioplynových stanic

První doložené laboratorní použití anaerobního fermentoru je připisováno Alessandro Voltovi v 18. století. Vzhledem ke světovému trendu obnovitelných energií a trvale udržitelného života na naší planetě dochází po celém světě ke vzniku bioplynových stanic. Za příklad je možno uvést Indii a Čínu, kde jsou miliony jednoduchých domácích bioplynových stanic, ve kterých jsou zpracovány výkaly a zbytky jiných organických odpadů z domácností. Naproti tomu v našich podmínkách se jedná spíše o větší složitější bioplynové stanice u městských aglomerací nebo zemědělských podniků. (VÁŇA, 2010)

3.2.2. Složení a vznik bioplynu

Hlavní složkou bioplynu je metan (CH_4), ten má také největší vliv na hlavní sledovanou vlastnost, kterou je výhřevnost. Obsah metanu se pohybuje v rozmezí 55 % a 70 %. Další složkou je oxid uhličitý (CO_2), jehož obsah v bioplynu je 27 % až 47 %. Problémovou součástí bioplynu je sulfan (H_2S), který způsobuje při spalování bioplynu tvorbu kyseliny sírové, která způsobuje při zkapalnění korozi. Sulfan je zastoupen 3 %. Vodíku obsahuje bioplyn pouze jedno procento. (Mužík, 2009)

Vzhledem k tomu že oxid uhličitý, který je neúčinný, způsobuje naředění bioplynu a tím pádem vznik dalších nákladů, musíme usilovat o to, aby v bioplynu byl co největší obsah metanu a co nejmenší oxidu uhličitého. (Schulz, 2004, str. 23)

Dle Schulze (2004, s. 17-21) je bioplyn produkován při látkové výměně metanových bakterií. K produkci dochází při rozkladu organické hmoty ve čtyřech fázích.

Hydrolyza

V první fázi dochází hydrolyzou k přeměně makromolekulárních látek na nízkomolekulární sloučeniny. Tento proces provádějí anaerobní bakterie za pomoci enzymů. Nízkomolekulárními látkami mohou být jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny nebo voda.

Acydogeneze

Druhou fází vzniku bioplynu je okyselení, při kterém acidofilní bakterie dále rozkládají nízkomolekulární látky na organické kyseliny, oxid uhličitý, sirovodík a čpavek.

Acetogeneze

Další fází je tvorba octotvorné kyseliny octotvornými bakteriemi. Produktem jsou acetáty, oxid uhličitý a vodík.

Metanogeneze

V poslední fázi metanové bakterie vyprodukují v alkalickém prostředí metan, oxid uhličitý a vodu.

Při nepřetržitém plnění bioplynových stanic, což je téměř u většiny, probíhají tyto procesy ve stejném čase bez oddělení. Rozděleně probíhají pouze u vícestupňových stanic nebo při rozběhu provozu stanice. Známe asi 10 druhů metanových bakterií, u kterých je zapotřebí různá péče, u všech je však zapotřebí těchto životních podmínek (Schulz, 2004, s. 17-21):

- Vlhké prostředí
 - Alespoň 50% vlhkost
- Zabránění přístupu vzduchu
- Zabránění přístupu světla
 - Světlo sice neničí, ale zpomaluje proces
- Stálá teplota
 - Ta by se měla pohybovat mezi 0 °C až 70 °C. Při teplotách vyšších bakterie hynou, při nižších nepracují. U psychotrofních kmenů bakterií probíhá rozklad nejlépe při teplotách pod 20 °C, u mezofilních v rozmezí 25 °C a 35 °C. Termofilním kmenům prospívají teploty na 45 °C. Zároveň i výkyvy teplot by měli být co nejnižší.
- Hodnota pH
 - Měla by se držet okolo pH 7,5, jinak se ke snížení musí přidat vápno.
- Přísun živin
 - Metanové bakterie díky své stavbě potřebují rozpustné dusíkaté látky, minerální látky a stopové prvky, kterých je uspokojivé množství v kejďe a hnoji. Z tohoto důvodu by měly tvořit stálý základní substrát, aby nedošlo k vydělování složek ze směsi. Tráva, obsah bachoru, kuchyňské odpadky a zbytky jídla, mléko a výpalky je vhodné použít jako přísady k hnoji a kejďe.
- Velké kontaktní plochy
 - Aby organické látky nevyhnilaly příliš dlouho, musí se nerozpustné látky nebo velké kusy trávy a bioodpadu rozsekat nebo rozdrobit na menší kusy, jinak začne vytvářet kalový strop.
- Inhibitory
 - Organické kyseliny, antibiotika, chemoterapeutika a dezinfekční prostředky mohou více či méně způsobit přibrzdění nebo dokonce zastavení procesu vyhnilování, například pokud jsou naráz ošetřována všechna zvířata najednou.

- Zatížení vyhnívacího prostoru
 - Znamená, jaké maximální množství sušiny můžeme za den dodat do fermentoru. Obvyklé zatížení je 0,5 kg organické sušiny na metr čtvereční a den.
- Rovnoměrný přísun substrátu
 - Ideální přísun je jednou až dvakrát týdně.
- Odplynování substrátu
 - Plyn ze substrátu musí průběžně odcházet, jinak dojde k vzestupu tlaku a může dojít k velkým škodám.

3.2.3. Vstupní suroviny a jejich výtěžnost

V bioplynových stanicích (Ministerstvo zemědělství, 2007) můžeme zpracovávat širokou řadu vstupních surovin včetně těch, které by se jinak nepadno zpracovávaly. Můžeme zde zpracovávat tyto suroviny:

- bioodpady z údržby veřejné zeleně
 - tráva nebo listí, ale ne dřevo
- bioodpady z domácností a zahrad
- prošlé potraviny a bioodpady ze supermarketů
- zbytky z jídelen, restaurací a hotelů
- bioodpady z podnikatelských provozů
 - pekárny, lihovary, pivovary, cukrovary
- masokombináty
- výstupy z chovu hospodářských zvířat
 - kejda, hnůj, podestýlky
- cíleně pěstovanou biomasu
 - kukuřice, řepa, senáž, vojtěška

Důležité je, aby vstupní suroviny měly odpovídající kvalitu, která bude podléhat stálé kontrole. Již při plánování výstavby bioplynové stanice bychom měli zjistit, zda je v blízkém okolí dostatečné množství vhodných surovin. Výtečné je, pokud je provozovatel zemědělské bioplynové stanice zároveň i zemědělcem a dokáže si zajistit dostatečný přísun kejdy (hlavně z důvodu nízké výnosnosti) a cíleně pěstovaných plodin. Pokud je nutné

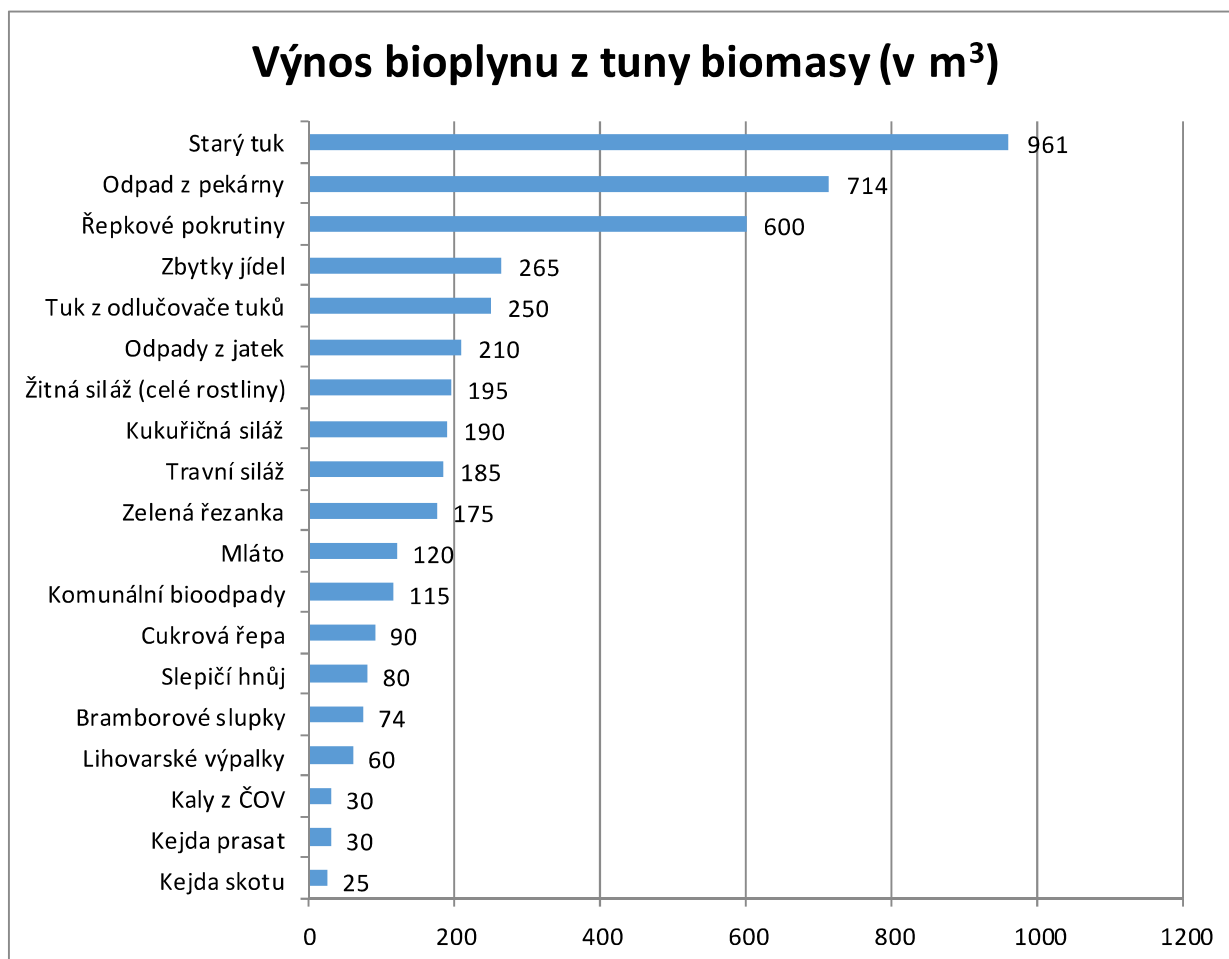
některé suroviny dovážet, svozovou oblast bychom měli volit tak, aby bylo ekonomicky atraktivní. (Ministerstvo zemědělství, 2007)

Výše zmíněné suroviny se označují jako zemědělské surové kaly. Dále se zpracovávají surové kaly komunální, které se získávají v čistírnách městských odpadních vod. Obsahují kaly primární, mezi které patří primární sedimentace vod, biologické (sekundární) odpady z biofiltrace a terciární kaly, které vznikají při dočišťování odpadních vod. (Straka, 2006, s. 13)

Poslední skupinou vstupních materiálů jsou odpadní vody, které obsahují organické znečištění v koloidní nebo rozpustné formě. Mohou pocházet například z cukrovarnictví, pivovarnictví, škrobárenského a papírenského průmyslu. (Straka, 2006, s. 14)

Teoretická výtěžnost jednotlivých surovin je uvedena v grafu č. 1.

Graf 1 - Výnos bioplynu z jednotlivých substrátů



Zdroj dat: Desatero bioplynových stanic

3.3. Rozdělení bioplynových stanic

Na základě Metodického pokynu k podmínkám schvalování bioplynových stanic před uvedením do provozu z hlediska ochrany životního prostředí, který vydalo Ministerstvo životního prostředí ve věstníku z února 2014, částka 2, se podle zpracovávaného substrátu bioplynové stanice dělí na zemědělské, čistírenské a ostatní bioplynové stanice.

Zemědělské

Dochází v nich ke zpracování surovin živočišného charakteru, mezi které patří hnůj, kejda a drůbeží exkrementy. Dále rostlinného charakteru, jako například sláma, travní biomasa, natě a odpady z čištění obilovin. V zemědělské bioplynové stanici můžeme také zpracovávat pěstovanou biomasu. Jako příklad je možné uvést obiloviny, krmnou kukuřici a kapustu.

Čistírenské

Vzhledem k tomu, že zpracovávají jen kaly z čistíren odpadních vod, tak bývají nejčastěji i jejich součástí. Jako vstup se používají kaly z čistírny odpadních vod, žump, septiků a odpadní voda. Pokud jsou do nádrží přidávány jiné odpady, jsou již řazeny do ostatních bioplynových stanic.

Ostatní

Tyto bioplynové stanice mohou zpracovávat například odpady z potravinářského, kožedělného a textilního průmyslu. Dále komunální odpad a odpady ze zahrad a parků. Pokud bioplynová stanice zpracovává živočišné produkty, musí splňovat zvláštní podmínky. Musí být vybaveno:

- Pasterizačně sanitační jednotkou
- Zajistit teplené zpracování při 70 °C po dobu nejméně 1 hodiny
- Musí mít prostor pro čištění a dezinfekci dopravních prostředků, kontejnerů a nádob
- Kontrolovat parametry procesu a sledovat ukazatele (Ministerstvo životního prostředí, 2014)

Habart (2009, s. 1,3) naproti tomu dělí bioplynové stanice podle způsobu využití biomasy prostřednictvím anaerobního kvašení (AF) do kategorie AF1 a AF2.

AF1

Zemědělské bioplynové stanice, zpracovávající energetické plodiny. Podíl energetických plodin na sušině vstupní suroviny musí být navíc v daném kalendářním měsíci nadpoloviční.

AF2

Ostatní komunální bioplynové stanice a navíc zpracovávající například tyto plodiny:

- znehodnocené zrno obilovin a semeno olejnin
- rostliny i částí rostlin, které prošly technologickou úpravou
- travní hmota z údržby zeleně
- výpalky z lihovarů
- tuhé i pevné exkrementy zvířat
- nepoužité oleje z rostlin

3.4.Součásti bioplynové stanice

Obrázek 1 - Bioplynová stanice



Zdroj: <http://jicinsky.denik.cz/galerie/slatiny-12bioplynova.html?mm=3501502>

3.4.1. Fermentor

Fermentor je železobetonová nádrž, ve které probíhají anaerobní procesy. Dělí se podle způsobu kultivace biomasy.

Fermentory pro mokrou fermentaci (koncentrace sušiny do 15 %) se dělí na fermentory s biomasou v suspenzi, které jsou konstruovány jako směšovací uzavřené nádrže s pevným stropem, a fermentory s imobilizovanou biomasou, u nichž je typické vyšší zdržení biomasy než kapaliny.

Fermentory pro suchou fermentaci zpracovávají materiál s podílem sušiny nad 15 % až 20 %. Mají buďto tvar válce nebo hranolu. Válcovité fermentory pracují v kontinuálním a hranolovité v semikontinuálním režimu. (Straka, 2006, s. 15-16)

Typy fermentorů

Schulz (2004, s. 35) dělí fermentory následovně:

Horizontální

Tento typ je konstruován jako ležící. Lze do něj bez problémů instalovat výkonné míchadlo a díky tomu dochází k potřebnému promíchání napříč průtokem a ne podélně. Dochází také k pístovému proudění, takže čerstvý substrát se nesmíchává s vyhnílym. Nelze ale naočkovat bakteriální flórou nový substrát, proto je tento typ vhodný pro hovězí kejdu a hnůj. Při konstrukci tohoto typu je ale nutné mít velký prostor vzhledem k šířce fermentoru. Vyrábí se většinou jako cylindrické ocelové nádrže.

Vertikální

Mají kruhový průřez a jsou nejčastěji vyráběny z betonu. Lze u nich na rozdíl od horizontálních dosáhnout lepšího poměru mezi povrchem a objemem, ale nedochází zde k pístovému proudění.

Nadzemní

Volí se při vysokém stavu spodní vody. K vnější tepelné izolaci lze použít finančně méně náročné materiály. V zimě ale naopak dochází k tepelným ztrátám.

Podzemní

Jsou zcela uloženy pod zemí, a proto je velmi jednoduché jejich umístění. Po jejich stropě lze i jezdit a proto mohou být přímo na dvoře. Jsou více chráněné od výkyvů teplot. Jsou finančně náročné na izolaci proti vlhkosti.

Součásti fermentoru

Fermentor musí obsahovat zařízení pro temperování substrátu, aby byl umožněn plynulý proces, musí být kladen důraz na technologii ohřevu substrátu. To také záleží na rozdílu teploty mezi substrátem a teplotou potřebnou k uskutečnění procesu. Pokud je bioreaktor vybaven kvalitní tepelnou izolací, nedochází k tepelným ztrátám v průběhu procesu. Jednodušší bioplynové stanice jsou vybaveny vnitřním systémem vytápění. V technicky složitějších bioplynových stanicích a ve stanicích s většími nároky na hygienu je využito externích tepelných výměníků. Externí zařízení je také jednodušší na údržbu. Termální izolace závisí na typu a umístění fermentoru. Hlavní účel termální izolace je zabránit ztrátám tepla. Je nejčastěji vyrobena z polyuretanu a jsou vybaveny parotěsnou zábranou. (Dueblein, 2001, 245).

3.4.2. Míchadla a příjmový systém

Ostatní součásti bioplynové stanice popisuje Dueblein (2001, 251-279).

Promíchání obsahu reaktoru je velmi důležité pro správnou funkci reaktoru, hlavně při přidávání nového substrátu. Míchání je prováděno mechanickými míchadly přímo v reaktoru nebo hydraulicky pumpami, která jsou mimo reaktor. Další možností je pneumaticky pumpováním do bioplynu nebo generovaným plynem, který pohání pumpu. Další součástí jsou cylindrické nádoby, které slouží k míchání biomasy s vodou. Tyto nádrže mají velmi špičaté dno, které je zakončeno čerpadlem, které vede vzniklou hmotu potrubím do fermentoru. Oddělování tekutiny od biomasy probíhá za pomoci stroje pro oddělení, který se skládá z pásového lisu, tlakového filtru a odlučovače. Oddělení probíhá po dokončení fermentace. V případě potrubí, které vede substrát, je účelné, aby potrubí vedlo mimo reaktor a nad zemí, aby při případném zkorodování mohl být rychle detekován únik. Potrubí by mělo být dobře odizolováno, případně mělo dodatečný ohřev.

Zařízení pro měření, kontrolu bioplynové stanice a automatizační technologie jsou využívána za účelem minimalizace škod. Například v případě výpadku elektrického proudu, bioplynová stanice musí automaticky přejít do bezpečného provozního stavu. Důležitá zařízení musí mít náhradní zdroj energie.

Znečištěný vzduch může snižovat kvalitu bioplynu, proto dochází k expanzi čističek vzduchu. Také dochází ke zvýšení rizika výbuchu.

3.4.3. Kogenerační jednotka

Kogenerační jednotka je popsána v Desateru bioplynových stanic (Ministerstvo zemědělství, 2007). Vzhledem ke své důležitosti je možné kogenerační jednotku označit za srdce bioplynové stanice. Vyrábí elektrickou energii i teplo, které jsou nejvýznamnějším příjmem bioplynové stanice. Na její elektrické účinnosti, která určuje množství vyrobené elektřiny z metru krychlového bioplynu. Spalování bioplynu v kogenerační jednotce je nejčastějším využitím bioplynu. V jednotkách se zážehovými motory je spalován bioplyn jako jediné palivo a v současnosti obvykle pracují s účinností mezi 37 % a 42 %. Účinnost většinou klesá s výkonem motoru. V porovnání se vznětovými motory jsou prvotní investice zpravidla vyšší, avšak následná údržba vyjde levněji. Generální opravy v případě zážehového motoru dělají po 60 tisících hodin provozu, což je více než sedm let. Jednotky se vznětovými motory používají bioplyn jako hlavní palivo, ale je v nich využito i jiné fosilní palivo nebo olej jako zápalné a iniciační médium spalovacího procesu. Jako doplňkové palivo se používá nafta, lehké topné oleje, z biopaliv bionafta nebo rostlinný olej. Spotřeba doplňkového paliva je mezi 4 % a 10 % z celkové spotřeby paliva. Pracují s účinností mezi 40 – 43 %. Na rozdíl od zážehových motorů zde není účinnost ovlivněna výkonem. Generální oprava se provádí po 40 tisících provozních hodin. Nevýhodou vznětových motorů je určení podílu výroby elektřiny z bioplynu a doplňkového paliva. Další faktor, který je nutno zohlednit při výstavbě bioplynové stanice je počet kogeneračních jednotek. V případě instalace jedné větší kogenerační jednotky představuje problém při poruše, odstávce nebo při servisním úkonu. V tom případě je výroba elektrické energie i tepla zcela pozastavena a to znamená nulové tržby. Na druhé straně větší jednotka má vyšší účinnost a nižší náklady na servis v poměru ke kilowattu. Instalace dvou nebo více kogeneračních jednotek nám zajistí vyšší spolehlivost. Pokud je zvolena tato varianta, je lepší využít vznětového motoru, který není náchylný na velikost výkonu.

3.5. Dělení bioplynových technologií

Existuje mnoho různých řešení bioplynových stanic, je však možné dělení zjednodušit pouze na typické technologické postupy.

Podle konzistence substrátu rozdělujeme bioplynové technologie na suché kvašení a mokré kvašení. (Schulz, 2004, s. 30)

3.5.1. Mokré kvašení

Mokrým kvašením se zabývá Schulz (2004, s. 30-33) a dále ho dělí na:

Dávkový postup

Při tomto postupu se vyhnívací nádrž (fermentor) naplní najednou. Bez dalšího přidávání nebo odebírání pak dávka vyhnívá až do konce doby kontaktu. Produkce plynu nejdříve roste a poté co dosáhne svého maxima, opět klesá. Po skončení kontaktu se celá nádrž najednou vypustí, pouze se nechá malé množství, aby došlo k naočkování bakteriemi v nové dávce. Aby mohl být fermentor naplněn i vyprázdněn ve stejnou chvíli, je potřeba mít stejně velkou přípravnou a skladovací nádrž.

Metoda střídání nádrží

Základem této metody jsou dvě vyhnívací nádrže. Nejprve se z přípravné nádrže pomalu plní prázdná vyhnívací nádrž substrátem získaným za jeden a dva dny. V druhé nádrži mezi tím probíhá vyhnívací proces. Pokud je první nádrž zcela naplněna přesune se její obsah najednou celý do skladovací nádrže. Ze skladovací nádrže se vyhnílý kal aplikuje na vhodné plochy. Díky tomu dochází k neustálému vyprazdňování skladovací nádrže. Z tohoto důvodu by měla být větší než vyhnívací nádrž. Hlavní výhodou je rovnoměrná produkce bioplynu.

Průtokový způsob

Tato technologie je nejrozšířenější na světě a to jak v čisté tak v kombinované formě se zásobníkovým způsobem. Na rozdíl od ostatních metod je vyhnívací nádrž stále plná a

vyprazdňuje se pouze za účelem oprav. Z přípravné nádrže je substrát jedenkrát až dvakrát denně přepouštěn do vyhnívací nádrže. Zároveň stejné množství odchází do skladovací nádrže. Výhodou jsou nízké pořizovací náklady a rovnoměrná výroba plynu. Také je u této metody dobrý předpoklad k automatizování.

Metoda se zásobníkem

Tato technologie je založena na propojení fermentoru se skladovací nádrží. Vyhnílý substrát se vyváží celý najednou, pouze se na dně kvůli naočkování nové směsi nechá malý zbytek. Poté dochází k opětovnému plnění. Toto řešení je relativně levné, díky potřebě velké, ale levné nádrže. Také je tento způsob jednoduchý a přehledný.

Kombinovaná průtoková metoda se zásobníkem

Spočívá v připojení dříve otevřené skladovací nádrže k průtokovému fermentoru. Tyto nádrže musí být opatřeny fólií, aby nedocházelo k úniku dusíku a tím pádem k jeho ztrátám. Může být využit pevný poklop. Ve skladovací nádrži může být díky tomu během sedmi měsíců zachyceno 20 % až 40 % celkového výnosu plynu. Vzhledem k nízkým dodatečným nákladům je toto řešení výhodné. Pokud je prostor pro skladování kejdý přesně vyměřen, využívá se fermentor jako zásobník a je možné ho z části vyprázdnit. Je ale nutné, aby byl odebraný materiál nahrazen odpovídajícím množstvím plynu. Jinak může dojít k nasátí vzduchu do nádrže.

Jednostupňový a vícestupňový proces

V jednostupňovém procesu probíhají všechny čtyři fáze rozkladu ve stejném čase i na stejném místě při plném promíchávání. V zařízeních ve směru toku nepromíchávaných naopak na různých místech jedna za druhou.

U vícestupňových procesů se vyhnívací fáze oddělují a to za použití více vyhnívacích nádrží nebo oddělením přímo ve vyhnívacím procesu. (Schulz, 2004)

3.5.2. Suché kvašení

Suché kvašení popisuje Deublein (2011, s 265-269) a rozděluje ho na dva typy:

Ředění substrátu a následné oddělení vody

Tuhá biomasa nemůže být čerpána a ani míchána během procesu. Proto musí být zředěna vodou, aby se vytvořil substrát. Minimální obsah vody je 75 %. Po proběhnutí kvašení dochází k opětovnému oddělení vody. Zvláštní je v tomto případě označení suchá kvašení, i když substrát ve skutečnosti obsahuje takové množství vody.

Perlokační proces

Tento proces pracuje s obsahem vody 65 %. Díky tomu může být objem bioreaktoru malý. Tento proces má dvě možné varianty:

- Nejprve dochází k vylouhování biomasy a vylouhovaná kapalina je před kvašením oddělena.
- Při kvašení na stejném místě probíhá i louhování.

3.6. Digestát a jeho využití

Hlavním produktem anaerobních procesů při zpracovávání kalů je již zmíněný bioplyn. Dalším produktem je digestát, který je tvořen organickými a anorganickými látkami, které však již nejsou dále rozložitelné. Jeho hlavní výhodou je, že neobsahuje výrazný zápach a proto může být využit zpětně ke hnojení. Musí být nejdříve zahuštěn a odvodněn nebo ho můžeme spálit nebo skládkovat.

Po oddělení digestátu vznikne třetí produkt, kalová voda. Může také stále obsahovat některé organické látky, například mastné kyseliny nebo suspendované látky. Jejich limitní koncentrace je 10 g/litr, jinak je již označena jako kalová suspenze. Dalšími dvěma produkty jsou kalový strop a sedimenty. Kalový strop tvoří látky, které nebyly zachyceny při předcházejícím čištění odpadních vod, mohou to být oleje, peří, korek a jiné. Sedimenty vytvářejí materiály jako písek, štěrky a škvára, které se nahromadily v důsledku nesprávného používání metanových nádrží. Posledním produktem je přebytečný anaerobní kal, který je tvořen nerozložitelnou organickou hmotou a minerálními látkami. (Straka, 2006, str. 14)

Zpracování stabilizovaného kalu má několik podmínek.

3.6.1. Zákonné normy pro využití digestátu

Vzhledem k faktu, že produktem úspěšného procesu kvašení je nejen bioplyn, ale i stabilizovaný digestát, je nutné se řídit zákonnou normou. Zákonná norma je zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech a jeho následná úprava zákonem č. 263/2014 Sb, v platném znění. Na zákon navazuje prováděcí vyhláška č. 474/2000 Sb. o stanovení požadavků na hnojiva. Ze zákona vyplývá i další manipulace s digestátem. Pokud je použit na hnojení na zemědělském pozemku producenta digestátu, potom nepodléhá žádné registraci. Pokud je však uváděn do oběhu, podléhá registraci podle § 4 zákona o hnojivech.

3.7. Náklady a tržby bioplynové stanice

Nejlépe popisuje investiční náklady Dvořáček (2010).

3.7.1. Investiční náklady

V případě středně velké zemědělské bioplynové stanice technologicky založené na procesu mokrého kvašení je potřeba počítat přibližně se 100 tisíci Kč na jeden kilowatt instalovaného výkonu.

V případě bioplynové stanice zpracovávající biologicky rozložitelný odpad však musíme počítat s vyššími prvotními náklady. Na rozdíl od klasické zemědělské bioplynové stanice je nezbytná stavba dalších celků jako například linku příjmu a separace bioodpadů, halu pro příjem odpadů vybavenou vzduchotechnikou a biofiltrem a linku hygieničce. Proto se může investice vyšplhat až na 250 tisíc Kč na kilowatt instalovaného elektrického výkonu. S velikostí stanice klesají měrné investiční náklady.

Ekonomika bioplynové stanice

Ekonomiku bioplynové stanice ze zabývá Mužík (2006). Investiční náklady jsou závislé na mnoha okolnostech, například velikost bioplynové stanice, použitá technologie a v neposlední řadě také závisí na tom, zda byla stanice vybudována svépomocí nebo dodavatelskou firmou. Přibližně 43 % připadá na fermentor a ostatní stavby, 23 % na kogenerační jednotku, plynovody a náklady na připojení k síti. 17 % připadá na

technologický ohřev a 13 % na kejdové hospodářství. 4 % z investičních nákladů průměrně na externí mzdové náklady a plánování.

Náklady bioplynové stanice za rok se počítají z odpisů nákladů, přičemž je nutné zohlednit zúročení. Odpisy musíme rozdělit na odpisy techniky a odpisy stavby. Aby byl tento výpočet usnadněn, počítá se 60 % investic na techniku (a 4% z 60 % na její údržbu) a 40 % na stavbu (na údržbu staveb 0,5 % ze 40 %). 0,5 % investic přibližně připadá na pojištění bioplynové stanice. Celkově se roční náklady na provoz bioplynové stanice jsou ve výši 12% až 20 % z investice do bioplynové stanice.

Denní potřeba práce v bioplynové stanici se odhaduje přibližně na 0,5 hodiny denně.

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím efektivnost investice do bioplynové stanice je doba návratnosti investice. Obecně lze říci, že návratnost do pěti let je velmi dobrá, do deseti přijatelná. Po uplynutí 15 let je již nutné očekávat vyšší náklady na opravy a údržbu, neboť většina částí bioplynové stanice ukončí svou životnost. Proto další metodou hodnocení investic je doba návratnosti investice.

3.7.2. Příjmy z provozu

Dvořáček (2010) také charakterizuje příjmy bioplynové stanice. Bioplynová stanice má příjmy z poplatku za využití a zpracování bioodpadu, prodeje elektrické energie a tepla. Ceny za využití bioodpadu je velmi náročné určit, protože ceny se řídí trhem a rychle kolísají. Výkupní ceny elektrické energie jsou každoročně určovány Energetickým regulačním ústavem. Na vlastní spotřebu elektrické energie není možné uplatnit zelený bonus. Její spotřeba může činit až 30 % celkové výroby elektřiny. Při výrobě tepla je možné požádat o podporu kombinované výroby u Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

Výkupní ceny elektrické energie

Výkupní ceny elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů každoročně stanovuje Energetický regulační úřad.

Tabulka 1 - Výkupní ceny a zelené bonusy

	Výkupní ceny (Kč/kWh)		Zelené bonusy (Kč/kWh)	
	2013	2014	2013	2014
AF 2 uvedené do provozu do 31.12.2012	3550	3550	2550	2730
AF 1 uvedené do provozu do 31.12.2011	4210	4120	3060	3270
AF 1 uvedené do provozu od 1.1.2012 do 31.12.2012 - nesplňující podmínku efektivního využití užitečného tepla	3550	3550	2490	2700
AF 1 uvedené do provozu od 1.1.2012 do 31.12.2012 - splňující podmínku efektivního využití užitečného tepla	4120	4120	3060	3270
uvedené do provozu od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2013 - instalovaný výkon do 550 kW	3550	3550	2490	2700
uvedené do provozu od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2013 - instalovaný výkon nad 550 kW	3040	3040	1980	2190

Zdroj dat: Energetický regulační úřad

Rok 2013

Výkupní cena elektrické energie získané spalováním bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF2, které byly uvedené do provozu do 31. 12. 2012, byla 3 550 Kč/MWh a zelené bonusy 2550 Kč/MWh.

U bioplynových stanic kategorie AF1 záleží na datu uvedení do provozu. Stanice uvedené do provozu do 31. 12. 2011 mají výkupní cenu 4120 Kč/MWh a zelené bonusy 3060 Kč/MWh. Mezi 1. 1. 2012 a 31. 12. 2012 záleží, jestli splňují podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie (uplatnění užitečného tepla z obnovitelných zdrojů minimálně v úrovni 10 % vůči vyrobené elektřině z obnovitelných zdrojů v daném kalendářním roce). Pokud ji splňují je výkupní cena 4120 Kč/MWh a zelené bonusy 3060 Kč/MWh, pokud ne 3550 Kč/MWh a zelené bonusy 2490 Kč/MWh.

Bioplynové stanice uvedené do provozu od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2013 jsou již děleny pouze podle instalovaného výkonu výroby. Pro bioplynové stanice s instalovaným výkonem do 550 kW platila výkupní cena 3550 Kč/MWh, pro stanice s instalovaným výkonem nad 550 kW výkupní cena 3040 Kč/MWh. Zelené bonusy jsou pro stanice s instalovaným výkonem do 550 kW 2490 Kč/MWh, nad 550 kW 1980 Kč/MWh.

Rok 2014

Podobně jako v roce 2013, tak i v roce 2014 platí pro bioplynové stanice kategorie AF1 uvedené do provozu mezi 1. 1. 2012 a 31. 12. 2012, že záleží na splnění podmínek výroby a efektivního využití. Pokud jsou tyto podmínky splněny, tak je elektřina vykupována za

4120 Kč/MWh a zelené bonusy 3270 Kč/MWh, pokud ne 3550 Kč/MWh a zelené bonusy 2700 Kč/MWh. Elektřina z bioplynové stanice kategorie AF1 uvedené do provozu do konce roku 2011 je vykupována za 4120 Kč/MWh a zelené bonusy 3270 Kč/MWh.

Pro kategorii AF2 uvedených do provozu do konce roku 2012 platí cena 3550 Kč/MWh a zelené bonusy 2730 Kč/MWh.

U bioplynových stanic uvedených do provozu během roku 2013 opět záleží na instalovaném výkonu. Výkupní cena kategorie do 550 kW je 3550 Kč/MWh a výkupní cena kategorie nad 550 kW je 3040 Kč/MWh. Zelené bonusy pro stanice do 550 kW jsou 2700 Kč/MWh a nad 550 kW 2190 Kč/MWh.

3.7.3. Náklady na provoz

Mezi náklady bioplynové stanice (Dvořáček, 2010) patří náklady na pracovní sílu. V bioplynové stanici pracující obsluhu tvoří vedoucí bioplynové stanice, administrativní pracovníci, pomocní a manipulační dělníci.

Mezi další náklady patří:

- Servis a údržba kogeneračních jednotek a dalšího technického vybavení
 - Čerpadla, míchadla, potrubí
- Náklady na separaci digestátu
- Náklady na uplatnění digestátu
 - Odběratelé požadují zaplacení dopravy
 - Při nakládání jako z odpadem hrazení poplatků za zpracování
- Monitoring provozu zařízení
- Náklady na odbornou pomoc
- Náklady na manipulaci s materiálem
- Nájmy, odpisy

3.8. Metody používané při hodnocení investičních záměrů

K hodnocení investičních projektů, je nutné mít metodu, která na základě daných parametrů vyhodnotí, jestli se investice do projektu výhodná nebo není. Růčková (2012) také popisuje metodu čisté současné hodnoty a vnitřního výnosového procenta následovně:

3.8.1. Metoda čisté současné hodnoty

Metoda čisté současné hodnoty (Net Present Value, NPV) je označována za nejlepší metodu pro hodnocení investic. Patří mezi dynamické metody hodnocení efektivnosti investic. Pokud je tato metoda využita manažery, je splněn požadavek na maximalizaci tržní hodnoty firmy, to znamená maximalizaci bohatství vlastníka nebo akcionáře. Metoda čisté současné hodnoty bere v potaz alternativní náklady a tudíž časovou hodnotu peněz.

Při rozdílně vysokém proudu hotovostních toků, se výpočet provádí následovně:

Rovnice 1 - Čistá současná hodnota I

$$NPV = C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Rovnice 2 - Čistá současná hodnota II

$$NPV = C_0 + \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

kde:

- NPV...čistá současná hodnota
- $C_1, 2, \dots, n$...hotovostní tok v roce 1, 2, ...n
- C_0 ...hotovostní tok v roce 0 (investiční výdaje, jsou zpravidla záporné)
- n...počet let
- r...alternativní náklad

Projekt je přijat v případě, že je jeho čistá současná hodnota větší než nula ($NPV > 0$).

Diskontované peněžní příjmy musí převyšovat kapitálové výdaje.

Jako hlavní nevýhodu metody NPV lze uvést problém určení alternativních nákladů. Tato problematika se však týká celkově předpovědi budoucího ekonomického vývoje a má vliv nejen na alternativní náklady ale také na jednotlivé hotovostní toky plynoucí z hodnocení projektu.

3.8.2. Metoda vnitřního výnosového procenta

Základem metody vnitřního výnosového procenta (Internal rate of return, IRR). Vnitřní výnosové procento značí míru výnosu, která charakterizuje konkrétní projekt. Při této míře se rovnají nutné kapitálové výdaje na investici současné hodnotě z budoucích očekávaných

příjmů z investice. Také platí, že NPV se rovná nule. Proto i vzorec pro výpočet IRR je založen na stejných zásadách jako vzorec pro výpočet NPV. Odlišností je rovnost NPV nule a z tohoto důvodu vlastně počítáme diskontní sazbu, která ale tvoří vnitřní charakteristiku projektu.

Vzorec pro výpočet IRR:

Rovnice 3 - Vnitřní výnosové procento I

$$0 = C_0 + \frac{C_1}{1 + IRR} + \frac{C_2}{(1 + IRR)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1 + IRR)^n}$$

Rovnice 4 - Vnitřní výnosové procento II

$$0 = C_0 + \sum \frac{C_n}{(1 + IRR)^n}$$

kde:

- IRR...vnitřní výnosové procento
- C₁, 2, ..., n...hotovostní tok v roce 1, 2, ..., n
- C₀...hotovostní tok v roce 0 (investiční výdaj, který je zpravidla záporný)
- n...počet let

Hlavním kritériem metody výnosového procenta je porovnání alternativních výdajů a vypočteného IRR. Projekt by měl být přijatý pouze v případě, že IRR je větší než alternativní náklady (IRR > r). Tržní podmínky nejsou v této metodě přímo zahrnuty, nýbrž je až následně provedeno porovnání výsledku s trhem.

Při výpočtu IRR je nutné dbát na určitá specifika, která tato metoda na rozdíl od NPV má, jinak může dojít k chybným závěrům. Metodou IRR je vypočten průsečík s osou x, na rozdíl od metody NPV, která ukáže polohu nad nebo pod osou. Proto musí být tato skutečnost zahrnuta do úvah hodnotitele a to především pokud:

- je možnost změny alternativních nákladů během jeho existence (vzhledem k tomu že základem metody je porovnání alternativních nákladů a IRR, je zde možnost změny doporučení)
- dochází k hodnocení vzájemně se vylučujících projektů
- hotovostní toky nemají konvenční charakter

Navzájem se vylučující projekty

Jedná se o takové investice, které nemohou být provedeny současně a hodnotitel se proto musí rozhodnout pouze pro jednu z nich. Například pokud je k dispozici omezený kapitál.

Při výběru projektu je vybrán ten z projektů, který má vyšší IRR.

Může však dojít k tomu že výše alternativních nákladů u projektů je natolik různá, že pomocí metody IRR nelze určit, která investice je výhodnější. Potom je doporučeno vybrat k hodnocení metodu NPV a vybrat tu investici, jejíž čistá současná hodnota je vyšší.

Nekonvenční hotovostní toky

Nekonvenční hotovostní toky jsou toky odlišné od konvenčních toků, u nichž dochází v nultém roce k investičnímu výdaji (záporný hotovostní tok) a v dalších letech plynou příjmy z projektu. V případě že hotovostní toky nejsou konvenční, nemá křivka popisující projekt klesající charakter, ale například rostoucí nebo tvar paraboly. Potom nemusí být pouze jediné řešení, ale rovnice může mít dva kořeny. Z toho vyplývá, že v případě nekonvenčních peněžních toků nepřináší metoda IRR jasnou informaci o tom, zdali je vhodné investici přijmout.

I přes výše zmíněné nevýhody je metoda IRR vhodná k hodnocení investic, hodnotitel si ale musí uvědomit její slabší stránky a přizpůsobit se jim. (Roubíčková, Růžičková; Finanční management)

3.8.3. Metoda výnosnosti investic

Základem metody výnosnosti investice (Return on Investment, ROI) je fakt, že změny v objemu výroby a i nákladech, které jsou vyvolány investicí a jsou charakterizovány ziskem, který určuje přínos investice (Synek, 2007). Zisk je označován za hlavní efekt investice.

Výpočet výnosnosti investice se provádí následujícím způsobem:

Rovnice 5 - Výnosnost investice

$$ROI = \frac{Z_r}{I}$$

Kde:

- Zr....průměrný roční zisk plynoucí z investice

- I...náklady na investici

Díky konstrukci vzorce lze srovnávat investice s odlišnou životností i výší investičních nákladů a výroby. Zisk tvoří zisk po zdanění, který je skutečným výsledkem pro podnik.

Investičním nákladem je také možné brát průměrnou zůstatkovou hodnotu investice.

Spočtenou ziskovost následně investor porovná s požadovanou mírou zúročení. Investice bude uskutečněna v případě, že je vypočtená rentabilita vyšší.

Metoda výhodnosti investic nebere v potaz odpisy ani faktor času, i tak je však zhusta využívána.

4. Praktická část

V praktické části je nejprve popsána bioplynová stanice ve Velkém chvojně. Dále je sestavena tabulka cash-flow na 20 let. Nakonec je provedeno hodnocení ekonomické efektivity investice do bioplynové stanice a následné její zhodnocení v diskusi.

4.1. Bioplynová stanice Velké Chvojno

Zemědělská bioplynová stanice se nachází v zemědělském areálu pana Ing. Františka Milce ve Velkém Chvojně. Provozovatelem je společnost Bioplyn SG se sídlem v Děčíně. Stanice byla uvedena do provozu v prosinci 2012.

Zařízení obsahuje fermentor a dofermentor, oba pojmu 1970 m³ biomasy. Dále skladovací jímku koncového produktu, která pojme 3350 m³ digestátu.

Bioplyn je použit k pohonu třech kogeneračních jednotek s celkovým elektrickým výkonem 750 kW celkovým tepelným výkonem 696 kW. Mají spotřebu 327 m³ bioplynu za hodinu při obsahu metanu v bioplynu 50 %. Elektrická energie se prodává do rozvodné sítě. Teplo je využíváno k vytápění prostor bioplynové stanice.

V bioplynové stanici dochází ke zpracování kukuřičné siláže, travní senáže, čerstvé trávy, vepřové kejdy, siláže z celých drcených obilovin a luskovin (GPS), hovězího hnoje a separátu.

4.2. Cash-flow

Hodnocení efektivity bioplynové stanice ve Velkém Chvojně je vzhledem k vydání licence pro bioplynové stanice prováděno na 20 let. Po této době je předpokládáno, že většina technického i stavebního vybavení bude již provozně nevyhovující. Proto je cash-flow zpracováno na dobu 20 let.

Tabulka 2 - Cash-flow pro roky 2013 až 2022

Cash-flow (v tis. Kč)										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Prodaná elektrická energie	12 348	13 973	14 811	15 255	13 730	15 255	15 255	15 255	15 255	13 730
Ušetřené teplo	539	610	647	667	600	667	667	667	667	600
Ušetřená elektrická energie	931	944	1 001	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031
Digestát	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Výnosy celkem	13 818	15 527	16 459	16 953	15 361	16 953	16 953	16 953	16 953	15 361
splátka bance	5 077	5 077	5 077	5 077	5 077	5 077	5 077	5 077	5 077	5 077
v tom úroky	2 250	2 109	1 960	1 804	1 641	1 469	1 289	1 099	900	691
ostatní náklady (bakterie, enzymy)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Externí náklady	2 250	2 109	1 960	1 804	1 641	1 469	1 289	1 099	900	691
Osobní náklady	482	482	482	482	482	482	482	482	482	482
náklady na nákup vstupního materiálu	3 894	4 377	4 640	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779
doprava - tis. Kč/rok	392	357	378	390	390	390	390	390	390	390
odpisy	2 080	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180
ostatní náklady (servis, údržba)	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
Interní náklady	8 148	10 696	10 980	11 131	11 131	11 131	11 131	11 131	11 131	11 131
Náklady celkem	10 398	12 805	12 941	12 935	12 772	12 600	12 420	12 230	12 031	11 822
Výsledek hospodaření	3 420	2 722	3 518	4 018	2 589	4 353	4 533	4 723	4 922	3 539
daň (%)	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%
daň (Kč)	650	517	668	763	492	827	861	897	935	672
Výsledek hospodaření po zdanění	2 770	2 205	2 850	3 254	2 097	3 526	3 672	3 826	3 987	2 866
CF (ČZ+odpisy)	4 850	6 385	7 030	7 434	6 277	7 706	7 852	8 006	8 167	7 046
splátky úmoru	2 827	2 968	3 117	3 273	3 436	3 608	3 788	3 978	4 177	4 386
CF (po splátkách úvěru)	2 023	3 417	3 913	4 162	2 841	4 098	4 064	4 028	3 990	2 661

Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Tabulka 3 - Cash flow pro roky 2023 až 2032

Cash-flow (v tis. Kč)										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Prodaná elektrická energie	15 255	15 255	15 255	15 255	13 730	15 255	15 255	15 255	15 255	13 730
Ušetřené teplo	667	667	667	667	600	667	667	667	667	600
Ušetřená elektrická energie	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031	1 031
Digestát	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Výnosy celkem	16 953	16 953	16 953	16 953	15 361	16 953	16 953	16 953	16 953	15 361
splátka bance	5 077	5 077	0	0	0	0	0	0	0	0
v tom úroky	472	242	0	0	0	0	0	0	0	0
ostatní náklady (bakterie, enzymy)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Externí náklady	472	242	0	0	0	0	0	0	0	0
Osobní náklady	482	482	482	482	482	482	482	482	482	482
náklady na nákup vstupního materiálu	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779
doprava - tis. Kč/rok	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
odpisy	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030
ostatní náklady (servis, údržba)	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
Interní náklady	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981
Náklady celkem	8 453	8 223	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981
Výsledek hospodaření	8 500	8 730	8 972	8 972	7 380	8 972	8 972	8 972	8 972	7 380
daň (%)	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%
daň (Kč)	1 615	1 659	1 705	1 705	1 402	1 705	1 705	1 705	1 705	1 402
Výsledek hospodaření po zdanění	6 885	7 071	7 267	7 267	5 978	7 267	7 267	7 267	7 267	5 978
CF (ČZ+odpisy)	7 915	8 101	8 297	8 297	7 008	8 297	8 297	8 297	8 297	7 008
splátky úmoru	4 605	4 835	0	0	0	0	0	0	0	0
CF (po splátkách úvěru)	3 310	3 266	8 297	8 297	7 008	8 297	8 297	8 297	8 297	7 008

Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Výnosy

Na základě výkazů zpracovaných provozovatelem bioplynové stanice za roky 2013 a 2014 a zjištěných výkupních cen elektrické energie byl proveden výpočet výnosů za elektrickou energii za sledované dva roky. Na základě prognózy, kterou si stanovil provozovatel bioplynové stanice lze odhadnout, že v letech 2015 a 2016 ještě dojde ke zvýšení výnosů o 10 %. Proto lze již rok 2016 považovat za stabilizovaný. Na základě prognózy byly takto odhadnuty výnosy za ušetřenou elektrickou energii a teplo, které jsou využity k provozování bioplynové stanice. Zároveň každých 5 let je nutno provést generální opravu kogeneračních jednotek a z toho plyne, že v těchto letech dojde ke snížení výnosů za tepelnou i elektrickou energii o 10 %. Poslední položkou výnosů je digestát. Ten je použit pouze k hnojení vlastních pozemků, a proto nedochází k jeho zpeněžení.

Náklady

Celkové investiční náklady na výstavbu bioplynové stanice byly ve výši 50 milionů Kč. Z toho vlastní kapitál investora byl 5 milionů Kč. Zbytek investice ve výši 45 milionů byl financován úvěrem od banky. Tento úvěr, speciálně poskytovaný na investice do bioplynové stanice, byl poskytnut na 12 let s úrokovou mírou 5 % p. a. Výše anuitní splátky je 5 077 tis. Kč. V bioplynové stanici jsou používány technologické postupy, při kterých se nemusí přidávat bakterie a enzymy do fermentoru, proto jsou tyto náklady nulové. Bioplynová stanice zaměstnává pouze dva zaměstnance. Jeden na poloviční a jeden na plný úvazek. Vzhledem k pracovní náplni nelze předpokládat její změnu, a tudíž lze tyto náklady považovat z dlouhodobého hlediska za neměnné.

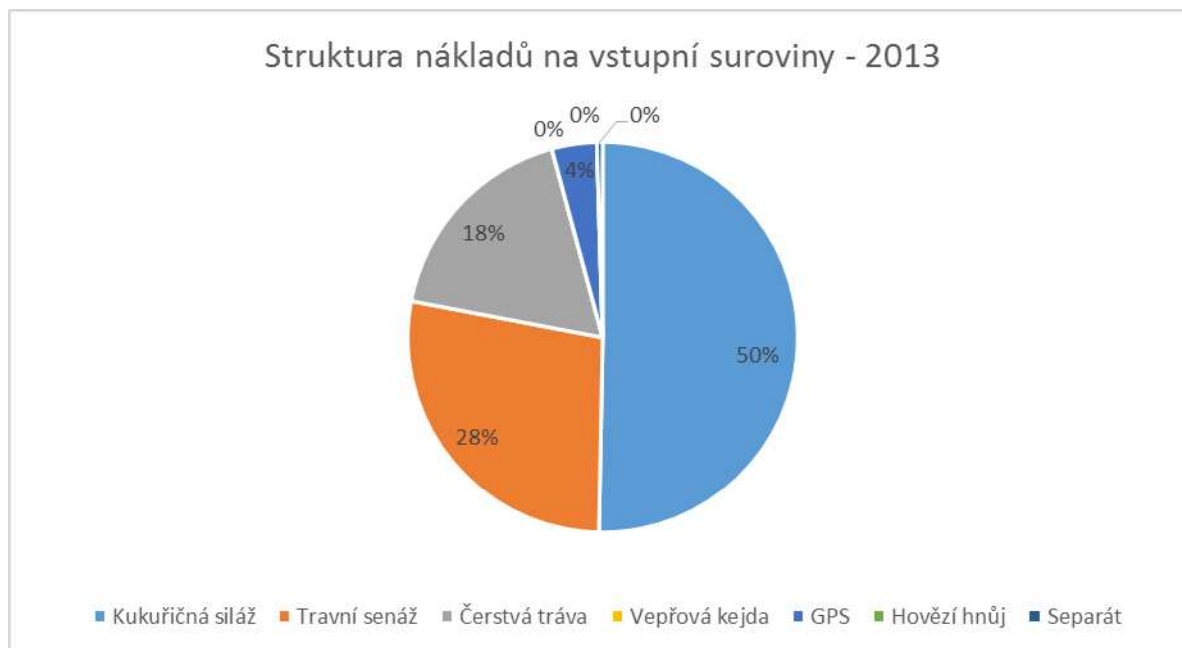
Náklady na vstupní suroviny

Jako podklady pro výpočet nákladů na vstupní suroviny byly také použity výkazy vypracované provozovatelem bioplynové stanice. V letech 2015 a 2016 byly náklady navýšeny celkem o 10 % oproti roku 2014, což je ve stejné míře, jako je předpokládáno zvýšení produkce bioplynu a s tím související výnosy za teplo a energii. Vzhledem ke kontinuálnímu plnění bioplynové stanice není zohledněna generální oprava kogeneračních jednotek.

Struktura nákladů na vstupní suroviny

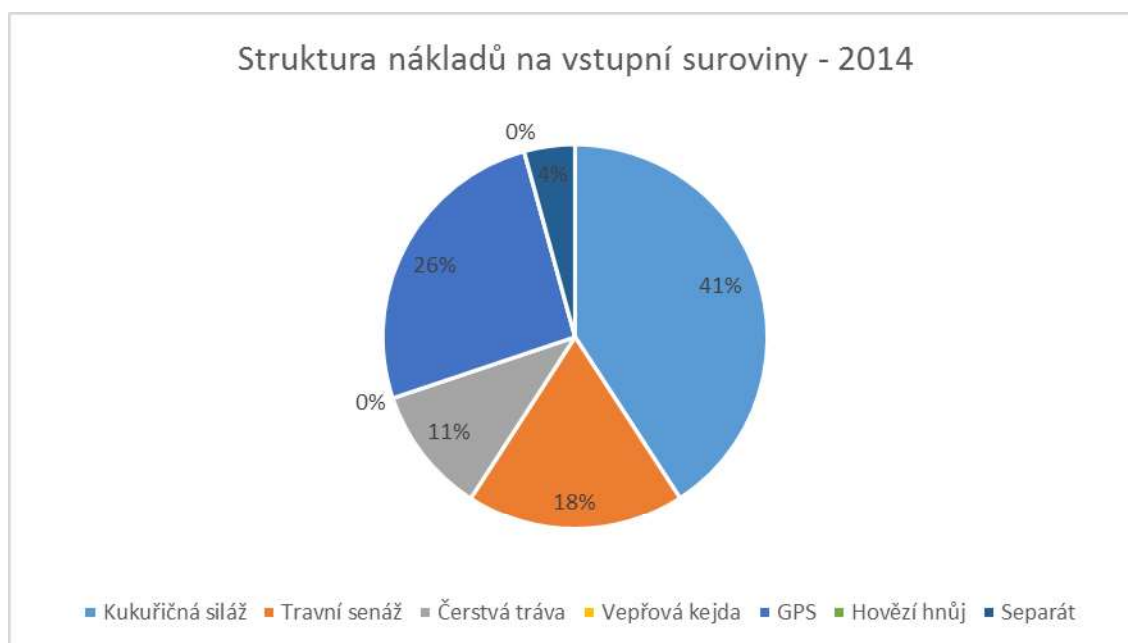
Struktura nákladů je vytvořena na základě výkazů bioplynové stanice z let 2013 a 2014.

Graf 2 - Struktura nákladů na vstupní suroviny 2013



Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Graf 3 - Struktura nákladů na vstupní suroviny 2014



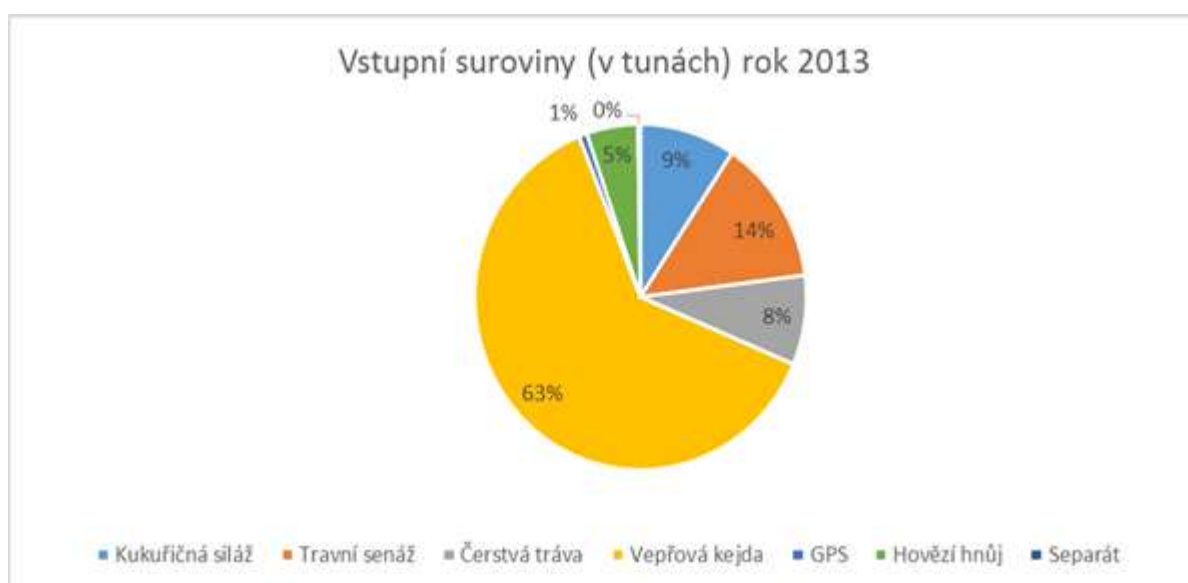
Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Jak je z grafu patrné, nejvyšší náklady jsou na kukuřičnou siláž. Tyto náklady dosahují v roce 2013 50 % a v roce 2014 41 %. Další významnou položkou jsou travní senáž a čerstvá tráva. Tyto náklady tvořily dohromady v roce 2013 46 % nákladů na vstupní suroviny a v roce 2014 29 % nákladů. Pokles nákladů na kukuřičnou siláž, travní senáž a čerstvou trávu v roce 2014 je způsoben začátkem používání siláže z celých drcených obilovin (GPS), která tvořila v roce 2014 26 % nákladů. Náklady na separát tvoří v letech 2013 i 2014 pouze 4 % z celkových nákladů na vstupní suroviny. Hovězí hnůj i vepřová kejda jsou bioplynové stanice poskytovány bezplatně i s dovozem. Proto jsou náklady na tyto suroviny nulové. Prasečák i kravín jsou v bezprostřední blízkosti bioplynové stanice a hnůj i kejdu by museli složitě likvidovat.

Hmotnostní struktura vstupních surovin

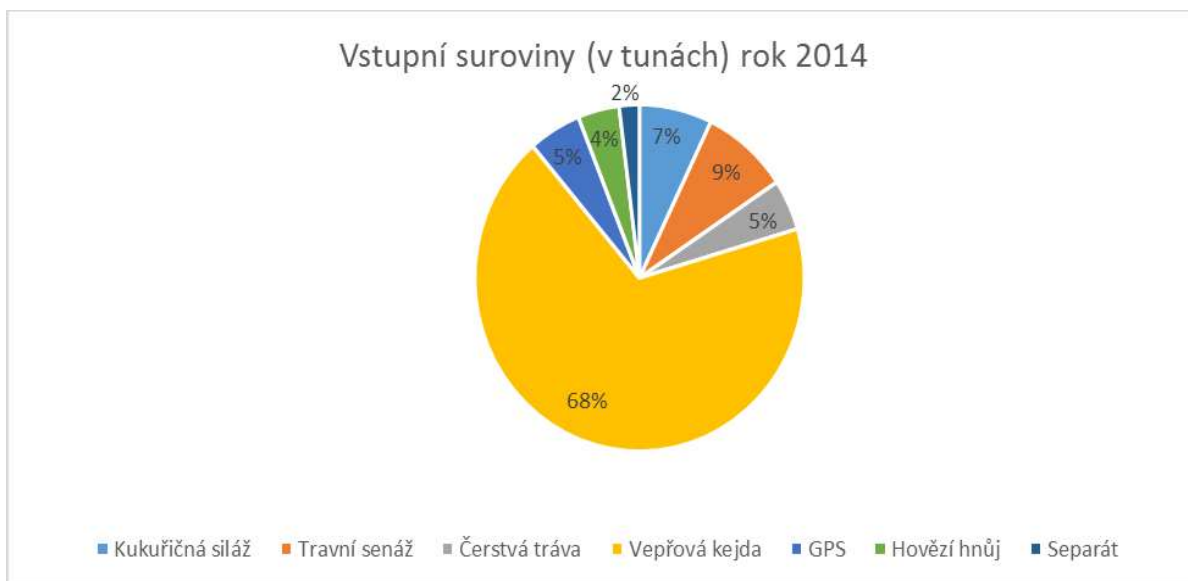
Jak je z grafů poměrů hmotnostních surovin za roky 2013 a 2013 patrné, tak množství vstupních surovin neodpovídá nákladům na vstupní suroviny. Největší hmotnostní podíl (63 % a 68 %) ze vstupních surovin připadána vepřovou kejdu. Náklady na její získání jsou pro provozovatele bioplynové stanice nulové.

Graf 4 - Hmotnostní poměr vstupních surovin 2013 (v tunách)



Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Graf 5 - Hmotnostní poměr vstupních surovin 2014 (v tunách)



Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Naproti tomu nejvyšší náklady jsou na získání kukuřičné siláže, která ale tvoří pouze 9 % a 7 % z hmotnostního podílu vstupních surovin.

Další náklady

Bioplynová stanice platí za dovoz kukuřičné siláže 160 Kč za tunu a za separát 100 Kč za tunu. Odpisy majetku u stavby byly počítány rovnoměrnou metodou na 20 let a odpisy technického zařízení také rovnoměrnou metodou na 10 let. Investice byla pro potřeby výpočtu odpisů rozdělena na 20 milionů na stavbu a 30 milionů na techniku. Do ostatních nákladů jsou zařazeny náklady na generální opravu kogeneračních jednotek a dalších částí vyžadujících údržbu.

Struktura nákladů

Struktura nákladů je uvedena v tis. Kč, ale také je v tabulce uveden procentní poměr nákladů v jednotlivých letech.

Tabulka 4 - Struktura nákladů I.

Struktura nákladů (tis. Kč)										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
úroky	2 250	2 109	1 960	1 804	1 641	1 469	1 289	1 099	900	691
Osobní náklady	482	482	482	482	482	482	482	482	482	482
náklady na nákup vstupního materiálu	3 894	4 377	4 640	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779
doprava - tis. Kč/rok	392	357	378	390	390	390	390	390	390	390
odpisy	2 080	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180	4 180
ostatní náklady (servis, údržba)	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
Náklady celkem	10 398	12 805	12 941	12 935	12 772	12 600	12 420	12 230	12 031	11 822
úroky	22%	16%	15%	14%	13%	12%	10%	9%	7%	6%
Osobní náklady	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
náklady na nákup vstupního materiálu	37%	34%	36%	37%	37%	38%	38%	39%	40%	40%
doprava - tis. Kč/rok	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
odpisy	20%	33%	32%	32%	33%	33%	34%	34%	35%	35%
ostatní náklady (servis, údržba)	13%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	11%	11%	11%
Náklady celkem	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Tabulka 5 - Struktura nákladů II.

Struktura nákladů (tis. Kč)										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
úroky	472	242	0	0	0	0	0	0	0	0
Osobní náklady	482	482	482	482	482	482	482	482	482	482
náklady na nákup vstupního materiálu	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779	4 779
doprava - tis. Kč/rok	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
odpisy	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030
ostatní náklady (servis, údržba)	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
Náklady celkem	8 453	8 223	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981	7 981
úroky	6%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Osobní náklady	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
náklady na nákup vstupního materiálu	57%	58%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
doprava - tis. Kč/rok	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
odpisy	12%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%
ostatní náklady (servis, údržba)	15%	16%	16%	16%	16%	16%	16%	16%	16%	16%
Náklady celkem	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Zdroj: Autor dle poskytnutých dat

Náklady jsou v prvních dvanácti letech ovlivněny platbou úroků z úvěru. V roce 2013 tvoří 22 % nákladů. Tyto náklady postupně klesají až k 3 % v roce 2024. Osobní náklady se pohybují za celou dobu investice mezi 4 % až 6 %, takže ovlivňují celkové náklady stále ve stejném poměru. Stejná situace jako u osobních nákladů nastává i u nákladů za dopravu. Tyto náklady se pohybují v rozpětí 3 % až 5 %. Odpisy dlouhodobého majetku, tj. stavby i techniky, tvoří v prvním roce investice 20 % nákladů. V následujících devíti letech tvoří 32 % až 35 % nákladů. V posledních deseti letech je odepisována pouze stavební část bioplynové stanice. Tyto náklady pak tvoří jen 13 % nákladů. Náklady na servis a údržbu

se pohybují v rozmezí 10 % až 16 % a jejich poměr v průběhu času stoupá. Z výše uvedeného vyplývá, že k největším změnám ve struktuře nákladů dochází díky rozdílným dobám odepisování technické a stavební části bioplynové stanice a platbou úroků z úvěru.

4.3.Hodnocení investice

Tabulka 6 - Čistá současná hodnota

ČSH	
Diskontní sazba	Čistá současná hodnota
2,50%	27 495
5%	8 993
7,50%	-3 396

Zdroj: Vlastní výpočet

4.3.1. Čistá současná hodnota

Výpočty čisté současné hodnoty byly provedeny funkcí programu Excel „čistá.součhodnota“. Jako referenční diskontní sazby byla zvolena sazba 5 %. Tato sazba je udávána jako nejvíce vhodná pro hodnocení investičních analýz bioplynových stanic. Sazby 2,5 % a 7,5 % byly zvoleny z hlediska analýzy toho, co by se stalo, kdyby došlo ke změně diskontní sazby o 50 %.

4.3.2. Vnitřní výnosové procento

K výpočtu vnitřního výnosového procenta byla využita funkce v programu Excel „míra.výnosnosti“, která umožňuje jeho výpočet. Vnitřní výnosové procento je 6,712 %. Tato hodnota vyjadřuje diskontní sazbu, při které se suma budoucího cash-flow diskontovaného touto diskontní sazbou rovná hodnotě investice. Vnitřní výnosové procento také vyjadřuje míru výnosu, která je z investice získána, pokud je brána v potaz časová hodnota peněz.

4.3.1. Výnosnost investice

Na základě výsledku hospodaření po zdanění byl vypočítán průměrný čistý zisk 5 028 tis. Kč. Vzhledem k investici ve výši 50 milionů Kč je rentabilita investice 10 %.

4.3.2. Doba návratnosti investice

V této kapitole je proveden výpočet doby návratnosti investice z kumulovaného cash-flow i kumulovaného diskontovaného cash-flow.

Tabulka 7 - Kumulované Cash-flow

	Kumulované CF (v tis. Kč)	Kumulované diskontované CF (v tis. Kč)
2013	2 023	1 927
2014	5 440	5 026
2015	9 353	8 406
2016	13 514	11 830
2017	16 356	14 056
2018	20 453	17 114
2019	24 517	20 002
2020	28 545	22 728
2021	32 535	25 300
2022	35 195	26 933
2023	38 505	28 869
2024	41 771	30 688
2025	50 069	35 088
2026	58 366	39 278
2027	65 374	42 649
2028	73 671	46 450
2029	81 969	50 071
2030	90 266	53 518
2031	98 563	56 802
2032	105 571	59 443

Zdroj: Vlastní výpočet

Z tabulky lze vyčíst následující údaje:

- Na základě údajů z části kumulované cash-flow je patrné, že doba návratnosti je 12 let a 362 dní. Tedy zaokrouhleně 13 roků.

- Pokud jsou peněžní toky diskontovány 5% diskontní sazbou, je doba návratnosti 16 roků a 358 dní, tedy 17 roků.

Na základě článku „Využití a ekonomika bioplynových stanic v zemědělském podniku“ (Mužík, 2006) je patrné, že doba návratnosti investice 13 let není příznivá, protože doba 15 let je hraniční doba přijatelné návratnosti investice. Po této době již stoupají nároky na servis a opravy. Je alespoň splněn požadavek kratší doby návratnosti počítané z diskontovaného cash-flow (17 let) než je doba životnosti investice, tedy 20 let.

4.4. Citlivostní analýza

V této kapitole je provedena jednofaktorová citlivostní analýza. Jejím účelem je zkoumat, jak se změní čistá současná hodnota, pokud dojde k poklesu nebo růstu jednotlivých nákladů o 5% a 10 %. Výpočet byl proveden na základě referenční úrokové míry 5 % za pomoci programu Excel.

Tabulka 8 - Citlivostní analýza

ČSH při změně nákladů					
	-10%	-5%	0%	5%	10%
Vstupní suroviny	13 485	11 239	8 933	6 747	4 501
Doprava	9 365	9 179	8 933	8 807	8 621
Osobní náklady	9 457	9 225	8 933	8 761	8 530
Ostatní náklady	10 243	9 618	8 933	8 368	7 743

Zdroj: Vlastní výpočet

Tabulka 9 - Citlivostní analýza v poměrovém vyjádření

ČSH při změně nákladů (vyjádřeno v procentech)					
	-10%	-5%	0%	5%	10%
Vstupní suroviny	50,96%	25,82%	0,00%	-24,47%	-49,61%
Doprava	4,84%	2,76%	0,00%	-1,41%	-3,49%
Osobní náklady	5,86%	3,27%	0,00%	-1,92%	-4,51%
Ostatní náklady	14,66%	7,67%	0,00%	-6,32%	-13,32%

Zdroj: Vlastní výpočet

Na základě výpočtů je možno pozorovat, že k největšímu ovlivnění čisté současné hodnoty investice dojde změnou nákladů na vstupní suroviny. Pokles těchto nákladů o 10 % má za následek zvýšení čisté současné hodnoty o 4 552 tis. Kč (což představuje nárůst o zhruba 51 %) a nárůst o 10 % vyvolá pokles o 4 432 tis. Kč (což představuje pokles čisté současné hodnoty o necelých 50 %). Ostatní náklady, mezi které patří náklady na servis a údržbu, již čistou současnou hodnotu investice ovlivní méně. Pokud dojde k poklesu těchto nákladů o 10 %, dojde ke zvýšení čisté současné hodnoty investice o 1 310 tis. Kč (což je nárůst o 15 %). K ještě méně výrazné změně čisté současné hodnoty investice dojde při změně nákladů na dopravu a osobních nákladů. Při 10% poklesu těchto nákladů dojde ke zvýšení čisté současné hodnoty investice o 524 tisíc Kč (6% nárůst) v případě osobních nákladů a o 432 tisíc Kč (5% nárůst) v případě nákladů na dopravu.

5. Diskuse a závěry

Hlavním cílem bakalářské práce je zhodnocení investice do bioplynové stanice ve Velkém Chvojně. Při tomto hodnocení již v úvodu této práce byl kladen důraz na další dva trendy současného vývoje. Prvním je trvalá udržitelnost rozvoje života na Zemi, což je vlastně nejdůležitější současný směr vývoje. Druhým je řešením problému se zpracováním odpadů z živočišné výroby, kterým bezpochyby prasečí kejda je. Tato práce je potvrzením, že tyto tři cíle je možné naplnit.

Teoretická část bakalářské práce je věnována stručnému popisu složení, historie a výroby bioplynu. Dále se zabývá popisem technologie výroby elektrické a teplené energie v bioplynové stanici. V poslední části jsou popsány metody hodnocení investičních projektů.

Praktická část bakalářské práce obsahuje výpočet jednotlivých metod hodnocení investic a analýzu struktury nákladů, na kterou pak navazuje citlivostní analýza.

Z hlediska struktury nákladů tvoří největší podíl náklady na vstupní suroviny. Během životnosti investice tvořily 37 % až 60 % nákladů. K porovnání struktury nákladů byl použita studie autorů Ochodek, Koloniční, Branc: „Energetika při využívání biomasy“ z roku 2008. Ze struktury nákladů vyplývá, že největší podíl na celkových nákladech mají náklady na vstupní suroviny, údržbu a opravy. Stejná situace je i v bioplynové stanici ve Velkém Chvojně a to i přes to, že prasečí kejdu a hovězí hnůj získává bioplynová stanice bezplatně. Toto potvrzuje i citlivostní analýza, která prokázala největší ovlivnění čisté současné hodnoty právě změnou nákladů na vstupní suroviny (nárůst ČSH o 51 %). Největší podíl na nákladech tvoří nákup a dovoz kukuřičné siláže (mezi 41 % až 50 %). K tomuto porovnání byl opět použita studie autorů Ochodek, Koloniční, Branc: „Energetika při využívání biomasy“ z roku 2008. Z článku vyplývá, že surovinová struktura uvedená v článku je velice podobná vstupním surovinám v bioplynové stanici ve Velkém Chvojně. Největší hmotnostní podíl tvoří vepřová a hovězí kejda. Zároveň vzhledem k vysoké ceně za tunu senáže i siláže, tvoří tyto vstupní suroviny v obou případech největší podíl na nákladech (60 %) na vstupní suroviny, ačkoli hmotnostní poměr je pouze 20%. Vysoké náklady na kukuřičnou siláž jsou způsobeny nejen cenou kukuřičné siláže, ale i klimatickým a geografickým umístěním bioplynové stanice a z toho

vyplývající nutností nákladné dopravy na větší vzdálenost. Proto by měl provozovatel bioplynové stanice hledat alternativní surovinu, pomocí které by nahradil kukuřičnou siláž. Tím by došlo ke značnému zvýšení rentability. Zároveň by také došlo ke zkrácení doby návratnosti, která při současném stavu (17 let z diskontovaného cash-flow) překročila přijatelnou dobu návratnosti. Doba návratnosti je zároveň jediným ukazatelem, který vykazuje téměř hraniční hodnoty. K porovnání zjištěné doby návratnosti je využit článek „Využití a ekonomika bioplynových stanic“ od Ondřeje Mužíka a Zdeňka Abrhama z roku 2006. Z těchto údajů je patrné, že doba návratnosti investice 13 let není příznivá, protože téměř dosahuje hraniční doby přijatelné návratnosti investice, což je 15 let. Po této době již stoupají nároky na servis a opravy. Je alespoň splněn požadavek kratší doby návratnosti počítané z diskontovaného cash-flow (17 let) než je doba životnosti investice, tedy 20 let. Dle článku je optimální doba návratnosti jen do deseti let.

I přes nevyužití dotace tato práce potvrdila, že je možné tuto investici realizovat pomocí úvěru. K porovnání čisté současné hodnoty a vnitřního výnosového procenta byl využit článek autorů Ochodek, Koloničný, Branc: „Energetika při využívání biomasy“ z roku 2008. V porovnání s hodnotami, které byly uveřejněny v tomto článku, který popisuje projekt v hodnotě 39 340 tis. Kč, je čistá současná hodnota po 20 letech 64 426 tis. Kč a vnitřní výnosové procento 26,3 %. Autoři článku hodnotí jako přípustnou tu čistou současnou hodnotu, která je větší než nula. Čistá současná hodnota investice do bioplynové stanice ve Velkém Chvojně je pouze 8 933 tis. Kč (při 5% diskontní sazbě) a vnitřní výnosové procento 6,712 %.

Takto rozdílné hodnoty jsou způsobeny nevyužitím dotace, ale úvěru v hodnotě 45 milionů Kč, jehož splátky ovlivnily cash-flow. Obě hodnoty splňují podmínku přípustnosti, protože jsou vyšší než nula.

Kladných hodnot čisté současné hodnoty a vnitřního výnosového procenta bylo možné dosáhnout jen díky výše zmíněnému bezplatnému získávání vepřové kejdy a hovězího hnoje.

Ačkoliv hodnoty, které byly získány při hodnocení efektivnosti investice do bioplynové stanice ve Velkém Chvojně, nejsou optimální, a v porovnání s modelovým příkladem ve studii Ochodka, Koloničného a Brance v diskusi, šestinásobně horší, přesto nejsou záporné a svědčí o minimální míře výnosnosti, vzhledem k rentabilitě investice 10 %. Proto je

nutné při hodnocení brát v potaz ekologický přínos bioplynové stanice. A to jak z hlediska obnovitelných zdrojů elektrické energie, tak i z hlediska ekologické likvidace odpadů z živočišné výroby.

6. Seznam použitých zdrojů

Tištěné zdroje

DEUBLEIN, Dieter a Angelika STEINHAUSER. c2011. *Biogas from waste and renewable resources: an introduction*. 2nd, rev. and expanded ed. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-352-7327-980.

DOUCHA, Pavel a kolektiv. 2009. *Obnovitelné zdroje energie - Povolovací proces*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-7212-521-0.

KOUŘA, Jaroslav. 2008. *Bioplynové stanice s mokrým procesem*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT. Metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87093-33-7.

OCHODEK, Tadeáš, Jan KOLONIČNÝ a Michal BRANC. 2008. *Ekonomika při energetickém využívání biomasy*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita. ISBN 978-80-248-1751-4.

RŮČKOVÁ, Petra a Michaela ROUBÍČKOVÁ. 2012. *Finanční management*. 1. vyd. Praha: Grada. Finance (Grada). ISBN 978-80-247-4047-8.

SCHULZ, Heinz a Barbara EDER. 2004. *Bioplyn v praxi: teorie - projektování - stavba zařízení - příklady*. 1. české vyd. Ostrava: HEL. ISBN 80-861-6721-6.

STRAKA, František a Michal DOHÁNYOS. 2006. *Bioplyn: [příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů]*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha [i.e. Říčany u Prahy]: GAS. ISBN 80-732-8090-6.

SYNEK, Miloslav. 2007. *Manažerská ekonomika*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1992-4.

QUASCHNING, Volker. 2010. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

Elektronické zdroje

Bioplyn. 2013. *Česká bioplynová asociace* [online]. České Budějovice [cit. 2016-02-19]. Dostupné také z: <<http://www.czba.cz/bioplyn/>>

DVOŘÁČEK, Tomáš: Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO. Biom.cz [online]. 2010-07-19 [cit. 2016-02-29]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-bioplynovych-stanic-pro-zpracovani-bro>>. ISSN: 1801-2655.

HABART, Jan, TULKA, Petr. 2009. Novela důležité vyhlášky určující druhy a způsoby využití biomasy. *Biom: Odborný časopis a informační zpravodaj Českého sdružení pro biomasu* [online]. 2009(1), 1,3 [cit. 2016-02-29]. ISSN 1801-2655. Dostupné z: <http://czbiom.cz/wp-content/uploads/1_2009.pdf>

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, *Desatero bioplynových stanic: aneb zásady efektivní výstavby a provozu bioplynových stanic v zemědělství* [online]. 2007. Praha [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/260441/Desatero_BPS.pdf>

MUŽÍK, Oldřich, KÁRA, Jaroslav. Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR. Biom.cz [online]. 2009-03-04 [cit. 2016-02-29]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>>. ISSN: 1801-2655

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Náročný akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů stanoví národní cíle členských států pro podíly energie z obnovitelných zdrojů.. [Online] Červenec 2010. [Citace: 2. Květen 2015.] Dostupné také z: <<http://www.mpo.cz/assets/cz/2012/11/NAP.pdf>>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2014. Metodický pokyn ke schvalování provozu bioplynových stanic a stanovování závazných podmínek provozu z hlediska ochrany životního prostředí. In: *VĚSTNÍK MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ*. XIV, částka 2. [online] Dostupné také z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/schvalovani_bioplynovych_stanic/\\$FILE/OO-Methodicky_dokument_BPS-20150402.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/schvalovani_bioplynovych_stanic/$FILE/OO-Methodicky_dokument_BPS-20150402.pdf)>

MUŽÍK, Oldřich A ABRAHAM, Zdeněk. Využití a ekonomika bioplynových stanic v zemědělském podniku. CZ Biom. [Online] 2006. [Citace: 5. Září 2015.] Dostupné také z: <http://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/vyuziti_a_ekonomika_bioplynovych_stanic_v_zemedelskem_podniku.pdf>

VÁŇA, Jaroslav: Bioplynové stanice na využití bioodpadů. Biom.cz [online]. 2010-05-10 [cit. 2016-02-14]. Dostupné také z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplynove-stanice-na-vyuziti-bioodpadu>>. ISSN: 1801-2655

Ostatní zdroje

Česko. Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech).

Česko. Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 90/2014 Sb.

Česko. Zákon č. 263/2014 Sb., kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.

7. Přílohy

Příloha 1 - Výkazy 2013	59
Příloha 2 - Výkazy 2014	60

Příloha 1 - Výkazy 2013

Dávkování										
	Kukuřičná siláž	Travní senáž	Čerstvá tráva	Vepřová kejda	GPS	Hovězí hnůj	Separát	Celkem měsíčně	Svorková výroba	Ø výkon
Ledén	150,5	0	0	0	0	0	0	150,5	101405	141
Únor	427,5	85	0	180	0	100	0	792,5	256326	381
Březen	275	440	0	930	0	186	0	1831	327033	440
Duben	244	403	0	920	0	174	0	1741	343455	477
Květen	348	396	0	1443	0	151	0	2338	385870	519
Červen	238,5	293	209	2250	53,5	89	0	3133	366637	509
Červenec	303,5	183	415,5	1605	36	38,5	0	2581,5	389541	524
Srpen	121,5	128,5	613	1645	0	0	0	2508	314567	423
Září	0	285	531	1530	57	65	0	2468	298100	414
Říjen	78,5	370	432	1820	61	140	0	2901,5	368667	496
Listopad	88	557	0	1800	0	186	0	2631	332315	462
Prosinec	174	452	0	1850	0	186	62,5	2724,5	368353	495
Celkem	2449	3592,5	2200,5	15973	207,5	1315,5	62,5	25800,5	3852269	440

Klapý	2134,5
Bílá	513,65
Osečná	50,5

Dovoz KS	
I	188,34
II	328,03
III	414,44
IV	434,69
V	447,62
VI	152,93
VII	349,2
VIII	105,5
IX	
X	33,64
XI	57,16
XII	187,1
Celkem	2698,65

Dodaná energie do sítě

3 478 396 kW

Příloha 2 - Výkazy 2014

Dávkování											
	Kukuřičná sláň	Travní senáž	Čerstvá tráva	Vepřová kejda	GPS	Hovězí hmůj	Separát	Celkem měsíčně	Svorková výroba	Ø výkon	%
Ledén	176	358	0	1460	0	195	259	2448	365212	491	65
Únor	22	295	0	1385	100	147	17	1966	250378	372	50
Březen	208	374	0	1550	80,5	186	0	2398,5	325890	438	58
Duben	330	352	0	1510	71	165	0	2428	353616	491	65
Květen	298	326	0	1540	113	77	0	2354	414408	557	74
Červen	90	206	254	1500	99	54	179	2382	368295	512	68
Červenec	95	162	466	1550	65	54	144	2536	356753	479	64
Srpen	146	88	377	1670	117	37	0	2435	311685	419	56
Září	219	79	174	2080	257	35	24	2868	391523	544	73
Říjen	181	76	217	2170	282	54	0	2980	373513	502	67
Listopad	228	175	0	2180	254	102	0	2939	378263	525	70
Prosinec	240	184	0	2170	180	166	0	2940	396152	532	71
Celkem	2233	2675	1488	20765	1618,5	1272	623	30674,5	4285688	489	65

Dovoz KS	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	
IX	
X	
XI	
XII	
Celkem	0

Klapý
Bílá
Osečná

Dodaná energie do sítě 3 936 043 kW