

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.

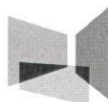
Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R088 Podniková ekonomika a management provozu

**OPTIMALIZACE VYUŽITÍ DIGESTÁTU
V BIOPLYNOVÉ STANICI VALOVICE**

Zuzana Štechová

Vedoucí práce: Ing. Jiří Sobotka, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Zuzana Štechová**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

Název tématu: **Optimalizace využití digestátu v bioplynové stanici Valovice**

Cíl: Cílem práce je analýza zavedení nového systému zpracování a způsobu využití digestátu ve vybrané bioplynové stanici.

Rámcový obsah:

1. Shrňte aktuální trendy, metody a technologie v oblasti obnovitelných zdrojů.
2. Vymezte oblast řešené problematiky a analyzujte současný stav využití digestátu ve vybrané bioplynové stanici.
3. Vyhodnoťte výhody, nevýhody a očekávané přínosy zavedení nového systému zpracování a způsoby využití digestátu ve vybrané bioplynové stanici.

Rozsah práce: 25 – 30 stran

Seznam odborné literatury:

1. TŘEBICKÝ, V. – SLADKÝ, V. – KÁRA, J. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. 208 s. ISBN 978-80-8672-648-9.
2. SCHULZ, H. – EDER, B. *Bioplyn v praxi*. Praha: HEL, 2004. 167 s. ISBN 80-86167-21-6.
3. GROS A KOLEKTIV, I. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT Praha, 2016. 512 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
4. SIXTA, J. – ŽIŽKA, M. *Logistika – používané metody*. Brno: Computer Press, 2009. 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2.

Datum zadání bakalářské práce: únor 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: prosinec 2019

L. S.


Ing. Jiří Sobotka, Ph.D.
Vedoucí práce


Mgr. Petr Šulc
Prorektor ŠAVŠ


prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.
Vedoucí ústavu


Zuzana Štechová
Autorka práce

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne

Děkuji Ing. Jiřímu Sobotkovi, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, poskytování rad a informačních podkladů. Také bych chtěla poděkovat zaměstnancům bioplynové stanice Valovice a vedení zemědělské společnosti Bukovno za poskytování rad a informací.

Obsah

Úvod	8
1 Obnovitelné zdroje energie (OZE)	9
1.1 Historie obnovitelných zdrojů jako zdrojů energie	10
1.2 Druhy obnovitelných zdrojů	10
1.2.1 Vodní energie	11
1.2.2 Větrná energie	12
1.2.3 Sluneční energie	13
1.2.4 Geotermální energie	14
1.2.5 Přílivová a odlivová energie	14
1.2.6 Kompost	15
1.3 Biomasa	17
1.3.1 Biomasa pro energii	17
1.3.2 Zemědělská biomasa	18
1.4 Bioplyn	19
1.4.1 Historie bioplynu	20
2 Charakteristika bioplynové stanice Valovice	21
2.1 Charakteristika podniku	21
2.2 Charakteristika bioplynové stanice Valovice (BPS Valovice)	21
2.2.1 Způsob financování - splácení jistiny a úhrada úroků	22
2.3 Princip chodu bioplynové stanice a popis přípravné technologie	23
2.3.1 Podíl hlavních vstupů do BPS v letech 2017 - 2019	27
2.3.2 Stručný popis technologie bioplynové stanice	28
2.4 Způsob zpracování digestátu a jeho současné využití	30
2.5 Způsob využití digestátu	31
2.6 Výroba energie v bioplynové stanici z finančního hlediska	32
2.6.1 Vývoj výkupní ceny energie	32
2.6.2 Vývoj tržeb za prodanou energii	33
2.6.3 Současné náklady na zpracování a využití digestátu	34
3 Návrh nového systému zpracování a způsobu využití digestátu	35
3.1 Rozstříkávání digestátu po bližších okolních polích	35
3.1.1 Investice do okolních polí	35
3.1.2 Zhodnocení přínosu využití bližších okolních polí	36
3.2 Sušení digestátu	36

3.2.1	Zavedení sušení digestátu jako nové technologie	37
3.2.2	Následný prodej digestátu	37
3.3	Zhodnocení	38
	Závěr	39
	Seznam literatury	40
	Seznam obrázků a tabulek	42

Seznam použitých zkratk a symbolů

BPS	Bioplynová stanice
ČR	Česká republika
KTBL	Kuratorium pro techniku a výstavbu v zemědělství
MEŘO	Metylester řepkový olej
MPa	Mega pascal
MVE	Malá vodní elektrárna
OZE	Obnovitelné zdroje
ORC	Organický Rankinův cyklus
PN	Pressure Nominal
VE	Vodní elektrárna
ZS	Zemědělská společnost

Úvod

V dnešní době mají obnovitelné zdroje "zelenou". Naše planeta je doslova přehlčena lidmi, kteří se podílejí na znečišťování naší planety a čerpají fosilní paliva, která jsou neobnovitelným zdrojem. Dochází tím tedy k jejich nedostatku. V tomto případě jsou na místě zdroje obnovitelné, které budou k dispozici stále, protože jejich hranice vyčerpání je vzdálena. Mezi tyto zdroje energie patří: sluneční záření, vítr, déšť, příliv a odliv, geotermální teplo a biomasa. Opakem obnovitelných zdrojů jsou zdroje neobnovitelné, do kterých spadají např. fosilní paliva. Tyto paliva se neobnovují a v případě jejich plýtvání by mohlo dojít k jejich úplnému vyčerpání. Energie z obnovitelných zdrojů je používána k výrobě elektřiny, k vytápění, k chlazení a také v dopravě.

V zemědělství, potravinářství a chovu hospodářských zvířat vzniká velké množství biologického odpadu. Tento odpad lze dále efektivně využít k výrobě bioplynu, který dále slouží jako zdroj elektrické energie. Z celého procesu navíc zůstane velice kvalitní hnojivo, tzv. digestát. Proces, který přemění biologický odpad na bioplyn, probíhá v bioplynových stanicích. Součástí těchto stanic jsou fermentační nádrže, tzv. fermentory. Uvnitř těchto fermentorů se směs promíchává a zahřívá (cca na 42 °C) a tím dochází k rozkladu biologického odpadu a vzniku bioplynu. Tento proces je nazýván fermentace. Z těchto nádrží odchází bioplyn do plynového, kde se dále upravuje a čistí.

Práce byla zaměřena na konkrétní bioplynovou stanici a snahou bylo optimalizování jejího chodu. Nejprve byla provedena analýza fungování této bioplynové stanice. Důraz byl kladen na její chod a na případná místa, která bude možné zoptimalizovat. Hlavním cílem předložené BP byl návrh možností, které by mohly vést k optimalizaci konkrétní bioplynové stanice.

1 Obnovitelné zdroje energie (OZE)

Obnovitelné zdroje energie jsou definovány zákonem č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie jako: *"Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu."* (Štitrová, 2011).

Další definice obnovitelných zdrojů z českého zákona o životním prostředí říká: *"Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka."* (Chlubný, 2010)

Definice tedy tvrdí, že pokud se bude s obnovitelnými zdroji dobře hospodařit, samy se obnoví a nehrozí tedy jejich vyčerpání, což nelze říci u zdrojů neobnovitelných (fosilních). Hustota energie je u obnovitelných zdrojů sice nižší než u zdrojů fosilních, ale stále jsou schopny se zadarmo doplňovat pomocí přírodních jevů. Mezi další společné znaky obnovitelných zdrojů patří závislost na povětrnostních vlivech, množství energie ve slunečním záření, větru, vodě a jejich kolísání v průběhu roku nebo dne. Od těchto obnovitelných zdrojů se liší biomasa a geotermální energie, které se na rozdíl od ostatní obnovitelných zdrojů obnovují pomaleji a může také dojít k jejich dočasnému vyčerpání. Výhodou je, že tyto zdroje nejsou vůbec závislé na povětrnostních vlivech, a proto se dá snadno odhadnout vyprodukovaná energie.

Z hlediska původu energie můžeme OZE rozdělit do dvou skupin:

1. Primárním zdrojem energie je Slunce

- do této skupiny spadá energie slunečního záření, větru, vody a energie ukrytá v biomase.

2. Primárním zdrojem energie není Slunce

- do této skupiny spadá geotermální energie, což je zbytkové teplo zemského nitra ze vzniku planety, teplo z jaderných rozpadů prvků uvnitř pláště a energie přílivu a odlivu způsobená převážně gravitačním působením Měsíce.

1.1 Historie obnovitelných zdrojů jako zdrojů energie

Člověk obnovitelné zdroje využíval již v pravěku. Jedním z prvních využití bylo pálení dřeva a tím získávání tepelné energie. Později ve starověku, středověku i na počátku novověku byla používána vodní energie k pohonu vodního kola, které sloužilo především pro pohon vodních mlýnů. Později se vodní kola využívala také v kovářských dílnách a na pilách. V dnešní době jsou vodní kola raritní záležitostí, i přesto je ale někteří využívají pro čerpání vody. Jinak už vodní kola slouží spíše jako historická ukázka toho, jak dříve fungovala. Lze je vidět v muzeích nebo jako pohyblivou dekoraci. Vodní kolo má po svém obvodu několik dřevěných lopatek neboli kapes, které se roztočí, jakmile se do nich dostane voda.

Historicky se využívala také větrná energie pomocí větrného mlýna, který se používal k mletí obilí. V Čechách neměly ale nikdy tolik zástupců, jelikož vodní mlýny byly energeticky výhodnější a semlely až o pětinasobek obilí více za stejnou dobu. Zemí s velkým počtem větrných mlýnů je Holandsko, kde jsou uchovány především kvůli tradici.



Zdroje: https://www.wikiwand.com/cs/Vodn%C3%AD_kolo; <https://itras.cz/vetrny-mlyn-jalubi/galerie/13095/>

Obr. 1: Vodní kolo (vlevo) a větrný mlýn (vpravo)

1.2 Druhy obnovitelných zdrojů

S růstem obyvatel na planetě Zemi a také s technickým rozvojem byly kladeny stále vyšší nároky na energii a byly vyvíjeny jednotlivé formy obnovitelných zdrojů, které budou popsány v následujících kapitolách.

1.2.1 Vodní energie

Využívání vodních toků patří odedávna k základním způsobům získávání energie. Hydroenergetický potenciál je přírodním bohatstvím téměř každé země. Nicméně jeho využití na výrobu elektrické energie ve vodních elektrárnách (VE) a malých vodních elektrárnách (MVE) je rozdílné. Určují jej přírodní podmínky a stupeň hospodářského, technického a společenského rozvoje příslušné země. (Benda, 2012)

Hydroenergetický potenciál lze rozdělit do dvou skupin:

- **Primární hydroenergetický potenciál** - tento potenciál je založen především na koloběhu vody v přírodě. Základní údaje o vodním toku určující jakou energii v kW/rok dávají jeho průtoky.
- **Sekundární hydroenergetický potenciál** - kromě energie vodních toků založené na koloběhu vody v přírodě se v praxi využívá i vodní energie, která byla dříve naakumulovaná umělým přečerpáním vody ze spodní do horní (výše položené) nádrže. Této speciální elektrárně se říká elektrárna přečerpávací.

Vyspělé země jako např. Německo, Rakousko, Velká Británie nebo Francie se vodní energii hodně věnují. V současné době využívají hydroenergetický potenciál svých toků na 65 až 95 %.

Vzhledem k tomu, že hydroenergetický potenciál je obnovitelným zdrojem, má mnoho předností. Např. jej nelze nikdy vyčerpat, jelikož se stále obnovuje. Navíc neznečišťuje naše ovzduší, čímž lze ušetřit na fosilních palivech.

Zde v České republice neexistuje tolik vodních elektráren jako v zahraničí, ale rozhodně zde stojí za zmínku Vodní elektrárna Dlouhé stráně. Tato elektrárna využívá sekundární potenciál, má tedy dvě nádrže: jednu níže položenou, z které se přečerpává voda do druhé, výše položené (viz Obr. 2).



Zdroj: <https://www.dlouhe-strane.cz/strane/fotogalerie>

Obr. 2: Dolní nádrž (vlevo), horní nádrž (vpravo)

1.2.2 Větrná energie

Podle Bendy (2012) platí, že: *"Nerovnoměrné zahřívání povrchu Země a přilehlých vzduchových vrstev vede ke vzniku rozdílů v poli tlaku vzduchu. Projevem vyrovnávání těchto rozdílů je proudění vzduchu - vítr."*

Podle Bendy (2012) také platí, že: *"Větrné elektrárny jsou zařízení, ve kterých je kinetická energie proudícího vzduchu přeměňována na energii elektrickou."*

V současné době je energetické využití větru bráno jako fenomén, což ale není vůbec pravda. Vítr byl využíván našimi předky již dávno, např. k pohonu plachetnic, vodních čerpadel nebo větrných mlýnů. Prvopočátky využití energie větru sahají na konec 19. století, ale nepodařilo se ji nijak prosadit. Jednalo se spíše o amatérské či prototypové výrobky. Hlavní impulz pro větrnou energii nastal v době energetické krize v 70. letech 20. století. V této době začal svět vnímat neudržitelnost dosavadního trendu založeného na fosilní energii.

V České republice se nachází mnoho větrných elektráren. Jejich výstavby jsou však limitovány nejen větrnými poměry daného místa, ale také řadou jiných omezení, jako jsou např. technické, environmentální nebo legislativní podmínky. Větrné elektrárny rozhodně nelze přehlédnout, jelikož jejich turbíny dosahují výšky několika desítek metrů. Největší větrnou elektrárnou v naší republice je větrný park Kryštofovy Hamry (viz. Obr. 3) v Ústeckém kraji na Chomutovsku. Tato farma se skládá z 21 turbín. Každá tato turbína má výkon 2 MW, celkový výkon je tedy 42 MW. Tato elektrárna je umístěna na Krušnohorském hřebeni od roku 2007 a dokáže za jeden rok zásobit až 30 tisíc domácností.



Zdroj: <https://oze.tzb-info.cz/124786-nejvetsi-ceska-vetrna-farma-v-krusnych-horach-se-nerozsiri>

Obr. 3: Větrná elektrárna Kryštofovy Hamry

1.2.3 Sluneční energie

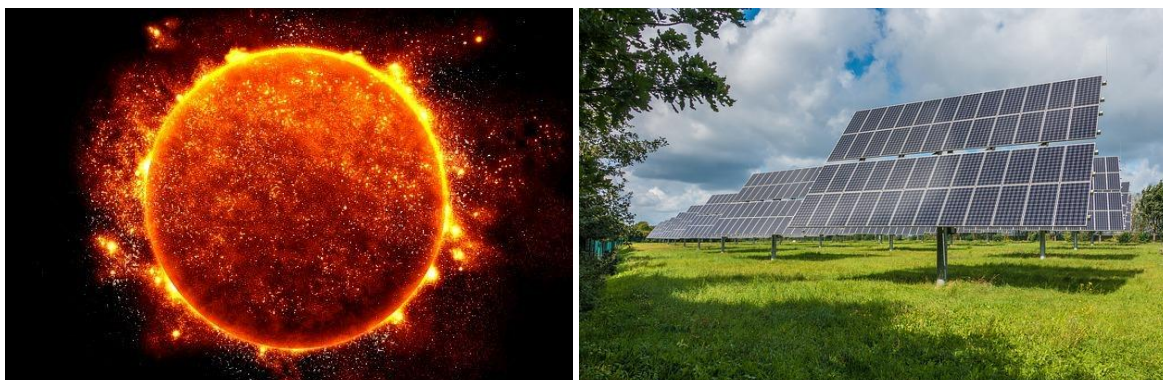
Podle Bendy (2012) platí, že: *"Sluneční energie má svůj původ v nitru Slunce, kde probíhá jaderná syntéza (přeměna vodíku na helium). Přitom hmotnost jádra atomu vznikajícího helia je nižší než hmotnost čtyř protonů v jádrech atomů vodíku, které do reakce vstupují. Tento rozdíl hmoty se při reakci přemění na energii, které je ze Slunce vyzařována do kosmického prostoru."*

Sluneční záření patří mezi nejčistší a nejdostupnější zdroje energie na Zemi. Hmotnost Slunce je asi 330 000 krát větší než hmotnost Země a představuje 99,8 % hmotnosti sluneční soustavy. Stáří Slunce se odhaduje na 4,6 miliard let, což jej řadí mezi hvězdy středního věku. (Mastný, 2011)

Elektrická energie získaná přímou přeměnou slunečního záření je známa již z 19. století. Rozvoj fotovoltaických aplikací byl a stále ještě je závislý na technické úrovni a znalostech především z oblasti fyziky polovodičů. Vlastní fotovoltaické systémy pak představují spojení fotovoltaických součástek do řetězce, na jehož konci jsou elektrické spotřebiče. (Mastný, 2011)

V České republice proběhl v období 2008 - 2010 velmi rychlý nárůst instalovaného výkonu, způsobený nepřiměřeně vysokou podporou pozemních instalací. (Benda, 2012). V současné době můžeme v naší republice najít mnoho těchto elektráren, které jsou však postaveny převážně na bývalých polích. Solární panely

nalezneme také na střechách některých domů, jejichž domácnosti využívají energii pro své potřeby, např. k ohřevu bazénové vody nebo k vytopení domu.



Zdroje:<https://www.national-geographic.cz/clanky/neuveritelna-podivana-nasa-zverejnila-video-s-nejlepsimi-zabery-slunce-20150212.html>; <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/16438-obnovitelne-zdroje-energie-vyplati-se-vam-solarni-panely>

Obr. 4: Slunce (vlevo), solární panely (vpravo)

1.2.4 Geotermální energie

Tuto energii získala planeta Země již při svém vzniku. Také ji dále doplňuje Slunce a působení vnitřních fyzikálních a chemických procesů. I přesto je zapotřebí využívat tuto energii takovým způsobem, aby nedošlo k jejímu vyčerpání a život na planetě Zemi mohl pokračovat.

Základním zdrojem je kosmické teplo, které naše planeta získala již při svém vzniku. Toto teplo vystupuje z nitra Země na její povrch. Existence planety Země je závislá na Slunci, které dodává Zemi energii již mnoho let.

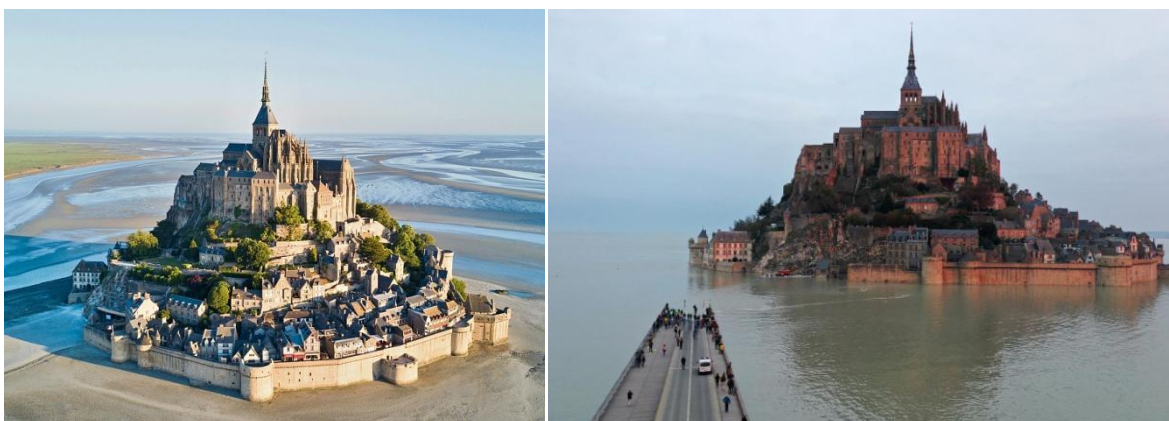
Tuto energii lze využít k vytápění nebo k výrobě elektřiny v geotermálních elektrárnách. K vytápění se převážně využívají tepelná čerpadla nebo geotermální teplárny. Čerpadlo je schopno přeměnit nízkopotenciální teplo na teplo vhodné pro ohřev vody nebo vytápění nemovitosti.

1.2.5 Přílivová a odlivová energie

Souhrnně se tyto jevy označují jako jevy slapové. Přibližně dvakrát za den klesá a stoupá hladina moře, nastává příliv a odliv. Příčinou přílivových a odlivových vln je Měsíc, vliv působení Slunce je menší. Doba od přílivu do dalšího přílivu trvá

přibližně 12 hodin a 25 minut. Znamená to tedy, že příliv a odliv nastávají každý den o 50 minut později. Tento časový posun odpovídá dennímu časovému posunu východu Měsíce. Tyto jevy souvisí s polohou Měsíce vzhledem k Zemi. Jejich příčinou je gravitační síla Měsíce, protože obrovská masa vod a oceánů reaguje na tyto přitažlivé gravitační síly obzvláště silně a může se snadno po povrchu Země přesouvat. Hladina oceánů se s jistou pravidelností deformuje (může stoupnout až o 15 m). Avšak nejenom vodní hladiny jsou touto přitažlivou silou ovlivněny. Ve střední Evropě stoupá a klesá zemská kůra asi o 30 cm stejným rytmem jako vznikají slapové jevy. Tento pohyb zachycují citlivé gravimetry. (Kéhar, 2020)

Např. ve francouzské Normandii lze příliv vidět na ostrově Mont Saint Michel. Je to místo s nejvyšším rozdílem přílivu a odlivu v Evropě. V případě vrcholícího přílivu se hora stane ostrovem. Poté je Mont Saint Michel na několik hodin odříznutý od pevniny. Na tento fenomén přílivu je třeba se dostavit alespoň 2 hodiny před jeho vyvrcholením.



Zdroje:<https://atlas pamatek.info/pamatka-3157-mont-st-michel.html>;

<https://www.euronews.com/2020/10/19/france-s-famous-monument-mont-saint-michel-is-cut-off-from-the-world>

Obr. 5: Mont Saint Michel odliv (vlevo), Mont Saint Michel příliv (vpravo)

1.2.6 Kompost

Podle Bendy (2012) platí, že: *"Organická hmota obsažená v kompostu slouží v půdě jako významný zdroj energie a živin. Činností půdních organismů a působením biochemických pochodů se rozkládá, živiny a bioenergie se uvolňují a opět slouží rostlinám k novému růstu."*

Technologie kompostování je technicky poměrně jednoduše realizovatelná a může zhodnotit podstatnou část jakýchkoliv biologických odpadů. Průběh rozkladu je možné rozdělit na tři fáze:

1. Termofilní fáze - v této fázi dochází k zahřátí kompostu na teplotu 50 - 70 °C, pH klesá pod vlivem tvorby organických kyselin. Začíná rozklad snáze rozložitelných látek, jako jsou zejména cukry, škroby, bílkoviny a lipidy. Dále pokračuje rozklad hůře rozložitelných látek (např. celulóza nebo dřevní hmota).

2. Mezofilní fáze - teplota klesá na 40 - 45 °C, kompost homogenizuje a vzniká drobtovitá struktura.

3. Fáze dozrávání - teplota blízká okolí, pH opět stoupá a kompost získává konečný vzhled. (Benda, 2012)

V České republice se ročně aplikuje ve stájových hnojivech odhadem pouze 0,6 až 0,7 t organických látek na jeden hektar orné půdy, což je o 1 až 1,5 t na hektar méně, než je doporučovaná hodnota. Důvodem je radikální snížení počtu hospodářských zvířat, s čímž souvisí i podstatná změna osevních postupů a tato energie tedy v půdě chybí.

Některé domácnosti (obzvláště na vesnicích) upřednostňují kompost vlastní (viz. Obr. 6), kterým si na podzim pohnojí své políčko pro osobní účely (pěstování rajčat, paprik, okurek apod.). V současné době je možné zakoupit již napytlovaný kompost v obchodech. Lidé tedy nemusí mít svůj vlastní kompost, který může někdy i nepříjemně zapáchat.



Zdroj: vlastní foto

Obr. 6: Kompost

1.3 Biomasa

Biomasa je v širokém slova smyslu veškerá hmota biologického původu na planetě Zemi. Největší část tvoří rostlinná biomasa, což je (kromě jiného) také významný zdroj energie. Jak již bylo zmíněno, zásoby energie ve formě fosilních paliv jsou vyčerpitelné a tak je třeba se postupně vrátit také k obnovitelným formám energetické biomasy.

Důvodem k využívání biomasy je i požadavek na neutralitu produkce oxidu uhličitého do ovzduší - množství oxidu uhličitého pohlceného při růstu organické hmoty by se mělo rovnat jeho emisi při energetickém využití této hmoty.

V České republice je biomasa nejvýznamnějším obnovitelným zdrojem energie. Využívána je buď přímo jako pevné biopalivo, nebo jako surovina k výrobě kapalných a plyných biopaliv. (Benda, 2012)

1.3.1 Biomasa pro energii

Avšak biomasa není jen to, co "naroste na poli nebo v lese". Podle různých definic se jedná o veškerou hmotu biologického původu. Obecně se biomasa rozlišuje na dřevní biomasu (dendromasu), biomasu rostlin a zemědělských plodin (fytomasu) a biomasu živočišného původu (zoomasu). Biomasa je i biologická (resp. biologicky rozložitelná) část tzv. odpadů – průmyslových, zemědělských, komunálních a dalších. (Benda, 2012)

- **Zemědělská biomasa** - spadají sem zejména cíleně pěstované (energetické) byliny, některé klasické plodiny pro nepotravinářské účely, trvalé travní porosty, biomasa ze zahrad, ovocných sadů, chmelnic a vinic a rychle rostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě.
- **Lesní biomasa** - zahrnuje palivové dřevo, zbytky z prořezávek a probírek lesních porostů, zbytky z lesní těžby a rychle rostoucí dřeviny pěstované na lesní půdě.
- **Zbytková biomasa** - vzniká při výrobě a zpracování primární rostlinné a živočišné biomasy. Jedná se především o zbytky z papírenského, dřevozpracujícího a potravinářského průmyslu, odpady z rostlinné a živočišné výroby a ze zpracování plodin, a také o biomasu v komunálních a jiných odpadech.

Biopaliva vyrobená z biomasy mohou být tuhá, plynná a kapalná. Jako surovina je biomasa využívána např. ve stavebnictví a chemickém průmyslu.

1.3.2 Zemědělská biomasa

Zemědělská biomasa je důležitou složkou energetického potenciálu České republiky. Energetické využívání zemědělské biomasy stabilizuje hospodaření zemědělců, zvyšuje zaměstnanost na venkově a přispívá k udržitelnému rozvoji krajiny.

Některé zemědělské plodiny nejsou vnímány jako energetické, ale jsou mnohdy energeticky využívány buď jako tuhé palivo nebo jako vstupní surovina k výrobě plyných a kapalných biopaliv.

Obiloviny jsou v ČR nejrozšířenější skupinou plodin a to zejména pšenice a ječmen. Pro energetické účely slouží méně kvalitní zrno, které se využívá pro přímé spalování a zbytková sláma, která se také využívá pro přímé spalování, nebo ji lze využít k výrobě tuhých paliv (např. pelet a briket).

Kukuřice patří mezi nejrozšířenější plodinu na světě. Obilky i stébla kukuřice obsahují vysoký podíl škrobu, dusíkatých látek, tuku a minerálních látek. Sklizeň kukuřice záleží na jejím následném využití, kterých je celá řada. Kukuřice se používá na siláž, v tomto případě se sklízají celé rostliny. Dále ji lze využít na konzervaci, k čemuž jsou potřebné samotné palice. Pro přímé spalování se využívá zrno kukuřice. Nejvíce je ale kukuřice sklizena jako celá rostlina pomocí řezačky v mléčně voskové zralosti (obsah sušiny kolem 27 %). Poté se zasiláží a slouží jako surovina k výrobě bioplynu.

Řepka olejka se u nás pěstovala již v osmém století. Ve středověku se ze semen listoval olej, který se využíval ke svícení, mazání nebo pro mýdlářství. Po roce 1990 se řepka začala více uplatňovat jako energetická surovina a od roku 2000 se stala nejvýznamnější exportní komoditou rostlinné výroby ČR. Ze semene řepky se lisuje olej, který se používá jako motorové biopalivo MEŘO (metylester řepkový olej).

Cukrová řepa je jednou z nejdůležitějších okopanin ve střední Evropě. Hned po cukrové třtině je největším zdrojem pro výrobu cukru na světě. Cukr je v dnešní době základní potravinou a nalezneme jej v každé domácnosti v různých

podobách, např. jako krystal, krupici, moučku nebo třtinový cukr. Odpad z výroby cukru slouží dále pro energetické účely, konkrétně pro výrobu biethanolu jako motorového paliva nebo jako suroviny pro výrobu bioplynu.



Zdroje: <https://zemedelskytydenik.cz/argentina-jako-prvni-zeme-na-svete-schvalila-pestovani-gm-psenice/>, <https://www.uroda.cz/ochrana-pudy-pri-pestovani-kukurice/>, <http://www.aros.cz/cs/krmiva/repka-olejka/>, <https://cz.pinterest.com/pin/541346817683794919/>

Obr. 7: Pšenice (nahore vlevo), kukuřice (nahore vpravo), řepka olejka (dole vlevo), cukrová řepa (dole vpravo)

1.4 Bioplyn

Podle Bendy (2012) platí, že *"Bioplyn je běžně považován za obnovitelný zdroj energie. Ve skutečnosti je tím základním obnovitelným zdrojem biomasa. Bioplyn je pouze výsledným produktem jednoho ze způsobů energetického využití biomasy."*

Bioplyn (který se vyrábí v bioplynových stanicích) pohání generátor elektrické energie v kogeneračních jednotkách. Dále slouží jako palivo při vytápění nebo je upraven na zemní plyn, který je distribuován rozvodným systémem.

Bioplyn je směs plynů, kde převládá metan. Vzniká v procesu, který se nazývá fermentace. Při tomto procesu dochází pomocí působení anaerobních

mikroorganismů k rozkladu organických látek a celý tento proces probíhá v tzv. fermentorech.

1.4.1 Historie bioplynu

Bioplyn není žádnou novinkou, je stejně starý jako život na naší planetě Zemi. Stále probíhá proces, kdy Slunce pomocí fotosyntézy umožňuje růst nového života. Rostliny po určité době začnou odumírat a rozkládají se na své původní složky, kterými jsou oxid uhličitý, voda a minerály. Při tomto procesu se uvolňuje energie, která se dá dále zpracovat. Není to ovšem jediný proces, dalšími jsou např. hoření, trávení, kvašení nebo trouchnivění.

První výzkum bioplynu provedl italský přírodovědec Alessandro Volta, který se také zabýval např. elektrickým proudem. Kolem roku 1770 zkoumal bahenní plyn ze sedimentu hornitalských jezer a dělal na něm pokusy.

V roce 1947 se začala zohledňovat skutečnost, že by mohl být bioplyn vyráběn také v zemědělství. S tímto nápadem přišel Karl Imhoff, který zjistil, že z chlévské mrvy od jedné krávy lze vyrobit stokrát více plynu než z usazeniny odpadních vod, které vyprodukuje jeden obyvatel města.

Druhá vlna zájmu o bioplyn přišla po ropné krizi v letech 1972 - 1973. Organizace KTBL (Kuratorium pro techniku a výstavbu v zemědělství) již v březnu roku 1947 otevřela diskusi na téma "Jak je dnes aktuální bioplyn?". V následujících letech se začalo mnoho zemědělců, kutilů, vynálezců, firem a výzkumných pracovišť o toto téma zajímat.

V ČR proběhly první výzkumy v roce 1956 ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze. Experiment proběhl se suchou fermentací slamnaté chlévské mrvy. Z tohoto experimentu byl získán velmi kvalitní bioplyn. Nicméně, ekonomicky nebylo možné konkurovat levným fosilním palivům. Ani evropská krize nepomohla k protlačení bioplynu do popředí. Historickým milníkem ve stavbě bioplynových stanic v ČR je stavba BPS na okraji Třeboně. Tato stanice byla vybudována pracovníky Hydroprojektu Praha a dodnes se zde anaerobně zpracovává směs kejdy z velkochovu prasat a kalu z odpadních vod z Třeboně. Tato BPS byla uvedena do provozu v roce 1976, prošla několika modernizacemi, avšak spolehlivě pracuje dodnes.

2 Charakteristika bioplynové stanice Valovice

Vlastní experimentální část předložené BP probíhala v bioplynové stanici (dále BPS) Valovice, která se nachází poblíž Mladé Boleslavi. Zmíněná BPS byla uvedena do provozu v roce 2008 a jejími vlastníky jsou Zemědělská společnost Bukovno s.r.o. a Zemědělská společnost Skalsko s.r.o.

2.1 Charakteristika podniku

Bioplynová stanice, která byla vybrána jako předmět ke zkoumání, se nachází v obci Valovice. Valovice jsou vzdálené od Mladé Boleslavi 17 km. Jak již bylo zmíněno, tuto BPS vlastní rovným dílem dvě společnosti a to Zemědělská společnost (dále jen ZS) Bukovno s.r.o. a ZS Skalsko s.r.o. ZS Bukovno se stará o provoz této BPS. Obě společnosti dodávají potřebné suroviny (řepa a kukuřice) a zemědělskou techniku rovným dílem. V této oblasti je velmi kvalitní půda, proto se zde zemědělským plodinám dobře daří. V okolí BPS se pěstuje převážně kukuřice, cukrová řepa, řepka olejka a obilí, kde převládá pšenice a ječmen.

2.2 Charakteristika bioplynové stanice Valovice (BPS Valovice)

Bioplynová stanice byla uvedena do provozu v prosinci roku 2008. Zhotovena byla firmou Envitec biogas. Celková výše investic byla 106 mil. Kč. BPS se skládá ze dvou silážních žlabů, fermentoru s plynojemem, nádrže na digestát, technických rozvodů, zemní jímky a technické budovy. Technická místnost se nachází v jádru BPS v blízkosti fermentoru, ORC jednotky (Organický rankinův cyklus) a trafa. Tato místnost musí být na takovém místě, aby z ní bylo možné vše řídit (včas) a také rychle zasáhnout v případě poruchy. Zde se nachází také kogenerační jednotka, technický sklep se směšovacím zásobníkem a další zařízení sloužící ke správnému chodu BPS. Součástí BPS je také již zmíněná ORC jednotka, která nebyla součástí prvotního projektu a byla nainstalována až v roce 2009. Tato ORC jednotka byla vybrána tak, aby bylo využito odpadní teplo. K výrobě elektrické energie se v BPS používají obnovitelné druhy surovin. Primárně se jedná o kukuřici a keřdu, lze však také přidat řepné řízky, pokud jich je dostatek.

Tzv. organický rankinův cyklus pracuje přivedením nízkopotenciální tepla do parního generátoru, kde se odpaří např. silikonový olej, který pohání parní turbínu roztáčející generátor. Za parní turbínou je umístěn regenerátor, kde se zbylé teplo

obsažené v médiu používá na předehřívání organické látky před vstupem do parního generátoru. Za regenerátorem se nachází kondenzátor, kde dochází k odebrání výparného tepla teplotnosného média, které je předáváno vodě určené k vytápění. Z kondenzátoru putuje silikonový olej přes regenerátor zpátky do parního generátoru. Tímto je uzavřen ORC cyklus.

ORC jednotka (viz obr. 8) pracuje na stejné bázi jako parní turbíny s tím rozdílem, že teplotnosné médium se odpařuje při nižších teplotách (od 80 do 300 °C). Pracovní látkou ORC jednotky je organická látka (chladiiva, silikonové oleje), která má oproti vodě některé nevýhody, jako např. vysokou cenu nebo nižší výparné teplo. Tento problém lze vyřešit větším hmotnostním tokem. Vzhledem k tomu, že pracovní látka se odpařuje při nízkých teplotách, je zde možné využít odpadového tepla, geotermálních zdrojů nebo i biomasy. Stejně jako v případě parních turbín i zde oddělený oběh pracovní látky zabraňuje znečišťování spalinami.



Zdroj: BPS Valovice

Obr. 8: ORC jednotka

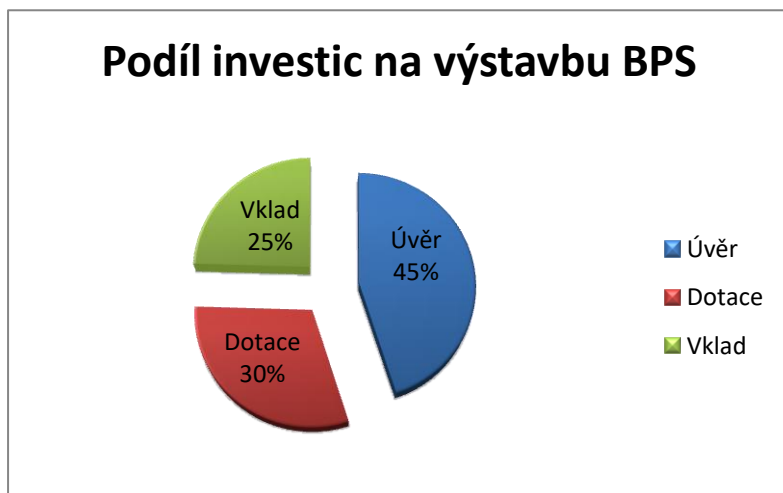
2.2.1 Způsob financování - splácení jistiny a úhrada úroků

Tato stanice spadá do vlastnictví dvou společností, jsou jimi ZS BUKOVNO, s.r.o. a ZS SKALSKO, s.r.o. Obě společnosti financovaly bioplynovou stanici rovným dílem. Tudíž se i stejným dílem dělí o zisk. V následujícím grafu je vyobrazeno, kolik procent tvořila dotace, úvěr a vklad.

Tab. 1: Podíl investičních prostředků na výstavbu BPS

Úvěr	47 750 000 Kč
Dotace	32 250 000 Kč
Vklad	26 000 000 Kč
Celkem	106 000 000 Kč

Zdroj: Provozní data BPS



Graf 1 Podíl investičních prostředků na výstavbu BPS

Na tuto investici byl investorům poskytnut úvěr od Komerční banky ve výši 80 000 000 Kč s pevnou úrokovou sazbou 5,21 % p.a. ze zůstatku jistiny. Doba splatnosti úvěru byla 10 let. První splátka proběhla 26. 1. 2009 ve výši 430 000 Kč. Investoři s bankou uzavřeli dohodu, že část úvěru splatí najednou pomocí poskytnuté dotace ve výši 32 250 000 Kč. Tato splátka byla provedena 31. 8. 2009. Poslední splátka byla uhrazena 25. 3. 2018. Úvěr je tedy v současné době uhrazen v plné výši.

2.3 Princip chodu bioplynové stanice a popis přípravné technologie

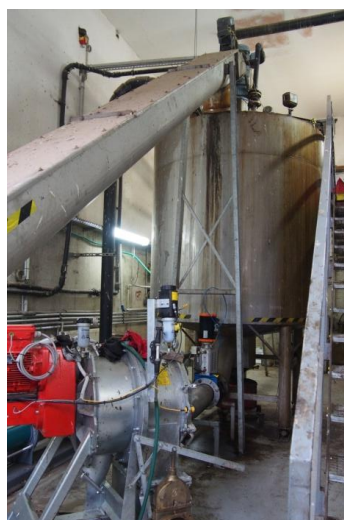
V následující kapitole je popsán chod BPS - její vstupy a výstupy. Hlavním principem chodu BPS je dobré promíchání vstupních surovin (viz kapitola 2.3.2) s následným využitím digestátu. V následující části této kapitoly je popsán samotný chod BPS od vstupních surovin až po dopravu směsi do potrubí.

Kukuřice uskladněna v silážních žlabech je navedena pomocí kolového nakladače do zásobníku, který pomocí posuvného šnekového zařízení pošle přesně stanovené množství kukuřice do míchacího zařízení.

Řepné řízky jsou také pomocí nakladače naváženy do kovového zásobníku. Tento zásobník obsahuje posuvné dno a šnekový dopravník, který opět dopravuje řepné řízky do míchacího zařízení v přesně stanoveném množství.

Kejda je do míchacího zařízení dopravována pomocí potrubí, které je vedeno přímo z vepřína, nacházejícího se vedle bioplynové stanice.

V případě, že jsou k dispozici všechny vstupy, je potřeba je dobře promíchat v míchacím zařízení pro toto určené. Toto zařízení (tzv. míchačka – viz Obr. 9) je vyrobeno z železobetonových panelů, které musí mít zachovanou určitou třídu kvality. Z hlediska normy pro beton se jedná o min. C40/50 (třída pevnosti v tlaku) a dno je vylito monotolickým betonem C25/30. Míchací zařízení je umístěno v technické budově a vše je zde řízeno automaticky. Celý proces lze sledovat jak na monitoru řídicího systému, tak také přímo na samotném zařízení pomocí kontrolního okénka na nádrži mixeru. Po úplném zamíchání se směs převádí přes drtič, který ji zbaví zbytků pevných částic ve smíchané hmotě. Následně se ze směsi odstraňují také nežádoucí pevné části, jako jsou např. plasty nebo kamení. Poté je tato směs pomocí čerpadla dávkována v přesně stanoveném množství do fermentačních nádrží (tzv. fermentor), kde probíhá přeměna dané směsi na bioplyn a to pomocí fermentačního procesu



Zdroj: BPS Valovice

Obr. 9: Míchací zařízení

Fermentor je tzv. „žaludkem“ bioplynové stanice. Vytvořený substrát se přidává k aktivní mikrobiologii, čímž okamžitě začíná samotný proces fermentace. Jakmile nově přidaný substrát vytlačí vyfermentovaný substrát přes přepad, ponorné míchací agregáty odstraní usazeniny a plovoucí vrstvy, které se mohou vytvořit během celého procesu. Fermentor je shora utěsněn plynotěsnou fólií, která slouží také jako střecha k jeho ochraně. Daná fólie je dimenzována na ochranu před sněhem a to do 75 kg/m^2 . Teplota ve fermentoru se pohybuje od 35 do $40 \text{ }^\circ\text{C}$. V BPS Valovice se nachází dva fermentory (viz Obr. 10) s průměrem $25,20 \text{ m}$, výškou 6 m , brutto objemem $2\,997 \text{ m}^3$ a netto objemem $2\,578 \text{ m}^3$.



Zdroj: BPS Valovice

Obr. 10: Fermentory

V kogenerační jednotce, kterou lze označit za „srdce“ BPS, se spaluje vyrobený bioplyn. Motor (viz Obr. 11) je poháněn přes hřídel generátorů, kde je vyráběn elektrický proud, jenž je přes síťové řízení rozváděn do veřejné sítě. Z hlediska technického vybavení je agregát navržen tak, aby splňoval technické požadavky a emise s ohledem na odpadní plyny. Motor je umístěn ve speciálně upravené a zvukotěsné místnosti. Výkon i chod motoru lze kontrolovat na monitoru umístěného vně zvukové místnosti. Vlastní plynový motor má elektrický výkon $1\,063 \text{ kW}$, tepelný výkon $1\,088 \text{ kW}$ a jeho primární výkon je $2\,600 \text{ kW}$. Výrobce tohoto motoru je firma GE Jenbacher.



Zdroj: BPS Valovice

Obr. 11: Motor

Veškerá potrubí, která se v BPS nacházejí, jsou nazývána jako „střeva“ BPS. Nacházejí se zde 4 druhy potrubí:

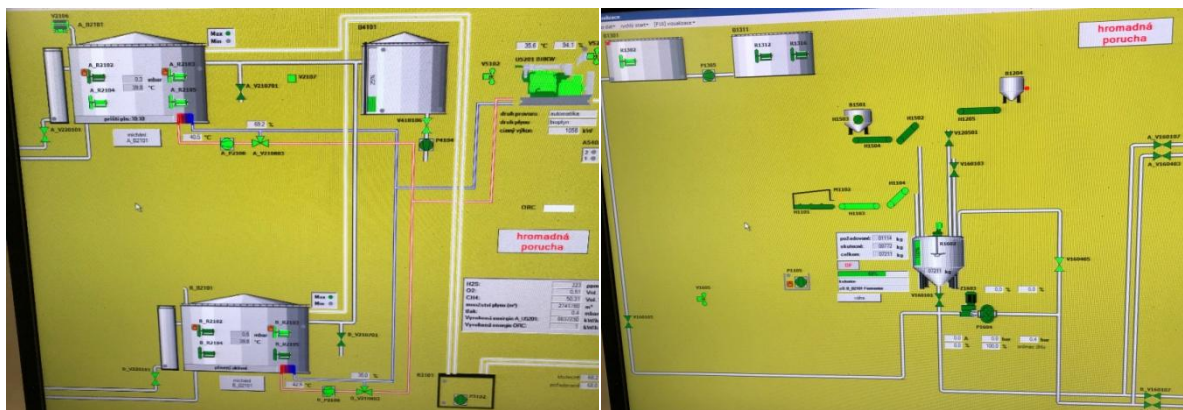
- nadzemní a podzemní potrubí pro substrát,
- plynové potrubí,
- potrubí pro odvádění kondenzátu,
- přepadové potrubí pro zbytky substrátu.

V nadzemním a podzemním potrubí putuje substrát mezi zásobníky. Toto potrubí se pokládá s lepenými objímkami jako potrubí tlakové a splňuje požadavky na konkrétní hodnoty požadovaného tlaku PN (Pressure Nominal - jmenovitý tlak) 1 - 16 MPa a používá se příslušný průřez potrubí. Potrubí se pokládá do země do nezámrzné hloubky.

Plynové potrubí se pokládá pouze nad zemí, je vyrobené z oceli a je odolné proti korozi. Toto potrubí je označeno žlutou barvou podle normy DIN 2403.

Potrubí na odvádění kondenzátu je zabudované v zemi opět v nezámrzné hloubce a je vyrobené z PVC nebo PE-HD v požadovaných dimenzích, čímž je zajištěno permanentní odvádění kondenzátu z plynového potrubí.

Poslední potrubí je vyrobené z PVC-PN10 materiálu s požadovanými rozměry s neustále účinným hydraulickým uzávěrem.



Zdroj: Provozní data BPS

Obr. 12: Schéma BPS

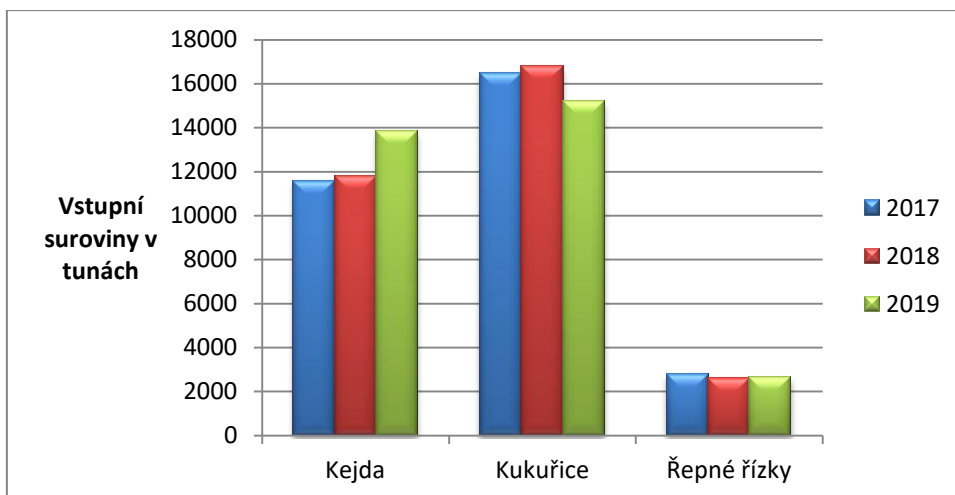
2.3.1 Podíl hlavních vstupů do BPS v letech 2017 - 2019

Hlavní vstupní surovinou do bioplynové stanice Valovice je především kukuřice, kejda a v případě dostatku také řepné řízky. V minulosti se přidávala ještě voda a šrot. BPS Valovice je zásobována kejdou z cca 3 500 kusů prasat. Do míchačky je kejda dopravována pomocí potrubí a kukuřice je dodávána pouze z vlastní produkce.

Tab. 2 Hlavní vstupy do BPS [t]

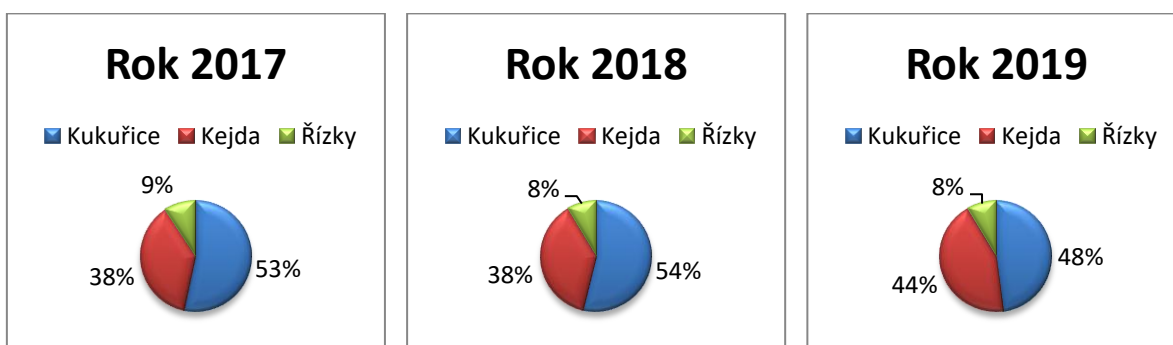
Množství [t]	2017	2018	2019
Kejda	11 577	11 773	13 832
Kukuřice	16 440	16 775	15 201
Řepné řízky	2 784	2 604	2 652

Zdroj: Provozní data BPS



Graf 2: Hlavní vstupy do BPS

Z grafu 2 je patrné, že nejvíce vkládanou surovinou je kukuřice, jejíž spotřeba přesáhne každý rok 15 tis. tun. Lze si také všimnout, že složení krmení se za sledované roky příliš nemění. V grafu 3 jsou následně znázorněny jednotlivé vstupy v procentech, rozdělené podle zkoumaných roků.



Graf 3: Procentuální znázornění jednotlivých vstupů podle roků

2.3.2 Stručný popis technologie bioplynové stanice

Kukuřice, která je hlavním vstupem do BPS, je skladována v silážních žlebech (viz Obr. 13), odkud se pomocí kolového nakladače převáží do příjmového zásobníku. Odtud se pomocí posuvného šnekového zařízení dostává v přesném množství do míchacího zařízení.



Zdroj: BPS Valovice

Obr. 13: Silážní žlab s kukuřicí

Řepné řízky jsou také pomocí kolového nakladače převáženy do nerezového zásobníku. Tento zásobník je vybaven posuvným dnem a opět šnekovým dopravníkem, který zajišťuje přesné dávkování předepsaného množství řepných řízků do míchacího zařízení.

Kejda je skladována ve skladovací jímce, odkud se do míchacího zařízení čerpá ve stanovených intervalech. Tento proces je řízen automaticky.

Míchací zařízení je umístěno stejně jako zásobníky v technické budově. Jedná se o plně automatické zařízení, které si samo kontroluje množství přijatého materiálu. Zde se všechny vstupní suroviny smíchají a poté putují pomocí čerpadla do fermentorů. Ještě před odčerpáním tato směs putuje také přes drtič, který dokončuje rozmělnění. V další části je směs zbavována případných nežádoucích pevných částic (např. kameny a plast). Míchání lze sledovat vizuálně kontrolním průhledem na nádrži mixeru nebo na monitoru řídicího systému. Ve fermentační nádrži dochází k výrobě bioplynu anaerobní fermentací. Dávkování je kontrolováno řídicím systémem.

K získání co nejkvalitnější plynu je třeba dobře připravit směs, ze které daný plyn vzniká. Dále se musí během celého procesu sledovat obsah minerálních látek v

digestátu, který má kladný vliv na množení bakterií. Aby se předešlo velkému množení bakterií, přidává BPS Valovice speciální minerální směs. Směsi jsou od firmy Schumann. Kyselost digestátu je mezi 7,2 až 7,8 pH a obsah sušiny bývá okolo 5,8 %. Bioplyn, který se uvolňuje během fermentace, je potřeba vysušit a odsířit.

Plynová analýza slouží k zajištění dobrého složení vyprodukovaného plynu, v každém fermentoru probíhá každé 4 minuty a zajišťuje ji speciální přístroj.

Poté, co se bioplyn odstředí a odvodní, putuje do blokové elektrárny, kde je spalován v pístovém motoru, na jehož společné hřídeli je generátor pro výrobu elektřiny. Blokovaná elektrárna (neboli kogenerační jednotka) má výkon 1 063 kW a je umístěna v technické budově. Odpadní teplo je získáváno z chlazení motoru.

Substrát, který se tvoří ve fermentačních nádržích, je odváděn do lagun (venkovní nádrže). Tyto laguny jsou přizpůsobené tomu, aby tam byl substrát uskladněn tak dlouho, dokud nebude možné jej rozvážet po okolních polích, což je 180 dní. Nádrže mají objem 12 700 m³ a na jejich dně je fólie. Byly vystavěny v době, kdy se celá stanice budovala. BPS má laguny dvě, jednu s objemem 7 000 m³ a druhou s objemem 5 700 m³. Menší laguna není v majetku BPS a ani se v tomto areálu nenachází. Je umístěna ve vedlejší společnosti PROMO, kde je prasečák a BPS ji využívá. Prasečák ušetří peníze za vývoz. Zásoba je zde přibližně na 90 dní, jelikož denně je odpad okolo 100 m³. Digestát se smí vyvážet do 15. 12., poté je až do 15. 2. zákaz rozvážení. Pokud není sníh po 15. 2., je možno digestát opět po polích rozvážet. V zimním období je rozvoz digestátu zakázán jelikož by mohlo dojít ke znečištění spodních vod. Digestát není možné zapravit do půdy - je zmrzlá nebo pokrytá sněhem.

2.4 Způsob zpracování digestátu a jeho současné využití

Po dokončení fermentačního procesu vzniká digestát, který se používá k hnojení půdy. Hnojení digestátem je podobné jako hnojení kejdou, ovšem je zde důležité sledovat aktuální obsah dusíku. Ve srovnání se statkovými hnojivy má digestát obvykle vysoký celkový obsah dusíku od 0,2 do 1 % v původní hmotě, pH mezi 7 - 8 a sušinu v rozmezí od 2 do 13 %. Digestát je vyroben ze statkových hnojiv a krmiv, tudíž nepodléhá registraci. Pokud se ale uvádí do oběhu prodejem nebo

nějakým jiným způsobem převodu, musí být ohlášen nebo registrován jako organické hnojivo podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech. Digestát je podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. (nitratová směrnice) považován za hnojivo s vysokým obsahem dusíku. V některých oblastech je však zakázáno ho používat nebo je to povoleno pouze v určitém období.

V Zemědělské společnosti Bukovno byl zakoupen stroj (tzv. kejdovač), který rozváží digestát po polích. Tento stroj nebyl nový a společnost do něho investovala 5 mil. Kč. Stroj byl zakoupen na základě usnadnění rozvozu digestátu po polích. V minulosti traktory s fekálními přívěsy jezdily na pole, kde digestát rozstříkávali. V dobách dešťů nastávalo mnoho problémů (boření se do bláta, špinavé silnice apod.). Z tohoto důvodu se společnost rozhodla koupit tento kejdovač, který je vybaven širokými bantamovými koly, které mu poskytují komfortnější pohyb po polích. Kejdovač obsahuje také tzv. podmítač, který zahrnuje digestát do půdy, aby nedocházelo k úniku dusíku, jako tomu bylo doposud. V neposlední řadě také řeší problém se špinavými silnicemi. Součástí tohoto stroje je chobot, který vysaje digestát z fekálu a traktory jezdící po silnicích nemusí na pole vůbec jezdit.

2.5 Způsob využití digestátu

Digestát je zbytek vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. Využívá se především jako hnojivo. Na rozdíl od hnojení kejdou se musí kontrolovat aktuální obsah dusíku. Zemědělská společnost Bukovno nyní zakoupila nový stroj na zahrnování digestátu do půdy. Tento stroj (tzv. kejdovač) byl pořízen v roce 2018, nebyl nový, i když jeho pořízení stálo zemědělskou společnost 5 mil. korun. Společnost si tímto vyřešila únik dusíku do ovzduší, což se dělo v minulosti. Součástí tohoto kejdovače je podmítací systém, který okamžitě zahrnuje digestát do půdy a tím zabraňuje úniku dusíku do ovzduší. Dalším vybavením tohoto stroje je chobot, který napomáhá k „vycucnutí“ digestátu z fekálu. Tento způsob oceníme všichni v nepříznivém počasí, kdy nedojde k tak velkému znečištění pozemních komunikací.

2.6 Výroba energie v bioplynové stanici z finančního hlediska

V posledních letech se vyskytují velké změny v klimatických podmínkách, proto není příliš vhodné spalovat uhlí a přirozenou cestou jsou obnovitelné zdroje. OZE jsou stále novou technologií a stát se snaží tyto zdroje dotovat.

Vzhledem k tomu, že i bioplynové stanice pracují s obnovitelnými zdroji, mají také možnost dotací. BPS Valovice tuto možnost samozřejmě využívá, bez dotací by se pravděpodobně její chod ani nevyplatil. BPS má smlouvu na 20 let na povinný odkup energií v částce 4,12 Kč/kW, nyní je ve dvanáctém roce.

Energie se prodává firmě ČEZ za jím stanovenou částku a stát přidá částku, kterou stanovuje pro každý rok zvlášť.

Obecně se bioplynové stanice obávají skutečnosti, že by je stát přestal dotovat. V tom případě by pravděpodobně muselo dojít k jejich uzavření. Nicméně, zatím to vypadá, že stát se bude snažit obnovitelné zdroje dotovat i nadále a to hlavně z důvodu klimatických změn či znečišťování prostředí.

2.6.1 Vývoj výkupní ceny energie

V následujícím roce bude čistá energie prodána firmě ČEZ za 1,20 Kč/kW. V roce 2020 byla dotace od státu 2,948 Kč/kW a firma ČEZ energii vykupovala za 1,213 Kč/kW - čili BPS si vydělala 4,161 Kč/kW. V roce 2019 byla dotace od státu ve výši 2,99 Kč/kW a energie byla vykupována za 1,433 Kč/kW - čili BPS vydělala 4,423 Kč/kW. Všechny tyto informace nalezneme v tabulce 3. V roce 2021 je plánovaná dotace ve výši 3,41 Kč/kW.

Tab. 3: Výkupní ceny energie za rok 2019 a 2020 [Kč/kW]

Výkupní cena [Kč/kW]	2019	2020
Dotace [Kč/kW]	2,990	2,948
Výkup [Kč/kW]	1,433	1,213
Celkem	4,423	4,161

2.6.2 Vývoj tržeb za prodanou energii

V tabulce 4 a grafu 4 je vyobrazen vývoj tržeb BPS Valovice za poslední dva roky.

Tab. 4: Vývoj tržeb za rok 2019 a 2020

Vývoj tržeb [Kč]	2019	2020
Nákupní cena [Kč/kW]	4,423	4,161
Prodáno [kW]	8 623 789	8 172 244
Tržby [Kč]	38 143 018,75	34 004 707,28

Zdroj: Provozní data BPS



Graf 4: Vývoj tržeb za rok 2019 a 2020

Z grafu 4 je patrné, že v roce 2020 jsou tržby o něco nižší a to především z toho důvodu, že rok 2020 zatím neskončil. Tedy v grafu 4 není zahrnutý celý prosinec 2020 a listopad 2020 je pouze z části. Je možné, že se tržby vyšplhají na stejnou nebo i vyšší částku. Bude záležet na kvalitě sklizené kukuřice.

2.6.3 Současné náklady na zpracování a využití digestátu

V současné době se digestát využívá pouze k hnojení polí. Hnojí se pole, která vlastní ZS Bukovno a ZS Skalsko, které jsou majiteli BPS. Vzhledem k tomu, že tyto společnosti mají pole nejen v okolí BPS, mají s touto skutečností spojeno mnoho nákladů navíc.

Během 10 hodin je bioplynová stanice schopna vyvézt cca 9 fekálů, což je 162 m³ - (jeden fekál má 18 m³). V jednom dni mohou jezdit až 4 traktory, ale ne vždy je to logisticky nebo personálně možné. ZS Bukovno vlastní pouze 2 fekály. Z tohoto důvodu si ZS vypomáhají a fekály si půjčují. A to obzvláště v situacích, kdy jsou laguny plné a je zapotřebí digestát co nejdříve vyvézt.

Náklady spojené s vývozem digestátu na pole se týkají pohonných hmot, mezd zaměstnanců a také samozřejmě strojů. Zaměstnanci mají smlouvenou hodinovou sazbu 150 Kč/hod. Navíc mají 6 týdnů dovolené, což může někdy velice zkomplikovat situaci a to v případě urgentního vývozu digestátu. Z hlediska pohonných hmot vyjde natankování jedné plné nádrže přibližně na 3 000 Kč. Každý traktor projede přibližně 150 l nafty za jeden den. V součtu tedy jeden zaměstnanec, který vyváží digestát, vyjde ZS přibližně na 5 200 Kč. Vše záleží na příslušných okolnostech - např. kolikrát pojede a také jakou vzdálenost urazí. Dalším nákladem jsou stroje, respektive jejich opotřebování a následné opravy. V těchto situacích nejvíce trpí pneumatiky u fekálů, jelikož digestát je těžký a pneumatiky se musejí častěji kontrolovat a měnit.

3 Návrh nového systému zpracování a způsobu využití digestátu

Po analyzování současné situace ve vybrané BPS Valovice (viz kapitola 2) byly vybrány dvě velké oblasti, které by mohly pomoci k optimálnějšímu fungování BPS. První možnost se zaměřuje na odkup polí v blízkosti BPS Valovice. Nyní se digestát používá jako hnojivo, které zemědělské společnosti rozvážejí po vlastních polích, která jsou někdy příliš mnoho vzdálena od samotné BPS. Bylo by tedy pro ZS výhodné zakoupit pole v blízkém okolí BPS.

Druhou možností, jak digestát využít, je jeho sušení. K tomuto způsobu využití bude zapotřebí zakoupit speciální stroj, který digestát vysuší a bude možné ho napytlovat a prodávat dále.

3.1 Rozstřikování digestátu po bližších okolních polích

V současné době zemědělské společnosti digestát rozvážejí, ale příliš daleko. Proto by bylo výhodné zainvestovat do okolních polí a ušetřit na pohonných hmotách, opotřebovanosti strojů a pracovní síle.

K rozstřikování bude stále využíván již zmiňovaný kejdovač, který bude digestát zapravovat do půdy jak již bylo zmíněno. Samotné zapravení digestátu je nezbytné kvůli úniku dusíku do ovzduší. Čím dříve se digestát zapraví, tím je kvalitnější. V současné době se digestát také zapravuje pomocí kejdovače, ale rozváží se klasickou cestou tak, jako se to dělalo dříve. Tedy, že traktor s fekálem, na kterém je nasazen rozstřikovač, vjede na pole, kde digestát rozstříká a do 4 hodin by se tak měl digestát zapravit do půdy.

Hlavním důvodem ke koupi kejdovače byla takzvaná "bezbahnová varianta" a také fakt, že se digestát co nejdříve zapraví do půdy.

3.1.1 Investice do okolních polí

K zavedení této technologie je zapotřebí zainvestovat do bližších okolních polí. Většina z nich (cca 1 000 ha) není ve vlastnictví zemědělských společností, které vlastní BPS. V případě, že majitelé polí nebudou s prodejem souhlasit, je zde možná varianta rozvozu na cizí pole, ovšem za poplatek. Digestát je velice kvalitní hnojivo a proto se jej zemědělské společnosti snaží rozvážet pouze po svých polích. Ušetří tím totiž na hnojivech. V digestátu je nejvíce zastoupena kukuřice,

kteřá se rozloží na prvky. Jeden fekál má objem 18 m³, což je 36 kg dusíku a 4 kg draslíku. Jeden fekál vyjde tedy přibližně na 533 Kč a rozstřiká se na 1 ha pole. ZS si samozřejmě připočítají svou práci a opotřebení vozů.

Bylo by zde možné také zřídít potrubí, které by digestát rozstřikovalo po polích. V Německu se tohoto způsobu využívá, ale bohužel je to možné pouze u menších BPS. A to proto, že se digestát nesmí dávat stále na jedno místo, jelikož se pak ničí půda. Hnojení digestátem je doporučeno jednou za 4 roky.

3.1.2 Zhodnocení přínosu využití bližších okolních polí

Tento způsob využití by se zemědělským společnostem rozhodně vyplatil. Ušetřily by na pohonných hmotách, pracovní síle a také na strojích. Digestát je velice těžký a dochází k častému poškození pneumatik. V případě, že by se odvezl pár desítek metrů do okolí BPS, pneumatiky by tolik netrpěly. Ušetřilo by se také na pracovní síle, zaměstnanci by nemuseli trávit tolik času rozvozem digestátu, ale mohli by pracovat na něčem jiném.

Celá tato problematika nicméně stojí a padá se skutečností, zda by byli majitelé okolních polí ochotni svou půdu prodat a samozřejmě za kolik. Eventuálně je zde možnost zaplatit určitou sumu peněz za rozstřikování digestátu po svých polích.

3.2 Sušení digestátu

V současné době se digestát využívá pouze jako hnojivo. Další možností vedoucí k lepšímu využití digestátu by bylo jeho sušení. V některých BPS se toto již využívá a je zde mnoho možností, jak následně vysušený digestát využít.

Z hlediska BPS Valovice by bylo sušení rozhodně možné. Princip samotného sušení spočívá na základních principech. Nejprve se digestát musí odseparovat na síťových nebo bubnových separátorech pevných částic. Součástí digestátu není jen voda, ale vyskytují se v něm také zbytky kukuřice. Souvisí to se skutečností, že je potřeba, aby se kukuřice co nejvíce rozložila. Nicméně ne vždy je to možné. Po odseparování vzniká přibližně 29,3 % sušiny a fugát s obsahem sušiny od 2 do 4 % a lze jej aplikovat jako tekuté hnojivo nebo jej skladovat.

Separát lze sušit pro výrobu pelet či briket, konečná vlhkost by měla být mezi 10 - 15 %, tj. konečná sušina v rozmezí od 85 do 90 %. V případě sušení je

doporučeno držet se co nejlíže podílu sušiny na 88 %. Jedná se hlavně o zbytečné nepřesušení a dobré skladování separátu.

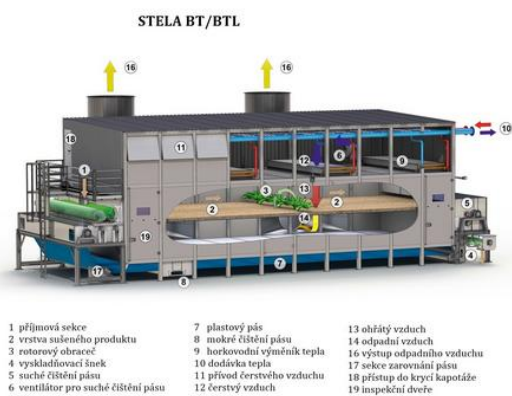
V kukuřici je lignin, což je v podstatě dřevní hmota (jako ve stromech), která zabraňuje lámání kukuřice.

3.2.1 Zavedení sušení digestátu jako nové technologie

Z hlediska aplikovatelnosti sušení lze využít zbytkové teplo, které zde vzniká a není nijak zužitkováno. Také bude zapotřebí zakoupit stroj, konkrétně sušičku vyvinutou přímo na sušení digestátu. Tyto sušičky jsou konstruovány pro různě výkonné bioplynové stanice. Sušení se reguluje pomocí pohybového pásu. Tyto sušičky pracují jako nízkoteplotní, tedy v rozmezí od 60 do 120 °C.

Dále bude potřeba postavit halu, ve které se bude usušený digestát skladovat. Je totiž velice lehký a mohl by se snadno rozfoukat do okolí. Digestát lze dále využívat pro hnojení vlastních polí, popř. jej napytlovat a prodávat menším či větším odběratelům.

Další možností je vysušený digestát zpeletizovat a následně prodat jako ekologické palivo. V tomto případě se návratnost zajišťuje dotačním bonusem z využití odpadního tepla.



Zdroje: <https://www.pawlica.cz/produkty/prumyslove-susicky/suseni-odpadnim-teplem/pasove-susicky-stela/susicky-stela-btl.html>; <https://www.wolfsystem.cz/nase-produkty/realizovane-objekty>

Obr. 14: Sušička na digestát (vlevo), skladovací hala (vpravo)

3.2.2 Následný prodej digestátu

Prodej digestátu by byl určitě reálný, ale pouze v případě, že by zemědělské společnosti (Bukovno a Skalsko) neměly dostatek polí, na které by digestát

rozvážely, což v současné době nehrozí. Občas nastane situace, kdy se digestát vyveze na pole po kratší době, než jsou 4 roky, ale tato varianta není moc častá. Proto zatím společnosti nad tímto návrhem neuvažují. Musely by poměrně mnoho peněz zainvestovat, aby bylo možné digestát sušit a pravděpodobně by se jim investice velmi pomalu vracela právě z důvodu toho, že nemají digestátu tolik, aby ho mohli prodávat ve velkém.

3.3 Zhodnocení

V této práci byly navrženy celkem dva způsoby, jak využívat digestát. Jedním z nich bylo jeho rozstříkávání, ale na bližších okolních polích, a ne na polích tolik vzdálených jako v současné době. Druhý návrh se týkal sušení digestátu, jako další možné zpracovatelské technologie.

Prvním návrhem bylo jeho rozstříkávání po okolních polích. Zde přichází v úvahu dvě možnosti. Buď se jedná o koupi polí, která jsou v okolí bioplynové stanice. Nicméně, tato možnost je velmi nákladná, jelikož se jedná přibližně o 1 000 ha. Eventuelně lze využít rozstříkávání digestátu na polích jiných vlastníků, a to pod podmínkou, že majitelé budou zemědělským společenstvem platit za kvalitní hnojivo na jejich polích.

Druhým návrhem je sušení digestátu, což by bylo pro podnik něčím úplně novým a muselo by se do něho mnoho zainvestovat. Nicméně, později by tato investice mohla přinést slušné zisky pro zemědělské společnosti vlastníci BPS Valovice.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zoptimalizování chodu BPS Valovice. Celá práce je rozdělena na tři části. V teoretické části převládá popis využití obnovitelných zdrojů energie, a to především z hlediska biomasy. Dále je v práci popsán celý chod a provoz konkrétní bioplynové stanice a na závěr jsou navrženy dva způsoby optimalizace celého chodu bioplynové stanice Valovice.

Praktická část se nejprve zabývá samotnou analýzou fungování chodu BPS Valovice. V počátku je popsán její chod a je zde také podrobně vysvětlena přeměna směsi (složené z kukuřice, kejdy a řepných řízků) na bioplyn a následně na elektrickou energii. Další část je zaměřena na grafické analýzy znázorňující chod BPS Valovice.

Finální část BP byla věnována vlastním návrhům na zlepšení využití digestátu. V této BP jsou zmíněny dva návrhy na nové využití digestátu. Prvním návrhem je rozstřikování digestátu po polích. V současné době toto zemědělské společnosti praktikují, ale rozváží digestát na půdu, která je ve vlastnictví ZS. Většina těchto pozemků se nenachází v těsné blízkosti BPS Valovice. Bylo by tedy výhodné zakoupit pole, která jsou v blízkosti bioplynové stanice Valovice. Společnosti by ušetřily na pohonných hmotách, mzdových nákladech a také na opotřebení strojů. V současné době dochází k častým výměnám pneumatik u fekálu, jelikož se digestát vyváží příliš daleko. Pro ZS by bylo výhodné zainvestovat do okolních polí, na které by digestát mohla odvážet a tím ušetřit na výše zmíněných nákladech. Další variantou v této oblasti by byla dohoda mezi ZS a vlastníky polí v blízkosti BPS Valovice, kteří by museli přistoupit na hnojení digestátem na jejich pole. Tuto službu by ovšem musel majitel půdy zemědělským společnostem zaplatit. Druhým návrhem je sušení digestátu. Pro tento způsob využití se dá využít odpadní teplo, které v BPS Valovice vzniká. V této oblasti by zemědělské společnosti musely zafinancovat koupi přístroje určeného na digestát, tzv. sušičky, a také vybudování haly, kde by se usušený digestát skladoval. Takto upravený digestát je ve formě jemného prachu a při venkovním skladování by jeho kvalita byla povětrnostními podmínkami znehodnocena. Tento usušený digestát by mohla zmiňovaná BPS prodávat menším odběratelům jako velice kvalitní hnojivo nebo jej např. zpeletizovat a prodávat jako ekologické palivo.

Seznam literatury

BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.

Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *oEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky* [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>

Digestáty a jejich využití v zemědělství | Úroda. *Úroda | Aktuality z rostlinné produkce a zemědělského výzkumu* [online]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/digestaty-a-jejich-vyuziti-vzemedelstvi/>

1 Geotermální energie. *oEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky* [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/geotermalni-energie>

GROS A KOLEKTIV, I. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT Praha, 2016. 512 s. ISBN 978-80-7080-952-5

Historie: Obnovitelné zdroje energie. *Obnovitelné zdroje energie* [online]. Copyright © 2011 Všechna práva vyhrazena. [cit. 15.10.2020]. Dostupné z: <https://ssritrova.webnode.cz/historie/>

MASTNÝ, Petr. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04937-2.

Obnovitelné zdroje by stát měl podporovat nepřímo, bez jádra budeme v minusu, varuje Zahradník (ODS) | Plus. *Český rozhlas Plus* [online]. Copyright © 1997 [cit. 20.11.2020]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/obnovitelne-zdroje-stat-mel-podporovat-nepriamo-bez-jadra-budeme-v-minusu-varuje-8130172>

Obnovitelné zdroje - stručná historie podpory v ČR - EnviWeb.cz. *EnviWeb.cz - zpravodajství o životním prostředí, profesní ekologie, odborné akce* [online]. Copyright © 1999 [cit. 8.11.2020]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/86028>

Pásové sušárny STELA BTL | PAWLICA s. r. o. - Posklizňové linky na klíč. *Úvod | PAWLICA s.r.o.* [online]. Copyright © 2014 PAWLICA s.r.o. [cit. 17.11.2020]. Dostupné z: <https://www.pawlica.cz/produkty/prumyslove-susicky/suseni-odpadnim-teplem/pasove-susicky-stela/susicky-stela-btl.html>

Planety - Země - Slapové jevy. *Astronomia – astronomický server Fakulty pedagogické ZČU v Plzni* [online]. Copyright © 2009 [cit. 20.10.2020]. Dostupné z: <http://astronomia.zcu.cz/planety/zeme/1961-slapove-jevy>

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

SCHULZ, Heinz a Barbara EDER. *Bioplyn v praxi: teorie - projektování - stavba zařízení - příklady*. Ostrava: HEL, 2004. ISBN 80-86167-21-6.

SIXTA, J. -- ŽIŽKA, M. *Logistika - používané metody*. Brno: Computer Press, 2009. 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2

TŘEBICKÝ, V. -- SLADKÝ, V. -- KÁRA J. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. 208 s. ISBN 978-80-8672-648-9

Vysoké učení technické v Brně [online]. Copyright © [cit. 1.11.2020]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=67160

Změny fyzikálních vlastností půdy po aplikaci digestátu - Články - Agromanuál.cz. *Profesionální informace pro agronomy - Agromanual.cz* [online]. Copyright ©B. Badalíková [cit. 23.11.2020]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/zmeny-fyzikalnich-vlastnosti-pudy-po-aplikaci-digestatu>

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1: Vodní kolo (vlevo), větrný mlýn (vpravo)	10
Obr. 2 Dolní nádrž (vlevo), horní nádrž (vpravo)	12
Obr. 3 Větrná elektrárna Kryštofovy hamry	13
Obr. 4 Slunce (vlevo), solární panely (vpravo)	14
Obr. 5 Mont Saint Michel odliv (vlevo), Mont Saint Michel příliv (vpravo).....	15
Obr. 6 Kompost	16
Obr. 7 Pšenice, kukuřice, řepka olejka, cukrová řepa	19
Obr. 8 ORC jednotka.....	22
Obr. 9 Míchací zařízení	24
Obr. 10 Fermentory	25
Obr. 11 Motor	26
Obr. 12 Schéma BPS	27
Obr. 13 Silážní žlab s kukuřicí	29
Obr. 14 Sušička na digestát (vlevo), skladovací hala (vpravo)	37

Seznam tabulek

Tab. 1 Podíl investičních prostředků na výstavbu BPS	23
Tab. 2 Hlavní vstupy do BPS [t].....	27
Tab. 3 Výkupní ceny energie za rok 2019 a 2020 [Kč/kW]	32
Tab. 4 Vývoj tržeb za rok 2019 a 2020	33

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Zuzana Štechová		
STUDIJNÍ OBOR	6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality		
NÁZEV PRÁCE	Optimalizace využití digestátu v bioplynové stanici		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. Jiří Sobotka, Ph.D		
KATEDRA	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2020
POČET STRAN	42		
POČET OBRÁZKŮ	14		
POČET TABULEK	4		
POČET PŘÍLOH	0		
STRUČNÝ POPIS	<p>Bakalářská práce se zaměřuje na obnovitelné zdroje energie. V teoretické části práce jsou popsány různé druhy obnovitelných zdrojů. Práce je zaměřena na konkrétní bioplynovou stanici. Je zde podrobně popsán celý chod stanice a cílem je optimalizace využití digestátu. V současné době se digestát využívá pouze k hnojení.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Obnovitelné zdroje energie, digestát, bioplyn, bioplynová stanice, pole, traktor		

ANNOTATION

AUTHOR	Zuzana Štechová		
FIELD	6208R186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management		
THESIS TITLE	Optimalization of digestate utilization in a biogas plant		
SUPERVISOR	Ing. Jiří Sobotka, Ph.D		
DEPARTMENT	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	YEAR	2020
NUMBER OF PAGES	42		
NUMBER OF PICTURES	14		
NUMBER OF TABLES	4		
NUMBER OF APPENDICES	0		
SUMMARY	<p>The bachelor thesis focuses on renewable energy sources. The theoretical part of the thesis describes various types of renewable resources. The work is focused on a specific biogas plant. The whole operation of the station is described in detail here and the aim is to optimize the use of digestate. Currently, digestate is used only for fertilization.</p>		
KEY WORDS	Renewable energy sources, digestate, biogas, biogas station, field, tractor		