



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta  
Katedra krajinného managementu

**Bakalářská práce**

# **Procesy a fungování bioplynové stanice**

Vypracoval: Luboš Řezník  
Vedoucí práce: Březinová Monika, Ing., Ph.D

České Budějovice 2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Luboš ŘEZNÍK**

Osobní číslo: **Z14560**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Agropodnikání**

Název tématu: **Procesy a fungování bioplynové stanice**

Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

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

V práci autor provede propojení zemědělského a ekonomického pohledu na bioplynové stanice. Popíše jejich funkci a zhodnotí jejich efektivnost v rámci zemědělských družstev. Cílem bakalářské práce je propojení zemědělského a ekonomického pohledu na bioplynové stanice. Práce odpoví na otázky, za jakých podmínek jsou pro zemědělská družstva bioplynové stanice výhodné a za jakých ne.

Metodický postup:

Úvod.

Literární přehled.

Bioplynová stanice.

Produkty bioplynové stanice.

Provoz bioplynové stanice.

Bioplynové stanice u nás a v EU.

Současnost.

Producenti bioplynu.

Výroba bioplynu.

Ekonomický pohled bioplynové stanice.

Efektivnost v rámci zemědělského družstva.

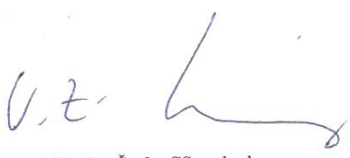
Závěr a diskuze.

Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 40-45 stran textu  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

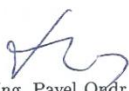
Marek,P. a kolektiv (2006) : Studijní průvodce financemi podniku, Ekopress, ISBN: 80-86119-37-8  
Sborník z III. mezinárodní konference " Biologicky rozložitelné odpady",9-11.10.2007, Hrotovice a kompostárna v Náměšti nad Oslavou, organizátor: ZERA  
Peterka,J., Kužel,S., Kolář,L.: Komplexní využití biomasy.  
Váňa,J. (1994): Výroba a využití kompostů v zemědělství, Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze. ISBN: 80-7105-075-x  
Malašák,J., Vaculík,P., (2008): Podrobný popis produktu Biomasa pro výrobu energie, Česká zemědělská univerzita  
Murtinger,K., Beranovský,J., (2011): Energie z Biomasy, Computer press, ISBN 978-80-214-5016-5.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Monika Březinová, Ph.D.  
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: 30. března 2017  
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2017

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentůvské 1886, 370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Pavel Ordr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. března 2016

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to - v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 1. 4. 2017

.....

Luboš Řezník

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé práce Monice Březinové, Ing., Ph.D za její odbornou pomoc, která vedla k vytvoření této kvalifikační práce. Její cenné rady mi byli velkým přínosem. Velký dík patří hlavnímu energetikovi bioplynové stanice Klučenice. Nesmím opomenout specialisty, zaměřující se na bioplynové stanice a jejich provoz.

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Literární rešerše.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Obnovitelné zdroje .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Biomasa.....	9
2.1.2 Biomasa využitelná k energetickým účelům .....	10
2.1.3 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům .....	10
2.1.4 Historie biomasy.....	11
<b>2.2 Historie výroby a využití bioplynu.....</b>	<b>12</b>
2.2.1 Historie bioplynu v ČR.....	13
2.2.2 Definice bioplynu .....	13
2.2.3 Nejlepší podmínky pro tvorbu bioplynu.....	15
2.2.4 Využití bioplynu k energetickým účelům .....	16
<b>2.3 Anaerobní digesce.....</b>	<b>17</b>
2.3.1 Anaerobní digesce – mokřý proces .....	18
2.3.2 Anaerobní digesce – suchý proces.....	19
<b>2.4 Definice bioplynových stanic (BPS) .....</b>	<b>19</b>
2.4.1 Zemědělské bioplynové stanice.....	21
2.4.2 Čistírenské bioplynové stanice .....	22
2.4.3 Ostatní bioplynové stanice.....	22
2.4.4 Bioplynové stanice v České republice.....	23
2.4.5 Bioplynové stanice v Evropě .....	23
<b>2.5 Technologické části bioplynové stanice.....</b>	<b>24</b>
2.5.1 Homogenizační jímky BPS.....	24
2.5.2 Reaktor (vyhřívající jímka).....	24
2.5.3 Míchání a teplota v reaktorech.....	27
2.5.4 Plynojemy .....	29
2.5.5 Plynovody a technologické prvky .....	30
2.5.6 Zařízení pro zneškodnění zbytkového plynu .....	30
2.5.7 Spotřebiče bioplynu.....	30
<b>2.6 Fermentační zbytek.....</b>	<b>31</b>

<b>3. Cíl práce a metodika.....</b>	<b>32</b>
<b>4. Praktická část .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Zemědělský podnik Klučenice.....</b>	<b>33</b>
4.1.1 Vznik akciové společnosti – Zemědělská Klučenice a.s.....	34
<b>4.2 BPS v zemědělském podniku Klučenice.....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Vybudování bioplynové stanice Klučenice.....	36
<b>4.3 Technické informace BPS Klučenice .....</b>	<b>37</b>
4.3.1 Funkce provozní jednotky 1 – příjem, ukládání a podávání.....	38
4.3.2 Funkce provozní jednotky 2 – fermentace .....	40
4.3.3 Funkce provozní jednotky 3 – kondenzační linka .....	43
4.3.4 Funkce provozní jednotky 4 – ukládání zbytků .....	43
4.3.5 Funkce provozní jednotky 5 – využití plynu .....	44
4.3.6 Funkce provozní jednotky 7 .....	45
<b>4.4 Roční spotřeba rostlinné a živočišné složky.....</b>	<b>45</b>
<b>4.5 Přehled výroby elektrické energie v BPS Klučenice.....</b>	<b>47</b>
<b>4.6 Doba chodu kogenerační jednotky v BPS Klučenice .....</b>	<b>49</b>
<b>4.7 Příjmy z vyrobené elektřiny za rok 2015.....</b>	<b>50</b>
<b>4.8 Ekonomický hledisko v BPS Klučenice .....</b>	<b>51</b>
<b>5. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>55</b>
<b>Seznam schémat, tabulek a grafů .....</b>	<b>57</b>

# 1. Úvod

Nedostatečná zásoba energií a paliv je v současné době velký problém, který radikálně znepokojuje celou světovou společnost na této zemi. Pokud populace poroste stejným tempem jako v současnosti, spotřeba energie se bude neustále zvyšovat a v budoucnu nás ohrozí nedostatek fosilních paliv. Jasnou ukázkou je 17. století, kdy se zvýšil počet obyvatel z 0,5 na 6,1 miliard.

Je naprosto nevyhnutelné se zajímat o možnosti jiných zdrojů energie a paliva, především o využití obnovitelných zdrojů energie a tím minimalizovat negativní zásahy na životní prostředí.

Je nezbytné hledat racionálnější způsoby využívání energie a najít způsob jak co nejvíce využít obnovitelných zdrojů energie a neustále se snažit hledat nové způsoby vývoje energeticky úspornějších motorů.

S rostoucím vývojem lidské zručnosti a technické vyspělosti je lidstvo schopné využívat energií v různých odvětvích, kam spadají zejména vodní energie, sluneční energie, větrné energie a v poslední době hojně využívané energie z biomasy.

Jak můžeme vidět, od roku 2010 se objevil obrovský nárůst bioplynových stanic v České republice. Tento trend byl převzat ze zahraničí zejména od sousedů z Německa. Dle technologie výroby bioplynu dělíme bioplynové stanice na zemědělské, průmyslové a komunální.

Nejvíce se u nás využívají zemědělské bioplynové stanice. Vstupní surovinou do této bioplynové stanice je především hnůj, kejda, posklizňové zbytky, kukuřičná siláž, biomasa z travnatých ploch, energetické plodiny apod.

Největší motivací k vybudování této technologie je produkce elektrické energie a následně její prodej za velice dobré výkupní ceny.



## 2. Literární rešerše

### 2.1 Obnovitelné zdroje

Jak je známo, všechny obnovitelné zdroje jsou založeny na funkci slunečního záření. Jelikož sluneční aktivita by měla probíhat ještě nějakých pět miliard let, znamená to, že z pohledu lidského života se jedná o nevyčerpatelný zdroj.

Energie z biomasy se může stát jedním z nejdůležitějších zdrojů energie nahrazující ropu, uhlí a plyn. Energií z biomasy získáváme dvěma způsoby, suchým a mokřým procesem. Suchý proces vzniká spalováním biomasy (zplynováním). Mezi mokřé procesy řadíme anaerobní vyhnívání (bez přístupu vzduchu), výsledkem anaerobního vyhnívání je vznik bioplynu.

(Nováček, 2011)

Veinert (2007) tvrdí, že na začátku roku 2006 ministři zemědělství evropské unie schválili akční plán pro biomasu, která je souhrnem velké řady opatření pro využití biomasy ve výrobě elektřiny, tepla, biopaliv atd.

#### 2.1.1 Biomasa

Biomasu můžeme definovat jako neměnný základ biologického původu, do kterého můžeme zařadit:

- chov živočichů,
- organické odpady,
- produkce organického původu,
- pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě.

Předběžné výpočty odborníků ukazují, že roční celosvětová produkce biomasy se pohybuje kolem 1400 EJ. Tyto propočty ukázali, že je to téměř pětkrát více, než je světová spotřeba fosilních paliv, která činí 300 EJ.

(Pastorek, Kára & Jevič, 2004)

Bechník (2009) si myslí, že výhoda biomasy je, že do ní můžeme regulovatelně zasahovat dle daného výkonu a aktuální potřeby. Dalším důležitým krokem je, že technologie pěstování a sklizně jsou dobře zvladatelné. Na druhou stranu musíme podotknout, že finanční náklady na produkci biomasy pro energetické účely mohou být

v současné době často vyšší než náklady na těžbu fosilních paliv. Nabízí se nám proto otázka, nakolik může být pro nás biomasa výhodná z hlediska energetického.

### **2.1.2 Biomasa využitelná k energetickým účelům**

Podle typu a druhu rozdělujeme energetickou biomasu do pěti základních skupin. Směsi různých organických odpadů, organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu, fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru, fytomasa olejnatých plodin.

Pro dosažení energie se využívá:

- Biomasa, která se pěstuje záměrně: cukrová řepa, obilí, brambory, cukrová třtina, olejniny, energetické dřeviny.
  
- Biomasa odpadní:
  - Patří sem zejména rostlinné zbytky ze zemědělské výroby, kukuřičná a obilná sláma, řepková sláma, zbytky z lučních a pastevních areálů, odpady ze sadů a vinic.
  - Výkaly z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv.
  - Organické odpady z venkovských sídel.  
Organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob.
  - Lesní odpady.

(Pastorek, Kára & Jevič, 2004)

### **2.1.3 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům**

Proces kvalitativního využití biomasy k energetickým účelům je do velké míry závislý na fyzikálních a chemických vlastnostech biomasy. Jeden z podstatných parametrů je vlhkost neboli obsah sušiny v biomase. Pokud obsah sušiny je menší než 50 %, jedná se o mokré proces využití biomasy. V případě, že obsah sušiny je větší než 50 %, jedná se o suchý proces využití biomasy.

Ze základního hlediska můžeme rozčlenit několik způsobů získávání energie z biomasy:

- Termochemická přeměna biomasy (suché procesy pro energetické využití biomasy). Patří sem spalování, zplyňování.
- Biochemická přeměna biomasy. Do této skupiny patří například alkoholové kvašení nebo metanové kvašení. Řadíme to do mokrého procesu využití biomasy.
- Fyzikální a chemická přeměna biomasy. Tuto přeměnu nazýváme mechanickou (lisování, briketování, mletí, štípání, drcení apod.).

I přesto, že známe mnoho využití biomasy k energetickým účelům, v praxi se nejvíce využívají ze suchých procesů spalování biomasy, z mokrých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací. V České republice lze vyprodukovat asi 8 milionu tun biomasy.

(Pastorek, Kára & Jevič, 2004)

Tabulka 1: Zdroje energeticky využitelné biomasy

<b>Biopalivo:</b>	<b>mil. t</b>
odpadní a palivové dřevo	1,7
obilní a řepková sláma	2,7
rychle rostoucí dřeviny a energetické plodiny	1,0
komunální odpad	1,5
spalitelný odpad z průmyslové výroby	1,0
<b>Celkem</b>	<b>7,9</b>

Zdroj: Pastorek, Kára & Jevič, 2004

## 2.1.4 Historie biomasy

Už dávno víme, že po slunečním záření se stala biomasa jediným dostupným energetickým zdrojem na Zemi po miliardy let. Lidstvo využívá biomasu už od doby, kdy se člověk naučil rozdělovat oheň a pečovat o něj.

Pokud se podíváme zpětně do historie, zjistíme, že ostatní obnovitelné zdroje energie se ve srovnání s biomasou používají relativně krátkou dobu. Příkladem může být energie vody a větru, kterou lidstvo využívá pouze několik tisíc let. Za moderní energie můžeme označit ostatní zdroje, které nazýváme konvenční. Například uhlí používám stovky let a jadernou energii pouze desítky let. Podle údajů byla v 19. století biomasa zdrojem dominantním. Můžeme říct, že až ve 20. století, začali převažovat fosilní zdroje. Podle odborné studie je v dnešní době větší podíl biomasy než jiných obnovitelných zdrojů a jaderné energie.

Vývojem a problematikou fytoenergetiky, se začaly zajímat státy Evropy už v osmdesátých letech minulého století. Hlavním důvodem byly ropné krize. Nejvíce vyspělé a pokročilé země v tomto oboru jsou bezpochyby Švédsko, Finsko, Dánsko z našich sousedů je to Rakousko a Německo.

(Bechník, 2009)

## 2.2 Historie výroby a využití bioplynu

Už od středověku se dochovaly informace o tom, že vznikal hořlavý plyn. Podle historie se Leonardo da Vinci a vlámský vědec Van Helmot snažili využít bioplyn ke svícení. Musíme podotknout, že jejich snaha o využití bioplynu byla spíše ve fázi experimentování a bádání.

Teprve až na přelomu 19. a 20. století začala skutečná výroba bioplynu. První výroba bioplynu byla uskutečněna z kalů splaškových čistíren odpadních vod. Bioplyn, dříve označován jako kalový plyn, se nejvíce využíval především k vytápění a svícení v provozovnách čistíren a odpadních vod.

Už na začátku 20. let 20. století se dané technologie pro zpracování čistírenských kalů neustále zlepšovaly a modernizovaly. Postupně vznikala nová samostatná zařízení pro anaerobní vyhnívání. Počet těchto zařízení se neustále zvětšoval. Pomocí vyhřívaných reaktorů se výrazně zvýšila efektivita anaerobního rozkladu. Čistička odpadních vod v nizozemském Essenu dokázala zprostředkovat dopravu bioplynu do městské plynárny už v roce 1922. Tento rok byl zajímavý i proto, že byl poprvé použit upravený bioplyn jako motorové palivo.

Ve 30. letech začal významný projekt, který se zaměřoval na problematiku anaerobní fermentace. Dle daných statistik bylo zjištěno, že v roce 1937 bylo v Německu osm tankovacích stanic na bioplyn. Bioplynové stanice se postupně vyvíjely a k výrobě bioplynu se kromě čističek odpadních vod začaly využívat i odpady ze zemědělství a potravinářství.

Od 70. let se začal klást velký důraz na cílené pěstování energetické biomasy (kukuřice, obilí, rychle rostoucí dřeviny apod.). Tímto není reaktorová anaerobní fermentace závislá pouze na odpadech.

(Straka, František & Dohányos, 2006)

## 2.2.1 Historie bioplynu v ČR

Kajan (2005) říká, že profesor Vladimír Maděra se stal prvním českým představitelem zabývajícím se analýzou bioplynu. Touto problematikou se profesor Maděra zabýval už v roce 1937. V roce 1974 byla v Třeboni postavena první bioplynová stanice v České republice.

V provozu je třeboňská bioplynová stanice už od začátku roku 1974, čistírna odpadních vod od konce roku 1973. První návrhy vycházely ze zkušeností městských čistíren odpadních vod. Postupem času se zjistilo, že kejda prasat a exkrementy ostatních hospodářských zvířat se od městských kalů výrazně liší. To znamenalo, že v provozu muselo dojít k řadě úprav. Provozovatelé a projektanti museli najít úspěšné řešení, které vedlo k efektivnímu řízení bioplynové stanice.

V roce 1983 bylo zjištěno, že původně navržená teplota 33 °C byla po necelém roce provozu zvýšena na 37 °C až 38 °C. Zvýšení teploty vedlo ke větší produkci bioplynu asi o 40 %.

(Hons, Černík, Liška & Venkrbec, 1990)

## 2.2.2 Definice bioplynu

Bioplyn je plyn, který vznikne z procesu anaerobní digesce organických materiálů. Jedná se o složitý biologický rozklad organických látek, na jehož konci vzniká bioplyn. Podle měření se zjistilo, že bioplyn se skládá zejména z metanu, oxidu uhličitého a dalších látek, které nedosahují tak vysokých hodnot.

Tabulka 2: Složení bioplynu

<b>Plyn</b>	<b>Hodnota v %</b>
Metan	40-75
Oxid uhličitý	25-55
Vodní pára	0-10
Kyslík	0-5
Vodík	0-2
Čpavek	0-1
Sulfan	0-1

Zdroj: Vlastní práce

Podle předchozí tabulky zjistíme, že sulfan nedosahuje tak velkých hodnot, ale i přesto obsah sulfanu v bioplynu je pro nás velmi nebezpečný. Především tam, kde je bioplyn používán jako palivo pro generátory a kotle. Podle daných informací je sulfan velmi toxický a silně korozivní. To znamená, že pomocí daných technologií se sulfan z bioplynu musí odstraňovat.

(Benešová, Hnat'uková & Pivokonský, 2005)

Říká se, že všechny druhy plyných směsí, které vznikly činností mikroorganismů, můžeme označovat jako bioplyn. To znamená, že všechny druhy bioplynů, které mají anaerobní původ, vznikají teoreticky stejným způsobem. Příkladem je bioplyn pod povrchem země, v zaživacím traktu živočichů, zvláště přežvýkavců, v lagunách, ve skládkách komunálního odpadu nebo v řízených anaerobních reaktorech. Fyzikální a chemické vlastnosti bioplynu však závisí na procentuálních parametrech. V nejlepším případě by bioplyn obsahoval pouze dva hlavní plyny, metan a oxid uhličitý. Podle výpočtů se obsah metanu pohybuje od 50 % do 75 %. V neposlední řadě jej také doplní z 25 % až 50 % oxid uhličitý. Pokud oxid uhličitý dosáhne v bioplynu vysokých hodnot, znamená to, že v procesu anaerobní fermentace nedošlo k vytvoření ideálních podmínek.

(Pastorek, Kára & Jevič, 2004)

Tabulka 3: Obsah sulfanu v bioplynu z různých odpadů

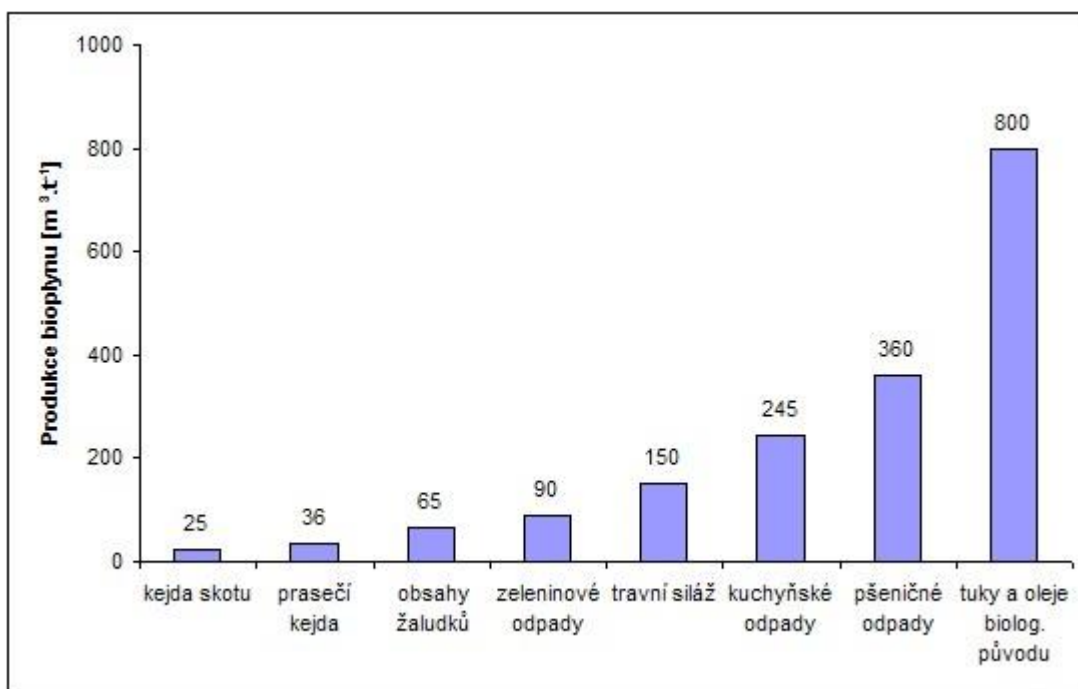
<b>Druh zpracovávaného materiálu:</b>	<b>Obsah H<sub>2</sub>S (mg.m<sup>-3</sup>)</b>
dřevní odpad, papír, celulóza, škrob, rostlinná hmota	do 80
kaly z městských ČOV	50 až 300
živočišné odpady z chovu skotu	50 až 600
živočišné odpady z chovu vepřů nebo drůbeže, potravinářské odpady	500 až 6000

Zdroj: Pastorek, Kára & Jevič, 2004

Mužik a Kára (2009) se domnívají, že nejvíce materiálu pro výrobu bioplynu najdeme v zemědělství. Do této sekce spadají zejména exkrementy hospodářských zvířat, vedlejší produkce z rostlinné výroby a cíleně pěstované energetické plodiny.

Jestliže získáváme bioplyn z organických materiálů, musíme dbát na obsah sušiny. Čím více bude odbouráno organické sušiny, tím víc vyrobíme bioplynu.

Graf 1: Měrná produkce bioplynu z vybraných materiálů



Zdroj: Biom, ©2016

### 2.2.3 Nejlepší podmínky pro tvorbu bioplynu

K nejlepší tvorbě bioplynu dochází pouze v prostředí, které splňuje všechny potřebné parametry:

- Dostatečná vlhkost pro tvorbu bioplynu. Pokud není dané prostředí dostatečně zalito vodou alespoň z 50 %, dané bakterie v daném prostředí se nedokážou reprodukovat.
- Dalším důležitým parametrem je dostatečné zabránění vstupu vzduchu. Podle odborných výzkumů je dokázáno, že metanové bakterie se nejsou schopny reprodukovat v prostředí, které obsahuje kyslík.
- Omezení přístupu světla. Je dokázáno, že světlo radikálně zpomaluje rozmnožování bakterií.
- Udržení stále teploty. Rychlost a množství uvolněného plynu velmi ovlivňuje teplota. Platí určité pravidlo, čím větší teplota, tím rychleji dochází k vyhnívání. Je dáno, že metanové bakterie pracují při teplotě 0 °C až 70°C.
- Důležitým faktorem je optimální hodnota pH. Ideální hodnota pH se pohybuje v rozmezí 6 až 8.

- Dostatečný přísun živin. Základní složky substrátu, které jsou určeny pro výrobu bioplynu, musí obsahovat nezbytné živiny (rozpustné dusíkaté sloučeniny, stopové prvky a minerální látky).
- Velké plochy. Pevné části substrátu by měli být zmenšeny, tím nám vznikne větší povrch. Touto operací zajistíme, že vyhnívání bude probíhat rychleji.
- Dostatečné doplňování vyhnívacího procesu. Aby se vyhnívací proces nezastavil, je nutné každý den dodávat určité množství substrátu.
- Přísun substrátu dle daného rozvrhu. Substrát se snažíme dodávat v co nejkratším intervalu dle daného postupu, který je nejefektivnější.
- Pravidelné odplynování substrátu. Pokud se snažíme o ideální tvorbu metanu, je dobré ho jímat a odvádět pryč. V opačném případě by mohlo dojít ke zvýšení tlaku a následným škodám na zařízení bioplynové stanice.
- Je potřeba dávat pozor na inhibitory. Nadměrné používání desinfekčních prostředků, antibiotik, chemoterapeutik může proces vyhnívání zabrzdit nebo úplně zastavit.

(Schulz & Eder, 2004)

## 2.2.4 Využití bioplynu k energetickým účelům

Pastorek, Kára & Jevič (2004) tvrdí, že tam, kde se používají plynná paliva, můžeme za určitých podmínek využívat i bioplyn. Pokud chceme použít bioplyn k energetickým účelům, je povinností přizpůsobit spotřebiče danému bioplynu, jiným technologickým postupem. Bioplyn se využívá k energetickým účelům především následujícími způsoby:

1. využití pro pohon spalovacích motorů nebo turbín,
2. systematické využití bioplynu v palivových člancích,
3. hojně využívaná výroba elektrické energie a ohřev, výroba tepla
4. spalování (topení, sušení, ohřev užitkové vody, svícení, vaření
5. výroba chladu



Dle využití zjistíme, že v našich podmínkách se hojně používá spalování bioplynu v kotlích nebo se hojně využívá v kogeneračních jednotkách.

## 2.3 Anaerobní digesce

Proces anaerobní digesce je jednoduchý systém, který je založený na řadě technologických a biochemických podmínek. Producenti bakteriálního metanu se objevují v přirozených anaerobních podmínkách. Vznikají v zamokřených půdách, rýžových polích, trávicích systémech a v neposlední řadě v sedimentech. Bakterie, které produkují metan, řadíme do speciální skupiny. Je předpokládáno, že tato skupina se vytvořila dříve než kyslík v zemské atmosféře. Výsledným produktem anaerobní digesce je bioplyn a digestát. Literatura říká, že digestát je určitý zbytek, který splňuje veškeré požadavky vyhlášky o zpracování biologicky rozložitelného odpadu. Digestát lze využívat jako hnojivo v půdě, efektivní přídavek do kompostu a další.

Vývoj a průběh anaerobní digesce byl v historii vysvětlen třemi modely. Dle výtěžnosti a efektivnosti je dnes uznáván nejnovější čtyřfázový model. Podle tohoto modelu bylo zjištěno, že anaerobní rozklad organických látek vyžaduje neustálou kontrolu činnosti mikrobiálních skupin. Lze konstatovat, že díky biochemickým reakcím kam patří hydrolyza, acidogeneze, acetogeneze a v neposlední řadě metanogeneze, můžeme poznávat 9 odlišných metabolických kroků, týkajících se chování různých skupin bakterií.

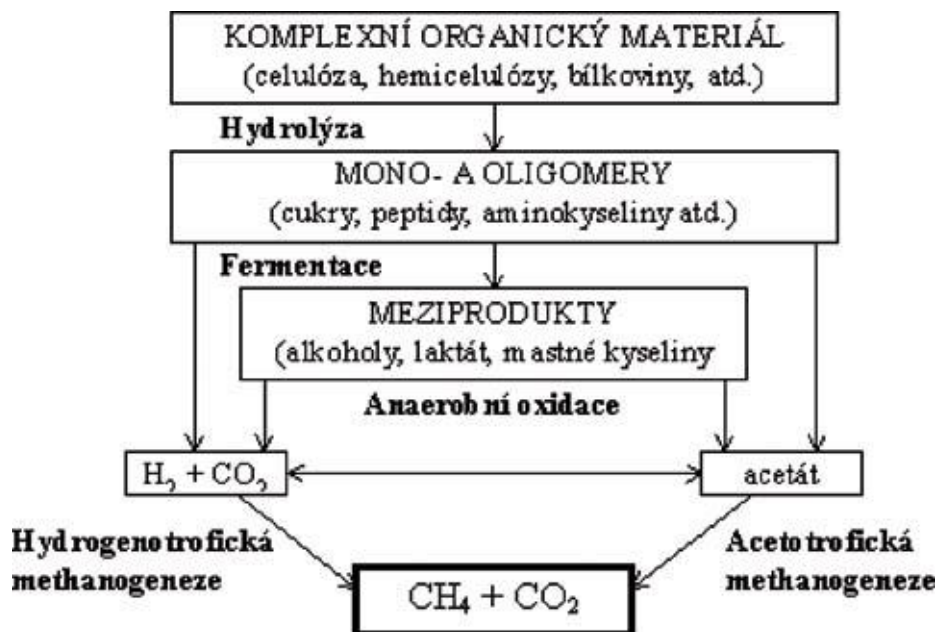
### **Proces anaerobní fermentace dělíme na čtyři fáze:**

- Hydrolyza – v této fázi se jedná o první stupeň rozkladu. Podle výzkumu se rozkládají složité makromolekulární organické látky, jakož jsou polysacharidy, proteiny, lipidy. Dle jednotlivých postupů se tyto látky rozkládají na jednodušší. Musí být přítomna dostatečná vlhkost a kyslík.
- Další fází anaerobního procesu je acidogeneze, zde dochází k tvorbě mastných kyselin, pomocí acidogenních bakterií. Je odstraněn také kyslík, dochází k prostoru bez kyslíku.
- Poté následuje fáze acetogeneze, v této fázi se organické látky oxidují, následkem je přeměna víceuhlíkatých látek na kyselinu octovou.
- Na konci následuje fáze metanogeneze. V této fázi se tvoří metan a oxid uhličitý a další konečné látky zastoupené v malém měřítku.

I přesto, že největší roli ve fázi metanizace mají bakterie, na začátku stádia fermentace se uplatňují i odlišné typy organismu. Nemůžeme opominout kvasinky, houby, bičíkovci, jejich účinkování v počátečním stádiu je nenahraditelné.

(Benešová, Hnat'uková & Pivokonský, 2005)

Obrázek 1: Průběh čtyřfázové anaerobní fermentace



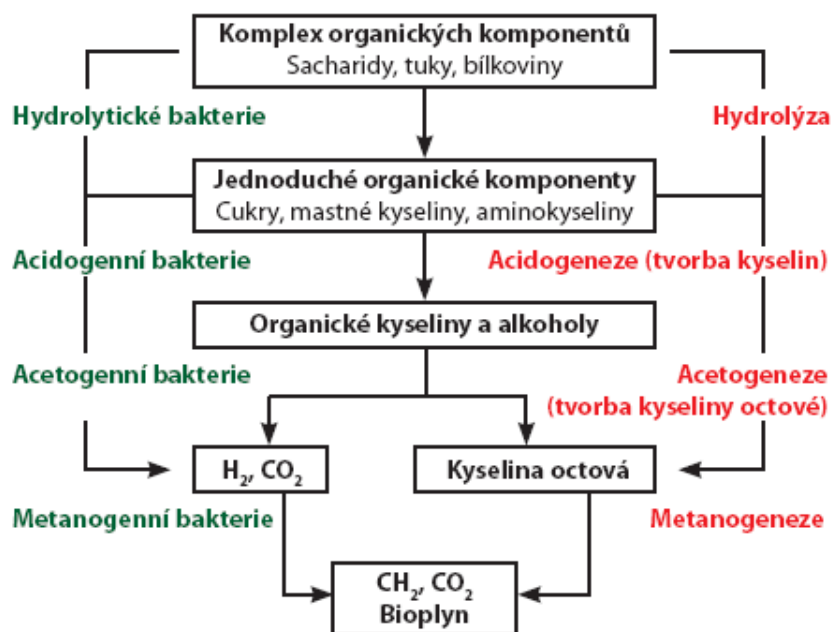
Zdroj: Benešová, Hnat'uková & Pivokonský, 2005

### 2.3.1 Anaerobní digesce – mokrý proces

Mokrý proces se používá v případě, kdy se využívá odlišný organický materiál. V první fázi je materiál homogenizován a mísen s vodou. Tímto krokem jsou odstraněny hrubé sedimenty. Poté se směs dopraví do hydrolyzní nádrže. Vzniká nám břečka, která se přečerpává do bioreaktorů, kde nastává anaerobní rozklad organických látek. Celkový cyklus vyhnívání je ovlivněn mnoha faktory. Největší důraz se klade na složení substrátu, přítomnost toxických látek, koncentraci mastných kyselin, ideální pH a vliv teploty. Doba vyhnívání trvá od 2 do 6 týdnů. Jeden z nejdůležitějších parametrů je teplota, při teplotě 55°C se doba digesce rapidně zkracuje, při teplotách kolem 35°C až 40°C se digesce prodlužuje. Vytvořený bioplyn se poté dopravuje do plynojemu, kde slouží k dalšímu zpracování.

(Benešová, Hnat'uková & Pivokonský, 2005)

Obrázek 2: Anaerobní digesce (mokrý proces), fáze tvorby bioplynu



Zdroj: Bioplyn.schaumann, ©2016

### 2.3.2 Anaerobní digesce – suchý proces

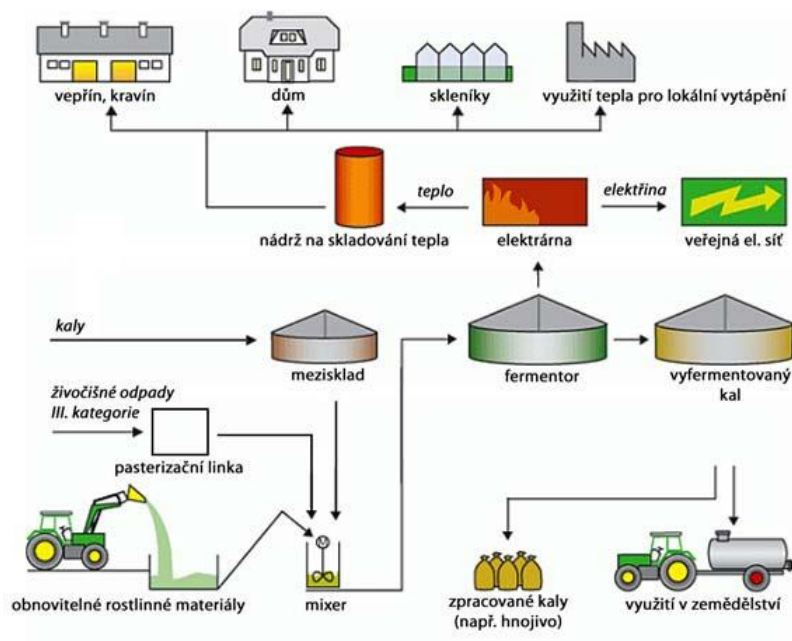
V tomto procesu se organický materiál drtí na požadovanou velikost částic. Průměr částic je daný druhem použité technologie, velikost se pohybuje v rozmezí 8 až 50 mm. Dávka do reaktoru je často přehřívána. V reaktoru probíhá celý anaerobní rozklad. Získaný bioplyn putuje do plynoměru, odkud se dále zpracovává. Musíme konstatovat, že tato technologie není ještě dostatečně vyzkoušena. Velká výhoda suchého procesu je, že vyprodukuje daleko méně vyhnílého kalu (digestátu).

(Benešová, Hnat'uková & Pivokonský, 2005)

## 2.4 Definice bioplynových stanic (BPS)

Bioplynová stanice je technologicky propracované zařízení, vycházející z procesu anaerobní digesce, které slouží ke zpracování bioodpadu neboli jiného biologicky rozložitelného materiálu. Finálním produktem anaerobního procesu v bioplynové stanici je bioplyn, který se dále zpracovává a je využívám jako alternativní zdroj energie.

Obrázek 3: Zjednodušené schéma bioplynové stanice



Zdroj: Tenza, ©2016

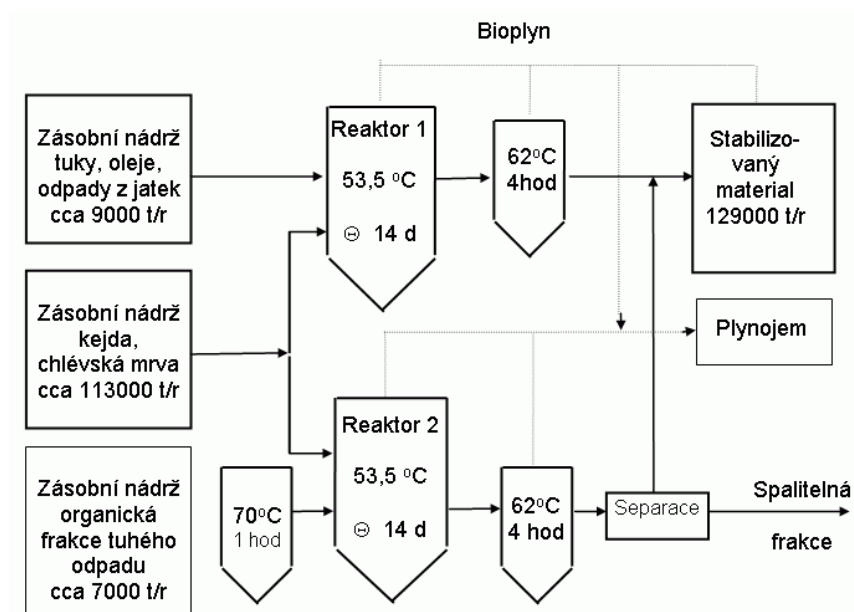
Konstrukční plocha bioplynových stanic závisí na celkovém množství zpracovaného organického materiálu. Podle toho se v zemědělství bioplynové stanice dělí na stanice malé a stanice centralizované.

Centralizované bioplynové stanice se liší tím, že dokážou zpracovávat organický odpad z více farem. Z tohoto důvodu bioplynové stanice vyprodukují daleko více bioplynu. Tento systém přináší spoustu výhod (nižší cena investic, kvalifikovanější obsluha a efektivnější využití investic). Jedna z největších centralizovaných bioplynových stanic se nachází v Dánském Studsgaardu, zpracovávají chlévskou mrvu a kejdu z okolních farem, organické odpady z potravinářského průmyslu a další organické odpady. Za jeden rok tato stanice vytvoří: 4,2 milionu m<sup>3</sup> bioplynu, 129 000 tun kapalného hnojiva pro zemědělství, 1000 tun tuhého anaerobního zbytku pro skládky.

Zjednodušeně řečeno malé bioplynové stanice produkují bioplyn z jednoho druhu biomasy. Tyto bioplynové stanice jsou samostatné jednotky, které zpracovávají odpad, který vzniká na farmě. Daný bioplyn se poté využívá k produkci elektrické energie. Elektrickou a tepelnou energii můžeme efektivně využít na farmě. Tato činnost vede k úspornému snížení provozních nákladů farmy. Pokud zemědělskému družstvu či farmě vzniká přebytek vyrobené elektrické energie, lze prodávat do veřejné sítě.

(Kajan, 2005)

Obrázek 4: Schéma centralizované bioplynové stanice, Studsgaard - Dánsko



Zdroj: Biom, ©2016

## 2.4.1 Zemědělské bioplynové stanice

Zemědělské bioplynové stanice se určují podle odlišného zpracování. Zařazujeme sem stanice, které zpracovávají materiály rostlinného a živočišného charakteru. Podle zákona č. 185/2001 Sb., se na těchto bioplynových stanicích nesmí zpracovávat jiné materiály a odpady. V zemědělských bioplynových stanicích se zpracovávají hlavně tyto materiály.

### Pěstované energetické plodiny:

- obiloviny v mléčné zralosti, čerstvé i silážované,
- kukuřice vyzrálá, čerstvá i silážovaná,
- kukuřice ve voskové zralosti, čerstvé i silážované,
- krmná kapusta, čerstvá i silážovaná a další.

### Rostlinný materiál:

- kukuřičná sláma i jádro kukuřice,
- bramborová nat' i slupky z brambor,
- sláma všech typu obilovin i olejnin,
- plevy a odpad z čištění obilovin,
- seno a další.

### **Živočišný materiál:**

- drůbeží exkrementy,
- kejda prasat,
- hnůj prasat,
- kejda skotu,
- hnůj skotu,
- hnůj z chovu koní.

Od ostatních bioplynových stanic se liší tím, že mají daleko nižší emise pachových látek. Povinností provozovatele bioplynové stanice je, aby dokázal zajistit dostatečnou velikost zásobníku na fermentační zbytky. Zpravidla se jedná o 4 měsíce uskladnění, dané nádrže nemusí být zakryté.

(Brandejsová & Příbyla 2009)

### **2.4.2 Čistírenské bioplynové stanice**

Tyto bioplynové stanice se zaměřují na zpracování kalů z čistíren odpadních vod. Výrobní technologie anaerobní digesce je vytvářena z hlediska stabilizace kalu vznikajícího na čistírnách odpadních vod. Do bioplynových stanic tohoto druhu se nedávají jiné materiály než kaly čističek odpadních vod, žump, septiků a odpadní voda. Pokud nastane situace, že do těchto nádrží na (anaerobní vyhnívání) se dodávají jiné odlišné odpady, jedná se o jiný druh bioplynové stanice. Čistírenské bioplynové stanice nemusí mít zásobní nádrže na vyhnívací kal.

(Brandejsová & Příbyla, 2009)

### **2.4.3 Ostatní bioplynové stanice**

Ostatní bioplynové stanice mají největší emise pachových látek. Do těchto stanic se dávají vedlejší živočišné produkty. Můžeme konstatovat, že bioplynová stanice se chová podobně jako menší kafilérie. Problematikou ostatních bioplynových stanic je řízení procesu. Je nutné dané zásobníky na digestát zakrýt, emisní pach tady dosahuje vysokých hodnot. Veškeré suroviny, které jsou dopravovány do bioplynové stanice, musí být v kontejnerech. Všechny budovy musí být dostatečně uzavřeny, aby neunikaly pachové látky do ovzduší.

Mezi ostatní bioplynové stanice řadíme i skládkové stanice, tyto stanice zpracovávají zejména komunální odpad.

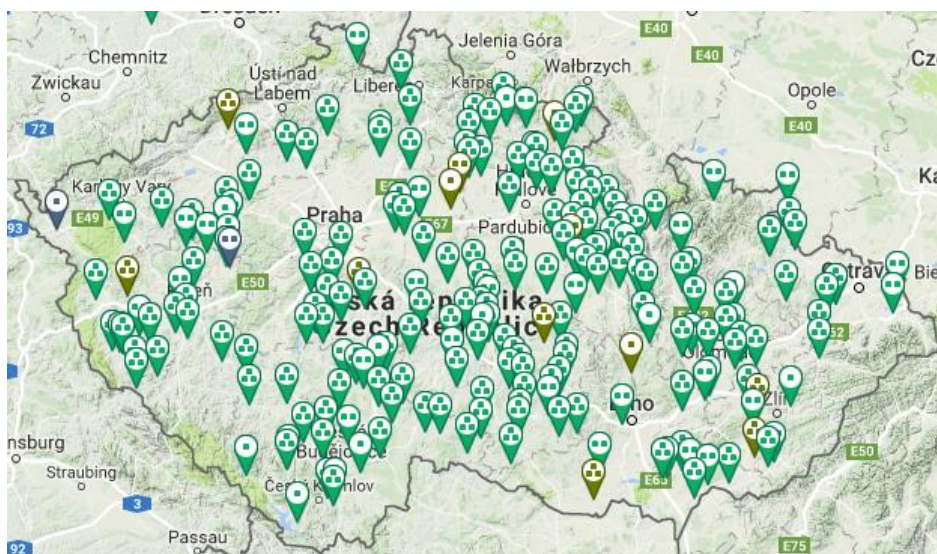
(Auterská, 2010)

## 2.4.4 Bioplynové stanice v České republice

Podle daných analýz bylo zjištěno, že v České republice bioplynové stanice zažívají enormní nárůst. Největší zastoupení mají samozřejmě zemědělské bioplynové stanice, které zpracovávají odpady ze zemědělství. Můžeme konstatovat, že Česká republika se pomalu snaží dotahovat evropské bioplynové giganty, jako jsou severské evropské státy a sousední Německo a Rakousko. K datu 31. 12. 2015 je evidováno v České republice celkem 507 bioplynových stanic. Počet bioplynových stanic se každý rok zvětšuje.

(Česká bioplynová asociace, 2016)

Obrázek 5: Mapa bioplynových stanic v ČR



Zdroj: Biom, ©2016

## 2.4.5 Bioplynové stanice v Evropě

Bioplynové stanice mají v Evropě velkou a propracovanou tradici. Říká se, že nejvíce zkušenosti s výrobou bioplynu má sousední Německo. V Německu je 3 500 bioplynových stanic. Ve skandinávských zemích se bioplyn využívá ve velké míře. Ve Švédsku se bioplyn také zpracovává k pohonu motorových vozidel, byl tu také vytvořen

první vlak na světě, který je poháněn bioplynem. Z předchozích kapitol víme, že v Dánsku tvoří bioplynové stanice centralizovaný systém.

(Nazeleno, 2016)

## 2.5 Technologické části bioplynové stanice.

Základními technologickými prvky bioplynové stanice jsou:

1. Homogenizační jímky
2. Reaktory
3. Míchání a teplota v reaktorech
4. Plynojemy
5. Plynovody a technologické prvky
6. Zařízení pro zneškodnění zbytkového plynu
7. Spotřebiče bioplynu

(Schulz & Eder, 2004)

### 2.5.1 Homogenizační jímky BPS

Homogenizační jímka je závislá především na úpravách vstupního materiálu z farem rostlinné či živočišné výroby. Jedná se o princip nádrží, ve kterých dochází k úpravě daného substrátu. Přípravné nádrže se vyrábějí z oceli, plastu nebo betonu. Velká většina těchto nádrží je vybavena míchacími či čerpacími jednotkami. Jak je známo, tak homogenizační jímka je nedílnou součástí farmy. Podle legislativy se v některých státech musí regulovat určité množství kejdy vyprodukované na farmě. Daný odpad se poté dávkuje do daných reaktorů.

(Pastorek & Wolff, 1992)

### 2.5.2 Reaktor (vyhnívající jímka)

Fermentor se považuje za jedno z nejdůležitějších technologických zařízení, které dokáže vytvořit ideální podmínky pro mikroorganismy. Důležitým prvkem pro aktivní činnost anaerobních bakterií je poskytnutí a udržení ideálních stanovených teplot fermentace, výsledkem tohoto procesu je metan. Dle provedení se setkáváme s dvěma odlišnými fermentory, horizontální a vertikální.

(Pastorek & Wolff, 1992)

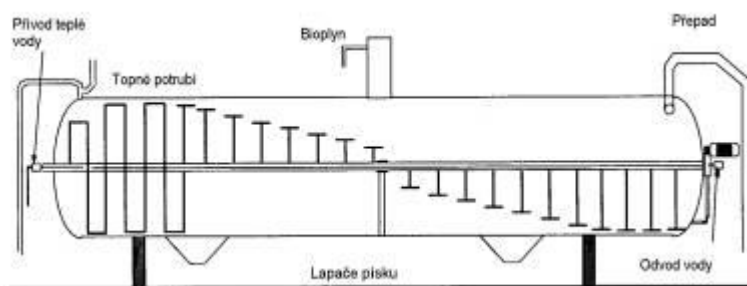


## Horizontální fermentory:

Fermentor se vyrábí z oceli nebo plastu, konstrukčně se jedná o velice tepelně izolovanou válcovou nádrž, která má průměr 2 – 3 metry délky, velikost reaktoru se dělá dle potřebné kapacity. Nejčastěji se používají reaktory objemů 50 – 100 m<sup>3</sup>. Ve vedlejších případech se mohou využít i použité zásobníky na naftu. Podle dispozičního řešení musí být nádrž uložena na speciálních betonových podstavcích tak, aby se daný sklon pohyboval v rozmezí 3 až 5 %. Dopravená kejda se čerpá do výše položené části. Systém promíchávání reaktorů a pohyb směsi je zabezpečeno lopatkami, které jsou osazeny na hřídeli procházející osou reaktoru. Rychlost míchání se pohybuje kolem dvou otáček za minutu. Bioplyn, který posléze vzniká, se hromadí v horní polovině reaktoru, odkud je následně dopraven do plynojemu. V reaktoru jsou rozvedeny tepelné trubky, které vyhřívají reaktor. Jelikož tento typ reaktoru je vysoce finančně nákladný, používá se pouze u hustších odpadů, drůbeží trus, kejda s vyšším obsahem slámy, domovní odpad a další.

(Kajan, 2005)

Obrázek 6: Schéma horizontálního reaktoru



Zdroj: Biom, ©2016

Velkou výhodou horizontální nádrže je možnost instalace mechanického míchadla. Díky této technologii se daný substrát velice dobře promíchává. V tomto reaktoru vzniká pístové proudění. To znamená, že čerstvá směs se nesmíchá z vyhnívající směsi.

(Schulz & Eder, 2004)

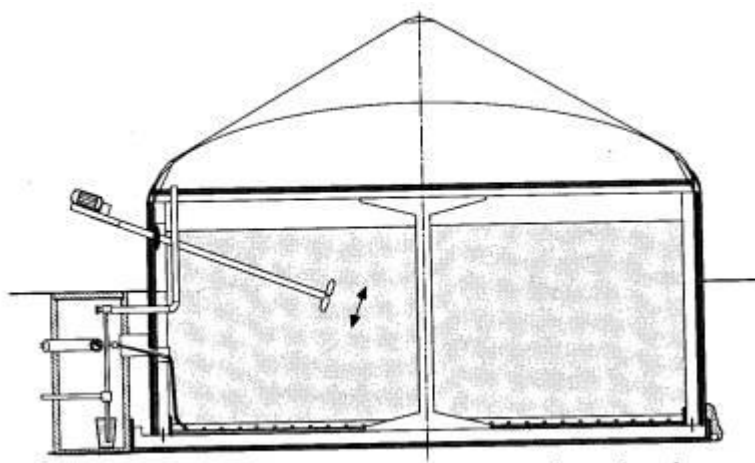
## Vertikální fermentory:

Tento typ reaktoru se vyrábí z ocelové nebo betonové konstrukce. Je to koncept, který vychází ze zásobních nádrží na kejdu a obilí.

Použití tohoto typu nádrže, vyžaduje důležité zabezpečovací prvky. Hlavním kritériem je zajistit plynotěsnost a tepelnou izolaci. Abychom splnili tyto kritéria, musíme vytvořit kvalitní betonovou konstrukci dané nádrže a střechy, která je doplněná plynotěsnou folií. Pro dobrou tepelnou vodivost musíme nádrže opatřit kvalitní tepelnou izolací. Používají se izolační materiály jako je skelná vata, rohože z minerálního vlákna, pěnové hmoty, desky z expandovaného materiálu a polystyrén.

Tyto nádrže jsou vyráběny sériově, dle daných požadavků. Objem nádrže se pohybuje v rozmezí 250 – 600 m<sup>3</sup>. Jsou evidovány i reaktory, které dosahují objemu až 1200 m<sup>3</sup>. Fermentor bývá hluboký 3 – 6 metrů a průměr se pohybuje kolem 8 – 18 metrů. U těchto nádrží se může praktikovat víceúčelový systém. Během roku se pracuje s jiným množstvím dávkování nádrže. V období léta a podzimu jsou nádrže naplněny pouze do úrovně, která zabezpečuje optimální dobu zdržení 20 – 30 dnů. Tímto postupem vytváříme rezervu kejdy na jarní a zimní období, kdy nelze hnojit kejdou na poli. Když je reaktor maximálně naplněn, doba uchování materiálu vydrží více jak 60 dnů. Tyto postupy nám zaručují dostatek produkce bioplynu a efektivní chod fermentoru v zimním období.

Obrázek 7: Vertikální reaktor



Zdroj: Biom, ©2016

(Kajan, 2005)

Výhodou tohoto reaktoru od horizontálního, je lepší poměr mezi povrchem a objemem reaktoru. Dosahujeme tu i menších tepelných ztrát. Nevýhoda vertikálního reaktoru je, že tu nedochází tak k dokonalému promíchávání. V reaktorech najdeme důležitá technická zařízení, čerpadla, míchadla, topení a další. Umístění reaktoru můžeme konstruovat pod povrch půdy nebo nad povrchem půdy. Záleží, jaká je spodní hladina vody. Oba dva systémy uložení mají své opodstatnění.

(Schulz & Eder, 2004)

### 2.5.3 Míchání a teplota v reaktorech

Je jasné, že proces míchání a ohřevu patří mezi důležité faktory, které rapidně ovlivňují funkci anaerobního procesu. Podle konstrukčního řešení se můžeme setkat z více druhů míchání a způsobu vytápění fermentorů.

#### **Míchání:**

- Mechanické, u tohoto typu míchání můžeme využít odlišné typy míchadel (vrtulová, pádlová, lopatková). Dalším typem míchání je recirkulace kalu. Tato technologie funguje na bázi kalového čerpadla, které je konstruováno uvnitř reaktoru nebo na dně nádrže. Kal je odčerpáván z dolní části nádrže a pomocí tlaku je kal vracen zpět do nádrže. Tímto postupem vytvoříme ideální podmínky k dokonalému promíchání a naopak nevytváříme podmínky pro srážení kalu.
- Pneumatické míchání pracuje na funkci proudění plynu pod daným tlakem. Vyprodukovaný bioplyn z bioplynové stanice je pod tlakem dopravován do odlišných míst dané nádrže tak aby došlo k nejlepšímu promíchání. Míchání můžeme provádět dvěma způsoby. První způsob funguje na vhánění stlačeného bioplynu do reaktoru jednou nebo více trubkami. Druhý typ funguje na principu stlačeného plynu, který je vháněn do difuzorů, které jsou umístěny po obvodu nebo na dně nádrže.

(Pastorek & Wolff, 1992)

#### **Ohřev:**

Důležitým faktorem pro výrobu bioplynu je vytvořit konstantní teplotu v daném fermentoru, tak aby mohli dané suroviny nepřetržitě pracovat. Jelikož naše klimatické podmínky nedosahují vysokých hodnot jako u jiných zemí na jiném kontinentu, musíme

bioplynové fermentory neustále vytápět tak, aby daný substrát v reaktoru měl požadovanou teplotu k dokonalé digesci. Ohřev vytváříme tepelnými výměníky nebo speciálními topidly, která jsou umístěna ve fermentoru.

### **1. Podlahové vytápění**

Tento systém vytápění můžeme definovat jako výhřevnou plochu, která je instalovaná ve fermentoru nebo na něm. Podlahové vytápění pracuje na systému přečerpávání horké vody. Většinou jsou u fermentoru v podlaze zabudovány plastové výhřevné trubky. Pod základovou deskou musí být dostatečně vytvořena tepelná izolace, aby nevznikaly tepelné ztráty. Při tomto způsobu musíme klást velký důraz na to, aby se substrát neusazoval na dně reaktoru. Pak by tento systém nebyl efektivní, protože by nedocházelo k dokonalému ohřevu. U dobrých míchadel tento problém nemusíme řešit, jelikož díky dobrému míchání nevznikají žádné usazeniny.

### **2. Vytápění na hřideli míchadla**

Tento typ se nejvíce používá u horizontálních fermentorů s lopatkovým míchadlem. Na straně odkud přitéká kejda je v určitém místě míchacího systému místo lopatky vyrobena smyčka z ocelové trubky, kterou vede horká voda. Když se míchadlo točí na hřideli, vytváří dobré tepelné ohřevy. Výhodou tohoto vytápění je, že nemusíme používat tolik výměníků. Problém nastává ve chvíli, kdy míchadlo není v provozu.

### **3. Tepelný výměník**

Jsou to technologie, které jsou umístěny mimo fermentor. Primární funkcí tohoto systému je distribuce tepla pro vytápění daných objektů a ohřev teplé vody. Protiproudé výměníky se využívají více než výměníky souproudé, důvodem je efektivnost protiproudého výměníku. V provozování bioplynových stanice se nejvíce osvědčily výměníky spirálové a výměníky s dvojitými trubkami. Podlé dané technologie víme, že u protiproudého výměníku tepla s dvojitými trubkami, je kejda dopravována hlavní trubicí. Horká nebo studená voda je dopravována ve vnější trubce. U spirálových výměníků dochází k širšímu využití. Nevyžadují velký prostor a dosahují velkého výkonu. Konstrukce tohoto výměníku umožňuje snadné rozšíření. Spirálový výměník je jednoduchý na údržbu a dosahuje velké životnosti.

(Schulz & Eder, 2004)

#### 4. Stěnové vytápění

U nádrží s vertikálním systémem je vytápění konstruováno po obvodu stěny. Trubky jsou vyrobené z plastového materiálu. V případě, že se jedná o betonový fermentor, můžou být trubky zalité do betonu jako u podlahového vytápění. Stěna musí být zaizolována tepelnou izolací. Kvůli tomu, aby nedocházelo k tepelným ztrátám. Můžeme využít i systém, kdy trubky nebudou zalité do betonu, ale budou odsazeny od stěny. V tomto případě se musí klást tak, aby daný substrát neustále proudil okolo trubek, aby docházelo k dokonalému prohřívání.

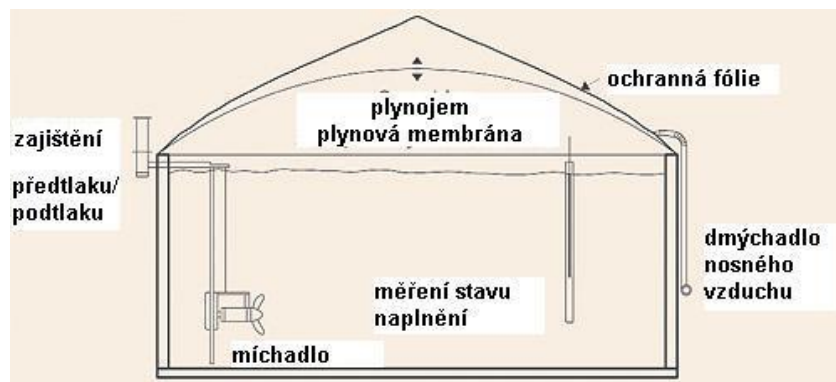
(Schulz & Eder, 2004)

#### 2.5.4 Plynojemy

Je to technické zařízení, které patří k velice důležitým prvkům bioplynové stanice. Toto zařízení dokáže uskladnit vzniklý bioplyn a vyrovnává odchylky bioplynu ve výrobním systému. Plynojemy neustále kontrolují tlak plynu ve výrobním procesu.

(Straka, František & Dohányos, 2006)

Obrázek 8: Ukázka membránového plynojemu



Zdroj: Ifu.bayern, ©2016

Dle průzkumu bylo zjištěno, že u první dekády bioplynových stanic se nejvíce používaly mokré plynojemy. Tento typ plynojemu se konstruoval jako samotný objekt nebo byl nainstalován na vrcholu fermentoru. Nevýhoda tohoto typu plynojemu je, že v zimním období je silně korozivní. Jedná se o typ plynojemu, kde je plyn odebírán v místě pod plovoucím zvonem. Tlak plynu se odvíjí od hmotnosti zvonu.

Suché plynojemy se staví na principu uzavřeného plynového prostoru pomocí membrán. V dnešní době se nejvíce používají plynojemy s dvěma membránami.

(Brandejsová & Příbyla 2009)

### **2.5.5 Plynovody a technologické prvky**

Jedná se o soustavný rozvod spojovacího potrubí mezi jednotlivými úseky bioplynové stanice. Na plynovodech jsou umístěny mechanizační prvky různého typu, klapky, šoupátka, dmychadla, ventily, kohouty, regulátory a další. Tyto prvky umožňují bezpečný transport plynu po celém obvodu bioplynové stanice.

(Straka, František & Dohányos, 2006)

### **2.5.6 Zařízení pro zneškodnění zbytkového plynu**

Nadbytečný bioplyn, který nám vzniká z bioplynové stanice, se snažíme zlikvidovat spalováním nebo havarijním vypouštěcím zařízením. Pokud nelze přebytečný bioplyn ekonomicky využít, spaluje se v hořáku zbytkového bioplynu. Při spalování bioplynu musíme brát zřetel na právní předpisy, kvůli emisním limitům. Podle předpisů se hořák umísťuje nejméně 15 – 20 metrů od nadzemních objektů. Tyto hořáky musí být perfektně zabezpečeny.

(Brandejsová & Příbyla 2009)

### **2.5.7 Spotřebiče bioplynu**

#### **Hořáky a kotle:**

Díky procesu spalování plynu v kotelnách produkujeme teplo, které dále využíváme. Vyhříváme s tím provozní stavby okolo bioplynové stanice, ohříváme užitkovou vodu a předeheříváme substrát.

(Schulz & Eder, 2004)

#### **Kogenerační jednotka:**

V bioplynových stanicích se bioplyn využívá na výrobu elektrické energie a tepla. Vyprodukovaná elektrická energie se dále dopravuje do centrální elektrické sítě, oproti tomu vyprodukované odpadní teplo vytápí samostatně provozní stavby. Můžeme konstatovat, že společnou výroba elektrické energie a tepla nazýváme kogenerace. Technologické zařízení, které spaluje bioplyn, nazýváme kogenerační jednotka. Z technického hlediska se jedná o spalovací motor, který je tvořen mechanizační turbínou společně s elektrickým generátorem. U těchto kogeneračních jednotek se nejvíce využívají benzínové motory, které jsou speciálně upraveny pro spalování

bioplynu nebo se vyrábějí dieselové motory se vstřikem, popřípadě dieselové motory se zážehovým provozem.

(Straka, František & Dohányos, 2006)

## 2.6 Fermentační zbytek

Zbylé fermentační produkty z bioplynové stanice oddělujeme jednotlivým způsobem. Podle daného postupu oddělujeme digestát na separát a fugát. Separát je tuhý vyhnílý zbytek. Pokud tento materiál splňuje dané normy, lze ho využívat jako hnojivo. Po separačním procesu pevného zbytku, získáváme tekutý fugát, který můžeme využít v provozu bioplynové stanice. Dá se využívat také jako hnojivo nebo se rovnou dopravuje do čističky odpadních vod. Je to odpadní voda, která je silně zakalená a obsahuje produkty anaerobního procesu.

Podle vyhlášky jsou určitá omezení aplikace digestátu na půdu. Z tohoto důvodů musí být digestát skladován v nepropustných nádržích nebo v zemních jímkách. Musí se dbát na nepropustnost a zabezpečení daných nádrží. Platí tu stejné bezpečnostní pravidla jako u staveb pro skladování tuhých statkových hnojiv.

(Altmann, Vaculík & Mimra, 2010)

### 3. Cíl práce a metodika

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení bioplynové stanice ve vybraném zemědělském podniku Klučenice. Tato práce je zaměřena také na efektivní fungování bioplynové stanice v zemědělském podniku.

V teoretické části této práce jsou základní informace týkající se dané problematiky. V práci je shrnuta historie a základní charakteristika biomasy, kde jsme se zajímali o využití biomasy k energetickým účelům. Je zde také vysvětlena historie výroby a využití bioplynu v České republice a další využití bioplynu v energetickém sektoru. Podrobně byly zhodnoceny nejlepší podmínky pro tvorbu finálního bioplynu. V teoretické části je vysvětlen pojem anaerobní digesce a rozdíl mezi suchým a mokřým procesem.

Dále jsou popsány druhy bioplynových stanic a situace bioplynových stanic v České republice a Evropě. Podrobně byly vysvětleny technologické části bioplynové stanice od homogenizační jímky, reaktoru, plynojemu, plynovodu až po zařízení zbytkového plynu. Poslední kapitola teoretické části se týká fermentačního zbytku.

V praktické části jsem analyzoval a vysvětlil fungování bioplynové stanice Klučenice v daném zemědělském podniku. V práci je vysvětleno, jak se projektovala bioplynová stanice. Dále jsem se podrobně zaměřil na technické provozní jednotky, kde jsem udělal komplexní zhodnocení. Vytvořené provozní jednotky jsem si rozdělil do 7 skupin a následně je podrobně popsal a doplnil tabulkami a grafy.

V druhé fázi praktické části jsem znázornil a popsal roční spotřebu rostlinné a živočišné složky. Poté jsem udělal celkový přehled výroby elektrické energie v bioplynové stanici Klučenice. V práci jsem vysvětlil a znázornil efektivnosti chodu kogenerační jednotky v dané bioplynové stanici.

V závěru práce jsou znázorněny celkové příjmy z vyrobené elektrické energie za rok 2015 a bioplynová stanici Klučenice je zhodnocena z ekonomického hlediska.



## 4. Praktická část

### 4.1 Zemědělský podnik Klučenice

Obec Klučenice se nachází v jižní části příbramského okresu na pravém břehu řeky Vltavy. Poloha této vesnice je v blízkosti vodní přehrady Orlík.

Zemědělské družstvo Klučenice je firma, která se zabývá zemědělským hospodařením na hranicích okresu Příbram a Písek. V rostlinné produkci je zemědělské družstvo zaměřeno především na produkci objemných krmiv pro živočišnou výrobu. Dále se zabývá produkcí objemných krmiv pro vlastní bioplynovou stanici o kapacitním elektrickém výkonu 703 kW.

Zemědělské družstvo Klučenice pěstuje také 140 hektarů pšenice ozimé, jedná se především o krmné odrůdy a 110 hektarů ozimého triticales na krmení pro vlastní účely. Další komoditou je 100 hektarů řepky. V sektoru živočišné výroby vlastní zemědělské družstvo 500 kusů dojníc plemene holštýn a 100 kusů masných krav plemene Blond Aquitane.

Tabulka 4: Celkové výměry jednotlivých plodin

Plodina	Celková plocha - ha
pšenice	138,65
žito	18,69
řepka	93,8
směsky	176,29
triticales	108,76
kukuřice sil.	267,61
vojtěška	129,31
louky	391,66
pastviny	40,19
hrách	16,59
žito GPS	76,31
oves	10,5
čirok	50,96

Zdroj: Vlastní práce

### **4.1.1 Vznik akciové společnosti – Zemědělská Klučenice a.s.**

Do obchodního rejstříku byla zemědělská Klučenice a.s. zapsána v srpnu 1997 a od následujícího roku byla zahájena zemědělská činnost. Rok 2017 se stává pro zemědělské družstvo již dvacátým rokem podnikatelské činnosti.

Základní kapitál společnosti je evidován ve výši 47 159 000 mil. V držení je celkem 350 akcionáři. Akcie jsou vedeny na jméno a nelze s nimi veřejně obchodovat, jsou v plné míře kryty majetkem společnosti.

Společnost hospodaří na pronajaté půdě na základě uzavřených pachtovních smluv o celkové výměře 1 449 hektarů. Sama vlastní 97,74 hektarů pozemků. Zejména se jedná o zemědělskou půdu a pozemky pod budovami a hospodářskými objekty. Zemědělsky se obdělává 1 425 hektarů půdy.

## **4.2 BPS v zemědělském podniku Klučenice**

Podle české bioplynové asociace se na Příbramsku nachází už čtvrtá bioplynová stanice. V roce 2010 došlo k úspěšné kolaudaci bioplynové stanice Klučenice. Ze začátku musela bioplynová stanice fungovat ve zkušebním provozu, řadu let už funguje na plný výkon. Do provozu uvedl bioplynovou stanici zemědělský podnik Klučenice, který se stává už třetím podnikem s bioplynovou stanicí v okrese Příbram. Další bioplynové stanice se nacházejí v Dublovicích, Krásné Hoře a Petrovicích. Musíme ale konstatovat, že poslední dvě spadají pod jeden zemědělský podnik.

Bioplynová stanice v Klučenicích je situována přímo v hlavním areálu živočišné výroby. Toto umístění přináší z hlediska provozu a ekonomiky výrazné úspory. Odpadní teplo získané z bioplynové stanice je využíváno pro vytápění areálu, dále se tím vytápějí dojírny a administrativní budovy, náležející zemědělskému podniku. V rámci provozu se jedná o spoustu ušetřených finančních nákladů ročně. Do budoucna je naplánováno zakoupení parního motoru, který se využije pro další výrobu elektrické energie z odpadního tepla. O dalším využití tepla z bioplynové stanice jedná zemědělský podnik Klučenice také se zdejším obecním úřadem. V úvahu připadá například vytápění zdejší základní školy, mateřské školy a kulturního domu. Jsou vytvořené studie, kde by část využitého tepla z bioplynové stanice mohla sloužit pro vytápění přibližně 15 až 25 bytových jednotek. Vytápění objektů z bioplynové stanice by bylo realizováno pomocí teplovodů. Použitá technologie dovoluje navýšit výkon bioplynové stanice téměř o 100 kWh.

**Obrázek 9: Bioplynová stanice Klučnice**



Zdroj: Vlastní práce

Jak už bylo uvedeno v literárním seznamu, bioplynové stanice slouží na výrobu elektrické energie. K dokonalému fungování je zapotřebí metan, který se získává rozložením biomasy ve fermentoru. Vzniklé teplo, které vzniká při chlazení agregátu, se dá využít třeba na vytápění objektů. Dalším produktem z bioplynové stanice je digestát. Tato surovina je na bázi organického hnojiva, které zemědělské podniky mohou využívat na rostlinnou výrobu, podle analýz je toto hnojivo šetrné k životnímu prostředí. Výhodou je, že nepoškozuje natolik podzemní vodu.

Odborníci dané problematiky tvrdí, že v bioplynových stanicích vidí budoucnost. Zatímco pro sluneční a větrné elektrárny nejsou na území České republiky ideální podmínky, bioplynové stanice mají stále ještě téměř neomezené pole působnosti a velké možnosti.

V klučnické bioplynové stanici jsou nejvíce využívány zejména suroviny z produkce zdejší živočišné a rostlinné výroby. Denní orientační příjem zahrnuje 20 tun kukuřičné siláže, 13 tun travní senáže a zbytky od krmení hovězího skotu společně s přibližně 40 metry krychlovými hovězí kejdy. Co se týká celkových zásob kukuřice, je jí tolik, že dokáže pokrýt potřebu pro dobytek i bioplynovou stanici. Dosud surovinu pro bioplynovou stanici tvořila asi ze dvou třetin kukuřice, v nejbližší době se uvažuje zastoupení kukuřice do bioplynové stanice snížit alespoň na 50%.

### 4.2.1 Vybudování bioplynové stanice Klučenice

Stavba projektu bioplynové stanice v Klučenicích stála kolem 67 milionů korun. Z toho více než 19,5 milionu korun činila dotace ministerstva zemědělství pomocí operačního programu, které výstavbu bioplynových stanic podporuje. Hlavním generálním dodavatelem se stala společnost EnviTec Biogas. Podle jednatele této společnosti Hendrika van der Tola, je bioplynová stanice v Klučenicích již dvanáctým projektem v České republice. Bioplynový trh stále roste po celé Evropě. Podle analýz týkající se bioplynu, je jasné, že využití bioplynu je široké. Můžeme konstatovat, že bioplyn může podporovat i rozvoj venkova. Vedení a zaměstnanci zemědělského podniku v Klučenicích jsou rádi, že mohou využívat i alternativní způsoby v produkci. Zemědělský podnik vybral firmu EnviTec Biogas proto, že v Německu má za sebou řadu velkých projektů. Vedení vsadilo na jejich zkušenosti a kvalitní technologii.

Obrázek 10: Výstavba BPS Klučenice – rok 2010



Zdroj: Energetik BPS Klučenice

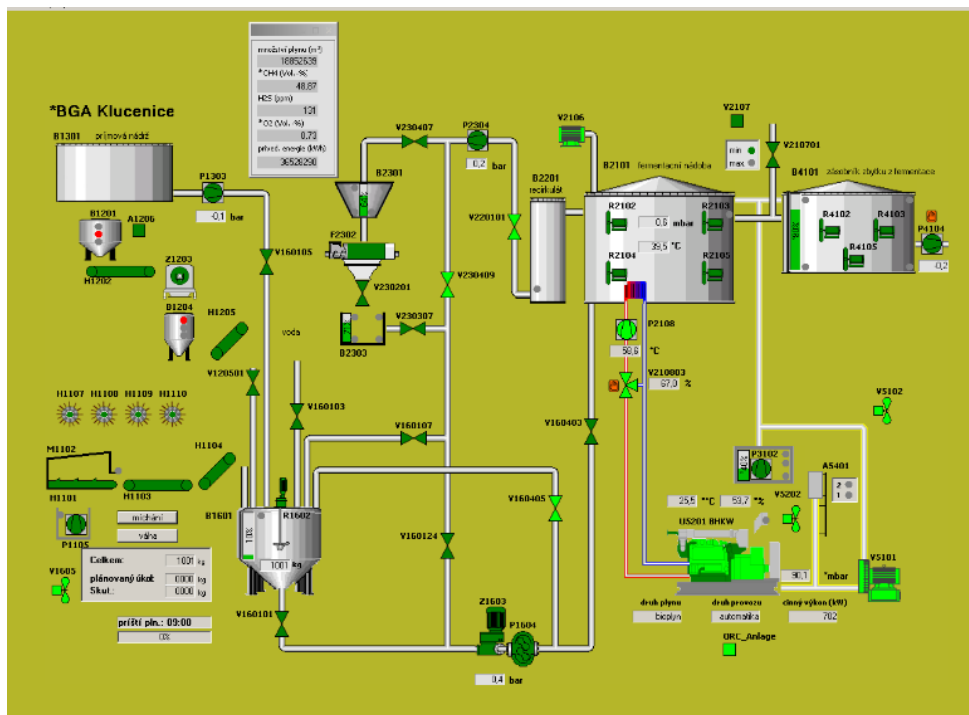
Myšlenka realizace bioplynové stanice, přišla ve chvíli, kdy v roce 2008 až 2009 cena mléka rapidně klesala dolů. Podnik cítil, že by nebylo špatné rozšířit další činnost podnikání v zemědělském podniku a nebýt přímo závislý jen na mléčné produkci. Nepříznivá situace, kdy na jednom litru tratí zemědělský podnik Klučenice dvě koruny, se stala pro podnik velmi nepříjemnou informací. Na základě této problematiky se zemědělský podnik Klučenice rozhodl sehnat prostředky na vybudování bioplynové

stanice. V roce 2008 se definitivně rozhodli o vybudování a koncem února se povedlo získat stavební povolení. Začátkem léta roku 2009 se začalo stavět. Bohužel kvůli nejasnostem ve financování se musel celý projekt a práce na tři měsíce pozastavit. Práce se rozběhla až na podzim roku 2009, kvůli silné zimě nebylo možné dále pokračovat. A proto se výstavba rozjela naplno až v březnu 2010. I přes tyto problémy se zemědělský podnik v prosinci dostal na 73% plánovaného výkonu. V lednu a únoru už bioplynová stanice je 23 hodin denně na plný výkon.

### 4.3 Technické informace BPS Klučenice

Podle dokumentace se bioplynová stanice Klučenice se skládá z provozních jednotek 1 až 6.

Obrázek 11: Grafická vizualizace BPS Klučenice



Zdroj: Energetik BPS Klučenice

- **Provozní jednotka 1 (příjem, ukládání, přívod substrátu)**
  - Přísun kukuřice
  - Obilní silo
  - Přísun vody
  - Přísun kejdy
  - Namíchání

- **Provozní jednotka 2 (fermentace)**
  - Fermentační jednotka
  - Cirkulační technika, recirkulační šachta
  
- **Provozní jednotka 3 (kondenzační linka)**
  - Kondenzační linka
  
- **Provozní jednotka 4**
  - Uložení zbytků kvašení
  -
  
- **Provozní jednotka 5 (zužitkování plynu)**
  - Stlačení bioplynu
  - Tepelné využití
  - Plynová pochodeň
  - Olejová stanice
  
- **Provozní jednotka 6**
  - Elektrotechnika
  - Ovládání

#### **4.3.1 Funkce provozní jednotky 1 – příjem, ukládání a podávání**

V provozní jednotce 1 jsou přijímány látky pro zkvašení. Poměr míchání jednotlivých látek je zadáván prostřednictvím krmného programu ve vizualizaci. Veškeré množství látek je váženo, ovládáno a zaznamenáváno prostřednictvím vážících noh nádrže pro namíchávání.

##### **Přísun kejdy**

Vlastní kejda z nádrže kejdy je čerpána čerpadlem do míchací nádrže, která se nachází v technické budově. Při dosažení určitého množství se proces čerpání zastaví.

## Přívod recirkulátu

Recirkulát (kvasná suspenze) je do míchací nádrže čerpaná z recirkulační šachty čerpadlem, které se nachází v separační jednotce.

## Přísun kukuřičné siláže

Kukuřičná siláž je ukládaná v kukuřičném bunkru, posuvné dno dopravuje kukuřičnou siláž do míchací nádrže.

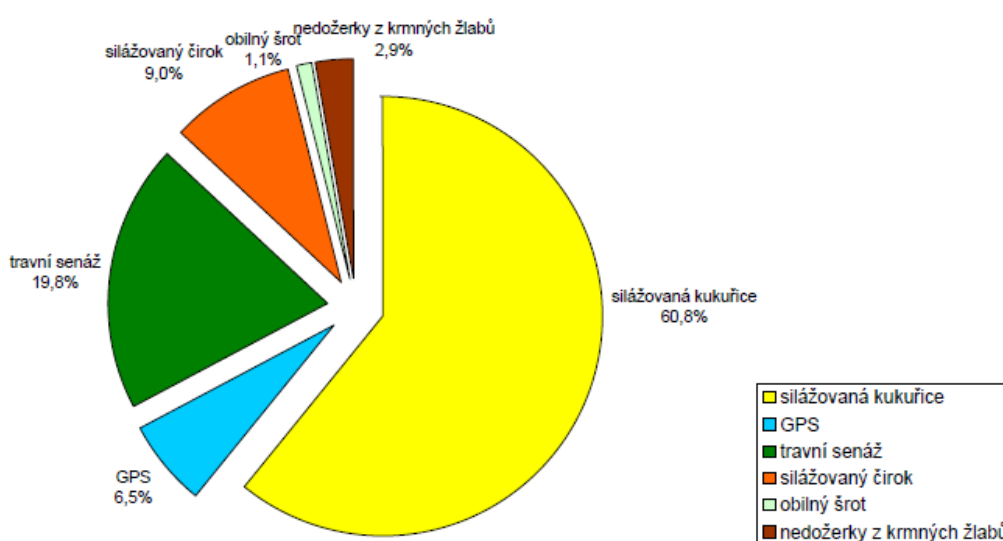
## Přívod obilné mouky

Uzavřený dopravník přepravuje obiloviny z vnějšího obilního sila do kladivového drtiče. Odsud se dostává do jímky. Z této jímky je obilná mouka přepravena dopravníkovým šnekem do míchací nádrže.

Míchací nádrž představuje uzavřenou nádrž, která je vybavena míchacím zařízením. Doba míchání se zadává prostřednictvím vizualizace a je nastavitelná. Jakmile proces míchání je ukončen, čerpá se kvasný substrát pomocí systému ROTACUT přes excentrické šnekové čerpadlo do fermentační nádrže. Denní množství jednotlivých substrátů se rozdělí na několik vsázek, které se postupně přidávají do míchací nádrže.

Podle poskytnutých dat od energetika bioplynové stanice Klučenice, jsem vytvořil grafické znázornění za celý kalendářní rok 2015.

Graf 1: Znázornění pevné složky vstupní biomasy



Zdroj: Vlastní zdroj

Je zřejmé, že největší roli ve vstupní biomase má silážovaná kukuřice, její celkový podíl velice výrazně převyšuje ostatní vstupní biomasy. Za rok 2015 bylo celkem spotřebováno do bioplynové stanice Klučenice 7 722 535 kg silážované kukuřice. Nejméně spotřebovanou biomasou je logicky obilný šrot v poměru 136 875 kg za rok.

### **4.3.2 Funkce provozní jednotky 2 – fermentace**

#### **Fermentační jednotka**

Ve fermentační jednotce se fermentuje vyhnívající substrát při teplotě mezi 35°C a 40°C. Fermentační nádrž je průběžný reaktor, ve kterém se zcela promíchává kvasný substrát. Plnění se provádí prostřednictvím substrátového potrubí, které končí nad úrovní tekutiny ve fermentační nádrži. Plnění se provádí časovým řízením.

Fermentační jednotka je provedena jako okrouhlá železobetonová nádrž s izolací a obložením z trapézového plechu. Nad úrovní tekutiny se nachází plynový prostor, který je ukončen plynovou fólií. Plynová fólie se zakryje a chrání pevně instalovanou střešou z plachtoviny vyztužené tkaninou.

Ve fermentační nádrži jsou instalována 4 míchadla (R2102, R2103, R2104 a R2105). Míchadla se používají k promíchání substrátu, aby se zaručila během fermentace stále homogenní směs. Míchadla mohou být pomocí zvedacího a sklopného zařízení uvedena do různých pozic, aby se zlepšila homogenizace a zamezila tvorba silné plovoucí vrstvy.

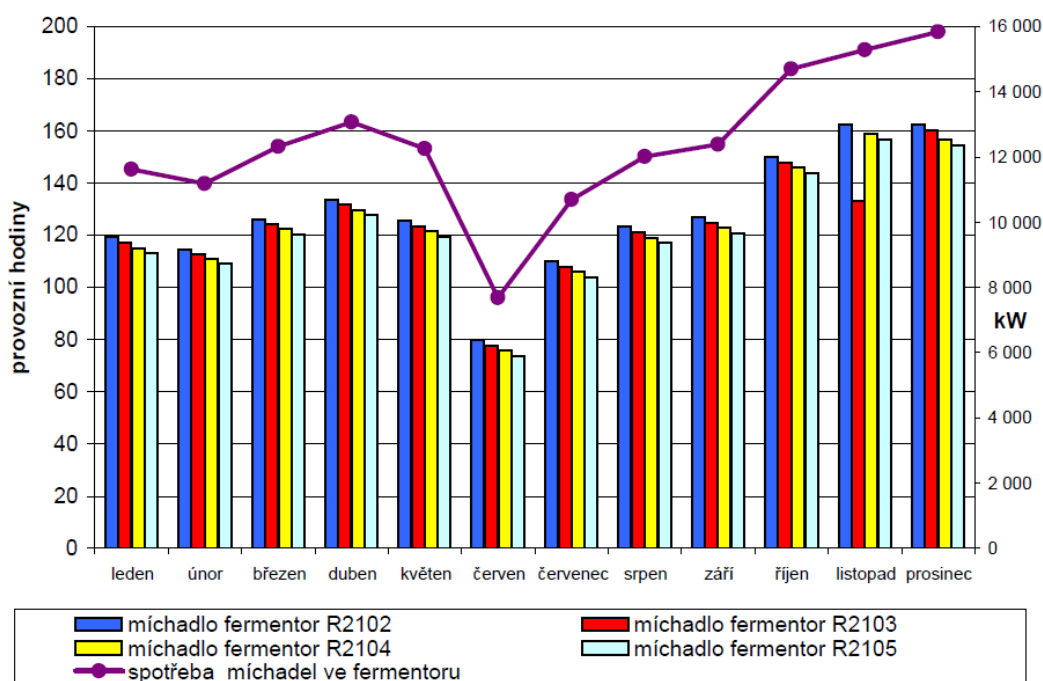
Fermentační jednotka je vybavena vyhříváním, aby se kompenzovaly tepelné ztráty a zahřívaly přiváděné substráty.

Ve fermentační jednotce se značně odbourávají v anaerobním prostředí organické materiály. Přitom vzniká bioplyn, který obsahuje z převážně části metan 50% až 70% a oxid uhličitý 50% až 30%. V bioplynu je také málo sirovodíku, který je pro využití plynu škodlivý.

Z tohoto důvodu se nachází v plynovém prostoru biologické odsíření. Pomocí kompresoru vháníme nepatrné množství vzduchu do plynového prostoru fermentační jednotky.



Graf 2: Přehled provozní doby jednotlivých míchadel ve fermentoru za rok 2015



Zdroj: Vlastní zdroj

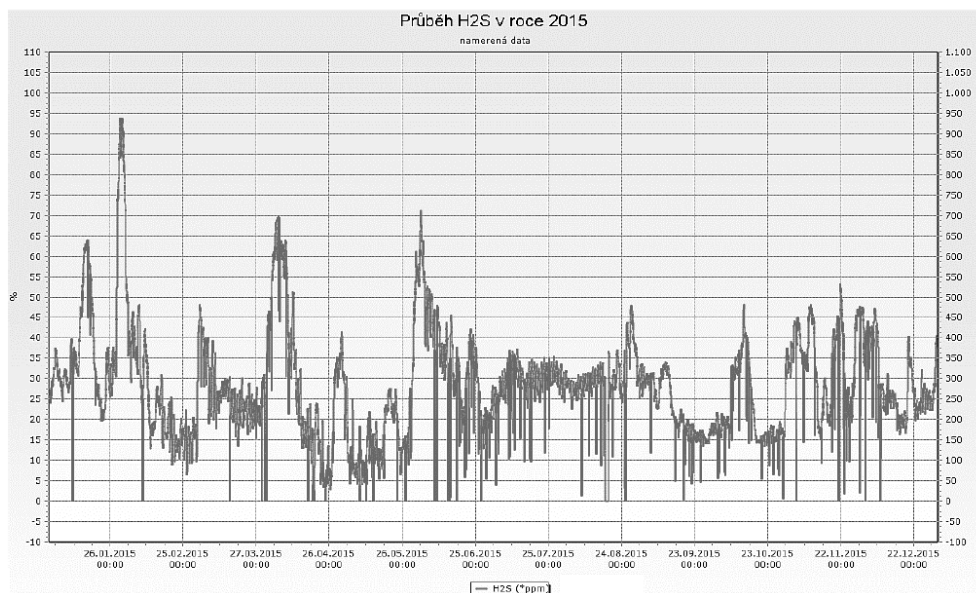
Jak můžeme vidět z uvedeného grafu, spotřeba fermentačních míchadel se v každém měsíci trochu lišila. Nejvíce v chodu byla míchadla v prosinci. V tomto měsíci byli všechny čtyři míchadla v chodu přesně 633,4 hodin. Z toho za měsíc prosinec vyšla spotřeba všech míchadel na 15 835 kilowattu. Nejnižší chod míchadel vyšlo na měsíc červen, zde byli míchadla v chodu jen 307,1 hodin. Tím pádem byla i nižší spotřeba míchadel pouze 7 678 kilowattu. Doba chodu míchadel je závislá na momentální situaci vyhnílého substrátu ve fermentoru, záleží také na ročním období, teplotě a kvalitě vstupního materiálu. Musíme počítat i s možností náhle poruchy bioplynové stanice nebo pravidelné údržby. V takových situacích se chod míchadel může i na nějakou dobu přerušit. Celkem za celý rok jsou míchadla v chodu přesně 5 961,4 hodin a jejich roční spotřeba činí 149 035 kilowatt.

### Odsíření

Přivedení množství vzduchu závisí na obsahu sirovodíku ve fermentoru. Při stoupajícím obsahu sirovodíků se přívod vzduchu zvýší, při snižujícím se přívod vzduchu redukuje. Obsah kyslíku v bioplynu se měří a zobrazuje. Obsah kyslíku by měl být maximálně do 1 % objemu ve fermentoru. V žádném případě nesmí překročit obsah kyslíku 6 % objemu, nebezpečí exploze.

Na povrchu ve fermentační jednotce, zejména v plovoucí vrstvě se usazuje síra, která se dá rozeznat jako bílo žlutý povlak.

Obrázek 12: Celkový průběh H<sub>2</sub>S v BPS Klučenice za rok 2015



Zdroj: Energetik BPS Klučenice

Pokud se používají nekvalitní vstupní suroviny, vzniká nám zásadní problém při produkci kvalitního bioplynu, především na koncentraci sirovodíku. Jak už víme, tak sirovodík je v bioplynu nežádoucí, způsobuje nám technické problémy při využití cílového bioplynu. Musíme klást důraz na pečlivou obsluhu, která se stará o provoz bioplynové stanice. Sirovodík poškozují kogenerační jednotku a snižuje její životnost. Pokud jsou hodnoty sirovodíku v bioplynu větší, je nutné zkrácení intervalu výměny oleje. Tím budeme šetrnější na kogenerační jednotku a její životnost by se neměla při pravidelné údržbě se snižovat.

Vyšším hodnotám sirovodíku se dá zabránit, ale vyžaduje to daleko více finančních nákladů. Vždy záleží na kvalitě vstupní biomasy, rozhodně by se nevyplatilo nevyužívat naši vypěstovanou biomasu a dokupovat ji někde jinde. Značně bychom zvýšili náklady na výrobu bioplynu. Jestliže nám nastane situace, že vstupní suroviny nejsou tak kvalitní, budeme se soustředit na pravidelnou kontrolu a výměnu oleje v kogenerační jednotce.

### Ochrana proti přetlaku a podtlaku

Dále je v plynové místnosti fermentační nádrže připojena pojistka podtlaku a přetlaku, která zajišťuje aby ve fermentační nádrži nenastal podtlak nebo přetlak.

Ochrana proti přetlaku a podtlaku je uzavírací blokační kapalinový zámek. Jestli se mění tlak ve fermentační jednotce, mění se také stavy hladiny v prstencovém tělese a ve výfukovém potrubí. Pokud není ve fermentační jednotce žádný tlak, jsou stavy hladiny na stejné výši.

Pokud stoupá tlak ve fermentační jednotce, mění se stavy kapaliny v prstencovém tělese a ve výfukovém potrubí. Přebytečná kapalina v ochraně proti přetlaku nebo podtlaku odtéká při stoupajícím tlaku přes přepouštěcí trubičky. Inicializační tlak ochrany proti přetlaku se pohybuje kolem 3 mbar. U podtlaku se jedná o -1 mbar.

### **Recirkulační šachta**

Pro namíchání vyhnívacího substrátu v míchací nádrži je potřebná hnilobná suspence z recirkulační šachty.

Recirkulační šachta se plní prostřednictvím separátního přepadového vedení, které je ponořeno do fermentační jednotky. K vyrovnání tlaku je recirkulační šachta napojena nad kapalinou s plovoucím plynovým potrubím s uzavírací klapkou na plynový prostor fermentační jednotky. Vyhnívající suspence je přiváděna do míchací nádrže přes čerpadlo substrátu.

### **Separace**

Substrát je čerpadlem dopraven z šachty recirkulátu do jímky a následně do separátoru. Po oddělení fázi na pevnou a kapalnou složku je kapalná fáze dopravena volným přepadem do nádrže fugátu. Pevná fáze propadne na dno, kde se shromažďuje a poté je dále využívána. Zpravidla je pro namíchání kvasného substrátu v míchací nádrži použita kapalná fáze (fugát).

### **4.3.3 Funkce provozní jednotky 3 – kondenzační linka**

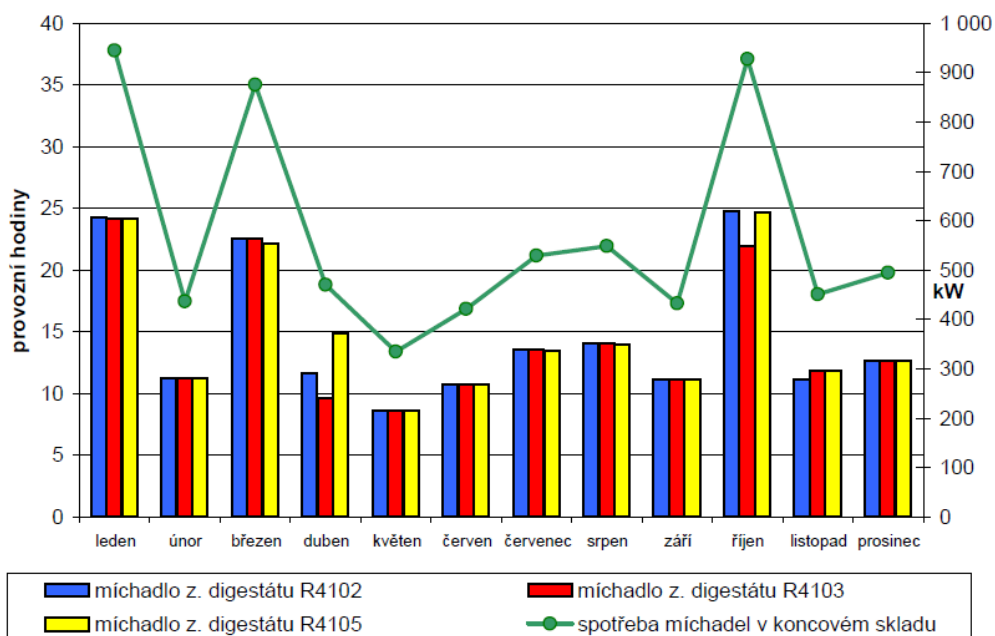
Bioplyn z fermentační jednotky je teplý a vlhký. Zhodnocení bioplynu vyžaduje, aby byl plyn ochlazen a zbaven vlhkosti, protože vlhkost škodí plynovému spalovacímu motoru. Bioplyn je veden do země a plynové vedení přes potrubí, uložené v zemi způsobuje snížení teploty plynu, čímž se zkondenzuje vlhkost.

### **4.3.4 Funkce provozní jednotky 4 – ukládání zbytků**

Pro uložení vznikajících zbytků kvašení je určen zásobník na zbytky kvašení (digestát). Konečný sklad je kulatá nádrž vyrobená z železobetonových dílců. Uvnitř

koncového prostoru jsou vestavěna míchací zařízení typu R4102, R4103 a R105. Na zásobníku na zbytky kvašení je instalovaná odběrná stanice pro zbytky kvašení. Zbytky kvašení mohou být rovněž odčerpány čerpadlem do nádrže v místě stavby. Konečný sklad je přikryt pevně vestavěnou střechou z tkaninou vyztužené plachty.

Graf 3: Přehled provozní doby jednotlivých míchadel v koncovém skladu za rok 2015



Zdroj: Vlastní zdroj

Z grafu a poskytnutých dat je naprosto zřejmé, že koncový sklad má daleko menší dobu chodu míchadel a spotřebu míchadel než míchadla ve fermentoru. Má to svoje opodstatnění, fermentační nádrž je daleko více pracovním zatížena oproti koncovému skladu, který není tak ve vysokém pracovním režimu. V průměru běží míchadla v koncovém skladu za měsíc okolo 14 až 15 hodin. Ve fermentační nádrži běží míchadla v průměru kolem 122 až 128 hodin za měsíc. Celková doba míchadel v koncovém skladu činí 528,5 hodin za rok. K tomu celková spotřeba míchadel v koncovém skladu je 6 781 kilowatt za rok.

#### 4.3.5 Funkce provozní jednotky 5 – využití plynu

V provozní jednotce 5 jsou instalovány přístroje pro využití plynu. Pro použití plynu se se předpokládá blokový motor (kogenerační jednotka) – uvedený jako plynový motor s generátorem. Využití bioplynu v kogenerační jednotce vyžaduje zvýšení tlaku plynu pomocí plynového kompresoru. Čerpací výkon plynového kompresoru je regulován. Kogenerační jednotka, jakož i plynový kompresor jsou instalovány uvnitř

technické budovy. Tlumení emisí hluku kogenerační jednotky vyžaduje umístění kogenerační jednotky v hlukově izolované kabině.

V kogenerační jednotce se bioplyn spaluje a pomocí generátorů mění na elektrickou energii. Přiváděný vzduch ke spalování se přivádí zvnějšku přes přivodní ventilátor.

Vzniklé teplo se použije k vyhřívání fermentační jednotky. Navíc lze použít teplo z kogenerační jednotky, které je k dispozici k vyhřívacím účelům. Nadbytečné teplo se odvádí přes nouzový chladič.

### **Plynová pochodeň**

Plynová pochodeň se umístí s bezpečnostním odstupem nejméně 5,0 metrů od dalších staveb. Plynová pochodeň slouží k bezpečnému spalování nadbytečného nebo nepoužitého bioplynu.

Plynová pochodeň je vyžádána tlakem plynu v plynové bublině fermentační jednotky. Zapne se automaticky při dosažení maximálního tlaku, který musí být stanoven ovládáním. Tlakovým řízením a kontrolou plamene se zaručí bezpečný provoz zařízení.

### **4.3.6 Funkce provozní jednotky 7**

V prostoru skříňového rozvaděče je ustaven skříňový rozvaděč zařízení a PC s vizualizací. Skříňový rozvaděč zařízení je proveden s hlavním spínačem a nouzovým vypínačem pro zařízení.

Prostřednictvím vizualizace se navolí režimy provozu, manuální provoz nebo automatický provoz. Zobrazí se provozní stavy, zaznamenají data a zaprotokolují se. Pohony je možné prostřednictvím obrazovky zapnout a vypnout.

## **4.4 Roční spotřeba rostlinné a živočišné složky**

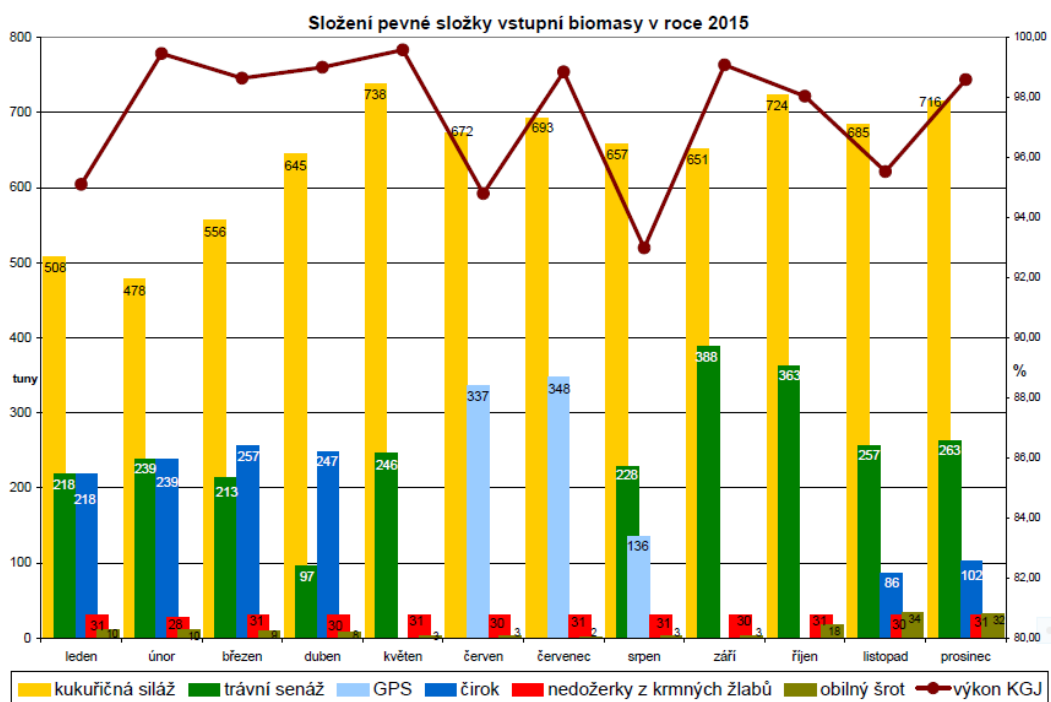
Měsíční příjem a přísun rostlinné a živočišné složky se v bioplynových stanicích hodně liší, záleží na mnoho faktorech. Je důležité, jestli máme v daném podniku živočišnou výrobu, která nám produkuje hlavní složku do bioplynové stanice a to kejdu hovězí nebo vepřovou.

Další podstatnou složkou vsádky do bioplynové stanice je rostlinná výroba. Záleží nám na druhu dané plodiny a hlavně na množství. Podle posledních průzkumů

bylo zjištěno, že nejvíce využívanou pevnou složkou je kukuřičná siláž, travní senáž a čirok. Z živočišné výroby se jedná o kejdu, která má nenahraditelný podíl v příjmu do bioplynové stanice.

Bioplynová stanice Klučenice ročně spotřebuje 21 666 750 kg hovězí kejdy. Díky dostatečnému počtu chovu skotu nemá zemědělský podnik problém dodávat takové množství do bioplynové stanice. Dále spotřebuje 12 569 122 kg pevné rostlinné složky a 136 875 obilného šrotu.

Graf 4: Měsíční přísun pevné složky za rok 2015



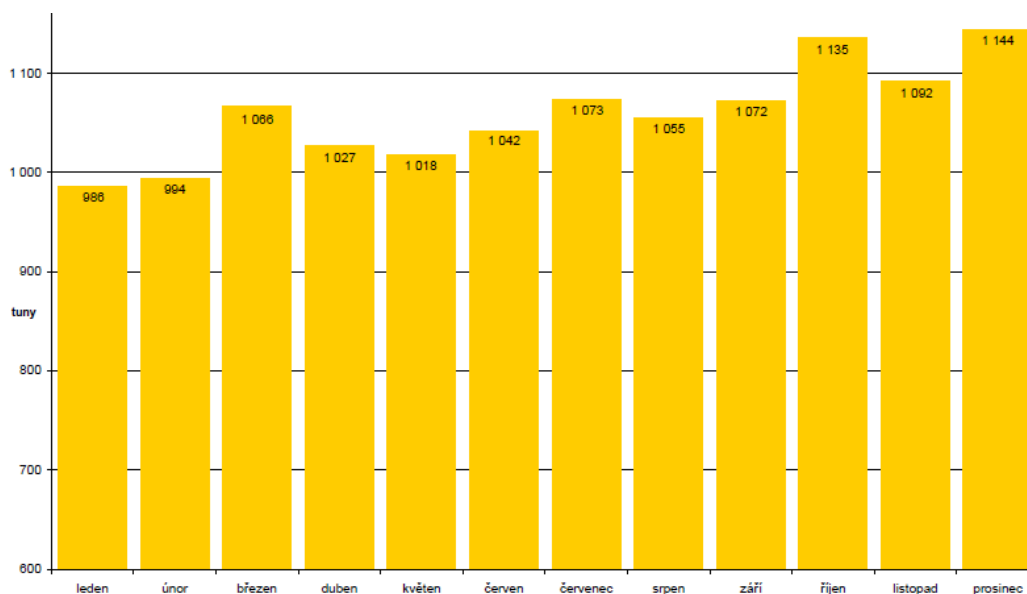
Zdroj: Vlastní práce

Z daného grafu je zřejmé, že hlavní plodinou do bioplynové stanice v Klučenicích je kukuřičná siláž. Jedná se především o primární vstupní surovinu do zemědělských bioplynových stanic.

Při výběru energetických plodin je nutné vybrat vhodné odrůdy. Zemědělský podnik Klučenice spolupracuje s firmou KWS. Tato firma v současné době nabízí kolem 11 druhů kukuřičných hybridů vhodných na výrobu bioplynu.

Zemědělský podnik Klučenice využívá ranou odrůdu Figorinio. Výhodou této odrůdy je vysoká velikost a mohutné olistění. Dává nám jistotu siláže pro bioplynové stanice.

Graf 5: Celková pevná složka vstupní biomasy



Zdroj: Vlastní práce

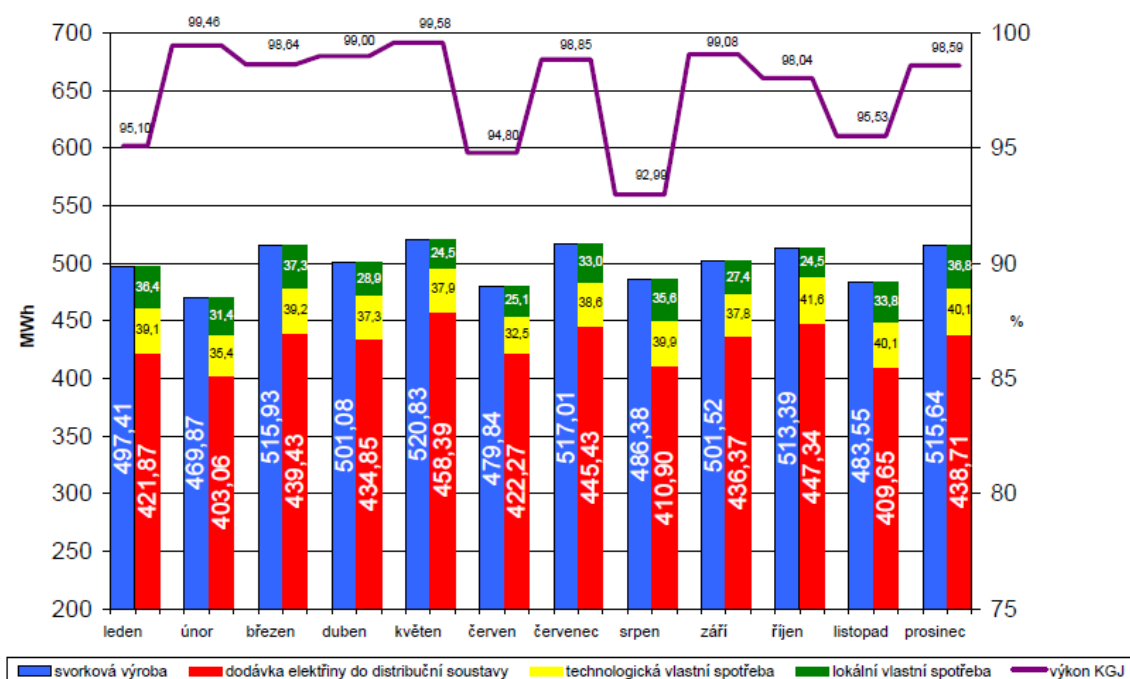
## 4.5 Přehled výroby elektrické energie v BPS Klučence

Tabulka 5: Celková produkce elektrické energie za rok 2015

Název BPS Klučence		2015		celková vlastní spotřeba		technologická spotřeba BPS		lokální spotřeba areál		průměrný výkon agregátu
měsíc	svorková výroba	dodávka elektřiny do distribuční soustavy							%	
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%		
leden	<b>497,410</b>	<b>421,873</b>	<b>75,537</b>	<i>15,19</i>	<b>39,146</b>	<i>7,87</i>	<b>36,391</b>	<i>7,32</i>	<b>95,10</b>	
únor	<b>469,870</b>	<b>403,062</b>	<b>66,808</b>	<i>14,22</i>	<b>35,376</b>	<i>7,53</i>	<b>31,432</b>	<i>6,69</i>	<b>99,46</b>	
březen	<b>515,930</b>	<b>439,432</b>	<b>76,498</b>	<i>14,83</i>	<b>39,239</b>	<i>7,61</i>	<b>37,259</b>	<i>7,22</i>	<b>98,64</b>	
duben	<b>501,080</b>	<b>434,848</b>	<b>66,232</b>	<i>13,22</i>	<b>37,327</b>	<i>7,45</i>	<b>28,905</b>	<i>5,77</i>	<b>99,00</b>	
květen	<b>520,830</b>	<b>458,385</b>	<b>62,445</b>	<i>11,99</i>	<b>37,916</b>	<i>7,28</i>	<b>24,529</b>	<i>4,71</i>	<b>99,58</b>	
červen	<b>479,840</b>	<b>422,266</b>	<b>57,574</b>	<i>12,00</i>	<b>32,456</b>	<i>6,76</i>	<b>25,118</b>	<i>5,23</i>	<b>94,80</b>	
červenec	<b>517,010</b>	<b>445,434</b>	<b>71,576</b>	<i>13,84</i>	<b>38,562</b>	<i>7,46</i>	<b>33,014</b>	<i>6,39</i>	<b>98,85</b>	
srpen	<b>486,380</b>	<b>410,897</b>	<b>75,483</b>	<i>15,52</i>	<b>39,871</b>	<i>8,20</i>	<b>35,612</b>	<i>7,32</i>	<b>92,99</b>	
září	<b>501,520</b>	<b>436,366</b>	<b>65,154</b>	<i>12,99</i>	<b>37,789</b>	<i>7,53</i>	<b>27,365</b>	<i>5,46</i>	<b>99,08</b>	
říjen	<b>513,390</b>	<b>447,338</b>	<b>66,053</b>	<i>12,87</i>	<b>41,590</b>	<i>8,10</i>	<b>24,463</b>	<i>4,76</i>	<b>98,04</b>	
listopad	<b>483,550</b>	<b>409,650</b>	<b>73,900</b>	<i>15,28</i>	<b>40,073</b>	<i>8,29</i>	<b>33,827</b>	<i>7,00</i>	<b>95,53</b>	
prosinec	<b>515,640</b>	<b>438,705</b>	<b>76,935</b>	<i>14,92</i>	<b>40,119</b>	<i>7,78</i>	<b>36,816</b>	<i>7,14</i>	<b>98,59</b>	

Zdroj: Vlastní práce

Graf 6: Přehled výroby a využití elektrické energie v roce 2015



Zdroj: Vlastní práce

Podle poskytnutých a vypočítaných dat od hlavního energetika bioplynové stanice Klučenice je viditelné, že daná bioplynová stanice vyrobí za rok 2015 celkem 6002, 450 MWh. Průměrný výkon kogenerační jednotky činí celkem 97,47 %, daná čísla nám ukazují velkou efektivnost celé výrobní jednotky bioplynové stanice.

Jestliže se podíváme na tabulku o přehledu výroby za rok 2015. Zjistíme, že dodávka do distribuční soustavy činí za daný rok celkem 5168,256 MWh. Někdo by mohl mít otázku, proč do distribuční soustavy nejde celá vyrobená část 6002,450 MWh, ale pouze 5168,256 MWh, odpověď je jednoduchá. Musíme brát na vědomí, že pokud vyrobíme určité množství elektrické energie, tak určitá část elektrické energie z tohoto množství musí spadnout do celkové vlastní spotřeby bioplynové stanice Klučenice, kam spadá technologická spotřeba bioplynové stanice a lokální spotřeba.

Technologická spotřeba bioplynové stanice ubere o 7,65 % v průměru z celkové (svorkové výroby). Lokální spotřeba (areál) vyjde v průměru za rok na 6,24%. To znamená, že na celkovou vlastní spotřebu spadá v průměru pouze 13,90%.



## 4.6 Doba chodu kogenerační jednotky v BPS Klučnice

V bioplynové stanici Klučnice se ze zásobního plynojemu odvádí bioplyn do kogenerační jednotky, využívá se kogenerační jednotka značky GE JENBACHER s výkonem 703 kilowatt. V plynovém motoru, který je speciálně vyroben se spaluje vyrobený bioplyn. Motor je poháněn pomocí hřídele generátoru, ve kterém se vyrábí elektrický proud a přes síťové řízení se rozvádí do veřejné sítě. Daný agregát v bioplynové stanici Klučnice je vybavený tak, že splňuje veškeré technické požadavky podle daných norem (emise, odpadní plyny). Motor musí být situován ve speciálně upravené zvukotěsné kabině. Výkon a chod motoru je možné kontrolovat na monitoru umístěném vně na zvukotěsné kabině. Kogenerační jednotka je umístěná v technické budově.

Chod kogenerační jednotky je velice vysoký, což je pro bioplynovou stanici velice důležité. Pokud je jednotka v chodu přináší do zemědělského podniku peníze.

Tabulka 6: Doba chodu kogenerační jednotky

měsíc	doba chodu KGJ		počet dní	denní průměr chodu KGJ
	min.	hod.		
leden	44 222	737,03	31	<b>23 hod. 47 min.</b> / den
únor	40 103	668,38	28	<b>23 hod. 52 min.</b> / den
březen	44 053	734,22	31	<b>23 hod. 41 min.</b> / den
duben	42 931	715,52	30	<b>23 hod. 51 min.</b> / den
květen	44 404	740,07	31	<b>23 hod. 52 min.</b> / den
červen	41 248	687,47	30	<b>22 hod. 55 min.</b> / den
červenec	44 178	736,30	31	<b>23 hod. 45 min.</b> / den
srpen	41 700	695,00	31	<b>22 hod. 25 min.</b> / den
září	42 856	714,27	30	<b>23 hod. 49 min.</b> / den
říjen	44 244	737,40	31	<b>23 hod. 47 min.</b> / den
listopad	42 189	703,15	30	<b>23 hod. 26 min.</b> / den
prosinec	44 176	736,27	31	<b>23 hod. 45 min.</b> / den

Zdroj: Vlastní práce

V průměru za rok 2015 je kogenerační jednotka v chodu 23 hodin a 35 minut za den. Kogenerační jednotka je nedílnou součástí celé bioplynové stanice, jelikož její efektivní provoz je primární pro ekonomické využívání celého projektu.

Pro efektivní finanční provoz bioplynové stanice je důležité, aby kogenerační jednotky měly ty nejlepší technické parametry, kam patří v první řadě elektrická účinnost.

## 4.7 Příjmy z vyrobené elektřiny za rok 2015

Tabulka 7: Příjmy BPS Klučenice z vyrobené elektřiny

Příjmy z vyrobené elektřiny		Výše zeleného ročního bonusu dle cenového rozhodnutí ERÚ :				3 270 Kč/MWh	
rok	2015	Výše sjednané ceny za silovou elektřinu s Erste Energy Services :				910 Kč/MWh	
měsíc	Zelený bonus - roční (státní podpora na výrobu elektřiny z OZE)				dodávka silové elektřiny obchodníkov		Celkový příjem (Kč)
	dodávka elektřiny do distribuční soustavy (MWh)	lokální spotřeba areál (MWh)	Celkové množství el. energie, na které je nárokována podpora (MWh)	Celkem za množství (Kč)	dodávka elektřiny do distribuční soustavy (MWh)	Celkem za množství (Kč)	
leden	421,873	36,391	458,264	1 498 523	421,873	383 904	1 882 428
únor	403,062	31,432	434,494	1 420 795	403,062	366 786	1 787 582
březen	439,432	37,259	476,691	1 558 780	439,432	399 883	1 958 663
duben	434,848	28,905	463,753	1 516 472	434,848	395 712	1 912 184
květen	458,385	24,529	482,914	1 579 129	458,385	417 130	1 996 259
červen	422,266	25,118	447,384	1 462 946	422,266	384 262	1 847 208
červenec	445,434	33,014	478,448	1 564 525	445,434	405 345	1 969 870
srpen	410,897	35,612	446,509	1 460 084	410,897	373 916	1 834 001
září	436,366	27,365	463,731	1 516 400	436,366	397 093	1 913 493
říjen	447,338	24,463	471,801	1 542 789	447,338	407 078	1 949 867
listopad	409,650	33,827	443,477	1 450 170	409,650	372 782	1 822 951
prosinec	438,705	36,816	475,521	1 554 954	438,705	399 222	1 954 175
<b>celkem</b>	<b>5 168,256</b>	<b>374,731</b>	<b>5 542,987</b>	<b>18 125 567</b>	<b>4 703 113</b>	<b>22 828 680</b>	

Zdroj: Vlastní práce

Podle vypracované tabulky je viditelné, jaké jsou finanční příjmy z bioplynové stanice Klučenice za rok 2015. Bioplynová stanice získává peníze ze dvou forem.

První forma je dotace od státu neboli takzvaně zelený bonus. Tento bonus je pro bioplynovou stanici velice důležitý, jelikož přináší nejvíce financí do zemědělského podniku. Ztráta této podpory od státu by přinesla velice výrazné ekonomické problémy. Hodnota zeleného bonusu je 3,27 Kč/MWh. Zelená podpora se vztahuje na celkovou vyrobenou dodávku elektřiny do distribuční soustavy. Do tohoto bonusu spadá i lokální spotřeba (areál). Díky této roční státní podpoře získala bioplynová stanice Klučenice za rok 2015 celkem 18 125 567 mil.

Druhá forma získání peněžních prostředků je odprodej vyrobené elektřiny. Důležitým faktorem je výše sjednané ceny s distributorem Erste Energy. Hodnota vyjednané ceny činí 0,910 Kč/MWh. Tato cena se vztahuje na celkovou vyrobenou dodávku elektřiny do distribuční soustavy. Za dodávku silové elektřiny k obchodníkovi získá bioplynová stanice za rok 2015 celkem 4 703 113 mil. To znamená, že za rok 2015 získá bioplynová stanice celkem 22 828 680 mil.

Zde můžeme názorně vidět jak důležitá je státní podpora, která poskytne skoro pětinasobně více peněz než obchodníci z distribuční soustavy. Pokud by státní podpora byla státem zrušena, mělo by to velice drtivý dopad na bioplynové stanice.

## **4.8 Ekonomický hledisko v BPS Klučenice**

Podle dané problematiky víme, že zemědělské bioplynové stanice, jsou takové stanice, které zpracovávají materiály rostlinného nebo statkového charakteru. Na zemědělských bioplynových stanicích lze zpracovávat tyto materiály: živočišné suroviny, rostlinné suroviny a pěstovaná biomasa.

Díky tomu, že zemědělský podnik Klučenice zpracovává všechny tři dané materiály, nemá tak vysoké náklady na provoz bioplynové stanice. Toto je velice důležitý aspekt, jelikož tato výhoda ušetří spoustu finančních prostředků. Zemědělský podnik Klučenice nemusí utrácet za nákup hovězí kejdy, rostlinné suroviny a pěstovanou biomasu.

Ekonomický pohled na bezproblémový a rentabilní chod bioplynové stanice Klučenice je ovlivněn několika faktory. Jsou to určité technologické operace, které se navzájem prolínají a tím ovlivňují celý provoz dané problematiky. Do těchto technologických procesů spadá především složení vstupních surovin s ohledem na optimální fermentační proces, který vyžaduje správnou teplotu při chemických procesech. Cílem je dosažení největší výtěžnosti bioplynu.

Z energetického sektoru je pro bioplynovou stanici Klučenice hlavní vystupující složkou výroba elektřiny a tepla. Jak už víme z předchozích výpočtů, část vyrobené elektřiny se spotřebuje pro vlastní spotřebu a zbytek (převážná část) je následně nabízena do distribučních sítí.

Ekonomika finálního projektu bioplynové stanice Klučenice je závislá na dvou faktorech a to nákladech a výnosech. Náklady bioplynové stanice se odvíjí od mnoha

faktorů (lokalita, zpracovávaný substrát, dostupná infrastruktura a další). Podle daných propočtů bylo zjištěno, že optimální výstavba bioplynové stanice by měla být nejméně o instalovaném výkonu 400 a více kilowatt. Provozní náklady bioplynové stanice Klučenice tvoří servis a údržba kogenerační jednotky, servis a údržba technologických zařízení (míchadla, čerpadla, drtiče, dopravníkové pásy, dávkovače substrátu). Dále musíme zahrnout také mzdu obsluhy a náklady na výrobu kukuřičné siláže a jiných energetických plodin.

Výnosy z bioplynové stanice Klučenice tvoří zejména výroba elektrické energie a případná část prodaného tepla. Peněžní prostředky z vyrobené elektrické energie jsou velmi závislé na roční dotaci od státu (zelený bonus) a hodnota ceny elektřiny, která putuje do sítě distributorům.

Hlavní energetik bioplynové stanice Klučenice tvrdí, že za daných podmínek, které zemědělské družstvo Klučenice má, je výstavba a provoz bioplynové stanice ekonomicky rentabilní. Na druhou stranu také avizoval, že vše se odvíjí od toho, jakým směrem bude nadále stát zemědělské bioplynové stanice podporovat. Výhodné fungování zemědělské bioplynové stanice se bez dotační podpory od státu momentálně neobejde.

Obrázek 13: BPS v zemědělském podniku Klučenice



Zdroj: Vlastní práce

## 5. Závěr

Jak už jsem se zmínil v předchozích kapitolách, výstavba bioplynových stanic může do zemědělských družstev přinést velkou finanční jistotu, samozřejmě jsou situace, kdy v určitém zemědělském podniku nesplní bioplynová stanice takové očekávání. To už ale není problém týkající se technologie bioplynové stanice, ale spíše problém v managementu a řízení v rámci celého zemědělského podniku.

V této práci jsem zhodnotil bioplynovou stanici v obci Klučenice. Jelikož v této obci trávím skoro veškerý čas, jsem schopen si na to udělat svůj subjektivní názor. Slyšel jsem mnoho názorů, ale jedno vím určitě, díky výstavbě bioplynové stanice Klučenice dokázal zemědělský podnik přečkat i těžké časy, kdy výkupní ceny mléka byly na minimální úrovni. Předseda zemědělského družstva se po společné diskuzi semnou netajil tím, že je velice rád, že se do tohoto projektu v letech 2008 až 2009 zapojili, zároveň také řekl, že díky bioplynové stanici nemusí redukovat pracovní pozice.

Všichni obyvatelé vesnice Klučenice nemají problém s tím, že tu je bioplynová stanice. Uvědomují si, že bioplynová stanice pomáhá zemědělskému podniku v jeho podnikatelské činnosti. Zemědělský podnik zaměstnává okolo 60 obyvatel z Klučenic a především také pomáhá rozvoji obce. Díky odpadnímu teplu vytápí bioplynová stanice nejdůležitější objekty v obci: obecní úřad, základní a mateřskou školu, jídelnu, tělocvičnu, bytovku apod.

Dokonce už je vyhotoven projekt na vytápění bytových jednotek pomocí výměníků a vedeného teplovodu. Každý obyvatel, pokud bude mít zájem, může využívat tepla z bioplynové stanice a tím ušetřit finance za uhlí nebo dřevo. Tato forma dalšího využívání bioplynové stanice by se měla naplno fungovat již od roku 2018.

Na závěr bych chtěl konstatovat, že bioplynová stanice přináší spoustu výhod do hospodaření podniků. Záleží také na dobré komunikaci mezi investorem a projekční firmou, která povede k nejlepší výrobě bioplynu a elektrické energie. Pak už jen záleží na samotném zemědělském podniku, jak bude spolupracovat s prodejci různých technologií týkajících se bioplynové stanice a jaká bude vůle hledat profesionální firmy.

## 6. Summary

It is necessary to look for options of more rational use of energy and find a way how to make the most of renewable energy. As we can see, there has been a huge increase in biogas stations in Czech Republic since 2010. The most used in our country are agricultural biogas stations. The feedstock into a biogas station is mainly manure, liquid manure, crop residues, corn silage, biomass from grasslands, energy crops etc.

This bachelor thesis summarizes the history and the basic characteristics of biomass where we are interested in the use of biomass for energy purposes. The thesis also includes the explanation of the history of production and use of biogas in the Czech Republic.

In the practical part I analyzed and explained the function of the biogas station Klučnice in the local agricultural establishment. In the thesis is explained how the biogas station was projected. Then I focused in detail on technical operations units, where I made comprehensive evaluations. I split the created operating units into 7 groups, subsequently described in detail and added tables and graphs. In the second phase of practical part I typified and described the annual consumption of vegetal and animal ingredients. Then I made a list of the total electricity production in the biogas station Klučnice and assessed its economic strength.

### **Key words**

Biogas plant, biogas stations, agricultural biogas stations, energy crops, biomass from grasslands.

## 7. Seznam použitých zdrojů

### Monografie:

Pastorek, Z., Kára, J., & Jevič, P. (2004). *Biomasa: obnovitelný zdroje energie*. Praha: FCC PUBLIC.

Nováček, P. (2011). *Udržitelný rozvoj* (2. vyd.). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Veinert, M. (2006). *Zemědělství 2005*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR.

Straka, F., & Dohányos, M. (2006). *Bioplyn: [příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů]* (2., rozš. a dopl. vyd.). Praha [i.e. Říčany u Prahy]: GAS

Hons, P. (1989). *Výroba a možnosti efektivního využití bioplynu v ČSSR*. Praha: Česká pojišťovna.

II. mezinárodní konference *Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi*: Náměšť nad Oslavou, 25.-26.4.2006. (2006). II. mezinárodní konference *Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi*: Náměšť nad Oslavou, 25.-26.4.2006. Náměšť nad Oslavou: ZERA.

Schulz, H., & Eder, B. (2004). *Bioplyn v praxi: teorie - projektování - stavba zařízení - příklady*. Ostrava: HEL.

Brandejsová, E., & Příbyla, Z. (2009). *Bioplynové stanice: (zásady zřizování a provozu plynového hospodářství)*. Praha: GAS.

Pastorek, Z., & Wolff, J. (1992). *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Altmann, V., Vaculík, P., & Mimra, M. (2010). *Technika pro zpracování komunálního odpadu: vědecká monografie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

### Elektronické zdroje:

Biom: *Možnosti a využití bioplynu v ČR* [online]. [cit. 2016-12-09]. Available from: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>

Tzb-info: *Biomasa* [online]. [cit. 2016-12-09]. Available from: <http://oze.tzb-info.cz/biomasa/5902-historie-a-perspektivy-oze-biomasa-i>

Biom: *Bioplyn z odpadu živočišné výroby* [online]. [cit. 2016-12-09]. Available from: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-z-odpadu-zivocisne-vyroby>

Bioplyn.schaumann: *Výroba vznik bioplynu* [online]. [cit. 2016-12-10]. Available from: <http://bioplyn.schaumann.cz/vyroba/vznik-bioplynu/>

Tenza: *Energetické stavby, bioplynové stanice* [online]. [cit. 2016-12-10]. Available from: <http://www.tenza.cz/cz/aktivita/energetika/energeticke-stavby/bioplynove-stanice/>

Biom: *Centralizované bioplynové stanice Bella Vita* [online]. [cit. 2016-12-10]. Available from: <http://biom.cz/cz/obrazek/schema-centralizovane-bioplynove-stanice-studsgaard-dansko>

Biom: *Problematika zápachu na bioplynových stanicích* [online]. [cit. 2016-12-11]. Available from: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/problematika-zapachu-na-bioplynovych-stanicich>

Czba. *Mapa bioplynových stanic* [online]. [cit. 2016-12-11]. Available from: <http://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic/>

Biom: *Produkty a služby bioplynové stanice* [online]. [cit. 2016-12-11]. Available from: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynove-stanice>.

Biom: *Horizontální reaktor* [online]. [cit. 2016-12-18]. Available from: <http://biom.cz/cz/obrazek/horizontalni-reaktor/>

Biom: *Vertikální reaktor pojištění* [online]. [cit. 2016-12-18]. Available from: <http://biom.cz/cz/obrazek/vertikalni-reaktor/>

Biom: *bioplyn z odpadu živočišné výroby* [online]. [cit. 2016-12-18]. Available from: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-z-odpadu-zivocisne-vyroby>

lfu.bayern: *Bioplyn manual Bayern* [online]. [cit. 2016-12-28]. Available from: <http://www.lfu.bayern.de/energie/biogashandbuch/index.htm>



## Seznam schémat, tabulek a grafů

### Seznam obrázků:

Obrázek 1: Průběh čtyřfázové anaerobní fermentace .....	18
Obrázek 2: Anaerobní digesce (mokrý proces), fáze tvorby bioplynu .....	19
Obrázek 3: Zjednodušené schéma bioplynové stanice .....	20
Obrázek 4: Schéma centralizované bioplynové stanice, Studsgaard - Dánsko .....	21
Obrázek 5: Mapa bioplynových stanic v ČR .....	23
Obrázek 6: Schéma horizontálního reaktoru.....	25
Obrázek 7: Vertikální reaktor .....	26
Obrázek 8: Ukázka membránového plynometru .....	29
Obrázek 9: Bioplynová stanice Klučenice .....	35
Obrázek 10: Výstavba BPS Klučenice – rok 2010 .....	36
Obrázek 11: Grafická vizualizace BPS Klučenice .....	37
Obrázek 12: Celkový průběh H <sub>2</sub> S v BPS Klučenice za rok 2015 .....	42
Obrázek 13: BPS v zemědělském podniku Klučenice .....	52

### Seznam tabulek:

Tabulka 1: Zdroje energeticky využitelné biomasy .....	11
Tabulka 2: Složení bioplynu .....	13
Tabulka 3: Obsah sulfanu v bioplynu z různých odpadů.....	14
Tabulka 4: Celkové výměry jednotlivých plodin.....	33
Tabulka 5: Celková produkce elektrické energie za rok 2015.....	47
Tabulka 6: Doba chodu kogenerační jednotky .....	49
Tabulka 7: Příjmy BPS Klučenice z vyrobené elektřiny .....	50

### Seznam grafů:

Graf 1: Znázornění pevné složky vstupní biomasy .....	39
Graf 2: Přehled provozní doby jednotlivých míchadel ve fermentoru za rok 2015 .....	41
Graf 3: Přehled provozní doby jednotlivých míchadel v koncovém skladu za rok 2015.....	44

Graf 4: Měsíční přísun pevné složky za rok 2015 .....	46
Graf 5: Celková pevná složka vstupní biomasy .....	47
Graf 6: Přehled výroby a využití elektrické energie v roce 2015.....	48

# Seznam příloh

## Příloha 1: seznam zkratk

BPS: Bioplynová stanice

ČOV: Čistička odpadních vod

ERÚ: Energetický regulační úřad

PC: Počítač

KGJ: Kogenerační jednotka

GPS: Obilniny sklizené ve formě siláží na bioplyn

## Příloha 2: Celkový protokol bioplynové stanice Klučenice za rok 2015

Měsíc	Množství plynu (m <sup>3</sup> )	Vyrobená energie (kWh)	Doba chodu KGJ (min)	Kejda (kg)	Recirkulát (kg)	Voda (kg)	Šrot (kg)	Pevná složka vstupní biomasy (kg)	Effluent (kg)	Celkem (kg)	Výkon (%)
-------	----------------------------------	------------------------	----------------------	------------	-----------------	-----------	-----------	-----------------------------------	---------------	-------------	-----------

**2015**

Leden	242 051	497 410	44 222	2 212 712	1 157 882	0	10 439	975 659	748 188	5 104 880	95,10
Únor	227 116	469 870	40 103	1 500 720	1 381 251	0	11 553	983 462	935 338	4 812 324	99,46
Březen	251 559	515 930	44 053	1 756 672	1 441 939	0	9 121	1 057 130	1 014 617	5 279 479	98,64
Duben	247 757	501 080	42 931	1 729 918	1 432 550	0	7 676	1 018 990	964 955	5 154 089	99,00
Květen	258 330	520 830	44 404	1 645 785	1 497 556	0	3 330	1 014 973	1 006 041	5 167 685	99,58
Červen	245 364	479 840	41 248	1 747 471	1 487 858	0	2 911	1 038 769	1 033 152	5 310 161	94,80
Červenec	271 867	517 010	44 178	1 785 128	1 538 330	0	1 665	1 071 497	1 060 884	5 457 504	98,85
Srpen	256 506	486 380	41 700	1 883 665	1 595 976	0	3 153	1 051 999	838 325	5 373 118	92,99
Září	255 759	501 520	42 856	1 754 823	1 592 687	0	3 056	1 069 305	1 042 304	5 462 175	99,08
Říjen	255 507	513 390	44 244	1 805 530	1 601 632	0	18 098	1 117 340	1 104 407	5 647 007	98,04
Listopad	240 686	483 550	42 189	1 814 022	1 527 267	0	34 315	1 057 888	1 072 287	5 505 779	95,53
Prosinec	252 658	515 640	44 176	2 030 304	1 454 616	0	31 558	1 112 110	1 020 215	5 648 803	98,59

<b>PRŮMĚR</b>	250 430	500 204	43 025	1 805 563	1 475 795	0	11 406	1 047 427	986 726	5 326 917	97,47
<b>SUMA</b>	3 005 160	6 002 450	516 304	21 666 750	17 709 544	0	136 875	12 569 122	11 840 713	63 923 004	

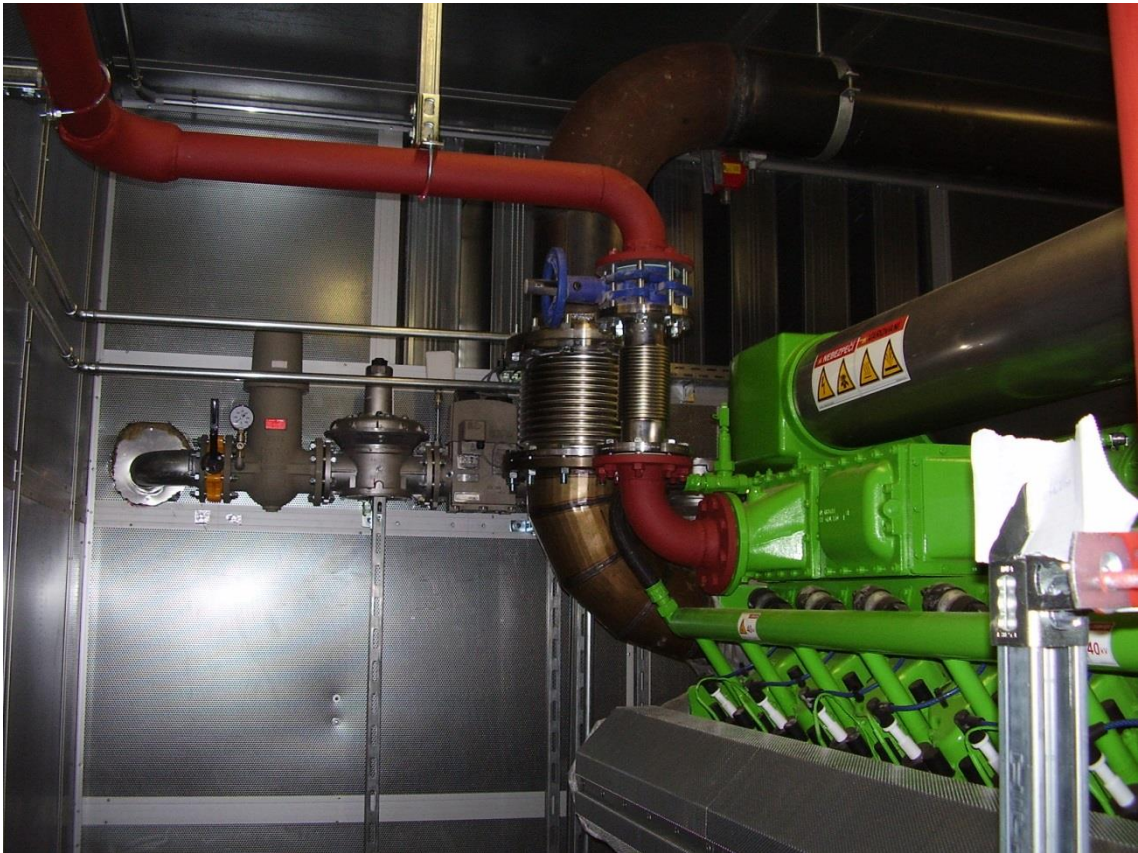
Zdroj: Energetik bioplynové stanice

### **Příloha 3: Technická budova bioplynové stanice Klučenice**



Zdroj: Vlastní práce

## Příloha 4: Kogenerační jednotka v BPS Klučnice



Zdroj: Vlastní práce