

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

1127313

**MOŽNOSTI RIEŠENIA ENERGETICKEJ  
SEBESTAČNOSTI POĽNOHOSPODÁRSKEHO PODNIKU**

**2010**

**Marek Šrank**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**MOŽNOSTI RIEŠENIA ENERGETICKEJ  
SEBESTAČNOSTI POĽNOHOSPODÁRSKEHO PODNIKU**

**Bakalárska práca**

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Dr. Ing. Juraj Maga
Konzultant:	

**Nitra, 2010**

**MAREK ŠRANK**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaný Marek Šrank vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Možnosti riešenia energetickej sebestačnosti poľnohospodárskeho podniku“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 3. mája 2010

Marek Šrank

## **Pod'akovanie**

Dovoľujem si touto cestou poďakovať vedúcemu mojej bakalárskej práce Dr. Ing. Jurajovi Magovi, za odborné vedenie, pomoc a pedagogický prístup pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

Moje poďakovanie patrí aj p. Jánovi Tóthovi, ktorý mi umožnil realizáciu mojej práce v Poľnohospodárskom družstve Ivanka pri Nitre.

### **Abstrakt (v štátnom jazyku)**

Bakalárska práca sa zaoberá možnosťami využitia biomasy v poľnohospodárskom podniku Ivanka pri Nitre. Zo zistených vlastných nákladov poľnohospodárskeho podniku bolo navrhnuté spaľovanie slamy ako náhrada za zemný plyn, kde ročný zisk v cene paliva predstavoval 72 618,8 až 69 757 € a návratnosť spaľovaním slamy bola 1,2 roka. Ďalej bola navrhnutá výroba časti elektrickej energie v kogeneračnej jednotke, kde ročný zisk v cene elektrickej energie predstavoval 51 207,4 € a návratnosť kogeneračnej jednotky bola 6,5 roka.

**Kľúčové slová:** biomasa, bioplyn, kogeneračná jednotka

### **Abstrakt (v cudzom jazyku)**

Bachelor theses deals about possibilities of biomass use in agricultural concern Ivanka pri Nitre. Based on recognized equity costs of agricultural concern was suggested reeds burning method as substitute for natural gas, where Year combustible price profit was from 69 757 € up to 72 618,8 € and pay back period by using reeds burning method was 1,2 Years. Next suggestion was production of electric power in co-generating unit, where Year electric power price profit was 51 207,4 € and pay back period by using co-generating unit was 6,5 Years.

**Key words:** biomass, biogas, cogenerating unit

---

## Obsah

<b>Obsah.....</b>	<b>6</b>
<b>Zoznam skratiek a značiek.....</b>	<b>7</b>
<b>Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>1 Cieľ práce.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Metodika práce.....</b>	<b>10</b>
<b>3 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....</b>	<b>11</b>
3.1 Biomasa.....	11
3.2 Výhody využitia biomasy.....	11
3.3 Nevýhody využitia biomasy.....	12
3.4 Biomasa z hľadiska chemického zloženia.....	12
3.5 Delenie biomasy podľa zdroja vzniku.....	15
3.5.1 Poľnohospodárska biomasa.....	15
3.5.1.1 Poľnohospodárska biomasa na spaľovanie.....	16
3.5.1.2 Kvapalné palivá.....	18
3.5.1.3 Bioplyn.....	19
3.5.2 Lesná biomasa.....	20
3.5.3 Komunálna biomasa.....	21
3.5.4 Priemyselná biomasa.....	22
<b>4 Vlastná práca.....</b>	<b>24</b>
4.1 Spaľovanie slamy.....	24
4.2 Výroba elektrickej energie spracovaním exkrementov v BPS.....	25
4.3 Analýza využívania alternatívnych zdrojov energie vo výbranom poľnohospodárskom podniku.....	25
<b>5 Návrh na využitie poznatkov.....</b>	<b>30</b>
<b>Záver.....</b>	<b>31</b>
<b>Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>32</b>
<b>Prílohy.....</b>	<b>33</b>

---

---

## Zoznam skratiek a značiek

OZE	obnoviteľné zdroje energie
EÚ	Európska únia
SR	Slovenská republika
CO <sub>2</sub>	oxid uhličití
Cl	chlór
S	síra
hm	hmotnosť
TTP	trvalé trávnaté porasty
t	tona, jednotka hmotnosti
m <sup>3</sup>	meterkubický, jednotka objemu
ha	hektár, jednotka plochy
ŽV	živočíšna výroba
BPS	bioplynová stanica
BRO	biologicky rozložiteľný odpad
MW	megawatt, jednotka výkonu
kWh	kilowatthodina, jednotka energie
PJ	peta joule, jednotka práce
MERO	metylester repkového oleja
tj.	to je
ČSN P CEN/TS 14961.	predbežná česká technická norma
€	Euro

---

## Úvod

Rastúce ceny fosílnych palív, globálne otepľovanie, vyčerpávajúce sa energetické zdroje, politická nestabilita regiónov, v ktorých sa nachádzajú kľúčové náleziská ropy, zemného plynu a uránovej rudy a z toho vyplývajúca energetická závislosť – to všetko sú hrozby, ktoré koncom minulého storočia donútili Európsku Úniu postupne prehodnotiť jej energetickú politiku a zamerať sa na čistejšie, bezpečnejšie, udržateľnejšie a environmentálne prijateľnejšie technológie. Jeden z hlavných nástrojov, ktoré majú do viesť Úniu k naplneniu jej troch základných cieľov energetickej politiky – konkurencieschopnosti, trvaloudržateľnosti a bezpečnosti dodávok – predstavujú v súčasnosti aj obnoviteľné zdroje energie (OZE). Z pohľadu celkového využívania OZE v rámci EÚ zohráva dôležitú úlohu biomasa. Na celkovej spotrebe OZE sa biomasa podieľa takmer polovicou. V súčasnosti biomasa pokrýva asi 4 % z celkovej energetickej potreby EÚ. Aby došlo k naplneniu európskych cieľov a záväzkov týkajúcich sa využívania OZE, tento podiel by sa do roku 2010 mal viac než zdvojnásobiť a do roku 2030 strojnásobiť.

Intenzívnejšie využívanie biomasy do roku 2010 by malo krajinám EÚ priniesť niekoľko výhod. Diverzifikáciu dodávok energie zvýšením podielu OZE, zvýšenie bezpečnosti a spoľahlivosti dodávok energie, obmedzenie emisií skleníkových plynov ročne o 209 miliónov ton ekvivalentu CO<sub>2</sub>.



---

## 1 Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce bolo hodnotenie technológií zberu odpadovej fytomasy a návrh možností jej energetického využitia vo vybranom poľnohospodárskom podniku Ivanka pri Nitre.

### **Bakalárska práca sa zaoberá:**

- analýzou produkcie fytomasy a exkrementov živočíšnej výroby
- možnosťou využitia časti fytomasy na energetické účely
- porovnaním prevádzkových nákladov existujúceho stavu a navrhnutého riešenia

---

## 2 Metodika práce

Pri výbere metodiky bola použitá kompilačná práca, ktorá bola spracovaná zostavením poznatkov v oblasti danej problematiky. Poznatky na danú tému boli rozpracované v jednotlivých kapitolách. Výsledkom získaných vedomostí bolo spracovanie údajov a vytvorenie bakalárskej práce, ktorá rieši danú problematiku.

Podklady týkajúce sa plodín pestovaných na ornej pôde a chovu hospodárskych zvierat boli získané formou vlastných nákladov poľnohospodárskeho podniku Ivanka pri Nitre a spotreby energií daného podniku.

### Rámcová metodika práce:

- analýza zberových technológií poľnohospodárskej biomasy
- analýza využitia alternatívnych zdrojov energie vo vybranom poľnohospodárskom podniku
- návrh spôsobu zberu i využitia fytomasy na energetické využitie

Vzorce pre výpočet:

Energetický potenciál slamy:

$$E = M_e \cdot V_f \quad (1)$$

kde:

$M_e$  – množstvo slamy k energetickým účelom, t

$E$  – energetický potenciál slamy, GJ

$V_f$  – výhrevnosť slamy, MJ . kg<sup>-1</sup>

Energetický potenciál z exkrementov:

$$E_e = P_r \cdot V_e \quad (2)$$

kde:

$P_r$  – ročná produkcia bioplynu, m<sup>3</sup>

$V_e$  – výhrevnosť bioplynu, MJ . m<sup>-3</sup>

$E_e$  – energetický potenciál z exkrementov, GJ

---

## 3 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

### 3.1 Biomasa

Získavanie energie z biomasy je jednou z najstarších energetických technológií využívaných ľudstvom. Biomasa bola využívaná na zabezpečenie tepla a svetla už v dobe kamennej a na nasledujúcich viac ako 400 000 rokov sa stala najdôležitejším zdrojom energie. S nástupom využívania fosílnych palív a elektrifikácie v moderných krajinách, biomasa stratila svoje vedúce postavenie. V rozvojových krajinách však zostáva naďalej hlavným energetickým zdrojom. S ohľadom na negatívne dopady využívania fosílnych palív na životné prostredie a neobnoviteľnosť týchto zdrojov, dostáva biomasa druhú šancu stať sa opäť dôležitým energetickým zdrojom. V blízkej budúcnosti bude zastávať významné miesto v palivovo-energetickej základni aj v rozvinutých krajinách, vrátane Slovenska.

Biomasa je biologický materiál vhodný na energetické využitie, ktorý sa tvorí vo voľnej prírode, alebo je vyprodukovaný činnosťou človeka. Je to konzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Tá, či už ako drevo, rastliny alebo iné poľnohospodárske zvyšky, vrátane exkrementov úžitkových zvierat, dokáže poskytnúť užitočné formy energie – elektrickú energiu, teplo i kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Biomasa patrí medzi najvýznamnejšie obnoviteľné energetické zdroje a je významným energonosičom, ktorý môže do značnej miery nahradiť fosílnu palivá. Zároveň je to domáci energetický zdroj, ktorého objem produkcie paliva a cenu možno dostatočne presne predpokladať do budúcnosti.

([http://www.enviromagazin.sk/enviro2005/enviro4/06\\_oze.pdf](http://www.enviromagazin.sk/enviro2005/enviro4/06_oze.pdf))

### 3.2 Výhody využitia biomasy

- biomasa patrí medzi obnoviteľné zdroje energie
- biomasu možno cielene pestovať na energetické účely
- biomasa patrí medzi domáce zdroje energie s pomerne vysokou dostupnosťou v rámci celého územia SR

- 
- biomasu možno spaľovať v rôznych formách, buď ako nespracované kusové drevo, resp. ako drevný odpad (štiepka, hobliny, piliny), alebo v podobe briekiet či peliet
  - biomasu možno spaľovať v zdrojoch tepla s pomerne vysokými účinnosťami a s pomerne vysokým komfortom obsluhy
  - pri spaľovaní biomasy síce vzniká oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), ale do ovzdušia sa uvoľní len také množstvo CO<sub>2</sub>, aké bolo do rastlín akumulované fotosyntézou v období ich rastu
  - popol z biomasy sa dá využiť ako hnojivo

### **3.3 Nevýhody využitia biomasy**

- biomasa vo forme štiepok nie je vhodná na dlhodobé skladovanie lebo rýchlo podlieha rozkladu a znehodnocuje sa
- biomasa v porovnaní s fosílnymi palivami má nižšiu výhrevnosť
- používanie biomasy kladie nároky na skladovacie priestory
- manipulácia s biomasou ako palivom si vyžaduje dodatočné nároky na transportné mechanizmy
- využívanie biomasy v tzv. zušľachtenej forme (štiepka, pelety, briekety) si vyžaduje dodatočné investície na príslušné technológie
- zložitejšia manipulácia s biomasou ako s palivom
- nutnosť zložitejšej údržby zdrojov tepla, čistenie a likvidácie popola.

([http://www.energo-forum.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10](http://www.energo-forum.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=10))

### **3.4 Biomasa z hľadiska chemického zloženia**

Biomasa je základom obnoviteľných zdrojov energie, o čom v súčasnej dobe už nikto nepochybuje. Dosahuje až 75 % v rámci všetkých obnoviteľných zdrojov, ako je voda, vietor, slnko apod. Energetická biomasa využívaná pre priame spaľovanie je celková rastlinná hmota, teda fytomasa, vrátane dreva, slamy a najrôznejších druhov rastlín. Vlastnosti fytomasy sa preto môžu značne odlišovať, podľa jednotlivých

---

rastlinných druhov. Hlavné rozdiely sú medzi fytomasou drevnou a fytomasou nedrevnou (z rastlín bylinného charakteru), z ktorých je možné za hlavného predstaviteľa považovať napr. slamu. Základné vlastnosti si pritom táto fytomasa zachováva pri rôznom spôsobe jej spracovania a využívania, ako sú balíky slamy, rezanka, brikety či peletky.

V poslednej dobe sa začala sústreďovať pozornosť tiež na chemické zloženie biomasy, najmä na chlór. Často sa šíria názory, že biomasa rastlinného pôvodu – nedrevná, nie je vhodná pre spaľovanie v kotloch, kde by mohla údajne poškodzovať ich vnútorné priestory a že hlavnou príčinou je práve obsah chlóru v tejto fytomase. Charakteristika fytopalív je uvedená v tzv. Predbežnej českej technickej norme (ČSN P CEN/TS 14961). Sú tu uvedené hodnoty v biomase drevnej aj nedrevnej .

Tradičným a najbežnejším predstaviteľom fytomasy je drevo. Nie je preto potrebné jeho spôsoby využívania bližšie popisovať. Drevný materiál je aj dôkladne preskúmaný a jeho kvalita ako paliva je aj z hľadiska chemického zloženia, resp. chlóru všeobecne známa už dlhšiu dobu.

Fytomasa nedrevná – bylinného charakteru má uvedené typické hodnoty pre jednotlivé druhy rastlín iba od r. 2005 v rámci uvedenej normy. Táto predbežná norma nie je ešte dostatočne verejnosti známa, preto sa často stáva, že hodnoty nájdené vo fytomase bylinného charakteru sú porovnávané s hodnotami typickými pre drevo. Jednoduchým až skratkovitým hodnotením sa potom často konštatuje, že bylinné fytopalivá nespĺňajú normu. Avšak spravidla nie je už uvedené, že sa porovnáva neporovnateľné – drevo s bylinnou fytomasou. Stáva sa potom, že bylinné fytopalivá sú niekedy považované za menej kvalitné, či dokonca nežiaduce. Často to býva pri hodnotení emisií, vznikajúcich pri spaľovaní rôznych nedrevných fytopalív. Obsah chlóru v rastlinách a jeho zmeny v chemickom procese v priebehu horenia sú iste dôležité poznatky, ale konkrétne vyjadrenie ich vplyvov na odolnosť vnútorných priestorov kotla je veľmi zložitá. V súčasnej dobe je možné preto spoľahlivo hodnotiť obsah chlóru a ďalších prvkov, zatiaľ hlavne v rastlinnom materiáli.

Predmetom tohto príspevku je teda hodnotenie výsledkov analýz rastlinných peliet na obsah 2 najdôležitejších prvkov - chlóru a síry. Sú tu uvedené aj analýzy peliet z kŕmneho štiavca , ktorý sa u nás začína uplatňovať ako jedna z najlepších „energetických“ rastlín, ktorý je ale veľmi často podrobovaný najrôznejšej aj keď neoprávnenej kritike. Konkrétne hodnoty analýz sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 1 Percentuálny podiel chlóru a síry vo vybraných poľnohospodárskych plodinách.

Sledované hodnoty	repková slama	kŕmny štiavec	makovina	jačmenná slama
Chlór, % hm	0,14	0,17	0,12	0,81
Síra, % hm	0,2	0,09	0,33	0,15

Ako je z výsledkov zrejmé, najvyšší obsah chlóru je v jačmennej slame - tj. 0,81 % hm. Všetky ostatné druhy peliet majú obsah chlóru až 6-krát nižší, od 0,12 do 0,17 % hm. Výsledky týchto analýz je možné porovnať s hodnotami typickými pre fytopalivá z rôznych druhov rastlín, podľa hore uvedenej predbežnej technickej normy. Konkrétne hodnoty sú uvedené v nasledujúcom prehľade.

Tabuľka 2 Percentuálny podiel chlóru a síry v rôznych druhoch rastlín.

	obsah Cl, %	chlór- rozsah	obsah S, %	síra- rozsah
Drevo, zostatky po ťažbe	0,01	0,01 - 0,04	0,04	0,01 – 0,08
Topoľ- rýchlo rastúci porast	0,01	0,01 – 0,05	0,03	0,02 – 0,10
Slama- pšenica, žito, jačmeň	0,4	0,1 – 1,2	0,1	0,05 – 0,2
Slama- repka olejná	0,5	0,1 - 1,2	0,3	0,05 – 0,8
Chrastnica trsteňovitá	0,6		0,2	
Seno všeobecne	0,8		0,2	
Miskant- slonia tráva	0,2		0,2	

Oproti hodnote obsahu chlóru v drevných peletách, ktorý je len 0,01 %hm (rozsah od 0,01 do 0,04 %) je obsah chlóru vo všetkých analyzovaných bylinných peletách vyšší, čo plne odpovedá aj typickým hodnotám obsahu chlóru uvedeným v ČSN P CEN/TS 14961. Z toho jednoznačne vyplýva, že nie je možné fyto masu z rastlín (nedrevnú) posudzovať podľa obsahu chlóru vo fyto mase drevnej. Z výsledkov analýz peliet možno ale taktiež doložiť, že slama je fyto masa, ktorá by mala zaťažovať

---

priestory kotla najviac. Pritom je bežné, že práve slama je fytopalivo, ktoré sa v rámci bylinnej fytoomasy používa najčastejšie pri vykurovaní obcí a miest. Svedčia o tom už niekoľko rokov úspešne fungujúce kotolne, kde sa používa ako palivo výhradne slama ! Takéto kotolne fungujú k plnej spokojnosti napr. v Rakúsku, Dánsku i v ČR a inde, pričom nie sú žiadne správy o tom, že v krátkej dobe ničí kotle, ako sa u nás občas tieto nepodložené domnienky v poslednej dobe šíria.

(<http://www.ozeport.sk/1doc/Biomasa%20alter.%20palivo-1.pdf>)

***Delenie biomasy z hľadiska pôvodu:***

- rastlinná biomasa, ktorú môžeme ďalej deliť na:
  - dendromasu (drvená biomasa)
  - fytoomasu (jednoročné rastliny, viacročné rastliny)
- živočíšna biomasa (zooomasa)
- komunálne a priemyselné odpady

***Delenie biomasy z energetického hľadiska:***

- biomasa zámerné pestovaná na tento účel
- odpadová biomasa

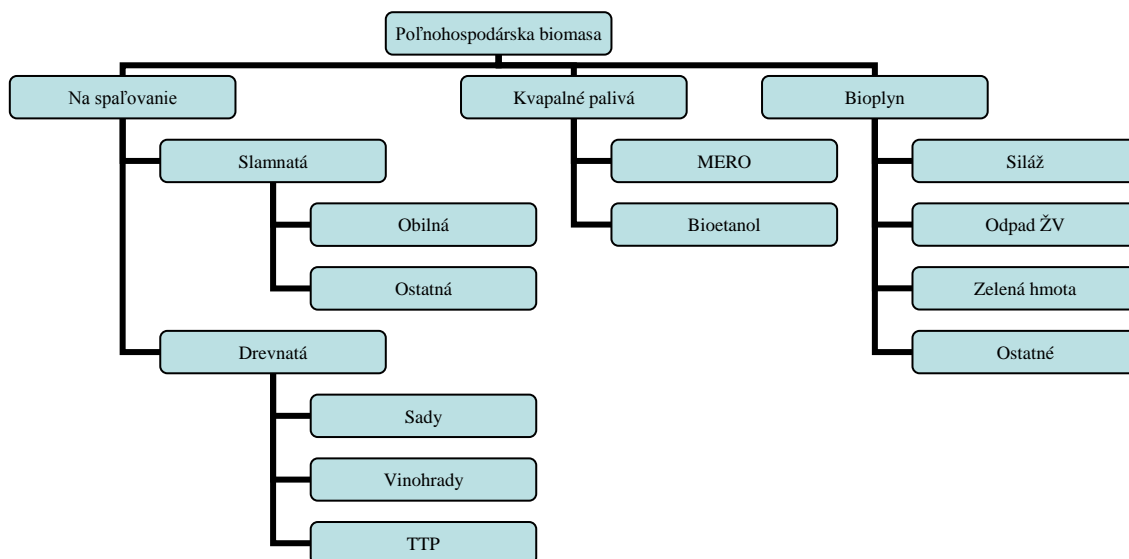
([http://www.biomasa-info.sk/docs/05jandacka\\_s.pdf](http://www.biomasa-info.sk/docs/05jandacka_s.pdf))

### **3.5 Delenie biomasy podľa zdroja vzniku**

- poľnohospodárska
- lesná
- komunálna
- priemyselná

#### **3.5.1 Poľnohospodárska biomasa**

Delenie:



Obr. 1 Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy.

### 3.5.1.1 Poľnohospodárska biomasa na spaľovanie

- slamnatá
- drevnatá

**Slamnatá** biomasa predstavuje značnú rezervu pri výrobe tepla z poľnohospodárskej biomasy. Názory na energetické využívanie slamy spaľovaním sa líšia, a to aj v odborných kruhoch. Zatiaľ čo zástancovia jej využívania v energetike tvrdia, že je ju možné spaľovať bez obmedzenia a bez negatívneho vplyvu na kvalitu pôdy, druhá strana tvrdí, že spaľovanie slamy je trestuhodný čin a všetka slama by sa mala dostať späť do pôdy ako zdroj organických živín. Pravda je niekde medzi týmito krajnými tvrdeniami. Slamu možno využiť na výrobu energie tam, kde nebude chýbať v živočíšnej výrobe a tam, kde je pôda relatívne bohatá na humus. Teda aké množstvo slamy možno využiť v energetike aby to nemalo negatívny vplyv ani na živočíšnu výrobu ani na kvalitu pôdy? Na túto otázku sa dá odpovedať len po dôkladnej analýze celej problematiky. Je potrebné stanoviť celoročnú produkciu slamy z hustosiatych obilnín, zistiť aké množstvo slamy je potrebných pre živočíšnu výrobu pre krmné účely a na podstielanie. A zanalyzovať stav obsahu humusu v našich pôdach. Zatiaľ čo prvý okruh problémov je možný riešiť okamžite, stav humusu v našich pôdach je otázka dlhoročného vedecko výskumného sledovania, na ktorý žiaľ nie sú ani finančné zdroje a čo je horšie, ani vôľa zodpovedných na Ministerstve školstva ako



---

zadávatel'a výskumných projektov. Priemerné hodnoty hektárových úrod obilnej slamy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 3 Priemerné úrody obilnej slamy.

Druh slamy	Produkcia, t.ha <sup>-1</sup>
pšeničná	4,8
jačmenná	4,1
ražná	3,7
triticale	2,1
ovsená	1,5

Časť produkcie slamy z hustosiatych obilnín je pridávaná do kŕmnej dávky hovädzieho dobytku a časť je používaná na podstielku.

Okrem slamy obilnín je možné energeticky využiť aj iné druhy slamy z poľnohospodárskych plodín. Jedná sa hlavne o slamu repkovú, kukuričnú a slnečnicovú. Okrem toho sa môže využiť aj slama hrachová, sójová, slama z energetických rastlín a lúčne seno. Seno hlavne v horských a podhorských oblastiach z trvalých trávnych porastov.

**Drevnatá** biomasa do ktorej patria ovocné sady, vinice a trvalé trávne porasty (TTP) sú zdrojom biomasy – dendromasy ktorú tiež možno využiť pri výrobe tepla spaľovaním. Napríklad vo vinohradníctve sa na Slovensku ročne vyprodukuje hmota vhodná na spaľovanie takmer v objeme 60 tis. t, čo je množstvo schopné pri výrobe tepla nahradiť až 22 mil. m<sup>3</sup> zemného plynu!

(<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.1.1.1>;

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.1.1.2>;

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.1.2.2>)

---

### 3.5.1.2 Kvapalné palivá

- MERO
- bioetanol

**MERO** (metyléster repkového oleja) pozostáva z metyl-esterov vyšších mastných kyselín nasýtených a nenasýtených vyrobených zo surového repkového oleja esterifikáciou s metanolom za pôsobenia ďalších zložiek napr. hydroxidu sodného. Ďalším produktom výroby MERO je glycerín, ktorý možno použiť ďalej v chemickom priemysle, k výrobe mydiel, zubných pást, atď. Na výrobu MERA sa môžu použiť aj iné olejiny ako slnečnica a sója. MERO sa má primiešavať do motorovej nafty u nás s podielom 5,75 % od roku 2012 a s podielom 10% od roku 2020. Bionafta 2. generácie obsahuje minimálne 30 % MERO. Pri znečistení pôdy sa MERO samo biologicky odbúra.

**Bioetanol** je etanol vyrobený technológiou alkoholového kvasenia z biomasy - obvykle z rastlín obsahujúcich väčšie množstvo škrobu a sacharidov. Ďalšie rastliny obsahujúce škrob, ako sú kukurica, obilie a zemiaky, sú najčastejšie používanou surovinou cukrová trstina a cukrová repa. Zatiaľ čo rastliny obsahujúce cukor sa fermentujú priamo, musí sa u rastlín s obsahom škrobu, najprv škrob enzymaticky premeniť na cukor. Vyrobený bioetanol sa môže priamo používať vo spaľovacích motoroch ako pohonná hmota. Ale v praxi sa čistý etanol nepoužíva, skôr sa v množstvách 5 % až 10 % primiešava do konvenčných palív. Pomocou etanolu sa zvyšuje oktánové číslo a znižuje sa množstvo emisií CO<sub>2</sub>. S obsahom 26 % bioetanolu môžu pracovať bežné spaľovacie motory.

(<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.2.1>;

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.2.2>)

---

### 3.5.1.3 Bioplyn

- siláž
- odpad ŽV
- zelená hmota
- ostatné

**Siláž** je spôsob konzervácie krmiva. Silážovanie uchováva krmivo v šťavnatom stave. Pôvodne budované bioplynové stanice boli určené na spracovanie odpadov zo živočíšnej výroby (hnoj, hnojovica, trus). Dnešné moderné BPS pracujú na princípe kofermentácie, čo znamená že spracovávajú okrem hnojovice, maštalného hnoja, hydínového trusu aj iné organické materiály ktorý nevznikajú v živočíšnej výrobe, ako siláž, senáž, potravinárske a kafilérne odpady, organický komunálny a domový odpad a pod.. V prevádzke sú tiež BPS, ktoré vôbec nevyužívajú živočíšne odpady ale sa sústreďujú len na spracovávanie kukuričnej siláže, ktorá má z hľadiska výťažnosti bioplynu najlepšie parametre z používaných vstupných materiálov do BPS. Vďaka kofermentácii sa podstatne zvýšila výťažnosť bioplynu a tým aj výkon a ekonomika BPS.

**Odpad ŽV** vo forme exkrementov je nevyčerpatelným zdrojom organických látok a živín, ktorý sa dostáva do pôdy. Sú nenahraditeľným článkom kolobehu látok v prírode a v poľnohospodárstve nahrádzajú každoročne 40% mineralizovaných organických látok v pôde. Priaznivo ovplyvňujú biochemické, agrochemické a fyzikálne vlastnosti pôdy a mikrobiálne premeny v pôde. Kompenzujú jednostranné pôsobenie anorganických hnojív a zvyšujú ich účinnosť. Priaznivým vplyvom na pôdu a rastliny sú významným prostriedkom ochrany prostredia. Exkrementy sú základom hospodárskych hnojív, získaných z vlastných zdrojov poľnohospodárskeho podniku, ktoré zúrodňujú pôdu. Okrem využitia exkrementov na priame hnojenie poľnohospodárskej pôdy sa využívajú aj ako vstupný materiál do bioplynových staníc. V procese výroby bioplynu zostáva v záverečnej fáze biokal (fugát), ktorý je kvalitným organickým hnojivom. Tak sa aj exkrementy využívané v BPS dostávajú do pôdy ako zdroj živín.

---

**Zelená hmota** ďalší možný vstupný materiál do bioplynovej stanice, podrvená alebo porezaná ma drobné častice, najlepšie do veľkosti okolo 10 -50 mm. Jedná sa o BPS ktoré pri kofermentácii využívajú aj rôzny iný materiál ako tradičné odpady zo živočíšnej výroby (maštalný hnoj, hnojovica, trus) alebo siláž. Využívanie zelenej rastlinnej hmoty ako vstupného materiálu do BPS je reálne hlavne za podmienok spolupráce prevádzkovateľa (poľnohospodársky podnik) a komunálnej sféry (obec, vyšší územný celok, rozvodné siete, vodohospodárske podniky a pod.).

**Ostatný** vstupný materiál do bioplynovej stanice môže byť v podstate každý biologicky rozložiteľný odpad. Takýto materiál je vhodnou doplnkovou surovinou do BPS. Hlavnou surovinou však zostávajú exkrementy hospodárskych zvierat a silážovaná hmota.

(<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.1>;

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.2>;

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.3>;

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.4>)

### **3.5.2 Lesná biomasa**

Využiteľný potenciál lesnej biomasy (dendromasy) v SR predstavuje ročne hodnotu 2,46 mil. ton s energetickým ekvivalentom 26,8 PJ. Po roku 2010 sa bilancia disponibilnej lesnej dendromasy môže reálne zvýšiť o potenciál z produkcie energetických porastov založených na základe vykonanej rajonizácie území vhodných pre pestovanie energetických lesov na výmere 45 400 ha s produkciou približne 440 tis. t ročne. Bude sa jednať prevažne o rýchlorastúce dreviny ako topoľ, vrbá a agát. Počíta sa s krátkym produkčným cyklom 3 – 20 rokov. Potenciál lesnej dendromasy využiteľnej na energetické účely bol stanovený na základe rešpektovania technologických a ekologických obmedzení. Nepočíta sa s energetickým využitím kvalitnejších sortimentov dreva v prípade cenových výkyvov z dôvodu zabezpečenia plynulých dodávok dreva pre potreby domáceho drevospracujúceho priemyslu. Počíta

---

sa s postupným znižovaním exportu surového dreva a jeho komplexným spracovaním v tuzemsku.

Rast využívania potenciálu dendromasy sa zabezpečí štiepkovaním korunových častí stromov, čím sa dosiahne zužitkovanie doteraz nevyžívanej tenčiny a hrubiny korún stromov. Takto možno vyprodukovať v súčasnosti ročne až 1,86 mil. t dendromasy v rezorte pôdohospodárstva. Nepredpokladá sa výrazný rast produkcie palivového dreva.

Celkový súčasný ročný využiteľný potenciál dendromasy na Slovensku je 4,597 mil. t s energetickou hodnotou 52,4 PJ. Z toho je lesná biomasa v objeme 2,462 mil. t s energetickým potenciálom 26,8 PJ. Konkrétne hodnoty využiteľnosti lesnej biomasy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 4 Využiteľný potenciál lesnej biomasy.

Druh Biomasy		Ročný využiteľný potenciál, t	Energetický potenciál, PJ
Lesná pôda		2 462 000	26,8
z toho	palivové drevo	800 000	8,8
	štiepky	1 632 000	18,0

Drevnú biomasu možno využiť na výrobu tepla, elektrickej energie a tiež na výrobu kvapalných a plyných biopalív v závislosti od rozvoja technológií a ekonomickej efektívnosti jednotlivých spôsobov využitia.

(<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.2>)

### 3.5.3 Komunálna biomasa

Nezanedbateľným zdrojom biomasy na energetické využitie je komunálna biomasa, zahrňujúca v sebe drevný odpad, vrátane suroviny z ošetrovania stromovej zelene z intravilánov a extravilánov obcí a líniových výsadiel na nepôdohospodárskej pôde, ako aj biologicky rozložiteľný komunálny odpad (BRO). BRO je možné využiť hlavne pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla v bioplynových staniciach. Komunálnu dendromasu je možné využiť hlavne pri výrobe tepla. Ročný využiteľný potenciál sa odhaduje na 300 tis. t s energetickou hodnotou 3,6 PJ. Konkrétne hodnoty využiteľnosti komunálnej biomasy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 5 Využitelný potenciál komunálnej biomasy.

Druh Biomasy		Ročný využitelný potenciál, t	Energetický potenciál, PJ
Komunálna sféra		300 000	3,6
z toho	palivové drevo	50 000	0,7
	štiepky	250 000	2,9

Ďalším zdrojom dendromasy pre energetické využitie sú existujúce porasty drevín na nelesných pozemkoch ktoré vznikli najmä prírodnou sukcesiou lesných drevín na dlhodobo neobhospodarovaných poľnohospodárskych pozemkoch, ktorých ročný využitelný potenciál je 352 tis. t s energetickou hodnotou 3,9 PJ.

(<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.3>)

### 3.5.4 Priemyselná biomasa

Významným zdrojom energeticky využiteľného dreveného odpadu je aj drevospracujúci priemysel, ktorý vytvára 1,84 mil. ton dreveného odpadu ročne. Z tohto množstva je 1 365 000 t mechanický odpad a zostatok 470 000 t predstavuje čierny výluh pri chemickom spracovaní dreva. Celková energetická hodnota využiteľného odpadu z drevospracujúceho priemyslu je 22,0 PJ, z toho je 69 % z mechanického spracovania dreva a 31 % z čierneho výluhu. Konkrétne hodnoty využiteľnosti priemyselnej biomasy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Tabuľka 6 Využitelný potenciál palivovej drevnej biomasy.

Druh Biomasy		Ročný využitelný potenciál, t	Energetický potenciál, PJ
Drevospracujúci priemysel		1 835 000	22,0
z toho	tuhé odpady	365 000	16,4
	kvapalné odpady	1 470 000	6,6

Ďalším zdrojom dendromasy pre energetické využitie sú existujúce porasty drevín na nelesných pozemkoch ktoré vznikli najmä prírodnou sukcesiou lesných drevín

---

na dlhodobo neobhospodarovaných poľnohospodárskych pozemkoch, ktorých ročný využitelný potenciál je 352 tis. t s energetickou hodnotou 3,9 PJ.

(<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.4>)

---

## 4 Vlastná práca

### 4.1 Spaľovanie slamy

Využívanie slamy ako zdroja tepla je vysoko efektívne i ekologické. Permanentné zvyšovanie cien palív (zemný plyn, nafta, benzín, vykurovací olej) posledných rokov má za následok aj zvýšenie nákladov, a to nielen vo výrobnej sfére, ale aj v komunálnej. Ako príklad možno uviesť nárast nákladov na energiu v poľnohospodárstve, kde pri sušení kukurice za použitia zemného plynu ako paliva stúpili náklady od roku 2000, keď tvorili 29 % -ný podiel, až na 61 % v roku 2005, pritom sa uvažuje so zvýšením cien plynu zhruba o 3 % aj v najbližších rokoch.

Slama sa ukazuje ako vhodné palivo z dvoch hlavných dôvodov: má vysokú výhrevnosť, ktorá je v priemere okolo  $15 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , čím sa radí v tabuľke výhrevnosti pred drevné štiepky, dubové i smrekové drevo, hnedé uhlie i piliny. Má aj nízke výrobné náklady na jednu tonu, ktoré sa pohybujú okolo 250 až 400 Sk.t<sup>-1</sup> (lisovanie , zber, dovoz).

Slama dodávaná do spaľovní musí vyhovovať istým požiadavkám. Hlavné obsah vlhkosti je kritickým parametrom. Vlhkosť sa zvyčajne pohybuje na úrovni 10 až 25 %, avšak môže byť i vyššia. Problém je, že rôzne typy slamy sa počas spaľovania správajú odlišne. Niektoré horia výbušne, kým iné veľmi pomaly, pričom takmer všetok popol zostáva na rošte. Skúsenosti ukazujú, že prevádzka týchto spaľovní je veľmi špecifická. Menšie spaľovne s výkonom pod 1 MW sa zvyčajne používajú v poľnohospodárskych podnikoch. Väčšina týchto spaľovní je ručne obsluhovaná. V súčasnosti sa presadzujú na trhu automatizované zariadenia s doplňovaním slamy 1 až 2 krát denne a bez problémov s emisiami (unikajúcim dymom). Zariadenie dodáva a kotol spaľuje slamu v celistvých balíkoch alebo drvenú.

(Piszcalka – Maga, 2006)



---

## 4.2 Výroba elektrickej energie spracovaním exkrementov v BPS

Produkcija exkrementov hospodárskych zvierat je rôzna podľa veku a chovanej kategórie zvierat. Priemerné hodnoty produkcie exkrementov sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 7 Priemerná produkcia exkrementov hospodárskych zvierat.

Hospodárske zvierat	Produkcija exkrementov, kg.ks <sup>-1</sup> .deň <sup>-1</sup>	Produkcija exkrementov, kg.ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
Hovädzí dobytok	50,3	18 100
Ošípané	4,35	1 580
Hydina	0,18	60

Pri ekonomickom hodnotení vhodnosti využívania biomasy výrobou bioplynu je nutné zdôrazniť, že najvhodnejšie podmienky na prevádzku bioplynových staníc majú poľnohospodárske podniky. Svojím charakterom sa poľnohospodárske podniky na Slovensku značne odlišujú od podobných podnikov v Západnej Európe, kde je priemerná výmera podnikov niekoľko sto hektárov. Na Slovensku je priemerná výmera poľnohospodárskeho podniku 1 200 ha. To predurčuje podnik k budovaniu vlastnej BPS nakoľko má dost' vstupného materiálu do technologického procesu fermentácie a nemusí ho nakupovať ako prevádzkovateľ komerčného charakteru.

(Maga a i., 2008)

## 4.3 Analýza využívania alternatívnych zdrojov energie vo vybranom poľnohospodárskom podniku

V bakalárskej sme analyzovali spaľovanie slamy na výrobu tepla a náhradu elektrickej energie spracovaním exkrementov v BPS v poľnohospodárskom podniku Ivanka pri Nitre.

Pozemky poľnohospodárskeho podniku sa nachádzajú v rovinatej oblasti, v blízkosti povodia rieky Nitra. Táto oblasť je považovaná za jednu z úrodnejších častí južného Slovenska, s prevažujúcou produkciou hustosiatych obilnín. Podnik hospodári

v odvetví rastlinnej i živočíšnej výroby. V nasledujúcej tabuľke je uvedená energetická spotreba podniku.

Tabuľka 8 Ročná spotreba energie.

Druh spotrebovanej energie	Spotreba	Cena za jednotku, €	Cena spolu, €
Motorová nafta, l	349 176	0,83	289 816
Zemný plyn, m <sup>3</sup>	197 209	0,39	76 911,6
Elektrická energia, kWh	898 050	0,109	97 887,5
Spotreba energií spolu, €			464 615,1

Výmera poľnohospodárskej pôdy 2 293 ha, z toho výmera ornej pôdy 2 227 ha. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené úrody plodín a slamy z rokov 2007, 2008 a 2009 pestovaných na ornej pôde.

Tabuľka 9 Plodiny pestované na ornej pôde.

Plodina	Výmera ha	Rok 2007			Rok 2008			Rok 2009		
		Úroda plodiny t.ha <sup>-1</sup>	Úroda slamy		Úroda plodiny t.ha <sup>-1</sup>	Úroda slamy		Úroda plodiny t.ha <sup>-1</sup>	Úroda slamy	
			t.ha <sup>-1</sup>	t celkom		t.ha <sup>-1</sup>	t celkom		t.ha <sup>-1</sup>	t celkom
Pšenica	679	5,1	2,04	1388	5,1	2,04	1388	5,1	2,04	1388
Jačmeň	449	4,86	1,89	848	4,86	1,89	848	4,86	1,89	848
Kukurica na zrno	208	7,88	6	1248	7,88	6	1248	7,88	6	1248
Kukurica na siláž	129									
Sója	20	2,5			2,5			2,5		
Viacročné krmoviny	216									
Slnčnica	269	2,88	7,7	2071	2,88	7,7	2071	2,88	7,7	2071
Repka olejná	242	3,19	2,45	593,83	3,19	2,45	593,83	3,19	2,45	593,83
Vinná réva	62	3,3			3,3			3,3		
Horčica	13									
Ovocné sady	4									
<b>Spolu</b>	2291			5303,83			5303,83			5303,83

Priemerná úroda slamy za obdobie rokov 2007, 2008 a 2009 bola 5 303,83 t. Z celkového množstva je možné zužitkovať 35% slamy zozbieranej z polí. Po odpočítaní slamy potrebnej pre živočíšnu výrobu, čo predstavuje asi 25% dostaneme produkciu slamy, ktorú použijeme na energetické účely 1 392,26 t.

---

Za predpokladu, že biomasu z rastlinnej produkcie využijeme spaľovaním na výrobu tepla, rozhodujúcim údajom pre stanovenie energetického potenciálu je výhrevnosť biomasy. Priemerná výhrevnosť slamy je  $16 \text{ MJ.kg}^{-1}$ .

Energetický potenciál slamy:

$$(1) \quad 1\,392,26 \text{ t} \times 16 \text{ MJ.kg}^{-1} = 22\,276,16 \text{ GJ}$$

Vo výrobnom procese sa spotrebuje zemný plyn v objeme  $197\,209 \text{ m}^3$  na vykurovanie prevádzkových budov, objektov živočíšnej výroby, na výrobu teplej úžitkovej vody. Energetické vyjadrenie spotreby zemného plynu predstavuje:

$$197\,209 \text{ m}^3 \times 35 \text{ MJ.m}^{-3} = 6\,902,3 \text{ GJ}$$

Nahradenie tejto tepelnej energie vyprodukovanou energiou biomasy, pri priemernej výhrevnosti  $16 \text{ MJ.kg}^{-1}$  predstavuje  $431\,393,8 \text{ kg}$  biomasy. To znamená, že nevyhnutná náhrada  $431 \text{ t}$  slamy predstavuje  $31 \%$  z využiteľnej hodnoty celkovej vyprodukovanej slamy. Zostatok  $69 \%$  biomasy čo predstavuje  $960 \text{ t}$  slamy môžeme využiť na predaj alebo zapracovanie do pôdy.

Spotrebované množstvo zemného plynu v objeme  $197\,209 \text{ m}^3$  v jednotkovej cene  $0,39 \text{ €m}^{-3}$  predstavuje ročne náklady  $76\,911,6 \text{ €}$ . Ak náklady na produkciu slamy predstavujú  $9,96$  až  $16,6 \text{ €t}^{-1}$ , potom cena slamy ako paliva predstavuje pre:

$$431 \text{ t} \times (9,96 \div 16,6) = 4\,292,8 \text{ až } 7\,154,6 \text{ €}$$

Ročná úspora v cene paliva je  $72\,618,8$  až  $69\,757 \text{ €}$ . Potreba investícií na 3 kotle  $50 \text{ kW}$  je  $20\,000 \text{ €}$  a jeden  $1-1,5 \text{ MW}$  kotol je  $66\,390 \text{ €}$ . Spolu  $86\,390 \text{ €}$ . Jednoduchá návratnosť investícií je okolo 1,2 roka.

Okrem rastlinnej výroby má podnik pomerne silnú živočíšnu výrobu, ktorú predstavuje chov hovädzieho dobytku a ošípaných. V nasledujúcej tabuľke je uvedená produkcia exkrementov.

Tabuľka 10 Chov hospodárskych zvierat.

Druh hospodárskych zvierat	Počet ks	Produkcia exkrementov		
		kg/ks/deň	t/deň	t/rok
Kravy	145	60	8,7	3179,9
Teľatá do 6 mesiacov	62	15	0,9	329
Mladý chovný dobytok	73	30	2,2	804,1
Vysokoteľné jalovice	55	35	1,9	694,5
Hovädzí dobytok vo výkrme	88	34	3	1096,5
Prasnice	81	9	0,7	255,9
Ošípané vo výkrme	214	8,5	1,8	657,9
Spolu		191,5		7017,8

Celková ročná produkcia exkrementov hospodárskych zvierat predstavuje 7 017,8 t/rok, ktorú možno použiť na energetické účely. Energetický potenciál exkrementov z chovu hospodárskych zvierat, vypočítame z hodnôt výťažnosti bioplynu od jednotlivých druhov zvierat. V nasledujúcej tabuľke je uvedená výťažnosť bioplynu v m<sup>3</sup>/deň.

Tabuľka 11 Predpokladaná výťažnosť bioplynu.

Druh hospodárskych zvierat	Počet ks	Produkcia exkrementov kg/ks/deň	Výťažnosť bioplynu m <sup>3</sup> /ks/deň	Výťažnosť m <sup>3</sup> /deň
Kravy	145	60	1,7	246,5
Teľatá do 6 mesiacov	62	15	0,3	18,6
Mladý chovný dobytok	73	30	1,2	87,6
Vysokoteľné jalovice	55	35	0,9	49,5
Hovädzí dobytok vo výkrme	88	34	1	88
Prasnice	81	9	0,2	16,2
Ošípané vo výkrme	214	8,5	0,2	42,8
Spolu		191,5		549,2

---

Náhrada časti elektrickej energie spracovaním exkrementov v bioplynovej stanici a vlastnou výrobou elektriny v kogeneračnej jednotke. Ročná spotreba elektrickej energie predstavuje 898 050 kWh v celkovej cene 97 887,44 €. Na výrobu takéhoto množstva elektrickej energie potrebujeme kogeneračnú jednotku o inštalovanom výkone 112,3 kW<sub>el</sub> pri ročnej kapacite 8000 prevádzkových hodín.

Z vyprodukovaného množstva exkrementov sa denne vyprodukuje 549,2 m<sup>3</sup> bioplynu, čo v prepočte znamená 1 098,4 kWh elektrickej energie. To znamená, že ročne môžeme vyprodukovať pri časovej kapacite 8000 hodín 365 767,2 kWh elektriny.

V prípade využitia všetkých exkrementov hospodárskych zvierat, nám vyhovuje na ich spracovanie BPS s kogeneračnou jednotkou 46 kW<sub>el</sub>. Energetické výstupy z BPS pri výkone kogeneračnej jednotky 46 kW<sub>e</sub> sú:

- výroba elektriny 365 767,2 kWh
- realizačná cena 0,14 €/kWh<sup>-1</sup>
- výnos ročne 51 207,4 €

Investičný náklad BPS 46 kW<sub>e</sub> je približne 330 – 500 tisíc €. Návratnosť investície 6,5 roka.

(Maga a i., 2008; Piszczalka – Maga, 2006;

<http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=11.3>)

---

## **5 Návrh na využitie poznatkov**

Z analýzy využívania alternatívnych zdrojov energie vyplýva, že náhrada zemného plynu spaľovaním slamy a náhrada časti elektrickej energie spracovaním exkrementov v BPS majú rýchlu návratnosť. Najmä spaľovanie slamy s výhrevnosťou okolo  $16 \text{ MJ.kg}^{-1}$  a nízkymi výrobnými nákladmi sa ukazuje ako veľmi dobrá náhrada zemného plynu na vykurovanie budov v podniku a sušenie v rastlinnej výrobe.

---

## Záver

Bakalárska práca je zameraná na analýzu využívania alternatívnych zdrojov energie v poľnohospodárskom podniku Ivanka pri Nitre. Pri posudzovaní energetickej sebestačnosti sa vychádzalo z vlastných nákladov poľnohospodárskeho podniku.

Z výsledkov analýz vyplýva, že podnik disponuje 22 276,16 GJ tepelnej energie zo spaľovania slamy, pričom ročná spotreba zemného plynu je 6 902,3 GJ. Nevyhnutná náhrada zemného plynu predstavuje 431 t slamy tj. 31 % z využiteľnej hodnoty celkovej vyprodukovanej slamy. Zostatok činí 960 t čo predstavuje 69 % slamy, ktorú môžeme využiť na predaj alebo zapracovanie do pôdy. Rozdiel medzi spaľovaním slamy a spotrebou zemného plynu ročne predstavuje 72 618,8 až 69 757 € Potreba investícií predstavuje 86 390 €, pričom návratnosť investícií je okolo 1,2 roka.

Poľnohospodársky podnik tiež vyprodukuje ročne pri časovej kapacite 8000 h 365 767,2 kWh elektrickej energie v cene 51 207,4 € spracovaním exkrementov v BPS. Ročná spotreba elektrickej energie predstavuje 898 050 kWh v cene 97 887,5 € Investičný náklad BPS 46 kW<sub>e</sub> je približne 330 – 500 tisíc €. Návratnosť investície 6,5 roka.

Analýza ukazuje výhody využívania biomasy najmä v poľnohospodárskych podnikoch s vlastnou produkciou biomasy a stálymi dodávkami biomasy.

---

## Zoznam použitej literatúry

Maga, J. a i. 2008. Komplexný model využitia biomasy na energetické účely. 1. vyd. Nitra: SPÚ, 2008. 183s. ISBN 978-80-552-0029-3.

Maga, J. – Piszczalka, J. 2006. Biomasa ako zdroj obnoviteľnej energie. 1. vyd. Nitra: SPÚ, 2006. 108s. ISBN 80-8069-679-9

Páltik, J. a kol. 2003. Stroje pre rastlinnú výrobu (Obrábanie pôdy a sejba). 1. vyd. Nitra: SPÚ, 2003. 241s. ISBN 80-8069-200-9

Piszczalka, J. – Maga, J. 2006. Mechanizácia výroby a využitia biomasy. 1. vyd. Nitra: SPÚ, 2006. 116s. ISBN 80-8069-670-5.

[http://www.abe.sk/casopis/clanky/Susenie\\_slamou.pdf](http://www.abe.sk/casopis/clanky/Susenie_slamou.pdf) (Ceplák, Ľ.)

[http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa\\_sk\\_final.pdf](http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa_sk_final.pdf)

[http://www.enviromagazin.sk/enviro2005/enviro4/06\\_oze.pdf](http://www.enviromagazin.sk/enviro2005/enviro4/06_oze.pdf)

<http://www.ozeport.sk/1doc/Biomasa%20alter.%20palivo-1.pdf>

[http://www.energo-forum.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10](http://www.energo-forum.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=10)

[http://www.biomasa-info.sk/docs/05jandacka\\_s.pdf](http://www.biomasa-info.sk/docs/05jandacka_s.pdf)

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.1.1.1>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.1.1.2>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.1.2.2>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.2.1>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.2.2>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.1>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.2>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.3>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.1.3.4>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.2>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.3>

<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.4>

<http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?PredpisID=208200&FileName=zz20080019908200&Rocnik=2008&#xml=http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?HitFile=True&FileID=222&Flags=144&IndexFile=zz2008&Text=199/2008>



---

## **Prílohy**



Obr. 2 Slamnatá biomasa



Obr. 3 Drevnatá biomasa



Obr. 4 Repka olejná na výrobu MERA



Obr. 5 Kukurica na výrobu bioetanolu



Obr. 6 Siláž na výrobu bioplynu



Obr. 7 Odpad zo ŽV na výrobu bioplynu



Obr. 8 Lesná biomasa



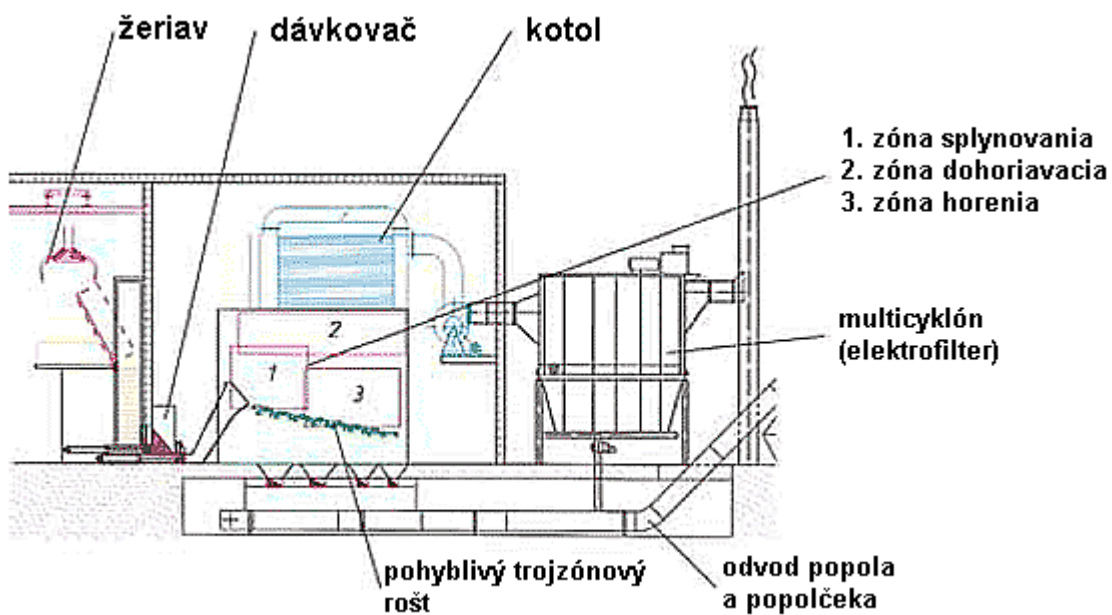
Obr. 9 Komunálna biomasa



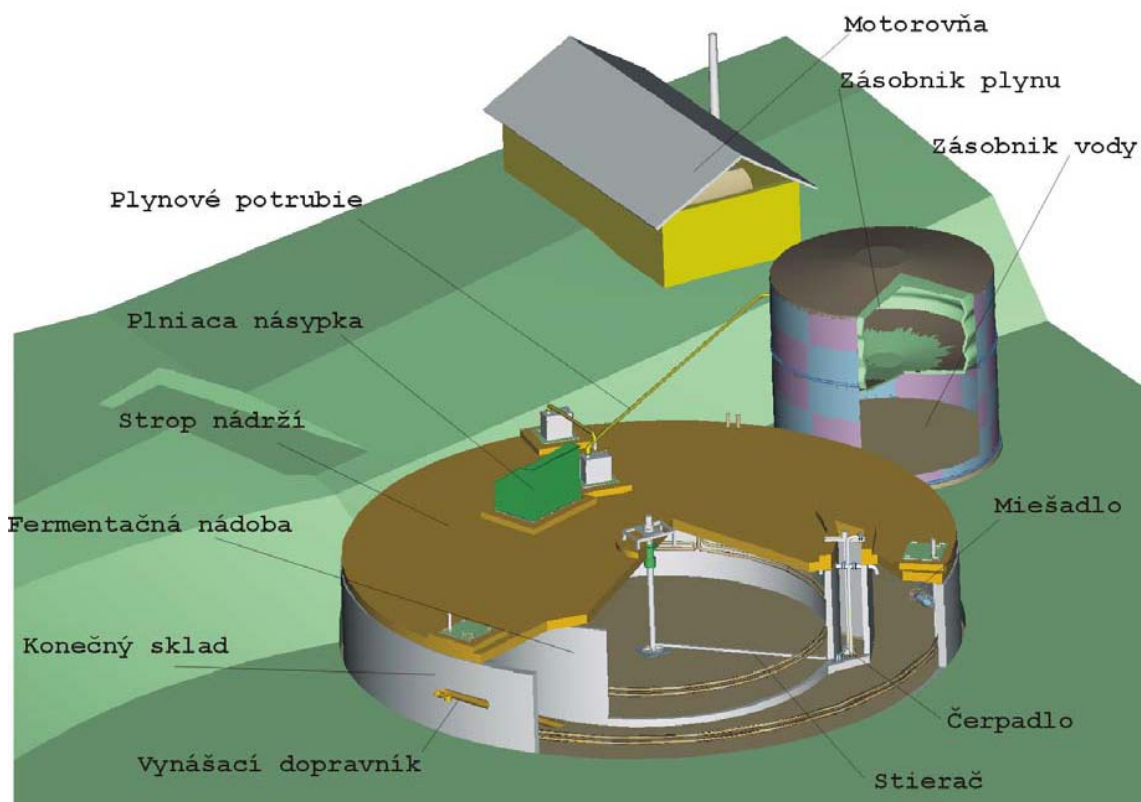
Obr. 10 Priemyselná biomasa



Obr. 11 Pohľad do spaľovacieho priestoru kotla na veľké valcovité balíky



Obr. 12 Opis kotla na spaľovanie slamy typu Kohlbach K10



Obr. 13 Opis bioplynovej stanice



Obr. 14 Administratívna budova poľnohospodárskeho podniku Ivanka pri Nitre



Obr. 15 Drevený sklad obilia poľnohospodárskeho podniku Ivanka pri Nitre



Obr. 16 Podstielanie slamou u mladého chovného dobytku