

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**  
**TECHNICKÁ FAKULTA**

**Evidenčné číslo 2118374**

**REKONŠTRUKCIA BUDOVY NA VYKUROVANIE  
SLAMOU**

**Nitra 2010**

**Bc. Tomáš Stankovič**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA**

**V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

**REKONŠTRUKCIA BUDOVY NA VYKUROVANIE  
SLAMOU**

**DIPLOMOVÁ PRÁCA**

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	doc. Ing. Jan Piszczalka, PhD.
Konzultant:	

Nitra 2010

**Bc. Tomáš Stankovič**

## **Čestné prehlásenie**

Podpísaný Tomáš Stankovič vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Rekonštrukcia budovy na vykurovanie slamou“ vpracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 18. apríla 2010

.....

## **Pod'akovanie**

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie pánovi doc. Ing. Janovi Piszczalkovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

## **Abstrakt**

Diplomová práca poukazuje na možnú rekonštrukciu budovy pri prechode vykurovania zemným plynom na vykurovanie biomasou v poľnohospodárskom podniku v okrese Rimavská Sobota. Ako náhradu súčasného zdroja tepla by podnik využil nadbytočnú slamu získanú z jeho vlastnej poľnohospodárskej výroby. Práca je zameraná na návrh prestavby budovy, v ktorej sa bude nachádzať energetický kotol na spaľovanie slamy a jeho celého príslušenstva, výrobu a využitie biomasy ako alternatívneho zdroja energie a zhodnotenia úspor energie pri prechode z doterajšieho spôsobu vykurovania na vykurovanie slamou. Podnik nevyužíva ročne približne 8 584 ton nadbytočnej slamy s celkovou energetickou hodnotou 34 574 447 kWh. Zhodnotením tejto slamy by podnik mohol získať nezanedbateľné finančné prostriedky.

Kľúčové slová:

biomasa, rekonštrukcia, energetický kotol, slama

Abstract

Graduation thesis dwells on possible building reconstruction by the switch from the natural gas heating to the biomass heating in the agricultural plant in the Rimavská Sobota region. Agricultural plant would use redundant straw obtained from its own production as the substitute for the current heat source. Thesis is oriented towards an idea of the rebuilding of the plant, where power boiler for straw burning and its whole equipment will be located. Diploma work deals with production and use of the biomass as an alternative energy source and evaluates the energy savings resulted from the change of the present heating way to the straw heating. Annually the plant does not use approximate 8584 tons of the redundant straw with the total energetic value 34 574 447 kWh. By the utilization of this amount of the straw the plant would gain appreciable financial resources.

Key words:

Biomass, rebuilding (reconstruction), power boiler, straw

**Použité označenie**

bioetanol = etanol = etylalkohol

biometanol = metanol = metylalkohol

bionafta = MERO (metylester repkového oleja)

bioplyn = produkt anaeróbnej fermentácie (metánogenézy)

s.r.o. – spoločnosť s ručením obmedzeným

EÚ – Európska únia

Sk – Slovenská koruna

SR – Slovenská republika

TTP – trvalo trávne porasty

## **Obsah**

<b>Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1 Všeobecne o biomase</b> .....	<b>11</b>
1.1.1 Rozdelenie zdrojov biomasy .....	13
1.1.2 Energetické využitie biomasy .....	14
1.1.3 Spôsoby získania energie z biomasy .....	16
<b>1.2 Drevná biomasa</b> .....	<b>21</b>
1.2.1 Drevo ako palivo.....	21
<b>1.3 Zdroje poľnohospodárskej biomasy</b> .....	<b>25</b>
1.3.1 Biomasa na výrobu biopalív .....	26
1.3.2 Biomasa na výrobu bioplynu .....	29
1.3.3 Biomasa na spaľovanie .....	31
1.3.4 Porovnanie cien palív .....	36
<b>2 Cieľ práce</b> .....	<b>38</b>
<b>3 Metodika práce a metódy skúmania</b> .....	<b>39</b>
<b>4 Výsledky práce</b> .....	<b>40</b>
<b>5 Záver</b> .....	<b>53</b>
<b>6 Použitá literatúra</b> .....	<b>54</b>

## **Zoznam ilustrácií**



Obr. 1	Rozdelenie biomasy.....	14
Obr. 2	Priame spaľovanie dreva.....	17
Obr. 3	Produkt pyrolýzy – Drevené uhlie.....	18
Obr. 4	Motorové vozidlo so splynovacím agregátom.....	19
Obr. 5	Technológia výroby bioplynu anaeróbnym vyhnívaním.....	19
Obr. 6	Štiepka.....	23
Obr. 7	Brikety.....	24
Obr. 8	Pelety.....	24
Obr. 9	Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy.....	26
Obr. 10	Zisk bioplynu z 1 t surovín.....	30
Obr. 11	Slama.....	32
Obr. 12	Spaľovňa slamy.....	34
Obr. 13	Porovnanie cien palív v €·GJ <sup>-1</sup> .....	36
Obr. 14	Teplovodný kotol KNS 500.....	42
Obr. 15	Schéma návrhu inštalovaných rozvodov potrubí na farme v Ožd'anoch.....	44
Obr. 16	Projekt budovy pred rekonštrukciou.....	45
Obr. 17	Projekt budovy po rekonštrukcii.....	46
Obr. 18	Cenové porovnanie plynu a slamy za 1 rok na farme v Ožd'anoch.....	52

## **Zoznam tabuliek**

Tab. 1	Základné údaje o biomase.....	13
Tab. 2	Energetický obsah niektorých surovín.....	16
Tab. 2.1	Energetický obsah niektorých surovín.....	16
Tab. 3	Celková ročná produkcia zvyškov poľnohospodárskej biomasy vhodnej na spaľovanie.....	25
Tab. 4	Vlastnosti etanolu a metanolu a ich porovnanie s benzínom a naftou.....	27
Tab. 5	Energetická hodnota biopalív.....	29
Tab. 6	Prírastky niektorých druhov rýchlorastúcich rastlín.....	32
Tab. 7	Vlastnosti odpadovej obilnej slamy.....	33
Tab. 8	Pomer zrna ku slame.....	33
Tab. 9	Objemová hmotnosť palív zo slamy.....	35
Tab. 10	Porovnanie cien palív.....	36
Tab. 11	Kapacita jednotlivých objektov pre ošípané na farme Ožďany.....	41
Tab. 12	Prehľad spotreby plynu na farme Ožďany pre rok 2007.....	41
Tab. 13	Hektárová úroda slamy niektorých plodín.....	47
Tab. 14	Výmera osevnej plochy pre plodiny na rok 2008 – 2009.....	48
Tab. 15	Predpokladaná hektárová úroda slamy v podniku Agroris, s.r.o. na rok 2009.....	49
Tab. 16	Predpokladaná spotreba slamy v podniku Agroris, s.r.o. na rok 2009.....	50
Tab. 17	Porovnanie cien plynu a slamy spotrebovanej na farme Ožďany pre rok 2010.....	51

# 1 Úvod

V dnešnej dobe je ľudstvo závislé od využívania primárnych zdrojov energie, ktorých zásoba sa odhaduje len na niekoľko desiatok rokov. Aby sa mohol tento stav v budúcnosti zmeniť, musia sa hľadať vhodné náhrady za fosílna palivá, akými sú obnoviteľné zdroje energie. Z obnoviteľných zdrojov energie má najväčšiu tradíciu využívanie biomasy, pretože spaľovaním biomasy získavalo ľudstvo energiu už od nepamäti. Dosahuje až 75 % v rámci všetkých obnoviteľných zdrojov ako je voda, vietor, slnko a pod. Biomasa sa využíva aj v dnešnej dobe hlavne na výrobu tepla, elektrickej energie, ale aj pre výrobu plyných, kvapalných a pevných palív. Biomasa je podrobovaná stále väčšiemu výskumu z hľadiska jej využívania. Sleduje sa nielen výhrevnosť a efektívnosť spaľovania, ale aj splodiny jej horenia a emisie.

Na celom svete neustále rastie záujem o využitie biomasy v energetike. Mnohé krajiny zaznamenávajú pozitívny vývoj v tejto oblasti, pretože bioenergetika je už podporovaná ako samostatný vedný odbor. Ak chce Slovenská republika reagovať na meniace sa ekonomické a environmentálne podmienky vo svete, hlavne v Európe, mala by investovať do výskumu a vývoja bioenergetických technológií. Nesystematický prístup by mohol mať za následok zníženie hrubého domáceho produktu a konkurencieschopnosti, ako aj ďalšie ekonomické problémy v spoločnosti.

Slovenská republika má veľkú perspektívu vo využívaní biomasy najmä preto, že vo väčšine prípadov ide o využitie hmoty, ktorá by inak bola iba bezcenným odpadom a za jej likvidáciu treba platiť. Ako je napr. nevyužitý odpad v drevospracujúcom a lesníckom priemysle, slama ktorá hnije na poliach, exkrementy poľnohospodárskych zvierat, hektáre znehodnotenej poľnohospodárskej pôdy, kde by mohli rásť energetické plodiny atď. – toto všetko predstavuje veľký potenciál čistého lokálneho a ekonomického zdroja energie. Biomasa je energetický zdroj, ktorý neprispieva k znečisteniu ovzdušia, globálnemu otepľovaniu a za ktorého dovoz nemusíme platiť miliardy, pretože sa tu už nachádza. Biomasa je prínosom pre spoločnosť aj tým, že zlepšuje sociálne pomery z hľadiska zamestnanosti.

V teoretickej časti chcem priblížiť charakteristiku, členenie, výrobu a využitie biomasy. Vo vlastnej práci poukazujem na spôsob využitia nadbytočnej slamy na energetické účely v rámci poľnohospodárskeho podniku.

# 1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

## 1.1 Všeobecne o biomase

### Základné definície biomasy podľa rôznych autorov

Biomasa podľa definície Smernice 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie znamená biologicky rozložiteľné frakcie výrobkov, odpadu a zvyškov z poľnohospodárstva (vrátane rastlinných a živočíšnych látok), lesníctva a príbuzných odvetví, ako aj biologicky rozložiteľné frakcie priemyselného a komunálneho odpadu. [8]

Biomasa v podobe rastlín je chemicky zakonzervovaná slnečná energia a je jedným z najuniverzálnejších a najrozšírenejších alternatívnych zdrojov energie na Zemi. Biomasu je možné získavať ako odpad z poľnohospodárstva, lesníctva, drevospracujúceho a potravinárskeho priemyslu a z umelého pestovania rýchlorastúcich energetických drevín. Rozlišujeme pevné, kvapalné a plynné formy biomasy. Kvapalné formy biomasy sa využívajú najmä ako prímеси do palív na pohon motorových vozidiel. Plynné formy sa získavajú zo skládok komunálneho a poľnohospodárskeho odpadu a využívajú sa na výrobu tepla a elektriny. Tuhé formy biomasy sa využívajú priamo v kotlových systémoch na výrobu tepla pre prípravu teplej úžitkovej vody a ústredné kúrenie alebo pre prípravu pary na výrobu elektrickej energie. [6]

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 rastlina vďaka fotosyntéze premieňa 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 fosílné palivá. Zároveň je to domáci energetický zdroj, ktorého objem produkcie paliva a cenu (vzhľadom na to, že u nás sa už takmer vyrovnala cene v krajinách západnej Európy) možno dostatočne presne predpovedať do budúcnosti. Biomasa má obrovský potenciál nárastu, je schopná nahradiť podstatné množstvo fosílnych palív a elektriny v súčasnosti používaných na vykurovanie.

Biomasa je vo svojej podstate zakonzervovaná slnečná energia. Zahŕňa komunálny odpad, maštalný hnoj – tekutý i tuhý, odpad a zvyšky z poľnohospodárskej a potravinárskej produkcie, uhynuté zvieratá, zvyšky z lesodrevárskych prevádzok, zámerne pestované rastliny a dreviny a ďalšie. [7]

Organická hmota, či už v takej či inej forme, dokáže poskytnúť všetky užitočné formy energie – teplo, elektrinu a tiež kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Ak hovoríme o rastlinách, používame pojem fytomasa. V tomto prípade ide o zakonzervovanú slnečnú energiu, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. V prípade biomasy drevín pomenovanie je špecifikované na dendromasu. [3]

Výhodou využívania biomasy na energetické účely je aj to, že je to najekologickejší trvalo obnoviteľný energetický zdroj. Okrem toho pestovanie biomasy prispieva k skvalitneniu života v odľahlejších regiónoch Slovenska a k tvorbe nových pracovných miest. Aj nárast cien energonosičov vytvára reálnejšie predpoklady pre priaznivejšie ekonomické využitie voľných a doteraz málo využívaných zdrojov lesnej dendromasy. Je dôležité vedieť, že približne 2,1 kg až 2,3 kg dreva nahradí 1 m<sup>3</sup> zemného plynu. Napríklad 1 m<sup>3</sup> dreva buka lesného s hmotnosťou 650 kg suchej hmoty na m<sup>3</sup> je energetickým ekvivalentom 280 m<sup>3</sup> zemného plynu. [5]

Podľa zákona čísla 656/2004 Z. z. o energetike je to zdroj, ktorého energetický potenciál sa trvalo obnovuje prírodnými procesmi alebo činnosťou ľudí. Biomasa je na účely zákona definovaná ako biologicky rozložiteľná zložka výrobku alebo zvyšku rastlinných a živočíšnych látok z poľnohospodárstva, lesníctva alebo biologicky rozložiteľná zložka priemyselného a komunálneho odpadu. [9]

**Tab. 1 Základné údaje o biomase**

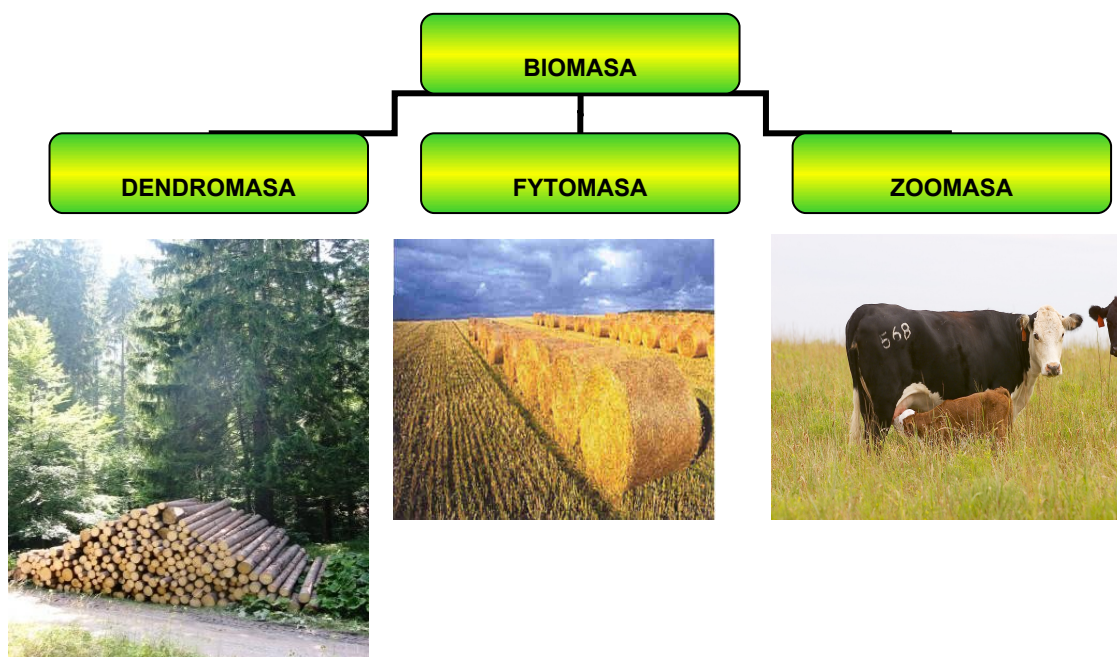
<b>Biomasa – základné údaje</b>	
Celková hmotnosť biomasy na Zemi (vrátane vlhkosti)	2000 miliárd ton
Hmotnosť rastlín na súši	1800 miliárd ton
Hmotnosť lesov na Zemi	1600 miliárd ton
Hmotnosť biomasy na jedného obyvateľa Zeme	400 ton
Energia uskladnená v biomase na súši	25000 EJ
Čistý ročný prírastok biomasy na súši	400 miliárd ton
Ročný prírastok energie uskladnenej v biomase na súši	3000 EJ.rok <sup>-1</sup> (95 TW)
Celková spotreba všetkých foriem energie na Zemi za rok	400 EJ.rok <sup>-1</sup> (12 TW)
Spotreba energie biomasy	55 EJ.rok <sup>-1</sup> (1,7 TW)

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

### 1.1.1 Rozdelenie zdrojov biomasy

Biomasu môžeme rozdeliť podľa pôvodu na tri základné skupiny, a to na dendromasu, fytomasu a na zoomasu.

1. **Dendromasa** – je to biomasa, ktorá pochádza z drevín, ako sú stromy, konáre a korene stromov, zvyšky z opracovaného dreva (piliny, hobliny), výrobky z drevených zvyškov (drevené pelety a brikety) a iné,
2. **Fytomasa** – je to biomasa rastlinného pôvodu, ktorá pochádza z vypestovaných plodín na ornej pôde. Do tejto skupiny zaraďujeme slamu (obilnú, kukuričnú a repkovú), energetické plodiny (miscanthus, amaranthus, krídlatka, konopa, krmny šľavec), rýchlorastúce dreviny (vřba, topol, agát, osika) a iné,
3. **Zoomasa** – je to odpadová biomasa zo živočíšnej výroby, ktorú tvoria exkrementy hospodárskych zvierat (hovädzieho dobytku, oviec, ošípaných a hydiny).



**Obrázok 1 Rozdelenie biomasy**

Zdroj: <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>

### 1.1.2 Energetické využitie biomasy

Spôsob konverzie biomasy na energiu je dôležitým aspektom využitia biomasy (vrátane rýchlorastúcich drevín) ako paliva. Pokiaľ je už zvolená alebo existuje určitá technológia konverzie, svojimi technickými požiadavkami v mnohom určuje, v akej forme má alebo môže byť dodávaná biomasa (štiepky, pelety, neupravená dendro – alebo fytomasa).

Výhodnejší je variant, kde sa najprv určí potenciál a štruktúra produkcie biomasy v danej lokalite a pre ňu sa vyberie najvýhodnejšia technológia konverzie.

#### **Biomasa ako palivo**

Biomasa je významný palivový zdroj, ktorý už dnes zaisťuje jednu sedminu spotrebovanej energie vo svete. V rozvojových krajinách sa táto hodnota pohybuje od 40 % do 90 %.

**Výhody** energetického zhodnotenia biomasy v porovnaní s fosílnymi palivami:

- Je trvalý, neustále sa obnovujúci zdroj energie.
- Za podmienky pestovania a využívania na udržateľnej báze nedochádza k nárastu CO<sub>2</sub> v atmosfére, nakoľko pri jej spaľovaní sa uvoľní len toľko CO<sub>2</sub>, koľko ho rastlina počas svojho rastu prostredníctvom fotosyntézy z atmosféry odčerpá.

- Redukuje emisie oxidu siričitého a iných škodlivín.
- Je dostupnejšia v oveľa širšej miere ako fosílna palivá.
- Je to stabilný domáci zdroj energie, ktorý znižuje spotrebu a tým i náklady na dovoz fosílnych palív. Jeho ceny a objem produkcie je možné dostatočne presne predpovedať do budúcnosti.
- Náklady na energiu a príslušnú prevádzku zostanú v regióne.
- Decentralizácia výroby energie znamená zníženie strát v prenosných trasách.

**Nevýhody** energie akumulovanej v biomase sú:

- Je rozptýlená po celej Zemi, asi 40 % ročnej produkcie biomasy obsahujú svetové moria.
- Týmto je problematické jej maximálne využitie pre energetické účely.
- Produkcia biomasy pre energetické účely konkuruje ďalším spôsobom jej využitia v poľnohospodárstve a priemysle.
- Sezónny výskyt (fytomasa). [1]

### **Energetická hodnota biomasy**

Vzhľadom na rôzne formy biomasy je aj energia v nej obsiahnutá rôzna. Energetický obsah suchých rastlín (obsah vlhkosti 15-20 %) sa pohybuje okolo  $14 \text{ MJ.kg}^{-1}$ . Úplne suchá biomasa preto môže byť z pohľadu energetického obsahu porovnávaná s uhlím, ktoré má výhrevnosť  $10\text{-}20 \text{ MJ.kg}^{-1}$  pre hnedé uhlie a okolo  $30 \text{ MJ.kg}^{-1}$  pre čierne uhlie. V čase zberu však biomasa obsahuje značné množstvo vody, ktoré sa pohybuje od 8-20 % pre slamu, po 30-60 % pre drevo. Obsah vody v hnojovici, z ktorej sa získava bioplyn, je 75-90 % a v niektorých vodných rastlinách, ako je napríklad hyacint, až 95 %. Na druhej strane obsah vody v uhlí sa pohybuje na úrovni 2-12 %. Z toho dôvodu je energia biomasy v čase zberu zvyčajne nižšia ako v prípade uhlia. Chemické zloženie biomasy však z nej robí podstatne ekologickejšie palivo ako je uhlie. Súvisí to s tým, že biomasa má nižší obsah síry ako uhlie. Obsah popola pri spálení je tiež nižší ako v prípade uhlia, navyše tento popol neobsahuje toxické kovy a ani kontaminanty a pre jeho obsah živín je ho možné využiť ako hnojivo. [11]



**Tab. 2 Energetický obsah niektorých surovín**

Surovina	Obsah vody v %	Výhrevnosť v MJ.kg <sup>-1</sup>	Energetická hodnota v kWh.kg <sup>-1</sup>
Štiepka	20	14,28	4,0
Drevo – dub	20	14,1	3,9
Drevo – smrek	20	13,8	3,8
Slama	15	14,3	4,0
Obilie	15	14,2	3,9
Repkový olej	-	37,1	10,3
Čierne uhlie	4	30-35	8,3-9,7
Hnedé uhlie	20	10-20	2,8-5,5
Vykurovací olej	-	42,7	11,9
Biometanol	-	19,5	5,4

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

**Tab. 2.1 Energetický obsah niektorých surovín**

Surovina	Výhrevnosť v MJ.m <sup>-3</sup>	Energetická hodnota v kWh. kg <sup>-1</sup>
Skladový plyn	216,0	4,4
Drevoplyn	5,0	1,4
Bioplyn z hnojovice	22,0	6,1
Zemný plyn	31,7	8,8
Vodík	10,8	3,0

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

### 1.1.3 Spôsoby získania energie z biomasy

Z hľadiska metódy výroby energie z biomasy sa dnes v praxi presadzujú nasledovné procesy:

1. Priame spaľovanie.
2. Termochemické spracovanie s cieľom zvýšenia kvality biopaliva. Sem patria napr. pyrolýza alebo splynovanie.
3. Biologické procesy ako sú anerobické hnitie alebo fermentácia, ktoré vedú k produkcii plynných a kvapalných biopálív.

Bezprostredným produktom týchto procesov je teplo využívané v mieste výroby alebo v jej blízkosti. Teplo sa využíva buď priamo na prípravu teplej vody alebo na výrobu pary s následným pohonom elektrogenerátora a výrobou elektrickej energie. Inými produktmi sú napr. drevené uhlie alebo kvapalné biopalivá na pohon motorových vozidiel. [12]

## 1 Priame spaľovanie

Technológia priameho spaľovania biomasy je najbežnejším spôsobom jej energetického využitia. Je to metóda v praxi overená a komerčne dostupná na vysokej úrovni. Spaľovacie zariadenia sa dodávajú v rôznych prevedeniach a výkonoch, pričom sú schopné spaľovať prakticky akékoľvek palivo od dreva cez baly slamy až po slepačí trus alebo komunálny odpad. Význam má predovšetkým spaľovanie odpadového dreva a odpadov z poľnohospodárskej produkcie (slama). Vznikajúce teplo sa využíva na vykurovanie, v technologických procesoch (procesné teplo) alebo na výrobu elektrickej energie.

### Spaľovací proces v dreve prebieha v nasledujúcich fázach:

- Voda vo vnútri dreva začne vriet' (aj veľmi staré a relatívne suché drevo obsahuje až 15 % vody vo svojich bunkových štruktúrach)
- Z dreva sa postupne uvoľňuje plyn, pričom pre správne spaľovanie je potrebné, aby tento plyn horel a neunikal do komína.
- Vznikajúci plyn sa mieša s atmosferickým vzduchom a horí pri vysokej teplote.
- Zvyšok dreva (zväčša uhlík) horí tiež, pričom ako odpad vzniká popol.

### Pre účinné spaľovanie je potrebné zabezpečiť:

- Dostatočne vysokú teplotu.
- Dostatok vzduchu.
- Dostatok času, aby mohlo prebehnúť úplné spálenie biomasy. [14]



**Obrázok 2 Priame spaľovanie dreva**

Zdroj: <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>

## 2 Termochemické spracovanie

### Pyrolýza

Pyrolýza spočíva v zohrievaní biomasy (ktorá je často rozdrvená a dodávaná do reaktora) v neprítomnosti vzduchu na teplotu 300-500 °C, až do doby pokiaľ všetky prchavé látky z nej neuniknú. Zvyšok – drevené uhlie je palivo, ktoré má takmer dvojnásobnú energetickú hodnotu v porovnaní so vstupnou surovinou a navyše lepšie horí (horí pri vyššej teplote). V mnohých krajinách sveta sa dnes vyrába drevené uhlie pyrolýzou dreva.

Nielen drevené uhlie, ale aj iné produkty pyrolýzy majú značný energetický význam. Jedným z veľmi užitočných produktov môže byť napr. metán, vhodný na výrobu elektrickej energie v plynových turbínach. Kvapalné produkty pyrolýzy majú potenciál podobný rope, avšak pred použitím musia byť upravené.



**Obrázok 3 Produkt pyrolýzy – Drevené uhlie**

Zdroj: <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>

### Splynovanie

Splynovanie je proces, pri ktorom sú produkované horľavé plyny ako vodík, oxid uhoľnatý, metán a niektoré nehorľavé produkty. Celý proces prebieha pri nedokonalom (čiastočnom) horení a ohrievaní biomasy teplom vznikajúcim pri horení. Vznikajúca zmes plynov má vysokú energetickú hodnotu a môže byť použitá ako iné plynné palivá tak pri výrobe tepla a elektriny ako aj v motorových vozidlách. Vo vozidlách však tento plyn vedie k nižšiemu výkonu motora o asi 40 %.

Táto technológia bola natoľko univerzálna a spoľahlivá, že počas druhej svetovej vojny sa na európskych cestách pohybovalo niekoľko miliónov vozidiel so splynovacím agregátom, vyrábajúcim drevoplyn spaľovaný v motore vozidla. [12]



**Obrázok 4 Motorové vozidlo so splynovacím agregátom**

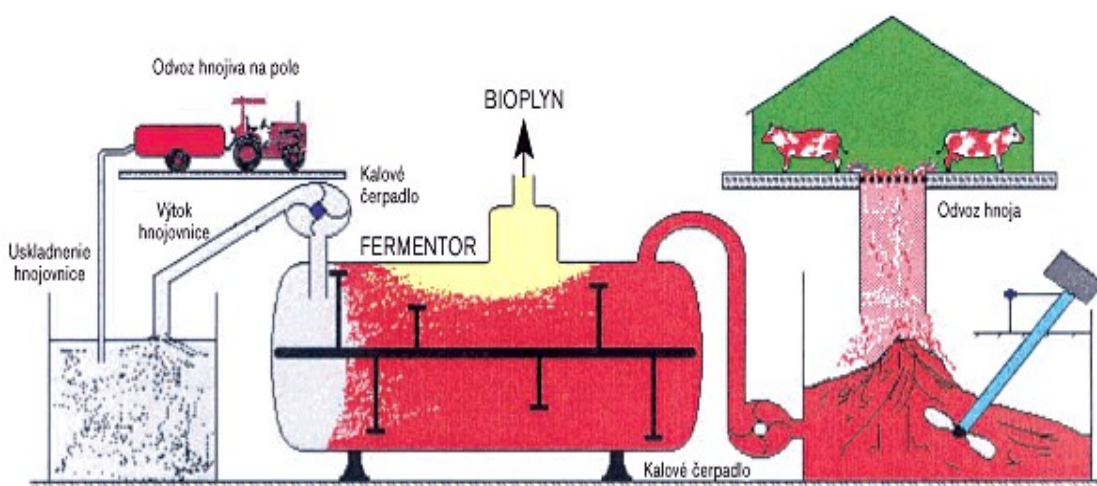
Zdroj: <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>

### 3 Biologické procesy

#### Aneróbnne vyhnívanie

Aneróbnne hnitie, podobne ako pyrolýza, prebieha v prostredí bez prítomnosti vzduchu, avšak proces hnitia prebieha pomocou baktérií, kým pyrolýza pri pôsobení vysokej teploty. Hnitie organických zvyškov prebieha všade v teplom a vlhkom prostredí, dokonca aj pod vodou, kde vedie k tvorbe plynov vystupujúcich na hladinu. Vznikajúce plyny sú horľavé, preto môže dôjsť k ich samozapáleniu. Plyn, vznikajúci pri hnití organických látok, sa nazýva bioplyn a skladá sa hlavne z metánu ( $\text{CH}_4$ ) a oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ).

Získavanie bioplynu z odpadov a jeho spaľovanie plynovými turbínami je proces nenáročný a technologické prvky sú bežne dostupné na trhu. [14]



**Obrázok 5 Technológia výroby bioplynu anaeróbnym vyhnívaním**

Zdroj: <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>

## **Fermentácia**

Fermentácia roztokov cukrov je spôsob výroby etanolu (etylalkoholu) z biomasy. Je to anaeróbny biologický proces, pri ktorom sa cukry menia pôsobením mikroorganizmov (kvasnice) na alkohol – etanol resp. metanol. Etanol je veľmi kvalitné kvapalné palivo, ktoré podobne ako metanol je možné využiť ako náhradu za benzín v motorových vozidlách. Toto palivo je v súčasnosti vo veľkom rozsahu využívané hlavne v Brazílii. Na výrobu etanolu, ale aj metanolu, sa ako vhodné suroviny dajú využiť viaceré rastliny, napr. obilniny, zemiaky, kukurica, cukrová trstina, cukrová repa, ovocie a iné plodiny. Energetický obsah etanolu je asi  $30 \text{ GJ.t}^{-1}$ , alebo  $24 \text{ GJ.m}^{-3}$ . [12]

## 1.2 Drevná biomasa

Drevná biomasa je produkt, pozostávajúci zo zdrevnatenej rastlinnej hmoty alebo časti zdrevnatenej rastlinnej hmoty, pochádzajúcej z pôdohospodárstva, drevospracujúceho priemyslu alebo z iných zdrojov.

### Producenti palivovej drevnej biomasy

- **Lesné hospodárstvo** – priemyselne nezužiteľné alebo obtiažne použiteľné časti stromovej biomasy vo forme štiepok a palivového dreva.
- **Drevospracujúci priemysel** – technologicky obtiažne použiteľné odpady po mechanickom spracovaní dreva vo forme kusových odpadov, štiepok, pilín, brikiet a peliet, hoblín a brúseného prachu a po chemickom spracovaní dreva (drevné uhlie).
- **Ostatné zdroje** – drevná biomasa z brehových porastov, vetrolamov, radovej výsadby v okolí cestných komunikácií, komunálnej zelene, komunálny drevný odpad, drevný odpad z ostatných odvetví. [13]

### 1.2.1 Drevo ako palivo

Drevo je po mnoho milión rokov pre človeka jedným z najdôležitejších palivových zdrojov. Vo svete existuje značný potenciál využitia dreva pre energetické účely. Väčšinu lesov v Európe by bolo možné takto využívať bez toho, aby bola ohrozená existencia prírodných ekosystémov. Súvisí to s tým, že pri ťažbe a spracovaní dreva pre iné ako energetické účely vzniká veľké množstvo odpadu, ktorý často zostáva nevyužitý. Drevné štiepky resp. piliny, z ktorých sa vyrábajú pelety, sú cenným palivom. V susednom Rakúsku pracuje niekoľko tisíc menších domácich zariadení a viacero väčších obecných spaľovní dreveného odpadu. Celkový výkon týchto zariadení je viac ako 1 250 MW.

Využívanie dreva pre energetické účely je možné považovať za lokálny zdroj, ktorý si vyžaduje len minimálne náklady na dopravu a preto je relatívne lacný v porovnaní s klasickými fosílnymi palivami. Dnes existuje na trhu veľký počet malých domácich kotlov na drevo, ktoré sú určené na vykurovanie objektov, ako sú napr. rodinné domy. V Dánsku, ktoré má približne rovnaký počet obyvateľov ako Slovensko, je ich inštalovaných viac ako 70 000. Tieto kotly väčšinou spaľujú kusové drevo, pelety, brikety alebo štiepky. Vyrobené teplo je rozvádzané do radiátorov podobne ako pri kotloch na iné palivá. Nahradenie uhlia alebo vykurovacieho oleja drevom je cestou ako dosiahnuť

výrazné úspory na palive, ktoré môžu dosiahnuť vo vyspelých krajinách 20-60 %. Táto skutočnosť vyplýva z toho, že drevo je lacnejšie ako iné palivá.

V Dánsku aj v Rakúsku existuje viacero väčších obecných kotolní spaľujúcich štiepky. Prudko rastie aj trh s peletami, ktoré sa používajú v individuálnych systémoch vykurovania, ale aj vo veľkých kombinovaných systémoch výroby tepla a elektriny. [10]

### **Energetické vlastnosti palivovej drevnej biomasy**

- veľký podiel prchavej horľaviny 80 %, napr. uhlie asi 45 %
- malý podiel nespáliteľných častí pod 1 %, napr. uhlie asi 15 %
- zanedbateľný obsah síry a ťažkých kovov
- malá hustota energie 3,3-12,2 GJ.m<sup>-3</sup>, napr. uhlie asi 20 GJ.m<sup>-3</sup> a zemný plyn 0,034 GJ.m<sup>-3</sup>
- výhrevnosť sušiny drevnej biomasy 19,4-20,7 GJ.t<sup>-1</sup>
- veľký vplyv obsahu vody (vlhkosti) na výhrevnosť paliva a voľbu technológie energetického využitia
- špecifické nároky na skladovanie – pri zvolení vhodnej technológie sa dosiahne energetická účinnosť porovnateľná so zemným plynom a uhlím. [13]

### **Lesná biomasa v SR**

Vzhľadom na vysoké zalesnenie územia Slovenska (približne 43 % územia) ročný potenciál biomasy predstavuje 903 000 t, s energetickou hodnotou 6 710 TJ. V súčasnosti podniky lesného hospodárstva spotrebúvajú na energetické účely len asi 10-15 tisíc ton biomasy ročne, väčšinou ako palivo. V SR existuje 37 malých ťažobných spoločností, ktoré sú vo vlastníctve lesníckych spoločenstiev, z ktorých 15 je štátnych. Spracovateľská kapacita sa pohybuje od 1 000-15 000 m<sup>3</sup> reziva ročne, pričom dochádza k značným ročným výkyvom, najmä v súkromnom sektore. Ďalej existuje 21 stredných a veľkých spoločností a okolo 150 malých podnikov drevospracujúceho priemyslu s kapacitou 2,9 mil.m<sup>3</sup> reziva.

Vyberanie pňov a koreňov sa praktizuje v rámci všeobecnej prípravy pôdy na zalesňovanie. Súčasná produkcia dreveného odpadu pri riadení lesa dosahuje hodnotu 140 TJ ročne. [10]

### **Výhrevnosť používaných druhov drevnej biomasy:**

- štiepky z lesného hospodárstva 9-12 GJ.t<sup>-1</sup>
- štiepky, piliny a hobliny z porezu dreva v drevospracujúcom priemysle 10-13 GJ.t<sup>-1</sup>
- palivové drevo a kusový drevný odpad po 12- mesačnom skladovaní 13 15,5 GJ.t<sup>-1</sup>
- brikety a pelety 17-18,5 GJ.t<sup>-1</sup> [13]

Výhody dreva ako paliva sú v tom, že pri dobrom uložení si uchováva svoj energetický obsah, dokonca ho v prvých dvoch až troch rokoch relatívne zvyšuje. Je to tým, že v tomto období vysychá. To je dôležitý fakt, pretože ináč sa vlhkosť z dreva uvoľňuje až v energetickom kotli, a to na úkor výhrevnosti. Súčasne pri spaľovaní vlhkého dreva klesá aj teplota spaľovania.

### **Štiepka**

Štiepky sú 2-4 cm dlhé kúsky dreva, ktoré sa vyrábajú štiepkovaním z drevných odpadov, ako napr. tenčiny z preriedovania porastov alebo konárov. Štiepky sú odpadovým produktom drevárskeho priemyslu a ich energetické využitie sa stalo v mnohých krajinách bežné. Výhodou štiepkov je, že rýchlejšie schnú, a tiež umožňujú automatickú prevádzku kotlov pri použití zásobníka a dopravníka paliva. [11]



**Obrázok 6 Štiepka**

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

### **Brikety**



Brikety sú valcovité telesá s dĺžkou asi 15-25 cm, vyrobené z odpadovej biomasy drvením, sušením a lisovaním, bez akýchkoľvek chemických prísad. Lisovaním sa dosahuje vysoká hustota ( $1\ 200\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), čo je dôležité pre objemovú minimalizáciu paliva. Vysoká výhrevnosť ( $19\ \text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), ktorá je zárukou nízkych nákladov na výrobu. Nízka popolnatosť (0,5 %), neobmedzená skladovateľnosť, bezprašnosť a jednoduchá manipulácia sú vlastnosti, ktoré tomuto palivu dávajú špičkové parametre. [11]



**Obrázok 7 Brikety**

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

### **Pelety**

Pelety sú relatívne novou formou dreveného paliva, ktoré umožnilo kotlom spaľujúcim biomasu ich čiastočnú alebo úplne automatickú prevádzku. Peleta je názov pre granulu kruhového prierezu s priemerom okolo 6-8 mm a dĺžkou 10-30 mm. Pelety sú vyrobené výhradne z odpadového materiálu, ako sú piliny alebo hobliny, bez akýchkoľvek chemických prísad. Lisovaním pod vysokým tlakom sa dosahuje vysoká hustota paliva. Ich veľkou výhodou je, že majú nízky obsah vlhkosti asi 8-10 %. Relatívne vysoká hustota materiálu (min.  $650\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) znamená aj vysokú energetickú hodnotu - až  $20\ \text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Týmito parametrami sa pelety vyrovnajú uhlíu. [11]



**Obrázok 8 Pelety**

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

## **1.3 Zdroje poľnohospodárskej biomasy**

Biomasa je obnoviteľný zdroj, pokiaľ jej produkcia neustále prebieha trvalo udržateľným spôsobom. Je to látka biologického pôvodu, ktorá zahŕňa rastlinnú biomasu pestovanú na pôde, hydroponicky alebo vo vode, živočíšnu biomasu, vedľajšie organické produkty a organické odpady. Z veľkej časti to je: 1 800 miliárd ton uhlíka ( $1,8 \cdot 10^{12}$  t, 1,8 Tt) ako zdroja suroviny na zemi a 170 miliárd ton C ako ročná produkcia. V princípe vytvára uzavretý kolobeh uhlíka, preto je CO<sub>2</sub> neutrálna. Je diverzifikovaná v druhoch, vlastnostiach a spôsoboch využitia. Je na Zemi rozmiestnená omnoho vyváženejšie, ako ostatné prírodné zdroje.

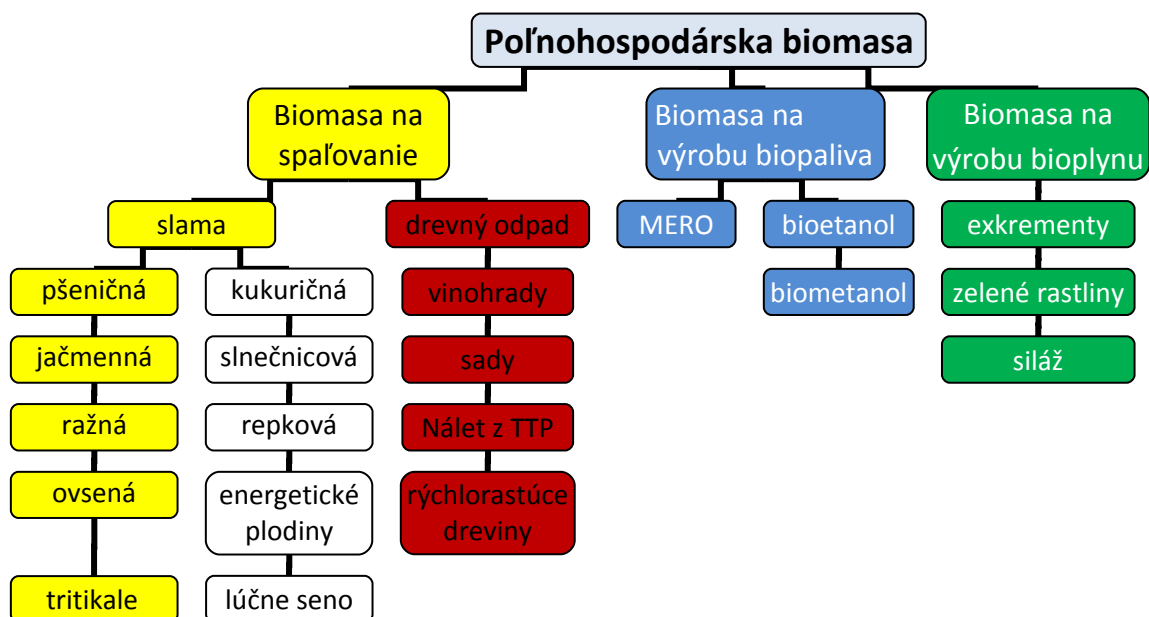
Súčasná výroba biomasy potrebuje určité množstvo energie, ktorá pochádza hlavne z fosílnych zdrojov. Vo všeobecnosti je pravdou, že určité množstvá priamych a nepriamych energetických vstupov do poľnohospodárstva sú potrebné pre dosiahnutie lepšej úrody. V skutočnosti znížená ročná poľnohospodárska produkcia v druhej polovici 80-tych rokov bola spôsobená poklesom vstupných prostriedkov do poľnohospodárstva. Avšak ak sa príliš spoliehame na ubúdajúcu fosílnu energiu a znečistíme naše životné prostredie, udržateľnosť samotnej výroby nemôže byť zabezpečená. Ako časť systému výroby energie, využívajúceho schopnosť fotosyntézy rastlín, je potrebné vykonať minimálny vstup do procesu tvorby biomasy, takže efektívnosť systému je udržiavaná tak vysoko, ako je možné, a súčasne dosiahnuť minimálne výrobné náklady. [1]

**Tab. 3 Celková ročná produkcia zvyškov poľnohospodárskej biomasy vhodnej na spaľovanie**

Plodina	Výmera v ha	Úroda zvyškov biomasy v t.ha <sup>-1</sup>	Produkcia biomasy v t.rok <sup>-1</sup>
<b>Obilniny hustosiate</b>	648 568	2,66	1 727 856
<b>Kukurica</b>	113 200	5,9	667 880
<b>Slničnica</b>	61 010	3,6	219 636
<b>Repka</b>	103 285	2,0	206 570
<b>Slamnatá biomasa spolu</b>	926 063		2 819 276
<b>Sady</b>	9 425	3,9	36 757
<b>Vinohrady</b>	10 898	2,0	21 796
<b>Nálet z TTP</b>	74 820	2,0	149 640
<b>Spolu</b>	<b>1 021 206</b>		<b>3 027 469</b>

Zdroj: [www.tur.vlada.gov.sk/data/files/3421.pdf](http://www.tur.vlada.gov.sk/data/files/3421.pdf)

**Poľnohospodársku biomasu možno rozdeliť do troch základných skupín:**



**Obrázok 9 Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy**

Zdroj: [www.tur.vlada.gov.sk/data/files/3421.pdf](http://www.tur.vlada.gov.sk/data/files/3421.pdf)

### 1.3.1 Biomasa na výrobu biopalív

#### Kvapalné biopalivá

Kvapalné biopalivá sa využívajú predovšetkým na pohon motorových vozidiel. V súčasnosti sú najdôležitejšími palivami, vyrábanými z biomasy, etanol, metanol a bionafta. Z celosvetového hľadiska sú najrozšírenejšími kvapalnými biopalivami takzvané alkoholové palivá (etanol a metanol), ktoré sa vo svete vyrábajú hlavne z obilia, kukurice a cukrovej trstiny. Výhodou alkoholových biopalív, okrem toho že ich je možné dopestovať je, že pri ich spaľovaní sa tvorí menej škodlivín ako pri spaľovaní ropných palív. Súvisí to s tým, že tieto palivá majú jednoduchšiu štruktúru ako benzín alebo nafta, lepšie horia a celý proces vedie k menšej tvorbe nespálených zvyškov. Z tohto pohľadu je metanol lepším palivom ako etanol. [12]

**Tab. 4 Vlastnosti etanolu a metanolu a ich porovnanie s benzínom a naftou**

	Metanol	Etanol	Benzín	Nafta
--	---------	--------	--------	-------

<b>Energetická hodnota v MJ.kg<sup>-1</sup></b>	21,3	26,9	43,7	42,7
<b>Bod varu v °C</b>	64,5	78,3	99,2	140-360
<b>Oktánové číslo</b>	105	106	80-98	–

Zdroj: MAGA, J.- PISZCZALKA, J. 2006.

## **Etanol**

Etanol je veľmi kvalitné kvapalné palivo, ktoré podobne ako metanol je možné využiť ako náhradu za benzín v motorových vozidlách. Toto palivo je v súčasnosti vo veľkom rozsahu využívané hlavne v Brazílii. Ročne sa v tejto krajine vyrobí asi 12 miliárd etanolu, ktorý využíva viac ako 5 miliónov automobilov jazdiacich na čistý etanol a približne 9 miliónov automobilov jazdiacich na zmes 20-22 % alkoholu a asi 80 % benzínu. Etanol sa ako pohonná hmota využíva v Európe, predovšetkým vo Francúzsku, Španielsku a Švédsku. Vyrába sa z obilnín a cukrovej repy (v USA je hlavnou surovinou kukurica). V EÚ sa udáva, že ak by sa na výrobu etanolu použila napr. cukrová repa, týmto palivom by bolo možné zásobiť všetky poľnohospodárske stroje, pričom výmera pôdy by predstavovala približne 10 % ornej pôdy v EÚ. Zo skúseností totiž vyplýva, že z jedného hektára osiateho cukrovou repou je možné získať 5 tisíc litrov etanolu. [10]

Výhodná cena etanolu spolu s jeho destiláciou sa vo svete pohybuje na úrovni 0,6 USD za l (asi 12 Sk). Cena etanolu je dvojnásobná v porovnaní s metanolom, čo platí aj v prípade jeho syntetickej výroby. Pri tejto cene je jeho využívanie ako paliva v doprave problematická. Naopak výhodou etanolu je, že z hľadiska snahy o nahradenie klasických palív vo svete existujú dostatočné kapacity s overenou technológiou výroby.

### **Výhody používania etanolu v motorových vozidlách:**

- etanol je v motore dokonalejšie spaľovaný
- zaručuje vyšší výkon a otáčky motora
- vykazuje nižšie emisie v spalinách [12]

## **Metanol**

Výroba metanolu z dreva je vo svete známa už veľmi dlho. Metanol tu však často vystupoval len ako vedľajší produkt pri výrobe drevného uhlia. Metanol sa však postupne stal dôležitým palivom pre motorové vozidlá. Najväčšie množstvo metanolu je dnes produkované v Brazílii, USA a Švédsku. Energetická hodnota jedného litra metanolu je 18 MJ, avšak účinnosť motora na takéto palivo je vyššia ako v prípade benzínu (asi o 20 %). Metanol sa navyše vyznačuje veľkou univerzálnosťou, a tiež sa používa ako východisková surovina v mnohých chemických procesoch. Metanol je možné previesť na vysoko oktánové palivo pri relatívne nízkych nákladoch. Výhodou je, že takéto palivo neobsahuje síru a znečistenie z jeho spaľovania je veľmi malé.

#### **Výhoda metanolu v porovnaní s etanolom:**

- pre jeho výrobu existuje širší potenciál vstupných surovín
- má vyššie oktánové číslo
- umožňuje lepšiu účinnosť motora
- má nižšiu teplotu horenia
- produkuje menej škodlivín a vo všeobecnosti predstavuje menšie riziko
- je lacnejší ako etanol
- ľahšia manipulácia
- menšia prchavosť [12]

#### **Bionafta – rastlinné oleje**

Rastlinný olej je možné získať z viac ako 300 druhov rôznych rastlín, medzi ktorými je napr. repka, slnečnica, oliva, sója, kokosový orech a iné. Význam bionafty je hlavne v tom, že takmer každý naftový motor je v princípe možné upraviť na spaľovanie bionafty. Pokiaľ sa zoberie do úvahy skutočnosť, že až 90 % prepravy tovarov a osôb sa v súčasnosti vykonáva dopravnými prostriedkami spaľujúcimi motorovou (fosílnou) naftu (nákladné vozidlá, autobusy, lokomotívy, lode, traktory atď.), predstavuje to obrovský potenciál. Použitie čistého rastlinného oleja v motoroch však prináša viacero ťažkostí, preto sa tento olej upravuje esterifikáciou. Ak je bionafta vyrobená z repkového oleja, sa u nás označuje ako MERO.

Výroba bionafty z repky pozostáva z lisovania semien repky, filtrovania a následnej esterifikácii oleja na metylester a glycerol. Glycerol ako vedľajší produkt je vhodný pre chemický priemysel a výlisky sú cennou krmovínovou zmesou.

Bionafta je ekologicky čisté palivo a v porovnaní s naftou pri spaľovaní vykazuje 3 až 40-krát nižší obsah uhlíkovdika vo výfukových plynch. Má zníženú dymivosť, plyny obsahujú menej tuhých častíc a iných nebezpečných látok. Použitie bionafty si však vyžaduje malú úpravu motora, pričom sa zníži jeho výkon aj spotreba paliva asi o 5 %. [12]

**Tab. 5 Energetická hodnota biopalív**

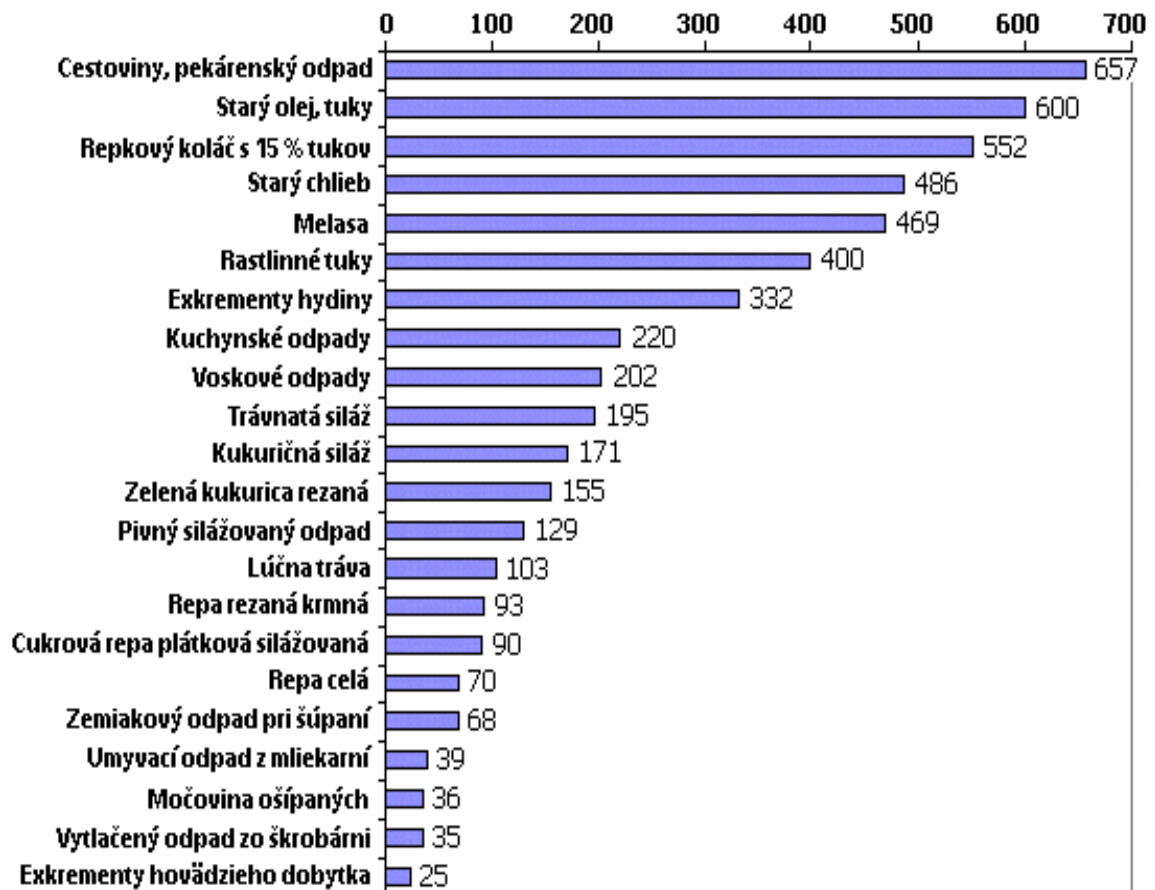
<b>Palivo</b>	<b>energia v MJ.l<sup>-1</sup></b>
<b>Nafta</b>	35,1
<b>Rastlinný olej</b>	34,3
<b>MERO (bionafta)</b>	33,1
<b>Etanol</b>	21,1
<b>Metanol</b>	18,0
<b>Vodík (kvapalný pri -256 °C)</b>	8,5
<b>Elektrina z batérie</b>	0,36

Zdroj: <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>

### 1.3.2 Biomasa na výrobu bioplynu

Každá organická hmota po odumretí podlieha rozkladu, pri ktorom sa uvoľňuje bioplyn. Vzhľadom na to, že bioplyn neustále vzniká pri hnití, jeho využitie pre energetické účely predstavuje jeden z najekonomickejších spôsobov ekologického zneškodňovania odpadov. Bioplyn sa v súčasnosti účelovo získava hlavne zo skládok komunálneho a poľnohospodárskeho odpadu.

Z kilogramu biomasy možno získať 10 000-16 000 kJ energie. Spaľovaním bioplynu je možné získať tak elektrickú energiu ako aj teplo. Takáto výroba prebieha najčastejšie v tzv. kogeneračnej jednotke, pričom výroba elektrickej energie predstavuje asi 30-40 % a výroba tepla 40-50 % energie obsiahnutej v bioplyne. Zvyšok predstavuje tepelná energia potrebná na udržanie optimálnej prevádzkovej teploty. Uvedený proces je perspektívny hlavne pre poľnohospodárske družstvá, čističky odpadových vôd alebo skládky komunálneho odpadu, kde vzniká tzv. kalový plyn. Proces anaeróbného vyhnívania organických zvyškov prebieha v digestoroch bez prístupu vzduchu a okrem bioplynu tu vzniká aj tuhý odpad, ktorý je vhodným pre poľnohospodárske účely. Tiež je možné bioplyn stláčať a použiť ho v motorových vozidlách. Tým, že toto palivo nahrádza fosílny zdroje, znižuje emisie skleníkových plynov a iných škodlivín do atmosféry. [12]



Obrázok 10 Zisk bioplynu z 1 t surovín

Zdroj: MAGA, J.- PISZCZALKA, J. 2006.

**Medzi najobvyklejšie spôsoby využívania bioplynu patrí:**

- priame spaľovanie a ohrev teplotného média
- pohon spaľovacích motorov pre získanie mechanickej energie
- pohon kogeneračných a trigeneračných jednotiek
- po úprave vpúšťaný do siete zemného plynu
- spotrebovaný v palivových článkoch na výrobu elektrickej energie

### 1.3.3 Biomasa na spaľovanie

#### Rýchlorastúce plodiny

Niektoré druhy rastlín, vyznačujúce sa rýchlym rastom alebo kvalitou produkovaného oleja, je možné pestovať za účelom ich budúceho energetického využitia. Tzv. energetické plodiny sa využívajú podobne ako ostatné druhy biomasy (napr. drevo, slama) na výrobu tepla, elektrickej energie, ale aj kvapalných palív použiteľných v doprave. Pre energetické plantáže prichádzajú do úvahy rôzne rýchlorastúce dreviny určené na priame spaľovanie, rastliny spracovateľné fermentáciou na výrobu etanolu, rastliny bohaté na olej a rastliny vhodné na výrobu bionafty, ako napr. repka, ktorá sa už na Slovensku pre tieto účely využíva.

V EÚ sa predpokladá, že 20-40 miliónov hektárov pôdy bude v blízkej budúcnosti nadbytočnej z hľadiska produkcie potravín. Táto pôda prichádza do úvahy na pestovanie energetických rastlín. Pre pestovanie energetických rastlín je možné využiť nielen pôdu vyňatú z produkcie poľnohospodárskych plodín, ale aj pôdu menej kvalitnú, napr. okolo ciest alebo kontaminovanú.

Istou nevýhodou pre pestovanie rýchlorastúcich drevín je nevyhnutnosť používať hnojivá podobné ako pri iných rastlinách. Popol zo spaľovania týchto rastlín však je možné použiť ako hnojivo. Z hľadiska energetickej produkcie je podstatné, že aj pri započítaní energetických vstupov je celková energetická bilancia kladná. Pomer získanej a vložennej energie je zvyčajne 5:1.

Pre priame spaľovanie v kotloch sú vhodnými rastlinami napr. niektoré druhy vrb alebo tráv. Výhodou týchto rastlín je, že na rozdiel od dreva je ich produkcia (obdobie medzi siatím a zberom) krátka, zvyčajne 1 až 8 rokov. Pre niektoré druhy tráv je to ešte menej - 6 až 12 mesiacov. V súčasnosti sa vo svete využíva asi 100 miliónov hektárov pôdy na pestovanie rýchlorastúcich drevín. Väčšina týchto stromov sa využíva v drevospracujúcom priemysle. Parametre, ktoré sú rozhodujúce pri výbere rýchlorastúcich drevín, sú ich dostupnosť, vhodnosť pre daný typ pôdy i podnebie a potenciálny výťažok z hektára za rok ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ). Výťažok je najdôležitejším ukazovateľom a pre vrby pestované v našich podmienkach môže dosiahnuť 15 ton suchej hmoty na hektár za rok. Prírastok niektorých vrb sa pohybuje od 1 do 3 metrov za rok. Bežná hustota výsadby predstavuje 5 000 – 20 000 stromov na hektár. Žatva prebieha v 1 až 3 ročných cykloch, pričom stromy dokážu zostať produktívne až po dobu 30 rokov. [11]



**Tab. 6 Prírastky niektorých druhov rýchlorastúcich rastlín**

plodina	Prírastok v t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	Energetický obsah v GJ.t <sup>-1</sup>	Energetický potenciál v GJ. ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
Salix (vrba)	15	16	240
Tráva druhu miscantus	20	17	340
Sweet Sorghum (cirok)	25	18	450

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

## Slama ako palivo

Odpady z poľnohospodárskej produkcie sú z hľadiska obsahu energie veľmi významným zdrojom. Do tejto skupiny patrí hlavne slama alebo hnojovica. Tieto zdroje sú dnes intenzívne využívané vo viacerých krajinách. Pri pohľade na polia je evidentné,



**Obrázok 11 Slama**

<http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

že na nich zostáva milión ton slamy bez účelu. Veľká časť je často spaľovaná, zakopávaná alebo ponechaná hnitiu. Snaha odstraňovať z polí odpady vedie k dôležitej otázke: koľko odpadu by malo na poliach zostať, aby bolo možné zaistiť udržateľnú produkciu? Na základe skúseností z vyspelých krajín vyplýva, že z polí je možné bez problémov zozbierať až 35 % odpadov bez toho, aby to malo nepriaznivý dopad na kvalitu pôdy a budúcu rastlinnú produkciu. Z dánskych údajov vyplýva, že až 59 % slamy je nadbytočnej. Približne 1/5 z tohto množstva sa v tejto krajine dnes využíva na energetické účely a to na spaľovanie slamy v kotolniciach. Niekoľko stoviek takýchto zariadení na vykurovanie celých obcí alebo poľnohospodárskych podnikov sa nachádza vo Veľkej Británii, Dánsku, Rakúsku, Švédsku a iných krajinách vrátane rozvojových. Budovanie spaľovní slamy vo vyspelých krajinách bolo podporované čiastočne z dôvodu ochrany životného prostredia (spaľovanie slamy na poliach je zakázané) a čiastočne aj preto, že je to ekonomicky výhodné a takéto spaľovne poskytujú dodatočný zdroj príjmov pre poľnohospodárov.

Veľké množstvo slamy vzniká aj u nás a jej energetické využitie by znamenalo zisk v podobe náhrady klasického paliva lacným odpadom.

Slama má v niektorých prípadoch vyššiu mernú výhrevnosť ako hnedé uhlie a ako palivo na vykurovanie sa dnes používa v mnohých krajinách. Jej energetický obsah je pritom značný  $4,9 \text{ kW}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej hmoty resp.  $4,0 \text{ kW}\cdot\text{kg}^{-1}$  pre slamu s vlhkosťou asi 15 %. Energia obsiahnutá v  $1 \text{ m}^3$  stlačenej slamy takto predstavuje asi  $500 \text{ kW}\cdot\text{h}^{-1}$  (hustota  $120 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

**Tab. 7 vlastnosti odpadovej obilnej slamy**

palivo	Vlhkosť %	Výhrevnosť $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	Popol %
Odpadová slama	8 - 20	12300 – 16000	2 – 7
Sekaná slama	15 – 20	12300 – 14300	2 – 7
Lisované balíky	10 – 20	12300 – 15500	2 – 7
Brikety a pelety	8	16000 - 16300	2 - 7

Zdroj: [www.ecbratislava.sk](http://www.ecbratislava.sk)

Potenciálne množstvo slamy, z ktorej by bolo možné časť využiť na energetické účely, je možné určiť na základe štatistických údajov o produkcii obilnín. V našich klimatických podmienkach je pomer slamy a zrna nasledovný:

**Tab. 8 Pomer zrna ku slame**

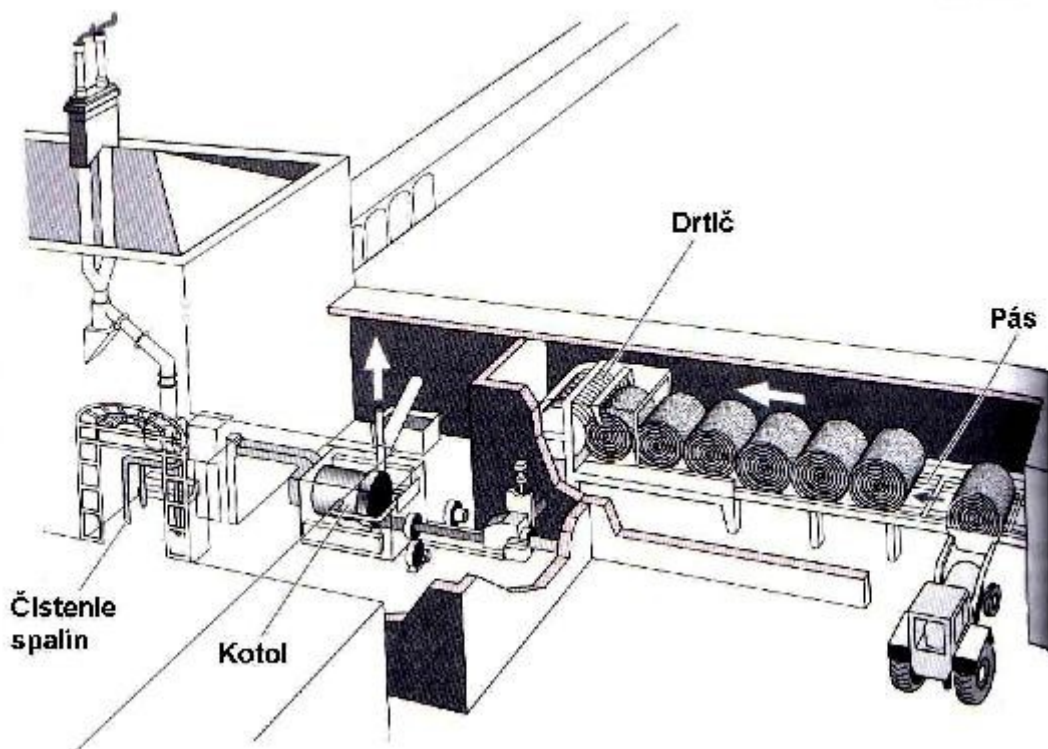
plodina	Pomer zrno : slama
pšenica	1 : 1,85
žito	1 : 1,7
jačmeň	1 : 0,8
ovos	1 : 1,4
raž	1 : 1,1

Zdroj: Pastorek, Z. – Kára, J. – Jevič, P.

Hrubý odhad o produkcii slamy je tiež možné získať z priemernej úrody zrna, ktoré sa pohybujú na úrovni  $4\text{-}7 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Spaľovanie slamy prináša aj isté obmedzenia a dnes sa jej využitie sústreďuje len na veľké kotolne, zvyčajne napojené na centralizovaný systém zásobovania teplom alebo na poľnohospodárske podniky. Súvisí to s tým, že slama je dosť zložité palivo, predovšetkým

je nehomogénne, a z hľadiska energie hustoty zaberá veľký objem 10 až 20-krát väčší ako uhlie. Navyše 70 % spáliteľných častí slamy je obsiahnutých v plynách unikajúcich počas zohrievania tzv. prachové zložky. Tak vysoký obsah prachových zložiek vytvára problémy pri spaľovaní hlavne pri premiešavaní správneho množstva vzduchu. Slama tiež obsahuje chlóróvé zlúčeniny, ktoré môžu spôsobovať koróziu materiálov, hlavne pri vyšších teplotách. Napriek uvedeným ťažkostiam je spaľovanie slamy technicky zvládnuté a tiež veľmi ekonomické. Počet takýchto zariadení vo svete preto rýchlo rastie. V Dánsku bolo od roku 1980 postavených viac ako 70 spaľovní slamy. Ich výkon sa pohybuje od 0,6 MW do 9 MW. Väčšina z nich spaľuje celé baly slamy s rozmermi 2,4 x 1,2 x 1,3 m a hmotnosťou 450 kg. Býva zvykom, že tieto spaľovne sú zálohované osobitným kotlom na olej. Kotle na slamu bývajú dimenzované na 60 – 70 % maximálnej záťaže.



**Obrázok 12 Spaľovňa slamy**

<http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>

**Väčšie spaľovne slamy zvyčajne pozostávajú zo:**

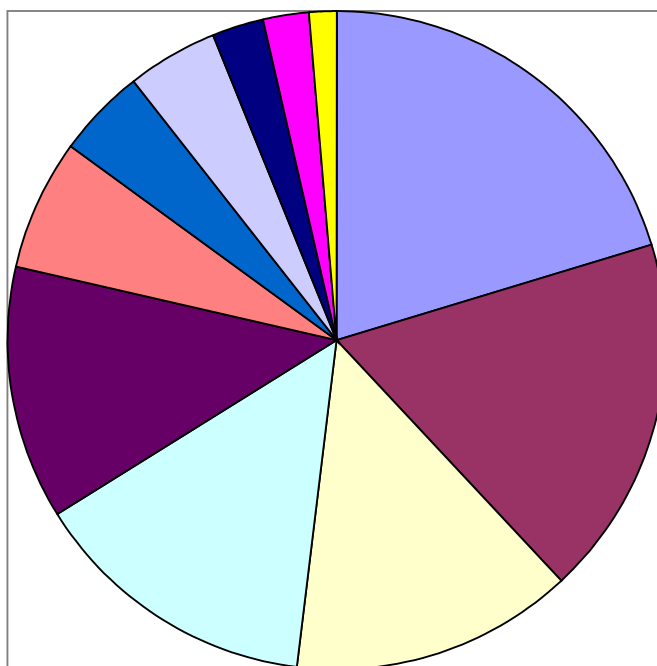
- skladu
- žeriavu
- dopravného pásu
- kotla
- čistiaceho zariadenia odpadových plynov a komína

Prevádzka celého zariadenia býva plne automatická a bez obslužného personálu. Dopravný pás privádza celé baly slamy do roštu umiestneného v spodnej časti kotla. Na tomto mieste dochádza k spaľovaniu. Rošt je zvyčajne rozčlenený na viacero zón s osobitnými ventilátormi dodávajúcimi vzduch do spaľovacej komory. Spaľovací proces je elektronicky kontrolovaný individuálne v každej zóne, čím sa dosahuje optimálne horenie. Prachové zložky sú spaľované v komore nad roštom, kam sa osobitnými prieduchmi privádza vzduch zabezpečujúci horenie. Uvoľnené teplo je následne odovzdávané cez steny kotla vode cirkulujúcej sústavou potrubí. Horúca voda je potom rozvádzaná do miesta spotreby. [11]

**Tab. 9 objemová hmotnosť palív zo slamy**

Stav paliva	Merná hmotnosť, kg · m <sup>-3</sup>	Hmotnosť kusa, kg · ks <sup>-1</sup>	Spôsob manipulácie
<b>Slama rezaná</b>	40 - 60	–	strojový
<b>Nízkotlakové balíky - štandard</b>	60 - 80	5	ručný + strojový
<b>Vysokotlakové balíky - štandard</b>	80 - 120	10	ručný + strojový
<b>Obrie valcové balíky</b>	60 – 90	350	strojový
<b>Obrie kvádrové balíky</b>	80 – 160	400	strojový
<b>Brikety, sypané</b>	500 – 600	0,5 – 1	ručný + strojový
<b>Pelety, sypané</b>	500 - 600	0,01	ručný + strojový

Zdroj: MAGA, J.- PISZCZALKA, J. 2006.



Zemný plyn (malo odber)	Pelety
Zemný plyn (veľko odber)	Brikety
Brikety	Hnedé uhlie
Piliny	Lesná štiepka
Slama	Kôra
Slama (vlastná produkcia)	

**Obrázok 13 Porovnanie cien palív v €·GJ<sup>-1</sup>**

Zdroj: [www.e-filip.sk/Default.aspx?contentID=3797](http://www.e-filip.sk/Default.aspx?contentID=3797)

**Tab. 10 Porovnanie cien palív**

Surovina	Cena paliva v €·GJ <sup>-1</sup> vrátane DPH
Zemný plyn (malo odber)	16,22
Pelety	13,99
Zemný plyn (veľkoodber)	11,27
Brikety	9,93
Hnedé uhlie (Hornonitrianske bane)	4,99
Lesná štiepka (Lesy SR)	3,59
Piliny	3,62
Slama	1,93
Kôra	1,78
Slama (vlastná produkcia)	1,06

Zdroj: [www.e-filip.sk](http://www.e-filip.sk), [www.spp.sk](http://www.spp.sk)...



Slovensko môže z biomasy pokryť približne 30 % energetickej potreby, v súčasnosti je to sotva 1,5 %. Rozhodujúcu časť energetických zdrojov (ropa, zemný plyn) dovážame, teda sme závislí na dovoze. Položme si otázku: Prečo tak málo využívame domáce suroviny?

Slovensko si neváži miestne zdroje a ľudské danosti a celý svoj rozvoj zameralo len na príchod zahraničných investorov. Domáce surovinové zdroje sa vyvážajú za lacné peniaze väčšinou vo forme suroviny, teda ani nie vo forme polotovarov. Na jednej strane obrovskými dotáciami podporujeme zahraničných investorov, na strane druhej trestuhodne zanedbávame to, čo máme doma.

Skutočný rozvoj Slovenska spočíva predovšetkým v podpore a vytváraní efektívneho využívania miestnych zdrojov. Efektívne využívanie biomasy je o systematickej práci a vytvorení efektívneho podporného systému. Suroviny je dostatok, len musíme zabezpečiť, aby sa na Slovensku mohla spracovať.

Biomasa ako zdroj energie je neuveriteľným darom, ktorý dostalo Slovensko. Je skutočne len na našej generácii, či zachytíme svetové trendy alebo sa budeme opäť prizerať, ako nám denne odchádzajú stovky kamiónov tam, kde už pochopili globálnu energetickú krízu.

## **2 Cieľ práce**

Cieľom mojej diplomovej práce bolo posúdiť rekonštrukciu budovy pri zmene vykurovania zo zemného plynu na vykurovanie slamou vo vybranom poľnohospodárskom podniku. Posúdiť súčasný stav energetickej spotreby existujúcej budovy a súčasný kotol ako zdroj tepla. Navrhnuť prestavbu kotolne týkajúcu sa kotla na slamu, skladu slamy, príručného skladu slamy a ďalších pomocných zariadení. Zhodnotiť úsporu energie pri prechode z doterajšieho spôsobu vykurovania na vykurovanie slamou. Práca je zameraná aj na analýzu výroby biopaliva zo získanej nadbytočnej fytomasy.

### **3 Metodika práce a metódy skúmania**

Pri zhromažďovaní informácií pre moju prácu som si naštudoval danú problematiku z literatúry týkajúcej sa obnoviteľných zdrojov energie. V diplomovej práci som použil aj poznatky nadobudnuté pri písaní bakalárskej práce, ktoré som získal od inštitúcií zaoberajúcich sa danou problematikou ako Pozemkový úrad v Rimavskej Sobote, Obvodný úrad životného prostredia v Rimavskej Sobote, Mestský úrad v Rimavskej Sobote, Slovenský pozemkový fond v Rimavskej Sobote.

Pri hľadaní firmy v okrese Rimavská Sobota, ktorá by sa mohla v blízkej budúcnosti zaoberať výrobou biopaliva, som natrafil na firmu Agroris, s.r.o.. Tento poľnohospodársky podnik sa nachádza v blízkosti mesta Rimavská Sobota v dedine Ožďany. Pri konzultácii s majiteľom firmy Agroris, s.r.o. Ing. Ladislavom Sedmákom ml. som dostal informácie o znovuoobnovení chovu ošípaných. Pri obnove chovu plánujú aj prechod z doterajšieho spôsobu vykurovania plynom na vykurovanie biomasou.

Pre vybraný podnik som navrhol vhodnú kotolňu podľa získaných údajov, ktoré mi poskytlí vedúci pracovníci. Návrh obsahuje rekonštrukciu budovy a skladu slamy, stavbu príručného skladu slamy, inštaláciu kotla na slamu v budove a ďalších pomocných zariadení. Celý návrh budovy po rekonštrukcii je zakreslený do projektu, ktorý je súčasťou mojej výslednej práce. Zameral som sa na využitie slamy ako vedľajšieho poľnohospodárskeho produktu, ktorý by sa mohol využiť ako palivo. Vo vybranom poľnohospodárskom podniku sú navrhnuté plodiny vhodné pre dané klimatické a hospodárske podmienky v regióne. Navrhujem využiť slamu z jačmeňa, pšenice, ovsu, repky, slnečnice a kukurice, získanú v množstve 30 % z celkovej úrody. Táto nadbytočná a nevyužitá slama by mohla byť využitá na výrobu tepla a úžitkovej vody. V poslednom kroku som zhodnotil úsporu energie pri prechode z doterajšieho spôsobu vykurovania na vykurovanie slamou.

#### **4 Výsledky práce a diskusia**



Poľnohospodársky podnik Agroris, s.r.o. obhospodaruje pozemky nachádzajúce sa v katastrálnom území obcí Rimavská Sobota, Lučenec a Poltár, ktoré ležia na juhovýchode Slovenskej republiky. Územie je výrazne členité s bohatou reliéfovou štruktúrou. Nájdeme tu horské prostredie, ale i úrodné nivy a údolia riek s aktívnou poľnohospodárskou výrobou.

Podnik hospodári na celkovej výmere 6 610,41 ha ornej pôdy. Okrem pestovania poľnohospodárskych plodín sa venuje aj chovu hovädzieho dobytku a do roku 2007 aj chovu ošípaných. Pri konzultácii s majiteľom firmy Agroris, s.r.o. Ing. Ladislavom Sedmákom ml. som dostal informácie o znovuobnovení chovu ošípaných na farme v Ožďanoch z celkovou kapacitou 5 938 kusou. Kapacita jednotlivých objektov pre ošípané je zobrazená v tabuľke 11.

Firma plánuje prejsť z doterajšieho vykurovania zemným plynom na vykurovanie biomasou. Prehľad spotrebovaného plynu v kotloch a teplovzdušnom horáku za jeden kalendárny rok je zobrazený v tabuľke 12.

### **Súčasný zdroje tepla:**

#### **Pôrodná:**

- 1 ks kotol MODRATHERM - teplovodný plynový kotol, výkon 48 kW (podlahové kúrenie delta rúry)
- 1 ks teplovzdušný horák Ermaf-GP-70, výkon 70 kW

#### **Škôlka:**

- 6 ks kotlov MODRATHERM – teplovodný plynový kotol výkon, 48 kW z toho 3 ks v prevádzke a 3 ks v zálohe (podlahové kúrenie delta rúry)

#### **Administratívna budova:**

- 1 ks kotol MODRATHERM - teplovodný plynový kotol, výkon 48 kW

### **Tab. 11 Kapacita jednotlivých objektov pre ošípané na farme Ožďany**

Názov objektu	Počet sekcií	Počet ošípaných v sekcií	Počet koterčov v 1 sekcií	Počet ošípaných spolu	Poznámky
Pôrodná prasnic parcelné číslo: 2864/26	6	36	36	216	počítané len prasnice
Čakáreň parcelné číslo:	1	440	440	440	individuálne koterce
Erosentrum parcelné číslo:	1	342	192 individ. boxov 2 koterce pre kance 12 skup. koterčov	342	10 ks skupin. koterčov po 12 ks ošíp. 2ks skupin. koterčov po 14 ks ošíp.
Škôlka parcelné číslo: 2864/30	12	400	8	4 800	6 sekcií - odstav 6 sekcií - predvýkrm
Odchovňa prasničiek parcelné číslo:	1	140	20	140	
<b>Maximálna kapacita</b>				<b>5 938</b>	

Zdroj: Agroris, s.r.o. Farma Ožďany

**Tab. 12 Prehľad spotreby plynu na farme Ožďany pre rok 2007**

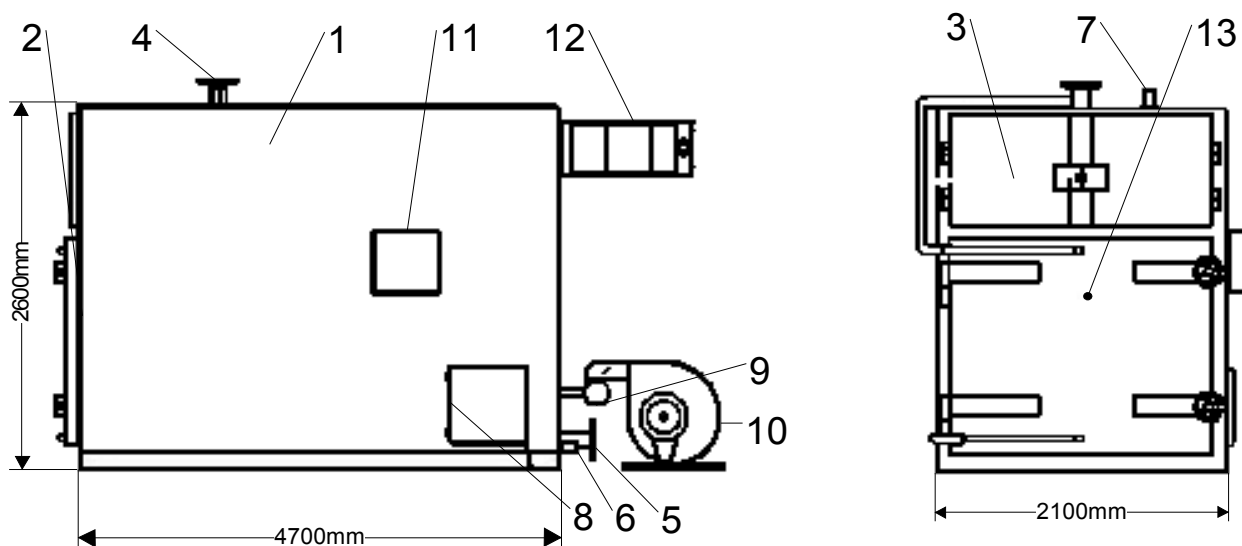
Mesiac	Názov objektu				Spotreba plynu za mesiac
	Pôrodná	Pôrodná	Škôlka	Administratívna budova + sklady a dielne	
	Zdroj tepla				
	1 fukár	1 kotol	6 kotlov	1 kotol	
	Spotreba plynu v kWh				
Január	52 232,388	27 746,484	51 769,596	11 000,54	142 747
Február	48 477,462	30 155,106	37 728,066	8 002,33	124 362,964
Marec	29 460,918	12 337,614	36 813	7 022,41	85 633,942
Apríl	8 056,788	10 095,7	8 414,4	3 003,4	31 570,288
Máj	3 334,206	5 259	6 131,994	1 445,7	16 170,9
Jún	3 681,3	5 259	0	989,61	9 929,91
Júl	3 449,904	4 102,02	0	855,43	8 407,354
August	0	3 218,508	0	841,35	4 059,858
September	0	4 017,876	0	1 854,23	5 872,106
Október	4 396,524	15 272,136	18 806,184	3 988,34	42 463,184
November	28 924,5	22 298,16	47 804,31	8 645,22	107 672,19
December	57 354,654	35 855,862	44 543,73	10 057,49	147 811,736
<b>Spolu za rok</b>	<b>239 368,644</b>	<b>177 617,466</b>	<b>252 011,28</b>	<b>57 705,87</b>	<b>726 703,26</b>

Zdroj: Agroris, s.r.o., Farma Ožďany

## Návrh prestavby budovy a vybudovanie kotolne na spaľovanie slamy v poľnohospodárskom podniku Agroris, s.r.o. Ožďany

Získaná slama z poľnohospodárskej výroby podniku by sa spaľovala v kotle radu KNS 500. Energia slamy ako zdroja tepla by sa využívala na vykurovanie maštali, skladov, dielne, administratívnej budovy a tiež na ohrev úžitkovej vody.

### Teplovodný kotol KNS 500-rozmerový výkres



**Obrázok 14 Teplovodný kotol KNS 500**

1 – teleso kotla, 2 – navážacie dvere chladené vodou, 3 – dvere na čistenie výmenníka, 4 – pripojovacia príruha teplej vody, 5 – pripojovacia príruha spiatočky, 6 – príruha na vypúšťací ventil, 7 – príruha na pripojenie bezpečnostného ventilu, 8 – dvierka na popol, 9 – kolektor prívodu vzduchu, 10 – ventilátor spaľovaného vzduchu, 11 – radiaca skrinka kotla, 12 – sopúch, 13 – snímač pre vypnutie kotla pri prekročení teploty vody nad 95 °C.

Vyhrievací vodný kotol s prívodom a usmerňovaním vzduchu pomocou ventilátora je určený na prípravu teplej vody na vyhrievacie účely. Menovitý výkon kotla je 500 Kw.

Slama je zlisovaná vo forme hranatých balíkov 150 x 120 x 80, s vlhkosťou do 15 %. Ako náhradné palivo je možné použiť drevný odpad. Prevádzka celého zariadenia je plne

automatická. Palivo je cyklicky navážané do spaľovacej komory na rošt umiestnený v spodnej časti kotla pomocou pásového dopravníka z príručného skladu slamy. Celková dĺžka pásového dopravníka je 10 m. Po navezení slamy sa zapáli palivo a uzatvorí sa navážacie dvere spaľovacej komory. Na ovládacom paneli sa nastaví požadovaná teplota vody. Vzduch na spaľovanie dodáva ventilátor prostredníctvom rozvádzacieho systému a trubíc kolektora zakončených dýzami. Riadiaca automatika reguluje správnu intenzitu a kvalitu spaľovacieho procesu vďaka vhodnému usporiadaniu vzduchu dodávaného do dýz, tzv. protiprúdový systém spaľovania. Zabezpečuje sa tak optimálny spôsob splyňovania slamy a spaľovanie získaného plynu, v dôsledku toho je nízky obsah oxidu uhoľnatého (CO) v spalinách. Spaliny, ktoré vznikajú pri spaľovaní, sú odvádzané smerom ku prednej časti spaľovacej komory a potom prostredníctvom kanálov – plameníc prechádzajú do zadnej časti kotla, odovzdávajúc pritom teplo vyhrievanej vode vo výmenníku tepla. Horúca voda je potom rozvádzaná do miesta spotreby. Automatika je prispôbená ku kontrole činnosti obehového čerpadla v sieti. Následne prúdia spaliny cez multicyklón (elektrofilter) do komínového systému. Popol z kotla a filtra je unášaný za pomoci závitkového dopravníka von z budovy do kontajnera. Popol môže firma využiť ako hnojivo na svojich poliach.

Pre užívateľov v Slovenskej republike, ktorí si zakúpia kotol s výkonom nad 300 kW, musí byť pri uvedení do prevádzky kotol meraný, pričom emisie musia zodpovedať Prílohe č.4 Vyhlášky MŽP SR č. 760/2002 Z. z.

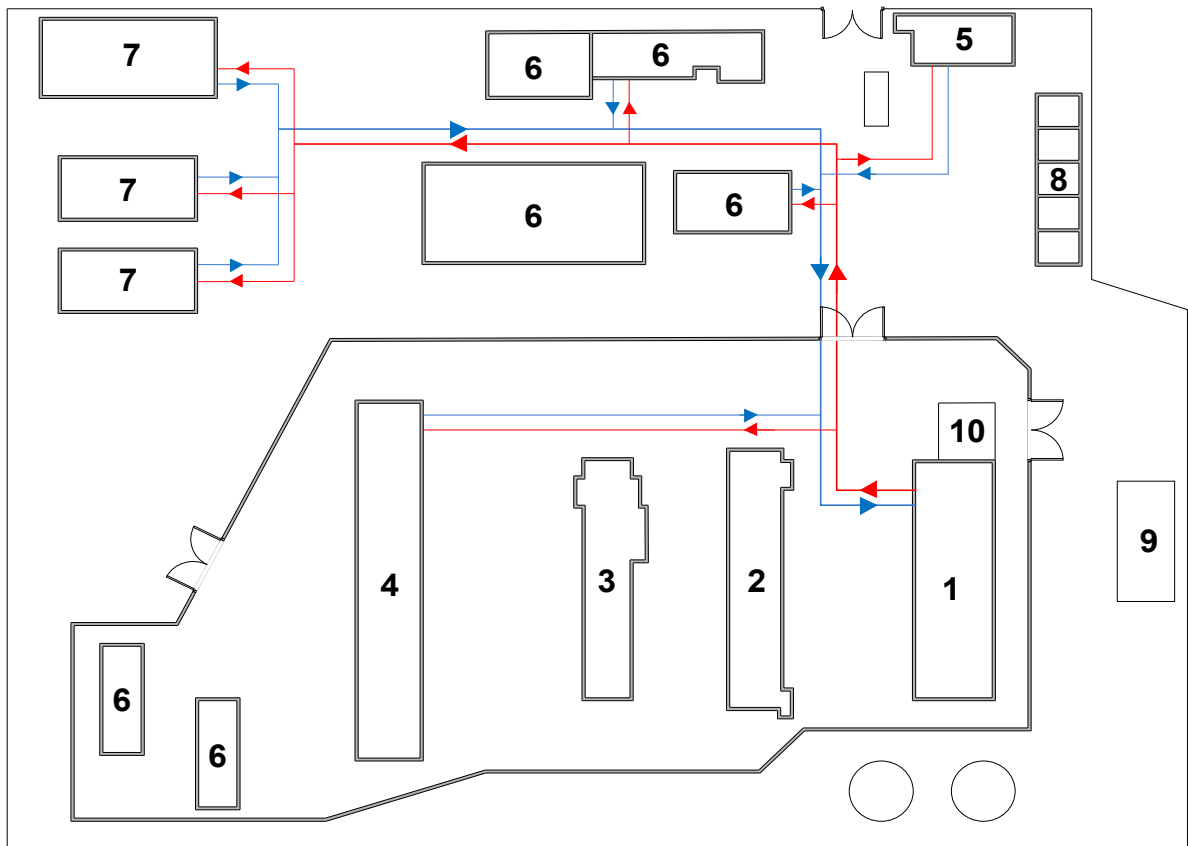
Bezpečnostné prvky v budove: protipožiarne zariadenie, snímač a analyzátor spalín a riadiaca jednotka spaľovacieho procesu regulujúca prívod množstva vzduchu do spaľovacej komory kotla.

### **Technické údaje kotla na slamu KNS 500**

- Menovitý výkon kotla 500 kW
- Plocha vykurovaných miestností 2 800 m<sup>2</sup>
- Spotreba paliva 165 kg.h<sup>-1</sup>
- Výchrevná plocha kotla 68 m<sup>2</sup>
- Vodný obsah kotla 7,8 m<sup>3</sup>
- Čas horenia jednej vsádzky 2,5 h
- Vsádzka paliva – 2balíky 150 x 120 x 80
- Hmotnosť kotla bez vody 9 000 kg
- Pracovný pretlak 0,2 MPa
- Požadovaný ťah spalín 55 Pa
- Výška komína 16 m
- Priemer komína 500 mm
- Tepelná účinnosť 75-80 %

- Minimálna teplota spiatocky 50 °C
- Maximálna teplota ohriatej vody 90 °C
- Dĺžka kotla 4 700 mm
- Šírka kotla 2 100 mm
- Výška kotla 2 600 mm
- Doporučená minimálna veľkosť akumul. zberača vody 22 m<sup>3</sup>

### Schéma návrhu inštalovaných rozvodov potrubí na farme v Ožd'anoch

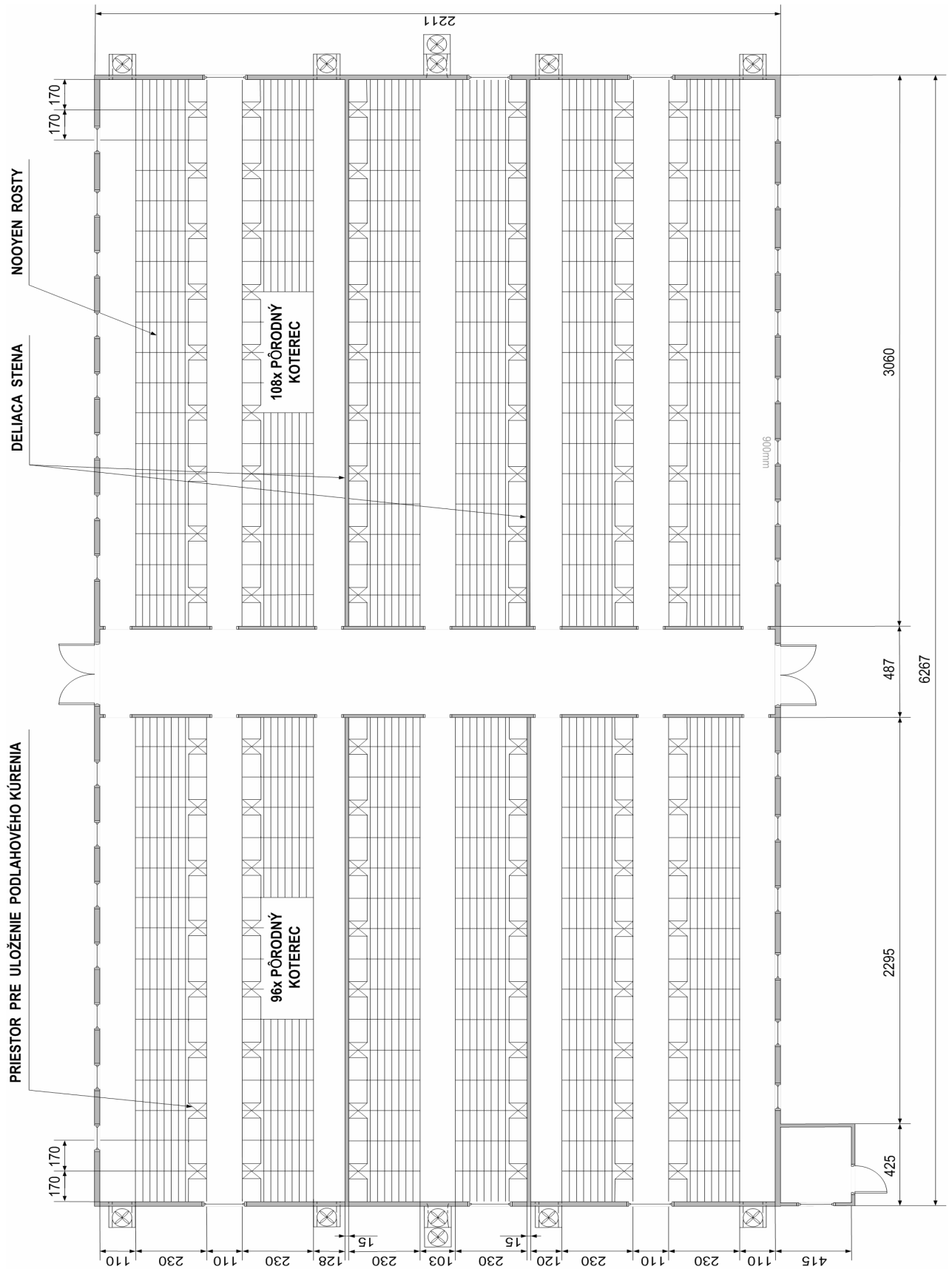


Obrázok 15 Schéma návrhu inštalovaných rozvodov potrubí na farme v Ožd'anoch

#### Legenda:

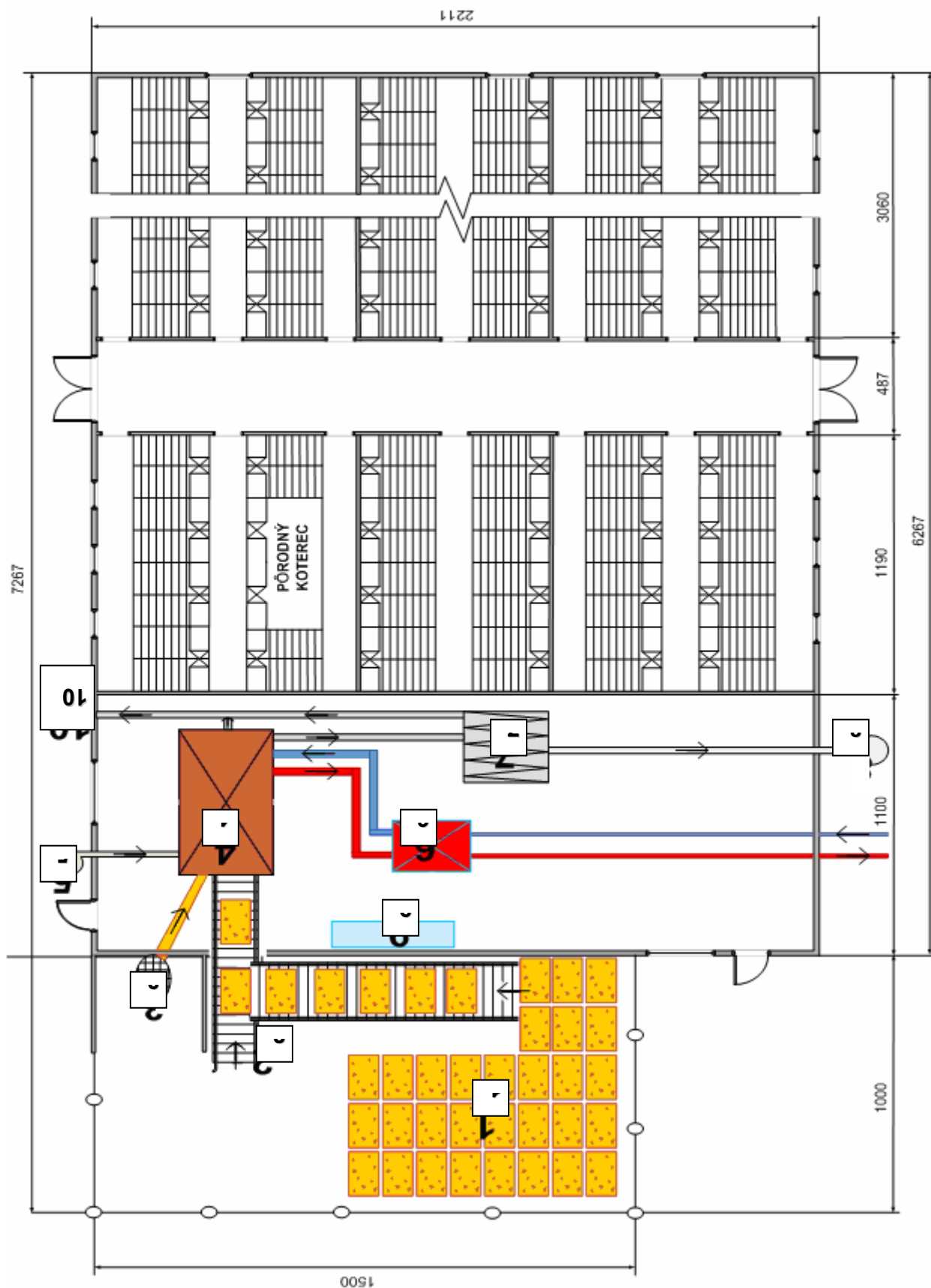
1 – pôrodná, 2 – čakáreň, 3 - eros centrum, 4 – škôlka, 5 - administratívna budova + výpočtové stredisko, 6 - sklady, hangáre, dielne, 7 - auto park podniku (priestory určené na opravu, údržbu a parkovanie), 8 – garáže, 9 - prístrešok určený pre uskladnenie slamy, 10 - príručný sklad slamy, Rozvodové potrubie s teplou vodou —  
 Rozvodové potrubie zo studenou vodou —

# Projekt budovy pred rekonštrukciou (pôrodňa)



Obrázok 16 Projekt budovy pred rekonštrukciou

## Projekt budovy po rekonštrukcii (pôrodná)



Obrázok 17 Projekt budovy po rekonštrukcii

## Legenda k projektu

- 1 – príručný sklad balíkov slamy
- 2 – pásový dopravník na podávanie slamy
- 3 – jama s dopravníkom do kotla na spaľovanie drobného dreveného odpadu
- 4 – kotol na spaľovanie slamy KNS 500
- 5 – ventilátor spaľovacieho vzduchu
- 6 – výmenník tepla
- 7 – multicyklón (elektrofilter)
- 8 – komín
- 9 – riadiaca jednotka celého zariadenia
- 10 – závitovkový dopravník na odvádzanie popola z budovy

### Výpočet úrody nadbytočnej slamy, ktorú bol podnik Agroris, s.r.o. schopný vyprodukovať za rok 2009

V tabuľke 13 uvádzam, koľko zvyškovej slamy je možné získať z jedného hektára, jednotlivu od druhu obilniny.

Z poľnohospodárskych plodín, ktoré podnik vypestuje, som sa zameril na plodiny, ktoré by sa po žatve dali využiť na spaľovanie v energetickom kotly.

Na základe hektárovej úrody plodín zapísaných v tabuľke 14 som vypočítal, koľko zvyškovej slamy je podnik Agroris, s.r.o. schopný vyprodukovať za rok. Predpokladaná hektárová úroda slamy v podniku Agroris, s.r.o. na rok 2009 je uvedená v tabuľke 15.

**Tab. 13 Hektárová úroda slamy niektorých plodín**

Plodina	Slama v t.ha <sup>-1</sup>
Pšenica	7,4
Jačmeň	2,4
Ovos	4,2
Repka	2
Slničnica	3,6
Kukurica	5,9

**Tab. 14 Výmera osevnej plochy pre plodiny na rok 2008 - 2009**



Plodina	Kataster			Výmera plochy v ha na rok 2008	Výmera plochy v ha na rok 2009
	RS	LC	PT		
Pšenica ozimná	1 339,07	983,36	67,50	1 914,66	2 389,93
Pšenica jarná	131,31	98,78	0,00	216,14	230,09
Jačmeň ozimný	108,78	74,59	0,00	391,53	183,37
Jačmeň jarný	474,30	154,12	0,00	656,46	628,42
Kukurica zrnová	412,01	337,63	72,45	1 084,40	822,09
Kukurica na siláž	0,00	0,00	0,00	136,35	0,00
Slničnica	398,55	45,69	128,43	466,26	572,67
Tritikále	0	0	0	52,08	0,00
Repka	842,66	249,16	101,74	1 094,60	1 193,56
Ovos	0,00		2,60	2,60	24,42
DTR	94,92	72,84	53,50	235,71	221,26
Lucerka	1,54	0	0	1,54	1,54
Neprod.orná pôda	0,00	0	0	0,84	0,00
SPOLU OP	3 803,14	2 016,17	426,22	6 274,99	6 245,53
Lúka	32,18	97,39	2,18	102,29	131,75
Trávy	55,43	1,96	69,88	127,27	127,27
Pasienky	13,72	64,74	27,40	105,86	105,86
Spolu TTP	<b>101,33</b>	<b>164,09</b>	<b>99,46</b>	<b>335,42</b>	<b>364,88</b>
<b>Poľ.pôda spolu</b>	<b>3 904,47</b>	<b>2 180,26</b>	<b>525,68</b>	<b>6 610,41</b>	<b>6 610,41</b>

Zdroj: Agroris, s.r.o., Farma Ožďany

**Výpočet úrody nadbytočnej slamy, ktorú bol podnik Agroris, s.r.o schopný vyprodukovať za rok 2009.**

**Jačmeň:** výmera pôdy v ha x úroda slamy v t.ha<sup>-1</sup> = 811,7 x 2,4 = 1 948,08 t slamy

**Pšenica:** výmera pôdy v ha x úroda slamy v t.ha<sup>-1</sup> = 2620,83 x 7,4 = 19 394,14t slamy

**Ovos:** výmera pôdy v ha x úroda slamy v t.ha<sup>-1</sup> = 24,42 x 4,2 = 102,56 t slamy

**Repka:** výmera pôdy v ha x úroda slamy v t.ha<sup>-1</sup> = 1193,54 x 2 = 2 387,12 t slamy

**Slničnica:** výmera pôdy v ha x úroda slamy v t.ha<sup>-1</sup> = 572,67 x 3,6 = 2 061,61 t slamy

**Kukurica:** výmera pôdy v ha x úroda slamy v t.ha<sup>-1</sup> = 822 x 5,9 = 4 849,8 t slamy

**Tab. 15 Predpokladaná hektárová úroda slamy v podniku Agroris, s.r.o. na rok 2009**

Plodina	Výmera pôdy v ha	Úroda slamy v t.ha <sup>-1</sup>
Jačmeň	811,7	1 948,08
Pšenica	2 620,83	19 394,14
Ovos	24,42	102,56
Repka	1 193,56	2 387,12
Slničnica	572,67	2 061,61
Kukurica	822	4 849,8
<b>Spolu</b>	<b>6045,18</b>	<b>30 743,31</b>

Z naštudovanej riešenej problematiky vyplýva, že z polí je možné bez problémov zozbierať až 30 % odpadovej slamy bez toho, aby to malo nepriaznivý dopad na kvalitu pôdy a budúcu rastlinnú produkciu. Z niektorých údajov dokonca vyplýva, že až 59 % slamy ponechanej na poliach, je nadbytočných. Hlavné prvky nachádzajúce sa v slame sú uhlík, kyslík a vodík. Po spálení 30 % slamy by sa mohli do pôdy vrátiť všetky živiny až na dusík, ktorý uniká v spalinách. Popol má rovnaké množstvo sušiny (5-6 %) ako nespálená slama. Pri spaľovaní slamy nemôžeme ohroziť úrodnosť pôdy, keďže cena slamy vo forme paliva je niekoľkokrát vyššia než cena slamy ako hnojivo. Za spálenú slamu môžeme kúpiť vhodnejšie hnojivo.

Z mojich výpočtov vyplýva, že z daných plodín v poľnohospodárskom podniku Agroris, s.r.o. by bolo možné získať až 30 743,31 ton slamy. Z tohto celkového množstva sa môže využiť 30 %, čo predstavuje približne 9 223 ton slamy. Podnik spotrebuje 639 ton slamy za celý rok v živočíšnej výrobe ako krmivo pre hovädzí dobytok.

#### **Výpočet spotreby krmiva pre hovädzí dobytok:**

$$HD \times rok \times Dkd = 350 \text{ ks} \times 365 \text{ dní} \times 5 \text{ kg} = 638\,750 \text{ kg} = 639 \text{ t slamy}$$

HD – počet kusov hovädzieho dobytku

Dkd - denná krmná dávka

Spotrebovaný zemný plyn za rok na farme v Ožďanoch predstavuje energiu 726 703,26k Wh. Podnik je schopný ročne vyprodukovať 8 584 ton nadbytočnej slamy. Slama pri obsahu vody 13 % má výhrevnosť 14,5 MJ.kg<sup>-1</sup>. To znamená, že z 8 584 ton

slamy vie firma vyprodukovať až 34 574 447,21kWh. Jeden balík slamy s rozmermi 160 x 150 x 80 má energetickú výkonnosť 866,683 kWh. Na základe týchto údajov bola vypočítaná predpokladaná spotreba slamy za rok, a zapísaná do tabuľky 16.

Celková kapacita skladu slamy na jeden rok predstavuje 1 425 m<sup>3</sup>.

Celková kapacita príručného skladu na 5 dní pri najväčšej spotrebe slamy, čo predstavuje 6 balíkov denne, je 87 m<sup>3</sup>.

**Tab. 16 Predpokladaná spotreba slamy v podniku Agroris, s.r.o. na rok 2009**

<b>Mesiac</b>	<b>Spotrebovaná energia v kWh</b>	<b>Počet balíkov</b>
<b>Január</b>	142 747	165
<b>Február</b>	124 362,964	144
<b>Marec</b>	85 633,942	99
<b>Apríl</b>	31 570,288	36
<b>Máj</b>	16 170,9	19
<b>Jún</b>	9 929,91	12
<b>Júl</b>	8 407,354	10
<b>August</b>	4 059,858	5
<b>September</b>	5 872,106	7
<b>Október</b>	42 463,184	49
<b>November</b>	107 672,19	125
<b>December</b>	147 811,736	171
<b>Spolu za rok</b>	<b>726 703,26</b>	<b>842</b>

**Zhodnotenie úspor energie pri prechode z vykurovania zemným plynom na vykurovanie slamou**

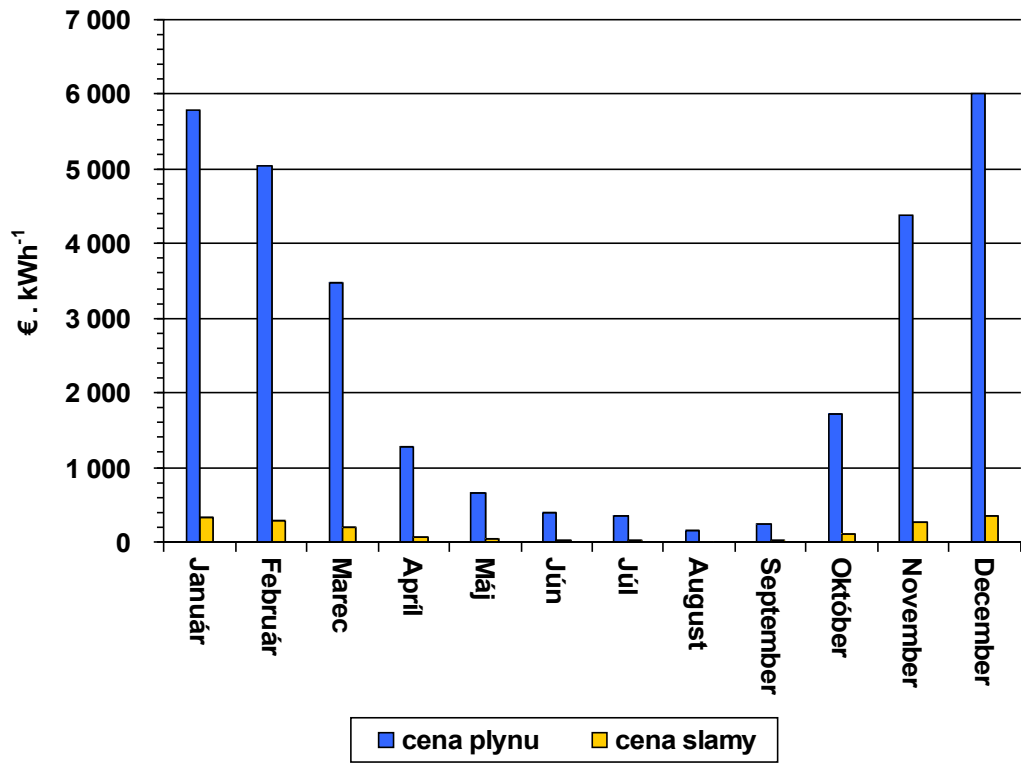
Z výpočtov je zrejmé, že firma by produkciou energie z biomasy získala, nakoľko cena energie zo slamy je nízka. V prípade prepočtu získanej energie zo slamy 34 574 447,21 kWh na cenu zemného plynu spotrebovaného za 1kWh (0,0406 €) to predstavuje 1 403 722,55 €. Ak nahradíme energiu plynu energiou slamy ako zdroja tepla na vykurovanie maštali, skladov, dielne, administratívnej budovy a tiež na ohrev úžitkovej vody, vznikol by značný rozdiel pri konečnom vyúčtovaní v roku. Cena 1 kWh získanej zo slamy je 0,00236 €. V nasledujúcej tabuľke 17 sa nachádza podrobné porovnanie cien plynu a slamy, ktoré by mohli byť spotrebované na farme Ožďany v roku 2010.

**Tab. 17 Porovnanie cien plynu a slamy spotrebovanej na farme Ožďany pre rok 2010**

Mesiac	Spotreba energií v kWh	Cena plynu v € (Tarifa D4)	Cena slamy v € (Vlastná produkcia)
Január	142 747	5795,53	336,88
Február	124 362,964	5049,14	293,49
Marec	85 633,942	3476,74	202,09
Apríl	31 570,288	1281,75	74,5
Máj	16 170,9	656,54	38,16
Jún	9 929,91	403,15	23,43
Júl	8 407,354	341,34	19,84
August	4 059,858	164,83	9,58
September	5 872,106	238,41	13,858
Október	42 463,184	1724,01	100,21
November	107 672,19	4371,49	254,1
December	147 811,736	6001,16	348,83
<b>Spolu za rok</b>	<b>726 703,26</b>	<b>29 504,15</b>	<b>1 715</b>

Zdroj: Agroris, s.r.o., Farma Ožďany

### Cenové porovnanie palív v podniku Agroris s.r.o.



Obrázok 18 Cenové porovnanie plynu a slamy za 1 rok na farme v Ožďanoch

## 5 Záver

Práca sa zaoberá možnosťou rekonštrukcie budovy pri zmene vykurovania zemným plynom na vykurovanie slamou v poľnohospodárskom podniku Agroris, s.r.o. v obci Ožďany. Ako prvé som posúdil doterajšiu energetickú spotrebu plynu  $726\,703,26 \text{ kWh}\cdot\text{r}^{-1}$ , ktorú podnik spotreboval za jeden rok. Na základe spotreby a  $\text{m}^2$  vykurovaných priestorov v podniku som vybral vhodný kotol na spaľovanie slamy s menovitým výkonom  $500 \text{ kW}$  (teplovodný kotol radu KNS 500). V ďalšom kroku som navrhol prestavbu kotolne, ktorá je zakreslená v projekte na strane 46 a inštalované rozvody potrubí na celej farme, ktoré sú zakreslené v schéme na strane 44. Na základe ročnej spotreby plynu som určil potrebné množstvo balíkov slamy a vypočítal kapacitu skladu, čo predstavuje  $1\,425 \text{ m}^3$ , a kapacitu príručného skladu slamy  $87 \text{ m}^3$ . Ako palivo do kotla sa bude používať slama, ktorú som vypočítal z výmery osevného plánu pre plodiny na rok 2009. Výpočet úrody nadbytočnej slamy, ktorú bol podnik Agroris, s.r.o. schopný vyprodukovať za rok 2009 predstavuje  $8\,584 \text{ ton}$  slamy. Zo spálenia tejto slamy vie firma vyprodukovať až  $34\,574\,447,21 \text{ kWh}$ . V poslednej časti mojej práci som zhodnotil úsporu energie a došiel k záveru, ak nahradíme energiu plynu energiou slamy ako zdroja tepla na vykurovanie maštali, skladov, dielne, administratívnej budovy a tiež na ohrev úžitkovej vody, vznikol by značný rozdiel pri konečnom vyúčtovaní v roku. Momentálna suma, ktorú by musel podnik zaplatiť za  $726\,703,26 \text{ kWh}$  spáleného plynu je  $29\,504,15 \text{ €}$  a cena spálenej slamy je  $1\,715 \text{ €}$ . Celkový rozdiel, ktorý podnik môže ročne ušetriť predstavuje  $27\,789,15 \text{ €} - 837\,175,93 \text{ Sk}$ , čo nie je zanedbateľná čiastka. V prípade prepočtu získanej energie z nadbytočnej slamy  $34\,574\,447,21 \text{ kWh}$  na cenu zemného plynu spotrebovaného za  $1 \text{ kWh}$  ( $0,0406 \text{ €}$ ) predstavuje  $1\,403\,722,55 \text{ €}$ .

Na základe uvedeného je možné vysloviť hypotézu, že vybudovanie takejto spaľovne slamy má v budúcnosti veľkú perspektívu nielen pre samotné firmy, ktoré si chcú zvýšiť hospodárnosť a zlepšiť jej nákladovú štruktúru, ale aj pre okolité domy a bytovky, ktorým by sa táto lacnejšia a ekologicky výhodnejšia energia predávala.

## 6 Použitá literatúra

1. MAGA, J.- PISZCZALKA, J. 2006. Biomasa ako zdroj obnoviteľnej energie. Nitra , SPU, ISBN 80-8069-679-9
2. Pastorek, Z. – Kára, J. – Jevič, P. 2004. Biomasa obnoviteľný zdroj energie. FCC PUBLIC s. r. o., ISBN 80-86534-06-5
3. PISZCZALKA, J. – MAGA, J. 2006. Mechanizácia výroby a využitia biomasy. Nitra, SPU, ISBN 80-8069-670-5, 3 str.
4. ŽIDEK, L. a kolektív 2006. Vykurovanie drevnými peletami. BIOMASA, združenie právnických osôb, ISBN 80-969465-8-7
5. ĎUROVSKÝ, J. – KOLEJÁK, M. 2003. Súčasný výhľadové energie využívania biomasy v SR. IN Energia Roč. 5. ( 2/2003) –ISSN 1335-6453 str. 47-49
6. Hospodárske noviny – Ekologické a ekonomické prínosy využitia potenciálu biomasy. Roč. XV. , č. 79 (24.4.2007) –ISSN 1335-4701. Zdroj: BB kraj – str. 35
7. ŽIDEK, L. – BOHUMICKÁ, D. 2005. Biomasa – dôležitý zdroj energie. IN Environmagazín 4/2005, ISSN 1335-1877
8. Smernica 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie
9. Zákon č. 565/2004 Z. z. o energetike
10. <http://www.agroporadenstvo.sk/oze/biomasa/biopaliva.htm>
11. <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>
12. <http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/Biomasa.ppt>
13. [http://www.nlcsk.org/docs/seminar\\_energia/3\\_Oravec/oravec.ppt](http://www.nlcsk.org/docs/seminar_energia/3_Oravec/oravec.ppt)
14. <http://www.zdruzeniepcola.org/view.php?cislocianku>
15. <http://www.e-filip.sk/Default.aspx?contentID=3797>