

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1127245

ZDROJE TEPLA NA BÁZE BIOMASY

2010

Július PLOTH

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

ZDROJE TEPLA NA BÁZE BIOMASY

Bakalárska práca

Študijný program:	Manažérstvo kvality produkcie
Študijný odbor:	5.2.57 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra dopravy a manipulácie
Školiteľ:	doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc.

Nitra 2010

Július PLOTH

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Július Ploth vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému: „Zdroje tepla na báze biomasy“ vypracoval samostatne, s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 29. apríla 2010

Július Ploth

Pod'akovanie

Dovoľujem si touto cestou poďakovať svojmu školiteľovi doc. Ing. Ivanovi Vitázkovi, CSc. za odborné vedenie, pomoc, cenné rady a usmerňovanie pri vypracovaní bakalárskej práce.

Abstrakt

V dnešnej dobe je do popredia stále viac dávaná problematika náhrady fosílnych palív využívaním obnoviteľných zdrojov energie (OZE). Ide o zdroje, ktoré sa neustále obnovujú, ako napríklad veterná energia, voda, slnečná energia, geotermálna energia a nevyužitelný drevný, alebo iný organický materiál vo všeobecnosti označovaný ako biomasa.

Táto bakalárska práca je zameraná na poukázanie využitia biomasy ako zdroja tepla. V práci sú popísané rôzne spôsoby úprav biomasy na energetické zhodnotenie a popis zdrojov tepla na jej spaľovanie. Hlavným cieľom rozvoja takýchto zdrojov tepla je znížiť náklady na výrobu tepelnej energie, znížiť vypúšťanie oxidu uhličitého do ovzdušia a eliminácia vplyvu nedostatku fosílnych palív v prípade krízy. Konkrétna aplikácia využitia biomasy je rozobraná v závere práce, kde je popísaný návrh zdroja vo vybranom podniku (Dalkia Vráble a.s.). Jedná sa o kotol Vesko-B na drevnú štiepku pre vykurovanie bytových jednotiek a prípravu teplej úžitkovej vody.

Kľúčové slová: obnoviteľné zdroje energie, biomasa, spaľovanie biomasy, zdroj tepla.

Abstract

In these days, in the center of public awareness and discussions, there is the issue of replacing the fossil fuels by renewable energy sources (RES). RES are being renewed naturally, like wind, hydro or solar energy, partly geothermal energy and finally include also non-used wood or any other type of organic waste, altogether called biomass.

This bachelor paper is focused on exploiting biomass in way of being the source of heat. It describes various ways of modifying the biomass and energy utilization. The paper also deals with the issue of incineration as well as classification of various types of heat sources. The main aim of utilization of these types of sources is to decrease the cost of heat generating, reduction of CO₂ emission production and limiting the impact of fossil fuels' shortage in case of crisis of deliveries. The exploitation of biomass in practical terms is analyzed in the final part of this paper. There is also one case study – company Dalkia Vráble a.s. – which is installing the boiler Vesko-B that incinerates wood sawdust. The company supplies the flats with heat and heat water.

Keywords: renewable energy sources, biomass, biomass incineration, heat source.

Obsah

Obsah	5
Zoznam ilustrácií	6
Zoznam tabuliek	7
Zoznam skratiek a značiek.....	8
Slovník termínov	9
Úvod	10
2. Cieľ práce.....	11
3. Metodika práce.....	12
4. Výsledky práce – štúdiá o súčasnom stave riešenia problematiky	13
4.1 Využívanie biomasy ako zdroja tepla.....	13
4.2 Spôsoby úpravy biomasy pre energetické zhodnotenie.....	15
4.2.1 Mechanická úprava pevných biopalív	15
4.2.2 Mechanická úprava biopalív zhutňovaním	18
4.2.3 Výroba bioplynu	21
4.3 Zdroje tepla na spaľovanie biomasy.....	23
4.3.1 Rozdelenie zdrojov tepla podľa STN 07 0703.....	23
4.3.2 Rozdelenie zdrojov tepla na spaľovanie biomasy.....	23
4.3.3 Zdroje tepla na spaľovanie slamy	28
4.3.4 Zdroje tepla spaľujúce pelety.....	29
4.3.5 Zdroje na spaľovanie drevnej štiepky	30
4.4 Návrh zdroja tepla z pohľadu rekonštrukcie a výmeny vo vybranom podniku.....	31
4.4.1 Finančné zdroje	31
4.4.2 Popis prác	32
4.4.3 Popis kotolne na biomasu	33
4.4.4 Náklad na palivo	34
4.4.5 Výpočet emisií CO ₂	36
Záver	37
Zoznam použitej literatúry	38
Prílohy.....	40

Zoznam ilustrácií

Obr. 1 Zastúpenie foriem OEZ na Slovensku	14
Obr. 2 Podiel jednotlivých druhov biomasy na Slovensku a ich súčasné energetické využitie	15
Obr. 3 Disková sekačka Forest Line TP270	16
Obr. 4 Bubnová sekačka MAXIM	17
Obr. 5 GANDINI drvič BIOMATICH 85	18
Obr. 6 8-uholníkové brikety s vnútornou dierou	19
Obr. 7 Valcovité brikety z pilín a zo slamy	19
Obr. 8 Rôzne druhy hranolovitých brikiet	19
Obr. 9 Pelety lisované z drevného odpadu	20
Obr. 10 Produkty kompaktovania za studena a za tepla	21
Obr. 11 Výťažok bioplynu z rôznych druhov biomasy ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ substrátu)	22
Obr. 12 Schéma bioplynovej stanice	22
Obr. 13 Kotel na pelety ATMOS typ D 20P s výkonom do 22 kW	24
Obr. 14 Kotel Vesko-S na spaľovanie slamy	25
Obr. 15 Kotel s prehorievaním	26
Obr. 16 Kotel so spodným odhorievaním	26
Obr. 17 Kotel so splyňovaním dreva	27
Obr. 18 Ohrievač NPA na spaľovanie slamy	28
Obr. 19 Kotel na pelety	29
Obr. 20 Kotel na pelety	30
Obr. 21 Pohľad na kotolňu CK Lúky a skládku drevnej štiepky	32
Obr. 22 Inštalácia kotla VESKO-B	33
Obr. 23 Kotel VESKO-B	34

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Využitelný potenciál OZE SR (Zdroj: MH SR)	14
Tab. 2 Pomer slamy na 1 tonu vybraného druhu obilia	29

Zoznam skratiek a značiek

°C	stupeň Celzia , odvodená jednotka teploty v sústave SI
CO ₂	oxid uhličité
GJ	gigajoule , 10 ⁹ J
J	joule , odvodená jednotka energie v sústave SI
kW	kilowatt , 10 ³ W
kWh	kilowatt hodina , 10 ³ Wh
MJ	megajoule , 10 ⁶ J
MW	megawatt , 10 ⁶ W
MWh	megawatt hodina , 10 ⁶ Wh
PJ	petajoule , 10 ¹⁵ J
SI	Système International , Medzinárodná sústava jednotiek
TJ	terajoule , 10 ¹² J
W	watt , odvodená jednotka výkonu v sústave SI
Wh	watthodina , jednotka energie (1 Wh = 3 600 J)

Slovník termínov

Biomasa je súhrn látok tvoriacich telá všetkých živých organizmov, ako rastlín, baktérií, cyanobaktérií, rias, húb, lišajníkov a machorastov, tak aj živočíchov. Týmto pojmom často označujeme rastlinnú biomasu využiteľnú na energetické účely. Energia biomasy má svoj prapôvod v slnečnom žiarení a fotosyntéze, preto ide o obnoviteľný zdroj energie.

Fermentácia je proces látkovej premeny, pri ktorom sa glukóza a ďalšie cukry rozkladajú bez prítomnosti kyslíka, pričom sa uvoľňuje energia.

Obnoviteľné zdroje energie (OZE) efektívne využívajú prírodné zdroje ako slnečné žiarenie, vietor, dážď, morské vlny a geotermálne teplo, ktoré sú prirodzene obnovované. Technológie obnoviteľných zdrojov energie zahŕňajú slnečnú energiu, energiu vetra, energiu vody, biomasu a napokon v doprave biopalivá.

Úvod

V súčasnosti je celosvetovým problémom narúšanie ozónovej vrstvy Zeme a narastanie klimatických zmien. Najvýraznejším znakom týchto zmien je postupné globálne otepľovanie, a preto je našou povinnosťou riešiť problémy ochrany ovzdušia a podporovanie využitia obnoviteľných zdrojov energie (OZE).

V roku 2009 vstúpila do platnosti Smernica Európskych spoločenstiev o využívaní OZE (Smernica 2009/28/ES). Členské krajiny mali za povinnosť do decembra 2009 túto Smernicu preniesť do národnej legislatívy.

Smernica sa sústreďuje na podporu využívania energie z OZE a každej členskej krajine určuje, akým podielom sa má táto energia podieľať na celkovej spotrebe. Európska únia si dala za cieľ do roku 2020 pokryť 20 % spotreby energie z obnoviteľných zdrojov.

Z hľadiska potreby znižovania emisií skleníkových plynov, z dôvodu neustáleho zvyšovania cien energií a z nutnosti diverzifikácie palivovej základne na výrobu tepla majú všetky biotechnológie mimoriadny význam. Najväčší potenciál obnoviteľnej energie vo svete, ale i na Slovensku predstavuje biomasa.

Biomasa je biologický materiál vhodný na energetické využitie, ktorý sa tvorí vo voľnej prírode, alebo je činnosťou človeka vyprodukovaný ako konečný tovar, či ako odpad z inej činnosti. Je to vlastne zakonzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Táto hmotu vo forme dreva, rastlín, respektíve iných poľnohospodárskych zvyškov, vrátane exkrementov úžitkových zvierat v poľnohospodárstve, dokáže poskytnúť užitočné formy energie. V prevažnej miere je to vo forme tepla, ale aj vo forme kvapalného paliva pre motorové vozidlá (Židek, 2005).

Z hľadiska emisií CO₂ je biomasa považovaná za neutrálny zdroj energie, nakoľko pri jej spaľovaní sa uvoľní len toľko CO₂, koľko rastlina počas svojej vegetácie prijala.

Do popredia sa ako dominantný zdroj bioenergie v súčasnosti dostala pevná biomasa a tento trend by sa nemal v najbližšom období v Európe zmeniť. Viac ako 90 % z nej sa využíva na výrobu tepla v individuálnych systémoch vykurovania, ale aj vo veľkých systémoch výroby tepla.

V práci je uvedená problematika využitia biomasy pre vykurovanie bytových jednotiek a prípravy teplej úžitkovej vody.

2. Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce s názvom „Zdroje tepla na báze biomasy“ je poukázať na význam biomasy, ako zdroja tepla, pri náhrade fosílnych palív a charakterizovanie vybraného zariadenia na jej energetické zhodnotenie. V predkladanej bakalárskej práci je preto kladený cieľ na rozšírenie záujmu o biomasu ako alternatívneho zdroja energie pre vykurovanie bytových jednotiek a prípravy teplej úžitkovej vody.

3. Metodika práce

V predloženej práci „Zdroje tepla na báze biomasy“ sme upriamili pozornosť na rozbor pri náhrade fosílnych palív biomasou a jej možného energetického využitia.

Pri vypracovaní bakalárskej práce sme zvolili postup, ktorý spočíva v analýze odbornej literatúry z oblasti OZE (knihy, časopisy, periodiká), ako aj internetových stránok zaoberajúcich sa touto problematikou.

Metodické postupy:

- Naštudovať literatúru a popísať biomasu ako zdroja tepla z pohľadu úprav a náhrad fosílnych palív.
- Spracovať poznámky, triediť získané údaje, literatúru a prospekty.
- Interpretovať zozbierané údaje v oblasti
zhodnotenia súčasného stavu,
charakterizovania spôsobov úprav biomasy pre energetické zhodnotenie,
rozdelenia zdrojov tepla na spaľovanie biomasy,
návrhu zdroja vo vybranom podniku.
- Spracovať údaje s použitím výpočtovej techniky.

4. Výsledky práce – štúdia o súčasnom stave riešenia problematiky

Podľa Horbaja (1999) korene súčasného znečisťovania ovzdušia Slovenska siahajú do začiatkov jeho industrializácie po roku 1948. Dnešný stav je výsledkom extenzívneho rozvoja slovenskej ekonomiky, nevhodnej štruktúry, rozmiestnenia a znalosti priemyslu, nízkeho zhodnocovania energie a surovín, nedostatkov údržbe a technologickej disciplíny. Zo všetkých zložiek životného prostredia je najviac poškodzované ovzdušie a to hlavne spaľovaním fosílnych palív, splodinami z dopravy a chemickou výrobou. V závislosti od druhu paliva a jeho zloženia, od prítomnosti ďalších prímiesí a od jeho pôvodu, vzniká pri spaľovaní celý rad tuhých a plyných, potenciálne škodlivých látok.

Na elimináciu škodlivých emisií, najmä oxidu uhličitého, je potrebné zamerať pozornosť na podporu využívania OZE a v našich klimatických podmienkach najmä na využívanie biomasy.

4.1 Využívanie biomasy ako zdroja tepla

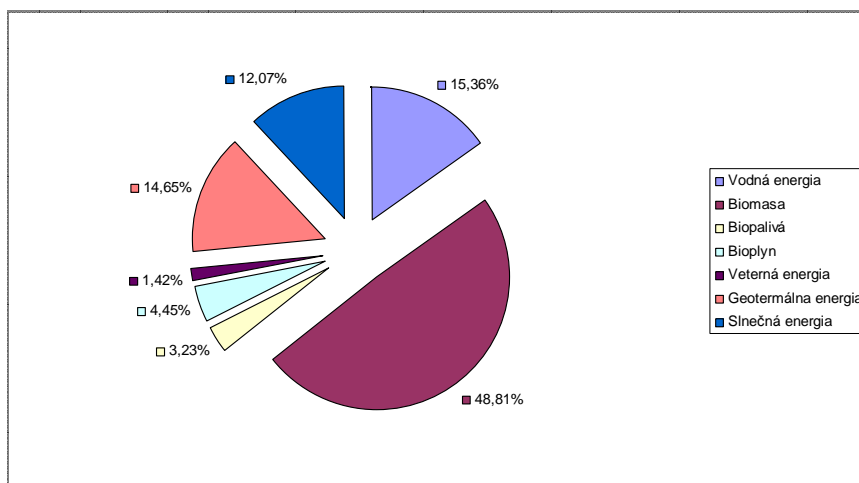
Energetické použitie biomasy je jednou z najstarších ľudských technológií získavania energie. Biomasa bola využívaná ako zdroj tepla, svetla v dobe kamennej a na dlhú dobu sa stala najdôležitejším energetickým zdrojom. So začiatkom elektrifikácie v moderných krajinách, biomasa stratila svoje vedúce postavenie v prospech fosílnych palív. V rozvojových krajinách, ktoré neprešli procesom elektrifikácie, biomasa aj v súčasnosti predstavuje najrozšírenejší energetický zdroj. S ohľadom na negatívne stránky používania fosílnych palív (znečisťovanie životného prostredia, klimatické zmeny, ...) a obmedzené zásoby týchto zdrojov, nastáva druhá šanca pre znovuzískanie vedúcej úlohy biomasy ako energetického zdroja v rozvinutých krajinách (www.agroporadenstvo.sk).

Slovensko v porovnaní s členskými krajinami EÚ výrazne zaostáva za úrovňou využívania biomasy ako obnoviteľného zdroja energie, ale tiež za možnosťami, ktoré potenciál biomasy ponúka. Využitelný ročný potenciál biomasy na Slovensku je podľa údajov MH SR 75 PJ, čo predstavuje takmer 49 % technicky využiteľného potenciálu

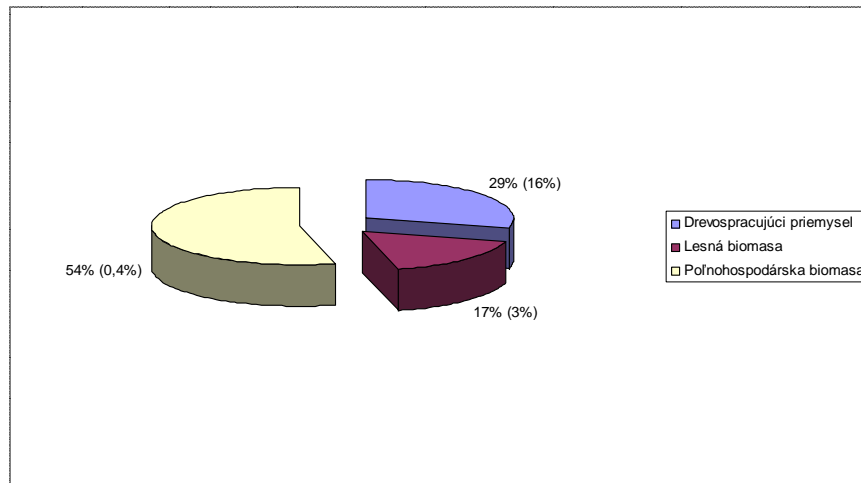
zo všetkých obnoviteľných energetických zdrojov (Tab. 1). Približne 29 % využiteľného potenciálu biomasy tvoria odpady z drevospracujúceho priemyslu a 17 % lesná biomasa (viď grafy Obr. 1, Obr. 2). Prítom z potenciálu, ktorý biomasa na Slovensku ponúka, sa v súčasnosti využíva menej ako 20 %. V súčasnosti biomasa pokrýva asi 1 - 1,5 % spotreby primárnych zdrojov energie na Slovensku, pričom súčasné odhady technicky využiteľného potenciálu biomasy uvádzajú až 4,5 % krytie. Prognózy poukazujú na to, že v klimatických podmienkach, aké sú na Slovensku, je využívaním biomasy reálny 6 až 12 % podiel krytia celkovej spotreby energie a to najmä na regionálnej a miestnej úrovni (www.sab.sk).

Tab. 1 Využiteľný potenciál OZE SR (Zdroj: MH SR)

Zdroj	Využiteľný potenciál	
	PJ	MWh
Vodná energia	23,8	6 600
Biomasa	75,6	21 000
Biopalivá	5,0	1 389
Bioplyn	6,9	1 917
Veterná energia	2,2	600
Geotermálna energia	22,7	6 300
Slničná energia	18,7	5 200
Spolu	154,9	43 006



Obr. 1 Zastúpenie foriem OEZ na Slovensku



Obr. 2 Podiel jednotlivých druhov biomasy na Slovensku a ich súčasné energetické využitie

4.2 Spôsobu úpravy biomasy pre energetické zhodnotenie

Biomasu, ako energetický materiál, môžeme rozdeliť podľa produkčného prostredia do nasledovných skupín:

- dendromasa – palivové drevo pestované a ťažbou získavané na lesnej pôde (konáre, kôra, štiepka, rýchlorastúce dreviny),
- fytomasa – biomasa rastlinného pôvodu pestovaná v poľnohospodárstve (obilniny, slama, seno ...),
- zoomasa – materiál z exkrementov hospodárskych zvierat vhodný najmä na výrobu bioplynu,
- odpady – materiál z tuhého spáliteľného komunálneho odpadu (tráva, odrezky zo stromov, kríkov a prícestných porastov ...), odpad z drevospracujúceho priemyslu (hoblíny, piliny ...).

4.2.1 Mechanická úprava pevných biopalív

(Pastorek, 2004)

Drevo ako pevné biopalivo sa v prvej fáze upravuje na veľkosť. Zariadenia na úpravu rozmerov dreva môžeme rozdeliť na strihacie zariadenia, sekačky a drviče.

Strihacie zariadenie sa používa iba na prípravu dreva pre energetické účely. Na výrobu klasického kusového palivového dreva hlavne z tenších konárov a bočných

kusových odpadov z drevárskeho priemyslu sa používajú jednonožové strihacie zariadenia na princípe gilotíny. Na jedno vysunutie strihacieho noža posunie podávacie zariadenie strihané drevo o 25 až 30 cm. Vysunutím noža sa drevo tlakom o protinôž odstrihne. Tieto zariadenia sú vhodné pre súkromných výrobcov klasického palivového dreva. Vo veľkých mestských kotolniach v zahraničí sa používajú strihacie zariadenia s väčším počtom strihacích nožov vedľa seba. Nože sú od seba vzdialené približne 50 cm a dĺžka ich ramien je niekoľko desiatok centimetrov. Do násypky sa sypú rôzne druhy odpadového dreva (stavebný odpad, kroviny, konáre), ktoré po rozstrihnutí sústavou nožov padajú na dopravník, ktorým putujú priamo do spaľovacieho zariadenia. Strihacie zariadenia sa používajú hlavne na homogenizáciu odpadového dreva, ktoré je obtiažne štiepkovať.

Sekačky, štiepkovače sú zariadenia, ktoré slúžia k beztrieskovému deleniu dreva rezným účinkom sekacích nožov naprieč vláknam a zároveň deleniu na potrebnú hrúbku pozdĺž vlákien vďaka klinovému tvaru noža. Podľa sekacieho orgánu delíme sekačky na diskové, bubnové a skrutkové.

Diskové sekačky (Obr. 3) sú najrozšírenejším a najvýkonnejším zariadením na výrobu štiepky. Pôvodne boli riešené len ako stacionárne s priemerom disku od 1000 do 2000 mm, s počtom nožov od 2 do 16 a potrebným inštalovaným príkonom až 500 kW. Sekačky boli riešené tak, že drevo šikmo kĺzalo po žľabe k rotoru sekačky. Výkonnosť týchto sekačiek je veľmi vysoká (250 až 300 m³.h⁻¹).



Obr. 3 Disková sekačka Forest Line TP270

(Zdroj: <http://www.wimmer.sk>)

Pojazdné diskové sekačky vznikli zo stacionárnych sekačiek, na ktorých boli prevedené niektoré úpravy a zmeny, aby boli schopné sekať i celé stromy na štiepku. V súčasnej dobe sa vo svete vyrábajú diskové pojazdné sekačky dvojakého prevedenia. Sekačky, ktorých rovina sekania je naklonená pod uhlom α k osi dopravníka sa vyznačujú konštrukciou sekacieho zariadenia, ktorá vyvoláva priamo sekacími nožmi silu, potrebnú k vyťahovaniu dreva k sekaciemu rotoru.

Bubnové sekačky (Obr.4) majú na rozdiel od diskových sekačiek nože uložené na obvode rotujúceho valca. Sú konštruované pre menšie výkony a pre surovinu menších rozmerov.



Obr. 4 Bubnová sekačka MAXIM

(Zdroj: <http://www.wimmer.sk>)

Skrutkové sekačky sú jednoúčelové malé sekačky na sekanie tenkých stromov a konárov o veľkosti zhruba 10x10cm na palivovú štiepku s hrúbkou okolo 1 cm. Sekací orgán má tvar skrutkovice so stúpajúcim priemerom. Skrutkovica sa pri otáčaní postupne zarezáva do dreva a zároveň vtáhuje drevo k väčšiemu priemeru. Názorne je možné si skrutkovú sekačku predstaviť na princípe mlynčeku na mäso.

Drviče (Obr. 5) sú určené k úprave rozmerov dreva, ktoré nie je možné sekať sekačkami. Jedná sa o drevo drobné, mimoriadne netvárne (kroviny a pod.), znečistené (stavebný odpad).



Obr. 5 GANDINI drvič BIOMATICH 85

(Zdroj: <http://drvice.agrosnova.sk>)

Činným orgánom drvičov je obvykle valec, po ktorého obvode sú špirálovito rozložené nože rôznych tvarov (hranaté, trojuholníkové). Podľa tvaru noža je tvarovaný aj protinôž. Podľa počtu rotujúcich valcov sú drviče jednovalcové alebo dvojvalcové. Dvojvalcové môžu byť aj bez protinožov, so smerom otáčania valcov proti sebe.

4.2.2 Mechanická úprava biopalív zhutňovaním

(Maga, 2006)

Spoločným znakom zhusťovania materiálu z biomasy je lisovanie pod vysokým tlakom a výsledkom tohto procesu je výlisok rôznych tvarov a rozmerov. Podľa normy DIN 51731 výlisky zaraďujeme do päť veľkostných tried (PH1 až PH5), kde PH1 a PH2 sú s určitosťou radené ako brikety.

Zhutňovacie technológie rozdeľujeme do troch skupín a to:

- briketovanie, kde výsledný produkt je briketa (Obr. 6 až 8),
- peletovanie, kde produktom je peleta (Obr. 9),
- kompaktovanie a produktom je granula (Obr. 10).

Briketovanie je najrozšírenejšia technológia zhutňovania a je charakteristická tým, že v lisovacej komore sa vytvára iba jedna briketa. Prednosťou brikiet je možnosť

spaľovania vo všetkých otvorených systémoch spaľovania. Brikety sú vyrábané v tvaroch valcových, kvádrových a n-uholníkových.



Obr. 6 8-uholníkové brikety s vnútornou dierou
(Zdroj: <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk>)



Obr. 7 Valcovité brikety z pilín a zo slamy
(Zdroj: <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk>)



Obr. 8 Rôzne druhy hranolovitých brikiet
(Zdroj: <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk>)

Peletovanie je v súčasnosti dynamicky sa rozvíjajúca technológia a jej výhodou je, že v danom okamihu vzniká väčšie množstvo peliet, ktoré sú vytláčané kontinuálne cez viacotvorovú maticu. Pelety sú výhradne valcového tvaru a ich výroba v porovnaní s briketami je náročnejšia, nakoľko základný materiál musí byť drvený na veľmi jemnú frakciu, homogénny a zvyčajne aj naparovaný. Pelety sú veľmi vhodné, vďaka ich veľkosti, pre plne automatizovaný proces spaľovania. V priemeroch 6 až 8 milimetrov sa využívajú na vykurovanie v domoch a vo väčších dimenziách sa využívajú na spaľovanie v teplárňach.

Pri peletizovaní pilín vzniká jemný drevný prach ako vedľajší produkt, ktorý pri skladovaní v silách vytvára nebezpečenstvo výbuchu. Tento prachový podiel sa odstraňuje pomocou cyklónového odlučovača v spojení s elektrickým odsávačom prachu. Na trhu je kvalita peliet hodnotená tým vyššie, čím je nižší podiel prachových častíc v produkte.



Obr. 9 Pelety lisované z drevného odpadu

(Zdroj: <http://www.ekowatt.cz>)

Kompaktovanie je technológia zhutňovania, pri ktorej sa materiál s požadovanou relatívnou vlhkosťou a frakciou zhutňuje medzi dvoma proti sebe sa otáčajúcimi valcami. Výsledkom procesu sú priamo granule, resp. aglomerát doskovitého tvaru, z ktorého sa sekaním vyrábajú granule. Kompaktovanie je najmenej používaným procesom spracovania biomasy zhutňovaním.



Obr. 10 Produkty kompaktovania za studena a za tepla

(Zdroj: <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk>)

4.2.3 Výroba bioplynu

Bioplyn, ktorý pozostáva prevažne z metánu a kysličníka uhličitého, vzniká vždy tam, kde je biomasa rozkladaná bez prístupu kyslíka (anaeróbne). Základným materiálom, ktorý považujeme za odpadovú biomasu zo živočíšnej výroby sú exkrementy z chovu hospodárskych zvierat, maštalný hnoj, podstielka a hnojovica (Zacharda, 2009).

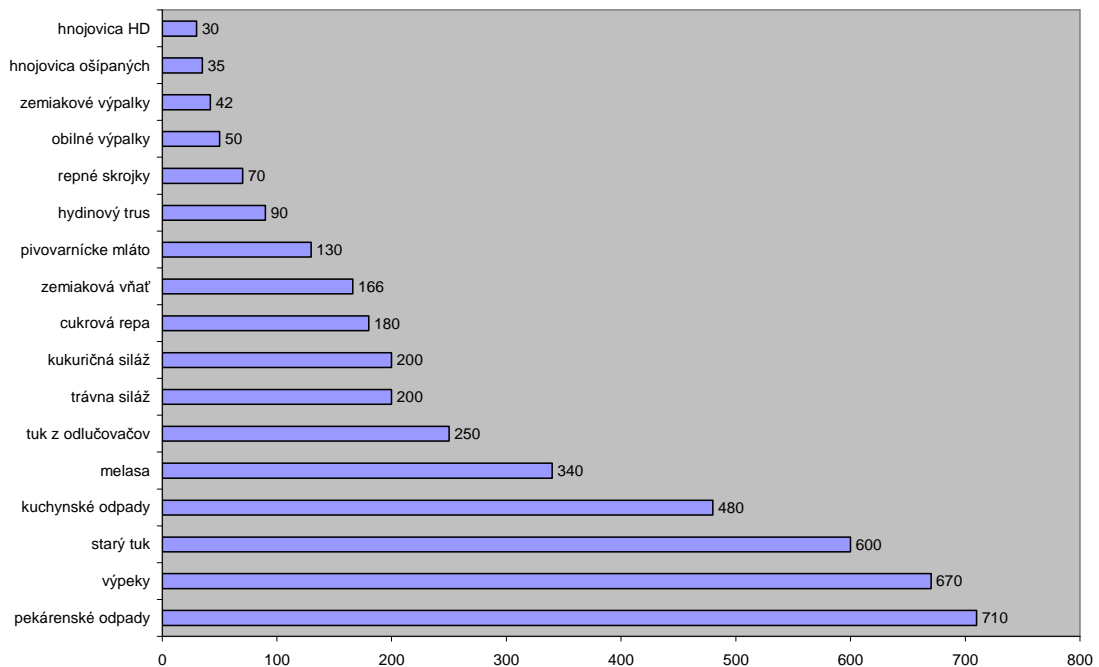
Bioplyn tiež môžeme získavať anaeróbnou fermentáciou prakticky zo všetkých druhov biomasy a to:

- rôzne zmesi organických odpadov,
- odpad z potravinárskeho priemyslu,
- fytomasa,
- kaly z čističiek odpadových vôd.

Výťažnosť bioplynu z rôznych druhov biomasy je zobrazená na Obr. 11.

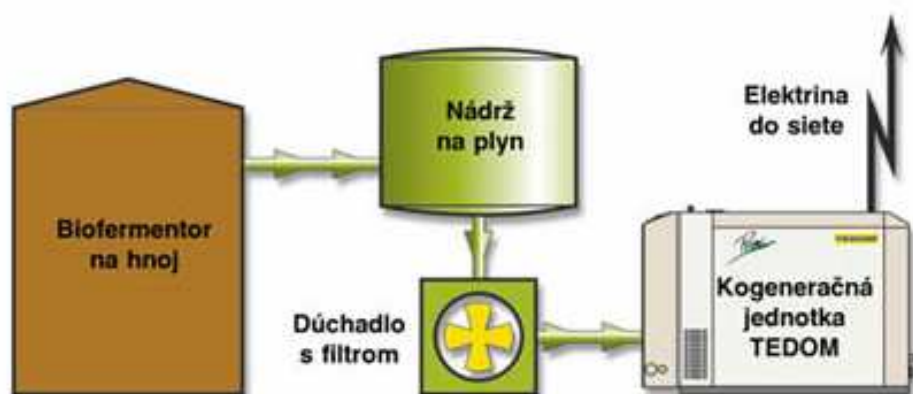
Základom zariadenia na výrobu bioplynu je fermentor (vyhňivacia nádrž), do ktorého je dodávaná biomasa z prípravnej nádrže na proces tvorby bioplynu. Fermentory sa vyrábajú vo verzii horizontálnej aj vertikálnej. Výhoda vertikálnej verzie je v tom, že je možné dosiahnuť lepší pomer medzi povrchom a objemom, vďaka čomu sa znižujú materiálové náklady a tepelné straty. Výhodou horizontálnej verzie fermentora je možnosť piestového prúdenia, kde na jednej strane je prísun čerstvej biomasy a na druhej strane vychádza vyhňitý substrát. Ďalšou časťou zariadenia na výrobu bioplynu je plynojem, ktorého veľkosť závisí od využitia bioplynovej stanice. Pre využitie len na výrobu tepla je potrebné vytvoriť si väčšiu zásobu plynu z dôvodu

nerovnomernosti odberu. Z toho dôvodu sa častejšie konštruujú bioplynové stanice ako palivové základne pre kogeneračné jednotky.



Obr. 11 Výťažok bioplynu z rôznych druhov biomasy (m³·t⁻¹ substrátu)

(Zdroj: Zacharda, 2009)



Obr. 12 Schéma bioplynovej stanice

(Zdroj: <http://www.intechenergo.sk>)

4.3 Zdroje tepla na spaľovanie biomasy

4.3.1 Rozdelenie zdrojov tepla podľa STN 07 0703

Táto norma platí pre plynové kotolne, ich projektovanie, montáž a prevádzku s prevádzkovým pretlakom plynu do 1,0 MPa. Vo všeobecnosti kategorizáciu zdrojov tepla podľa výkonu môžeme použiť aj na iné druhy palív. Podľa tejto normy delíme zdroje tepla do troch kategórií.

1. Kotolne III. kategórie – sú to kotolne, u ktorých výkon aspoň jedného kotla je nad 50 kW a súčet menovitých výkonov všetkých kotlov je do 0,5 MW. Tieto kotolne môžu byť umiestnené vo vyhradenom priestore, skrini alebo samostatnej miestnosti.
2. Kotolne II. kategórie – sú kotolne, ktorých súčet menovitých výkonov kotlov je nad 0,5 MW do 3,5 MW. Umiestňujú sa v samostatnej miestnosti, samostatnej budove alebo skriňovom objekte.
3. Kotolne I. kategórie – sú kotolne, ktorých súčet menovitých tepelných výkonov spaľovacích zariadení je nad 3,5 MW. Tieto zdroje tepla musia byť umiestnené v samostatných stavebných objektoch.

4.3.2 Rozdelenie zdrojov tepla na spaľovanie biomasy

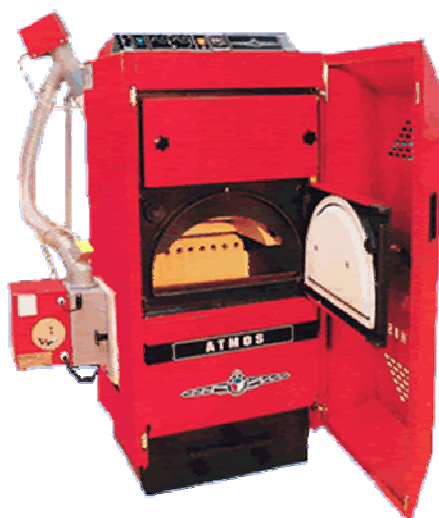
Rozdeliť zdroje tepla na spaľovanie biomasy podľa Jandačku (2007) môžeme z viacerých pohľadov.

1. Z pohľadu výkonu tepelných zariadení
 - malé zdroje tepla s tepelným výkonom od 5 do 100 kW,
 - stredné zdroje tepla s tepelným výkonom od 100 do 1 000 kW,
 - veľké tepelné zariadenia s výkonom od 1 MW až do 10 MW,
 - super veľké tepelné zariadenia s tepelným výkonom nad 10 MW.
2. Z pohľadu dodávky paliva
 - kotly s periodickým dávkovaním paliva,
 - kotly s ručnou obsluhou,

-
- kotly s poloautomatickým riadením,
 - kotly s automatickým riadením.
3. Z pohľadu prívodu spaľovacieho vzduchu
- s prirodzeným prívodom spaľovacieho vzduchu,
 - s núteným prívodom spaľovacieho vzduchu.
4. Z pohľadu spôsobu horenia dreva
- kotly s prehorievaním,
 - kotly so spodným horením (odhorievaním),
 - kotly so splyňovaním dreva.

Kotly podľa tepelného výkonu

Malé zdroje tepla s tepelným výkonom od 5 do 100 kW sú tepelné zariadenia na drevo, alebo drevné produkty určené prevažne na vykurovanie rodinných domov, časti prenajatého priestoru, alebo určitého podlažia budovy. Na trhu sú takéto zdroje tepla od rôznych výrobcov ako napríklad: Atmos, Vigas, Buderus, Viadrus, Attack, Herz, Ponast, Attack a iné.



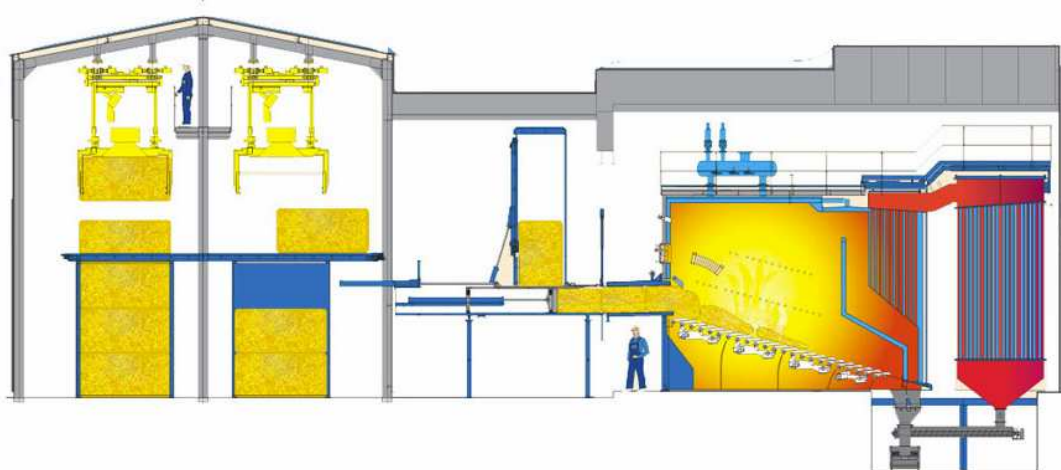
Obr. 13 Kotel na pelety ATMOS typ D 20P s výkonom do 22 kW

(Zdroj: www.drevoplyn.sk)

Stredné zdroje tepla s tepelným výkonom od 100 do 1 000 kW, tieto tepelné zariadenia na drevo, drevné produkty resp. slamu sú určené na vykurovanie priemyselných objektov, tiež ako domové zdroje tepla pre vykurovanie a výrobu teplej úžitkovej vody jedného, alebo viacerých bytových domov. Dostupné sú kotly od rôznych výrobcov ako napríklad Herz, Heizomat, Step Ekopal, AZSD, Fröling a iné.

Veľké tepelné zariadenia s výkonom od 1 MW až do 10 MW, zdroje tepla v tejto kategórii sú určené na výrobu tepla a teplej úžitkovej vody na centrálnych zdrojoch tepla na sídliskách resp. časti sídlisk, alebo na vykurovanie väčších priemyselných podnikov. Ako zdroje tepla môžu byť napr. kotly od firmy TTS Třebíč Vesko-S na slamu vyrábané vo výkonoch od 2 do 6 MW, alebo Vesko-B na biomasu, prevažne drevnú štiepku, vyrábané s menovitým výkonom od 1 do 8 MW.

Super veľké tepelné zariadenia s tepelným výkonom nad 10 MW sú zariadenia, ktoré sa využívajú vo veľkých teplárňach, resp. veľkých priemyselných podnikoch. V bežnej prevádzke sa veľmi nevyužívajú, nakoľko je výhodnejšie prevádzkovať viac tepelných zariadení s nižším výkonom.



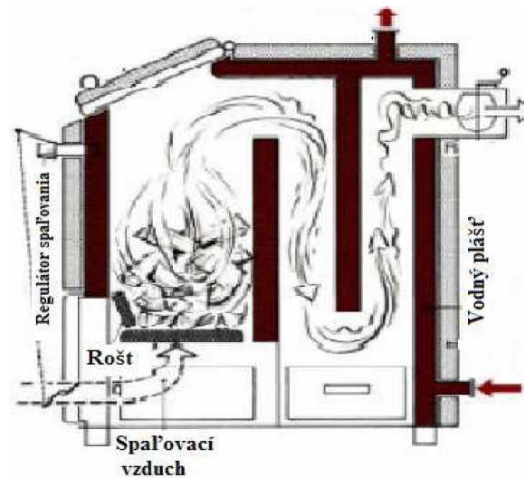
Obr. 14 Kotel Vesko-S na spaľovanie slamy

(Zdroj: <http://www.intechenergo.sk>)

Kotly rozdelené podľa spôsobu horenia dreva

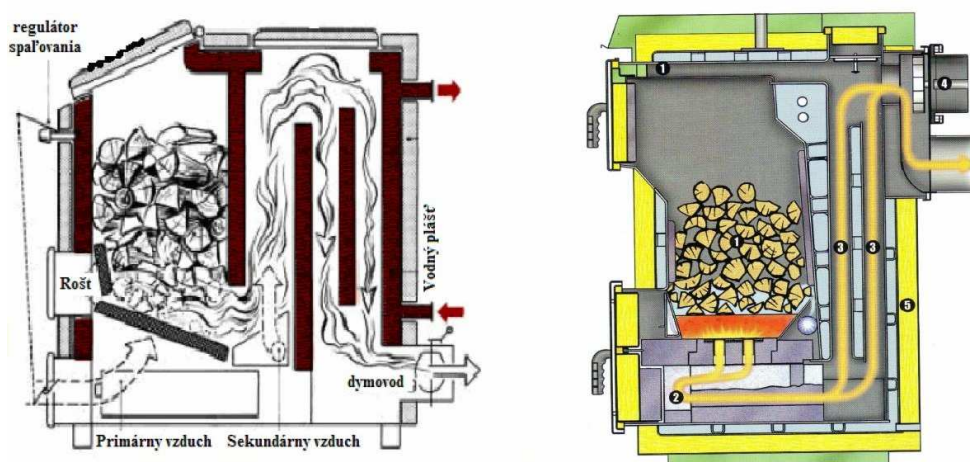
Kotly s prehorievaním sú najjednoduchšie zdroje tepla, ktoré sú usporiadané tak, že prívod vzduchu prechádza zo spodnej časti kotla cez palivové drevo. Pri tomto

spôsobe horenia palivové drevo prehorieva veľmi rýchlo a z dôvodu pomerne nízkej teploty kotla plyny nezhoria úplne. Takéto kotly majú nízku účinnosť (zhruba 50 %), nakoľko s nezhorenými plynmi uniká do dymovodu aj nevyužitá energia.



Obr. 15 Kotel s prehorievaním
(Zdroj: Jandačka, 2007)

Kotly so spodným odhorievaním. Táto skupina kotlov sa konštrukčne líši od kotlov s prehorievaním, nakoľko spaľovací vzduch je privádzaný v dvoch častiach. Primárny vzduch je privádzaný k časti paliva a horí pri ňom iba spodná vrstva dreva. U zvyšnej časti dreva dochádza k vysušovaniu a pomalému uvoľňovaniu plynov, ktoré horia pridaním sekundárneho vzduchu priamo do plameňa. Bežná účinnosť týchto kotlov je do 75 %.



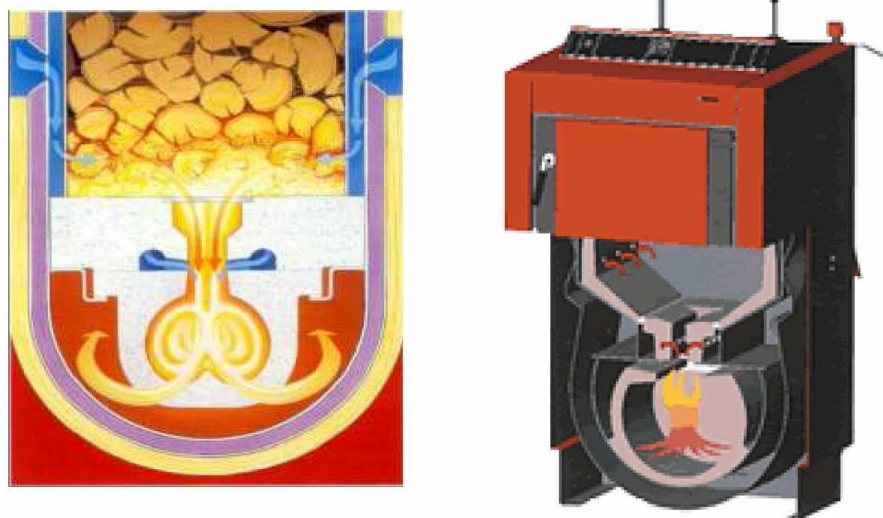
Obr. 16 Kotel so spodným odhorievaním
(Zdroj: Jandačka, 2007)

Kotly so splyňovaním dreva patria k najúčinnnejším zariadeniam na spaľovanie drevnej hmoty (až do 90 %). Konštrukčne sú upravené tak, aby pri spaľovaní procese vznikala pyrolytická destilácia. Pri pyrolytickej destilácii sa splyňujú všetky spáliteľné zložky paliva a je možné takto spaľovať všetky drevné odpady, kusové drevo a tiež produkty ako sú drevné pelety, brikety a štiepka. Spaľovací proces prebieha v troch stupňoch:

1. vysušanie a splyňovanie paliva,
2. horenie drevného plynu na tryske s prívodom predhriateho sekundárneho vzduchu,
3. dohrievanie v nechladenom spaľovacom priestore.

Kotly so splyňovaním dreva majú vysoký stupeň automatizácie a preto ich prevádzka si kladie minimálne nároky na obsluhu. Riadenie prevádzky je zabezpečované elektronickým regulátorom a výkon je plynule regulovateľný od 40 % do 100 %.

Väčšina splyňovacích kotlov umožňuje prevádzku v tzv. tepelnej rezerve, kedy kotol vydrží v útlme až 24 hodín bez zásahu obsluhy. Aj po uplynutí tejto doby zaistia spínacie hodiny nábeh kotla na plný výkon. Pri výpadku elektrickej energie prejde kotol automaticky do tepelnej rezervy. Odstraňovanie popola sa vykonáva približne raz za 3 až 5 dní. Pri automatickej prevádzke s dodávaním paliva zo zásobníka pracuje kotol bezobslužne podobne ako kotol na plyn alebo elektrický bojler (Vitázek, 2008).



Obr. 17 Kotol so splyňovaním dreva

(Zdroj: Jandačka, 2007)

4.3.3 Zdroje tepla na spaľovanie slamy

Podľa Pastorka (2004) využívanie slamy k energetickým účelom začali poľnohospodári. Boli to spaľovacie zariadenia menších výkonov (do 100 kW) pre potreby rodinných fariem. Spaľovacia komora bola tvarovo prispôsobená balíkom slamy. Pôvodné kotly pracovali na ručné prikladanie a už o niečo lepšie kotly mali zásobník balíkov aby nebolo nutné časté prikladanie. Neskôr vyrábané kotly korešpondovali s tvarom veľkých balíkov slamy a boli prikladané s traktorovými vidlicami resp. vysokozdvížnými vozíkmi. Tento typ ohnísk, používaný na farmách v Dánsku, Švédsku, Fínsku a Nórsku, vykazoval pomerne nízku účinnosť (40 – 63 %), ale predovšetkým nevyhovoval prísnyim požiadavkám ekologických noriem na obsah škodlivín v spalinách. V poslednej dobe sa objavili moderné kotly s riadeným spaľovaním, kde sú výsledky procesu spaľovania pomerne dobré.

Slama ako prebytok v pestovateľskom procese poľnohospodárskych plodín má pomerne veľký energetický potenciál (má vyššiu výhrevnosť ako hnedé uhlie) a v súčasnej dobe sa ako palivo využíva v mnohých rozvojových, ale aj vyspelých krajinách. Zdroje na spaľovanie slamy sú ekonomicky výhodné a využívajú sa nielen na vykurovanie bytových jednotiek, ale aj na rôzne technológie. Jedným z takýchto spôsobov využívania kotlov na spaľovanie slamy v poľnohospodárstve je sušička zŕn.

Sušenie je významný technologický proces, pri ktorom sa poľnohospodárske produkty upravujú tak, aby sa mohli dlhodobo skladovať. Pod pojmom sušenie rozumieme fyzikálny dej, pri ktorom sa účinkom tepla znižuje obsah vlhkosti v látkach bez zmeny ich chemického zloženia (Vitáček, 2008).



Obr. 18 Ohrievač NPA na spaľovanie slamy

(Zdroj: www.jurex.sk)

Na Obr. 18 je ohrievač NPA spaľujúci slamu, ktorý dodáva horúci vzduch do sušiarne zrn model MC 975. Takúto modelovú kombináciu zrealizovala firma Jurex s.r.o, ktorá od roku 1996 ponúka dodávky a montáže sušiarň zrnín a olejní od amerického výrobcu Mathews Company.

Podľa Janička (2007) je hmotnostná energia (výhrevnosť) obsiahnutá v suchej slame približne $4,9 \text{ kWh.kg}^{-1}$, resp. $4,0 \text{ kWh.kg}^{-1}$ pre slamu s 15 % vlhkosťou. Energia v 1 m^3 stlačenej slamy (hustota 120 kg.m^3) takto predstavuje asi 500 kWh.

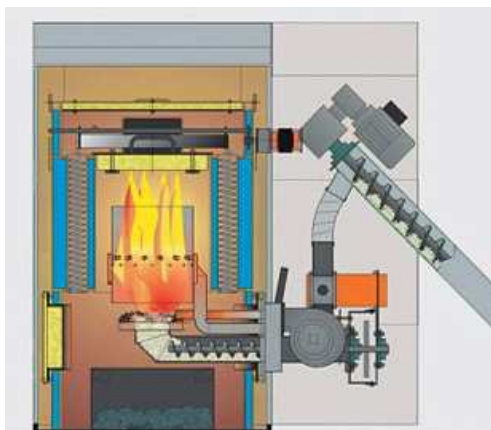
Potenciálne množstvo slamy, z ktorej by bolo možné časť využiť na energetické účely, je možné určiť na základe štatistických údajov o produkcii obilnín. V našich klimatických podmienkach je pomer slamy a obilia vidieť v tabuľke 2.

Tab. 2 Pomer slamy na 1 tonu vybraného druhu obilia

Pšenica	1,3 t slamy
Ovos	1,1 t slamy
Jačmeň	0,8 t slamy

4.3.4 Zdroje tepla spaľujúce pelety

Pelety sú relatívne novou formou dreveného paliva, ktoré umožnilo kotlom spaľujúcim biomasu ich čiastočnú alebo plne automatickú prevádzku. Relatívne vysoká hustota materiálu zaručuje vysokú výhrevnosť až 20 MJ.kg^{-1} . Týmto parametrom sa vyrovnajú uhlíu (Janíček 2007).



Obr. 19 Kotel na pelety

(Zdroj: www.tvojdrom.sk)

V poloautomatických kotloch je zásobník konštruovaný tak, aby objem paliva vystačil asi na jeden týždeň, pri plne automatických je táto doba dlhšia a môže byť až na celú vykurovaciu sezónu. Palivo je do ohniska dopravované slimákovým dopravníkom a rýchlosť prúdenia paliva je riadená automatikou podľa požadovaného výkonu kotla.

Na Obr. 19 je kotol na pelety, kde zobrazený slimákový dopravník, dopravuje palivo zo zásobníka do kotla.

Kotly na pelety v súčasnosti vyrábajú rôzni výrobcovia kotlov a sú vyrábané vo výkonoch do 2000 kW na vykurovanie rodinných domov, menších priemyselných prevádzok a menších sústav bytových jednotiek. Na Obr. 20 je kotol na pelety Woody od firmy OPOP, ktorý sa vyrába vo výkonoch 16, 24, 30 a 60 kW.



Obr. 20 Kotol na pelety

(Zdroj: www.abe.sk)

4.3.5 Zdroje na spaľovanie drevnej štiepky

Drevná štiepka je podobne ako pelety forma biomasy, ktorá je využívaná v kotloch s automatickou prevádzkou. Kotly vyrábané na spaľovanie drevnej štiepky sú v širokej palete výkonov ako pre rodinné domy, tak pre centrálné zdroje tepla s menovitým výkonom až do 10 MW. Doprava paliva zo zásobníka je riešená slimákovým

dopravníkom, alebo hydraulicky. Podrobnejšie je popísaný kotol na drevnú štiepku v kapitole 4.4.3, a to kotol Vesko-B od firmy TTS Třebíč.

4.4 Návrh zdroja tepla z pohľadu rekonštrukcie a výmeny vo vybranom podniku

Mesto Vráble sa rozprestiera v nadmorskej výške 140 – 240 m n. m. pri brehu rieky Žitava v časti stredného Požitavia. Toto územie patrí do klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 9,1 °C s miernou, suchou až veľmi suchou zimou, s krátkym trvaním snehovej prikrývky. Táto oblasť pre vykurovaciu krivku patrí do klimatického pásma s teplotou -12 °C.

Vo Vrábľoch od januára roku 2001 podniká v tepelnom hospodárstve firma Dalkia Vráble a.s., ktorá je spoločným podnikom mesta a nadnárodnej spoločnosti Dalkia a.s. V súčasnosti výrobca tepla prevádzkuje tri kotolne na zemný plyn a zásobuje teplom a teplou vodou takmer 2000 domácností. Najväčšia kotolňa je na sídlisku Lúky, kde sú inštalované tri kotly na zemný plyn s menovitým výkonom 3,5 MW. Pri ročnej spotrebe cca 1 200 000 m³ zemného plynu a jeho súčasnej cene je ročný náklad na palivo vo výške 400 000 €. Snahou je dosiahnuť zníženie závislosti na zemnom plyne, zníženie výdavkov na palivo a tiež zníženie emisií skleníkových plynov.

4.4.1 Finančné zdroje

Mesto Vráble v spolupráci s Dalkiou Vráble a.s. a Dalkiou a.s. i na základe energetickej koncepcie mesta Vráble pristúpilo k rozhodnutiu rekonštruovať jestvujúcu plynovú kotolňu na kombinovaný zdroj tepla, kde bude dobudovaný kotol na biomasu (drevnú štiepku). Vypracovaný projekt z oblasti podpory trvalo udržateľného rozvoja bol predložený v roku 2006. Základným cieľom predloženého projektu je zníženie emisie skleníkových plynov, podpora trvalo udržateľného rozvoja v regióne a tiež zníženie ceny tepla pre obyvateľov mesta Vráble.

Po schvaľovacích procesoch a akceptovaní projektu bola medzi Úradom vlády ako Národným kontaktným bodom a Mestom Vráble podpísaná dňa 19.8.2009 Zmluva o poskytnutí finančného príspevku z Nórskeho finančného mechanizmu (NFM), z finančného mechanizmu Európskeho hospodárskeho priestoru (FM EHP) a zo štátneho rozpočtu.

Nenávratný finančný príspevok z tejto zmluvy sa člení nasledovne:

- príspevok z NFM 333 322 € (42,5 % z celkového nenávratného príspevku),
- príspevok z FM EHP 333 321 € (42,5 % z nenávratného príspevku),
- príspevok zo štátneho rozpočtu 117 642 € (15 % z nenávratného príspevku).

4.4.2 Popis prác

Predmetná kotolňa na biomasu je situovaná v priestoroch starej uhoľnej kotolne, kde ako prvé je nutné uskutočniť likvidáciu pôvodnej technológie uhoľnej kotolne.

V rámci projektového riešenia sú naplánované nasledovné operácie:

- demontáž jestvujúcich kotlov na uhlie (Slatina - 3 ks),
- demontáž dymovodov,
- demontáž tehlového komína (60 m),
- demontáž zauhlovacieho systému kotlov (dopravné pásy),
- demontáž potrubia od kotlov k rozdeľovačom,
- dodávka a montáž potrubia a armatúr pre napojenie kotla,
- dodávka a montáž odvodňovacích rúr kotlovej jednotky,
- dodávka a montáž komína a dymovodu s príslušenstvom,
- dodávka a montáž rozvodu protipožiarnej vody pre kotol a areál,
- dodávka a montáž cestných váh.



Obr. 21 Pohľad na kotolňu CK Lúky a skládku drevnej štiepky

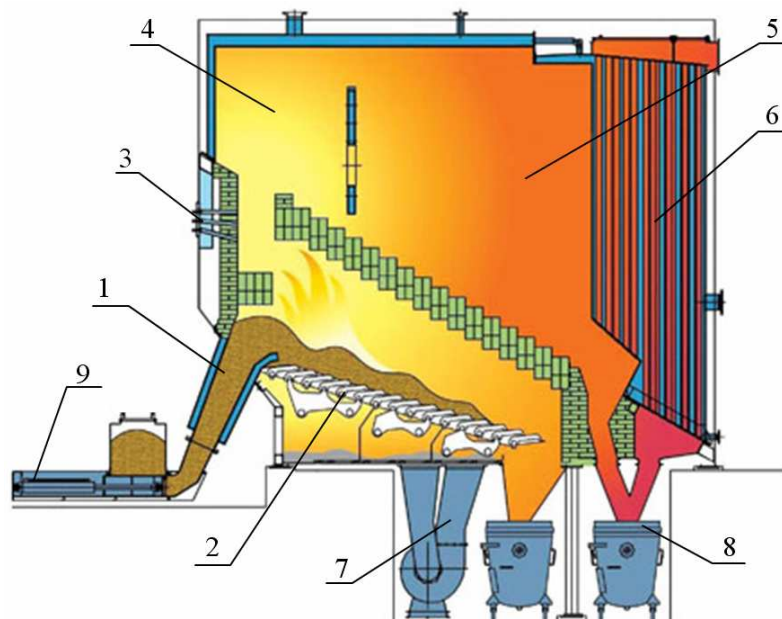
4.4.3 Popis kotolne na biomasu

Inštalovaný kotol na biomasu typu VESKO-B (Obr. 22 a Obr. 23) od výrobcu TTS Třebíč bude základným zdrojom výroby tepla na kotolni CK Lúky popri jestvujúcich plynových kotloch zdroja. V zimnom období bude pracovať na plný výkon a dopĺňať vyrobené teplo bude podľa potreby jeden z trojice plynových kotlov. V letnom a prechodnom období bude výrobu tepla zabezpečovať len kotol na biomasu a jeho automatika spoľahlivo zabezpečí reguláciu výkonu v rozsahu 50 až 100 %.



Obr. 22 Inštalácia kotla VESKO-B

Kotol VESKO-B sa skladá z ohniska a výmenníkovej časti. Samostatné ohnisko sa skladá zo zvarenej skrine, ktorá plní funkciu nosnej konštrukcie, zabezpečuje rozvody spaľovacích vzduchov a podopiera rošt. Palivo je spaľované na šikmom posuvnom rošte, ktorý je ovládaný hydraulicky. Primárny vzduch je vháňaný v troch pásmach pod rošt a sekundárny je privádzaný tryskami. Roštová komora má výmurovku a je krytá keramikou klenbou. Výmenníková časť sa skladá z vírovej komory, dohrievacej komory a trúbkového výmenníka. Popol je odvádzaný do veľkokapacitného kontajnera. Palivo je do kotla dopravované pomocou hydraulického zavážacieho lisu. Hydraulický dopravník paliva v tomto konštrukčnom prevedení má veľkú výhodu oproti závitkovému dopravníku a to v tom, že kotlom môže prejsť i kus dreva, kameň či tehla. Pred vstupom štiepky na spaľovací rošt dochádza k jej presušeniu vo vyhrievanom tuneli. Spaliny sú odvádzané pomocou spalínového ventilátora cez vírový odlučovač do komína.



1. Vstupný tunel
2. Rošt
3. Sekundárny vzduch
4. Vírová komora
5. Dohrievacia komora
6. Rúrkový výmenník
7. Primárny ventilátor
8. Výpad popola
9. Zavážací lis

Obr. 23 Kotel VESKO-B

(Zdroj: <http://www.intechenergo.sk>)

Kotel VESKO-B je konštruovaný tak, že je schopný spaľovať drevný odpad, odrezky, kôru, piliny, slamu, štiepku i ojedinelé kusy dreva s max. priemerom 100 mm a dĺžkou 500 mm. Parametre kotla sú dimenzované na vlhkosť 50 %, ale bez problémov spáli aj palivo s vlhkosťou 70 %.

4.4.4 Náklad na palivo

Tepelné parametre zdroja:

- tepelný výkon plynových kotlov (3 x 3,5 MW) 10,5 MW

• tepelný výkon kotla na biomasu	1,9 MW
• sumárny inštalovaný výkon zdroja	12,4 MW

Ročná výroba tepla:

• celková ročná výroba tepla	40 000 GJ/rok
• predpokladaná výroba tepla na novom zariadení	32 000 až 36 000 GJ/rok
• podiel tepla na novom zariadení	80 až 90 %

Pri výpočte nákladov na palivo a úspor emisií skleníkových plynov sme počítali s nasledovnými hodnotami:

- z celkovej ročnej výroby tepla 39 247 GJ je 34 038 GJ vyrobených z biomasy a zvyšných 5 209 GJ z plynu,
- súčasná priemerná cena za plyn (január 2010) je 0,296 €/m³,
- účinnosť zdroja na zemný plyn je 90 %,
- výhrevnosť plynu 34,452 MJ.m⁻³,
- priemerná cena za biomasu aj s poplatkom za vývoz popola je 62,02 € za tonu,
- výhrevnosť drevnej štiepky 9,5 GJ.t⁻¹ podľa STN 48 00 57, STN 48 00 58,
- maximálna popolnosť 3 %,
- maximálna vlhkosť 50 %,
- účinnosť kotla na biomasu je 83 %.

Pomocou PC techniky sme vypočítali, podľa skutočne vyrobeného tepla v roku 2007 na kotolni CK Lúky, podľa výkonu a účinnosti kotla na biomasu, predpokladanú výrobu tepla biomasou a predpokladanú výrobu tepla plynom (Príloha č.1). Tieto údaje sme použili ako podklad pre výpočet nákladov na palivo (Príloha č.2) a dospeli sme k nasledovným výsledkom:

- pri výrobe tepla 100 % zo zemného plynu je ročný náklad na palivo 374 671,13 €,
- pri kombinovanej výrobe plyn – biomasa je ročný náklad na palivo 317 467,88 €,

-
- ročná úspora nákladov na palivo je 57 203,25 €, čo predstavuje úsporu 15,27 %.

4.4.5 Výpočet emisií CO₂

Podľa Úradného vestníka Európskej únie sa emisie zo spaľovacích zariadení vypočítajú ako súčin energetickej kapacity každého použitého paliva (okrem biomasy, ktorá je neutrálna), emisným faktorom a oxidačným faktorom. Za každé palivo a pre každú činnosť sa urobí nasledovný výpočet:

Emisie CO₂ = údaje o činnosti . emisný faktor . oxidačný faktor

Údaje o činnosti sa vyjadria ako čistá energetická kapacita paliva v TJ spotrebovaného v priebehu obdobia, za ktoré sa výpočet vykonáva. Energetickú kapacitu spotreby paliva vypočítame ako súčin množstva spotrebovaného paliva (v našom prípade zemného plynu v m³) a čistej výhrevnosti paliva (uvádzanej a aktualizovanej na stránkach SPP – PCI v MJ.m⁻³).

Emisný faktor je uvádzaný a aktualizovaný na stránkach SPP a uvádzaný v $t_{CO_2}.TJ^{-1}$.

Pre oxidačný faktor sa používa hodnota 1,0.

Z uvedeného sme vypočítali zníženie emisií CO₂ pri výrobe tepla vo Vrábľoch na kotolni CK Lúky, pri náhrade zemného plynu biomasou nasledovne:

- úspora zemného plynu: 1 097 760 m³ za rok,
- výhrevnosť paliva: 34,452 MJ.m⁻³ čo je 34,452.10⁻⁶ TJ.m⁻³ (údaj za január 2010),
- emisný faktor: 55,40 $t_{CO_2}.TJ^{-1}$ (údaj za január 2010),
- oxidačný faktor: 1,0.

$$CO_2 = 1\,097\,760 \cdot 34,452 \cdot 10^{-6} \cdot 55,40 \cdot 1 = 2\,095 \text{ t}$$

Z vypočítaného teda vyplýva, že pri ročnej úspore 1 097 760 m³ zemného plynu znížime emisie skleníkových plynov o viac než 2 000 ton ročne.

Záver

Význam obnoviteľných zdrojov energie a priemyselných surovín stále stúpa a dosahuje svetové rozmery. Zásobovanie energiou na svete sa stáva strategickým problémom trvale udržateľného rozvoja. S tým súvisí aj nutnosť redukcie skleníkových plynov. Riešenie situácie je potrebné hľadať v obnoviteľných zdrojoch energie, z ktorých najvýznamnejšia je biomasa. Jej najväčšími výhodami sú jednoduchá skladovateľnosť, zlepšenie bilancie nebezpečných emisií CO₂ a diverzifikácia paliva v tepelnom hospodárstve. Využívanie rôznorodých palív znamená odbúranie závislosti na dovoze zemného plynu, ako primárnej suroviny na výrobu tepla.

Využívanie biomasy na energetické účely má i ďalšie ekologické výhody, medzi ktoré najmä patrí zlepšenie kvality lesov, vôd a zamedzenie erózie pôdy. Erózia je proces, pri ktorom dochádza k rozrušovaniu a odstraňovaniu časti zemského povrchu pôsobením vonkajších činiteľov. Cielovým pestovaním rastlín a drevnatých porastov, ktoré budeme ďalej využívať na energetické zhodnotenie, môžeme tomuto zabrániť.

V konštatovaní vlády o plnení Akčného plánu využívania biomasy na roky 2008 až 2013 sa okrem iného hovorí, že využívanie biomasy na energetické účely je na úrovni 2 percent, pričom má biomasa najväčší technický potenciál z obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku a tvorí 20 % z celkovej spotreby energie.

V našej bakalárskej práci sme chceli poukázať na rôzne spôsoby úprav biomasy na energetické zhodnotenie a jej využívanie v rôznych druhoch zdrojov tepla. Pri porovnávaní vo vybranom podniku sme dospeli k záveru, že využívanie biomasy na energetické účely má nielen environmentálny význam, ale i ekonomický prínos. Predovšetkým pri väčších zdrojoch tepla a pri podpore finančného mechanizmu Európskeho hospodárskeho priestoru a Nórskeho finančného mechanizmu, ktoré využíva i projekt vybraného podniku, je úspora nákladov na palivo pri výrobe tepla značná. Týmto projektom náhrada spaľovania zemného plynu drevnou štiepkou prinesie do vrábeľského regiónu úsporu viac než 2000 t emisií CO₂ ročne.

Zoznam použitej literatúry

1. HORBAJ, Peter. 1999. *Ekologické aspekty spaľovania*. Košice: TU, 1999. 71 s. ISBN 80-7099-405-3.
2. JANDAČKA, Jozef - MALCHO, Milan. 2007. Rozdelenie zdrojov tepla na spaľovanie biomasy. In *Možnosti vykurovania a výroby elektrickej energie z biomasy* [online]. [cit. 2007-05-22]. Dostupné na: <http://www.biomasa-info.sk/docs/12malcho_s.pdf>.
3. JANÍČEK, František et al. 2007. *Obnoviteľné zdroje energie 1*. Pezinok: Renesans, s.r.o, 2007. 176 s. ISBN 978-80-969777-0-3.
4. KATUŠČÁK, Dušan. 2007. *Ako písať záverečné a kvalifikačné práce*. 4. vydanie Nitra: Enigma, 2007. 162 s. ISBN 978-80-89132-45-4.
5. MAGA, Juraj - PISZCZALKA, Ján. 2006. *Biomasa ako zdroj obnoviteľnej energie*. Nitra: Vydavateľstvo SPU, 2006. 104 s. ISBN 80-8069-679-9.
6. MURTINGER, Karel - BERANOVSKÝ, Jiří. 2008. *Energie z biomasy*. 2. vydanie Brno: ERA, 2008. 92 s. ISBN 978-80-7366-115-1.
7. PASTOREK, Zdeněk - KÁRA, Jaroslav - JEVIČ, Petr. 2004. *Biomasa obnoviteľný zdroj energie*. Praha: FCC PUBLIC, 2004. 288 s. ISBN 80-86534-06-5.
8. RATAJ, Vladimír et al. 2008. *Metodika písania záverečných prác na SPU v Nitre*. 4. vydanie Nitra: Vydavateľstvo SPU, 2008. 86 s. ISBN 978-80-8069-994-9.
9. STN 07 0703: 1993. Plynové kotolne. 3. časť: Technické požiadavky.
10. TRENČIANSKY, Marek et al. 2007. *Energetické zhodnotenie biomasy*. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2007. 147 s. ISBN 978-80-8093-050-9.
11. Úradný vestník Európskej únie 2007/589/ES. Rozhodnutie komisie z 18.7.2007, ktorým sa zavádzajú usmernenia o monitorovaní a predkladaní správ o emisiách skleníkových plynov podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES.
12. VITÁZEK, Ivan. 2008. Konštrukčné riešenie spaľovacích zariadení na biomasu. In *Agrobioenergia*, roč. 3, 2008, č. 1, s. 20-23.
13. VITÁZEK, Ivan. 2008. *Teplotechnika a hydrotechnika*. 2. vydanie. Nitra: Vydavateľstvo SPU, 2008. 104 s. ISBN 978-80-552-0033-0.
14. ZACHARDA, František et al. 2009. *Poľnohospodárska biomasa – technologické linky na jej energetické využitie*. Bratislava: GaRT, 2009. 146 s. ISBN 978-80-968507-6-1.

-
15. ŽIDEK, Ladislav - BOHUNICKÁ, Dagmar. 2005. Biomasa – čo je to? Ako vzniká?. In *Enviromagazín*, roč. 10, 2005, č. 4, s. 10-11.
 16. http://www.abe.sk/foto/kotol_na_pelety.jpg
 17. http://www.agroporadenstvo.sk/oze/projekty/vyuzitie_biomasy.pdf
 18. http://www.drevoplyn.sk/atmos_knp.php
 19. <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>
 20. <http://www.intechenergo.sk/admin/uploads/biomasa/vesko.b.jpg>
 21. <http://www.intechenergo.sk/admin/uploads/biomasa/vesko-s-1.jpg>
 22. <http://www.intechenergo.sk/sekcie/energia-z-biomasy/biopllynove-stanice>
 23. http://www.jurex.sk/img/fotky_1_7.jpg
 24. <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/content/8.2.4/image005.gif>
 25. <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=4.1.1.2.1>
 26. http://www.sab.sk/E_learnig/DFM2HTML_index/modul6.html
 27. http://www.tvojdrom.sk/udata/images/images_sk/images_clanky/v_1811_2.jpg
 28. <http://www.wimmer.sk/images/ms1.jpg>http://drvice.agrosnova.sk/components/com_virtuemart/shop_image/product/332252d313838394c944d89558e507a9.jpg
 29. <http://www.wimmer.sk/images/tp270k.jpg>

Prílohy

Príloha 1a, 1b Výpočet vyrobeného tepla

Príloha 2 Výpočet nákladu na palivo – drevná štiepka

Príloha 3 Výpočet celkového nákladu na palivo

Príloha 2 Výpočet nákladu na palivo – drewná štiepka

Dalkia Vráble a.s.

Náklad na palivo

Tepló z plynu
 Vyrobené
 5 209 GJ

Pri GCV 10,5838
 je nakúpené teplo v plyne:
 1 929 585 kWh

Spoterbovaný plyn
 182,315 m³

Biomasa - štiepka

Obj. množstvo = 4 317,0 t 1t = 55,97 € = 241 622,49 €

Tepló v palive = 9,5 GJ/t = 2 638,888 kWh/t
 Nakúpené teplo 41 011,5 GJ = 11 392,080 kWh
 Účinnosť kotla 83%
 Z biomasy vyrobené teplo 34 039,55 GJ = 9 455 426,519 kWh

Vývoz popola (Vepos) 55,8 € / vozidlo
 Počet výjazdov vozidla pri 7 m³ nádobe 123 = 6 862,2 €
 Uskladnenie popla na skládke (Kaná) 35,0 € / t = 4 532,5 €

1t štiepky = 3% popola
 1 m³ popola je 150 kg = 0,15 t
 Popol z biomasy 129,5 t
 Celkový objem popola 863,3 m³

Náklad na naftu pre nakladač: 3 500,0 €
 Mzdové náklady na pracovníka nakladača: 10 733,0 €
 Údržba nakladača: 500,0 €

Celkový náklad na biomasu: 267 750,16 € Priem. cena: 62,02 €

Príloha 3 Výpočet celkového nákladu na palivo

Zemný plyn

Vyrobené teplo, GJ	Účinnosť kotla, %	Výhrevnosť ZP, GJ.m ⁻³	Spotrebovaný plyn, m ³	Spaľovacie teplo, kWh.m ⁻³
5 209	90,00	0,034452	167 995	10,611

Nakúpené teplo v plyne, kWh	Priemerná cena ZP (z januára 2010), €.kWh ⁻¹	Náklad na palivo zo ZP, €
1 782 595	0,03	53 477,85

Biomasa

Vyrobené teplo, GJ	Účinnosť kotla, %	Výhrevnosť drevnej štiepky, GJ.t ⁻¹	Spotrebovaná drevná štiepka, t	Priem. cena za biomasu, €.t ⁻¹
34 038	83,00	9,5	4 317	62,02

Náklad na palivo v biomase, €	Priem. cena vyrob. tepla z paliva, €.GJ ⁻¹
267 740,34	8,18

Spotreba náklad na palivo pri výrobe tepla 100 % zo ZP

Vyrobené teplo, GJ	Účinnosť kotla, %	Výhrevnosť ZP, GJ.m ⁻³	Spotrebovaný plyn, m ³	Spaľovacie teplo, kWh.m ⁻³
39 247	90,00	0,034452	1 265 755	10,611

Nakúpené teplo v plyne, kWh	Priemerná cena ZP (z januára 2010), €.kWh ⁻¹	Náklad na palivo zo ZP, €	Priem. cena vyrob. tepla z paliva, €.GJ ⁻¹
13 430 926	0,03	402 927,78	10,27

Výpočet zníženia emisií CO₂

Množstvo uspareného ZP, m ³	Výhrevnosť plynu, TJ.m ⁻³	Emisný faktor, t _{CO₂} .TJ ⁻¹	Oxidačný faktor	Úspora emisií CO ₂ , t
1 097 760	0,000034452	55,40	1,0	2 095