

**SLOVENSKÁ POĽHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

2135926

**VYUŽITIE DENDROMASY NA VÝROBU TEPELNEJ
ENERGIE PRE RODINNÝ DOM VO VYBRANEJ
KLIMATICKEJ OBLASTI SLOVENSKA**

2011

Bc. Nina Horská

**SLOVENSKÁ POĽHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

**VYUŽITIE DENDROMASY NA VÝROBU TEPELNEJ
ENERGIE PRE RODINNÝ DOM VO VYBRANEJ
KLIMATICKEJ OBLASTI SLOVENSKA**

Diplomová práca

Študijný program: Environmentálny manažment
Študijný odbor: 1615800 Environmentálne manažérstvo
Školiace pracovisko: Katedra udržateľného rozvoja
Školiteľ: Dr. h. c. prof. Ing. Milan Demo, PhD.

Nitra, 2011

Bc. Nina Horská

ABSTRAKT

Nina Horská, spracovanie diplomovej práce na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite Nitra. Diplomová práca, Katedra ekológie Fakulty európskych štúdií a regionálneho rozvoja SPU Nitra, vedúci diplomovej práce Dr. h. c. prof. Ing. Milan Demo, PhD ., Nitra 2011.

Diplomová práca bola vypracovaná ako záverečná práca v rámci inžinierskeho štúdia na SPU v Nitre, Katedra ekológie, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja.

Plánovitá ľudská činnosť v lesníckej a poľnohospodárskej výrobe produkuje neustále biomasu, ktorá je využiteľná ako zdroj obnoviteľnej energie. Aj geografický charakter Slovenska, kde 47% územia tvorí poľnohospodárska pôda a 41% územia pokrývajú lesy dávajú možnosti pre široké využitie biomasy.

Táto práca sa zameriava na cielene pestovanú dendromasu z rýchlo rastúcich drevín, ako možného zdroja obnoviteľnej energie.

Cieľom práce je poskytnutie ucelenej informácie o možnosti praktického využitia dendromasy pri výrobe tepla pre stredne veľký rodinný dom na južnom Slovensku pre odbornú verejnosť, pestovateľov a konečného spotrebiteľa. Hlavným dôvodom riešenia tejto problematiky je regionálna dostupnosť, narastajúca cena dovážaných fosílnych palív, určitý stupeň energetickej nezávislosti a nezanedbateľný je aj vplyv na životné prostredie.

Kľúčové slová: obnoviteľné zdroje energie, dendromasa, rýchlorastúce dreviny, energetická efektívnosť, zdroje tepla.

ABSTRAKT

Nina Horská, Verarbeitung der Diplomarbeit auf der Slowakischen Landwirtschaftlichen Universität Nitra. Diplomarbeit, Kateder der Ökologie der Fakultät der Europäischen Studien und Regionalentwicklung SPU Nitra, Diplomarbeitleiter Dr. h. c. prof. Ing. Milan Demo, PhD., Nitra 2011.

Die Diplomarbeit wurde als Thesis im Rahmen des Ingenieursstudiums auf der SPU in Nitra, Kateder der Ökologie, Fakultät der Europäischen Studien und Regionalentwicklung ausgearbeitet

Planmäßige menschliche Tätigkeit in der wald- und landwirtschaftlichen Produktion produziert laufend Biomasse, die als Ressource für erneuerbare Energie verwendet werden kann. Auch der geografische Charakter der Slowakei, wo 47 % der Fläche landwirtschaftlicher Boden ist und 41 % der Fläche von Waldflächen bedeckt ist gibt vielfältige Möglichkeiten für eine breite Nutzung von Biomasse.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die gezielte Züchtung von Dendromasse aus schnellwachsenden Holzarten als mögliche Ressource erneuerbarer Energie.

Das Ziel der Arbeit ist ganzheitliche Informationen für die fachkundige Öffentlichkeit, Züchter und die Endverbraucher über die Möglichkeiten der praktischen Nutzung von Dendromasse bei der Erzeugung von Wärme für ein mittelgroßes Einfamilienhaus in der Südslowakei zu liefern. Der Hauptgrund der Lösung dieser Problematik ist die regionale Verfügbarkeit, der steigende Preis von importierten fossilen Brennstoffen, ein gewisser Grad an energetischer Unabhängigkeit und nicht zu vernachlässigen ist auch der Einfluss auf die Umwelt.

Schlüsselwörter: erneuerbare Energieressourcen, Dendromasse, schnellwachsende Holzarten, Energieeffizienz, Wärmequellen

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému „Využitie dendromasy na výrobu tepelnej energie pre rodinný dom vo vybranej klimatickej oblasti Slovenska“ vypracovala samostatne a že som uviedla všetku použitú literatúru súvisiacu so zameraním diplomovej práce.

Nitra.....

.....

POĎAKOVANIE

Touto cestou ďakujem predovšetkým vedúcemu diplomovej práce Dr. h. c. prof. Ing. Milanovi Demovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce. Poďakovanie patrí tiež ľuďom, ktorí mi venovali svoj čas a poskytli potrebné informácie týkajúce sa spracovanej problematiky.

Nitra

.....

POUŽITÉ OZNAČENIE

AP	akčný plán
BPEJ	bodová hodnota bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky
°C	Celziov stupeň – jednotka teploty
DIN	nemecká norma
DPH	daň z pridanej hodnoty
EÚ	Európska únia
FAO	výskumný program
ha	hektár
HT2000	softvér na výpočet podlahového vykurovania
kJ	kilo joule merná jednotka energie, tepla
kWh	kilo watthodina
LPIS	Land parcel identification system
m	meter jednotka dĺžky
m ²	meter štvorcový jednotka plochy
m ³	meter kubický jednotka objemu
MJ	mega joule 10 ⁶ J
M _s	hmotnosť suchej vzorky
MH SR	Ministerstvo hospodárstva SR
MP SR	Ministerstvo pôdohospodárstva SR
M _v	hmotnosť vlhkej vzorky
MVE	malé vodné elektrárne
MW	megawatt 1 x10 ⁶ W
NSRR	Národný strategický referenčný rámec
Obr. č.	obrázok číslo
Ö-NORM M	rakúska norma
OSN	Organizácia spojených národov
OZE	obnoviteľné zdroje energie
PJ	peta joule 10 ¹⁵ J
pH	vodíkový exponent - označuje, kyslé, neutrálne, zásadité prostredie
PJ _t	petajoule tepla

PPA	Poľnohospodárska platobná agentúra
SR	Slovenská republika
s. r. o.	spoločnosť s ručením obmedzením
STN	slovenská technická norma
t	tona
Tab.	tabuľka
TEZT	softvér na výpočet tepelných strát
TTP	trvalé trávne porasty
TSÚP	Technický a skúšobný ústav pôdohospodársky
TZL	tuhé znečisťujúce látky
Zb.	zbierka zákonov
Z. z.	zbierka zákonov
VVE	veľké vodné elektrárne
W	vlhkosť v %

OBSAH

Obsah	9
Úvod.....	12
1 Pehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	14
1.1 Slnčná energia.....	14
1.2 Veterná energia.....	14
1.3 Vodná energia.....	15
1.4 Geotermálna energia.....	15
1.5 Biomasa	15
1.5.1 Charakteristika biomasy.....	16
1.5.2 Biomasa využívaná na výrobu tepla	17
1.5.3 Spaľovanie biomasy.....	20
1.5.4 Využitie biomasy pre energetické účely z hľadiska spoločenských potrieb.	22
1.5.5 Mechanická úprava dendromasy.....	25
1.5.6 Sekačky a drviče	26
1.5.7 Zariadenia na briketovanie, peletovanie a kompaktovanie.....	28
1.5.8 Vlastnosti tvarovaných palív z biomasy.	30
1.5.9 Charakteristika porastov a plantáží s rýchlorastúcimi drevinami	32
1.5.10 Manažment, zber a logistika pri pestovaní rýchlorastúcich drevín (RRD)	36
1.5.11 Popis vybranej plantáže orientovanej na pestovanie rýchloras-túcich drevín rodu Salix.	39
2 Cieľ práce	45
3 METODIKA PRÁCE	46
3.1 Metódy získania podkladov a stanovenie spôsobu hodnotenia problematiky..	46
3.2 Technické varianty kotolní na spaľovanie dendromasy v podmienkach rodinného domu	46
3.2.1 Kotle na spaľovanie drevných peliet.....	48
3.2.2 Kotle na spaľovanie drevnej štiepky	50
3.3 Využitie akumulčných nádrží	51
3.4 Charakteristika vybraného rodinného domu z technického hľadiska.....	52

3.5	Plošná výmera rodinného domu	54
3.6	Popis jestvujúcej plynovej kotolne na zemný plyn	55
3.7	Výpočet priemernej hodnoty potrebnej energie za posledné tri roky.....	56
3.8	Výpočet priemernej hodnoty potrebnej energie pre jeden rok	56
3.9	Posúdenie ponuky plnoautomatickej kotolne na drevné peletky.....	57
3.9.1	Firma Herz - kotol Pelletstar BioControl 30:	58
3.9.2	Firma Viessmann - kotol Vitoligno 300-P	59
3.9.3	Firma Attack, Slovensko - kotol ATTACK PELLET 30 Automatic.....	59
3.9.4	Firma BOSTON, Slovensko / Česká republika – automat. kotol KP 22	60
3.10	Plnoautomatická kotolňa na drevné štiepky z energetickej vŕby	61
3.10.1	Firma Herz - kotol Firematic 35 BioControl:	62
3.10.2	Firma Benekov - kotol S50 na drevnú štiepku:.....	63
4	Výsledky posúdenia prevádzky plnoautomatickej kotolne na drevné pelety a štiepku.....	64
4.1	Spotreba drevných peliet pre 1 rok (1 zúčtovacie obdobie):	64
4.1.1	Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Herz - kotol Pelletstar BioControl 30:	65
4.1.2	Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Viessmann - kotol Vitoligno 300-P:	66
4.1.3	Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Attack, Slovensko - kotol ATTACK PELLET 30 Automatic:	67
4.1.3	Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma BOSTON, Slovensko/Česká republika - automatický kotol KP 22:.....	68
4.2	Posúdenie prevádzky plnoautomatickej kotolne na drevné štiepky.	69
4.2.1	Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Herz - kotol Firematic 35 BioControl:	69
4.2.2	Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Benekov - kotol S50 na drevnú štiepku:	70
4.3	Vyhodnotenie výsledkov kritérií nasadenia kotolní na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.	71
4.3.1	Spätné určenie veľkosti plochy potrebnej na dopestovanie energetických drevín pre zásobovanie vybraného rodinného domu na jeden rok.....	74
5	Diskusia	76

5.1	Emisné kritéria pre spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.	77
5.2	Legislatívne podmienky pre realizáciu kotolne na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.	78
5.3	Možnosti využívania podporných programov a štátnych dotácií pri realizácii kotolne na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby na Slovensku.....	80
6	Záver	83
7	Použitá literatúra	84

ÚVOD

Neustále rastúci počet obyvateľov a neudržateľný životný štýl smerujú k ďalšiemu rastu spotreby energie. Pri obmedzených zásobách fosílnych palív je treba hľadať a využívať vhodné alternatívy, aby sme boli v budúcnosti pripravení v čo najväčšej miere nahradiť tieto fosílny zdroje. Je zrejmé, že alternatívne zdroje, pod ktorými sa rozumie iný zdroj alebo inak vyrobená energia ako spaľovaním fosílnych palív alebo štiepením jadrového paliva, nie sú schopné pokryť súčasný dopyt, ale je v celospoločenskom záujme do nich investovať, aby sa technológie pre ich využitie mohli neustále zlepšovať a dosahovať stále vyššiu efektívnosť. Na rozdiel od investovania do technológií využívania zdrojov, ktoré už o niekoľko rokov nebudú k dispozícii, je treba investovať do rozvoja technológií schopných zabezpečiť trvalo udržateľný rozvoj a existenciu aj nasledujúcich generácií.

Už dnes sa predpokladá, že podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE) bude kontinuálne narastať. Európska únia ako celok sa zaviazala zvyšovať ich podiel, kedy do roku 2020 by mal dosiahnuť úroveň 20%. OSN predpokladá, že pri využití súčasných technológií by mohli obnoviteľné zdroje energie pokryť až 60% svetovej spotreby elektriny a približne 40% celkovej spotreby energie do roku 2020. Majú však potenciál pokryť až polovicu svetovej energetickej spotreby do roku 2050, na to však zatiaľ chýba politická vôľa a postupného presadzovania dlhodobých riešení.

Z regionálneho pohľadu je energetická politika ovplyvňovaná tak samotnými možnosťami daného štátu, ako aj domácimi a hlavne zahraničnými politickými vplyvmi. Predstavuje prístup štátu k riešeniu energetických otázok. Každý štát má iné možnosti zásobiť sa energiou, závisí to predovšetkým od dostupnosti zdrojov energie. Spotreba závisí od stupňa rozvinutia priemyselnej výroby a jej štruktúry a od vyspelosti spoločnosti. Slovensko má vypracovanú energetickú politiku, ktorá predstavuje strategický dokument, ktorý určuje základné ciele a rámce rozvoja energetiky v dlhodobom časovom výhľade. Jej cieľ je vytvoriť predpoklady pre zabezpečenie dostatočného množstva energií, ich efektívne využívanie, plynulú a bezpečnú dodávku a maximálnu úsporu energií na strane spotreby. (GaRT s.r.o., 2009)

Popri všetkých týchto aspektoch presadenie obnoviteľných zdrojov energie do spoločenského života úzko súvisí aj s ďalším celosvetovým problémom a to je negatívny dopad na životné prostredie a zdravie ľudí pri využívaní fosílnych zdrojov

energie a súčasnom spôsobe využívania atómovej energie. Hlavne pri využívaní fosílnych palív dochádza k veľkým, často nezvratným škodám na ekosystémoch, nakoľko ich ťažba, spracovanie a spaľovanie produkujú veľké množstvo toxických odpadov vrátane ťažkých kovov. Samotná ťažba, ak je povrchová, znamená často úplnú devastáciu krajiny. Spracovanie prináša veľké množstvo nevyužiteľného odpadu. Spaľovaním fosílnych palív sa do prostredia dostávajú vysoké množstvá CO_2 , najviac ovplyvňujúce proces globálneho otepľovania, ďalej oxidy dusíka, síry a amoniak, ktoré spôsobujú okyslenie prostredia. Nezanedbateľné sú rôzne prchavé látky, polček a ťažké kovy (As, Cd, Hg, Pb, Zn). Emisie oxidov síry a dusíka majú priamy vplyv na vznik kyslých dažďov, ktoré vznikajú chemickou reakciou medzi týmito plynmi a vodou obsiahnutou v atmosfére. Kyslé dažde majú škodlivé účinky na lesy, vodné plochy, zeleň v mestách, poškodzujú historické objekty a vedú k zdravotným problémom hlavne u ľudí so zvýšenou zdravotnou citlivosťou - deti, dôchodcovia, alergici.

Využívanie jadrovej energie v súčasnom stupni technologickej vyspelosti sa prezentuje ako bezpečný zdroj energie. Prax ukázala, že hlavným problémom pri využívaní tohto zdroju energie nie je technická stránka zariadení ale ľudský faktor, ktorý býva hlavným dôvodom jadrových nehôd a havárií. Následky z časového hľadiska majú dosah niekoľko dekád. Taktiež netreba zabúdať na problematiku vyhoreného paliva a dodnes neovládanej technológie jeho bezpečnej likvidácie.

1 PĚHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

OZE považujeme za také zdroje, ktoré sú z hľadiska ľudského života nevyčerpatel'né. Ich pôvod je buď spojený s procesmi vzniku našej slnečnej sústavy, alebo je daný prírodnými danosťami krajiny a ľudskou činnosťou. (GaRT s.r.o., 2009)]

1.1 Slnečná energia

Slnko je z ľudského hľadiska nevyčerpatelným zdrojom energie. Jej zdrojom je termonukleárna reakcia vo vnútri slnka, kedy sa vodík, tvoriaci základný stavebný materiál tejto hviezdy, zlučuje pri extrémne vysokej teplote a extrémne vysokom tlaku do atómov hélia, pričom sa vyžaruje obrovské množstvo energie. Trvanie tohto procesu odhadujú vedci na ešte niekoľko miliárd rokov.

Okamžitý výkon slnečného zdroja v zemskej atmosfére je približne $1,7 \times 10^{17}$ až $1,5 \times 10^{18}$ kWh ročne. V podmienkach Slovenska energia dopadajúca na plochu 1 m^2 dosahuje hodnotu 2450 až 5400 kJ. Prakticky to znamená, že približne 60 až 70% teplej vody pre potreby domácnosti je možné pokryť zo solárnych kolektorov.

V našich regionálnych podmienkach sa slnečná energia najviac využíva na ohrev vody v slnečných kolektoroch, menej na výrobu elektriny.

1.2 Veterná energia

Potenciál veternej energie sa oddávna využíval hlavne v prímorských krajinách. V poslednej dobe so stále intenzívnejším presadzovaním obnoviteľných zdrojov energie sa začali budovať početné tzv. veterné parky aj vo vnútrozemí.

Prúdenie vzduchu - vietor vzniká zohrievaním vzduchu a jeho následným stúpaním do výšky. Sila vetra svojou energiou roztáča lopatky rotora turbíny, pričom točivá sila z rotora sa buď priamo alebo cez prevodovku prenáša do generátora elektrického prúdu. Inštalovaný výkon najväčších veterných turbín dosahuje hodnotu 5000 kW.

Globálne, dlhodobý energetický potenciál veternej energie sa odhaduje na 5-násobok súčasnej energetickej produkcie, alebo 40-násobok súčasných požiadaviek. Samozrejme by to vyžadovalo veľké množstvo pôdy pre veterné turbíny, najmä vo veterných oblastiach. V Slovenskej republike je v súčasnosti len 5,14 MW inštalovaného výkonu

vo veternej energii a to konkrétne Veterný park Cerová (4 x 660 kW), Ostrý vrch (500 kW) a Skalité (4 x 500 kW), čo netvorí ani 0,1% celkového inštalovaného výkonu. Stavba ďalších zdrojov je predmetom neustálych diskusií, hlavné prekážky tvorí najmä nesúhlas nadradených elektrizačných sústav z dôvodu nestability tohto typu energie a nedostatok regulačných zásob v iných zdrojoch.

1.3 Vodná energia

Slnečná energia spôsobuje vyparovanie vody z oceánov, morí, jazier a vodných tokov. Vodné pary sa presúvajú nad zemským povrchom a ich ochladzovanie vedie ku kondenzácii a zrážkam. Vytvára sa potenciálna energia vysoko položených zdrojov vody, ktorá sa mení na kinetickú energiu pohybom v riekach, využívanú na výrobu elektriny vo vodných elektrárňach. Okrem tejto možnosti je väčší energetický potenciál aj v prílivoch a odlivoch morí a oceánov. Vzhľadom na geografickú polohu Slovenska je pochopiteľná prevádzka veľkého počtu vodných elektrární na veľkých riekach (VVE), ako aj na menších vodných tokoch (MVE).

1.4 Geotermálna energia

Pôvod má v horúcom jadre zeme. Teplota jadra sa odhaduje približne na 7000 °C a vzhľadom na obrovský, takmer nevyčerpatelný energetický potenciál sa považuje za zdroj obnoviteľný. Teplo sa dostáva na povrch prostredníctvom rôznych vulkanických puklín. Prevádzka zariadení využívajúcich geotermálnu energiu môže mať značný vplyv na kvalitu životného prostredia, čo sa v praxi rieši reinjektážou geotermálnej vody naspäť do hĺbkového vrtu. Na Slovensku je využívanie tohto energetického zdroja na výrobu tepla prípadne elektriny vo fáze výskumu a vývoja.

1.5 Biomasa

Najperspektívnejší obnoviteľný zdroj energie na výrobu tepla. Z celkového technického potenciálu obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku predstavuje biomasa až 42%. Vyplýva to z geografickej štruktúry územia Slovenska, ako aj z plánovanej poľnohospodárskej a lesníckej výroby a štruktúry priemyselných odvetví. Celkový ročný potenciál vhodný na energetické využitie do roku 2010 bol približne 75,6 PJ. Biomasa je aj perspektívnym zdrojom energie na výrobu elektriny.

Veľké rezervy produkcie biomasy sú v tzv. bielych plochách - produkčne nevyužívaných plochách či už poľnohospodárskej alebo lesníckej pôdy. Tieto plochy v závislosti od charakteru a lokality sa môžu v budúcnosti využívať aj na pestovanie napríklad energetických rastlín - rýchlorastúcich drevín (RRD).

Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že najviac využívaným zdrojom energie na Slovensku je a bude z hľadiska všeobecnej energetiky potenciál vodnej energie. Ostatné obnoviteľné zdroje energie predstavujú doplnkové zdroje, hlavne čo sa týka výroby elektriny. Výnimku predstavuje potenciál biomasy v oblasti výroby tepla, či už pre účely vykurovania spolu s prípravou teplej úžitkovej vody alebo ako technologické teplo v priemyselnom a poľnohospodárskom sektore.

1.5.1 Charakteristika biomasy

Pod pojmom biomasa označujeme všetku organickú hmotu, ktorá vznikla prostredníctvom fotosyntézy alebo hmotu živočíšneho pôvodu. Týmto pojmom je často označovaná rastlinná biomasa využiteľná pre energetické účely ako obnoviteľný zdroj energie."

Za obnoviteľný zdroj energie nie je možné považovať biomasu premenenú na fosílnu palivá - uhlie, ropa, zemný plyn. Pod biomasou budeme teda rozumieť len materiál, ktorý vznikol činnosťou rastlín v dobe geologicky súčasnej.

V procese fotosyntézy rastliny odoberajú z atmosféry kyslíčnik uhličitý a pomocou farbiva chlorofyl a energie slnečného žiarenia vytvárajú z neho glukózu a následne radu zložitých organických zlúčenín. Ako odpadný produkt pri tomto procese vypúšťajú do atmosféry kyslík. Biomasa vzniknutá činnosťou rastlín je často označovaná ako "energetická konzerva", v ktorej je uložená časť zachytenej slnečnej energie. Vďaka tejto vlastnosti vieme biomasu využiť napríklad ako zdroj tepelnej energie.

Pre zhodnotenie využiteľného potenciálu tohto zdroju energie je treba poznať účinnosť zachytenia, premeny a uchovania slnečnej energie vo forme biomasy.

Oxidáciou biomasy, resp. tých zlúčenín, ktoré vznikli v procese fotosyntézy, je možné túto energiu zasa uvoľniť a využiť. Pre túto oxidáciu sa využíva kyslík z atmosféry a výstupom je znovu kyslíčnik uhličitý. Z tohto je vidieť, že uhlík, ktorý zachytili rastliny z atmosféry vo forme kyslíčniku uhličitého, prechádza zložitým kolobehom, aby bol opäť vrátený do atmosféry vo forme kyslíčniku uhličitého. Z chemického hľadiska je

rastlinná biomasa tvorená radou rôznych zlúčenín, z ktorých má pre náš okruh záujmu najväčší význam celulóza, škrob, lignín, oleje a živica. Pri spaľovaní biomasy zohráva dôležitú úlohu obsah vody a nespáliteľné anorganické látky tvoriace popol.

Najväčším producentom na Slovensku je poľnohospodárstvo a lesníctvo. Výmera poľnohospodárskej pôdy predstavuje 47% celkového územia Slovenska, výmera lesnej pôdy 41%. Je zrejmé, že pokiaľ bude existovať poľnohospodárska a lesnícka produkcia, bude sa produkovať aj biomasa. Biomasu obecné môžeme podľa výrobných odvetví rozdeliť do nasledujúcich skupín (GaRT s.r.o., 2009):

- poľnohospodárska biomasa - obilná, repková, kukuričná slama, odpady zo sadov a vinogradov, účelovo pestované energetické plodiny - vŕba, topol' a podobne na poľnohospodárskej pôde
- lesná biomasa - palivové drevo, konáre, pne, korene, kôra, rýchlorastúce dreviny pestované na lesnej pôde
- odpadky z drevospracujúceho priemyslu - odrezky, hobliny, piliny, drevný prach
- komunálny odpad - tuhý spáliteľný odpad, biologicky rozložiteľný odpad z údržby a starostlivosti o komunálne porasty (parky, prícestné pásy, tráva a pod.)

Biomasa využívaná k energetickým účelom je buď zámerné získavaná ako výsledok výrobných činností, alebo ide o využitie odpadu z poľnohospodárskej, potravinárskej a lesnej výroby, priemyselnej výroby a z komunálneho hospodárstva. Treba ešte pripomenúť, že celý proces využitia biomasy na energetické účely musí zodpovedať obecné platnej právnej a technickej legislatíve, ako aj lokálne platným opatreniam a rozhodnutiam správnych orgánov.

1.5.2 Biomasa využívaná na výrobu tepla

Spôsob a okolnosti, za akých budeme biomasu čo najefektívnejšie využívať, závisí na viacerých faktoroch (Murtinger,2006):

- druh a forma biomasy - je základný faktor, ktorý predurčuje konkrétnu biomasu na ďalšie využitie. Okruhom nášho záujmu ďalej bude biomasa určená na vykurovanie, alebo v širšom význame na výrobu tepla.
- Lokálna dostupnosť biomasy - na rozdiel od plynu alebo ropy, ktoré sú často dopravované na veľké vzdialenosti, biomasa sa obvyčajne zužitkováva v blízkosti miesta, kde vznikla. Dôvodom je v prvom rade to, že náklady na dopravu biomasy tvoria podstatnú časť jej ceny. Vedie to k decentralizácii produkcie

biomasy, čo okrem iného prináša aj výhodu vytvorenia nových pracovných miest v predmetnom regióne.

- Náklady na získanie biomasy - podieľajú sa najväčšou mierou na konečnej cene biomasy. Biomasa predstavuje konkurenciu tradičným palivám ako je hlavne plyn a uhlie a len cenovo výhodnejšia úroveň dáva šancu na presadenie sa tohto paliva na trhu. Svoju úlohu zohrávajú aj ďalšie náklady spojené s nadobudnutím a prevádzkovaním samotnej technológie na spaľovanie biomasy.
- Vplyv na životné prostredie - biomasa je rýdzo prírodný produkt a klasifikovaná ako OZE, toto však ešte neznamená, že jej spaľovaním nemôže dochádzať k nežiaducim vplyvom na životné prostredie. Týka sa hlavne malých kotolní v individuálnej bytovej výstavbe, kde nie je možné dosiahnuť potrebnú úroveň spaľovacieho procesu a ani spaliny nie sú náležite ošetrené voči tuhým znečisťujúcim látkam pred vypustením do atmosféry. Tento problém nie je na Slovensku a dá sa povedať ani celosvetovo náležite legislatívne ošetrený a je predmetom mnohých polemík nielen na úrovni príslušných orgánov štátnej správy, ministerstiev, zákonodarných orgánov, ale v prvom rade odbornej komunity.

Používanie biomasy a konkrétne dendromasy (drewná masa z lesnej a poľnohospodárskej výroby, kde zaraďujeme aj produkciu plantáží s rýchlorastúcimi drevinami) pre účely získavania tepla prostredníctvom priameho spaľovania má historickú tradíciu, je pomerne jednoduchá a vykazuje ako obnoviteľný zdroj radu výhod a pozitívnych vlastností oproti tradičným zdrojom tepelnej energie (fosílna palivá - plyn, uhlie, prípadne ropa).

Významnou výhodou biomasy je nízky obsah síry, konkrétne kysličníku siričitého v spalinách, napríklad v porovnaní s hnedým uhlím. Takisto sú v zanedbateľnom množstve zastúpené ťažké kovy. V tomto prípade závisí obsah ťažkých kovov obsiahnutých v biomase od druhu a kvality pôdy, na ktorej biomasa vyrástla a od druhu samotnej rastliny. Niektoré rastliny sú totiž schopné v sebe koncentrovať maximálne množstvo ťažkých kovov a využívajú sa k cieľnému znižovaniu obsahu ťažkých kovov v pôde. Toto v procese spaľovania ovplyvňuje kvalitu popola, v ktorom sa predmetné ťažké kovy zhromažďujú a nie je ho možné recyklovať napríklad v poľnohospodárstve. Je potrebné takýto popol uskladniť na separovaných skládkach.

Malý je aj podiel oxidu dusíku. Jeho tvorbe v spaľovacom procese nemôžeme zabrániť, môžeme ovplyvniť jeho množstvo správnou reguláciou teploty v spaľovacom priestore. Po prekročení určitej hranice čím je vyššia teplota spaľovania, tým je intenzívnejšia tvorba oxidu dusíka.

Najdôležitejšou vlastnosťou biomasy ako OZE je skutočnosť, že pri spaľovaní je uvoľnené také množstvo kysličníka uhličitého do atmosféry, koľko si samotné rastliny tvoriace biomasu počas svojho rastu z atmosféry "stiahli". Spaľovaním biomasy teda z nedochádza k zvyšovaniu obsahu kysličníka uhličitého v atmosfére. V praxi samozrejme je skutočnosť čiastočne iná, kedy k zaťaženiu životného prostredia treba pripočítať emisie mechanizmov používaných pri pestovaní, zbere a doprave biomasy, ako aj pôsobenie rôznych hnojív a pesticídov.

Na využívanie biomasy ako paliva pri získavaní tepla musia byť splnené určité podmienky. Jednou z najdôležitejších je vhodná miera vlhkosti biomasy, ktorá je pripravená na spaľovanie. Ďalej je tu naplnenie podmienok vhodnej veľkosti a formy a samozrejme zodpovedajúca technológia určená na spaľovanie. Vhodnosť druhu biomasy na spaľovanie s cieľom získania tepla je potrebné zvážiť aj z hľadiska ekonomickej efektívnosti.

Z hľadiska vlhkosti biomasy je zřejmé, že čím je táto hodnota vyššia, tým je energetický zisk z biomasy nižší. Súvisí to s veľkým výparným teplom vody, kedy v procese spaľovania obsiahnutá voda v biomase sa premieňa na paru, ktorá tvorí zložku spalín a je vypúšťaná do atmosféry. Pred aplikáciou je preto potrebné biomasu aspoň čiastočne nechať preschnúť. Všeobecne sa odporúča vlhkosť pod 40%, pri malých kotolniciach pod 30%, za optimálnu sa považuje vlhkosť do 20%. Túto je možné dosiahnuť aj bežným sušením pod prístreškom. Napríklad pri lisovaní brikiet a peliet sa musí drevo vysušiť na ešte nižší obsah vody, čo už vyžaduje vstup dodatočnej energie a využívanie technológii priemyselných sušičiek.

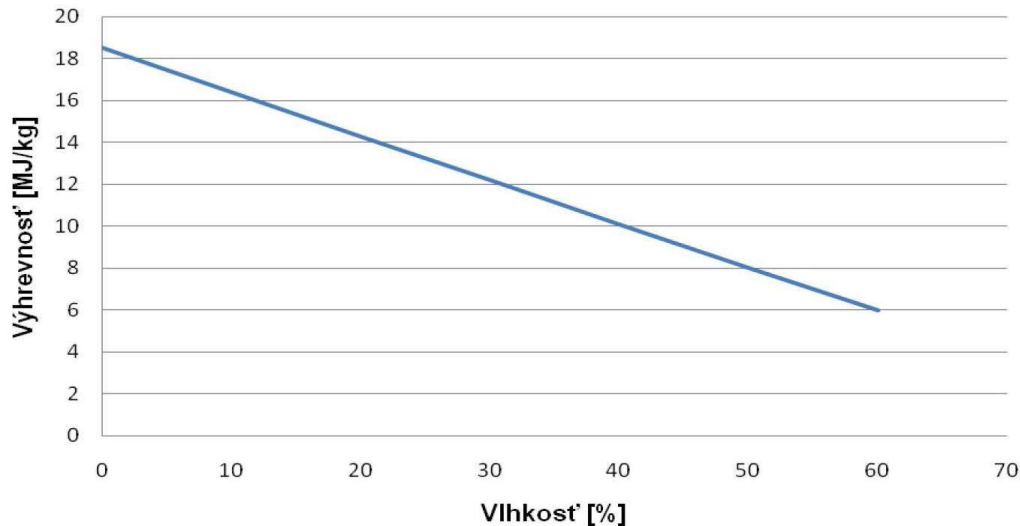
Vlhkosť (obr. 1. –graf) je definovaná ako rozdiel medzi hmotnosťou vlhkej vzorky dreva a vzorky dreva po vysušení vydelený hmotnosťou pôvodnej vlhkej vzorky:

$$W = (M_v - M_s) / M_v \times 100\%$$

V drevárskom priemysle sa obsah vody vzťahuje k suchému drevu:

$$W = (M_v - M_s) / M_s \times 100\%$$

To môže viesť k vlhkostiam vyšším ako 100%. Napríklad pri vlhkosti 60%, čo je bežná vlhkosť čerstvého dreva, vychádza podľa druhého vzťahu vlhkosť 150%, čo môže vyzerať na prvý pohľad nelogicky.



Obr. č. 1 - Graf závislosti výhrevnosti biomasy od vlhkosti, obsahu vody (Murtinger, 2006).

Vplyv obsahu vlhkosti na výslednú energetickú účinnosť využitia biomasy je vidieť na priloženom grafe. Pri spaľovaní drevnej štiepky s vlhkosťou 50% využijeme necelú polovicu energie obsiahnutej v palive. Preto sa v poslednej dobe stretávame stále častejšie s postupom, že biomasa sa pred použitím umelo dosušuje, k čomu sa využíva odpadné teplo, solárna energia a podobne.

Pokiaľ vysušíme štiepku z obsahu vlhkosti 40% na približne 10%, potom z nej získame o polovicu viac tepla. Pre sušenie z praktického hľadiska sa dá najlepšie použiť solárna energia, napríklad v jednoduchom prístrešku s presklenou prednou šikmou stenou.

1.5.3 Spaľovanie biomasy.

Významnú časť spotrebovanej energie využívame na výrobu tepla pre vykurovanie a ohrev vody v obytných budovách, prípadne pre rôzne priemyselné procesy. Teplo z biomasy sa vyrába výlučne tým najjednoduchším spôsobom - spaľovaním. Horenie biomasy je pomerne zložitý reťazec na seba nadväzujúcich chemických reakcií, ktoré prebiehajú pri vysokej teplote a za účasti vzdušného kyslíku. V ideálnom prípade je výsledkom vznik kysličníku uhličitého a vody. Pri nedokonalom spaľovaní vzniká ešte

rada ďalších, nežiaducich a často toxických látok - oxidy dusíku, polycyklické aromatické uhľovodíky, tuhé znečisťujúce látky, sadze a podobne.

Významnou vlastnosťou biomasy je to, že už pri zohriatí na 200 °C a viac sa jej značný podiel splyňuje. Prakticky to znamená, že biomasa ako palivo má vysoký podiel tzv. prchavej horľaviny. Výsledkom je tvorba dlhého plameňa, čo niekedy komplikuje konštrukciu ohnísk na spaľovanie biomasy. Ďalšou nepríjemnou vlastnosťou biomasy je obsah vody a hygroskopicitá biomasy, čo znamená jej náchylnosť k vlhnutiu aj po vysušení. Napríklad uhlie môže pri skladovaní úplne premoknúť bez toho, aby sa významne znížila jeho výhrevnosť. U dreva sa spaľovaním v mokrom stave zníži produkcia tepla takmer o polovicu.

Pri samotnom spaľovacom procese dochádza najprv počas zahrievania dreva k odparovaniu obsiahnutej vody. Po odparení vody preto vo vysušenej časti vzrastie teplota a začne dochádzať k uvoľňovaniu ďalších prchavých látok (napríklad živice) a k tepelnému rozkladu jednotlivých látok, z ktorých sa drevo skladá, proces sa volá pyrolýza. Vzniká zmes horľavých plynov, ktorá v sebe nesie viac ako polovinu energie obsiahnutej v dreve. Horľavé plyny spolu s privádzaným vzduchom horia vo forme dlhého plameňa - primárne spaľovanie. Pri tomto nedôjde však ku spáleniu všetkých spáliteľných plynov, pretože k tomu spravidla nie je dostatok kyslíku, alebo dostatočne vysoká teplota. Pokiaľ je pod rošt privádzaného príliš mnoho tzv. primárneho vzduchu, tak sa plameň príliš ochladí, keď je zasa vzduchu málo, nemôže dôjsť k úplnej oxidácii. Preto je potrebné zaistiť, aby spaľovací priestor mal dostatočne vysokú teplotu a aby bol náležite tepelne izolovaný. Do plameňa sa potom primiešava ešte tzv. sekundárny vzduch, ktorý umožní dohorenie zostatkových, doposiaľ nespálených plynov. Tým sa samozrejme uvoľní aj maximum zostatkovej energie obsiahnutej v palive. Práve dĺžka plameňov a potreba zaistiť ich vysokú teplotu vedie ku konštrukciám veľkých ohnísk a výmenníkové plochy sa umiestňujú v polohe na koncoch plameňov, aby sa tieto zbytočne neochladzovali. Na základe týchto skutočností kotolne na biomasu a konkrétne na dendromasu vychádzajú pomerne rozmerné s nadmernými nárokmi na priestor.

Na rošte zostáva ešte žeravé uhlie, ktoré sa spaľuje pomalšie a nemá už dlhý plameň. Jeho spaľovanie je podobné ako napríklad u koksu. Spravidla pritom vzniká z časti kysličník uhoľnatý, ktorý sa spáli až v mieste prívodu sekundárneho vzduchu.

Zabezpečenie spaľovacieho procesu týmto spôsobom je relatívne veľmi náročné. U väčších zariadení sa do horných častí plameňov pridáva ešte terciálny vzduch a celý

system je riadený výpočtovou technikou. Jednotlivé parametre sa nastavujú na základe údajov o zložení a stave spalín. Takéto riadenie u malých kotolní z ekonomického hľadiska nie je možné. Na druhej strane treba povedať, že dobré vyriešenie spálenia prchavej horľaviny je dôležitou podmienkou dosiahnutia vysokej účinnosti pri všetkých druhoch biomasy.

Pri spaľovaní biomasy sa tvorí i veľmi jemný popol, ktorý tvorí súčasť spalín a má tendenciu zanášať povrchy tepelných výmenníkov a spalínové vedenia. Z hore uvedeného vyplýva, že skutočne efektívne a pre životné prostredie minimálne zaťažujúce spaľovanie napríklad dendromasy je možné len v špeciálne riešených spaľovacích zariadeniach a nie v energetických jednotkách konštruovaných pre iné druhy palív.

Obecne platí, že výkon ohniska je tým vyšší, čím je vstupný materiál suchší, čím väčší povrch materiálu horí a čím viac materiálu horí súčasne. Týchto podmienok sa odvíja aj spôsob riešenia konštrukcií spaľovacích zariadení a príprava materiálu pre spaľovanie - čo sa týka úpravy jeho veľkosti a vlhkosti.

1.5.4 Využitie biomasy pre energetické účely z hľadiska spoločenských potrieb.

V roku 2008 bol v zmysle uznesenia vlády Slovenskej republiky č. 383/2007 k stratégii vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR vypracovaný a schválený Akčný plán využívania biomasy na roky 2008 až 2013 a v roku 2009 uznesením č. 108/2009 Dlhodobá stratégia využívania poľnohospodárskych a nepoľnohospodárskych plodín na priemyselné účely (Pepich, 2009) .

Cieľom okrem iného je využitie lokalít dočasne alebo trvalo pre poľnohospodársku činnosť nepotrebných, na využitie pre pestovanie priemyselných a energetických plodín. Znamená to, že v lepších prírodných podmienkach sa bude intenzívnejšie využívať pôda na výrobu potravinárskych produktov, ktorá bude schopná konkurovať podmienkam svetového trhu. V menej produkčných oblastiach sa bude pôda využívať prevažne na nepotravinársku produkciu, pod ktorú spadá aj výroba suroviny určenej na energetické využitie - bioenergiu.

Biomasa v podobe drevných, poľnohospodárskych odpadkov a špeciálne pestovaných energetických rastlín predstavuje nielen v našich podmienkach perspektívny zdroj energie. Dôležitou otázkou pre environmentálnu udržateľnosť produkcie poľnohospodárskej produkcie biomasy, napríklad plantáže s RRD je interakcia s

ostatnými využitiami pôdy. Niekedy veľkoplošné zmeny využívania pôdy na produkciu biomasy nie je vhodné, pretože môže mať negatívny dopad na produkciu potravín, kvalitu pôdy, biodiverzitu a krajinu ako takú. Využitie pôdy na produkciu biomasy bude takisto závisieť od možnosti spätnej zmeny využitia pôdy na produkciu potravinových plodín a iné účely a zvýšenie výnosov hlavných plodín produkujúcich biomasu.

Z hľadiska potravinovej zabezpečnosti obyvateľov Slovenska postačuje podľa predbežných prepočtov 1 048 500 ha orných pôd a 341 000 ha trvalo trávnatých porastov (TTP) (Pepich, 2009). Táto pôda by mala byť v každom prípade zachovaná pre účely poľnohospodárskej produkcie. Do tejto výmery nie sú zarátané vinice - asi 12 000 ha, chmeľnice - asi 300 ha, záhrady a sady.

Účelová kategorizácia poľnohospodárskych pôd môže napomôcť efektívnemu hľadaniu riešenia kompromisu medzi využitím pôdy pre klasickú poľnohospodársku výrobu a pre pestovanie energetických plodín, pričom sa zohľadňujú záujmy spoločnosti i agrárneho sektoru. Poľnohospodárske pôdy členíme na (Pepich, 2009):

- primárne poľnohospodárske pôdy - cca. 1 389 500 ha pôdy, čo predstavuje asi 66% v súčasnosti evidovaných poľnohospodárskych pôd na Slovensku v LPIS (Land parcel identification system). Zo strategického hľadiska je to pôda pre priame poľnohospodárske využitie, to znamená pre takú úroveň pestovania rastlín a chovu zvierat, aby sa neohrozila potravinová dostatočnosť obyvateľstva.
- sekundárne poľnohospodárske pôdy - cca. 707 000 ha pôdy, čo predstavuje asi 34% v súčasnosti evidovaných poľnohospodárskych pôd na Slovensku v LPIS. Túto pôdu je možné vyčleniť na alternatívne poľnohospodárske využitie, na výrobu surovín pre bioenergiu, na zalesnenie a na ďalšie účely súvisiace s rekreáciou a športom. Predpokladom je, že takýmto využívaním pôdy nedôjde k jej znehodnoteniu.
- ostatná poľnohospodárska pôda - cca. 369 088 ha pôdy, čo predstavuje asi 15% v súčasnosti evidovaných poľnohospodárskych pôd na Slovensku. Ide o pôdu, ktorá nie je registrovaná v LPIS, ale patrí do poľnohospodárskeho pôdneho fondu.

O skutočnosti, že cieľené pestovanie energetických plodín má veľkú budúcnosť hovoria aj mnohé prognózy, ktoré predpovedajú komerčnú atraktivitu týchto plodín na úrovni potravinárskych výrobkov. Pri posudzovaní návrhov na výsadbu rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde je treba rešpektovať ustanovenie § 17 zákona o ochrane

pôdy a rozhodnúť o dočasnom odňatí poľnohospodárskej pôdy na nepoľnohospodársky účel. Dočasným odňatím sa rozumie dočasná zmena spôsobu využitia poľnohospodárskej pôdy na dobu najviac 10 rokov. Potenciálne vhodné na výsadbu rýchlorastúcich drevín sú poľnohospodárske pôdy zaradené podľa kódu BPEJ do 6. až 9. skupiny kvality. BPEJ je bodová hodnota bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky, kedy poľnohospodárska pôda je podľa sedemmiestneho kódu zaradená do 9 skupín kvality. Osobitne chránená pre poľnohospodárske využívanie je poľnohospodárska pôda zaradená podľa tohto kódu do 1. až 4. skupiny kvality.

RRD sa na poľnohospodárskych pôdach Slovenska doposiaľ veľkoplošne nepestovali. Vo svete a čiastočne už aj u nás sa pestovanie takýchto rastlín realizuje vo forme plantáží. RRD majú oproti energetickým lesom predovšetkým tú výhodu, že doba medzi výsadbou a ťažbou je podstatne kratšia a pohybuje sa medzi 2 až 5 rokmi, pričom výsadba sa obnovuje po 20 až 30 rokoch.

Z dôvodu spoločenskej potreby na produkciu bioenergií boli identifikované pôdy najvhodnejšie pre účely pestovania energetických plodín nielen z hľadiska podmienok pestovania, ale aj vzhľadom na ochranu plôch pre primárnu produkciu potravín (Pepich, 2009).

- varianta A - predstavuje približne 355 830 ha pôdy, ktorá spĺňa podmienky pre pestovanie RRD. Potenciálne vhodné pre výsadbu sú poľnohospodárske pôdy zaradené podľa kódu BPEJ do 6. až 9. skupiny.
- varianta B - predstavuje približne asi len 57 190 ha pôdy, ktorá spĺňa podmienky pod opatrenia 5.3.2.2.1.2. na podporu založenia porastov RRD v rámci Programu rozvoja vidieka SR v rokoch 2007 až 2013.

Efektívna realizácia Akčného plánu využívania biomasy na roky 2008 až 2013 si vyžaduje relevantné úpravy v legislatívnom rámci, ktorý prakticky ovplyvňuje produkciu a energetické využívanie biomasy. V súčasnosti existuje množstvo legislatívnych noriem, ktoré sa zaoberajú obnoviteľnými zdrojmi energie na národnej, ako aj európskej úrovni. Aj napriek tejto skutočnosti narážame na legislatívne bariéry, ktoré bránia naplno rozvinúť potenciál energetického využívania biomasy. Pre ďalší rozvoja využívania biomasy ako zdroja energie je nevyhnutné prijať rad legislatívnych opatrení (GaRT s.r.o.,2009):

- vytvoriť legislatívne predpoklady pre ekologicky prijateľné a efektívne zakladanie porastov poľnohospodárskej biomasy, energetických plodín a RRD na poľnohospodárskej pôde
- účinne zaviesť do praxe Zákon o obnoviteľných energetických zdrojoch
- je potrebná novelizácia Zákona č. 658/2004 Z.z. o regulácii v sieťových odvetviach so zohľadnením stratégie vyššieho využitia OZE. Novela Zákona by mala zabezpečiť systémovú bonifikáciu výrobcov tepla na báze biomasy.
- zabezpečiť odstránenie prekážok pri obstarávaní technológií a výrobkov na báze OZE. Novelou príslušného zákona o verejnom obstarávaní je potrebné zabezpečiť aj zohľadnenie analýzy životného cyklu obstarávaného tovaru.

1.5.5 Mechanická úprava dendromasy.

V prípade dendromasy je potrebné zdôrazniť jej veľmi pozitívny vplyv ako zdroja hlavne tepelnej energie na životné prostredie. Technológiami mechanickej úpravy a zhutňovania dendromasy je možné získať vysokohodnotné palivo s požadovanými vlastnosťami v oblasti efektívneho skladovania, dopravy a samotného spaľovania.

Celkový proces sa v zásade skladá z dezintegrácie dendromasy, zo sušenia na požadovanú vlhkosť a nakoniec zo zhutnenia. Samotné zhutnenie v dnešnej dobe má tri základné podoby - kompaktovanie, briketovanie a peletovanie. Rozdiel je vo veľkosti a tvare výlisku a v technológii pri spracovávaní dendromasy do konečného produktu. Výsledný produkt - výlisok - sa potom vyznačuje vlastnosťami zušľachteného paliva s nízkym obsahom síry, vysokou výhrevnosťou do 18 až 20 MJ/kg, s relatívnou vlhkosťou v rozsahu od 5 do 9%, objemovou hmotnosťou 800 - 1000 kg/m³, so zostatkom popola do 1,2% a navyše schopný priestorovo úsporného skladovania a to aj pri relatívnej vlhkosti vzduchu do 80% na prakticky neobmedzenú dobu (Pastorek, 2009).

Spoločným znakom procesu briketovania a peletovania je lisovanie vstupného materiálu pri veľmi vysokom tlaku a teplote. Na rozdiel od kompaktovania sa pri briketovaní a peletovaní takmer vôbec nepoužíva spojivo. Pri tlaku 80 až 150 MPa a teplote približne 120 °C sa z bunkových štruktúr biomasy uvoľňuje lignín, ktorý pri dostatočnom pôsobení lisovacieho tlaku a súčasným pomalým ochladením pôsobí ako spojivo (GaRT s.r.o., 2009). Výsledným produktom sú výlisky rôznych tvarov a rozmerov. Pre porovnanie - napríklad norma DIN 51731 špecifikuje päť rozmerových skupín výliskov

z dreveného odpadu bez stanovenia konkrétnej hranice medzi peletami a briketami. V praxi sa tuhé biopalivá do priemeru 25 mm charakterizujú ako pelety, výlisky väčších rozmerov považujeme za brikety (GaRT s.r.o., 2009).

Technológie zhutňovania sú dnes rozšírené hlavne v USA, Nemecku, Rakúsku, Švédsku a Dánsku.

V susednom Rakúsku sa od začiatku presadzovali vo väčšej miere ako zhutnené biopalivo najmä brikety, pričom peletám sa v prvých rokoch ich aplikácie veľké šance do budúcnosti nedávali. Opak bol pravdou, kedy vyrobený objem peliet v Rakúsku sa zvýšil zo 60 000 ton v roku 2000 až na produkciu 900 000 ton v 2010 roku. Vo Švédsku je objem výroby peliet v súčasnosti cca. 700 000 ton ročne a v USA až 850 000 ton ročne (GaRT s.r.o., 2009).

Na Slovensku sú tieto technológie ešte stále málo rozšírené a zďaleka nie je využívaný surovinový potenciál, ktorý poskytuje poľnohospodárstvo a lesná výroba. Brikety a pelety sa na domácom trhu predávajú len v minimálnom objeme a prevažná väčšina produkcie sa exportuje do zahraničia.

Za súčasnej situácie na Slovensku je možné opätovne zvýšiť efektívnosť výroby a využívanie tuhých zušľachtených biopalív len za predpokladu oživenia domáceho trhu s týmito palivami. To si vyžaduje vybudovanie zodpovedajúcej technologickej siete zo strany spotrebiteľov. Bez výraznej reálnej finančnej podpory štátu, prípadne európskej únie, s garantovaním ceny za energiu z týchto palív, je tento krok realizovateľný len veľmi ťažko. Popri tom je tu nutný aj druhý predpoklad, kedy tuhé biopalivá budú musieť začať využívať veľkí spotrebiteľia, ako sú elektrárne a teplárne.

1.5.6 Sekačky a drviče

Sekačky sú strojné zariadenia na beztrieskové delenie dreva rezným účinkom sekacích nožov naprieč vlákien. Súčasne s touto operáciou sa delí drevo v sekačke pozdĺž vlákien na potrebnú hrúbku vďaka klinovým tvarom sekacích nožov (Marutzky, 2002).

V zásade delíme sekačky podľa nasledovných kritérií:

- podľa účelu použitia a celkového technického riešenia:
 - stacionárne sekačky - pevne zabudované do technologickej linky na vlastnej základovej konštrukcii. Pred sekacím zariadením je prísunový a podávací aparát, za sekacím zariadením je aparát na odvod štiepky. Na pohon slúži zásadne elektromotor.

- mobilné sekačky - pojazdné sekačky majú sekacie zariadenie pevne primontované na podvozku, ktorý slúži pri presune sekačky.
- podľa sekacieho aparátu:
 - diskové sekačky - najrozšírenejšie a najvýkonnejšie zariadenia na výrobu štiepky. Pôvodne boli riešené ako stacionárne, neskôr sa začali v praxi využívať aj pojazdné varianty. Výkonnosť tohto typu sekačiek je veľmi vysoká - 250 až 300 m³ za hodinu.
 - bubnové sekačky - sú konštruované pre menšie výkony a drevný materiál menších rozmerov. Medzi výhody patria menšie konštrukčné rozmery (výhodné hlavne u mobilných prevedení), sú vhodné pre sekание chaotického materiálu, menšie nároky na výkon pohonového aparátu. Medzi nevýhody patrí kolísanie hrúbky štiepky.
- závitové sekačky - jedná sa o malé jednouúčelové sekačky pre spracovanie tenkých stromčekov a kmeňov do veľkosti maximálne 10 x 10 cm. Štiepka na výstupe má hrúbku cca. 1 cm.
- podľa spôsobu dávkovania dreva do sekačky:
 - s ručným dávkovaním dreva - hlavne na sekание tenkého odpadového dreva k energetickým účelom
 - s mechanickým dávkovaním dreva - využíva sa v prevažnej miere hydraulická ruka ako dávkovacie zariadenie
- podľa spôsobu podávania dreva:
 - sekačky bez podávacieho zariadenia - drevo je do sekacieho aparátu podávané v'ahovacím účinkom sekacích nožov
 - sekačky s mechanickým podávacím zariadením - k podávaniu slúži sústava podávacích valcov alebo reťazový dopravník. Podávacie zariadenie svojím technickým prevedením predurčuje použiteľnosť sekačky na sekание rôznych druhov dreva.
- podľa spôsobu pohonu sekacieho aparátu:
 - s pohonom od motoru pridruženého stroja - obyčajne sekačky s nižším výkonom
 - s pohonom od samostatného motoru - výkonnejšie sekačky

Drviče sú stroje na dezintegráciu dreva, ktoré nie je možné sekať sekačkami. Jedná sa o drevo drobné, mimoriadne beztvare a znečistené - napríklad pne, stavebný odpad a pod.

Drviče delíme podľa nasledujúcich kritérií:

- podľa počtu otáčok:
 - nízkootáčkové - určené hlavne k drveniu rozmerovo nehomogénneho odpadu napríklad z nábytkárskej výroby
 - vysokootáčkové - určené hlavne na homogenizáciu odpadového dreva z lesa
- podľa počtu rotujúcich valcov:
 - jednovalcové
 - dvojvalcové
- podľa tvaru drviaceho aparátu:
 - diskové - vhodné na drvenie pňov, kusového a ťažobného odpadu.
 - bubnové - vhodné na drvenie vetiev, krovín, kôry a podobných materiálov.

1.5.7 Zariadenia na briketovanie, peletovanie a kompaktovanie

Briketovanie je najrozšírenejšou technológiou zhutňovania energetickej biomasy. Pri briketovaní v jednom časovom okamihu vzniká len jeden výlisok. V zásade je možné briketovacie stroje podľa konštrukcie rozdeliť do troch hlavných skupín:

- mechanické lisy
- hydraulické lisy
- závitovkové lisy

Samotné brikety sa delia jednak podľa veľkosti a jednak podľa tvaru. V súčasnosti vyrábané brikety majú tvar valcový, kvádrový alebo mnohouholníkový. Brikety sa môžu vyrábať bez diery, alebo pri väčších rozmerových skupinách s dierou.

Brikety je možné spaľovať bez akýchkoľvek ďalších úprav vo všetkých otvorených systémoch spaľovania. Horia spomedzi všetkých druhov zhutnenej energetickej biomasy najpomalšie, pri niektorých veľkostiach a druhu materiálu až do 240 minút. Vzhľadom na svoje rozmery nie je briketa vhodná na spaľovanie v automatických spaľovacích zariadeniach, hlavne nižších výkonov. Vo všeobecnosti je táto technológia zhutňovania najlacnejšia a oproti peletovaniu menej náročná na kvalitu vstupnej

suroviny. Briketovanie je možné použiť na zhutňovanie drevných pilín, štiepky, kôry, dreveného prachu a ďalších surovín.

Peletovanie je to progresívny spôsob zhutňovania podrvenej a vysušenej hmoty pretláčaním cez lisovacia matricu. Na rozdiel od briketovania v jednom časovom okamihu vzniká niekoľko výlisok, ktoré po prechode cez lisovacia matricu a odrezaní sú veľmi zohriate a plastické. Svoju charakteristickú pevnosť získavajú až po vychladnutí. Typickým znakom tejto technológie je vysoká náročnosť na kvalitu vstupnej frakcie, ktorá musí byť jemnejšia a homogénnejšia.

V zásade je možné peletovacie stroje podľa konštrukcie rozdeliť do štyroch hlavných skupín:

- závitovkové peletovacie stroje
- horizontálny peletovací stroj s valcovou matricou
- horizontálny peletovací stroj s ozubenými kolesami
- vertikálny peletovací stroj s tanierovou matricou

Takisto aj peletovacie stroje môžeme podľa pohonu rozdeliť na mechanické a hydraulické.

Samotné výlisok - pelety sa rozdeľujú podľa veľkosti. V zmysle DIN 51731 je za peletu považovaný výlisok, ktorý svojimi rozmermi zodpovedá skupine HP4 alebo HP5. Pre domáce kotelne sa vyrábajú pelety v priemeroch od 6 do 10 mm, pre väčšie priemyselné spaľovacie zariadenia v priemeroch do 25 mm. Tvar peliet vzhľadom na technológiu výroby je výlučne valcovitý.

Pri kompaktovaní sa zhutnený produkt vytvára medzi dvoma rotujúcimi valcami pod vysokým tlakom, prípadne za pomoci spojiva. Sypký materiál je vťahovaný medzi dva proti sebe rotujúce valce a priebežne zhutňovaný až na úroveň aglomerátu určitej pevnosti. Podľa spôsobu vytvárania výlisok - tzv. granulí, poznáme dve technológie kompaktovania:

- materiál je kompaktovaný do požadovanej konečnej podoby hneď po prechode medzi dvoma valcami
- materiál je kompaktovaný medzi dvoma valcami do kontinuálneho výlisok, ktorý sa v ďalšom kroku dezintegruje

Tvar a veľkosť granulí ako výsledného produktu kompaktovania predurčuje toto palivo pre využitie v automatických kotolniciach. Vzhľadom na nízky pomer povrchu granule k jej objemu je doba horenia dlhšia ako napríklad pri peletách.

Technológia kompaktovania je veľmi citlivá na homogenitu vstupnej suroviny, na výskyt cudzích telies a na iné faktory súvisiace s nastavením prevádzky kompaktovacieho stroja. Na druhej strane investičná náročnosť napríklad v porovnaní s technológiou peletovania je nižšia.

Za najväčšiu nevýhodu tejto technológie sa považuje absencia fáze výdrže, kedy by bola zlisovaná granula vystavená tlaku dlhšiu dobu, počas ktorej by vychladla a lignín by mal čas na stuhnutie.

1.5.8 Vlastnosti tvarovaných palív z biomasy.

Takisto, ako na každý iný výrobok, aj na tvarové palivá z biomasy sú kladené určité kvalitatívne požiadavky a ako produkt, určený na predaj musia spĺňať predpísané kritéria a vlastnosti. V súčasnej dobe nie je na Slovensku komplexná norma, ktorá by definovala požadované vlastnosti tvarových palív z biomasy. Ako riešenie tejto situácie sa výrobcovia biopalív riadia zahraničnými normami, aj z dôvodu, že väčšina ich produkcie je určená na export. V Európe sa predmetnej problematiky týkajú nasledovné normy:

- nemecká norma DIN 51731
- rakúska norma Ö-NORM M 7135
- švédka norma SS 187120

Tieto normy stanovujú pre tvarové palivá z biomasy samotnú definíciu výlisku, geometrické rozmery, ich hustotu, vlhkosť, násypnú hustotu, oter, výhrevnosť, obsah popola, obsah chemických a stopových prvkov, podiel emisií, ako aj metodológiu jednotlivých skúšok. Norma DIN 51731 definuje pojem briketa ako palivo umelo upravené lisovaním sypkého materiálu bez prídavných spojív do formy vhodnej na spaľovanie.

Na Slovensku platná norma STN P CEN/TS 14588 definuje tieto základné pojmy:

- "tuhé biopalivo" - tuhé palivo vyrobené priamo alebo nepriamo z biomasy
- "biopalivové brikety" - zhutnené biopalivo vyrobené s lisovacími prísadami alebo bez lisovacích prísad vo forme kociek alebo valcových jednotiek, získané zlisovaním práškovej biomasy. Surovinou na brikety môže byť drevná biomasa,

bylinná biomasa, ovocná biomasa a definované alebo nedefinované zmesi biomás.

- "biopalivové pelety" - zhutnené biopalivo vyrobené z práškovej biomasy s lisovacími prísadami alebo bez lisovacích prísad, bežne vo valcovej forme, náhodnej dĺžky typicky od 5 do 30 mm s ulomenými koncami

Podľa normy DIN 51731 sa stanovujú nasledovné parametre:

- rozmery výliskov
- hustota výliskov podľa DIN 52182
- obsah vody xylénovou skúškou podľa DIN 51718
- obsah popola podľa DIN 51719 - pri teplote 550 °C
- výhrevnosť podľa DIN 51900-1-3
- obsah síry podľa DIN 51724-1
- obsah chlóru podľa DIN 51727
- obsah dusíka podľa DIN 51722-1
- extrahovateľné organicky viazané halogény podľa DIN 38414-17
- stopové prvky podľa BB 22022-1-7

Z dôvodu prísnych kritérií hore uvedených európskych noriem pre biopalivá, kedy limity obsahov chemických a stopových prvkov sú stanovené často veľmi nízko, z dôvodu vysokého obsahu chlóru, síry a popola nevyhovujú pre európsky trh pelety z fytomasy a pre momentálne stanovené limity splňajú normové kritéria len pelety z drevnej biomasy.

Hustota je najdôležitejším ukazovateľom kvality výliskov z biomasy. Napríklad podľa normy Ö-NORM M 7135 u výliskov skupiny HP 1 musí byť hustota vyššia ako 1,12 kg/dm³, pri výliskoch skupiny HP 2 a HP 3 nesmie klesnúť pod hodnotu 1,0 kg/dm³. Je zrejmé, že medzi hustotou výlisku a násypnou hustotou existuje priama závislosť. Jednotlivé hore menované normy stanovujú buď požadovanú minimálnu hustotu výliskov alebo ich minimálnu násypnú hmotnosť. Napríklad švédsko norma SS 187120 stanovuje minimálnu násypnú hustotu peliet na 500 kg/m³.

Hustota výliskov zohráva dôležitú úlohu napríklad pri ich manipulácii. Výlisky by mali byť súdržné, bez tendencie vzniku trhlín a aby sa z ich povrchu neoddeľovali jemné častice. Výlisky s vyššou hustotou majú väčšiu pevnosť a dlhšiu dobu horenia, čo je

jedna z najvýznamnejších vlastností. S vysokou hustotou výlisku súvisí aj dlhotrvajúca objemová a tvarová stálosť výlisku, ako aj nízka schopnosť absorbovať vlhkosť zo vzduchu.

Oter výlisku sa bežne stanovuje len pre pelety. Stanovenie limitu tohto parametru sleduje zamedzenie vzniku prachových častíc hlavne pri technológiach s automatickou prevádzkou a tým aj zamedzenie výbuchu drevného prachu, ktorý by vznikal pri nadmernom otere.

1.5.9 Charakteristika porastov a plantáží s rýchlorastúcimi drevinami

Zakladanie porastov a plantáží s rýchlorastúcimi drevinami sa javí ako účelný a efektívny spôsob využitia inak nevyužívanej pôdy nízkej bonity (zamokrené a kontaminované pôdy) na pestovanie s cieľom konečnej aplikácie v oblasti energetiky.

Pestovanie RRD sa uplatní hlavne v oblastiach s miernym podnebíom a na pôdach s dobrou zásobou vody a živín. V horších klimatických podmienkach nie je záruka výnosu a môže dôjsť k poškodeniu mrazom. Ponúka sa využitie pôdy v lokalitách ohrozených imisiami, kde je obmedzené pestovanie plodín pre potravinárske účely.

V záujme efektívnosti pestovania rýchlo rastúcich drevín je potrebné zabezpečiť hlavne nasledujúce požiadavky (Pastorek,2004):

- extrémne vysoký vzrast rastlín v mladosti
- výborné obrastacie schopnosti pňov po obnovovacej žatve
- znášanlivosť konkurencie bez regulovateľných zásahov
- odolnosť proti škodcom a chorobám
- prispôsobený pozemok k mechanickému spracovaniu
- hrúbka ornice minimálne 30 cm, optimálne 70 cm
- hodnota pH minimálne 5,5
- vysoká hladina spodnej vody (60 až 120 cm, nesmie klesnúť pod 2 m)

Výber jednotlivých druhov plodín pre praktické využitie je určovaný hlavne prírodnými podmienkami regiónu, náročnosťou na teplo a kvalitou pôdy, svahovitosťou a technikou pestovania. Pri samotnom výbere je potrebné brať do úvahy aj či sa jedná o bežne pestované plodiny alebo plodiny, ktoré tu už boli pestované a znovu sa k nim vraciame,

alebo o plodiny nové, ktoré sa v týchto podmienkach na našom území cielene doteraz nepestovali.

Pre naše pomery podľa vyššie uvedených kritérií je ako jedno z najperspektívnejších riešení pestovanie vŕbových porastov. Potenciál sušiny sa pohybuje cca. 15 ton na jeden hektár za rok. Prednosťou vŕbových porastov je trvácnosť zhruba 25 až 30 rokov. Sú málo náročné na teplo a pôdu. Môžu sa vysádzať takmer do každej pôdy, kde je dostatok vlhky, s výnimkou ťažkých pôd s nepriepustným podorníčím trvale zamokrených stojatou vodou. Nezanedbateľnou prednosťou vŕbových porastov je aj možnosť ich pestovania na erózne ohrozených pôdach a možnosť ich využitia ako biologickej čističky kontaminovaných pôd.

Pestovanie tejto dreviny je v plnom rozsahu výrobou dreva na poľnohospodárskej pôde a podľa toho, ako dodržíme agrotechnické postupy, môžeme očakávať aj úmernú výšku úrody. V prepočte na sušinu predstavuje v priemere úrodu 15 ton sušiny z jedného hektára a pri priamom spaľovaní má 1 kg tejto sušiny hodnotu 4,5 kWh.

Z hľadiska rastovej dynamiky a hodnotenia priemerných výšok sledovaných rôznych odrôd energetickej vŕby dovezených zo Švédska v identickej lokalite sú nasledovné výsledky:

- klony dosahujú v prvom roku po výsadbe priemernú výšku 0,8 až 1,4 m
- po prvom zbere si klony zachovávajú progresívnu dynamiku výškového rastu až do výšky 2,6 m u jednoročného porastu a 6,0 m u štvorročného porastu

Z hľadiska podmienok na Slovensku je vhodných 10 druhov energetickej vŕby, ktoré sú výsledkom švédskych výskumov v rámci výskumného programu FAO.

1.5.9.1 *Jorr (Salix viminalis)*

Odroda Jorr vznikla z holandských a juhošvédskych klonov. Oproti starším odrodám je jej odolnosť voči hrdzavosti listov značne silnejšia. Odroda sa vyznačuje rýchlym počiatočným vývojom. Kmeň odrody Jorr je pomerne tmavozelený a rastie väčšinou veľmi rovno. Napriek tomu pôsobí v poli relatívne "šedo". Odroda nie je vhodná pre chladnejšie oblasti, keďže je v rannom štádiu vývoja citlivejšia na mraz. Všeobecne má odroda Jorr priemernú odolnosť voči mrazom. Odroda Jorr sa okrem iného použila v

projekte EÚ ako pokusná sorta pri čírení odpadových vôd v Írsku, Grécku, Francúzsku a na švédskom ostrove Gotland.

1.5.9.2 *Tora (Salix schwerinii x Salix viminalis)*

Tora vznikla krížením sibírskej vrbby košíkárskej s odrodou Orm, vyšľachtenou spoločnosťou Svalöf Weibull. Odroda sa odlišuje od ostatných odrôd vrb najmä svojou košatnosťou, s veľkým počtom výhonkov na jednej rastline a veľmi vysokým koeficientom prírastku. Kmene sú mierne lesklé, tmavosivej farby. Tvar kmeňov pri raste variuje v každom roku výsadby, podľa poveternostných podmienok a ochrany rastliny v počiatočnom vývoji. Tora sa vyznačuje mimoriadnym prírastkom hmoty a je nápadná v panoráme krajiny. Odroda je maximálne odolná voči hrdzavosti listov a len ju napádajú parazitné osičky a iný hmyz, ktorý môže spôsobiť veľké škody na koncoch výhonkov, zriedkavo ju poškodzuje lesná zver. Tora je vysadená na rozľahlých plochách v strednom Švédsku a darí sa jej aj napriek drsným a dlhým obdobiam mrazov. Kmene Tory sú v čase zberu relatívne vlhké.

1.5.9.3 *Torhild ((Salix viminalis x Salix schwerinii) x Salix viminalis)*

Odroda Torhild vznikla krížením odrôd Tora a Orm. Torhild má kopijovité listy a kmeň sivo-zelenej farby. Napriek tomu, že u odrôd, z ktorých bola vyšľachtená, rástli kmene oblúkovito, Torhild má kmeň úplne rovný. Odroda Torhild má priemerné výnosy a je menej odolná voči hrdzavosti listov. U rastlín tejto odrody sa v strednom Švédsku vyskytlo poškodenie mrazom. Preto by sa pri jej výsadbe malo vyhnúť oblastiam ohrozeným mrazom.

1.5.9.4 *Sven (Salix viminalis x (Salix viminalis x Salix schwerinii))*

Odroda vznikla krížením odrôd Jurunn a Björn. Sven sa vyznačuje kopijovitými listami a veľmi rovným kmeňom. Kmene sú svetlosivej až zelenej farby. Sven je odolný voči napadnutiu hrdzavosťou listov, reaguje však citlivejšie na cicavý hmyz, ktorý môže veľmi poškodiť konce výhonkov rastliny. Keďže v strednom Švédsku došlo k škodám spôsobeným mrazom, mali by sa vyberať klimaticky teplejšie oblasti.

1.5.9.5 *Gudrun (Salix dasyclados)*

Odroda sa vyznačuje vysokou odolnosťou voči mrazom, ako aj výnimočnou odolnosťou voči chrobákom z čeľade fúzačovitých. Gudrun sa zberá s relatívne nízkym obsahom vody. Odroda je širokolistá. Vďaka tomu, že listy rastú veľmi nahusto, je tlak buriny v porastoch podstatne menší ako u porovnateľných odrôd. Vývoj v počiatočnom období je však veľmi pomalý, preto je potrebná ochrana proti škodcom. Široké listy sú trochu ohrozené ohryzom zveri. Spravidla však z týchto škôd rastlina vyrastie. Konkurencia buriny je v prvom roku potlačená silne tieniacim porastom. Gudrun sa vyvíja celkovo pomalšie ako ostatné odrody vrb. Gudrun je vyšľachtený tak, aby vydržal aj tie najtvrdšie mrazy.

1.5.9.6 *Tordis (Salix viminalis x Salix schwerinii) x Salix viminalis*

Tordis vznikla krížením odrôd Tora a Ulv. Odroda dosahuje veľké výnosy a mala v južnom Švédsku a Poľsku už v prvom roku prírastok viac ako 4 m. Tordis rastie na suchých pôdach podstatne lepšie ako ostatné odrody vrby. Drevná štiepka je po kosbe spravidla taktiež suchšia ako drevo ostatných odrôd. Tordis je úplne odolná voči hrdzavosti, listy zostávajú zelené až do októbra a potom sa postupne menia na žlté. Do polovice novembra listy zvyčajne opadnú tak, že koncom novembra sa môže začať s kosbou.

1.5.9.7 *Olof (Salix viminalis x (Salix viminalis x Salix schwerinii))*

Olof vznikol krížením starej anglickej odrody Bowles hybrid s odrodou Björn. Má široké listy a celkom rovný kmeň. Kmene dorastajú do veľkej výšky a rozvetvujú sa len minimálne. Vďaka tomu môže byť zatienenie v porastoch veľmi malé. Napadnutie hrdzavosťou sa pri odrode Olof tiež neprejavilo. Získané výnosy boli doteraz veľmi vysoké.

1.5.9.8 *Karin ((Salix schwerinii x Salix viminalis) x Salix burjatica)*

Karin vznikol krížením schwerinii klonu s ruským klonom z oblasti Kirov. Odroda Karin má široké listy a charakteristické sfarbenie do červena na konci výhonkov. Kmene Karin sú sivo-žlté a rovné. Odolnosť voči burine je u Karin nižšie ako u Doris alebo Gudrun. Dosahuje relatívne vysoké výnosy a je výnimočne odolná voči tuhým mrazom.

1.5.9.9 *Inger (Salix triandra x Salix viminalis)*

Inger vznikol krížením odrody Jorr a ruského klonu z oblasti Novosibirsk. Inger má aj v suchých oblastiach vysoký prírastok. Hmota z kosby je zvyčajne v podstate suchá. Vďaka svojej košatosti vytvára Inger husté porasty. Farba kmeňov je sivo-zelená až žltá. Inger je veľmi odolný voči hrdzavosti listov a lístie opadáva až koncom októbra. Odolnosť voči mrazu je priemerná. Vo Švédsku bol vysádzaný doposiaľ len v okolí Skäne.

1.5.9.10 *Doris (Salix burjatica x Salix dasyclados)*

Odroda Doris vznikla krížením ruského klonu z oblasti Kirov a veľmi širokolistého poľského klonu. Doris rastie veľmi husto a dobre odoláva burine. Tak ako odroda Gudrun rastie však v počiatočnom vývoji trochu pomalšie.

Kľúčovou otázkou pre environmentálnu udržateľnosť produkcie rýchlorastúcich drevín bude zosúladenie s ostatnými spôsobmi využitia pôdy. Požiadavky na pôdu pre produkciu biomasy budú závisieť od možnosti zmeny využitia pôdy na produkciu potravinových plodín. Pre tento účel sú poľnohospodárske pôdy členené na primárne na priame poľnohospodárske využitie a sekundárne, čo sú pôdy, ktoré je možné dočasne využiť na iné ako potravinové účely, pričom takýmto využitím nedôjde k jej znehodnoteniu. V súčasnej dobe je pôdny kryt Slovenska, ktorý spĺňa podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín v rozsahu 355 000 ha a ktorý spĺňa podmienky na založenie porastov v rámci rozvoja vidieka na výmere cca. 57 000 ha.

1.5.10 Manažment, zber a logistika pri pestovaní rýchlorastúcich drevín (RRD)

Jedným z najdôležitejších podmienok pri pestovaní rýchlorastúcich drevín je efektívna starostlivosť o výsadbu počas prvého roku. Hlavne v tomto období majú takmer všetky odrody energetickej vŕby veľmi slabú odolnosť voči burinám. Rast spomaľuje nedostatok slnka a odčerpávanie živín z pôdy. Všetky tieto faktory môžu viesť až k trvalému znehodnoteniu celej výsadby.

Rastu buriny zabráni aplikácia príslušných herbicídov, najlepšie niekoľko dní po výsadbe. Správna realizácia zabráni rastu buriny počas prvých zhruba dvoch mesiacoch po výsadbe, kedy sa sadenice zakorenia a vyženu výhonky približne 10 až 20 cm dlhé.

V najcitlivejšom prvom roku po výsadbe je potrebné účinné kontrolovanie výsadby a zabezpečiť v nadväznosti na charakter danej lokality a na charakter burinového zloženia najvhodnejšie postupy na ochranu a čistotu samotných rýchlorastúcich drevín.

Pri chemickom ošetrovaní je potrebné hlavne v prvom roku po výsadbe aplikácie vykonávať veľmi opatrne a odporúča sa každú aplikáciu vopred vyskúšať. Takisto je vhodné v prvých mesiacoch pracovať so selektívnymi herbicídmi. Širokospektrálne herbicídy je potrebné aplikovať medziriadkovo s použitím postrekovacích zvonov.

Chemické ošetrovanie prináša riziko poškodenia výhonkov a koreňkov a v niektorých prípadoch výsledok nemusí naplniť očakávania. Ďalšou možnosťou, prípadne kombináciou k chemickému ošetrovaniu je mechanické ošetrovanie, kedy burina sa odstraňuje priamo mechanickým spôsobom. Pri menších výmerách je možné toto realizovať klasickým spôsobom za použitia ručného náradia, pri väčších výmerách alebo pri mechanizovanej výsadbe je možné napríklad využiť plečky na ošetrovanie kukurice. Mechanické ošetrovanie musíme vykonávať ešte v čase, kedy si rýchlorastúca drevina nevytvorí väčšiu koreňovú sústavu, aby nemohlo dôjsť k jej poškodeniu alebo k vytrhnutiu a znehodnoteniu celej sadenice. V súčasnosti na slovenskom trhu nie sú k dispozícii špeciálne plečkovacie mechanizmy pre energetické plantáže. Toto je možné riešiť úpravou bežných plečkovacích strojov tým spôsobom, že budú nastavené na vzdialenosť riadkov v zmysle predmetnej výsadby rýchlorastúcej dreviny.

Otázka prihnojovania u rýchlorastúcich drevín nie je v prvom roku až tak aktuálna, nakoľko energetická vřba nevyčerpáva pôdu ako ostatné plodiny. V každom prípade hnojenie v pozitívnom zmysle prispeje k budovaniu koreňového systému a zvýši dynamiku rastu. Používajú sa bežne jednak organické ale aj minerálne hnojivá, niekedy splašky alebo odpad z čističiek.

Po prvom roku obyčajne z jednej sadenice vyrastú jeden až tri výhonky s výškou do 2 m. Tým sa zavřšila prvá fáza - zakorenenie sadenice rýchlorastúcej dreviny. V tomto momente treba tieto výhonky odrezat'. Sadenica na jar vyřenie približne desať nových výhonkov, ktoré predstavujú základ produkcie. Tieto pôvodné výhonky je najvhodnejšie odstrániť buď neskoro v zime alebo v skorú jar, optimálne vo výške približne 10 cm nad terénom. Tým sa vytvoria aj podmienky na chemické ošetrovanie pomocou herbicídov, prípadne glyfosfátmi a zabráni sa tým rozrasteniu buriny hlavne v jarnom období. Samotná vřba už po niekoľkých nasledujúcich mesiacoch neumožní burine ďalej sa rozmnožovať.

Pri manažmente plantáže okrem hore uvedených úloh je potrebné priebežné prihnojenie, pri čom treba zohľadniť skutočnú bohatosť pôdy na minerály, pH pôdy, predošlé pestované plodiny a možnosť použitia poľnohospodárskej mechanizácie. Toto zhodnotíme na základe odberu pôdnej vzorky a jej analýzy. V prvom roku je najdôležitejšie stimulovať rast kvalitného koreňového systému a prihnojenie nie je bezpodmienečne nutné. Platí to najmä v prípade, keď plantáž sa nachádza v lokalite s nie úplne chudobnými pôdami.

Iná situácia je v rokoch nasledujúcich, kedy energetická vŕba naberá na objeme a hmotnosti a dochádza už k intenzívnejšiemu vyčerpávaniu pôdy na živiny. Je potrebné intenzívnejšie prihnojenie a dávku dusíka pridávaného do pôdy treba znížiť. Svoju úlohu zohrajú aj padajúce listy zo samotných drevín.

Je nevyhnutná priebežná kontrola škodcov v pravidelných intervaloch a v prípade potreby vhodné použitie pesticídov. Inou možnosťou, ako predchádzať šíreniu chorôb a škodcov je miešanie klonov energetickej vŕby v rámci jednej plantáže. Tým sa obmedzí v prípade napadnutia výskyt len na malé plochy s klonmi, ktoré sú na príslušnú chorobu alebo škodcov priamo citlivé.

Medzi najviac rozšírenú chorobu patrí vŕbová hrdza (*Melampsora epitea*), ktorá sa radí medzi hubové ochorenia. Prejavuje sa zožltnutím listov vŕby až do hrdzavého odtieňa, niekedy napáda aj stonky. Nie sú známe spoľahlivé ochranné prostriedky voči tomuto ochoreniu. Samotná hrdza má v danom období za následok zníženie prírastkov. Najčastejší výskyt je v neskoršom lete.

Zo škodcov je najviac rozšírený vŕbový chrobáčik (*Phratora vitellinae* a *Phratora vulgatissima*), ktorý sa vyskytuje s hnedým, modrým a mosadzným sfarbením. Veľké rozšírenie chrobáčikov má za následok značné poškodenie výsadby. Toto sa musí riešiť viacnásobnými ochrannými postrekmi, v prípade vyšších vzrastov vŕby manuálnou ochranou. Počas zimy sa dospelí jedinci skrývajú pod kôrou stromov, na jar vychádzajú a presúvajú sa do vrcholov rastlín. Vyskytujú sa aj ako chrobáčik aj ako larva a živia sa hlavne listami rastliny.

Prvý zber úrody sa spravidla uskutočňuje po troch rokoch od výsadby, kedy hlavné výhonky energetickej vŕby dosahujú výšku do 6 m a hrúbku pri koreni do 3 cm. Výnos závisí od ošetrovania, prírodných podmienok, hnojenia pôdy a boja proti chorobám a škodcom.

Koreňový systém zostáva po zbere v zemi počas celoživotného cyklu rastliny. Počet zberových cyklov pri energetickej vŕbe je až sedem, neskôr je koreňový systém

prestarnutý, čo sa odráža na úbytkoch vo výnosoch. Optimálne obdobie, kedy je najlepšie realizovať zber je od konca októbra do začiatku marca. Je to perióda, kedy je vlhkosť dreva najnižšia - cca.50 %. Zber sa môže uskutočňovať vcelku, kedy dlhé prúty sa nechávajú sušiť na zemi priamo na mieste zberu, alebo sa prúty môžu priamo štiepkovať počas zberu a hneď odvážať na miesto určenia. V prípade výroby čerstvej štiepky má táto vlhkosť cca. 50%. Zníženie vlhkosti sa dá dosiahnuť prirodzeným sušením napríklad pri skladovaní v haldách, ale je potrebné kontrolovať vznik hnilobných procesov v masíve haldy a je tu aj čiastočné riziko samovznietenia. Proces trvá približne 2 až 3 mesiace. Prax ukázala, že zrážkové vody nepreniknú hlbšie ako cca. 30 cm pod povrch haldy a po tomto prirodzenom plášti voda steká bez prieniku do masívu haldy.

Logistika manipulácie so štiepkou je základným faktorom, ktorý stanovuje ekonomiku a návratnosť celej plantáže. Najefektívnejší sa ukazuje spôsob zberu a dopravy štiepky na dočasný sklad v maximálnej vzdialenosti do 3 km od plantáže. Odtiaľto sa na dopravu k zákazníkovi alebo na miesto určenia sa ako najefektívnejšie ukázala maximálna dopravná vzdialenosť medzi dočasným skladoom a zákazníkom cca. 50 km.

Rekultivácia plantáže vychádza zo skutočnosti, že väčšina koreňového systému energetickej vŕby je v hĺbke do 30 cm pod terénom. Z tohto dôvodu v prípade dožitia pôvodnej výsadby túto môžeme relatívne jednoduchým spôsobom odstrániť. Po poslednom zbere sa nechajú výhonky vŕby narásť do výšky zhruba 20 cm a chemicky sa postriekajú. Vŕba odumrie a koreňový systém začne hniť. Po roku je možné pôdu buď preorať alebo prediskovať. Táto sa následne môže zatrávniť alebo ďalej poľnohospodársky využívať. Týmto sa uzavrie jeden celoživotný cyklus plantáže, ktorý pri prvom zbere na štvorročnom koreni a následných šiestich parciálnych cykloch po troch rokoch predstavuje bežný vek plantáže s výsadbou energetickej vŕby 22 rokov.

1.5.11 Popis vybranej plantáže orientovanej na pestovanie rýchloras-túcich drevín rodu Salix.

Pri výbere plantáže s rýchlorastúcimi drevinami ako referenčného objektu, jedným z hlavných určujúcich kritérií bola lokalita vzhľadom na skúmaný objekt rodinného domu, ktorý sa nachádza vo Vrbovom v Piešťanskom okrese. Pozornosť bola orientovaná na švédske odrody energetickej vŕby.

Na základe týchto dvoch kritérií bola vybraná plantáž o výmere cca. 35 ha, situovaná medzi obcami Pernek a Kuchyňa na západnom Slovensku, ktorá bola založená v máji

2008 a zhruba na 50% je obsadená odrodou Tora a na zvyšných 50% odrodou Tordis. Výsadba vrb sa uskutočnila v hore uvedenom čase a to počas niekoľkých dní po hnojení. Vrbový výsadbový materiál pozostával z odrezkov v hustote cca. 13 200 rastlín na hektár. Pre uľahčenie riadenia pôdy poľnohospodárskymi strojmi sa dodržiava dvojradový systém - 75 cm medzery medzi radmi a 1,5 m medzi dvojradmi. Odrezky pučia zhruba 2 týždne po výsadbe. Korene v pôde v tom istom čase. Na základe skúseností sa dá konštatovať, že počas prvej sezóny prežíva cca. 90% odrezkov.



Obr. č. 2 - Celkový pohľad na okraj plantáže (Nina Horská)



Obr. č. 3 - Detail riadkovania sadeníc (BioSalix Energy s.r.o.)

Predmetná plantáž bola v prvom roku dvakrát plečkovaná. V roku 2009 sa uskutočnil tzv. technický rez. Stonky sa zrezali vo výške 2,5 až 5 cm, pričom predná rýchlosť

použitého traktora bola zvolená tak, že odrezky boli zrezané čisto bez tržnej rany a dbalo sa na to, aby sa korene nevytrhli zo zeme. Prerežanie podporilo viacnásobné klíčenie a rýchlejšiu tvorbu klenby v druhom roku.



Obr. č. 4 - Rezací systém žaťevného kombajnu (BioSalix Energy s.r.o)

Po vyklíčení vřby a pokračovaní v jej raste počas druhej sezóny priebežnou úlohou bolo vyhubenie buriny a aplikácia nitrogénových priemyselných hnojív v objeme približne 100 kg na 1 ha. Vyhubenie buriny bolo potrebné počas prvej časti druhej sezóny, pokiaľ stromy uzavreli klenby, následne čoho sa burina obmedzila a jej ďalšie vyhubenie už nebolo potrebné. Vřba mala na konci druhej sezóny výšku približne 2,5 m. Zber sa plánuje v máji tohto roku 2011. V súčasnosti dosahuje porast výšku približne 4 m.



Obr. č. 5 - Obhliadka predmetnej plantáže (Nina Horská)



Obr. č. 6 - Šikmý rez prútom vŕby (Nina Horská)



Obr. č. 7 - Detail sadenice nad terénom (Nina Horská)

Predpokladané hektárové výnosy štiepky pri prvej žatve sú zhruba 70 ton na 1 hektár, pri druhej až siedmej žatve zhruba 80 ton štiepky na 1 hektár. Pri žatve na bol použitý žatevný stroj so súčasným formovaním a viazaním do balíkov. Týmto spôsobom sa optimalizuje celý proces až po dodávku konečnému spotrebiteľovi, kedy sa minimalizujú náklady na spracovanie a na dopravu . Nasadený bol tzv. BioBaler firmy Anderson, typ WB-55.

BioBaler má kapacitu do 40 balíkov za hodinu (20 ton dreveniny za hodinu) v podmienkach plantáže a 15 až 18 balíkov za hodinu (8 až 10 ton dreveniny za hodinu) v podmienkach bežného porastu. BioBaler spracováva porasty s hrúbkou kmeňov / konárov až do priemeru 10 cm.



Obr.č. 8 - Pohľad na zviazanú RRD (Anderson Group Co.)



Obr. č. 9 – Zariadenie BioBaler v praxi (Anderson Group Co.)

Predmetná odroda vŕby na skúmanej plantáži v čase zberu obsahuje približne 50% vody. Pre využitie v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov je potrebná dodatočná úprava, vysušenie buď celých balíkov alebo už spracovanej štiepky. Ako

efektívnejšie hlavne z technického a technologického hľadiska sa javí prirodzené vysušenie celých balíkov, ktoré stačí skladovať v zastrešených priestoroch so zabezpečeným dobrým vetraním. Po približne 3 až 4 mesiacoch je možné dosiahnuť touto prirodzenou cestou vlhkosť cca. 25%, následným dosušením štiepky hodnotu približne 20% požadovanú výrobcami kotlov na drevnú štiepku pre výkonové rady do 50 kW, čo ďaleko presahuje aj požiadavky veľkého dvojgeneračného rodinného domu.

Tabuľka č. 1: Náklady sadbový materiál (uvedené ceny su bez DPH)

Odrody vŕby: Inger, Tora, Tordis, Gudrun, Doris, Karin, Olof, Doris, Sven, Jorr

12 000 – 13 000 odrezkov / ha

Počet odrezkov	Výmera v ha	Cena odrezku	Náklady na sadivový materiál na hektár	Náklady na výsadbu na hektár	Náklady na 1 hektár výsadba + sadivový materiál
< 6 500	< 0,5	0,100 €	1 320 €	450€	1 770 €
6 500-13 000	0,5-1,0	0,086 €	1 136 €	300€	1 436 €

(Bio salix Energy s. r. o., 2009)

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom predkladanej práce je optimalizácia podmienok pri dodávke materiálu dendromasy na spracovanie, výber vhodnej technológie na výrobu tepla a TÚV a vyhodnotenie skúmaných variant pre využitie dendromasy na výrobu tepelnej energie pre rodinný dom vo vybranej klimatickej oblasti Slovenska.

Parciálne ciele

- Popísať technické varianty kotolní na spaľovanie dendromasy v podmienkach rodinného domu
- Popísať kotol na spaľovanie drevných peliet
- Popísať kotol na spaľovanie drevnej štiepky
- Popísať využitie akumuláčnych nádrží
- Charakterizovať referenčný rodinný dom z technického hľadiska, zadať jestvujúce vstupné hodnoty spotreby tepla.
- Stanoviť celkovú plošnú výmeru rodinného domu.
- Stanoviť priemernú hodnotu množstva potrebnej energie na vykurovanie a prípravu TÚV za posledné tri roky.
- Stanoviť priemernú hodnotu množstva potrebnej energie na vykurovanie a prípravu TÚV pre jeden rok.
- Vypočítať spotrebu biopaliva v tonách na vykurovanie a prípravu TÚV pre jeden rok.
- Späťne určiť veľkosť plochy potrebnej na dopestovanie energetických drevín pre zásobovanie vybraného rodinného domu na jeden rok.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Metódy získania podkladov a stanovenie spôsobu hodnotenia problematiky

- Štúdium odbornej domácej a zahraničnej literatúry so zameraním na spracovanie biomasy pre tepelné účely.
- Osobná obhliadka existujúcej plantáže a štúdium materiálov o plantáži so súhlasom majiteľa Bio Salix s.r.o..
- Zhromaždenie a vyhodnotenie reálnych údajov o spotrebe tradičného typu paliva (plyn) v skúmanom objekte.
- Rozposlanie žiadostí do firiem vyrábajúcich koncové technológie na výrobu tepla, štúdium a selekcia ponúk.
- Prepočet spotreby alternatívneho paliva v porovnaní s tradičným palivom.
- Štúdium domácej legislatívy.
- Osobné konzultácie v Slovenskej inovačnej a energetickej agentúre v pobočke Trenčín o poskytnutí dotácie na zriadenie kotolne na biopalivo pre rodinný dom.
- Spracovanie hodnotenia získaných výsledkov práce.

3.2 Technické varianty kotolní na spaľovanie dendromasy v podmienkach rodinného domu

Rozhodovanie o optimálnej variante kotolne a technického prevedenia vzhľadom na bohatý výber zariadení na spaľovanie biomasy na súčasnom trhu je náročný proces a vyžaduje si v prvých fázach stanovenie základných kritérií pre výber. Do procesu rozhodovania vstupujú nasledovné parametre (Murtinger, 2006):

- potrebný tepelný výkon - kotle na tuhé palivá sa dajú regulovať len do určitého minimálneho výkonu. Najmenší výkon môžu dosiahnuť kotle na pelety, kotle na drevnú štiepku majú túto možnosť obmedzenú.
- investičné náklady na zariadenie a cena paliva - biomasa nie je jedinou možnosťou na vykurovanie. Na trhu je stavaná do konfrontácie s tradičnými zdrojmi energie - elektrina, zemný plyn, uhlie, ale aj s novými technológiami - napríklad tepelné čerpadlá. Významné pre rozhodovanie sú celkové ročné náklady, do ktorých vstupuje tak cena paliva, ako aj odpisy (zodpovedajúca časť

nákladov na kúpu a údržbu vykurovacieho zariadenia). Všeobecne platí, že keď je palivo lacné, môžu byť náklady na zariadenie vyššie a naopak.

- dostupnosť paliva (zdroj energie) - najuniverzálnejšie dostupná je vo všeobecnosti električka a v prevažnej miere na Slovensku plyn. V prípade biomasy alebo produktov z biomasy môžu byť v dostupnosti a tým i v cene veľké lokálne rozdiely.
- požadovaný komfort a nároky na obsluhu - elektrické alebo plynové vykurovanie zaisťujú vysoký stupeň tepelnej pohody úplne automaticky

Nasleduje niekoľko možností, ako sa dá riešiť vykurovanie (a s tým spojená aj príprava teplej úžitkovej vody) v rôznych typoch rodinných domov (Murtinger, 2006):

- nízkoenergetický dom - pokiaľ chceme vykurovať dom, ktorý má výpočtovú tepelnú stratu 5 až 10 kW, potom prichádza do úvahy ako jedno z najefektívnejších riešení kotol na pelety, ktorého výhodou je dobrá regulácia, relatívne malé rozmery a hlavne minimum práce spojené s obsluhou a obstarávaním paliva. Iná možnosť je elektrické vykurovanie, ktoré má síce väčšie náklady na energiu, ale na druhej strane nižšie investičné náklady na vlastné vykurovacie zariadenie. Treťou alternatívou, atraktívnou v súčasnej dobe, je tepelné čerpadlo.
- bežný rodinný dom - výpočtová tepelná strata sa pohybuje v rozpätí 10 až 20 kW. Dobré využitie kotla na pelety, kde cena paliva už zohráva významnejšiu úlohu v nákladoch na vykurovanie. Vzhľadom na rozvoj technológií v oblasti kotolní nižších výkonov na spaľovanie drevnej štiepky predstavuje táto varianta tiež dobrú voľbu, pričom cena paliva je v porovnaní s peletami nižšia. Možnou konkurenciou je tepelné čerpadlo, ktoré má síce vyššie investičné náklady, ale porovnateľnú alebo nižšiu cenu za kWh tepla a nevyžaduje žiadnu obsluhu.
- väčší vidiecky rodinný dom alebo usadlosť - tepelná strata sa pohybuje od 20 do 60 kW - v tomto prípade je potrebné už uvažovať nad kotolňou na spaľovanie drevnej štiepky. Rozšírené je napríklad v Rakúsku, kde podobné objekty majú dostupnosť paliva z okolitých lesov alebo z poľnohospodárskej výroby. Ďalšou alternatívou sú centrálné zdroje vykurovania, dodávajúce tepelnú energiu viacerým objektom súčasne.

V súčasnosti z hľadiska nasadenia biomasy pri vykurovaní rodinného domu a pri rešpektovaní požiadavky na plnoautomatickú prevádzku sú na trhu dostupné dva druhy kotlových zariadení:

- kotle na spaľovanie drevných peliet
- kotly na spaľovanie drevnej štiepky

3.2.1 Kotle na spaľovanie drevných peliet

Ich výhodou je možnosť plnoautomatickej prevádzky, pričom všetky funkcie kotla súvisiace so spaľovacím procesom riadi elektronická regulácia. Pelety môžu byť umiestnené v prevádzkovom zásobníku. Bežne má tento zásobník objem od 100 do 1000 litrov, pričom horná hranica postačuje na zásobovanie počas cca. 10 dní. Pelety možno skladovať aj vo väčšom skladovom zásobníku alebo v sile a v takých prípadoch môže palivo vystačiť aj na celú vykurovaciu sezónu. Výhodou sú menšie náklady na dopravu paliva a tým aj celkové zníženie nákladov na vykurovanie. Palivo sa uskladňuje do veľkokapacitného zásobníku fúkaním priamo z autocisterny. Pelety sa do horáku premiestňujú automatickým dopravníkom. Zvyčajne je to závitový dopravník s flexibilnou spojovacou hadicou pripevnenou na plniacu rúru s vloženou bezpečnostnou klapkou proti spätnému vznieteniu paliva.

V prípade, že horák na pelety dostane pokyn k štartu alebo vznikne potreba vykurovať, dopravník nasype pelety, ktoré horák zapáli. Po dostatočnom rozhorení peliet naštartuje horák na požadovaný výkon. Kotel je v prevádzke, pokiaľ teplota v referenčnej miestnosti nedosiahne hodnotu nastavenú na priestorovom termostate. Ak nie je nainštalovaný priestorový termostat, prevádzka kotla je riadená nastavenou limitnou hodnotou teploty kotlového termostatu. Po vypnutí horáka pelety dohoria a spaľovanie sa celkom utlmí. Na zvýšenie účinnosti spaľovania môže byť kotel vybavený tzv. lambda-sondou, ktorá vyhodnocuje zvyškový kyslík v spalinách a riadiaca jednotka upraví otáčky spalinového ventilátoru.



1 - zásobník, 2 - dopravník, 3 - ohnisko, 4 - horák, 5 - prívod vzduchu, 6 - popelník, 7 - radiaca jednotka

Obr. č. 10 - Schéma kotla na spaľovanie drevných peliet (SIEA, 2009)

Spaľovaciu komoru treba čistiť a popol z popelníka vyberať raz za 1 až 30 dní podľa kvality peliet a veľkosti popelníka. V prípade potreby možno kotol vybaviť automatickým odpopolovacím systémom pre komfortné vykurovanie s minimálnou obsluhou.

Základné výhody peliet pri spaľovaní v plnoautomatických kotolniciach:

- vyššia energetická účinnosť
- vysoká výhrevnosť - až do 19 GJ/t
- nízky obsah popola - do 1%
- nízky obsah vody - okolo 10%
- redukcia objemu - nízke nároky na skladovacie priestory (okolo 650 kg/m³)
- bez obslužná prevádzka a regulácia
- nízka produkcia emisií pri spaľovaní
- prijateľná cena na jednotku vyrobeného tepla
- plnohodnotná náhrada za iné druhy paliva
- obnoviteľný zdroj energie na vykurovanie

3.2.2 Kotle na spaľovanie drevnej štiepky

Drevná štiepka je podobne ako pelety forma biomasy využiteľná v kotloch s plnoautomatickou prevádzkou. Do spaľovacej komory sa dopravuje pomocou závitnicového dopravníku.

Zdrojom drevnej štiepky popri klasickej výrobe z odpadu pri ťažbe dreva a rekultivačných prácach môžu byť aj tzv. energetické plantáže s rýchlo rastúcimi drevinami. Vzhľadom k tomu, že sa táto drevná hmota takmer vždy spracováva čerstvá, vlhkosť štiepky je pomerne vysoká. Oproti peletám je cena štiepky podstatne nižšia a tak sa niekedy ekonomicky vypláca spaľovať štiepku vo vlhkom stave s nižším ziskom tepla, ako ju sušiť.

V súčasnej dobe je spracovaná európska norma pre štiepky. Štiepky s obsahom vody menším ako 30% sa považujú za skladovateľné. Štiepky z čerstvého výrezu obsahujú väčšinou okolo 50% vody. Čím sú štiepky suchšie, tým sú výhrevnejšie a drahšie. Pri obsahu vody okolo 50% je výhrevnosť štiepky zhruba dve tretiny výhrevnosti štiepky s obsahom vody okolo 30%.

Väčšina kotlov na drevnú štiepku menších výkonov má systém podsuvného spaľovania, kedy pri horení paliva dochádza k pyrolitickej destilácii, pri ktorej sa všetky spáliteľné zložky paliva splyňujú. Spaľovanie prebieha trojstupňovým procesom v jednotlivých zónach:

- 1. zóna - vysušenie a splyňovanie drevnej hmoty
- 2. zóna - horenie drevného plynu s prívodom predhriateho sekundárneho vzduchu
- 3. zóna - dohorievanie v nechladenom spaľovacom priestore

Takto riadený systém spaľovania zabezpečuje kotlom vysokú účinnosť. Vykurovací výkon je pritom plynule regulovateľný od 40 do 110%.

Určitý problém s týmito kotlami spočíva v tom, že ich aj minimálny výkon je pre moderné dobre izolované rodinné domy príliš veľký. Toto sa rieši realizáciou akumuláčnych nádrží, ktoré slúžia k odoberaniu prebytočného výkonu kotla a k akumulácii tepla na neskoršiu dobu.



Obr. č. 11 - Schéma zariadenia na spaľovanie drevnej štiepky (VIESSMANN s.r.o., 2010)

3.3 Využitie akumulčných nádrží

Použitie akumulčnej nádrže umožní prispôbiť kotol na biomasu vykurovacej sústave. Kotol môže vykurovať v optimálnom režime, to znamená s výkonom blížiacim sa menovitému bez ohľadu na to, aká je práve spotreba tepla v rodinnom dome. Vďaka tomu, že nie je treba výkon kotla znižovať, spaľovanie je účinné a nedochádza ani k nadmernej produkcii škodlivých emisií. Teplo sa ukladá do nádrží a z nich je následne podľa pokynov regulačného zariadenia (napríklad priestorového termostatu) odoberané do vykurovacieho systému. Medzi kotol a nádrž je potrebné umiestniť zmiešavací ventil, ktorý zaistí, že i pri studenej vode v nádrži neklesne teplota vody v kotly pod teplotu kondenzácie spalín - približne 55 °C.

Keď sú nádrže zohriate na požadovanú teplotu, kotol sa odstaví - preruší sa dodávka paliva. Po zvyšok dňa je následne teplo odoberané z akumulčnej nádrže. Aj v prípade, že je tepelná strata rodinného domu blízka maximálnemu výkonu kotla, vyplatí sa použiť v systéme aspoň jednu tzv. vyrovnávajúcu nádrž, ktorá zlepší podmienky pre prácu kotla v prechodnom období na jar a na jeseň, kedy je potreba tepla nízka.

3.4 Charakteristika vybraného rodinného domu z technického hľadiska.

Predmetom posudzovania rôznych alternatív spôsobu výroby tepla pre účely vykurovania a prípravy teplej úžitkovej vody je objekt rodinného domu vo Vrbovom na západnom Slovensku.

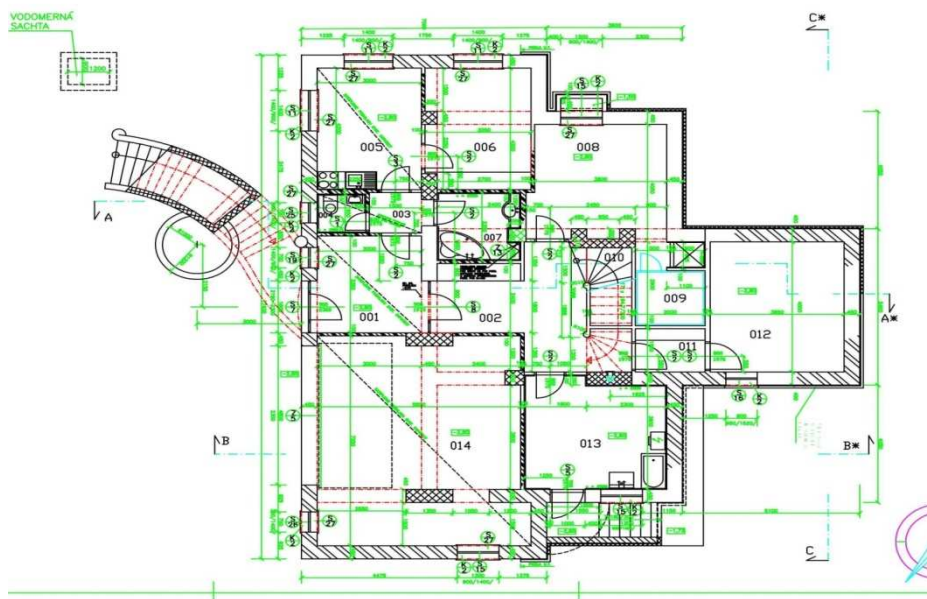
Stavba rodinného domu je navrhnutá ako samostatne stojaci dom čiastočne podpivničený, s dvoma nadzemnými obytnými podlažiami. Objekt je navrhnutý ako murovaný z keramických tvaroviek Porotherm hrúbky 440 mm, zateplený dodatočnou tepelnou izoláciou z penového polystyrénu hrúbky 60 mm. Strecha je sedlová, nosná konštrukcia krovu je kombinovaná z oceľových a drevených prvkov. Použitá krytina Bramac je uložená na tradičnom latovaní s celoplošným podbíjaním z drevených dosiek.



Obr. č. 12 - Pohľad na posudzovaný rodinný dom (Nina Horská, 2006)

Návrh riešenia vychádza z požiadavky na možnosť perspektívneho využívania rodinného domu ako dvojgeneračného. Vykurovanie ako aj príprava teplej úžitkovej vody je v súčasnosti zabezpečené plynovou kotolňou na zemný plyn. Tento spôsob výroby tepla je v rámci tejto práce vnímaný ako *variant 1*. Následne sa bude tento variant porovnávať s možnosťami výroby tepla z dendromasy. V rámci *varianty 2 a 3*

bude popísané technické riešenie kotolne na spaľovanie drevných peliet s príslušným zásobníkom a zásobovacím systémom, ako aj technické riešenie kotolne na spaľovanie drevnej štiepky vyrobenej v podmienkach plantáže z rýchlorastúcich drevín. Všetky tri varianty budú porovnané z hľadiska nadobúdacích nákladov, nákladov na prevádzku a z hľadiska návratnosti investičných prostriedkov vložených do konkrétnej varianty. Na záver budú zrekapitulované kladné a záporné stránky jednotlivých variant technického riešenia kotolne v podmienkach súčasného trhu v danej lokalite a z hľadiska legislatívnych požiadaviek a možností.

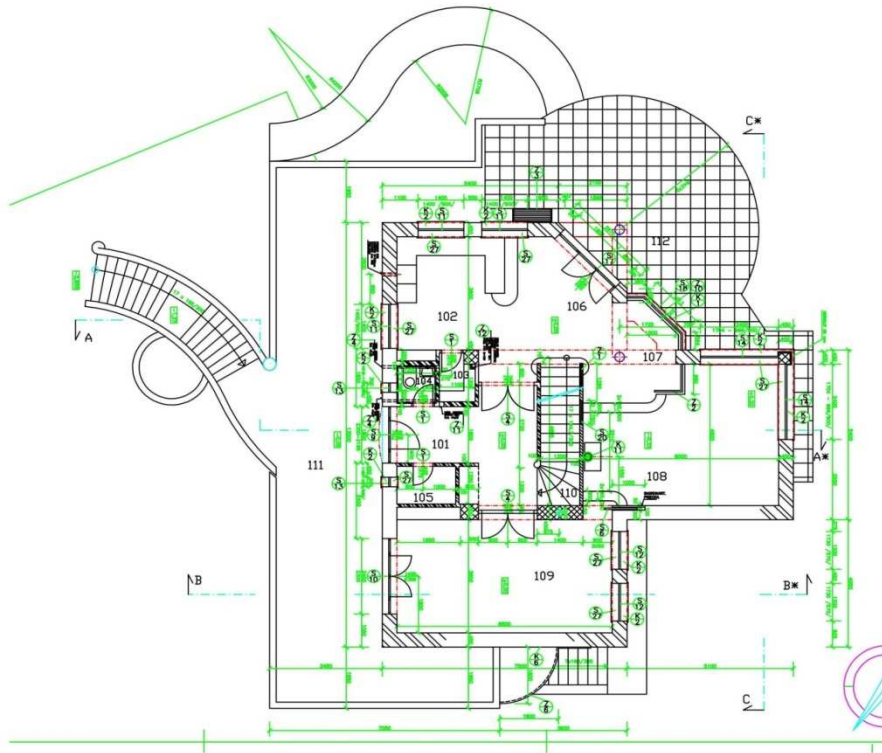


Obr. č. 13 - Pôdorys suterénu posudzovaného rodinného domu(Nina Horská, 2000)

Z technického hľadiska je vykurovanie predmetného rodinného domu riešené ako dvojokruhové - na prízemí sa jedná o teplovodné podlahové vykurovania, v suteréne a v podkroví je navrhnuté klasické vykurovanie radiátormi.

Pri samotnom výpočte a návrhu sa vychádzalo z toho času platných technických noriem a predpisov, pričom bol použitý softvér na výpočet tepelných strát TEZT a na výpočet podlahového vykurovania HT2000. Tepelné straty objektu boli vypočítané podľa STN 060210 (v súčasnosti nahradená normou EN 02831) pre objekt s vonkajšou výpočtovou teplotou $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo zodpovedá teplotnej oblasti, v ktorej sa skúmaný rodinný dom nachádza (podľa novej normy EN 02831 tejto teplotnej oblasti zodpovedá vonkajšia výpočtová teplota $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ročná spotreba tepla je vypočítaná pre 210 vykurovacích

dní a stredná teplota vo vykurovacom období je stanovená na 3,7 °C. Priemerná teplota vo vykurovaných priestoroch je 22 °C.



Obr. č. 14 - Pôdorys prízemia rodinného domu (Nina Horská, 2000)

Na základe hore uvedených podmienok boli vypočítané nasledovné hodnoty, ktoré predstavovali aj základné vstupné hodnoty pre posúdenie a porovnanie jednotlivých variant technického riešenia kotolne:

- maximálna priemerná hodinová spotreba tepla: 26,7 kW
- maximálna priemerná denná spotreba tepla: 640,8 kW
- ročná spotreba tepla: 54,5 MWh
- z toho pre potreby ústredného kúrenia: 48,5 MWh
- z toho pre prípravu teplej úžitkovej vody: 6,0 MWh

V maximálnej hodinovej spotrebe tepla je započítaná aj potreba tepla na vykurovanie garáže na 15 °C, ktorá predstavuje 3,2 kW.

3.5 Plošná výmera rodinného domu

Plošné výmery jednotlivých podlaží v zmysle priložených výkresov sú nasledovné:

- suterén: celková plocha - 166,58 m² (z toho garáž je 43,85 m²)
- prízemie: celková plocha - 102,94 m²
- podkrovia: celková plocha - 78,13 m²

Celková plošná výmera bez garáže je 303,80 m².

3.6 Popis jestvujúcej plynovej kotolne na zemný plyn

V súčasnej dobe je v predmetnom rodinnom dome vo Vrbovom nainštalovaný plynový nástenný kondenzačný kotol Logamax plus GB112 s menovitým výkonom 29kW od firmy Buderus, Nemecko. Rozsah menovitého modulovateľného výkonu sa pohybuje od 8,2 do 29,9 kW, to znamená normovaný stupeň využitia až do 109%. V tomto prípade sa jedná o výpočtovú hodnotu, ktorá sa udáva vzhľadom na energiu viazanú v palive. Predmetný kondenzačný kotol totiž využíva aj energetický potenciál paliva, ktorý bol pri výpočte považovaný za nevyužiteľný a to tepla vodnej pary obsiahnutej v spalinách. Hmotnosť kotla je 59 kg, rozmery šírka x výška x hĺbka je 560 x 685 x 431 mm.

Prevádzka kotolne je riadená regulačným systémom Logamatic 4111 spolu s diaľkovou ovládacou jednotkou MEC 2 4xxx SK SO9. Okrem toho prevádzka kotolne podlieha ekvitermickej regulácii pre optimalizáciu výkonu a dosiahnutie maximálne ekonomickej prevádzky. Súčasťou kotolne je aj stojatý zásobník Logalux SU 200 s obsahom vody 200 litrov a hmotnosťou v suchom stave 150 kg.

Palivo je zemný plyn o pretlaku 2,0 kPa a výhrevnosti 34 MJ/m³.

Maximálna spotreba zemného plynu bola vypočítaná na 2,7 m³/hodinu, ročná spotreba zemného plynu cca. 5700 m³.

Predmetom ekonomického posúdenia variant technického riešenia kotolne skúmaného rodinného domu budú investičné náklady na zriadenie (tu si budeme všimnúť len technológiu samotného kotla, pretože ostatná technológia zostáva rovnaká) a cena paliva.

Cena samotného kotla v zmysle cenovej ponuky firmy Vavrotherm Piešťany ako oficiálneho obchodného zástupcu firmy Buderus z marca 2011 je 1800,- euro spolu s DPH.

3.7 Výpočet priemernej hodnoty potrebnej energie za posledné tri roky

Skutočná spotreba zemného plynu bola v jednotlivých zúčtovacích obdobiach nasledovná:

- v období od 19.06.2006 do 18.06.2007 spotreba celkom 3342,00 m³, čo predstavuje náklady na palivo 40888,41 Sk x 1,19 (DPH) = 48657,21 Sk / 30,126 = 1615,12 euro
- v období od 19.06.2007 do 18.06.2008 spotreba celkom 3799,00 m³, čo predstavuje náklady na palivo 45683,10 x 1,19 (DPH) = 54362,89 Sk / 30,126 = 1804,52 euro
- v období od 19.06.2008 do 18.06.2009 spotreba celkom 3796,00 m³, čo predstavuje náklady na palivo 1515,04 x 1,19 (DPH) = 1802,90 euro
- v období od 19.06.2009 do 18.06.2010 spotreba celkom 3787,00 m³, čo predstavuje náklady na palivo 1480,53 x 1,19 (DPH) = 1761,83 euro

Pre ďalšie spracovanie a následné porovnanie zoberieme ako referenčnú hodnotu za posledné tri zúčtovacie obdobia:

- priemerná spotreba zemného plynu za jedno zúčtovacie obdobie od 19.06. do 18.07. nasledujúceho roku - 3794,00 m³
- priemerná cena zemného plynu za jedno zúčtovacie obdobie od 19.06. do 18.07. nasledujúceho roku - 1789,75 euro

Skutočne dodané množstvo energie v plyne (h) = (f) x (g), to znamená (prepočítaný odber plynu) x (priemerné spaľovacie teplo objemové):

- v období od 19.06.2007 do 18.06.2008 celkové dodané množstvo energie v plyne = 40150 kWh = 40,150 MWh = 144,54 GJ
- v období od 19.06.2008 do 18.06.2009 celkové dodané množstvo energie v plyne = 40213 kWh = 40,213 MWh = 144,77 GJ
- v období od 19.06.2009 do 18.06.2010 celkové dodané množstvo energie v plyne = 40194 kWh = 40,194 MWh = 144,70 GJ

Pre ďalšie spracovanie stanovíme priemernú hodnotu - 144,67 GJ.

3.8 Výpočet priemernej hodnoty potrebnej energie pre jeden rok

Deklarovaná účinnosť kondenzačného kotla od výrobcu sa pohybuje do 109%. Vzhľadom na to, že sa jedná o účinnosť pri najideálnejších podmienkach, aké sú v

bežnej praxi možné dosiahnuť, predpokladáme reálnu účinnosť v priebehu prevádzky cca. 95%. Potom je priemerná hodnota množstva potrebnej energie na vykurovanie a prípravu TÚV v jednom zúčtovacom období = $144,67 \times 0,95 = 137,44$ GJ

Tejto potrebe energie na vykurovanie a prípravu TÚV v jednom zúčtovacom období zodpovedá priemerná cena zemného plynu za toto obdobie 1789,75 euro.

3.9 Posúdenie ponuky plnoautomatickej kotolne na drevné peletky.

Jednou zo základných výhod peliet je to, že sú dlhodobo skladovateľné v blízkosti kotolne, či už v pivnici, alebo vo vonkajšom i pod zemou zapustenom sile. Odtiaľto sú automaticky podľa potreby dopravované do horáka kotla dopravníkom. Do sila alebo do skladu ich môžeme dopravovať priamym fúkaním z cisterny. Výhodou peliet v porovnaní s inými kusovými palivami sú aj menšie požiadavky na veľkosť skladovacích priestorov.

Iným spôsobom zabezpečenia dodávky paliva do kotla môže byť prevádzkový zásobník na pelety, spojený systémom dopravných závitníc priamo s kotlom, ktorého obsah 700 litrov vystačí približne na 5 až sedem dní. Pri produkovanom množstve popola stačí v rodinnom dome raz za mesiac vyniesť popol a mechanickým čistením prečistiť cesty odvádzajúce spaliny.

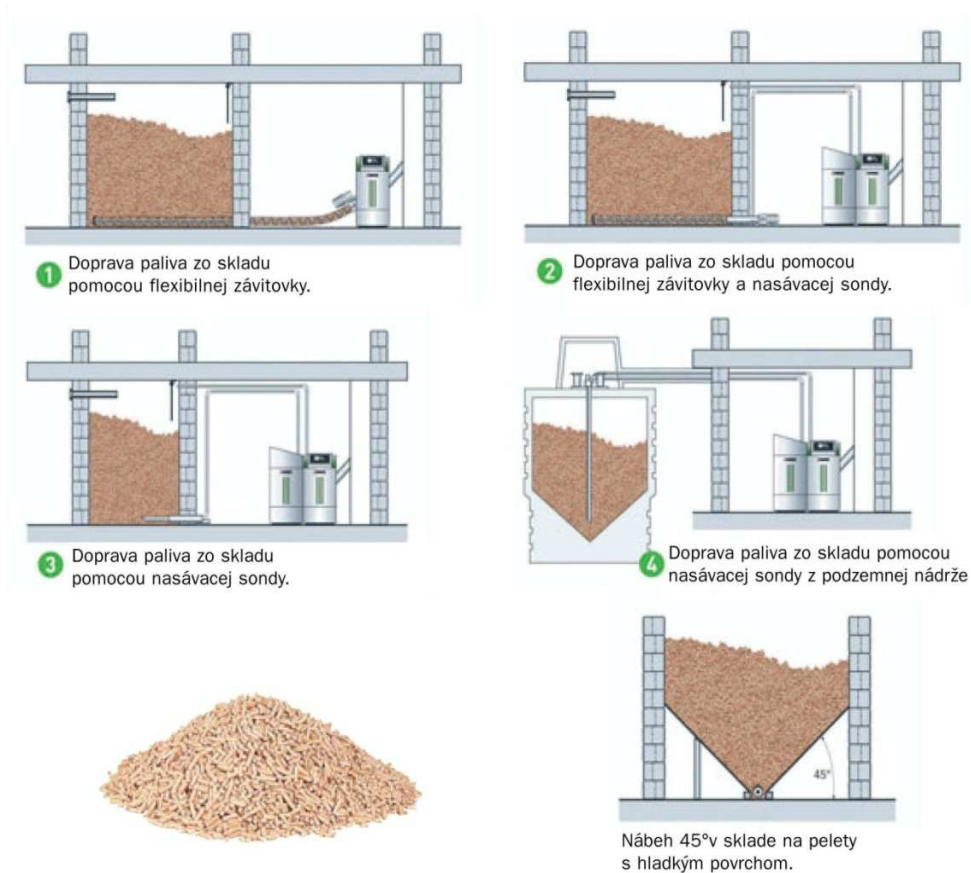
Podmienkou výrobcov predmetných kotlov je vo všeobecnosti dodržanie kvality paliva, ktorá je v prevažnej miere definovaná podľa rakúskej normy ÖNORM M 7135:

- priemer - 4 až 10 mm
- dĺžka - menej ako 5 x priemer
- výhrevnosť - 18 MJ/kg
- merná hmotnosť - min. 1120 kg/m³

Ostatné kritéria sa týkajú cudzích a škodlivých látok a pre ďalšie porovnanie nie sú relevantné.

Pre posúdenie alternatívy výroby tepla pre účely vykurovania a prípravy teplej úžitkovej vody pomocou kotla na spaľovanie drevných peliet boli vybrané dve skupiny výrobcov:

- skupina zahraničných výrobcov - firma Herz a firma Viessmann
- skupina domácich výrobcov - firma Attack a firma Boston



Obr. č.. 15 - Možnosti uskladnenia a dopravy drevných peliet (HERZ s.r.o, 2008)

3.9.1 Firma Herz - kotol Pelletstar BioControl 30:

- výkon kotla: 6,2 - 30 kW
- účinnosť: cca. 92%
- cena kotla spolu so šnekovým dopravníkom: 12404,40 euro



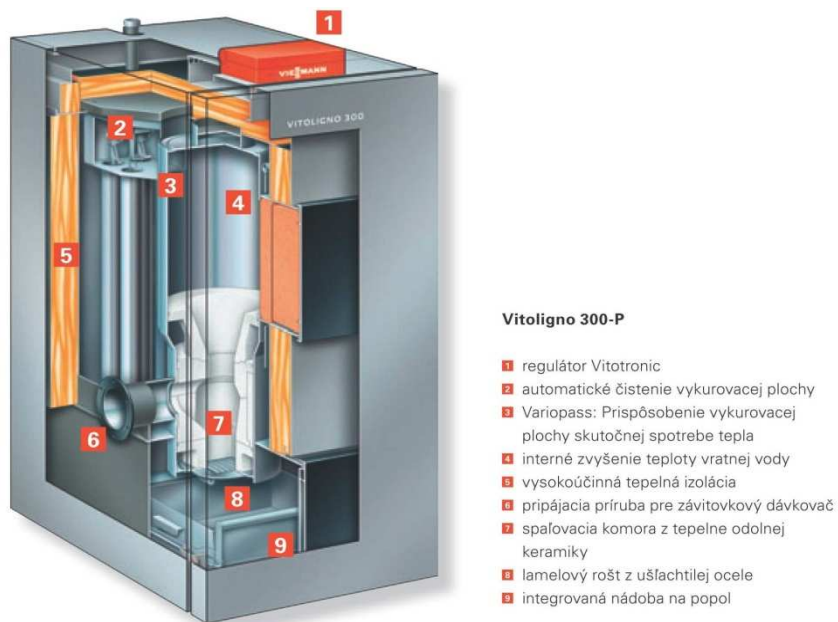
Obr. č. 16 - Kotel Pelletstar BioControl 30 (HERZ s.r.o., 2010)

3.9.2 Firma Viessmann - kotel Vitoligno 300-P

- výkon kotla: 11 - 32 kW

- účinnosť: do 95%

- cena kotla spolu so závitovým dopravníkom: 14522,40 euro



Obr. č. 17 - Kotel Vitoligno 300-P (Wiessmann s.r.o., 2010)

3.9.3 Firma Attack, Slovensko - kotel ATTACK PELLET 30 Automatic

- výkon kotla: 8 - 30 kW

- účinnosť: cca. 91%

- cena kotla spolu so závitovým dopravníkom: 4363,40 euro



Obr. č. 18 - Kotel ATTACK PELLET 30 Automatic (ATTACK s.r.o)

3.9.4 Firma BOSTON, Slovensko / Česká republika – automat. kotol KP 22

- výkon kotla: 8,5 - 29 kW

- účinnosť: cca. 91%

- cena kotla spolu so závitovým dopravníkom: 4971,60 euro



Obr. č. 19 -Automatický Kotel KP 22 (BOSTON s.r.o, 2010).

3.10 Plnoautomatická kotolňa na drevné štiepky z energetickej výroby

Pre drevnú štiepku z hľadiska skladovateľnosti platia podobné princípy ako pre pelety. Z hľadiska nárokov na stavebné riešenie skladovacích priestorov je potrebné zabezpečiť suchú prevádzku (zastrešenie skladovacích priestorov, zamedzenie prístupu vody a vlhkosti do priestoru so štiepkami) a priebežné prevetrávanie, čím sa zabezpečí prirodzené dosušenie drevnej štiepky a tým aj zvyšovanie jej energetickej hodnoty ako paliva.

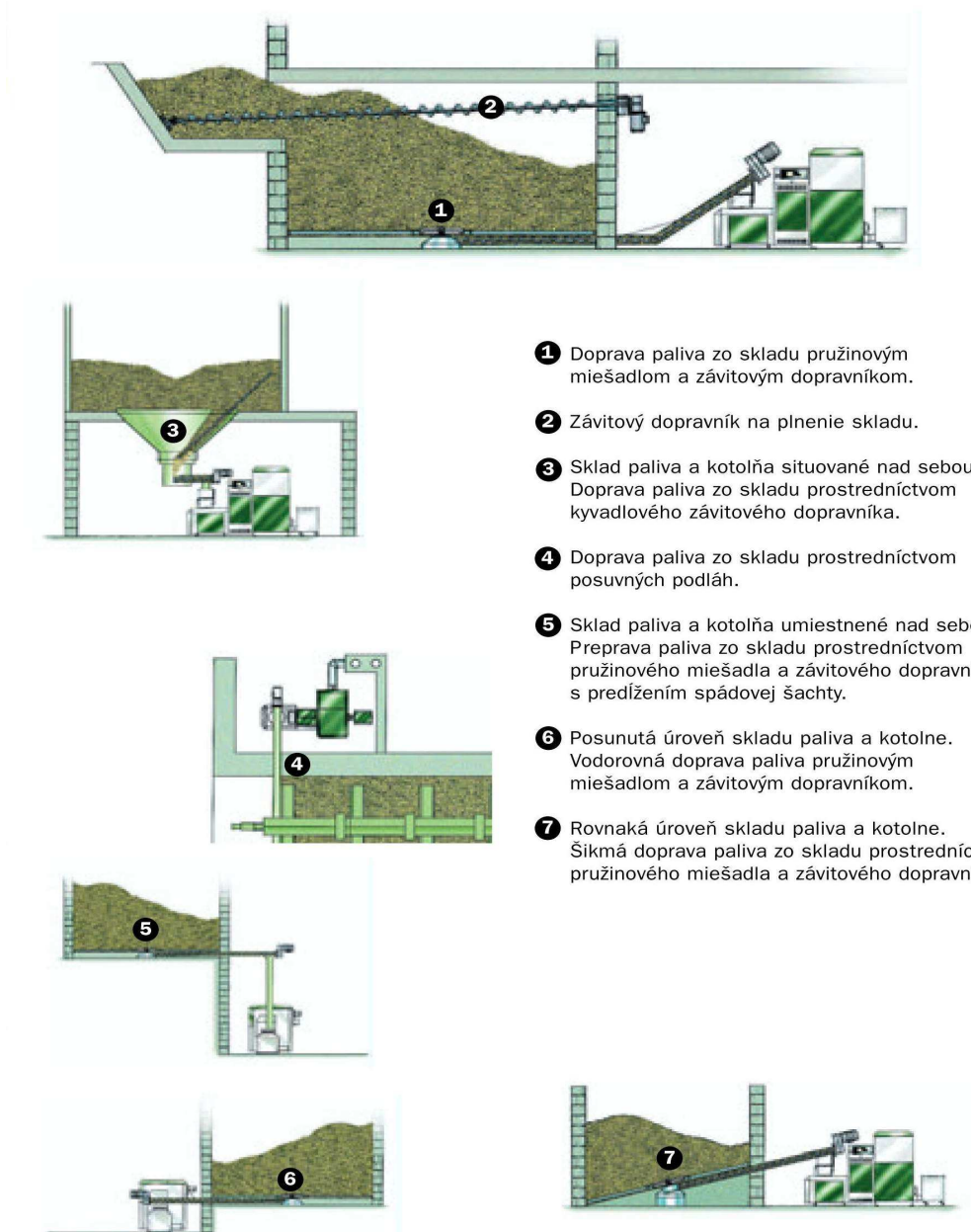
Z hľadiska obsahu vody delíme štiepku na suchú (obsah vody do 30%) a mokrú (obsah vody od 30 do 60%). Obsah vody v drevnej hmote energetickej výroby predmetných odrôd sa pohybuje v momente žatvy od 45 do 50%. Prirodzeným presušením v priestoroch na to určených je možné v priebehu 3 až 4 mesiacoch znížiť vlhkosť na približne 25%.

Cena drevnej štiepky z energetickej výroby sa pohybuje v rozpätí 45 až 60 euro za 1 tonu v závislosti od stupňa vysušenia (Biosalix Energy s.r.o., 04/2011). Vzhľadom na požiadavky výrobcov kotlov budeme pre naše účely energetického a ekonomického vyhodnotenia predmetnej kotolne za referenčné obdobie uvažovať s nasledovnými hodnotami:

- maximálny obsah vody - 30% (W30) - v zmysle ÖNORM M 7133
- veľkosť - G30 - v zmysle ÖNORM M 7133
- zabezpečená čistota štiepky bez prítomnosti cudzích telies, kameňov, pôdy alebo kovových častí
- výhrevnosť - cca. 14 MJ/kg
- merná hmotnosť - cca. 200 kg/m³

Pre posúdenie alternatívy výroby tepla pre účely vykurovania a prípravy teplej úžitkovej vody pomocou kotla na spaľovanie drevnej štiepky boli vybrané dve skupiny výrobcov:

- skupina západoeurópskych výrobcov - firma Herz
- skupina východoeurópskych výrobcov - firma Benekov



- ❶ Doprava paliva zo skladu pružinovým miešadlom a závitovým dopravníkom.
- ❷ Závitový dopravník na plnenie skladu.
- ❸ Sklad paliva a kotolňa situované nad sebou. Doprava paliva zo skladu prostredníctvom kyvadlového závitového dopravníka.
- ❹ Doprava paliva zo skladu prostredníctvom posuvných podláh.
- ❺ Sklad paliva a kotolňa umiestnené nad sebou. Preprava paliva zo skladu prostredníctvom pružinového miešadla a závitového dopravníka s predĺžením spádovej šachty.
- ❻ Posunutá úroveň skladu paliva a kotolne. Vodorovná doprava paliva pružinovým miešadlom a závitovým dopravníkom.
- ❼ Rovnaká úroveň skladu paliva a kotolne. Šikmá doprava paliva zo skladu prostredníctvom pružinového miešadla a závitového dopravníka.

Obr. 4. 20 - Možnosti uskladnenia a dopravy drewných štiepok (HERZ s.r.o.,2009).

3.10.1 Firma Herz - kotol Firematic 35 BioControl:

- výkon kotla: 7,3 - 34,4 kW

- účinnosť: cca. 88%

- cena kotla spolu so závitovým dopravníkom: 16442,00 euro



Obr. č. 21 - Kotel Firematic 35 BioControl (HERZ s.r.o., 2009)

3.10.2 Firma Benekov - kotel S50 na dřevnú štíepku:

- výkon kotla: 13 - 45 kW

- účinnosť: cca. 88%

- cena kotla spolu so závitým dopravníkom: 8524,90 euro



Obr. č. 22 - Kotel S50 na dřevnú štíepku (BENEKOV s.r.o.,2010)

4 VÝSLEDKY POSÚDENIA PREVÁDZKY PLNOAUTOMATICKEJ KOTOLNE NA DREVNÉ PELETY A ŠTIEPKU.

4.1 Spotreba drevných peliet pre 1 rok (1 zúčtovacie obdobie):

Z hore uvedeného prehľadu je zrejmé, že najnižšia účinnosť vybraných kotlov na drevné pelety sa pohybuje okolo 91%. Ako vstupné údaje pre výpočet ceny paliva (za referenčné obdobie boli stanovené nasledovné hodnoty):

- priemerná hodnota množstva potrebnej energie na vykurovanie a prípravu TÚV = 137,44 GJ
- výhrevnosť peliet = min. 17,5 MJ/kg (zdroj: www.biomasa.sk)
- cena peliet vrátane dopravy = cca. 166 EUR / t (zdroj: www.siea.sk - Slovenská inovačná a energetická agentúra v rámci projektu odborného energetického poradenstva)

To znamená, že za referenčné obdobie je potrebné nasledovné množstvo peliet:

$$((137440 \text{ MJ}) / (17,5 \text{ MJ/kg})) / \text{účinnosť}$$

To znamená, že za referenčné obdobie je cena potrebných paliet vrátane dopravy:

$$(\text{potrebné množstvo peliet}) \times (166 \text{ EUR/t})$$

4.1.1 Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Herz - kotol Pelletstar BioControl 30:

$$((137440 \text{ MJ}) / (17,5 \text{ MJ/kg})) / 0,92 = 8540 \text{ kg} = 8,54 \text{ tony}$$

Tabuľka č. 2 Pelletstar BioControl 30 (Nina Horská)

Spotreba zemného plynu za referenčné obdobie	3794,00 m ³ / 144,67 GJ	1789,75 EUR
Predpokladaná spotreba peliet v cene 0,166 euro/tona včítane dopravy - za referenčné obdobie	8540 kg	1417,64 EUR

Výška investície vrátane montáže (včítane DPH = 20%)	12404,40 EUR
Dotácia na kotol	- 1000 EUR
Úspora nákladov na palivo	372,11 EUR
Jednoduchá návratnosť s dotáciou	cca. 31 rokov
Jednoduchá návratnosť bez dotácie	cca. 34 rokov
Predpokladaná životnosť zariadenia	cca. 20 rokov

4.1.2 Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Viessmann - kotol Vitoligno 300-P:

$$((137440 \text{ MJ}) / (17,5 \text{ MJ/kg})) / 0,95 = 8270 \text{ kg} = 8,27 \text{ tony}$$

Tabuľka č. 3 kotol Vitoligno 300-P (Nina Horská)

Spotreba zemného plynu za referenčné obdobie	3794,00 m ³ / 144,67 GJ	1789,75 EUR
Predpokladaná spotreba peliet v cene 0,166 euro/tona včítane dopravy - za referenčné obdobie	8270 kg	1372,82 EUR

Výška investície vrátane montáže (včítane DPH = 20%)	14522,40 EUR
Dotácia na kotol	- 1000 EUR
Úspora nákladov na palivo	416,93 EUR
Jednoduchá návratnosť s dotáciou	cca. 33 rokov
Jednoduchá návratnosť bez dotácie	cca. 35 rokov
Predpokladaná životnosť zariadenia	cca. 20 rokov

4.1.3 Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Attack, Slovensko - kotol ATTACK PELLETT 30 Automatic:

$$((137440 \text{ MJ}) / (17,5 \text{ MJ/kg})) / 0,91 = 8630 \text{ kg} = 8,63 \text{ tony}$$

Tabuľka č. 4 ATTACK PELLETT 30 Automatic (Nina Horská)

Spotreba zemného plynu za referenčné obdobie	3794,00 m ³ / 144,67 GJ	1789,75 EUR
Predpokladaná spotreba peliet v cene 0,166 euro/tona včítane dopravy - za referenčné obdobie	8630 kg	1432,58 EUR

Výška investície vrátane montáže (včítane DPH = 20%)	4363,40 EUR
Dotácia na kotol	- 1000 EUR
Úspora nákladov na palivo	357,17 EUR
Jednoduchá návratnosť s dotáciou	cca. 9,5 roku
Jednoduchá návratnosť bez dotácie	cca. 12 rokov
Predpokladaná životnosť zariadenia	cca. 15 rokov

4.1.3 Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma BOSTON, Slovensko/Česká republika - automatický kotol KP 22:

$$((137440 \text{ MJ}) / (17,5 \text{ MJ/kg})) / 0,91 = 8630 \text{ kg} = 8,63 \text{ tony}$$

Tabuľka č. 5 automatický kotol KP 22 (Nina Horská)

Spotreba zemného plynu za referenčné obdobie	3794,00 m ³ / 144,67 GJ	1789,75 EUR
Predpokladaná spotreba peliet v cene 0,166 euro/tona včítane dopravy - za referenčné obdobie	8630 kg	1432,58 EUR

Výška investície vrátane montáže (včítane DPH = 20%)	4971,60 EUR
Dotácia na kotol	- 1000 EUR
Úspora nákladov na palivo	357,17 EUR
Jednoduchá návratnosť s dotáciou	cca. 11 rokov
Jednoduchá návratnosť bez dotácie	cca. 14 rokov
Predpokladaná životnosť zariadenia	cca. 15 rokov

4.2 Posúdenie prevádzky plnoautomatickej kotolne na drevné štiepky.

4.2.1 Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Herz - kotol Firematic 35 BioControl:

$$((137440 \text{ MJ}) / (14 \text{ MJ/kg})) / 0,88 = 11160 \text{ kg} = 11,16 \text{ tony}$$

Tabuľka č. 6 kotol Firematic 35 BioControl (Nina Horská)

Spotreba zemného plynu za referenčné obdobie	3794,00 m ³ / 144,67 GJ	1789,75 EUR
Predpokladaná spotreba štiepky v cene 0,060 euro/tona včítane dopravy - za referenčné obdobie	11160 kg	669,60 EUR

Výška investície vrátane montáže (včítane DPH = 20%)	16442,00 EUR
Dotácia na kotol	- 1000 EUR
Úspora nákladov na palivo	1120,15 EUR
Jednoduchá návratnosť s dotáciou	cca. 14 rokov
Jednoduchá návratnosť bez dotácie	cca. 15 rokov
Predpokladaná životnosť zariadenia	cca. 20 rokov

4.2.2 Energetické a ekonomické vyhodnotenie za referenčné obdobie - firma Benekov - kotol S50 na drevnú štiepku:

$$((137440 \text{ MJ}) / (14 \text{ MJ/kg})) / 0,88 = 11160 \text{ kg} = 11,16 \text{ tony}$$

Tabuľka č. 7 kotol S50 na drevnú štiepku (Nina Horská)

Spotreba zemného plynu za referenčné obdobie	3794,00 m ³ / 144,67 GJ	1789,75 EUR
Predpokladaná spotreba štiepky v cene 0,060 euro/tona včítane dopravy - za referenčné obdobie	11160 kg	669,60 EUR

Výška investície vrátane montáže (včítane DPH = 20%)	8524,90 EUR
Dotácia na kotol	- 1000 EUR
Úspora nákladov na palivo	1120,15 EUR
Jednoduchá návratnosť s dotáciou	cca. 7 rokov
Jednoduchá návratnosť bez dotácie	cca. 8 rokov
Predpokladaná životnosť zariadenia	cca. 20 rokov

4.3 Vyhodnotenie výsledkov kritérií nasadenia kotolní na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.

V predošlej časti boli posúdené tri varianty výroby tepla pre vykurovanie a prípravu teplej úžitkovej vody pre rodinný dom vo Vrbovom na západnom Slovensku.

Variant 1 popísal stávajúcu plynovú kotolňu na zemný plyn, pri ktorej boli aktualizované nadobúdacie náklady na súčasný stav. Čo sa týka nadobúdacích nákladov a nákladov na prevádzku, predstavuje tento variant "hodnotu jedna", voči ktorej sa posudzujú nasledovné dve alternatívne varianty, využívajúce ako zdroj tepelnej energie viac upravenú (drevné pelety) alebo menej upravenú (drevná štiepka) dendromasu.

Variant 2 kotolňa na drevné pelety - posudzuje produkty štyroch vybraných výrobcov, dvoch západoeurópskych (firma Herz a firma Viessmann) a dvoch domácich, kde jeden predstavuje kooperáciu Slovensko - Česko (firma Attack a druhá firma Boston). Z nasledovnej analýzy je zrejmé, že pri súčasnom stave cien obidve západoeurópske firmy aj pri započítaní štátnej dotácie výrazne dobou návratnosti prekračujú predpokladanú životnosť zariadenia. Z domácich výrobcov najpriaznivejšie výsledky po stránke návratnosti investícií dosahuje slovenská firma Attack (v prípade započítania štátnej dotácie cca. 9,5 roku).

V súvislosti s výsledkami porovnania v prípade varianty 2 je potrebné upozorniť na nasledovné:

- pri kalkuláciách nákladov na palivo sa vychádzalo z oficiálnych údajov Slovenskej inovačnej energetickej agentúry, ktoré uvádzajú cenu jednej tony peliet vrátane dopravy 166 EUR. Na základe prieskumu trhu v čase spracovania tejto práce sa pohybovala cena peliet vrátane dopravy v rozpätí 200 až 220 EUR (spolu s DPH), čo značne ovplyvní výsledky ekonomického vyhodnotenia.
- pri posudzovaní nadobúdacích nákladov sa uvažovalo len so bežným medzi zásobníkom dodávaným spolu s kotlom. Objem tohto medzi zásobníku sa pohybuje od 300 do 700 litrov, z čoho sa dá nasledovným spôsobom vypočítať predzásoba:

pri ročnej potrebe tepla 137,44 GJ, 210 vykurovacích dňoch a účinnosti spaľovacieho zariadenia 91% (uvažujeme najnepriaznivejšiu hodnotu zo všetkých posudzovaných zariadení) je denná potreba tepla = $((137440 \text{ MJ}) / (210 \text{ dní}) / 0,91 = 719 \text{ MJ denne}$. Pri výhrevnosti 17,5 MJ/kg to predstavuje potrebu peliet cca. 41 kg denne. Násypná hmotnosť peliet sa pohybuje od 630 do 670 kg/m³ (zdroj: BIOMASA, združenie právnických osôb - www.biomasa.sk). Pri použití nepriaznivejšej hodnoty (630 kg/m³) denná potreba je cca. 65 litrov. Z toho vyplýva, že 300-litrový medzizásobník vydrží v našom prípade približne 4,6 dňa a 700-litrový približne 10,7 dňa.

Z tohto vyplýva, že v záujme efektívneho riešenia prísunu paliva je potrebné buď uvažovať s veľkokapacitným zásobníkom, ktorý vykryje potrebu paliva napríklad na jedno celé vykurovacie obdobie, alebo skladovacie priestory pre umiestnenie balených peliet - vo vreciach alebo v tzv. big-bagoch. V tomto prípade je treba riešiť manipuláciu s bremenom o hmotnosti cca. 1 tona. Všetky tieto dodatočné náklady neboli zohľadnené vo výpočtoch, pretože vo veľkej miere sú ovplyvnené stavebným riešením objektu a ďalšími variabilnými okolnosťami.

- pre zvýšenie efektívnosti prevádzky kotla na biomasu sa odporúča technické riešenie s využitím akumulčných nádrží, čím sa naplno využije deklarovaná účinnosť celého zariadenia. Spaľovanie biomasy aj po prerušení dodávky paliva má určitý dobeh, pričom energia vyprodukovaná v rámci tohto dobehu z hľadiska regulácie môže byť prebytočná. V prípade nasadenia akumulčných nádrží dôjde k "odloženiu" takejto energie pre neskoršie využitie, čím sa zefektívni energetické využitie potenciálu celého paliva. Dodatočné náklady spojené s realizáciou akumulčnej nádrže neboli vo výpočtoch zohľadnené.
- pri výpočtoch sa neuvažovalo s časovým faktorom pri vývoji cien palív na domácom a zahraničnom trhu. Jednoduchá návratnosť bola stanovená v horizonte niekoľkých rokov až desiatok rokov bez ohľadu na vysokú dynamiku zmien cenových pomerov v oblasti palív. Tieto zmeny hlavne v súvislosti s nepredvídateľnými skokmi na trhu s palivami a energiou môžu do veľkej miery ovplyvniť výsledky ekonomického vyhodnotenia jednotlivých variant.
- pri ekonomickom vyhodnotení sa uvažovalo len s jedno rázovým štátnym príspevkom 1000 euro pri realizácii kotolne na biomasu, pričom sa nezohľadňovali rôzne ďalšie aktivity, ako je napríklad program podpory "3 x

1000 euro", kde je možné okrem štátnej dotácie vo výške 30% z kúpnej ceny nainštalovaného kotla na biomasu (maximálne 1000 euro) získať navyše dotáciu vo výške 1000 euro od výrobcu peliet BIOMASA a ďalšiu dotáciu vo výške 1000 euro od výrobcu a predajcu peletového kotla (ATTACK, BOSTON, HERZ, VIESSMANN).

Variant 3 je kotolňa na drevnú štiepku - posudzuje produkty dvoch vybraných výrobcov, nemecká firma Herz a český výrobca firma Benekov. Vzhľadom na požiadavku výrobcov na kvalitu drevej štiepky sa uvažovalo s jej cenou približne 60 euro za tonu včítane dopravy a včítane DPH. Výsledky ekonomického vyhodnotenia kotlov na takto výrazne nižšiu cenu paliva na drevnú štiepku sú priaznivejšie ako kotlov na drevné pelety. Obidva posudzované produkty majú jednoduchú návratnosť, aj bez dotácie nižšiu ako deklarovanú životnosť zariadenia, pričom v prípade českého výrobcu je návratnosť s dotáciou len 7 rokov, čo je najnižšia hodnota zo všetkých posudzovaných kotlov bez ohľadu na použité palivo.

Takisto ako v prípade variantu 2 je potrebné upozorniť na nasledovné aspekty ovplyvňujúce ako variabilné dodatočné náklady celkové ekonomické vyhodnotenie predmetných kotolní:

- pri výpočtoch nákladov na palivo sa vychádzalo z potvrdenej ceny cca. 45 euro za tonu energetickej vrby s vlhkosťou cca. 45% dodávanej v balíkoch (zdroj: firma BioSalix Energy s.r.o.). Zvyšná suma predstavuje predpokladané náklady na prirodzené dosušenie a zoštiepkovanie. Takisto i stupeň dosušenia je podľa požiadaviek jednotlivých výrobcov rôzny - firma Herz požaduje palivo s maximálnou vlhkosťou 30%, firma Benekov s maximálnou vlhkosťou 20%.
- v rámci nadobúdacích nákladov sa nepočítalo so stavebnými nákladmi na zriadenie veľkokapacitného zásobníku, ktorý bude s najväčšou pravdepodobnosťou súčasťou stavebného riešenia objektu. Veľkosť tohto zásobníka vypočítame znovu podľa už známych vstupných údajov:

ročná spotreba tepla je 137,44 GJ, čo predstavuje pri výhrevnosti drevej štiepky 14 MJ/kg, násypnej hmotnosti drevej štiepky cca. 200 kg/m³ (ako stredná hodnota deklarovaného rozsahu hodnôt násypných hmotností od 160 do 235 kg/m³ - zdroj: HERZ spol. s r.o. - www.herz-sk.sk) a účinnosti spaľovacieho zariadenia 88% celkový objem drevej štiepky = $((137440 \text{ MJ}) / (14 \text{ MJ/kg})) / 0,88 = (11156 \text{ kg}) / (200 \text{ kg/m}^3) = 55,8 \text{ m}^3$.

Jednou z možností vynášacieho zariadenia je pružinový zmiešavač od firmy Herz, priemer $D = 3,0$ m, maximálna dovolená výška drevnej štiepky 4,0 m. Pri dodržaní bezpečnostnej medzery medzi koncami pružín a stenou zásobníka napríklad 0,5 m vychádza pri štvorcovom pôdoryse zásobník o veľkosti 4×4 m, to znamená o ploche 16 m^2 . Pri dodržaní maximálnej dovolenej násypnej výšky 4 m je celkový objem 64 m^3 , čo je menej ako potrebných $55,8 \text{ m}^3$ - technické prevedenie zásobníku vyhovuje na prevedenie "jedno naplnenie pre jedno vykurovacie obdobie". Zásobník sa bude musieť plniť 2x za vykurovacie obdobie.

- tiež platia aspekty uvedené vo variante 2 - využitie akumulčných nádrží, absencia zohľadnenia časového faktoru pri vývoji cien palív na trhu a ďalšie aktivity v dotačnej politike pri realizácii kotolne na biomasu.

Ako už bolo vyššie uvedené, obidve posudzované zariadenia majú jednoduchú návratnosť aj bez dotácie nižšiu ako deklarovanú životnosť zariadenia, pričom v prípade českého výrobcu je návratnosť s dotáciou len 7 rokov, čo je najnižšia hodnota zo všetkých posudzovaných kotlov bez ohľadu na použité palivo. Navyše nie je tu potreba špeciálnej technológie na výrobu peliet, čím sa môže zdroj drevnej štiepky (napríklad aj v prípade rýchlorastúcich drevín) stať lokálnou záležitosťou, organizovanou buď miestnou správou alebo miestnymi organizáciami (poľnohospodárske družstvá, individuálne podnikateľské subjekty a pod.). Vytvára sa tu možnosť vytvorenia produkčného reťazcu od zakladania plantáží s rýchlorastúcimi drevinami na sekundárnych a ostatných poľnohospodárskych pôdach v réžii miestnych samospráv a miestnych podnikateľských subjektov, zvýšenie miestnej zamestnanosti pri správe týchto plantáží a poskytnutie relatívne lacného paliva na miestny trh pre individuálnych odberateľov, podnikateľské subjekty a miestnu samosprávu. Pri samotnej cene drevnej štiepky sa zminimalizuje jej dôležitá zložka - náklady na dopravu.

4.3.1 Spätné určenie veľkosti plochy potrebnej na dopestovanie energetických drevín pre zásobovanie vybraného rodinného domu na jeden rok.

Definícia vlhkosti:

$$W = (M_v - M_s) / M_v < 1,0$$

kde:

M_v - hmotnosť vlhkej vzorky

M_s - hmotnosť suchej vzorky

Potom:

$$M_v \times W = M_v - M_s$$

$$(M_v \times W) - M_v = -M_s$$

$$M_v \times (W - 1) = -M_s$$

Čiže:

$$M_s = -M_v \times (W - 1)$$

To znamená, že:

- pri 40%-nom vysušení je vzťah $M_v = M_s / 0,6$

- pri 30%-nom vysušení je vzťah $M_v = M_s / 0,7$

- pri 20%-nom vysušení je vzťah $M_v = M_s / 0,8$

Tab. č. 8 Výpočet výmery plantáže v ha / na 1 vykurovacie obdobie (Nina Horská)

výrobca	palivo	potrebné množstvo paliva v t / 1 obdobie	požadovaná vlhkosť paliva podľa normy alebo výrobcu kotla	prepočítané na prirodzenú vlhkosť pri zbere	prepočítané na potrebnú výmeru plantáže
HERZ	drevné pelety	8,54 tony	10%	14,23 tony	0,61 ha
VISSMANN	drevné pelety	8,27 tony	10%	13,78 tony	0,59 ha
ATTACK	drevné pelety	8,63 tony	10%	14,38 tony	0,62 ha
BOSTON	drevné pelety	8,63 tony	10%	14,38 tony	0,62 ha
HERZ	drev. štiepka	11,16 tony	30%	13,95 tony	0,60 ha
BENEKOV	drev. štiepka	11,16 tony	20%	15,94 tony	0,68 ha

Predpoklady:

- prirodzená vlhkosť energetickej vŕby pri žatve = cca. 50%

- predpokladaný výnos na 1 ha = cca. 70 ton / 3 roky = cca. 23,33 t / 1 rok (vykurovacie obdobie)

5 DISKUSIA

Pri zohľadnení hore uvedených aspektov spolu s výsledkami energetického a ekonomického vyhodnotenia štyroch vybraných kotolní na drevené pelety je zrejmé, že z hľadiska jednoduchej návratnosti najvýhodnejší je výrobok od rýdzo slovenského výrobcu - firmy Attack. Avšak aj v tomto prípade pri započítaní všetkých variabilných dodatočných nákladov sa ku koncu životnosti technológie dostávame do oblasti s podobnými celkovými nákladmi (nadobúdacími + prevádzkovými) ako pri nasadení plynovej kotolne na zemný plyn. Bez výraznejšej dotácie zo strany štátu, efektívnejšej cenovej politiky zo strany výrobcov ako i znižovaní cien peliet na trhu sa nedá očakávať presadenie týchto kotolní na spaľovanie peliet. Toto sa týka hlavne oblastí Slovenska, kde je zavedená plynifikácia a ďalej v zákazníckom segmente trhu, kde pri zabezpečení technických parametrov a životnosti technológie rozhodujúcu úlohu zohráva cena. Dá sa očakávať, že spolu s celospoločenskou ambíciou na presadenie OZE ako i tlakom zo strany EÚ v tejto oblasti na jednotlivých členov dôjde k nárastu aktivít výrobcov týchto kotolní s cieľom ponúknuť na trhu technicky dokonalejšie a cenovo atraktívnejšie produkty. Ďalšou cestou je zefektívniť výrobu drevených peliet a tým cez zníženie ich ceny pre konečného spotrebiteľa, zvýšiť ich atraktivitu ako paliva pre domáce kotolne. Jednou z možností je výroba drevených peliet z rýchlorastúcich drevín, napríklad z popisovaných vrbových odrôd. Na Slovensku tento spôsob produkcie peliet nemá ešte predstaviteľa, v škandinávskych krajinách a hlavne vo Švédsku je táto technológia zvládnutá a dosahuje zaujímavé výsledky.

Dôležitú úlohu pri konečnej bilancii nákladov na prevádzku peletovej kotolne zohráva cena za dopravu. Táto popri vzdialenosti dodávateľ peliet - konečný spotrebiteľ je vo výraznej miere ovplyvnená frekvenciou dopĺňania zásobníku počas vykurovacieho obdobia. Znovu je tu nepriama úmera - čím väčší zásobník a tým aj vyššie náklady na jeho zriadenie, tým menšie náklady na dopĺňanie a tým aj dopravu. Ideálne je dimenzovať veľkosť zásobníku na celé vykurovacie obdobie a plniť ho iba raz pred začiatkom tohto obdobia.

5.1 Emisné kritéria pre spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.

O emisných limitoch, technických požiadavkách a všeobecných podmienkach prevádzkovania stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia pojednáva

Vyhláška č. 356 Ministerstva poľnohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 12. augusta 2010 (Vyhláška č. 356,2010).

Všeobecné emisné limity platia len pre veľké zdroje a stredné zdroje, ak pre daný zdroj a znečisťujúcu látku nie je ustanovený špecifický emisný limit. Pod malým zdrojom znečisťovania ovzdušia sa rozumejú technologické celky obsahujúce stacionárne zariadenia na spaľovanie palív s nainštalovaným súhrnným menovitým tepelným príkonom menej ako 300 kW (Vyhláška č. 356,2010) , čo je oblasť príkonu, v ktorej sa pohybujú všetky kotolne v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.

Pre predmetné zariadenia s menovitým tepelným príkonom menším ako 0,3 MW platia pre spaľovanie biomasy nasledovné všeobecné podmienky prevádzkovania:

"V kotloch s menovitým tepelným príkonom do 0,3 MW sa môže spaľovať len čisté nekontaminované prírodné drevo mechanicky upravené podľa požiadaviek výrobcu kotla." (Vyhláška č. 356/2010, Príloha 4, čl. 1.10.1.2)

Pod biomasou používanou ako palivo sa rozumejú produkty pozostávajúce z rastlinnej hmoty alebo časti rastlinnej hmoty pochádzajúce z poľnohospodárstva alebo lesného hospodárstva, ktoré možno využiť na výrobu energie. Drevný odpad a rastlinný odpad sú tiež biomasou, ak sú uvedené v V. časti tejto vyhlášky alebo ak zodpovedajú požiadavkám technickej normy na tuhé biopalivá - STN P CEN/TS 14588 Tuhé biopalivá.

Z hore uvedeného je zrejmé, že v zmysle Vyhlášky č. 356 z 12. augusta 2010 pre malé zdroje znečisťovania ovzdušia nie sú v bežných podmienkach prevádzkovania stanovené emisné limity (Vyhláška č. 356,2010). Neprimeranému znečisteniu ovzdušia môže v podstatnej miere zabrániť dôsledné dodržiavanie pokynov a odporúčaní výrobcov kotlov - správne prikurovanie, používanie predpísaných palív a v neposlednej rade spaľovať tieto palivá tak, aby ich negatívny vplyv na životné prostredie bol minimálny. Preto je napríklad vhodné ku každému kotlu na biopalivo nainštalovať akumuláciu nádrž, ktorá umožňuje prevádzkovať kotol na optimálny výkon, navyše

zlepšuje komfort obsluhy a znižuje spotrebu paliva. Do určitej miery výnimkou sú len špeciálne peletové kotle s plynulo regulovateľným výkonom, ktoré dosahujú stále vysokú prevádzkovú efektívnosť aj pri zníženom výkone a vďaka štandardizovanému ekologickému palivu udržujú sledované emisie na minimálnych hodnotách.

5.2 Legislatívne podmienky pre realizáciu kotolne na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby rodinných domov na Slovensku.

Mnohé legislatívne opatrenia EÚ a v rámci toho i Slovenska smerujúce k obnoviteľným zdrojom energie vyplývali a nadväzovali na strategické vysoké ciele deklarované v Kyótskom protokole. Protokol z tretej celosvetovej konferencie strán Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy, konanej v japonskom Kyóte v roku 1997 zaväzuje signatárov znížiť svoje emisie skleníkových plynov v priemere o 5,2% do roku 2012 oproti skutočnosti v roku 1990. K najvyššiemu zníženiu sa zaviazala EÚ a to až o 8% (Pepich,2011).

Snaha štátov EÚ o podporu využívania obnoviteľných zdrojov energie je jasne formulovaná v tzv. Bielej knihe z 26.11.1997, v ktorej sa stanovuje dlhodobý perspektívny podiel obnoviteľných zdrojov energie z celkovej spotreby energie.

Dlhodobá koncepcia energetickej politiky Slovenska je založená na trvalom znižovaní energetickej náročnosti ekonomiky. Cieľ je formulovaný tak, aby sa jej realizáciou zabezpečila dostupnosť energie pre všetkých konečných spotrebiteľov v reálnom čase a na ekonomicky efektívnom princípe. Podiel obnoviteľných zdrojov energie na celkovej spotrebe energie v Slovenskej republike predstavuje necelé 4%, to znamená v prepočte 32,4 PJ, čo predstavuje 0,774 Mtoe, pričom podiel biomasy na celkovej spotrebe energie je asi 1%, to znamená 0,19 Mtoe (Pepich,2011).

Z celkového pohľadu na územie Slovenska je možné konštatovať, že potenciál obnoviteľných zdrojov energie je pomerne vysoký. Viac ako 45% územia tvorí poľnohospodárska pôda a 40% územia tvorí lesná pôda. Odhaduje sa, že podiel biomasy predstavuje viac ako 40% všetkých obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku (Pastorek,2004). Z charakteristiky územia je zrejmé, že sa jedná predovšetkým o poľnohospodársku a lesnícku biomasu, ktorá vzniká ako:

- druhotná surovina (odpad) pri hlavnej výrobnjej činnosti
- účelovo pestovaná biomasa

Veľkú pomoc pri vyššom využívaní obnoviteľných zdrojov energie a biomasy na energetické účely sa očakáva od účinnej informačnej kampane medzi obyvateľstvom, vysokou podporou vzdelávania a urýchlenu a účinnou podporou vedy a výskumu v danej oblasti. Celkovú produkciu biomasy bude možné v budúcnosti zvýšiť o účelovo pestovanú biomasu vo forme energetických drevín a rýchlorastúcich drevín.

Slovenská republika ako člen EÚ sa otázkou podpory obnoviteľných zdrojov energie zaoberá na národnej úrovni. V programovom vyhlásení vlády SR z roku 2006 sa uvádza, že vláda SR vytvorí podmienky pre vyššie využívanie obnoviteľných zdrojov energie, pri výrobe elektriny a tepla, ako aj využívanie biopalív v doprave. Vláda SR pripraví motivačné pravidlá pre využívanie obnoviteľných zdrojov energií a zvyšovanie energetickej efektívnosti a získavanie podpory z fondov EÚ v týchto oblastiach.

Využívaním obnoviteľných zdrojov energií sa zaoberajú hlavne energetické zákony:

- Zákon č. 656/2004 Z.z. z 26.10.2004 o energetike a o zmene niektorých zákonov (účinnosť od 1. januára 2005)
- Zákon č. 657/2004 Z.z. z 26.10.2004 o tepelnej energetike (účinnosť od 1. januára 2005)
- Zákon č. 558/2010 Z.z. z 15.12.2010, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov a ktorým sa dopĺňa zákon č. 276/2001 Z.z. o regulácii v sieťových odvetviach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (účinnosť od 1. februára 2011)
- Zákon č. 142/2010 Z.z. z 3.3.2010, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 656/2004 Z.z. o energetike a o zmene niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 276/2001 Z.z. o regulácii v sieťových odvetviach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (účinnosť od 1. mája 2010)

Do novelizovaných energetických zákonov sa vkladali pomerne veľké očakávania pri podpore OZE. Ako ukázala prax, očakávaný nárast využívania sa nedosiahol.

Cieľom súčasného dokumentu "Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v Slovenskej republike" je na základe aktuálneho vývoja vo svete a v Európskej únii vykonať inventarizáciu súčasného poznania potenciálov jednotlivých obnoviteľných zdrojov energie, prehodnotiť možnosti využitia komerčne zavedených

technológií, návrh strategických cieľov do roku 2015 a návrh opatrení na ich dosiahnutie. Pritom budú využité všetky doteraz prijaté koncepčné materiály a dokumenty z oblasti využitia obnoviteľných zdrojov energie.

Na základe hore uvedených dokumentov a praxe je možné konštatovať, že aj naďalej na Slovensku sú najväčšou zábranou rozvoja využívania biomasy na energetické účely nedokonalé legislatívne opatrenia (hlavne v oblasti motivačnej politiky) a hlavne nezájem kompetentného Ministerstva hospodárstva túto oblasť riešiť.

5.3 Možnosti využívania podporných programov a štátnych dotácií pri realizácii kotolne na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby na Slovensku.

O možnostiach využívania štátnej podpory okrem iného aj pri realizácii kotolne na spaľovanie dendromasy v podmienkach individuálnej výstavby pojednáva program Ministerstva hospodárstva SR vytvorený na základe uznesenia vlády SR č. 383/2007 k návrhu Stratégie vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v Slovenskej republike.

V plnej definícii Program vyššieho využitia biomasy a slnečnej energie v domácnostiach (SIEA, 2010) slúži k naplneniu cieľov Stratégie vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR v oblasti výroby tepla z biomasy a slnečnej energie. Program je v súlade c Výnosom č. 1/2005 Ministerstva hospodárstva SR o poskytovaní dotácií v pôsobnosti Ministerstva SR v znení neskorších predpisov.

Ďalej by sme si všímali časť Programu, týkajúcu sa dotácií poskytovaných na kotol na biomasu pre domácnosti. Pre účely tohto Programu môže byť žiadateľom dotácie na kotol na biomasu len vlastník alebo spoluvlastník rodinného domu. Poskytovateľom podpory je Ministerstvo hospodárstva SR, administrátorom Programu je Slovenská inovačná a energetická agentúra - SIEA.

Dotáciu je možné poskytnúť na kotly na biomasu, ktoré spĺňajú nasledovné technické podmienky (SIEA, 2010):

- kotol je určený na spaľovanie drevných peliet, drevných brikiet, drevných štiepok alebo kusového dreva so systémom splyňovania a nie je určený na spaľovanie alebo spoluspaľovanie fosílnych palív.

- účinnosť kotla určená priamou metódou a potvrdená pre daný typ kotla akreditovanou európskou skúšobňou je minimálne 84%
- emisné hodnoty potvrdené akreditovanou európskou skúšobňou prepočítané na normálne podmienky (tlak 101,325 kPa, teplota 0 °C a suchý plyn) a vzťažnú hodnotu kyslíka 10% nepresahujú:
 - pre oxid uhoľnatý (CO) - 1500 mg/m³
 - pre tuhé znečisťujúce látky - 100 mg/m³
- kotol s automatickým dávkovaním paliva je vybavený ochranou proti spätnému vznieteniu
- kotol so systémom splyňovania je vybavený bezpečnostným výmenníkom tepla a plynulou reguláciou spaľovania

Dotáciu je možné poskytnúť len pre nové zariadenia a maximálne raz na kotol na biomasu nainštalovaný v nehnuteľnosti s rovnakým súpisným číslom. Podmienkou pre poskytnutie dotácie je podanie písomnej žiadosti žiadateľom po ukončení inštalácie kotla na biomasu, pričom inštalácia musí byť ukončená po 20. apríli 2009. Nie je možné, aby inštalované zariadenie používal žiadateľ na podnikanie. Žiadateľ preukazuje túto skutočnosť čestným vyhlásením na formulári žiadosti. K samotnej žiadosti je potrebné priložiť nasledovné dokumenty (SIEA, 2010):

- potvrdenie príslušného daňového úradu, že neeviduje voči žiadateľovi daňové nedoplatky
- čestné vyhlásenie žiadateľa o vyrovnaní ostatných finančných vzťahov so štátnym rozpočtom
- potvrdenie Sociálnej poisťovne a príslušnej zdravotnej poisťovne, že neevidujú voči žiadateľovi žiadne nedoplatky poistného na sociálne poistenie a príspevku na starobné dôchodkové sporenie alebo nedoplatky na zdravotné poistenie po lehote splatnosti
- kópia dokladu preukazujúceho odovzdanie a uvedenie zariadenia do prevádzky
- faktúra alebo iný doklad preukazujúci nadobudnutie zariadenia
- doklad preukazujúci technické parametre zariadenia

Ďalšou prílohou k žiadosti žiadateľa, ktorým je fyzická osoba je doklad preukazujúci vlastníctvo rodinného domu alebo bytového domu alebo doklad preukazujúci správu bytového domu. Úpravou účinnou od 20. augusta 2009 potvrdenie od Sociálnej poisťovne a príslušnej zdravotnej poisťovne možno nahradiť čestným vyhlásením.

Žiadosť je potrebné podať v uzavretej obálke, ktorá je zreteľne označená heslom "Dotácia pre domácnosti", najneskôr pol roka po ukončení inštalácie osobne alebo poštou na kontaktnú adresu administrátora uvedenú v prílohe Programu. Administrátor je oprávnený vyžiadať si doplňujúce informácie pre účely posúdenia súladu inštalácie s podmienkami poskytnutia dotácie. Na poskytnutie dotácie nie je právny nárok (SIEA, 2010).

Výška dotácie na využívanie biomasy na kúpu a inštaláciu jedného kotla na biomasu v rodinnom dome je 30% z kúpnej ceny nainštalovaného kotla na biomasu. Najvyššia dotácia je 1000 euro (SIEA, 2010).

Administrátor je oprávnený do troch rokov od podania žiadosti urobiť kontrolu inštalácie na mieste. Administrátor je povinný závažné porušenie podmienok poskytnutia dotácie oznámiť poskytovateľovi podpory najneskôr do 30 dní od vykonania kontroly. Poskytovateľ podpory uplatní nárok na vrátenie dotácie v plnej výške, ak administrátor kontrolou na mieste zistí závažné porušenie podmienok poskytnutia dotácie alebo ak bude čestné vyhlásenie žiadateľa úradne spochybnené (SIEA, 2011).

6 ZÁVER

Vo všeobecnosti sa dá konštatovať, že získavanie tepla spaľovaním drevnej štiepky v oblasti individuálnej výstavby rodinných domov má veľkú perspektívu nielen z ekonomického hľadiska, kde je jednoduchá návratnosť investície, čo samozrejme individuálneho staviteľa zaujíma prioritne, ale aj z hľadiska celospoločenských potrieb, ako je napĺňanie programov presadzujúcich biomasu ako nový zdroj energie, ochrana životného prostredia a presadzovanie tzv. environmentálnej kultúry, využívanie sekundárnych a ostatných poľnohospodárskych pôd do maximálnej miery, znižovanie nezamestnanosti hlavne v oblastiach s nižšou industrializáciou a ďalšie aspekty súvisiace s hospodárskym a spoločenským životom.

Nedostatkom v oblasti kotolní na drevnú štiepku (dendromasu) na slovenskom trhu je nízke zastúpenie slovenských výrobcov, ponúkajúcich konkurencieschopné výrobky v tejto oblasti. Či už formou štátnych dotácií alebo inými nástrojmi motivačnej politiky by bolo vhodné podporiť výskum a vývoj technológií na spaľovanie drevnej štiepky v oblasti nižších výkonov. Cieľ by bol formou cenovej atraktívnosti, vysokej technickej úrovne a prevádzkovej spoľahlivosti podporiť rozvoj výroby a predaj kotolní na spaľovanie drevnej štiepky so štítkom Made in Slovakia.

7 POUŽITÁ LITERATÚRA

ANDERSON Group Co. 2011. Chesterville, Kanada: firemný katalóg BIOBALER series, model WB-55.

ATTAK s.r.o. 2011. Vrútky: Cenová ponuka - kotol Attack Pellet 30 Automatic ,apríl 2011.

BENEKOV TERM s.r.o. 2011. Horní Benešov, Česká republika: Cena kotlu S50 na drevnú štiepku. Dostupné na: www.benekov.cz, apríl 2011.

BIO SALIX Energy s.r.o. 2011. Krajné: firemné materiály a prospekty so súhlasom vedenia spoločnosti - Ing. Pavelek. Krajné, 2011.

BOSTON s.r.o. 2011. Považská Bystrica: Cenová ponuka - kotol KP 22, apríl 2011.

CENEK, Miroslav a i. 2001. *Obnoviteľné zdroje energie*. FCC PUBLIC, Praha 2001, s. 9-10. ISBN 80-901985-8-9.

EBERT, Hans-Peter. 2007. *Topení dřevem ve všech druzích kamen*. HEL, Ostrava 2007, s. 6 - 31. ISBN 978-80-86167-29-9.

GaRT s.r.o. 2009. Technický a skúšobný ústav pôdohospodársky, SKTC-106, Rovinka - kolektív autorov: Poľnohospodárska biomasa - technologické linky na jej energetické využitie, Rovinka 2009. Dostupné na: http://www.tsup.sk/files/zvs_2.pdf

HERZ s.r.o. 2011. Herz Slovensko v zastúpení Ing. Ján Gardian - projekt manažér oddelenie obnoviteľných zdrojov energie. Cenová ponuka - PELLETSTAR 30 a cenová ponuka FIREMATIC 35 BioControl, apríl 2011.

KRIŠŠÁK, Peter – JANDAČKA, Jozef – MALCHO, Milan. 2011. Legislatíva a podporné mechanizmy súvisiace s energetickým využitím biomasy v Slovenskej republike . Dostupné na: http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/leg_sr.pdf

MALATĚÁK, Jan –VACULÍK, Petr. 2008. *Biomasa pro výrobu energie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, vědecká monografie, Praha, 2008, s.11-53. ISBN 978-80-213-1810-6.

MARUTZKY, Rainer - SEEGER, Klaus. 2002. *Energie aus Holz und anderer Biomasse* DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co, Leinfelden-Echterdingen 2002, s. 64 – 79. ISBN 3-87181-347-8.

Metodické usmernenie – podrobnosti, zo dňa 15. apríla 2005, č. 952/2005-200, ktorým sa určuje postup pre tvorbu koncepcie rozvoja obcí v oblasti tepelnej energetiky
Pravidlá Programu podpory využívania biomasy – peliet. Dostupné na:
<http://www.biomasa.sk/index.php/aktuality/185-program-podpory-vyuivania-biomasy-peliet>.

MURTINGER, Karel - BERANOVSKÝ, Jiří. 2006. *Energie z biomasy* ERA group spol. s r.o., Brno 2006, s. 16 - 23. ISBN 80-7366-071-7.

PASTOREK, Zdeněk - KÁRA, Jaroslav - JEVIČ, Petr: 2004. *Biomasa - obnovitelný zdroj energie*.FCC PUBLIC, Praha 2004, s.32, 49, 68 - 101. ISBN 80-68534-06-5.

PEPICH, Štefan. 2009. Technický a skúšobný ústav pôdohospodársky, SKTC – 106, Rovinka, kap. I, VII *Agrobioenergia*, časopis Združenia pre poľnohospodársku biomasu, číslo 4/2009 A.B.E. Rovinka, 2009.

PEPICH, Štefan . 2011: *Legislatíva v oblasti biomasy v Európskej únii a v Slovenskej republike*.Technický a skúšobný ústav pôdohospodársky, Rovinka 2011.

SIEA, 2010. *Ako vybrať kotol na biomasu*. Brožúra: vydané Slovenskou inovačnou a energetickou agentúrou v rámci projektu odborného energetického poradenstva ŽIŤ ENERGIU, december 2010.

SIEA. 2010. *Kotol na biomasu v rodinnom dome v Krupine*. Brožúra: vydané Slovenskou inovačnou a energetickou agentúrou v rámci projektu odborného energetického poradenstva ŽITĚ ENERGIU, september 2010.

SIEA. 2011. *Program vyššieho využitia biomasy a slnečnej energie v domácnostiach* - program Ministerstva hospodárstva SR vytvorený na základe uznesenia vlády SR č. 383/2007 k návrhu Stratégie vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR. Brožúra. Vydané: Slovenská inovačná a energetická agentúra, 2011.

SIMANOV, Vladimír. 1995. *Energetické využívání dříví*. Nakladatelství Terrapolis, s. 17 - 19. Olomouc 1995.

SMERNICA č. 2009/28/ES o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie. Dokument s prognózou odhadovaného množstva energie z obnoviteľných zdrojov energie - Slovenská republika. Dostupné na: http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/doc/slovakia_forecast_slovakian.pdf

VIESSMANN. 2011. Viessmann, Slovensko v zastúpení Miroslav Kovačič a Marek Ivanovic: Cenová ponuka č. 7920011224 - kotol Vitoligno 300-P 11-32 kW ,apríl 2011.

Vládny návrh č. 244 z roku 2011 o poskytovaní dotácií v pôsobnosti MH Slovenskej republiky. Dostupné na: <http://www.nrsr.sk/Default.aspx?sid=zakony/cpt&ZakZborID=13&CisObdobia=5&ID=244>

Vyhláška č. 356 Ministerstva poľnohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 12. augusta 2010, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší

Zákon č. 558 Z.z. z 15. decembra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov a ktorým sa dopĺňa zákon č. 276/2001 Z.z. o

regulácii v sieťových odvetviach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Zákon č. 309 Z.z. z 19. júna 2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov