

**SLOVENSKÁ PO NOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

2136265

**HODNOTENIE NIEKTORÝCH FYZIKÁLNYCH
VLASTNOSTÍ PELIET**

2011

Bc. Andrea TMranková

**SLOVENSKÁ PO NOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**HODNOTENIE NIEKTORÝCH FYZIKÁLNYCH
VLASTNOSTÍ PELIET**

Diplomová práca

Študijný program: Po nohospodárska technika a komer né innosti
Študijný odbor: 4112800 Po nohospodárska a lesnícka technika
Koliace pracovisko: Katedra strojov a výrobných systémov
Koliite : doc. Ing. Jan Piszczalka, PhD.

Nitra 2011

Bc. Andrea Ĺanková

estné vyhlásenie

Tla ený text tejto práce je identický s textom v elektronickej podobe.

Podpísaná Andrea Tanková vyhlasujem, že som závere nú prácu na tému
šHodnotenie niektorých fyzikálnych vlastností pelietõ vypracovala samostatne
s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre d a 15. apríla 2011

Po akovanie

Touto cestou vyslovujem po akovanie môjmu –kolite ovi doc. Ing. Janovi Piszczalkovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní diplomovej práce.

Abstrakt

Cieľom predloženej diplomovej práce je oboznámenie sa s problematikou biomasy, ktorá v období miznúcich zásob fosílnych palív, umožní uje zabezpečiť energetickú bezpečnosť každého národného hospodárstva, nakoľko energia je potrebná pre každú oblasť nášho života.

Rastúca cena používaných fosílnych palív a z nich vyrábaného tepla a energie nás núti hľadať alternatívy k súčasným spôsobom získavania tepla. Jednou z alternatív je výroba energií z peliet.

Pre dosiahnutie najlepšieho využitia výhod, ktoré nám pelety ponúkajú, je dôležité sledovať ich kvalitu. V diplomovej práci sme kvalitu skúmaného materiálu určovali pomocou fyzikálnych a mechanickej vlastností, ktorých hodnoty sa menili na základe pôsobenia termostresu (výkyvu teplôt).

Nasledujúce merania potvrdili, že pôsobenie termostresu má negatívny vplyv na kvalitu peliet, pričom jeho pôsobenie zvyšovalo množstvo nevhodného vyvrveného materiálu u všetkých nami skúmaných vzoriek.

Kľúčové slová:

Biomasa, pelety, termostres, oter, kvalita

Abstract

The aim of present thesis is to get familiar with the issue of biomass. In times of dwindling supplies of fossil fuels, biomass can help to provide energy security of each national economy, because energy is needed for each area of our lives.

The increasing price of fossil fuels and heat and energy which are produced of them, forces us to look for alternatives energy sources to the current way of obtaining heat. One of the alternatives is the production of energy from the pellets.

For the best exploitation of the benefits that the pellets offer, it is important to monitor their quality. In the thesis, we analyzed quality of raw materials by means of physical-mechanical property - abrasion, whose values had changed according to effect of the termostress (temperature fluctuations).

Our measurements confirmed that the presence of the termostress has a negative impact on quality of pellets, while its effect had increased the amount of the tumbled unwanted material in all tested samples.

Key words:

Biomass, pellets, termostress, abrasion, quality

Obsah

Obsah	6
Zoznam skratiek a značiek.....	7
Úvod	8
1 Prehľad riešenej problematiky doma aj v zahraničí.....	10
1.1 Biomasa	10
1.1.1 Biomasa a poľnohospodárstvo.....	13
1.2 Zhutovanie paliva	15
1.3 Trh s peletami.....	18
1.3.1 Trh s peletami v SR.....	19
1.4 Pelety	21
1.4.1 Nedrevné pelety	23
1.5 Výroba drevných peliet	25
1.6 Normy.....	26
1.7 Vlastnosti peliet.....	31
2 Cieľ práce.....	34
3 Metodika práce a materiál.....	35
3.1 Postup pri meraní	36
4 Vlastná práca a diskusia	40
4.1 Získanie vzorky potrebného na preosievanie.....	40
4.2 Sledovanie priebehu rozpadu peliet	42
4.3 Podiel frakcií po rozpade peliet.....	44
Záver.....	46
Zoznam použitej literatúry	47

Zoznam skratiek a značiek

g	gram
ha	hektár
hod	hodina
kg	kilogram
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
mil.	milión
min	minúta
mm	milimeter
m ³	meter kubický
t	tona
AEBIOM	European Biomass Association
CO ₂	oxid uhličitý
DEVP	Der Deutsche Energieholz und Pellet - Verband
EUBIA	European Biomass Industry Association
EÚ	Európska únia
GJ	gigajoul
MJ	megajoul
MP	Ministerstvo pôdohospodárstva SR
MPa	megapascal
MfiP SR	Ministerstvo životného prostredia SR
PJ	petajoul
OZE	obnoviteľné zdroje energií
STN	slovenská technická norma
TW	tera watt

Úvod

Ľudstvo odnepamäti potrebovalo pre svoj život energiu, nakoľko bez energie niet života. Ešte pred 150 rokmi ľudia získavali väčšinu potrebnej energie z biomasy, ktorá bola v posledných desaťročiach nahradená fosílnymi palivami, ako sú ropa, plyn a uhlie. Tie sa celosvetovo aj na Slovensku stali dominantnými, pričom na spotrebu energií v našej krajine sa podieľajú 97 %. Treba si však uvedomiť, že fosílna palivá, ktoré sa v dnešnej dobe stále využívajú, nie sú nevyčerpatelné. Zároveň ich používanie výrazne ovplyvňuje kvalitu životného prostredia a zdravie ľudí.

U nás ešte stále k najlacnejším palivám patrí hnedé uhlie, ktoré ale vzhľadom na vysoké emisie oxidlivých látok vznikajúcich pri jeho spaľovaní, nie je ekologické. Za ekologické palivá možno považovať zemný plyn, ktorého zásoby sú však vyčerpatelné. V dnešnej dobe sa však viac upriamuje pozornosť na biomasu, ktorá má obnoviteľný charakter, je možné ju vyrobiť pri relatívne nízkych nákladoch a má priaznivé ekologické dopady na krajinu.

Jednou z možností ako premeniť biomasu na energiu je výroba zhutneného paliva vo forme peliet, pričom práve peletami sa budeme v predloženej diplomovej práci zaoberať.

V minulosti sa pelety používali najmä vo veľkých spaľovacích zariadeniach. Nakoľko išlo o priemyselné pelety, nebol kladený veľký dôraz na ich kvalitu. V posledných rokoch sa aj v našej krajine stretávame so zvyšujúcim sa záujmom malých spotrebiteľov a domácností o tento nový druh paliva. Jedným z dôvodov, prečo prichádza k tomuto nárastu, je aj možnosť využitia automatizovaných systémov spaľovania, ktoré spotrebiteľom ponúkajú komfort porovnateľný s používaním klasického fosílného paliva alebo plynu. Využívanie týchto automatizovaných systémov kladie vyššie nároky na kvalitu spaľovaného materiálu. Z tohto dôvodu boli v krajinách, kde je už rozvinutý trh s peletami, vytvorené normy stanovujúce niečo ako predpísané parametre. Jedným z parametrov, ktorý sa sleduje pri stanovení kvality peliet, je oter. Oter je dôležitou vlastnosťou opisujúcou kvalitu zhutnených tuhých biopalív, preto sme sa ním zaoberali aj v diplomovej práci.

Pelety sú náchylné na mechanické opotrebenie, čo vedie k produkcii jemných častíc alebo prachu počas prepravy, prekládky a skladovania. To spôsobuje nepohodlie na strane spotrebiteľa, nakoľko jemné častice môžu narušiť automatizované systémy

spa ovacích zariadení, a taktiefl môflu spôsobi poľliar alebo vyvola explóziu. Oter je definovaný ako schopnos biopaliva zotrva bez zmeny po as manipulácie, pri om sa meria ako odolnos vo i -oku a treniu.

Pri meraniach, ktoré boli predmetom diplomovej práce, sme v-etkých pä sledovaných vzoriek peliet vystavovali -oku formou termostresu (striedania teplôt) a následne treniu pomocou Frischovho vibra ného stroja, pri om sme porovnávali, i na-e vzorky dosahujú maximálnu povolenú hodnotu oteru definovanú v norme DIN plus a NORM.

1 Prehľad riešenej problematiky doma aj v zahraničí

1.1 Biomasa

Smernica EÚ 2009/28/EC definuje biomasu ako biologické časti produktov, odpadov a zvyškov biologického pôvodu z poľnohospodárstva (vrátane rastlinných a živočíšnych látok), z lesníctva a súvisiacich priemyselných odvetví vrátane rybolovu, ako aj biologicky rozložiteľných častí priemyselného a komunálneho odpadu.

Horbaj (2006) uvádza, že množstvo vyprodukovanej biomasy na Zemi za jeden rok predstavuje asi $2 \cdot 10^{14}$ kg, čo zodpovedá energetickému ekvivalentu 90 TW.rok⁻¹. Inými slovami povedané, množstvo energie v biomase je asi 7,5 krát väčšie ako celosvetová spotreba energie, pričom podotýka, že efektívne využitie biomasy má minimálny vplyv na životné prostredie.

Väčšie vo svete sa do biomasy určenej na energetické využitie vkladá nádej, že sa stane alternatívnym OZE a v budúcnosti nahradí podstatnú časť miznúcich neobnoviteľných klasických zdrojov energie (uhlia, ropných produktov, zemného plynu), podľa ajúcich sa hlavnou mierou na problémoch spájaných s globálnym otepľovaním planéty. (Maga a i., 2008)

Aj EÚ si kladie vysoké ciele v oblasti energetickej politiky, vrátane podpory biomasy ako zdroja energie. Európske spoločenstvo sa usiluje o silný nárast OZE na celkovej skladbe zdrojov energie (z približne 10 % v súčasnosti na 20 % do roku 2020). Na dosiahnutie tohto zvýšenia sa predpokladá, že energia získaná z biomasy sa do roku 2020 takmer zdvojnásobí, hoci význam biomasy v rámci OZE sa mierne zníži, ale aj napriek tomu bude biomasa stále zohrávať veľmi dôležitú úlohu v odvetví OZE. (Biomass energy Europe)

EUBIA (2009) o biomase hovorí nasledovne: biomasa je štvrtým najväčším zdrojom energie na svete po uhli, ropе a zemnom plyne a zároveň najdôležitejším OZE v súčasnej dobe, pričom pomocou transformačných procesov ako je spaľovanie, pyrolýza a splynovanie môže byť použité na výrobu rôznych foriem energie, a tým zabezpečuje energetické požiadavky spoločnosti.

Biomasa je biologický materiál vhodný na energetické využitie, ktorý sa tvorí vo vo nej prírode alebo je vyprodukovaný človekom. Je to zakonzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Tá, keď sa uvoľní ako drevo, rastliny alebo iné poľnohospodárske zvyšk, vrátane exkrementov úžitkových zvierat, dokáže vhodnou konverziou poskytnúť uvoľnené formy energie – elektrickú energiu, teplo i kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Biomasa patrí medzi najvýznamnejšie OZE a je významným energonositeľom, ktorý môže do značnej miery nahradiť fosílna palivá. Zároveň je to domáci energetický zdroj, ktorého objem produkcie paliva a aj cenu možno dostatočne presne predikovať do budúcnosti. Biomasa má taktiež nezastupiteľnú úlohu v znižovaní skleníkových plynov, z ktorých najvýznamnejší je CO₂. (Jančík et al., 2007)

Podľa Víglašského (2009) biomasa, ktorá bola historicky prvým zdrojom primárnej energie, sa dnes vracia späť do sektora energetiky. Význam energetického využitia biomasy vidí najmä v týchto jej hlavných výhodách:

- oproti fosílnym palivám má obnoviteľnú formu (praktická nevyčerpatelnosť),
- z hľadiska produkcie tzv. skleníkových plynov, predovšetkým CO₂, sa považuje za neutrálne palivo (CO₂ sa pri spaľovaní uvoľňuje, ale približne rovnaké množstvo CO₂ sa spotrebúva z atmosféry pri raste biomasy),
- má zanedbateľný alebo malý obsah síry (asi 0,01 %),
- zvyčajne nezávislosť od dovozu primárnych energetických zdrojov,
- často je odpadovou alebo zvyškovou látkou, čo je výhodné z ekonomického hľadiska (cena) a z hľadiska odpadového hospodárstva,
- pestovanie biomasy zlepšuje sociálne pomery na vidieku pri transformácii poľnohospodárstva a prispieva k ochrane životného prostredia.

Aj napriek týmto výhodám sa energetické využitie biomasy doposiaľ nerozšíriло tak, ako by bolo vhodné. Príčinou sú niektoré problémy, ktoré sa zatiaľ nevyriešili:

- cena biomasy môže často presiahnuť cenu fosílnych palív vplyvom zvýšených nákladov na spracovanie a dopravu k odberateľovi,
- spoľahlivosť dodávky biomasy, resp. biopaliva k odberateľom v sektore energetiky (napr. do kotolní alebo teplární) môže byť nižšia ako pri ostatných palivách na báze fosílnych surovín,

-
- nie je dokon ený vývoj niektorých zariadení pre spracovanie a dopravu biomasy
 - sezónnos pestovania energetických rastlín vyžaduje skladovanie biomasy (fytomasy) v pomerne ve kom rozsahu, pokia sa neskladuje na mieste výskytu.

Pl-ko (2009) tiež hovorí o výhodách biomasy, pri om kon-tatuje, že biomasa je vhodnou náhradou fosílnych palív a jej význam e-že narastá v dôsledku znifovania ich rezervy. Jej chemické zloženie z nej robí neporovnate ne ekologickej-šie palivo, ako sú uhlie i ropa a spa ovanie tohto zdroja energie je z h adiska skleníkových plynov neutrálne. V porovnaní s uhlím a ropou má niŕ-í obsah popola, ktorý navy-je neobsahuje toxické látky. Pl-ko (2009) v biomase vidí výhodné palivo sú asnosti aj budúcnosti.

Maga a kol. (2008) medzi ur ité nevýhody vyuffívania biomasy zara uje:

- náklady na dopravu/logistiku,
- potreba skladovania z dôvodu sezónnosti pestovania,
- potreba zabezpe enia dlhodobospo ahlivej dodávky biomasy.

Z týchto nevýhod najvä -ie obavy plynú z dlhodorej spo ahlivosti dodávok.

Môfleme poveda , že sa neustále zvy-uje význam elektrární na biomasu pri pokrývaní spotreby elektrickej energie, pri om tieto elektrárne môflu vyrovnáva silne kolísajúcu disponibilitu výkonu veterných a fotovoltaických elektrární. Rovnako z biomasa naberá na význame aj pri výrobe tepla. Preto bude i v budúcnosti jedným najzaujímavej-ích OZE. Biomasa má v priemyselne vyspelých krajinách potenciál zauja dvoj percentuálny podiel na výrobe a zásobovaní energiami. (Quaschnig, 2008).

Napriek tomu Víglaský (2009) uvádza, že energetika na báze obnovite ných nosí ov energie sa musí zamera na dlhodobé aspekty a globálne rie-enia. Dlhodobým cie om pre výskum a vývoj energetického vyuffívania biomasy je v prvom rade zabezpe i jej konkurencieschopnos s fosílnymi palivami ó bez subvencií a za otvorených podmienok porovnávaní úplných výrobných nákladov.

Je fliaduce, aby zvy-ovanie podielu biomasy na zabezpe ení ro nej spotreby energie v EÚ bolo v súlade s aktuálnymi smernicami a dlhodobou koncepciou, i stratégiou Komisie EÚ v horizonte rokov 2020, resp. 2030 ó 2050.

Rozličné –túdie poukázali na reálnos týchto cie ov, ak sa budú aplikova správne politické opatrenia a odborné rozhodnutia ó exaktne posudzované pod a miestnych klimatických podmienok a technológií. Súbežne je nevyhnutné, aby sa postupné zvy-ovanie energetického podielu biomasy v ro nej bilancii realizovalo výhradne environmentálnym a ekonomicky udrflate nými postupmi.

1.1.1 Biomasa a po nohospodárstvo

Vzh adom na zna nú nadprodukciiu po nohospodárskych výrobkov v Európe a USA, existuje snaha pouffi pôdu na iné ako po nohospodárske ú ely. Do úvahy prichádza hlavne produkcia biomasy ur enej na výrobu ekologicky iste j energie. (Bédi, 1996)

Po nohospodárstvo a potravinárstvo sú nielen významnými producentmi potravín, ale zároveň produkujú aj suroviny, ktoré sú ale j spracovávané. Po nohospodárstvo sa stáva dôleflitým producentom OZE a práve pre Slovensko, ktoré je odkázané na dovoz energetických surovín, môflu ma OZE strategický význam. (MP SR, 2008)

Do po nohospodárskej biomasy ur enej na energetické vyuuffitie sa vkladajú nádeje, fle postupne nahradí as miznúcich, neobnovite ných klasických zdrojov energie. Je to najmä preto, fle ako organická hmota rastlinného pôvodu získavaná na báze fotosyntézy, je zo v-etkých foriem obnovite ných zdrojov energie (slnko, voda, vietor,...) minimálne závislá na zmene poveternostných podmienok, striedaní sa ro ných období a je naj ah-ie skladovate ná. (Tóo-, 2007)

Ako uvádza epanová (2009), po nohospodárstvo v posledných rokoch nadobúda významné postavenie nielen v produkcii surovín pre potravinársky priemysel, ale aj ako producent OZE. Biomasa v podobe drevných, i po nohospodárskych odpadov a –peciálne pestovaných energetických rastlín predstavuje vo svetovej i na-ej primárnej energetike perspektívny zdroj energie. Zároveň dodáva, fle na území SR je 707,0 tis. ha (34 %) v sú asnosti evidovaných po nohospodárskych pôd ako sekundárna pôda, pri om túto pôdu je mo flné vy leni na alternatívne po nohospodárske vyuuffitie bioenergií. Po nohospodárska pôda o rozlohe 369 088 ha, o predstavuje asi 15 % v sú asnosti evidovaných po nohospodárskych pôd Slovenska, by mala by

prednostne využívaná na alternatívne po nohospodárske využitie, na pestovanie energetických plodín a rôzne nebiologické účely. Biomasa Štepanová (2009) považuje za veľkú perspektívu pri výrobe tepla pre vykurovanie najmä v centrálnych vykurovacích systémoch vo forme drevných peliet, štiepok, slamy a v domácnostiach vo forme palivového dreva, peliet a briekiet.

Biomasa považuje za najperspektívnejšiu OZE aj Zachara (2009). Jej podiel je asi 42 % zo všetkých OZE na Slovensku. Po nohospodársku biomasa definuje ako všetku biomasa, ktorá sa vyprodukuje pri hospodárskej činnosti na po nohospodárskej pôde, v prvovýrobe a pri spracovaní pôdy. Pepich (2009) dodáva, že po nohospodárska biomasa ako zdroj energie je rovnomerne rozmiestnený po celom území SR, čo má veľký význam z hľadiska jej regionálneho využitia. Po nohospodársku biomasa je možné spracovávať rôznymi spôsobmi. Jednotlivé druhy po nohospodárskej biomasy, či už rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, sa dajú využiť pri výrobe energie tromi základnými formami:

- spaľovanie,
- výroba kvapalných biopalív,
- výroba bioplynu.

AEBIOM (2008) upozorňuje, že využitie biomasy je limitované predovšetkým dostupnosťou pôdy. Platí všeobecné pravidlo, že v EÚ sa pre zabezpečenie potravinových potrieb jedného obyvateľa vyžaduje 0,16 ha. Celková rozloha ornej pôdy v Európe je 108,75 mil. ha, pričom má poskytnúť potraviny pre 489,4 mil. obyvateľov. Z toho vyplýva, že k dispozícii zostáva 30 mil. ha napr. na pestovanie energetických plodín.

Podľa Zacharda (2009) je v slovenskom po nohospodárstve teoreticky možné vyrobiť také množstvo energie, ktoré takmer päťnásobne prevyšuje spotrebu energie v po nohospodárstve bez toho, aby sme negatívne ovplyvnili požiadavky živočíšnej výroby na podštiepanie a kyslíkové alebo výživové pôdy. Celkový energetický potenciál biomasy z rezortu pôdohospodárstva predstavuje hodnotu 120 až 160 PJ, čo je 15 až 20 % celkovej spotreby energie SR.

Z uvedeného potenciálu po nohospodárskej biomasy sa v súčasnosti nevyužíva ani 1 %. Aby sa táto situácia zmenila, je potrebné urobiť opatrenia nielen v oblasti legislatívy a ekonomiky, ale aj v oblasti technickej. Z po nohospodárskej biomasy vhodnej na energetické účely pripadá najväčší podiel na slamu, či už obilnú, kukuričnú

alebo repkových, nakoľko z dôvodu výrazného poklesu objemu flivovej výroby za posledných 10 rokov sa znížila aj spotreba slamy pre krmenie a podstielanie. (Maga, 2008)

Aj podľa Kiselého a Horbaja (2007) sa využívanie biomasy javí ako najperspektívnejšia možnosť obnoviteľných zdrojov pre energetické účely, nakoľko Slovensko ako krajina je pomerne dobre zalesnená, teda môžeme povedať, že máme ohromný potenciál v tejto oblasti. Horbaj (2006) alej uvádza, že SR má veľké rezervy vo využívaní biomasy v komunálnej energetike, domácnostiach, priemysle a poľnohospodárstve oproti vyspelým krajinám (Rakúsko, Nemecko, Dánsko a iné). Napriek tomu, podľa Gondu a kol. (2009) biomasa na Slovensku predstavuje v poradí tretí najvyužívanější OZE. Poľnohospodárska biomasa so svojim energetickým potenciálom môže zabezpečiť asi 15 % potreby v-etickej energie Slovenska. Existujú predpoklady, že celá potreba energie v poľnohospodárstve by mohla byť pokrytá energiou z obnoviteľných zdrojov.

V Smernici EÚ 2009/28/EC sa uvádza, že členské štáty by mali vypracovať národné akčné plány pre energiu z OZE a uvedomiť si, že existujú rôzne spôsoby využitia biomasy, a preto je dôležité zmobilizovať jej nové zdroje využitia. Zároveň je potrebné sledovať dopady pestovania biomasy, ako sú zmeny vo využití pôdy vrátane nepriamych zmien zavádzania invazívnych nepôvodných druhov a ich vplyvov na biologickú rozmanitosť a produkciu potravín a miestnu prosperitu.

1.2 Zhutovanie paliva

V poslednom období sa čoraz viac stretávame s požiadavkou na aglomerovanie palivových surovín hlavne v oblasti OZE na báze biomasy, ktoré sú v prirodzenej, resp. pomletej alebo podrvenenej forme nevhodné na praktické použitie. V súvislosti s tým sa hľadajú rôzne spôsoby ich úpravy do aglomerovanej formy, ktorá zlepšuje ich aplikatívne vlastnosti. Odstraňujú sa tak ich negatívne vlastnosti, upravujú sa do inej, pre ľahšie spracovanie vhodnejšej alebo komerčne atraktívnej formy, ktorá sa nazýva granulát, aglomerát, peleta alebo briketa. (Peciar, Fekete, Gufela, 2009)

Jednou z možností ako efektívne energeticky zhodnotí tuhý odpad, je jeho dezintegrácia, úprava na požadovanú vlhkosť, homogenizácia a nakoniec zhutnenie. Medzi známe technológie zhutňovania materiálov môžeme zaradiť briketovanie, peletovanie a kompakťovanie. Rozdiel medzi uvedenými technológiami je vo veľkosti a tvare výlisok a v procese vzniku výlisok. Hustota energonosí a limituje komfort pri preprave a minimalizuje náklady na dopravu a skladovanie. Produkt zhutnenia výlisok je potom možný ako materiálový, tak aj energeticky zhodnotiť. Takto upravené palivo má neobmedzenú stabilitu bez biodegradovateľných procesov. (MfiP SR, 2010)

Podľa EUBIA (2009) medzi problémy spojené s vyuffňovaním biomasy (pilín, štiepky alebo poľnohospodárskych zvyškov) v nespracovanom stave možno zaradiť najmä veľký objem suroviny, čo má za následok vysoké náklady na dopravu a vyžaduje veľké skladovacie kapacity a vysoký obsah vlhkosti. Okrem toho, kolísanie vlhkosti môže sťažiť optimálnu prevádzku zariadení a riadenie ich procesov. Veľké tieto problémy môžu byť prekonané zhusťovaním, ktoré spočíva v kompresii materiálu, čím dodáva materiálu jednotnejšie vlastnosti.

Medzi hlavné výhody zhutnených palív v porovnaní s nezhutnenými patria nasledovné:

- Zvýšenie objemovej hmotnosti (80 až 150 kg.m⁻³ pre slamu alebo 600 až 700 kg.m⁻³ pre piliny), čo vedie k zníženiu nákladov na dopravu, skladovanie znižuje objem a sťažiu manipuláciu.
- Nižší obsah vody (vlhkosť < 10 %) uprednostňuje dlhé zachovanie a menšie straty tovaru počas obdobia skladovania.
- Zvýšená hustota energie a viac homogénne zloženie, čo vedie k lepšej možnosti regulácie spaľovania a tým aj vyššej energetickej účinnosti pri spaľovaní.

Zhutnené výrobky možno nájsť vo forme brikiet alebo peliet. Výhrevnosť, vlhkosť a chemické vlastnosti sú zhruba rovnaké, ale pri peletách je vyššia hustota a pevnosť. Hlavnou nevýhodou sú relatívne vysoké energetické náklady peletovacieho procesu, čo zvyšuje cenu konečného produktu.

Podľa Tótho-a (2009) je výroba ušachtilých biopalív vhodnou cestou ako energeticky efektívne zhodnotiť biomasu a ďalší energetický odpad. V 21. storočí musí ušachtilé biopalivo okrem energetických, environmentálnych a ekonomických kritérií spájať aj kritérium vysokého komfortu a bezpečnosti pri jeho spaľovaní. Moderný energonosí musí mať rovnomernú veľkosť, frakcie, hustotu, vlhkosť a vhodný tvar.

Technológiami transformujúcimi biomasu do biopalív s požadovanými vlastnosťami sú technológie zhutovania. K známym technológiám zhutovania materiálov môžeme zaradiť briketovanie, peletovanie a kompaktovanie. Na Slovensku sa tieto technológie ešte stále málo vyvíjajú, ich úspech a rozšírenie bude závisieť aj od výskumných aktivít v tejto oblasti.

Zavedenie peletovania je spojené s výššími investíciami podnikateľa a do technológie, ale aj konečného používateľa a paliva. Na efektívne využitie peliet potrebuje konečný spotrebiteľ špeciálne spašovací zariadenie.

Ako uvádza Sedláček (2007), z hľadiska energetickej bilancie predstavujú tuhé fytopalivá (balíky, brikety, pelety, atď.) najväčšiu energetickú úroveň využitia biomasy, čo znamená, že energetické vstupy do produkcie a spracovania biomasy sú podstatne nižšie ako obsah disponibilnej energie vo výslednej produkcii.

Spracovanie tvarovaných palív je nová technológia doposiaľ v poľnohospodárstve nepoužívaná. Ide o spracovanie biomasy do tvarovaných palív vo forme peliet, brikiet alebo granúl. Pri výrobe peliet je potrebné biomasu spracovať na frakcie o rozmeroch max. 3 až 5 mm. Peletovacie stroje sú rôznej konštrukcie i výkonností od 10 až 20 kg.h⁻¹ až po 10 t.h⁻¹. (Pepich, 2009)

Pri lisovaní rôznych druhov materiálov pracujeme s rôznymi parametrami (tlak, teplota a iné). Je rozdiel, keď sa lisuje drevný odpad a rozdiel, keď sa lisuje napr. slama. Samozrejme taktiež nie je jedno, či sa lisuje tvrdé alebo mäkké drevo. Pri rôznych druhoch materiálov a rôznych podmienkach na vstupe dostávame na výstupe rôzne vlastnosti výliskov (výhrevnosť, obsah vody, popolnosť). Každý druh lisovaného materiálu má svoju špecifickú hustotu, rozdielnu od ostatných. Vyššia merná hustota vstupného materiálu predpokladá lepšie zhutnenie výsledného výlisku. Ďalšie ovplyvňujúce faktory zhutovaného materiálu sú rôzne nečistoty, prach, kôra, ktoré negatívne ovplyvňujú najmä pevnosť výlisku. Dôležitá je aj výhrevnosť zhutovaného materiálu, pretože čím vyššia je výhrevnosť vstupnej frakcie, tým vyššia je výhrevnosť zhutneného výlisku.

Na základe výskumu Krifšana a Matúša (2009), pevnosť výlisku vplýva na trvanlivosť výliskov, pretože s nárastom pevnosti klesá náchylnosť na nasávanie atmosférickej vlhkosti pri dlhšom skladovaní. Pevnosť výlisku je vyššia pri zhutovaní, kde pôsobia vyššie tlaky a rastie až do medze pevnosti zhutovaného materiálu.

ím vy—ia je lisovacia teplota, tým men—í lisovací tlak je nutné použiť na zlisovanie výliskov normou udávanej kvality. Tlak a teplota idú v procese zhutovania bok po boku, ak zvý—íme ve kos tlaku môžeme si dovoli mierne znížiť teplotu, a naopak, ak zvý—íme teplotu môžeme znížiť tlak. (Kriflan, Matúš, 2009)

Spoločným znakom technológií briketovania a peletovania je lisovanie materiálu pri veľmi vysokom tlaku a teplote. Na rozdiel od kompaktovania sa pri peletovaní a briketovaní takmer vôbec nepoužíva spojivo. Pri tlaku 80 až 150 MPa a teplote asi 120° C sa z biomasy uvoľňuje z bunkových štruktúr materiálu lignín. Tento pri dostatočne štydrfľiš zlisovaného materiálu v stlačenej stave so sú asným pomalým ochladením, pôsobí ako spojivo. Výsledným produktom sú výlisky rôznych tvarov a rozmerov. Norma DIN 51731 zaraďuje výlisky z dreveného odpadu do piatich rozmerových skupín bez presného definovania, kedy je výsledný produkt briketa alebo peleta. Vo všeobecnosti môžeme klasifikovať biopalivá do priemeru 25 mm ako pelety. Keďže je charakteristický rozmer väčší ako táto hodnota, považujeme biopalivá za brikety. (Tóš, 2006)

1.3 Trh s peletami

Za posledné desaťročie sa objavili dva hlavné faktory, ktoré pôsobili ako hnacia sila trhu s peletami. Prvým bol nárast cien fosílnych palív a ich cenová nestabilita a druhým zvýšená pozornosť venovaná vplyvom používania fosílnych palív na životné prostredie. Existujú aj iné faktory, ktoré podporujú produkciu peliet, napr. výroba sa môže uskutočňovať lokálne z miestnej biomasy a drevených materiálov, pričom výroba a distribúcia peliet môže zabezpečiť cenovo dostupné palivo a vytvorenie pracovných miest. (Scott, 2009)

Pelety z biomasy majú potenciál významne prispieť k niekoľkým cieľom Európskej energetickej politiky, ako je bezpečnosť dodávky energií a zníženie emisií CO₂. V súčasnosti sú na európskych trhoch palivové pelety na vzostupe v dôsledku zvyšujúcich sa cien fosílnych palív a tiež zvyšujúceho sa záujmu o životné prostredie. Hlavnou prekážkou pre rozšírenie trhu s peletami je nedostatok informácií, čo má vplyv na veľkých účastníkov trhu. (www.pelletatlas.info)

Európsky trh s peletami je v za iatkoch, hoci celosvetovo patrí k najvýznamnejším trhom. Vyznačuje sa dynamickým rastom, pričom sa očakáva aj výrazný nárast dopytu. Napriek tomu je v rámci EÚ stále potrebné riešiť zásadné otázky ako sú kvalita výrobkov (či uhlí peliet alebo zariadení na ich spaľovanie), kvalita služieb (aj na rozvinutých trhoch stále chýbajú odborníci so skúsenosťami) a nedostatok povedomie spotrebiteľov, ale aj tvorcov zákonov v mnohých členských krajinách EÚ. (Wild, 2008)

Predpoklady pre rast trhu s peletami vidí Wild (2008) v implementácii nových technológií spracovania, odstránení problémov pri manipulácii a zároveň zlacnení dopravy, zlepšení logistickej infraštruktúry a rozšírení spektra spracovávaných surovín.

Dufner (2007) uvádza, že kým obchod s drevnými peletami celosvetovo stále rastie, jednotlivé národné trhy sa vyvíjajú rozdielne. Nemecko, Dánsko, Rakúsko a Taliansko patria k najväčším trhom v rámci EÚ. Internacionalizácia trhu s peletami má pozitívny vplyv na tvorbu pridanej hodnoty.

1.3.1 Trh s peletami v SR

Wach a Bastian (2009) opisujú trh s peletami v SR takto:

K rozšíreniu trhu s peletami v SR prišlo v roku 2006, kedy predajné ceny peliet vyváňaných hlavne do Talianska a Rakúska, boli veľmi vysoké. Do roku 2006 sa výrobou peliet zaoberali len nadšenci so záujmom o výrobu peliet, ale v roku 2006 zaznamenala SR expanziu výroby peliet, nako ko podnikatelia očakávali trvale vysoké ceny peliet. Ale v roku 2007 ceny výrazne poklesli a v druhej polovici roka nieko ko výrobní bolo dočasne alebo trvale uzavretých. Výroba peliet postupne začala ofíivovať v roku 2008 vďaka dobrej príležitosti exportu, napr. do poľských elektrární.

Energetický potenciál biomasy SR je vysoký a teoreticky môže pokryť 15 % ročnej spotreby energie, ktorá je 800 PJ. Napriek tomuto vysokému potenciálu je v SR vyrobených len 117 000 t peliet ročne, pričom iba 15 % z tohto objemu sa spotrebováva na domácom trhu. Vzhľadom na vysoký surovinový potenciál sa odhaduje, že by bolo možné vyrobiť 1 milión t peliet za rok. Predpokladá sa, že približne rovnaké množstvo peliet sa dá za rok vyrobiť z poľnohospodárskych zvyškov.

Situácia na trhu sa mení veľmi rýchlo a je zřejmé, že sa bude meniť aj v blízkej budúcnosti, nako ko krajina je chudobná na domáce energetické zdroje avšak má

k dispozícii bohaté zdroje biomasy. V budúcnosti bude podstatná časť produkcie a domáca spotreba zostane, pretože neexistujú žiadne strategické plány pre vývoj domáceho dopytu.

Hlavné prekážky pre rast trhu s peletami v SR:

- nedostatok informácií a povedomia u konečných užívateľov (náklady, prínosy technológií)
- nedostatok komplexných a spoľahlivých informácií a praktických skúseností,
- vysoké investičné náklady,
- nedostatok kvalifikovaných odborníkov na propagáciu a podporu biomasy,
- inštalácia a zabezpečenie spoľahlivej prevádzky nových zariadení;
- nejednotná a nepružná národná politika obnoviteľných zdrojov,
- absencia stabilných dlhodobých mechanizmov financovania podpory OZE.

Mošková (2006) za hlavné prekážky rozšírenia technológií zhutovania v SR definuje:

- malá ochota štátu finančne podporiť formou dotácií, resp. daňových úľav budovanie nových technológií zhutovania, ako aj rozšírenie podielu biopalív na celkovej energetickej spotrebe,
- neexistuje vnútorný trh so zúžitým biopalivom. Nie je vytvorená logistika dopravy, distribúcie a predaja peliet,
- technológie sú investične nákladné pri relatívne dlhej dobe návratnosti 6-10 rokov,
- znižujúce sa množstvo biomasy neúmerne zvyšuje cenu peliet. Pri materiálovom zhodnotení drevných pilín sa dosahuje vyššia miera zisku ako pri energetickom zhodnotení.

Brikety a pelety vyrobené na Slovensku i v zahraničí sa na domácom trhu predávajú len v minimálnom objeme a viac ako 90 % vyrobenej produkcie sa exportuje. Faktom je, že prvý vrchol záujmu majú tieto energonositeľné uhlá za sebou. Budovanie siete producentov biopalív je v posledných dvoch rokoch dynamickejšie ako je budovanie siete spotrebiteľov týchto palív. V dôsledku prudko sa zvyšujúceho po

nových producentov sa na jednej strane neúmerne zvyšuje cena za klasickú surovinu o pilinu a súčasne vznikol prebytok týchto biopalív na trhu. To ale zas vedie k poklesu ceny tuhých uhoľných biopalív na trhu.

1.4 Pelety

Drevené pelety môžeme považovať za relatívne nový druh paliva, pretože v porovnaní s inými dnes používanými palivami, boli predstavené ako alternatívne palivo v 70-tych rokoch 20. storočia v Severnej Amerike, pričom hlavným údelom bolo prispieť k riešeniu energetickej krízy. Na začiatku boli používané hlavne na priemyselné účely. (WD pellet.com, 2011)

Pelety sú palivo z obnoviteľných zdrojov, ktoré umožňujú cenovo stabilné vykurovanie domácností. Ide o produkt vyrobený z obnoviteľných surovín o zvyšajúcich sa ajne recyklovaného dreveného odpadu. Inak povedané, palivo z peliet je spôsob, ako premeniť milióny ton odpadu na energiu. (Pellet fuel institute, 2011)

Existuje množstvo výhod, ktoré sa dajú dosiahnuť používaním peliet ako paliva, vrátane výhod ekonomických a ekologických. Pelety ako palivo môžu byť využívané rôznym spôsobom, od vykurovania domácností až po veľké kotolne. Priamy tepelný prevod peliet má účinnosť približne 80 %. Náklady na distribúciu peliet sú nižšie ako náklady na distribúciu uhoľných palív. (Pellet fuel institute, 2011)

Podľa Ciolkosza (2009) pelety z biomasy sú všeobecne lepšie palivo v porovnaní so surovinami, z ktorých sa vyrábajú. Nielenže poskytujú väčšiu energetickú hustotu, ale aj ľahšiu manipuláciu a umožňujú použitie automatizovaných systémov napájania. Tieto výhody, keď sa kombinujú trvalo udržateľné a ekologické vlastnosti paliva, z nich robia atraktívne palivo budúcnosti.

Štandardný tvar pelety je valcovitý s priemerom 6-8 mm a dĺžka väčšinou nepresahuje 38 mm. Vysoko kvalitné pelety sú suché, tvrdé a trvanlivé a pri ich spaľovaní zostáva malé množstvo popola. Podľa Pellet Fuel Institute, špičkové pelety (najčastejšie sa vyskytujú na trhu), musia mať popola menej než 1 percento, pričom štandardné pelety môžu mať aj viac ako 2 percentá popola.

Ako uvádza Moise (2006) pelety sú vysoko komprimované výlisky výhradne valcovitého tvaru. Výnimkou výhodou peliet v porovnaní s briketami je palivový

drevom je, ale majú niektoré vlastnosti vo ne sypaných materiálov. čo umožní uje úplnú automatizáciu paliva v procese spa ovania aj v malých kotloch. Pelety majú vysokú homogenitu, horia ustálených plame om 10-20 minút. V porovnaní so –tiepkou majú zaru enú nízku relatívnu vlhkos (< 12 %), pri om nízka hodnota vlhkosti má priaznivý vplyv aj na flivotnos samotných kotlov. Medzi nevýhody môžeme zaradi ich nižiu mernú hmotnos a vysoký pomer povrchu k objemu. V dôsledku tohto pomeru horí peleta v porovnaní s briketou podstatne krat–iu dobu. Vysoký pomer povrchu k objemu má sú asne nepriaznivý vplyv na flivotnos otvorov lisovacích matric.

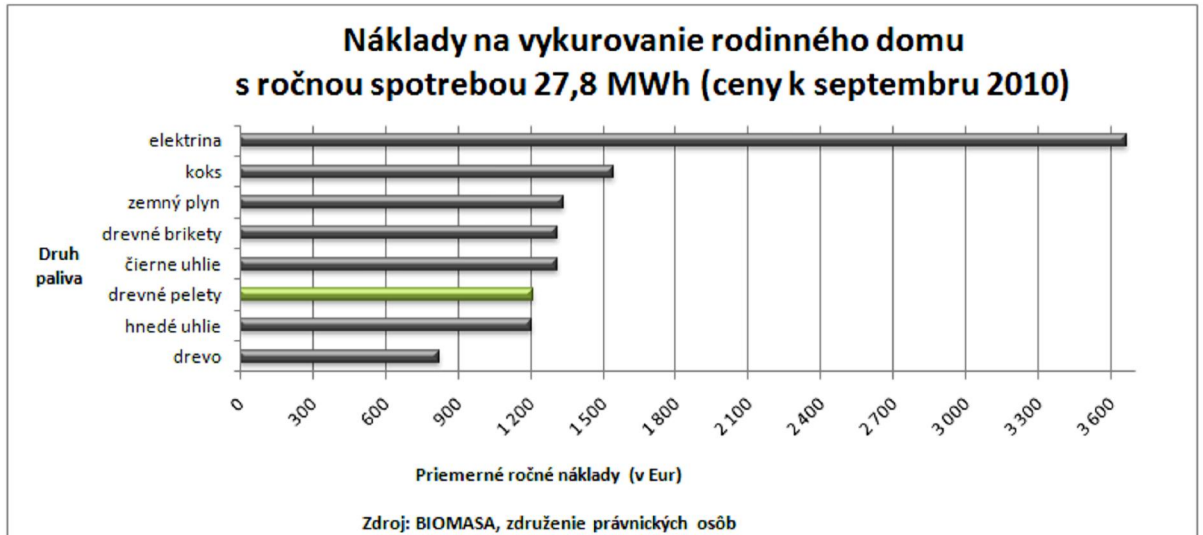
Dôvod, pre o by sme mali nahradi pelety so drevo je aj ten, ale stromy rastú pomaly, pri om pelety môžeme by prakticky vyrobené z akejkoľvek biomasy, napr. slamy, trávy, energetických plodín, ale aj z papiera, odpadov z dvorov, at . Napríklad vypestovanie konope pre ú ely spracovania biomasy trvá od vysiatia po zber tri mesiace a pelety vyrobené z konope majú podobné spa ovacie vlastnosti ako drevné pelety.

Peleta je palivo isto rastlinného pôvodu s množstvom priaznivých vlastností a parametrov. Podoba granule je dosiahnutá vysokotlakovým lisovaním drevného odpadu pri teplote, pri ktorej sa lignín plastifikuje a nadobúda funkciu spojiva udrľujúceho peletu v príslu–nom tvare. Okrem toho lignín chráni pelety proti prijímaniu vlhkosti pri uskladnení. Niekedy sa na výrobu peliet používa slama, repková slama. Medzi základné parametre tohto fytopaliva patria nízka popolnatos , nízky obsah vody. Výhrevnos peliet sa pohybuje okolo 18 MJ.kg^{-1} a ich pevnos významne ovplyv uje obsah drevného prachu. (Pejzl, 2008)

Výhody peliet pri spa ovaní v porovnaní s neupraveným drevným odpadom môžeme zhrnú do nasledujúcich bodov:

- vy–ia energetická ú innos
- vysoká výhrevnos (afl do 19 GJ.t^{-1})
- nízky obsah popola (do 1 %)
- nízky obsah vody (okolo 10 %)
- redukcia objemu - nízke nároky na skladovacie priestory (okolo 650 kg.m^{-3})
- bezobsľufná plnoautomatická prevádzka a regulácia
- nízka produkcia emisií pri spa ovaní

- plnohodnotná náhrada za iné druhy paliva
- obnoviteľný zdroj energie na vykurovanie
- prijateľná cena na jednotku vyrobeného tepla (www.biomasa.sk)



Obr. 1

Porovnanie nákladov na vykurovanie rodinného domu

Prepočítanie nákladov na vykurovanie peletami:

- 1 kg peliet obsahuje približne 4,8 kWh energie
- 1 m³ oleja zodpovedá približne 2,1 t peliet
- 2,1 t peliet zodpovedajú približne 8-10 m³ kusového dreva

Prechodom z vykurovania olejom alebo plynom na pelety ušetrí rodinný dom z pravidla až 35 %.

1.4.1 Nedrevné pelety

Pelety pre využitie v kotloch na vykurovanie sú vyrobené z drevnej hmoty. Práve pre takéto pelety boli spracované aj existujúce normy. Je to spôsobené zrejme tým, že drevo sa používalo odjakživa ako palivo a drewná peleta je len iná forma, tak ako je tomu pri drevenom uhlí resp. uhlí samotnom. Biomasa však nie je len drevo, je to veľa druhov rastlín, ktoré sa dajú s výhodou použiť ako energetický zdroj. (Mikuláš, 2008)

Vysoké náklady na drewnú surovinu a energiu môžu spôsobiť viacerým producentom peliet vážne problémy. Preto sa teraz viac musia orientovať aj na nové surovinové zdroje. Jedným z nich by mohla byť biomasu z rýchlorastúcich drevín alebo perspektívne sa javí aj využitie fytomasy, ktorá pri vysokej hektárovej úrode nevyžaduje špeciálnu techniku, ani náklady na jej sušenie. Optimálnym riešením je lisovaná fytomasu, ktorá je odpadovým produktom pestovanej kultúry, napríklad slama z obilnín. (Tóth, 2006)

Drewné pelety sú najrozšírenejším typom peliet využívaných ako palivo predovšetkým v malých zariadeniach na spaovanie s výkonom do 200 kW. Ale stále viac sa hovorí o tzv. rastlinných peletách, teda o peletách vyrobených z nedrewnej rastlinnej biomasy, či už z rôzneho poľnohospodárskeho odpadu alebo cielene pestovaných plodín. Tieto boli doposiaľ spaované hlavne vo veľkých spaovacích zariadeniach, ale nedostatkom surovín na výrobu drewných peliet sa o rastlinných peletách stále viac hovorí ako o alternatívnom palive pre malé spaovacie zariadenia. Peletizácia je vlastne jedinou možnosťou, ako rastlinné palivo spracovať na individuálne vykurovanie v malých objektoch. (Lyka, 2011)

Slamené pelety patria medzi tuhé palivá. Slamené pelety majú ako palivo nízky obsah vody, veľmi nízky obsah prchavých horľavín a okolo 18 % popola. Nakoľko slamené pelety sú lisované z obilnej slamy, čiže z istej fytomasy, spaliny vystupujúce z procesu spaovania neobsahujú oxidy síry, ktoré sú nebezpečné pre životné prostredie. Slamené pelety majú vďaka lisovaniu pri vysokom tlaku a teplote výhrevnosť porovnateľnú s hnedým uhlím. Táto vlhkosť je priamo závislá na kvalite slamy a jej vlhkosti, prašnosti, dĺžke uskladnenia a pod.. Slamené pelety sú tak kvalitné ako je kvalitná slama, z ktorej sa vyrábajú.

Slamené pelety všeobecne patria do rozvíjajúcej sa vednej disciplíny fytoenergetiky. Tento odbor hrá dôležitú rolu v súčasnej koncepcii OZE a javia sa ako najperspektívnejšie z hľadiska budúcich zásob energie. (www.slamenepelety.eu)

Niektorí odborníci považujú slamené pelety za ideálne záhradné palivo. Slama na poli je lacný zdroj a energetické obilniny dávajú v porovnaní so vstupmi vysoký energetický zisk energie. Z hľadiska energetického obsahu je možné využiť takmer všetky druhy kultúrnych rastlín, ale v praxi je zatiaľ využívaných len niekoľko druhov. Dôležitým je predovšetkým úroda, náklady na pestovanie, úpravu produktu, dopravu hotových palív k spotrebiteľovi. Výhoda nedrewných peliet má nízky bod mäknutia,

tavenia popola (obilná slama) alebo produkciu emisií okolo 5 % (skoro v-etky). To sú nepriaznivé vlastnosti, ktoré pelety z dreva nemajú. Jedinou možnosťou, ako týmto vlastnostiam predísť, je vytvoriť z energetických plodín a prídavných látok komponentov zmes určitého pomeru, ktorá bude v-etky nevýhody znížiť na minimum.(Janíček, 2007)

V poslednej dobe sa stále častejšie stretávame s pojmom priemyselná peleta. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že priemyselná peleta je peleta, ktorá svojimi tvarom a fyzikálnymi vlastnosťami zodpovedá normou stanoveným hodnotám, ale chemickým zložením minimálne v jednom parametri nespĺňa normou stanovené podmienky. S touto vlastnosťou sa stretávame predovšetkým u nedrevných peletiek alebo u peletiek s vysokým obsahom kôry. Priemyselná peleta je určená na spaľovanie v kotloch –peciálne upravených a nie je vhodná na spaľovanie v bežných kotloch nízkych výkonov, pretože ohrozuje ich životnosť a funkčnosť.

Priemyselné pelety sú určené na priemyselné spaľovanie, kde zlepšujú podmienky spaľovania a znižujú obsah škodlivých látok pri spaľovaní menej kvalitných palív, prípadne pri spaľovaní odpadu. Výroba priemyselných peletiek umožní spracovanie biomasy nevhodnej na výrobu kvalitných peletiek a tak využijú aj túto zložitú zakonzervovanú slnečnú energiu na úkor fosílnych palív.

1.5 Výroba drevných peliet

Fiidek (2006) opisuje postup výroby peliet v nasledovných krokoch:

1. triedenie

Triedenie sa začína vyseparovaním väčších kusov kôry a dreva z pilín, taktiež sa odstránia prísady ako kovy, kamene, plasty a pod.

2. sušenie

Veľmi dôležitým faktorom vplývajúcim na kvalitu pelety je vlhkosť hmoty, preto pred samotnou peletizáciou je potrebné, aby vlhkosť suroviny dosahovala 12-14%. Keďže piliny pri dodávke majú vlhkosť vyšiu ako 50 %, sušenie je nákladný proces. Pri sušení sa 40-50 % hmotnosti vstupnej suroviny premení na vodnú paru, na čo je potrebné značné množstvo energie.

3. rozomletie

V prípade, keď vstupným materiálom sú hrubšie kusy dreva, je potrebné ich rozomletie na kladivkovom mlyne.

4. peletizácia

Proces peletizácie sa uskutočňuje na peletizačnom lisu. Teplota pri peletizovaní je viac ako 100 °C. Na matrici je mnoho otvorov, ktorých priemer zodpovedá priemeru peliet.

5. chladenie

Chladenie peliet je dôležité z dôvodu zachovania kvalitatívnych parametrov peliet.

6. uskladnenie

Pre dlhodobé udržanie kvality peliet je veľmi dôležité dobré skladovanie. Skladovanie by malo prebiehať v suchu, ideálne na skladovanie sú uzatvorené sklady, pretože aj vo vlhkých obdobiach bránia zbytočnému nasávaní vzdušnej vlhkosti. Pelety nemôžu navlhnúť alebo podlieť vodou, lebo sa rozpadnú.

Pokiaľ sú pelety zabalené v predpísaných obaloch a nie sú vystavené extrémnym vplyvom, dokážu bez straty kvality vydržať bez zmeny aj 3 roky.

1.6 Normy

V dobách, keď sa s peletami ešte začínalo, sa často vyskytovali problémy s ich kvalitou. Pelety, pri ktorých neboli dodržané požadované rozmery, sa v dopravných zariadeniach zasekávali. Pokiaľ neboli dostatočne zlisované mohli sa predčasne rozpadnúť a upchať dopravné zariadenie. Preto sa začalo dbať na to, aby sa pelety vyrábali podľa normy. (Quaschnig, 2008)

Standardizácia trhov s peletami sa zameriava na odstránenie obchodných bariér, uplatnenie zjednocovania pojmov, postupov a produktov na národnej a medzinárodnej úrovni. Zavedenie štandardov zvyšuje ekonomickosť, kompatibilitu, zlepšuje podmienky pre užívateľov, bezpečnosť pri používaní a zároveň sa zlepšuje výmena produktov a služieb, pričom kvalita sa stáva ústrednou témou pre celý rozvoj trhu s peletami.

Význam štandardov kvality sa ukázal za dôležitý v posledných rokoch v Nemecku a Rakúsku, kde zavedenie noriem a certifikačných systémov pre pelety pôsobilo ako stimulujúci faktor dynamického rozvoja trhov s peletami pre domové vykurovanie.

Prípravuje sa súbor európskych noriem týkajúcich sa tuhých biopalív, čo je pozitívnym krokom k zjednoteniu európskeho trhu a môže prispieť k zlepšeniu vývoja trhu s peletami v celej Európe. Avšak, normy samy o sebe nestačia. Hlavnou je aj certifikácia a kontrola výrobkov a celého dodávateľského reťazca. Existujúce vnútroštátne a medzinárodné certifikačné systémy, ako sú DIN plus prispeli k zvýšeniu kvality a získaniu dôvery spotrebiteľov, avšak majú určité nevýhody, nakoľko žiadny z nich nepokrýva celý dodávateľský reťazec. Preto nemecká asociácia pre pelety spolu s ďalšími partnermi v súhrnnej spolupráci vyvíja nové európske normy a certifikačný systém. (Heigl - Pichler, 2009)

Tab. 1

Porovnanie európskych noriem pre pelety (Tösch, 2006)

	DIN 51 731 Nemecko	Ö-Norm M 7135 Rakúsko	DIN plus Nemecko	SS 18 71 20 Švédsko
Priemer v mm	4 - 10	4 - 10	Nie je určený	< 25
Diľka v mm	< 50	< 5 x d	< 5 x d	< 5 x d
Hustota v kg.dm ⁻³	> 1,0 - 1,4	> 1,12	< 1,12	Nie je určená
Relax. vlhkosť v %	< 12	< 10	< 10	< 10
Sypaná hustota v kg.dm ⁻³	Nie je určená	Nie je určená	Nie je určená	< 500
Oter v %	Nie je určený	< 2,3	< 2,3	Nie je určený
Obsah popola v %	< 1,5	< 0,5	< 0,5	< 1,5
Výhrevnosť MJ.kg ⁻¹	17,5 - 19,5	> 18	> 18	> 16,9
Obsah síry v %	< 0,08	< 0,04	< 0,04	< 0,08
Obsah dusíka v %	< 0,3	< 0,3	< 0,3	Nie je určený
Obsah chlóru v %	< 0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,03
Obsah arzénu v mg.kg ⁻¹	< 0,8	Nie je určený	< 0,8	Nie je určený
Obsah olova v mg.kg ⁻¹	< 10	Nie je určený	< 10	Nie je určený
Obsah kadmia v mg.kg ⁻¹	< 8	Nie je určený	< 0,5	Nie je určený
Obsah chrómu v mg.kg ⁻¹	< 5	Nie je určený	< 8	Nie je určený
Obsah medi v mg.kg ⁻¹	< 0,05	Nie je určený	< 5	Nie je určený
Obsah striebra v mg.kg ⁻¹	< 100	Nie je určený	< 0,05	Nie je určený
Obsah zinku v mg.kg ⁻¹	< 100	Nie je určený	< 100	Nie je určený
Aditíva v %	nepovoľuje	< 2	< 2	druh a množstvo musí byť uvedené

Jednotlivé normy sa odlišujú predovšetkým surovinou na výrobu peliet, parametrami peliet a skúšanými postupmi. Nemecké normy DIN 51731, DIN plus a rakúska norma ÖNORM M7135 sa zaoberá iba kvalitou drevných peliet a kôrových peliet.

Norma DIN Plus povoľuje použitie spojív, avšak iba na biologickej báze. Sem zaraďujeme chemicky nemodifikované produkty z poľnohospodárskej a lesnej biomasy (napr. kukuričná múka, kukuričný škrob a ražná múka). Tieto môžu byť použité so základným materiálom pre výrobu drevných peliet pre uľahčenie priebehu lisovania a tiež zlepšenie energetickej bilancie a zvýšenie odolnosti voči oteru. (Križan, Matúš, 2009)

Norma STN EN 14961-1 Tuhé biopalivá. Špecifikácie a triedy palív je najkomplexnejšia a môžeme v nej nájsť špecifikáciu pre rastlinné, kôrové a iné druhy peliet. Cieľom tejto európskej normy je poskytnutie jednoznačných a jasných princípov klasifikácie tuhých biopalív. Súčasne má slúžiť ako nástroj umožňujúci efektívne obchodovanie s biopalivami tak, aby bola možná dobrá komunikácia medzi predávajúcimi a kupujúcimi, ako aj s výrobcami zariadení, a tiež na uľahčenie postupov pri vydávaní úradných povolení a správ. Táto európska norma je vypracovaná pre všetky skupiny používateľov a určuje triedy kvality a špecifikácie tuhých biopalív. Norma pokrýva tuhé biopalivá pochádzajúce z týchto zdrojov:

- produkty z poľnohospodárstva a lesníctva;
- rastlinné odpady z poľnohospodárstva a lesníctva;
- rastlinné odpady z drevospracujúceho priemyslu;
- drevený odpad, s výnimkou dreveného odpadu, ktorý môže obsahovať halogénové organické zlúčeniny alebo ťažké kovy ako dôsledok používania ochranných prostriedkov na drevo alebo náterových látok, a ktorý obsahuje najmä taký drevený odpad, ktorý pochádza zo stavebných činností a demolácií;
- vláknité rastlinné odpady z výroby prvej celulózy a z výroby papiera z celulózy, ak sa používajú na mieste výroby a vyrobené teplo sa zhodnocuje;
- korkové odpady.

Tuhé biopalivá sa v norme špecifikujú podľa:

a) pôvodu a zdroja

b) hlavných foriem obchodovania a vlastností.

Klasifikačný systém vychádza z týchto hlavných skupín pôvodu tuhých biopalív:

- drevená biomasa o zo stromov, kríkov

- bylinná biomasa o rastliny, ktoré nemajú drevnatú stonku a ktoré odumierajú na konci vegetačného obdobia

- ovocná biomasa o semená a časti rastlín obsahujúce semená

- definované a nedefinované zmesi biomasy

Norma nezahŕňa drevo z demolácií.

Tuhé biopalivá sa predávajú v mnohých rozličných ve kostiach a formách. Ve kosť a forma vplývajú na manipuláciu s palivom, ako aj na jeho spaľovacie vlastnosti. Biopalivá sa môžu dodávať napríklad v týchto formách: celé stromy, drevené čapky, drvené palivo, poľnové/palivové drevo, kôra, zväzky, palivový prášok, piliny, hobliny, brikety, pelety, balíky, posekaná slama alebo posekané energetické tráviny, zrna, kôstky z ovocia, výlisky z vlákien.

Biopalivá sa v tabuľkách alej špecifikujú normatívnymi a informatívnymi vlastnosťami. Medzi normatívne vlastnosti patria napr. rozmery, obsah vlhkosti a popola, hustota častíc, sytná hmotnosť, prísady, mechanická odolnosť, výhrevnosť, obsah síry, dusíka a chlóru atď. Informatívne sa môžu uvádzať napríklad správanie sa popola pri tavení.

V procese prípravy sú aj časti súboru EN 14961 a to:

časť 2: Drevené pelety na nepriemyselné použitie

časť 3: Drevené brikety na nepriemyselné použitie

časť 4: Drevené čapky na nepriemyselné použitie

časť 5: Palivové drevo na nepriemyselné použitie

časť 6: Nedrevené pelety na nepriemyselné použitie (palivo určené pre nepriemyselné menšie zariadenia o domácnosti, malé komerčné a verejné budovy, pričom hornou hranicou by mal byť výkon 500 kW)

V týchto normách na výrobok výraz šnepriemyselnô pouflitie znamená pouflitie v men-ích zariadeniach napríklad v domácnostiach a malých obchodných a verejných budovách.

S novou normou EÚ EN14961ô2 sa v roku 2010 zvý-ili poffiadavky na kvalitu peliet. Pelety musia sp a e-te prísnej-ie kritériá ako boli tie, ktoré sa doteraz pouffivali v národných normách. Stanovuje nielen kvalitu pri výrobe pelietm, ale zabezpe uje aj kontrolu obchodu a logistiky.

Tab. 1

Poffiadavky na pelety pod a normy EN 14961-2 (zdroj: DEVP)

Parameter	Jednotka	ENplus-A1	ENplus-A2
Priemer	mm	6 (± 1) alebo 8 (± 1) ²⁾	6 (± 1) alebo 8 (± 1) ²⁾
D flka	mm	Ö3,15 L Ö40 ³⁾	Ö3,15 L Ö40 ³⁾
Objemová hmotnos	Kg.m ⁻³	× 600	× 600
Výhrevnos	MJ.kg ⁻¹	16,5 ÖQ Ö19	16,3 ÖQ Ö19
Obsah vody	hm .-%	Ö10	Ö10
Jemné frakcie (<3,15 mm)	hm .-%	Ö1	Ö1
Mechanická pevnos (oter)	hm .-%	× 97,5 ⁴⁾	× 97,5 ⁴⁾
Obsah popola	hm .-%	Ö0,7	Ö1,5
Tavenie popola	(DT) ° C	× 1200	× 1100
Obsah chlôru	hm .-%	Ö0,02	Ö0,02
Obsah síry	hm .-%	Ö0,03	Ö0,03
Obsah dusíka	hm .-%	Ö0,3	Ö0,5
Obsahu medi	mg. kg ^{-1 1)}	Ö10	Ö10
Obsah chrômu	mg. kg ^{-1 1)}	Ö10	Ö10
Obsah Arzénu	mg. kg ^{-1 1)}	Ö1	Ö1
Obsah kadmia	mg. kg ^{-1 1)}	Ö0,5	Ö0,5
Obsah ortuti	mg. kg ^{-1 1)}	Ö0,1	Ö0,1
Obsah olova	mg. kg ^{-1 1)}	Ö10	Ö10
Obsah niklu	mg. kg ^{-1 1)}	Ö10	Ö10
Obsah zinku	mg. kg ^{-1 1)}	Ö100	Ö100

¹⁾ v bezvodom stave

²⁾ priemer musí by stanovený

³⁾ maximálne 1% peliet môfle by dlh-ia ako 40 mm, max d flka 45 mm

⁴⁾ Meranie pre Lignotester (vnútorná kontrola) je limit × 97,7 hm .-%

1.7 Vlastnosti peliet

Mikuláš, J. (2008) považuje za dôležité parametre pri hodnotení kvality peliet nasledovné:

Farba pelety, je zvyčajne prvý dojem, ktorý potenciálny odberateľ vníma. V niektorých krajinách je medzi odberateľmi farba veľmi dôležitá, pretože pelety tmavej farby sú pokladané, za menej hodnotné a preto nie sú hľadané. Tento postoj vyplýva z toho, že tmavé pelety sú najčastejšie vyrobené z materiálu s veľkým obsahom kôry. Kôra drevnej hmoty je v kontakte s okolitým prostredím, pričom jej štruktúra je značne pórovitá a tak prirodzene zachytáva z okolia nie len chemické látky, ale aj mikro iastočky pevných materiálov. Na základe uvedeného môžeme predpokladať a prax to aj potvrdzuje, že tmavé peletky obsahujú viac nefiadaucich zložiek, ktoré zhoršujú ich kvalitu.

Tmavé sfarbenie peletiek môže spôsobiť nie len obsah kôry, ale aj technologický proces výroby peliet. Keď je proces výroby sprevádzaný vysokou teplotou a pomalým postupom pretláčania, zvyčajne aj peleta bez kôry je tmavšia. Ak je peleta ako celok tmavšia, bez výrazných tmavých kvŕn, nejedná sa o peletku z obsahom kôry.

Tvar peletiek a hlavne ich povrch je ďalší z významných parametrov, ktoré hovoria o kvalite. Lesklý a hlavne kompaktný povrch nasvedčuje, že sa jedná o kvalitnú peletu. Pokiaľ je povrch peletky matový a fľakatý, môže to naznačovať nehomogénny proces peletovania a tým aj nerovnomernosť spaľovania v peci.

Pri posudzovaní tvaru peletiek sú dôležité tiež vonkajšie rozmery. Maximálny pomer priemeru k dĺžke je dôležitý preto, aby bola zabezpečená priechodnosť transportných ciest. Obzvlášť pokiaľ transportné cesty sú zostavené z mechanických závitových dopravníkov. Neprimerane dlhé peletky by mohli spôsobovať blokovanie posunu, a tým aj poruchy transportných ciest.

Tvrdosť peliet obyčajne súvisí s kvalitou procesu peletovania. V zásade tvrdšie pelety sú kvalitnejšie. Prítom takéto pelety sa vyznačujú aj väčšou mernou hmotnosťou a teda aj väčšou objemovou výhrevnosťou. Tvrdosť je tiež možné jednoducho preveriť vložením peliet do pohára vody. Keď sa peletky ponorené do vody rozpadnú skôr ako za 5 min, ide o veľmi nízku kvalitu peletiek. Pri rozpade do 15 min sú to stredne kvalitné peletky a nad 20 min. sú kvalitné.

Oter je dôležitým parametrom praktického posúdenia kvality peliet. Norma predpisuje jeho hodnoty, ako aj spôsob jeho určenia. Pre praktické posúdenie však je dôležité zhodnotiť obsah drevných drvin v dodávke peletiek. Ak norma predpisuje hodnotu drte max. 2,3 %, potom toto predstavuje pri sypnej hmotnosti 650 kg na m³ 14,95 kg drte v jednom m³. Vyššie hodnoty predstavujú maximum, takže reálne by objem drvin mal byť podstatne menší. Platí, čím je drvin menej, tým kvalitnejšie sú pelety z hľadiska ich stálosti a tieň odolnosti proti atmosférickej vlhkosti. Na druhej strane drevný prach v zmesi so vzduchom je výbušným prostredím, čo by mohlo byť pri neprimeranej koncentrácii nebezpečné pre prevádzku. Preto je oter jeden z veľmi dôležitých parametrov kvality peliet.

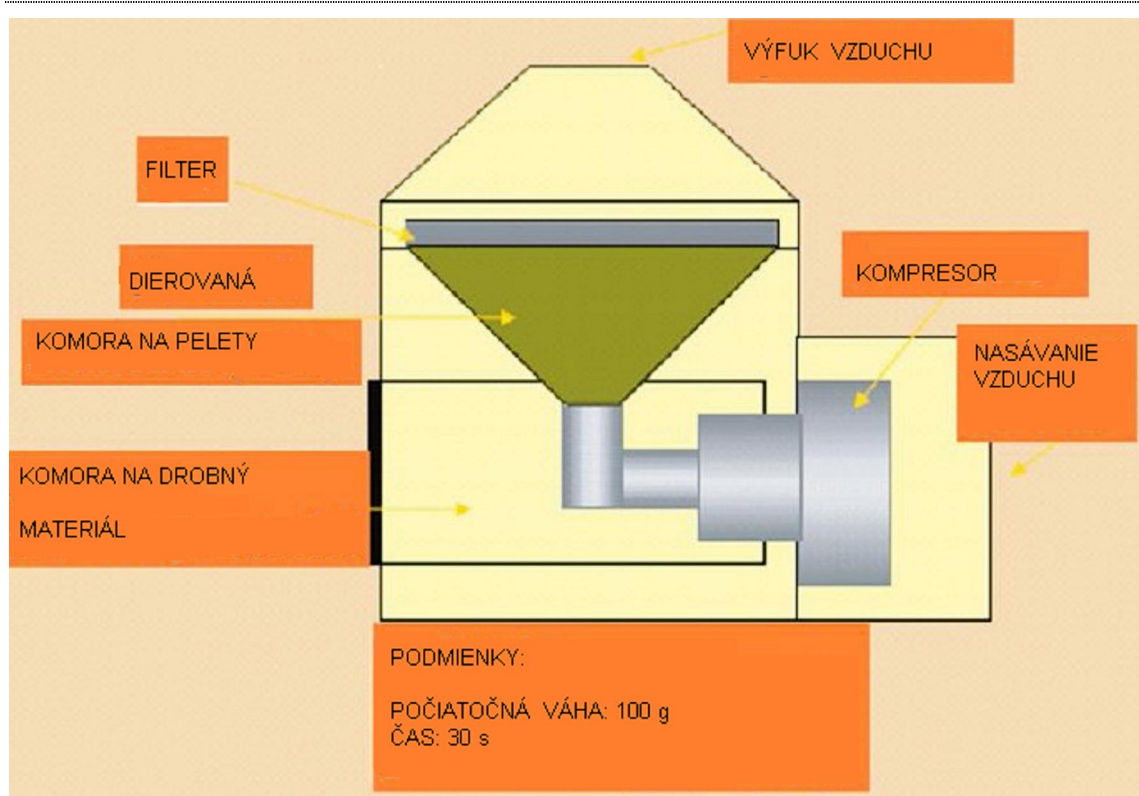
Z hľadiska fyzikálno-mechanického procesu každej peleta, ktorá spĺňa rozmery podľa normy, sa dostane cez zásobníky a podáva sa do spaľovacej komory. Jediný parameter, ktorý môže negatívne ovplyvniť tento proces, je oter. Ak by sa oter zvýšil nad úroveň, ktorú povoľuje norma, dochádzalo by k problémom v transporte peletiek a následne k poruchám na dopravníkoch. Zvýšené množstvo oteru by tiež mohlo spôsobiť zvýšené nebezpečenstvo vytvorenia výbušného prostredia pri transporte, resp. v zásobníku peletiek.

Oter sa bežne stanovuje len pre pelety, t.j. pre najmenšiu rozmerovú skupinu DIN 51731 a NORM M 7135. To súvisí s požiadavkou zamedziť vznik prachových astíc v procese automatizovanej dopravy takéhoto paliva, prípadne zamedzeniu výbuchu prachových astíc. Stanovenie tohto ukazovateľa a kvality peliet je jednoduché a rýchle.

Postup pri stanovení oteru peliet podľa NORM M 7135 :

Pelety sa musia skúšať zbavené prachových astíc. Pred skúškou sa preto preoseje z peliet jemný podiel (pomocou ručného sita s okami 3,15 mm podľa ISO 3310-1). Navážia sa 100g ± 0,5g peliet, ktoré sa vložia na 60 sekúnd do prístroja, tzv. Ligno Tester, kde sú pri tlaku 70 mbar omieľané v prúde vzduchu.

Nakoniec sú pelety opäť odváňené a vypočíta sa oter. Z výsledkov piatich skúšok vypočítame aritmetický priemer. Prachový filter sa vymie a po každom troch testoch.



Obr. 2

Schéma prístroja Ligno-Tester puflívaného na testovanie peliet (Zdroj: Biom.cz)

Výpočet oteru:

$$AR = \frac{m_E - m_A}{m_E} \cdot 100 \quad ;\%$$

kde AR – oter ; %,

m_E – hmotnosť peliet pred skúškou; kg,

m_A – hmotnosť peliet po skúške, kg.

Akceptovaná odchýlka aritmetického priemeru od hraničnej hodnoty je 0,2 %.

Maximálna dovolená hodnota oteru je podľa normy NORM M 7135 $AR_{\max}=2,3$ %.

(Poľnohospodárska biomasa)

2 Cie práce

Cie om diplomovej práce bolo zhodnoti niektoré fyzikálne vlastnosti peliet zhotovených z biomasy, najmä zistenie vplyvu pôsobenia výkyvov teplôt ó pôsobenia termostresu na kvalitu peliet, ktorú sme hodnotili na základe fyzikálno ó mechanickej vlastnosti oteru.

Diplomová práca pozostáva z dvoch astí:

- teoretickej asti,
- vlastnej práce.

Teoretická as je zameraná predovšetkým na problematiku biomasy ako OZE a peliet. Teoretické vedomosti, ktoré som poučila pri tvorbe vlastnej práce sú poznatky, ktoré som získala preštudovaním citovanej literatúry.

Vlastná práca sa zaoberá vyhodnotením výsledkov experimentálnych meraní konkrétnych vzoriek peliet vyrobených z biomasy.

3 Metodika práce a materiál

Objektom diplomovej práce je biomasa vo forme peliet, pričom práca sa zameriava na experimentálne merania peliet, konkrétne znížovania kvality peliet na základe jednej z hlavných fyzikálno-mechanických vlastností peliet – ich oteru.

Metodický postup, ktorý bol zvolený pre naplnenie cieľa, je nasledovný:

1. zhromaždenie a naštudovanie domácej i zahraničnej literatúry a získanie podkladov
2. zosumarizovanie poznatkov z naštudovanej literatúry,
3. zaobstaranie materiálu potrebného na experimentálne meranie,
4. uskutočnenie experimentálnych meraní v laboratóriu biomasy,
5. vyhodnotenie údajov meraní,
6. formulácia záverov a odporúčaní.

Okrem všeobecných vedeckých metód, ako sú syntéza, analýza, dedukcia a komparácia, sa pri tvorbe diplomovej práce použili matematicko–štatistické metódy. Pre zlepšenie prehľadnosti sa vybrané kľúčové údaje zobrazili pomocou tabuliek a grafov.

3.1 Postup pri meraní

Pred samotným začiatkom meraní bolo potrebné si zaobstarať niečo ko rôznych druhov peliet, na ktorých prebiehali experimentálne merania.

Merania prebiehali na piatich vzorkách peliet, pričom štyri vzorky pochádzali od výrobcov vyrábajúcich pelety pod patentom firmy Ekover, ktorá sa zameriava na vývoj, výrobu a predaj ekologického paliva, pričom vstupnými surovinami na výrobu peliet sú rastlinné odpady, seno, slama a cielene pestované obilniny a olejniný. Jedna vzorka peliet pochádzala z obchodnej siete a išlo o pelety vyrobené z dreveného materiálu.

Vzorky peliet:

Vzorka 1

- vyrobená z rafnej a slnečnicovej slamy (ich vzájomný podiel nebol určený)
- priemer 8,8 mm

Vzorka 2

- vyrobená z rafnej a slnečnicovej slamy v roku 2007
- vzorka bola po dobu 3 rokov uskladnená vo vreci v nevykurovanej miestnosti
- priemer 8,8 mm

Vzorka 3

- vyrobená z tých istých smrekových pilín bez prítomnosti kôry
- priemer 6,2 mm

Vzorka 4

- vyrobená z pšeničnej a repkovej slamy (ich vzájomný podiel nebol určený)
- priemer 13,2 mm

Vzorka 5

- vyrobená z rafnej a slnečnicovej slamy
- priemer 12,6 mm.

Pred meraním bolo v-etských pä vzoriek vystavovaných termostresu.

Termostres znamenal, že každá zo vzoriek pobudla 24 hodín v mrazni ke pri teplote $\pm 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a následne 24 hodín pri izbovej teplote $+ 22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplota bola meraná izbovým teplomerom. Rozpätie teplôt (amplitúda) bolo: $+ 22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm (\pm 18\text{ }^{\circ}\text{C}) = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo znamená, že po každom cykle, ktorý trval 48 hodín, boli vzorky vystavené teplotnému stresu s amplitúdou až $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Na začiatku bola odobratá vzorka z každého druhu peliet, ktorú označíme ako vzorku 0. Táto vzorka nebola vystavovaná termostresu vôbec. Dva kilogramy suroviny z každého druhu peliet boli vložené do kartónových krabíc rovnakej veľkosti a vyrobených z rovnakého materiálu a tie boli následne vystavované termostresu.

Krabice so surovinou boli na 24 hodín vložené do mrazničky, kde bola teplota $\pm 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a po 24 hodinách boli vybrané z mrazničky a umiestnené v miestnosti s izbovou teplotou $+ 22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po ďalších 24 hodinách sa celý cyklus opakoval.

Periódou merania bola pravidelná a trvala 2 týždne, pričom posledné meranie sa uskutočnilo po 98 dňoch, keď sa vyskytlo 49 cyklov. Jednotlivé periódou meraní trvali nasledovný počet dní:

- | | | | | |
|-------------|------|--------|------|--------------------------------------|
| 1. periódou | | 14 dní | | začiatok 1. periódou dňa 14.10.2010 |
| 2. periódou | | 28 dní | | |
| | : | | | |
| 7. periódou | | 98 dní | | ukončenie 7. periódou dňa 20.01.2011 |

Po uplynutí periódou bola odobratá vzorka z každého druhu peliet a následne bola prenesená do Laboratória biomasy na Technickej fakulte v Nitre, kde prebiehali samotné experimentálne merania. Po celom výskume sa uskutočnilo osem experimentálnych meraní s tromi opakovaniami.

Postup pri meraní bol nasledovný:

- príprava vzoriek peliet,
- príprava Frischovho preosievacieho stroja,
- príprava laboratórnych váh,
- váženie a preosievanie,
- zaznamenanie nameraných hodnôt do pripravených tabuliek.

Jednotlivé vzorky peliet boli preosievané pomocou Frischovho vibra ného stroja na sitách so -tvorcovými otvormi o rozmeroch 5 mm, 4 mm, 3,5 mm, 2 mm, 1 mm a 0,5 mm po dobu 1 minúty na 4 stupni vibrácií.

Každá vzorka pred preosievaním najskôr zväŕnená pomocou laboratórnych váh. Obsah vody v peletách pred meraním nebol sledovaný. Av-ak v-etky vzorky boli jeden týfde rozložené v laboratóriu biomasy, pri om podobné, ale v tomto pokuse nesledované materiály, mali obsah vody približne 9 %.



Obr. 2

Frischov vibra ný stroj

Po uplynutí jednej minúty preosievania bol pomocou laboratórnych váh zväŕnený vymrvený materiál, ktorý zostal zachytený na jednotlivých sitách a materiál, ktorý prepadol na dno.

Následne bola vzorka za poufítia rovnakého postupu preosievaná po as doby 5 minút.



Obr. 3

Sitá so zachyteným materiálom po preosiatí pomocou Frischovho vibračného stroja



Obr. 4

Váŕenie vymrveného materiálu pomocou laboratórnych váh

4 Vlastná práca a diskusia

Vlastnú práca pozostáva z vyhodnocovania výsledkov experimentálnych meraní, kde som graficky znázornila priebeh rozpadu peliet vplyvom termostresu pre jednotlivé vzorky. V diskusii sú uvedené odporúania, ktorými by bolo potrebné sa zaoberať v budúcnosti pri meraniach oteru peliet.

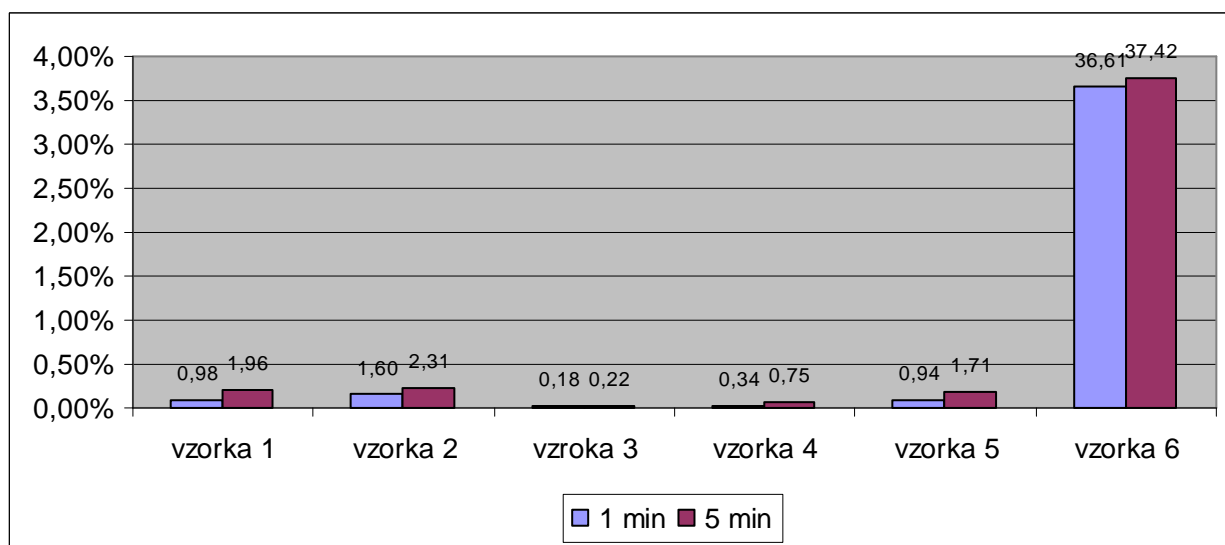
4.1 Získanie času potrebného na preosievanie

Vzorky peliet sa preosievali po dobu jednej minúty a piatich minút, pričom sa sledoval prepad frakcií sitom so štvorcovými otvormi s veľkosťou 3,15 mm.

Tab. 3

Vplyv času preosievania na množstvo oteru v %

čas preosievania	vzorka číslo					
	1	2	3	4	5	6
1 min	0,98	1,6	0,18	0,34	0,94	36,61
5 min	1,96	2,31	0,22	0,75	1,71	37,42



Obr.5

Vplyv času preosievania na množstvo oteru v %

Meranie peliet sme vykonávali po jednej minúte a po piatej minúte preosievania cez sitá pomocou Frischovho vibračného stroja. Vzhľadom na malý rozdiel zistený medzi meraniami po jednej minúte a po piatich minútach sa dá konštatovať, že meranie po 5 minútach preosievania nie je potrebné vykonávať.

Z tab. 3 a statického grafu na obr. 5 vyplýva, že čas preosievania peliet na vibračných sitách nemá rozhodujúci vplyv na množstvo vymrveného materiálu. Po piatich minútach preosievania prepadlo iba nepatrne viac biomasy než po jednej minúte preosievania na vibračných sitách. Z uvedeného vyplýva, že pre zisovanie kvality peliet pomocou vibračných sít, postačí preosievanie po aspoň jednej minúte. Alej v práci uvádzame aj iba výsledky experimentu získané po aspoň jednominútovom preosievaní na vibračných sitách.

Napriek tomu, že na určovanie oteru podľa normy NORM a DIN plus sa používa prístroj Ligno-tester, nami použitého vibračného stroja, ktorý bežne slúži na preosievanie pôdnych vzoriek, vyhovuje požiadavkám na sledovanie oteru peliet.

Vzhľadom na to, že najviac astíc sa počas preosievania uvoľnilo na sitách s väčšími otvormi a na sitách s menšími otvormi len malé množstvo, odporúčame v budúcnosti testy vykonávať len na sitách s otvormi veľkosti 3,15 mm a viac.

Merania materiálu sa nevykonávali na sitách s kruhovými otvormi, ale na sitách so štvorcovými otvormi, ktoré umožňujú triedenie podľa hrúbky a šírky, pričom kruhové sitá umožňujú triedenie len podľa šírky. Sledovanie dĺžky astíc je irelevantné.

V budúcnosti sa treba zaoberať otázkou, o koľko musia byť otvory sít väčšie ako rozmery peliet.

4.2 Sledovanie priebehu rozpadu peliet

Narastajúce množstvo oteru vplyvom termostresu pre v-etských 5 vzoriek peliet z biomasy je znázornené v tab. 4 a graficky v obr. 6.

Tab. 4

Priebeh rozpadu peliet vplyvom termostresu na jednotlivé druhy biomasy

Vzorka	Rozpad vplyvom termostresu v %							
	stav 0, bez termostresu	perióda						
		1	2	3	4	5	6	7
Vzorka 1	0	0,46	0,63	4,30	8,54	12,06	17,84	20,18
Vzorka 2	0	0,57	9,07	10,24	14,30	18,32	20,19	24,63
Vzorka 3	0	0,07	0,13	0,02	2,60	1,56	2,95	2,11
Vzorka 4	0	0,34	0,14	0,15	6,86	4,04	5,78	8,84
Vzorka 5	0	0,01	0,95	2,53	1,00	14,96	18,13	22,92

Z tab. 4 a z obrázku 6 vyplýva, že najtrvanlivejšia vzorka je vzorka 3, ktorá je vyrobená z dreveného materiálu z istých smrekových pilín bez prímies kôry. Slovenský výrobca na obale uvádza, že ním vyrábané pelety spĺňajú parametre normy DIN plus, resp. normy ENplus-A1, ktorá udáva množstvo povoleného oteru 2,3 %.

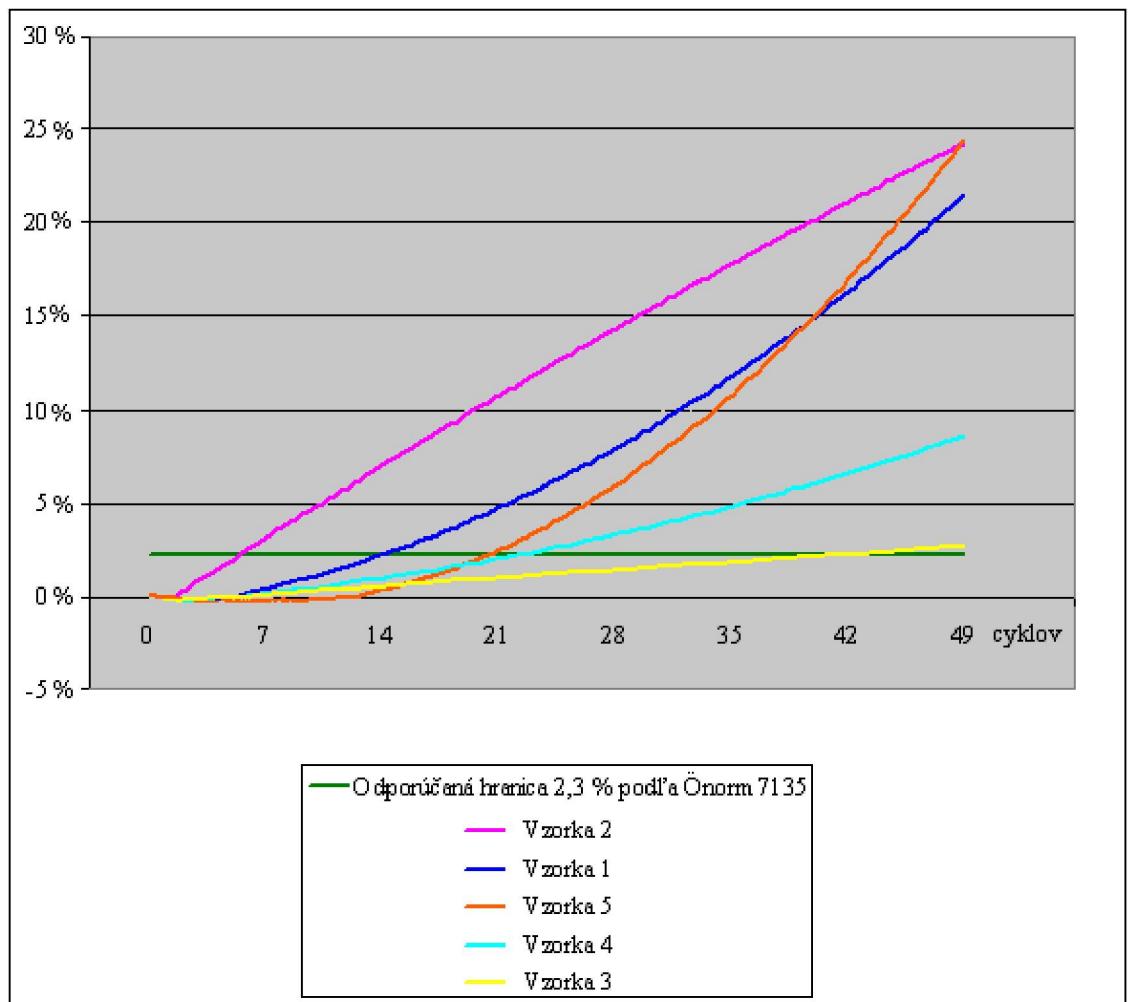
Uvedená skutočnosť sa potvrdila aj našimi meraniami. Vzorka 3 prekročila povolený oter podľa normy DIN plus až po 42 cykloch vystavovania termostresu, čiže ju môžeme považovať za kvalitnú.

Vzorka 2 sa po meraniach ukázala ako najmenej trvanlivá, čo je spôsobené pravdepodobne tým, že táto vzorka bola vyrobená pred tromi rokmi a po dobu troch rokov bola uskladnená vo vreci v nevakrovanej miestnosti. Ide o pelety vyrobené priemyselne účely zo zvyškov slamy a druhotriedného zrna.

Z tabuľky 4 vyplývajú nové skutočnosti, ktoré pred termostresom nebolo možné spozorovať. Teplotný zásah s amplitúdou 40 °C spôsobil oslabenie vnútornej štruktúry peliet, a to sa prejavilo pri teste na vibračných sítach rozpadom peliet.

Vzorky 1, 4 a 5 sú taktiefl vyrobené pre priemyselné ú ely a predávané ve koodberate om, najmä tepelným elektrár am na území R. Napriek tomu v-etky tieto vzorky na za iatku merania sp ali poľiadavky maximálnej hranice oteru pod a noriem DIN plus a ÖNORM.

Vplyv termostresu sa na rôznych druhoch peliet neprejavil rovnako. šNástupõ rozpadu za al po inom asovom úseku. Vplyv termostresu sa na rôznych druhoch peliet neprejavil rovnako. Vzorka 1 (vyrobená z rafnej a p-eni nej slamy) prekro ila hranicu povoleného oteru po 14 cykloch vystavovania termostresu a vzorka 4 (vyrobená zo slne nice) približne po 21 cykloch a vzorka 5 (vyrobená z p-eni nej a repkovej slamy) po viac ako 21 cykloch vystavovania termostresu.



Obr. 6

Pribeh rozpadu peliet vplyvom termostresu pre jednotlivé vzorky

4.3 Podiel frakcií po rozpade peliet

Tabu ka 5 vyjadruje percentuálny podiel frakcií, ktoré sa po as preosievania zachytili na jednotlivých sitách a frakcií, ktoré prepadli na dno. V tabu ke sú zaznamenané údaje, ktoré som zozbierala po as v-etkých ôsmich experimentálnych meraní pre vzorku 2.

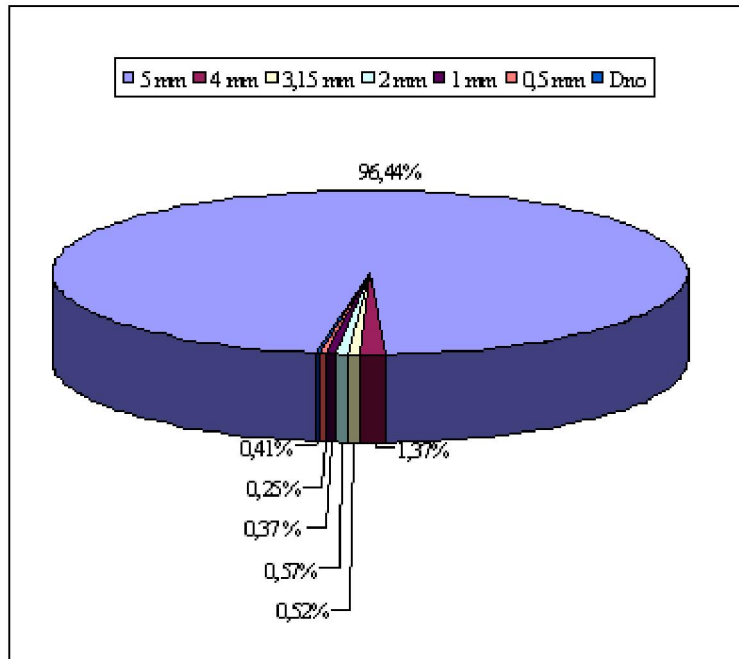
Tab. 5

Percentuálny podiel frakcií vzorky 2 po 1 minúte preosievania

sito	Meranie íslo:							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5	98,12	96,44	85,11	81,73	79,37	75,01	72,37	66,02
4	0,67	1,37	2,87	3,93	1,34	3,29	3,15	3,96
3,15	0,14	0,52	2,02	3,25	3,69	2,65	2,86	3,99
2	0,44	0,57	3,70	3,98	3,16	5,69	5,88	7,18
1	0,21	0,37	3,01	3,74	6,60	6,34	6,81	8,22
0,5	0,30	0,25	1,60	1,93	3,99	4,18	4,33	5,28
Dno	0,09	0,41	1,81	1,62	1,59	3,16	4,21	4,99

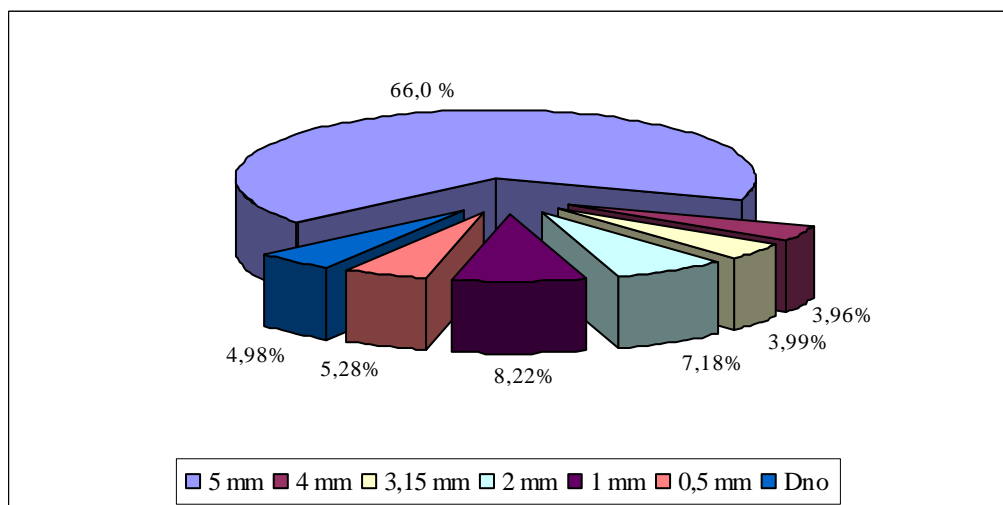
Údaje uvedené v tab. 5 som pre lep-íu preh adnos a moínos porovnaní znázornila aj pomocou kotú ových grafov.

Obrázok 7 znázor uje podiel frakcií na jednotlivých sitách po as prvého merania (táto vzorka nebola vôbec vystavovaná termostresu) a obrázok 8 zobrazuje podiel frakcií zachytených na sitách po as ôsmeho merania, ífle u vzorky, ktorá bola vystavovaná termostresu po dobu 98 dní. Z tabu ky 5 a z obrázka 8 vyplýva, ífle sa rozpadla tretina peliet z pôvodnej vzorky. Sú asne vidie , ífle vzostup oteru nastal pri v-etkých frakciách na v-etkých sitách preosievacieho zariadení.



Obr. 7

Podiel frakcií vzorky 2, ktorá nebola vystavovaná termostresu vôbec



Obr. 8

Podiel frakcií vzorky 2, ktorá bola vystavená termostresu 98 dní

Záver

V diplomovej práci som sa zaoberala problematikou peliet so zameraním sa na znížovanie ich kvality pôsobením výkyvu teplôt, ktoré je v práci označené ako termostres.

V prvej časti diplomovej práce som na základe naštudovania domácej a zahraničnej literatúry definovala pojmy biomasa, pelety a normy používané pri hodnotení kvality peliet. Získala som prehľad o stave využívania biomasy a najmä o výhodách peliet, ktoré majú v budúcnosti energetický potenciál nahradiť súčasnosti používané vyčerpané zdroje energií.

Keďže pelety sú náchylné na mechanické opotrebenie, spôsob ich uskladnenie sa prejavil výrazným vplyvom na ich kvalitu. Trojročné skladovanie sa negatívne podpísalo pod trvanlivosť peliet. Za najdôležitejšie faktory vplývajúce na zachovanie kvality peliet možno považovať vytvorenie vhodných skladovacích priestorov so stálou teplotou a vlhkosťou. Najmä cieľom bolo vytvoriť prostredie nevhodné pre uskladnenie peliet, čo sme dosiahli striedaním teplôt a tým dokázali, že termostres negatívne ovplyvňuje kvalitu peliet.

Merania potvrdili očakávanie, že vplyv výkyvu teplôt, ktorý v práci opisujeme ako termostres, má negatívny vplyv na vlastnosti peliet, najmä z hľadiska nami sledovaného parametra ústretu.

Zoznam poufitej literatúry

AEBIOM: Statistika vyufití biomasy v Evrop . Biom.cz [online]. 2008-04-14 [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/statistika-vyuziti-biomasy-v-evrope>>. ISSN: 1801-2655.

ALAKANGAS, Eija. *European new pellets standarts*. 2010 [online] Wels : European Pellet Conference 3 - 4 March . [cit. 2011-03-02]. Dostupné na: <http://www.wsed.at/fileadmin/redakteure/WSED/2010/download_presentations/Alakangas_NEU.pdf>.

BASTIAN, Małgorzata ó WACH, Edmund. 2009. *Pellet market country report Slovakia*. [online] Gdansk: Baltic Energy Conservation Agency. [cit. 2011-02-25]. Dostupné na: <http://www.pelletsatlas.info/pelletsatlas_docs/showdoc.asp?id=090826102915&type=doc&pdf=true>

BÉDI, Emil. 1996. *Potenciál obnovite ných zdrojov energie*. Bratislava : Fond pre alternatívne energie, 1996. 46 s.

Biomass to bioenergy. 2009 [online] Brussels : AEBIOM, aktualizované 2009. [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <<http://www.aebiom.org/?cat=4>>.

Densification-related advantages. [online] Brussels: EUBIA. [cit. 2011-02-28]. Dostupné na: <<http://www.eubia.org/197.0.html>>

Development and Promotion of a Transparent European Pellets Market. In 1st Newsletter of the Pellet@las project [online], ro . 1, 2007, . 1, s. 1 [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: < <http://www.pelletsatlas.info/resources/57.pdf>>

DUFNER, Horst. 2007. Great Potential for Pellets Markets in Europe and Worldwide. In *Newfoxe* [online], 2007 [cit. 2003-03-01]. Dostupné na: < <http://www.newsfox.com/pte.mc?pte=070711012>>.

CIOLKOSZ, Daniel. 2009. *Manufacturing Fuel Pellets from Biomass* [online], Pennsylvania : The Pennsylvania State University. [cit. 2011-02-08]. Dostupné na: <<http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/uc203.pdf>>.

EPPANOVÁ, Mariana. 2009. Energetické zhodnocovanie po nohospodárskej biomasy ó legislatíva, potenciál, realita. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 13-28. ISBN 978-80-227-3185-0.

Ekologické a ekonomické využitie biomasy. In *Stolársky magazín*, ro . 9, 2008, . 6, s. 40.

GONDA, Ľubomír a i. 2009. Produkcie nevyužívané trávne porasty ó zdroj kvalitnej suroviny pre výrobu ekopalív a ekohnojív. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 103-94. ISBN 978-80-227-3185-0.

HLAVÁ EK, Karel. 2009. N co více o peletách. In *Stolársky magazín*, ro . 10, 2009, . 6, s. 10-11.

HOBBAJ, Peter. 2006. Možnosti využívania biomasy v SR. In *Acta Montanistica Slovaca* [online], ro . 11, 2006, . 4, s. 258-263 [cit. 2011-01-15]. Dostupné na: <<http://actamont.tuke.sk/pdf/2006/n4/5horbaj.pdf>>. ISSN 1335-1788.

JANÍ EK, František a i. 2007. *Obnoviteľné zdroje energie I Technológie pre udržateľnú budúcnosť*. Bratislava : STU, 2007. 176 s. ISBN 978-80-969777-0-3.

KO CIK, Bogdan. 2007. *Bioenergetyka Podkarpacka*. Jaroslaviu : Wydawnictwo Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej. 353 s.

KISELÝ, Peter - HORBAJ, Peter. 2007. Využívanie biomasy v Roflí avskom regióne. In *Acta Montanistica Slovaca* [online], ro . 12, 2007, . 2, s. 285-288 [cit. 2011-01-15]. Dostupné na: <<http://actamont.tuke.sk/pdf/2007/s2/9kisely.pdf>>. ISSN 1335-1788.

KOTT, Jiří. 2009. Technické a ekonomické aspekty výroby pelet z biomasy. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 75-81. ISBN 978-80-227-3185-0.

KOTT, Jiří. Výroba pelet z biomasy - technické a ekonomické aspekty. *Biom.cz* [online]. 2010-12-20 [cit. 2011-02-27]. Dostupné na: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-pelet-z-biomasy-technicke-a-ekonomicke-aspekty>>. ISSN: 1801-2655.

KRIFIAN, Peter ó MATÚŠ MILOŠ. 2009. Výskum vplyvu druhu lisovaného materiálu pri zhutňovaní. In

Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ročník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 66-74. ISBN 978-80-227-3185-0.

KRCHOVÁ, Jana. 2009. Vykurovanie moderne, efektívne a ekologicky o vykurovanie biomasou. In *ekodom*, 2009, . jeseň 2009, s. 42-45, ISSN 1337-9062.

LY KA, Zdeněk: *Energetická náročnosť výroby pelet z biomasy*. Biom.cz [online]. 2011-02-02 [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticka-narocnost-vyroby-pelet-z-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.

MAGA, Juraj a i. 2008. *Komplexný model vyfity biomasu na energetické účely*. Nitra : SPU, 2008. 183 s. ISBN 978-80-552-0029-3.

MAGA, Juraj a i. 2010. *Zelená energia - riešenie pre budúcnosť*. Nitra : SPU, 2010. 179 s. ISBN 978-80-552-0510-6.

MAGA, Juraj o PISZCZALKA, Jan o PEPICH, Ľudovik. 2010. *Využitie rastlinnej a drevnej biomasy na výrobu tepla*. Nitra : SPU, 2010. 171 s. ISBN 978-80-552-0511-3.

MIKULÁŠ, Jaroslav. 2008. *Určenie kvality peletky o praktické postupy*. [online]. 2008-03-26 [cit. 2011-03-01].

Dostupné na: <http://www.peletky-brikety.sk/prakticke_hodnotenie.html>

MIKULÁŠOVÁ, Viera - BEJDA, Ján. 2002. Vlastnosti peliet dezintegrovaných surovín. In *Acta Montanistica Slovaca* [online], ročník 7, 2002, . 1, s. 40-43 [cit. 2011-01-15]. Dostupné na: <<http://actamont.tuke.sk/pdf/2002/n1/10miklusovabejda.pdf>>. ISSN 1335-1788.

Ministerstvo pôdohospodárstva SR. 2008. *Akčný plán vyfity biomasu na roky 2008 - 2013*. 2008 [online] Bratislava : MP SR, aktualizované 12-11-2008. [cit. 2011-02-17]. Dostupné na: <<http://www.mpsr.sk/sk/index.php?start&language=sk&navID=2&navID2=2&sID=26&id=1214>>.

Ministerstvo životného prostredia SR. 2010. Oznámenie o určení skupiny produktov a o osobitných podmienkach na udelenie národnej environmentálnej značky Environmentálne vhodný produkt o skupina produktov tuhé uhoľové biopalivá. 2010 [online] Bratislava : MFiP SR, [cit. 2011-03-03]. Dostupné na: <www.sazp.sk/public/index/open_file.php?file=CEM/EVP/.../Navrh...>.

MODRÁ EK, Marek. 2010. In *Ro nícke noviny*, 2010, ro . 80, . 47, s.20

O bio palive. [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <<http://www.peletkyenzo.sk/o-bio-palive>>

PASTOREK, Zden k ó KÁRA, Jaroslava ó JEVI , Petr. 2004. *Biomasa obnoviteľný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC, s.r.o., 2004. 288 s. ISBN 80-86534-06-5.

PECIAR, Marián ó FEKETE, Ľefan ó GUfiELA, Ľefan. 2009. Skúsenosti s kompaktovaním a briketovaním partikulárnych látok. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 53-65. ISBN 978-80-227-3185-0.

PEJZL, Jaroslav: D ev né (d evní) pelety. Biom.cz [online]. 2008-11-26 [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevene-drevni-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

PEPICH, Ľefan. 2009. Technologické linky na zber a spracovanie po nohospodárskej biomasy. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 42-52. ISBN 978-80-227-3185-0.

PIERET, N. *Wood pellets quality for industrial purposes: initiative consequences and implementation in Belgium*. 2010 [online] Brussels : Walloon Agricultural Research Centre. [cit. 2011-01-03]. Dostupné na: <www.eubionet.net/GetItem.asp?item=digistorefile;225264;1540>.

PLŤKO, Maro-. 2009. Komín na ekologické vykurovanie. In *ekodom*, 2009, . jar 2009, s. 34-38. ISSN 1337-9062.

QUASCHNING, Volker. 2008. *Obnoviteľné zdroje energií*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.

SEDLÁ EK, Pavel a i. 2007. Ekologické pelety z hn dého uhlí a biomasy regiónu. In *Acta Montanistica Slovaca* [online], ro . 12, 2007, . 2, s. 274-277 [cit. 2011-01-15]. Dostupné na: <<http://actamont.tuke.sk/pdf/2007/s2/7sedlacek.pdf>>. ISSN 1335-1788.

SCOTT, Christopher. *The beginners guide to pellet production*. [online] Staffordshire [cit. 2011-02-27]. Dostupné na: <http://www.pelheat.com/How_To_Buy_A_Quality_Pellet_Mill.pdf>.

SCOTT, Jamieson. 2009. *The future of the pellet industry*. [online]. [cit. 2011-02-05]. Dostupné na: <<http://www.canadianbiomassmagazine.ca/content/view/202/63/>>

STUPAVSKÝ, Vladimír. Pelety z biomasy - d ev né, rostlinné, k rov é pelety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

ŠUBOMÍR, Ľubomír. 2009. Vývoj nových kon-trukcií zhut ovacích strojov. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 82-88. ISBN 978-80-227-3185-0.

ŠUBOMÍR, Ľubomír. *Po nohospodárska biomasa- technologické linky na jej energetické využitie*. [online] Informa ná broflúra bola vydaná v rámci projektu realizovaného TSÚP Rovinka z Programu rizvoja vidieka 2007-2013 Dostupné na: <<http://www.agrobiomasa.sk/index.php?s=5.2.2>>

ŠUBOMÍR, Ľubomír. 2006. Pelety ako obnovite ný zdroj energie a problémy domáceho trhu. In *životné prostredie*. [online], ro . 40, 2006, . 3, s. 143-147 [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <http://www.elis.sk/download_file.php?product_id=1256&session_id=lls6ig64ptmhoes5venvrgkfp2>.

VIGLASKÝ, Jozef. 2009. Potenciál netradi ných surovín vo výrobe tuhých u-achtilých palív. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ro ník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 89-94. ISBN 978-80-227-3185-0.

WAGNEROVÁ, Marie. 2010. Teplo cez -peciálnu cisternu. In *Stolársky magazín*, ro . 11, . 1-2, s. 65

What are pellets?. [online] Arlington : Pellet Fuels Institute. [cit. 2010-03-02]. Dostupné na: <<http://pelletheat.org/pellets/what-are-pellets/>>.

What are wood pellets ?. 2008 [online] [cit. 2011-02-26]. Dostupné na: <http://www.wdpellet.com/what_are_wood_pellets.php>.

WILD, Michael. 2008. *Analysis of global pellet market*. [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné na: <http://www.forcebioenergy.dk/pelletsatlas_docs/showdoc.asp?id=09031615232&type=doc&pdf=true>

ZACHARDA, František. 2009. Zdroje a potenciál poľnohospodárskej biomasy, garancia zdrojov. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ročník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 29-35. ISBN 978-80-227-3185-0.

Zertifizierung. [online] Berlin : DEPV. [cit. 2011-02-26]. Dostupné na: <<http://www.depv.de/holzpellets/pellets/normen/>>.

fiIDEK, Ladislav. 2006. *Vykurovanie drevnými peletami : Plánovanie - inštalácia - vykurovanie - trh s peletami*. Kysucký Lieskovec : Biomasa, 133 s. ISBN 80-969465-8-7

fiIDEK, Ladislav. 2009. Výrobné náklady na výrobu peliet. In *Briketovanie a peletovanie 2009 : 5. ročník medzinárodnej konferencie Briketovanie a peletovanie*. Bratislava : Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 169-183. ISBN 978-80-227-3185-0.