

Výhody a nevýhody výroby tuhých ušľachtilých biopalív

doc. Ing. Lubomír Šooš, PhD, Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažérstva kvality, Strojnícka fakulta STU v Bratislave, lubomir.soos@stuba.sk

Výroba tuhých ušľachtilých tuhých biopalív je vhodnou cestou ako energeticky efektívne zhodnotiť biomasu a ďalší energetický odpad.

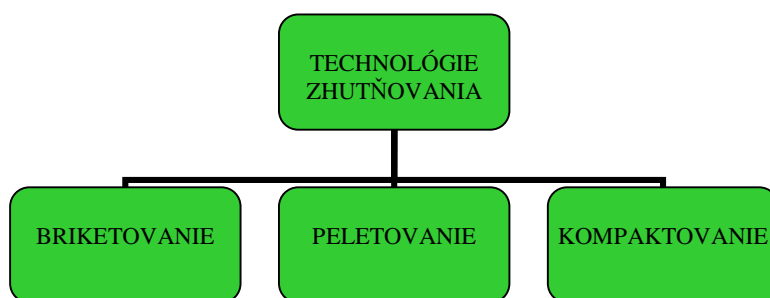
Palivo v 21. storočí musí okrem energetických, environmentálnych a ekonomických kritérií spĺňať aj kritérium vysokého komfortu a bezpečnosti pri jeho spaľovaní. Moderný energonosič musí mať rovnomernú veľkosť frakcie, hustotu, vlhkosť a vhodný tvar. Technológiami transformujúcimi biomasu do biopalív s požadovanými vlastnosťami sú technológie zhutňovania, medzi ktoré patrí hlavne briketovanie a peletovanie.

TECHNOLÓGIE ZHUTŇOVANIA

Technológie zhutňovania sú jedným z možných riešení ako transformovať drevný odpad na moderné palivo. Medzi známe technológie zhutňovania používané v súčasnosti patrí briketovanie a peletovanie. Menej známou technológiou je kompaktovanie, obr. 1. Prvý patent na výrobu drevných brikiet je z roku 1864, [3]. Drevné brikety boli používané v USA už pred 75-mi rokmi. Jedno z najlepších palivových polien/brikiet bolo vyrábané a predávané ako „pres-to-log“ od roku 1933. Spojivom používaných pri týchto briketách bol asfalt.

Rozdiel medzi uvedenými technológiami je vo veľkosti a tvare výlisku a v procese vzniku výliskov. Produkt zhutnenia – výlisk je potom možné tak materiálovo, ako aj energeticky zhodnotiť. Technológie zhutňovania sú rozšírené najmä v USA, Nemecku, Rakúsku, Švédsku, či Dánsku. Na Slovensku sú tieto technológie ešte stále málo využívané. Úspech rozšírenia technológií zhutňovania bude závisieť aj od výskumných aktivít v tejto oblasti.

Oblúbeným biopalivom v susednom Rakúsku v minulosti boli hlavne brikety. Pelety sa objavili na trhu s palivami pred dvanástimi rokmi a viacerí odborníci a inštitúcie im nedávali veľké šance. V roku 2000 sa v Rakúsku vyrobilo asi 60 000 ton, v roku 2004 už 300 000 ton. Prognózy uvádzajú, že v roku 2009, [1] sa ich spotreba zvýši na neuveriteľných 900 000 ton. Vo Švédsku sa v súčasnosti vyrába asi 700 000 ton ročne a v Spojených štátoch až 750 000 ton.



Obr.1 Technológie zhutňovania

Na Slovensku a v Českej republike sú tieto technológie ešte stále málo rozšírené a zďaleka nevyužívajú surovinový potenciál, ktorý im poskytuje pôdohospodárstvo. V oboch štátoch ide pritom o veľmi dynamicky sa rozvíjajúce odvetvie podnikania. Dôkazom toho je každoročne sa zvyšujúca produkcia týchto palív a narastajúci záujem podnikateľov o vypracovanie nových projektov v tejto oblasti. Brikety a pelety vyrobené na Slovensku či v Čechách 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 palivá už za sebou. Budovanie siete producentov palív je

dynamickejšie ako je budovanie siete spotrebiteľov. V dôsledku toho, sa na jednej strane neúmerne zvyšuje cena za klasickú surovinu – na strane druhej vzniká pretlak palív na trhu. To nutne vyvolalo pokles ceny tuhých ušľachtilých biopalív na trhu. Medziročne poklesla cena peliet v ostatnom roku o 100 EUR a cena peliet o 85 EUR. Musí sa nutne rozbehnúť domáci trh s týmito palivami.

Spoločným znakom technológií briketovania a peletovania je lisovanie materiálu pri veľmi vysokom tlaku a teplote. Na rozdiel od kompaktovania sa pri peletovaní a briketovaní nepoužíva spojivo. Pri briketovaní, ale aj peletovaní napr. biomasy sa pôsobením vysokého tlaku a teploty (cca 120° C) uvoľňuje z bunkových štruktúr materiálu lignín. Tento pri dostatočnej „výdrží“ lisovaného materiálu v stlačenej forme s následným pomalým ochladením, pôsobí ako spojivo. Výsledným produktom sú výlisky rôznych tvarov a rozmerov. Nie je pritom jednoznačne definované kedy možno výsledný aglomerát nazvať briketou, alebo peletou. Norma DIN 51731 zaraďuje výlisky z dreveného odpadu do piatich rozmerových skupín, tab.1 bez udania presného definovania, kedy je výsledný produkt briketa, alebo ešte peleta.

Rozmerová skupina	Dĺžka (cm)	Priemer, príp. výška alebo šírka (cm)
HP1	> 30	> 10
HP2	15 až 30	6 až 10
HP3	10 až 16	3 až 7
HP4	< 10	1 až 4
HP5	< 5	0,4 až 1

Tab. 1 Rozmerové skupiny výliskov podľa DIN 51731

Briketovanie

Briketovanie je najrozšírenejšou technológiou zhutňovania. Charakteristickou črtou technológie je, že v danom okamihu je v lisovacej komore vytváraná kontinuálne, alebo diskontinuálne len jedna briketa.

Produkt zhutnenia - brikety - môžeme rozdeliť podľa veľkosti a podľa tvaru. Podľa veľkosti a v súlade s citovanou normou môžeme výlisk s určitosťou považovať za briketu, keď svojimi rozmermi zodpovedá rozmerovej skupine HP1. Zo skúsenosti môžeme do brikiet zaradiť aj výlisky rozmerových skupín HP2 a HP3. Podľa tvaru sú v súčasnosti vyrábané brikety rozdelené do troch základných skupín, na valcové, kvádrové a n-uholníkové, obr. 2. Vyrábajú sa bez diery alebo s dierou. S dierou sa z pravidla vyrábajú brikety len pri väčších rozmerových skupinách (HP1, HP2).

Výhodou brikiet je, že ich môžeme spaľovať bez akýchkoľvek úprav vo všetkých otvorených systémoch spaľovania. Brikety sú vhodné pre kuchynské sporáky, kachle, etážové a ústredné kúrenie a krby.



a) valcové brikety bez diery
Obr. 2 Reálne tvary brikiet

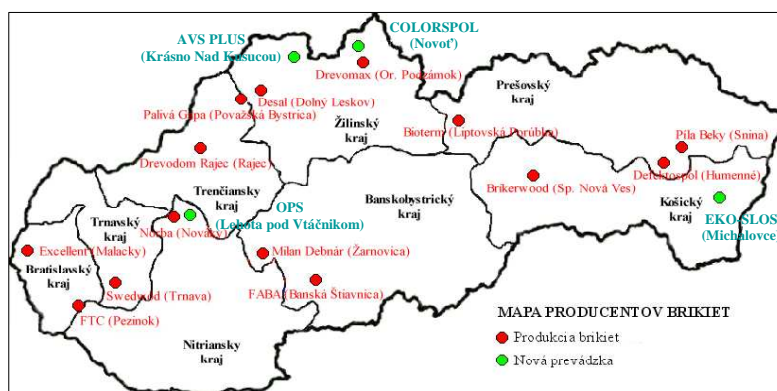


b) 8-uholníkové brikety s dierou



c) obdĺžnikové brikety

Na Slovensku je v súčasnosti asi 18 výrobcov brikieta, obr. 3. V roku 2007 sa u nás vyprodukovalo asi 60 tisíc ton brikieta. Medzi najväčších producentov patria firmy *Bioterm* Liptovská Porúbka, *Faba* Banská Štiavnica, *Norba* Nováky, *Drevodom* Rajec, *Colorspol* Novot'. Situáciu v počte výrobcov možno považovať za relatívne ustálenú. Podľa nám dostupných informácií šesť firiem skončilo s výrobou brikieta (*Defektospol* Bratislava, *Geotech* Ružomberok, *Briker* Wood Spišská Nová Ves, *L&R* Pezinok a *Drevomax* Oravský Podzámok, *Excellent* Malacky). Na strane druhej sú na trhu s briketami 4 nové firmy (*Drej* Breza, *Lesy, s.r.o.* Trenčín, *EKO-SLOS* Prešov, *Obecný podnik služieb* Lehota pod Vtáčnikom,...). Pre nás je potešujúci fakt, že pre tri posledne menované firmy sme projekty existujúcich liniek realizovali na našom pracovisku.



Obr. 3. Mapa producentov brikieta na Slovensku

Čo sa týka briketovacích lisov, používajú sa lisov od šiestich výrobcov (*RUF* Nemecko, *BIOMAC* Česká republika, *BRIKLIS* Česká republika, *A.COSTA* Taliansko, *WAMAG* Poľsko, *Konštrukta-Industry* Slovensko). V najväčšom počte sú pritom zastúpené briketovacie lisov BZ 55-250 od slovenského producenta strojov *Konštrukta-Industry* Trenčín (obr.4).



Obr.4 Briketovacia linka vo firme NORBA Prievidza s tromi lisov BZ 50 - 280

Katedra výrobnéj techniky má veľký záujem na vývoji a ďalšom zdokonaľovaní týchto strojov. V snahe dynamizovať vývoj a výrobu uvedených lisov presúvame v týchto dňoch ich výrobu do firmy *VURAL* Žilina.





Peletovanie

Technológia peletovania je progresívnym riešením transformácie biomasy na moderné palivo. Pelety (obr.4) sú vysoko komprimované výlisky výhradne valcového tvaru s priemerom maximálne 25 milimetrov, tab. 1. Výnimočnou výhodou peliet v porovnaní s briketami či palivovým drevom je, že majú niektoré vlastnosti voľne sypaných materiálov. To umožňuje plnú automatizáciu paliva v procese spaľovania aj v malých kotloch. Majú vysokú homogenitu, horia ustáleným a plynulým plameňom 10-20 minút. V porovnaní so štiepkou majú zaručenú nízku relatívnu vlhkosť (< 12 %), tab. 1 aj z toho dôvodu, že pelety s vyššou vlhkosťou prakticky nie je možné vôbec vyrobiť. Nízka hodnota vlhkosti má priaznivý vplyv aj na životnosť samotných kotlov. Medzi nevýhody môžeme zaradiť ich nižšiumernú hmotnosť a vysoký pomer povrchu k objemu. V dôsledku tohto pomeru horí peleta v porovnaní s briketou podstatne kratšiu dobu. Vysoký pomer povrchu k objemu má súčasne nepriaznivý vplyv na životnosť otvorov lisovacích matric.



Obr.5 Voľne sypané pelety

Tab.2 Porovnanie európskych noriem pre pelety [1]

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

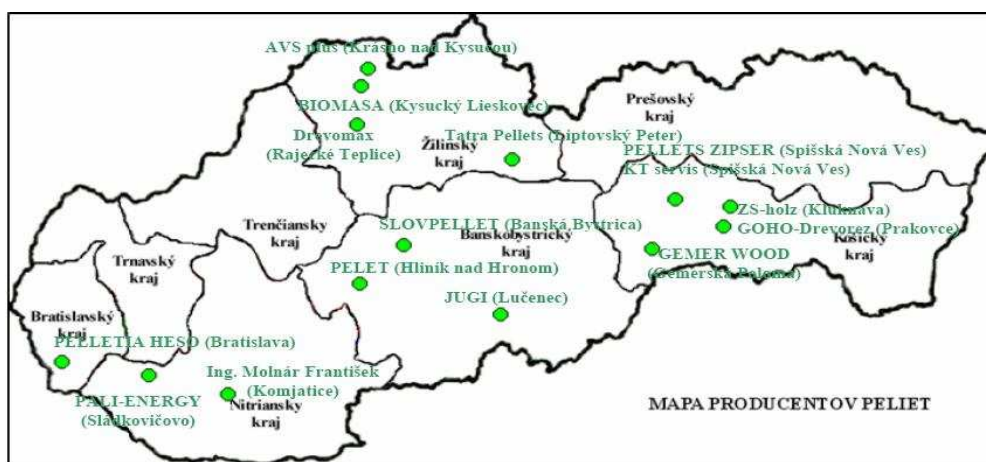
Zavedenie technológie peletovania je v porovnaní s briketovaním spojené s vyššími investíciami tak pri samotnom nákupe technológie, ako aj u konečného užívateľa paliva. Pre efektívne spaľovanie peliet potrebujeme špeciálne spaľovacie zariadenie na strane spotrebiteľa. Aj napriek tejto nevýhode môžeme konštatovať, že v porovnaní s briketami, kde trh už kulminuje k vrcholu, je výroba peliet dynamicky sa rozvíjajúcim odvetvím palív.

V roku 2007 sa u nás vyrobilo približne 40 tisíc ton peliet. Medzi známych výrobcov peliet so stabilne zavedenou výrobou patria firmy *Drevomax* v Oravskom Podzámku, *PALI-ENERGY* v Sládkovičove, *Amico Drevo* v Oravskom Podzámku, *Biomasa* v Kysuckom Lieskovci, *AVS Plus* v Bratislave, *ZS-Holz* v Nálepkove, *JUGI* v Poltári, *HelioPeleta s.r.o.* Dvorany nad Nitrou, či *SLOVPELLET* Banská Bystrica.

Je reálny predpoklad, že sa táto situácia výrazne zmení. Výrobná kapacita inštalovaných liniek je podstatne vyššia. Napríklad len linka firmy *PALI-ENERGY* v Sládkovičove má kapacitu viac ako 20 tisíc ton peliet ročne. Firma *KT Servis* má ročnú výrobnú kapacitu svojich lisov viac ako 30 tisíc ton peliet. *Biomasa* v Kysuckom Lieskovci má kapacitu 12 tisíc ton, no v roku 2007 vyrobila 8,5 tisíc ton. Pritom vznikajú ďalšie prevádzky. Za všetky treba spomenúť *BIO ENERGO, s.r.o.* Ružomberok, *Pellettherm, s.r.o.* Kamenica nad Cirochou, *EKODRIM, s.r.o.* Košice či *PELLETS ZIPSER* Spišská Nová Ves.

Projekt firmy *JUGI* vznikol, aj v dôsledku významnej finančnej pomoci Európskej únie a celý projekt sme vypracovali na našom pracovisku. Prednosťou linky je, že umožňuje vyrábať súčasne brikety aj pelety. Linka produkuje za hodinu približne 900 kilogramov peliet a 700 kilogramov brikiet.

Najviac používanými peletovacími lismi sú stroje od firmy CPM Europe. Na uvedených strojoch vyrábajú pelety firmy *PALI-ENERGY* Sládkovičovo, *Amico Drevo* Oravský Podzámok a *Biomasa* Kysucký Lieskovec. Druhým najpoužívaným strojom sú peletovacie lisy od českej firmy *STOZA*. Je reálny predpoklad, že aj v oblasti výroby peletovacích strojov sa situácia na Slovensku zmení k lepšiemu. Okrem už spomínanej prípravy výroby malého peletovacieho lisu v *TOPOS Tovarníky* v Topolčanoch, začali sa vyrábať veľké peletovacie lisy vo firme *TS MOTORY* v Martine. Ide o lisy s výkonom 1000 až 5000 kilogramov, s progresívnou konštrukciou dvoch po sebe sa odvalujúcich valcových matríc, ktoré sú súčasne aj lisovacími nástrojmi. Na uvedenú konštrukciu *EcoTre System* vlastní firma *AVS Plus* Bratislava výhradnú licenciu.



Obr.6 Mapa producentov peliet na Slovensku



Obr. 7 Pohľad na linku na výrobu peliet a brikiet pre firmu Ekodrim Košice

Kompaktovanie

Kompaktovanie je technológia zhutňovania odpadu, pri ktorej je materiál o požadovanej frakcii a vlhkosti zhutňovaný medzi dvoma proti sebe sa otáčajúcimi hladkými alebo profilovanými valcami. Tieto valce sú podľa potreby k sebe navzájom prtláčané. Výsledkom procesu zhutnenia sú granule alebo aglomerát doskovitého tvaru, obr. 3, ktorý je po rozsekaní na granule použiteľný pre ďalšie spracovanie, predovšetkým v chemickom a hutníckom priemysle. Je to najmenej používaná technológia pre zhutňovania biomasy. Ako sme už uviedli sprievodným znakom briketovania a peletovania je okrem vysokého tlaku aj vysoká teplota pri zhutňovaní. Lisovaný materiál má pri týchto podmienkach „výdrž“ s následným pomalým ochladzovaním. A práve vysoká teplota, s následnou fázou výdrže a pomalého ochladzovania pri kompaktovaní absentuje. Pre zlepšenie pevnosti výsledného aglomerátu sa preto často používa spojivo.

PROBLÉMY

Podľa nášho názoru sú tri základné problémy, ktoré vplyvajú na reálne vyrábané množstvá, konečnú cenu a rozšírenie využívania tuhých biopalív na Slovensku. Sú to:

- kvalita, množstvo a cena spracovanej suroviny
- správne navrhnutá technológia
- absencia podporných opatrení

Odpoveď na možné úskalia budúcej prevádzky by mala dať expertná analýza, ktorá by mala predchádzať samotnému projektu. Až na základe výsledkov vykonanej expertízy by malo padnúť definitívne rozhodnutie o budúcej investícii. Podcenenie ktoréhokoľvek kroku v prípravnej fáze projektu môže mať v budúcnosti veľmi vážne dôsledky.

Kvalita a množstvo spracovanej suroviny

Kvalita spracovanej suroviny má významný vplyv na kvalitu konečného biopaliva. Treba si uvedomiť, že existuje veľký rozdiel medzi spracovávanými surovinami. Platí to napríklad aj pri spracovaní samotnej drevnej suroviny. Je rozdiel či vyrábame výlisky z mäkkého alebo tvrdého dreva. Dokonca sú lisy, ktoré nedokážu surovinu z tvrdého dreva vôbec lisovať. Pri peletovaní sú nároky na spracovávanú surovinu ešte vyššie ako pri briketovaní. Surovina musí byť čistá, bez kôry

či cudzích prísad, nesmie byť začernalá, kontaminovaná. Na trhu sú na rozdiel od brikiet, požadované takmer výlučne biele pelety. A tu je druhý problém - nedostatok vhodnej drevnej suroviny. Kvalitné drevené piliny sa dnes predávajú za cenu 240- 260 slovenských korún za kubický meter. V prepočte je potom cena za tonu suchých pilín 1500 korún, čo je približne 50 percent z predajnej ceny. Vysoké náklady na drevnú surovinu a náklady na energiu môžu položiť viacerých producentov peliet či brikiet. Preto sa stále viac treba orientovať aj na **nové zdroje suroviny**. Rýchlorastúce dreveniny sú zatiaľ náročné na vstupné investície spojené so založením plantáže a s nákupom špeciálnej techniky. Na Slovensku a v Čechách zatiaľ ani jeden producent ušľachtilých tuhých biopalív nevyužíva pre ich výrobu surovinu z rýchlorastúcich drevín. Z tohto pohľadu je perspektívna fytomasa. Pri relatívne vysokých hektárových výnosoch nevyžaduje špeciálnu techniku, je spojená s malými nákladmi na sušenie. Optimálnym riešením je, keď lisovaná fytomasa je odpadovým produktom pestovanej kultúry, ako napríklad slama z obilia.

Správne navrhnutá technológia

V našej spoločnosti existuje pomýlená predstava, že briketovať či peletovať môže každý, že lisovať je možné takmer všetko a hlavne pri minimálnych požiadavkách na vynaložené investície. Budúci producenti majú často málo informácií či už o technológii alebo o reálnej ekonomike výroby ušľachtilých tuhých biopalív. Potom dochádza k rozčarovaniu, keď linka nie je zisková, či dokonca vykazuje stratu. Pri porovnaní technológií briketovania a peletovania môžeme konštatovať, že peletovanie je podstatne náročnejšie ako briketovanie. Pri peletovaní sú vyššie nároky na vynaložené investície, kvalitu spracovanej suroviny a technologickú disciplínu výroby.

Výber vhodného lisu je prakticky najdôležitejším krokom pri návrhu celej linky. Ovplyvňuje kvalitu a množstvo vyrobenej produkcie. Základným kritériom pri výbere lisu je druh spracovaného materiálu. Ak uvažujeme lisovať drevnú hmotu, musíme vybrať z lisov, ktoré sú určené na lisovanie dendromasy. Keď plánujeme lisovať trávnatú hmotu, musíme vybrať medzi strojmi, ktoré sú určené na lisovanie fytomasy. Vystríhame lisovať drevnú surovinu na lisoch radu TL či granulátora Gr6, ktoré majú vo svojej ponuke Gama Pardubice a Vzduchotechnika Rokycany. Stroje nie sú konštrukčne zlé, ale boli vyvinuté pre peletovanie trávnatých porastov (lucerna, ďatelina ...). Nie sú dimenzované na tak veľké zaťaženie a tlak, aké sa vyžaduje pri lisovaní dreva. Často potom dochádza k závažným poruchám a haváriám na týchto strojoch. O problémoch a haváriách pri peletovaní drevnej biomasy na uvedených strojoch sa môžete informovať u firiem *HOLZ Produkt* v Prešove či v *PD Jablonoňové*. Posledným dôkazom môjho tvrdenia je už spomínaná firma *ZS-Holz* z Nálepkova, ktorá používa na výrobu peliet z dreva lis TL 700. Preto neodporúčame potenciálnym producentom peliet orientovať sa týmto smerom.

Absencia podporných opatrení

Jednotlivé štáty EÚ pristupujú k podporným opatreniam využívania OZE diferencovane, ale so spoločným cieľom splniť záväzok EÚ, dosiahnuť 12 % podiel OZE na celkovej spotrebe primárnych energetických zdrojov. Za zmienku stoja najmä:

- garantované výkupné ceny pri výrobe bioplynu, tepla a elektrickej energie z biomasy, (Česká republika, Rakúsko, Nemecko, Maďarsko, Slovinsko, Holandsko),
- bonusy pri energetickom zhodnocovaní odpadov s vysokým podielom biologickej zložky (Rakúsko, Nemecko),
- bonusy pre necentralizovanú výrobu tepla a elektrickej energie (Česká republika),

- investičná podpora projektov až do výšky 30 % pri nových projektoch (Rakúsko, Nemecko, Fínsko),
- vrátenie daní za energiu (Fínsko, Holandsko),
- odpustená daň z CO₂ pri zhodnocovaní biomasy (Slovinsko).

Medzi hlavné prekážky rýchlejšieho rozšírenia technológií zhutňovania podľa nášho názoru patria:

- Viac deklarovaná ako reálna ochota štátu finančne podporiť formou dotácií, resp. daňových úľav, tak na budovanie nových technológií zhutňovania, ako aj rozšírenie podielu biopalív na celkovej energetickej spotrebe štátu.
- Nie sú vypracované, resp. oficiálne prevzaté normy pre zušľachtené palivá. Medzinárodné normy na pelety nepoznajú pojem priemyselné pelety, ktoré by mohli byť vyrobené aj z inej suroviny ako drevný odpad (fytomasa, vhodný organický odpad). Veľa projektov ostáva nedoriešených len preto, že nie sú normy na alternatívne biopalivá.
- Neexistuje vnútorný trh so zušľachteným biopalivom. Nie je vybudovaná logistika dopravy, distribúcia a predaj s peletami. Trh s biopalivami je pritom náročnejší ako napr. trh s uhlím alebo s plynom, pri ktorom je vybudovaná distribučná sieť.
- Technológie sú investične nákladné pri relatívne dlhej dobe návratnosti. Reálna doba návratnosti investícií do technológií zhutňovania vychádza na 4-8 rokov,
- Klesajúce množstvo drevnjej biomasy neúmerne zvyšuje jeho cenu. Pri materiálovom zhodnotení drevných pilín sa dosahuje vyššia miera zisku ako pri energetickom zhodnotení. Napríklad výrobcovia aglomerovaných dosiek (*Kronospan, Swedwood*) ponúkajú pri nákupe až o 30 % vyššiu cenu. Tým sa množstvo pilín znižuje a neúmerne rastie ich cena.

LITERATÚRA

- [1] [World Sustainable Energy Days](#). [Zborník prednášok] Wels, Horné Rakousko, 8-9. 3. 2005, 572 s.
- [2] Projekt vedy a výskumu číslo: 2003 SP 26 028 0C 04. Technológia výroby a zariadenie na výrobu modifikovaného energonosiča. Bratislava December 2003, 84 s. Zodpovedný riešiteľ: ŠOOŠ, Ľ.
- [3] Šooš, Ľ. a kol.: Drevný odpad... čo s ním?. Energetické centrum Bratislava, , EC august 2001, 120 s.
- [4] ŠOOŠ, Ľ. a kol.: Komplexný projekt briketovacej linky. HZ 9/2003, Bratislava, marec 2003, štyri súčasti, 50/42/45/16 s, a príslušná výkresová dokumentácia