

METODOLÓGIA HODNOTENIA KVALITY TUHÝCH UŠLACHTILÝCH BIOPALÍV

Miloš Matúš, Peter Križan, Ľubomír Šooš

Napriek silnej podpore využívania OZE bráni absencia národnej a európskej legislatívy v oblasti tuhých ušľachtilých biopalív vyrobených z fytomasy vstupu tohto produktu na trh s palivami. Príspevok definuje tuhé ušľachtilé biopalivo v rámci klasifikácie skupiny tuhých palív. Cieľom je špecifikácia kritérií na hodnotenie kvality tuhých ušľachtilých biopalív vyrábaných nielen z dendromasy, ale aj fytomasy, ďalej zdôvodnenie významnosti jednotlivých kritérií ako aj stanovenie ich limitných hodnôt pre vykurovacie pelety z biomasy.

Kľúčové slová: biomasa, biopalivo, brikety, pelety, štandardizácia palív

ÚVOD

Energetika je neodmysliteľnou súčasťou fungovania každej spoločnosti. Je potrebné si jasne uvedomiť, že časy lacnej energie pre Slovensko, Európu, či väčšinu sveta sú už minulosťou. Pritom nečelíme len vyšším cenám energie, ale aj stále rastúcej závislosti od dovozu energií a problému klimatických zmien. Dostatok energie na jednej strane a kvalitné životné prostredie na strane druhej, to sú dva limitné faktory trvalo udržateľného rastu zvyšovania životnej úrovne a kvality života. Celková spotreba energie je jedným z určujúcich faktorov miery vplyvu energetiky na životné prostredie. Preto je nevyhnutné zabezpečiť harmonický vzťah energetiky a životného prostredia najmä cestou zavedenia nových technológií, ktorými zabezpečíme aj postupný prechod od využívania neobnoviteľných zdrojov energie k využívaniu nových alternatívnych zdrojov energie. Do biomasy určenej na energetické využitie sa vkladajú nádeje, že sa stane alternatívnym obnoviteľným zdrojom energie a postupne nahradí podstatnú časť miznúcich, neobnoviteľných klasických zdrojov energie. Je to najmä preto, že ako organická hmota rastlinného pôvodu získavaná na báze fotosyntézy, je zo všetkých foriem obnoviteľných zdrojov energie (slnko, voda, vietor,...) minimálne závislá na zmene počasia, striedaní ročných období a je najľahšie skladovateľná. Biomasa v SR má najväčší technický potenciál (163,2 PJ), ktorý predstavuje 20,4 % z ročnej spotreby energie SR. Má veľkú perspektívu pri výrobe tepla pre vykurovanie najmä v centrálnych vykurovacích systémoch vo forme drevných štiepok a slamy a v domácnostiach vo forme peliet a brikiet. Veľmi pozitívny je vplyv biomasy na životné prostredie. Ten sa na jednej strane prejavuje v tom, že biomasa je CO₂ neutrálna, a teda nevyvoláva klimatické zmeny, na strane druhej energetickým zhodnocovaním organického odpadu sa nezvyšuje zaplňanie skládok.

Výroba tuhých ušľachtilých biopalív je vhodnou cestou ako energeticky efektívne zhodnotiť biomasu a ďalší organický odpad. Palivo v 21. storočí musí okrem energetických a ekonomických kritérií spĺňať aj environmentálne kritériá. Samozrejmom požiadavkou je vysoký komfort pri skladovaní, nakladaní s palivom a bezpečnosti pri jeho spaľovaní. Moderný energonosič musí mať tiež rovnomernú veľkosť frakcie, hustotu, vlhkosť, tvar vhodný pre dopravu, skladovanie a spaľovanie, požadované fyzikálno-mechanické vlastnosti. Technológiami transformujúcimi biomasu do formy tuhých ušľachtilých biopalív s požadovanými vlastnosťami sú technológie zhutňovania.

Jednou z ciest ako efektívne energeticky zhodnotiť tuhý odpad, je jeho dezintegrácia, úprava na požadovanú vlhkosť, homogenizácia a nakoniec zhutnenie. Medzi známe technológie zhutňovania materiálov môžeme zaradiť briketovanie, peletovanie a kompaktovanie. Rozdiel medzi uvedenými technológiami je vo veľkosti a tvare výlisku a v procese vzniku výliskov. Hustota energonosiča limituje komfort pri preprave a minimalizuje náklady na dopravu a skladovanie. Produkt zhutnenia – výlisok je potom možné tak materiálovo, ako aj energeticky zhodnotiť. Takto upravené palivo má neobmedzenú stálosť bez biodegradovateľných procesov.

Obmedzenia, ktoré bránia energetickému využívaniu širšej skupiny odpadov, spočívajú v súčasnej legislatíve, pretože výlisky vyrobené z iného ako dreveného odpadu nie sú definované ako palivo. V súčasnosti neexistuje národná alebo európska legislatíva, ktorá by takéto palivo definovala. Treba si tiež uvedomiť, že pre priame energetické zhodnocovanie – spaľovanie sú vhodné len ušľachtilé biopalivá vyrobené z biomasy (dendromasy a fytomasy). Z tohto dôvodu sme boli oslovení Slovenskou agentúrou životného prostredia, aby sme vypracovali návrh kritérií pre udelenie národnej environmentálnej značky pre skupinu produktov "vykurovacie pelety z biomasy", avšak vyrobené nielen z dendromasy, ale aj fytomasy. (Pre biopalivo z dendromasy ani fytomasy zatiaľ v SR neexistujú žiadne platné normatívy; v zahraničí existujú, avšak len pre biopalivo z dendromasy.)

KLASIFIKÁCIA TUHÝCH PALÍV

V poslednom čase sa stále viac stretávame s požiadavkami energeticky zhodnocovať aj iné druhy odpadov ako je drevná a trávnatá biomasa. Pritom je nevyhnutné zabezpečiť harmonický vzťah vplyvov energetického zhodnocovania odpadov na kvalitu životného prostredia najmä cestou zavedenia najlepších dostupných technológií (BAT), ktoré budú využívať alternatívne zdroje energie, teda technológií, ktoré budú účinne a bez ďalších vplyvov na životné prostredie energeticky zhodnocovať inak nevyužiteľný odpad a zároveň budú dostatočne spoľahlivé. Takýmito technológiami je kogenerácia, skvapalňovanie či splyňovanie.

Odpady, ktoré môžeme využiť ako alternatívne energonosiče, môžeme rozdeliť nasledovne:

1/ podľa vplyvu na životné prostredie:

- *nebezpečné odpady*, označené písmenom „N“,
- *ostatné odpady*, označené písmenom „O“.

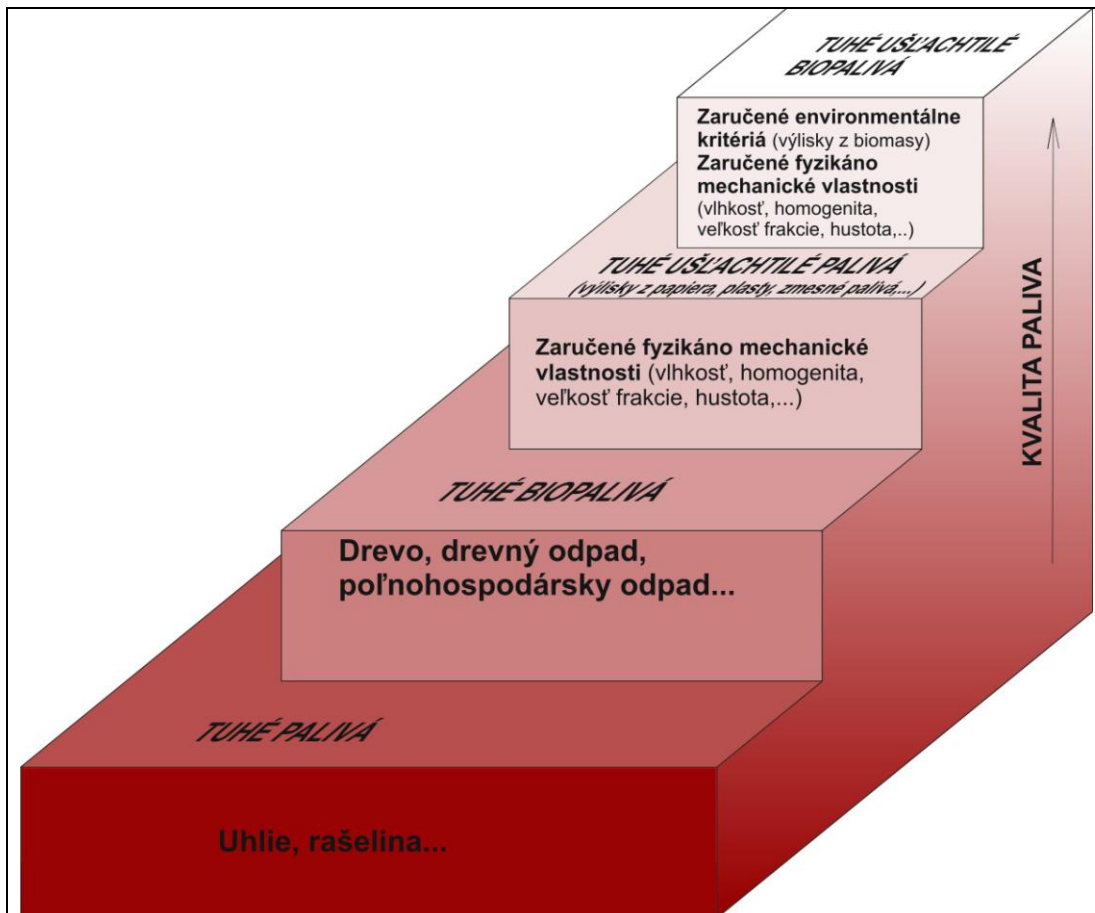
2/ podľa druhu suroviny na:

- *biologické* (dendromasa, fytomasa, zoomasa),
- *syntetické*, (termoset, termoplast, guma)
- *zmesové*, (tuhý komunálny odpad, kaly z ČOV, ...).

3/ podľa stupňa zušľachtenia a kvality tuhého paliva, obr. 1.:

- *tuhé palivá* (uhlie, rašelina),
- *tuhé biopalivá*, (neupravený drevný odpad, poľnohospodársky odpad),
- *tuhé ušľachtilé palivá* (výlisky z papiera, plastov, zmesové palivá),
- *tuhé ušľachtilé biopalivá* (výlisky z dreva, slamy, poľnohospodárskych produktov).

Z obrázka 1. je zrejmé, že so zvyšovaním úpravy paliva rastie jeho kvalita.



Obr. 1 Rozdelenie tuhých palív

ŠTANDARDIZÁCIA TUHÝCH UŠLACHTILÝCH BIOPALÍV

Na základe požiadavky Slovenskej agentúry životného prostredia sme pripravili špecifikáciu základných kritérií pre klasifikáciu a posudzovanie tuhých ušľachtilých biopalív - vykurovacích peliet z biomasy. Pri dodržaní základných legislatívnych požiadaviek a špecifických požiadaviek vzťahujúcich sa na druh suroviny použitej na výrobu takéhoto ušľachtilého biopalíva a dodržaní nižšie uvedených limitných hodnôt sledovaných parametrov biopalíva vyplýva pre výrobcu nárok na udelenie národnej environmentálnej ceny.

Základné požiadavky

Tuhé ušľachtilé biopalivá uvádzané na trh v Slovenskej republike musia spĺňať požiadavky príslušných technických noriem, všeobecne záväzných predpisov v oblasti ochrany zdravia ľudí, bezpečnosti, ochrany spotrebiteľa, v oblasti chemických látok a chemických prípravkov na trhu a v oblasti právnych predpisov týkajúcich sa ochrany a starostlivosti o životné prostredie, vzťahujúce sa na produkt, jeho výrobu, používanie a zneškodnenie.

Dokumenty pojednávajúce o emisiách a emisných limitoch v SR:

- Príloha č. 5 k vyhláske č. 706/2002 Z. z. veličiny, jednotky a prepočtové vzťahy, ktorými sú vyjadrené emisné limity;
- Vyhláska MŽP SR č. 706/2002 Z. z. o zdrojoch znečistenia ovzdušia, o emisných limitoch, o technických požiadavkách a všeobecných podmienkach prevádzkovania, o zozname znečisťujúcich látok, o kategorizácii zdrojov znečisťovania ovzdušia a o požiadavkách zabezpečenia rozptylu emisií znečisťujúcich látok;
- Vyhláska MŽP SR č. 575/2005 ktorou sa mení a dopĺňa vyhláska MŽP SR č. 706/2002 Z.z.;
- Zákon č. 571/2005 Z. z. ktorým sa dopĺňa zákon č. 478/2002 Z. z. o ochrane ovzdušia;
- Zákon č. 478/2002 Z.z. o ochrane ovzdušia;
- Vyhláska MŽP SR č. 408/2003 Z. z. o monitorovaní emisií a kvality ovzdušia;
- Vyhláska MŽP SR č. 53/2001 Z. z. ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu palív a vedenie evidencie o palivách;
- Vyhláska č. 407/1992 Zb. Slovenskej komisie pre životné prostredie z 8.jula 1992, ktorou sa upravuje zoznam kategorizácie zdrojov znečisťovania a zoznam znečisťujúcich látok a ich limity a ustanovujú podrobnosti pri určovaní emisných limitov pre jestvujúce zdroje znečisťovania ovzdušia.

Špecifické požiadavky

Vykurovacie pelety z biomasy spĺňajúce podmienky na udelenie národnej environmentálnej značky musia byť vyrobené z nasledovných dvoch skupín surovín a musia spĺňať limitné hodnoty sledovaných parametrov uvedené pre každú skupinu osobitne.

Surovina – dendromasa:

- produkty lesníctva (kusové drevo, drevná štiepka);
- odpady z lesníctva (zvyšky po ťažbe dreva, iný drevný odpad z lesníctva);
- drevný odpad z drevospracujúceho priemyslu (kusový drevný odpad, drevné piliny, drevné hobliny, drevný prach, iný drevný odpad z drevospracujúceho priemyslu);
- drevené odpady s výnimkou drevených odpadov, ktoré môžu obsahovať organické halogénové zlúčeniny alebo ťažké kovy, ako výsledok ošetrovania dreva konzervačnými prostriedkami alebo náterovými hmotami a ktoré zahŕňujú najmä také drevené odpady, ktoré pochádzajú zo stavieb a odpadov z demolácií;
- zámerne pestované energetické rastliny - dreminy pre energetické využitie;
- drevný odpad zo sadov, viníc a záhrad;
- komunálny drevný odpad;
- korkové odpady;
- drevné náplavy a nálety.

Špecifikácia sledovaných parametrov a ich limitné hodnoty pre vykurovacie pelety z dendromasy sú uvedené v tabuľke č. 1.

Tab. 1 Špecifikácia sledovaných parametrov a ich limitné hodnoty pre vykurovacie pelety z dendromasy

MERANÁ VELIČINA	Jednotka	Odporúčaná hodnota	Navrhnutá norma skúšky	Použitý postup, resp. metóda
výhrevnosť	MJ/kg	> 18	DIN 51900 - 1,2,3; STN ISO 1928;	Kalorimetrická metóda
celková voda	%	<10	DIN 51718; STN 44 1377	
celková síra	%	< 0,04	DIN 51724 - 1; STN 441379; STN P CEN/TS 15289	Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie; Metódou Eschka; Metódou elementárnej analýzy;
obsah popola	%	< 0,5	DIN 51719; STN ISO 1171; STN 44 1312	Meranie rádiometrickým analyzátorom
dusík	%	< 0,3	STN ISO 333	Semi-mikro Kjeldahlova metóda; Metóda elementárnej analýzy
chlór	%	< 0,02	DIN 51727; STN ISO 587; STN P CEN/TS 15289	Stanovenie chlóru Eschkovou zmesou
arzén	mg/kg	< 0,8	BB 22022 - 1,2,3,6 STN 44 1362	Metóda plameňovej AAS
kadmium	mg/kg	< 0,5	BB 22022 - 1,2,3,6 STN 441392	Metóda plameňovej AAS
chróm	mg/kg	< 8		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
meď	mg/kg	< 5		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
olovo	mg/kg	< 10		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
zinok	mg/kg	< 100		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
extr.org.viaz.halog.	mg/kg	< 3	DIN 38414 – 17 STN ISO 562	Metóda coulometrie
hustota	kg/dm ³	>1,12	DIN 52182; STN 44 1321; STN 44 1322	
sypná hustota	kg/dm ³	>0,500	STN 44 1324	Garyho prístroj
objem aditív (lisovacích prísad)	%	< 2		
*oter	%	< 2,3	STN 44 1309 (brikety) ÖNORM M 7135	Lignotester LT - II (pelety)

			(pelety)	
*mechanická odolnosť	%	≥ 97,5	STN P CEN/TS 15639 (pelety)	Zariadenie na meranie mechanickej odolnosti
* merať jeden z uvedených parametrov				

Surovina – fytomasa:

- výrobky poľnohospodárstva;
- rastlinné odpady z poľnohospodárstva;
- rastlinné odpady z potravinárskeho priemyslu;
- zámerne pestované poľnohospodárske produkty pre energetické využitie;
- zámerne pestované energetické traviny;
- ovocná biomasa;
- komunálna fytomasa.

Špecifikácia sledovaných parametrov a ich limitné hodnoty pre vykurovacie pelety z fytomasy sú uvedené v tabuľke č. 2.

Tab. 2 Špecifikácia sledovaných parametrov a ich limitné hodnoty pre vykurovacie pelety z fytomasy

MERANÁ VELIČINA	Jednotka	Odporúčaná hodnota	Navrhnutá norma skúšky	Použitý postup, resp. metóda
výhrevnosť	MJ/kg	> 18	DIN 51900 - 1,2,3; STN ISO 1928;	Kalorimetrická metóda
celková voda	%	<10	DIN 51718; STN 44 1377	
celková síra	%	< 0,25	DIN 51724 - 1; STN 441379; STN P CEN/TS 15289	Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie; Metódou Eschka; Metódou elementárnej analýzy;
obsah popola	%	< 6	DIN 51719; STN ISO 1171; STN 44 1312	Meranie rádiometrickým analyzátorom
dušík	%	< 3	STN ISO 333	Semi-mikro Kjeldahlova metóda; Metóda elementárnej analýzy
chlór	%	< 0,1	DIN 51727; STN ISO 587; STN P CEN/TS 15289	Stanovenie chlóru Eschkovou zmesou
arzén	mg/kg	< 1,1	BB 22022 - 1,2,3,6 STN 44 1362	Metóda plameňovej AAS
kadmium	mg/kg	< 0,5	BB 22022 - 1,2,3,6 STN 441392	Metóda plameňovej AAS
chróm	mg/kg	< 8		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
meď	mg/kg	< 7		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
olovo	mg/kg	< 10		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie

zinok	mg/kg	< 100		Metóda energodisperznej röntgenfluorescenčnej spektrometrie
extr.org.viaz.halog.	mg/kg	< 3	DIN 38414 – 17 STN ISO 562	Metóda coulometrie
hustota	kg/dm ³	>1,12	DIN 52182; STN 44 1321; STN 44 1322	
sytná hustota	kg/dm ³	>0,500	STN 44 1324	Garyho prístroj
objem aditív (lisovacích prísad)	%	< 2		
*oter	%	< 2,3	STN 44 1309 (brikety) ÖNORM M 7135 (pelety)	Lignotester LT - II (pelety)
*mechanická odolnosť	%	≥ 97,5	STN P CEN/TS 15639 (pelety)	Zariadenie na meranie mechanickej odolnosti
* merať jeden z uvedených parametrov				

Ako aditívum (lisovacia prísada) pre obe uvedené skupiny surovín môžu byť použité len produkty z poľnohospodárskej a lesnej biomasy, ktorá nie je chemicky modifikovaná. Chemicky nemodifikované produkty z poľnohospodárskej a lesnej biomasy (napr. celozrnná kukuričná múka, kukuričný škrob a ražná múka) môžu byť pomiešané so základným materiálom pre uľahčenie priebehu lisovania a tiež na zlepšenie energetickej bilancie a zvýšenie odolnosti voči oteru.

Požiadavky na balenie

Vykurovacie pelety z biomasy sa dodávajú vo vreciach alebo voľne ložené. Obalové materiály musia spĺňať požiadavky zákona č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch v znení neskorších predpisov a § 6 zákona č. 529/2002 Z. z. o obaloch a o zmene a doplnení niektorých zákonov a príslušných vykonávacích predpisov.

DÔLEŽITOSŤ A VÝZNAM SLEDOVANÝCH PARAMETROV

Tab. 3 Prehľad sledovaných parametrov a ich význam

Sledovaný parameter	Ovplyvňuje
<i>Chemicko-termické ukazovatele kvality</i>	
Obsah vody	skladovateľnosť, výhrevnosť, samovznietenie
Výhrevnosť	využitelnosť paliva, návrh linky
Obsah chlóru	HCl, dioxin/furánové emisie, korózie v kotloch
Obsah dusíka	NO _x , HCN a N ₂ O emisie
Obsah síry	SO _x emisie
Obsah popola	čiastočne emisie, náklady na použitie alebo dispozícia popola
Obsah ťažkých kovov	emisie znečisťujúcej látky, použitie alebo dispozícia popola
<i>Mechanické ukazovatele kvality</i>	
Sytná hustota	náklady na dopravu a skladovanie, plánovanie logistiky
Základná hustota	vlastnosti spaľovania
Mechanická odolnosť - oter	zmeny kvality počas prekládky, rozdrobovanie, straty paliva

Hustota výlisku

Hustota výliskov je najdôležitejším mechanickým ukazovateľom kvality tuhých ušľachtilých biopalív. Hustota výliskov je dôležitá z hľadiska ich manipulácie. Výlisky musia byť súdržné, aby nevznikali trhliny a neoddeľovali sa jemné častice. So zvyšovaním hustoty výliskov z drevnej hmoty sa úmerne zvyšuje aj ich pevnosť. Výlisky s vyššou hustotou majú dlhšiu dobu horenia, čo je vzhľadom na ich primárnu úlohu paliva najvýznamnejšia vlastnosť. Vyššia hustota priaznivo ovplyvňuje tiež dlhotrvajúcu objemovú a tvarovú stálosť výlisku, ako aj znižuje schopnosť výlisku absorbovať vlhkosť zo vzduchu.

Mechanická odolnosť – oter výliskov

V dnešnej dobe existujú rôzne spôsoby zisťovania mechanickej odolnosti resp. oteru. Závisí to od normy, ktorej sa pridržame. Oter je dôležitým parametrom praktického posúdenia kvality. Súvisí s požiadavkou zamedziť vzniku prachových častíc v procese automatizovanej dopravy takéhoto paliva, a tým zamedziť výbuchu prachových častíc v procese horenia.

Popol

Popol, ktorý dostaneme po spálení biopalív z biomasy (dendromasy aj fytoomasy) je možné využiť ako organické hnojivo. Používanie popola, vzniknutého spaľovaním biomasy, ako hnojiva nie je v súčasnosti slovenskou legislatívou ošetrované. Popol je stále považovaný za odpad a vzťahuje sa naň legislatíva o odpadoch. Legalizácia jeho používania ako hnojiva môže byť docieľená len novelizáciou zákona o hnojivách. V zákone o hnojivách nie je v súčasnosti uvažované ani s biokalom, vznikajúcim pri fermentácii biomasy v bioplynových staniciach, ako s organickým hnojivom. Rozvoj bioenergetiky bude jedným z dôvodov nutnosti novely spomínaného zákona. Argumentom na uznanie popola z biomasy ako hnojiva bude vysoký obsah vhodných prvkov v popole, ako aj argument, že v súčasnosti sa biomasa pri zbere v mnohých prípadoch drví a zapracováva do pôdy ako zdroj živín.

Podľa zákona č.136/200 Z. z. o hnojivách musí byť každé na trh uvádzané hnojivo certifikované. Jednotlivé typy hnojív, pôdnych pomocných látok a pestovateľských substrátov sú špecifikované v prílohe č. 1 k vyhláške MP SR č. 577/2005 Z. z., ktorou sa stanovujú typy hnojív, zloženie, balenie a označenie hnojív, analytické metódy skúšania hnojív, rizikové prvky, ich limitné hodnoty pre jednotlivé skupiny hnojív, prípustné odchýlky a limitné hodnoty pre hospodárske hnojivá. Popol zo spaľovania biomasy v tejto prílohe uvedený nie je, a preto je stále považovaný za odpad. Oficiálne preto nie je možné jeho použitie na trhu s hnojivami. Zmenu môže zabezpečiť len novelizácia zákona o hnojivách. Rozbor vzoriek popola však poukázal na to, že popol je z hľadiska obsahu prvkov vhodný ako hnojivo. Podľa vyhlášky MP SR č. 577/2005 Z. z. sú rizikové prvky v hnojivách: kadmium (Cd), arzén (As), ortuť (Hg), chróm (Cr), nikel (Ni), olovo (Pb), selén (Se), meď (Cu) a zinok (Zn). Limitné hodnoty rizikových prvkov, podľa tejto vyhlášky, v organických hnojivách obsahujúce odpad sú uvedené v tabuľke 4.

Tab. 4 Limitné hodnoty rizikových prvkov v organickom hnojive

Prvok	Limit v mg.kg ⁻¹
kadmium (Cd)	2
arzén (As)	10
ortuť (Hg)	1
chróm (Cr)	100
nikel (Ni)	50
olovo (Pb)	100
selén (Se)	5
meď (Cu)	200
zinok (Zn)	400

ZÁVER

Stále viac sa v súčasnosti stretávame s požiadavkou upravovať nové druhy odpadov, ako sú syntetické odpady, či zmesové odpady. Viacerí zákazníci chcú energeticky zhodnocovať akýkoľvek odpad v akomkoľvek energetickom zariadení. Treba si uvedomiť, že niektoré druhy biomasy, syntetický odpad, ale najmä zmesové odpady nie je možné priamo energeticky zhodnotiť a práve proces zušľachtovania odpadu je technologickým medzistupňom pre výrobu plyných a kvapalných palív druhej a tretej generácie. Problém je v legislatíve, pretože výlisky vyrobené z iného ako dreveného odpadu nie sú definované ako palivo. V súčasnosti neexistuje národná alebo európska legislatíva, ktorá by takéto palivo definovala. Treba si tiež uvedomiť, že pre priame energetické zhodnocovanie – spaľovanie sú vhodné len ušľachtilé biopalivá vyrobené z biomasy (dendromasy a fytomasy). Preto sme pre návrh kritérií pre udelenie národnej environmentálnej značky posudzovali len biopalivá vyrobené z týchto surovín. Pri návrhu kritérií sme vychádzali z dvoch základných podkladov. Bola to nemecká norma DIN PLUS na jednej strane a na druhej strane priemerné hodnoty sledovaných parametrov, ktoré sme získali z protokolov meraní rôznych druhov biopalív. Pri drevnej biomase, priemerné hodnoty z protokolov (s výnimkou arzénu) dosiahli sledované parametre hodnoty požadované uvedenou normou. Pri trávinatej biomase sme na základe analyzovaných hodnôt navrhli nové odporúčané parametre pre slovenských producentov.

Pod'akovanie:

Tento príspevok bol vytvorený realizáciou projektu „Vývoj progresívnej technológie zhutňovania biomasy a výroba prototypov a vysokoproduktívnych nástrojov“ (ITMS kód Projektu: 26240220017), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

POUŽITÁ LITERATÚRA:

- [1] Šooš, L., Križan, P., Matúš, M. (2010): Energetické využitie zmesových odpadov. In: *Vykurovanie 2010*, Ľubovnianske kúpele, Slovenská republika, 141-146.
- [2] Šooš, L. (2007): *Odpady 1 : Environmentálne technológie*. STU v Bratislave, Bratislava.
- [3] Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 284/2001 Z. z, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov v znení vyhlášky č. 409/2002 Z. z. a vyhlášky č. 129/2004 Z. z.