



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV TRÁVNÝCH PORASTOV
A HORSKÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA



Využitie biomasy z trávnych porastov a vrby na energetické účely

METODICKÁ PRÍRUČKA

Ján Daniel, Štefan Pollák



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV TRÁVNÝCH PORASTOV
A HORSKÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA

Využitie biomasy z trávnych porastov a vrby na energetické účely

Ján Daniel, Štefan Pollák

METODICKÁ PRÍRUČKA

Využitie biomasy z trávnych porastov a vrby na energetické účely

Autori: Ing. Ján Daniel
RNDr. Štefan Pollák

Recenzenti: Ing. Martin Lieskovský, PhD.
Ing. Peter Rigáň

© *Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum* 2014

ISBN 978-80-89417-60-5

OBSAH

1.0	Úvod	7
2.0	Význam biomasy	8
3.0	Biomasa, potenciál a dostupnosť	9
3.1	Charakteristika biomasy, jej výhody a nevýhody	9
3.2	Možnosti využitia biomasy na energetické účely	11
3.3	Poľnohospodárska biomasa	12
3.4	Lesná biomasa	13
4.0	Plodiny pestované na produkciu biomasy	14
4.1	Bežne pestované plodiny	14
4.2	„Staronové plodiny“ v minulosti už pestované	15
4.3	Nové plodiny doteraz nepestované	15
5.0	Využitie biomasy trávnych porastov na energetické účely	18
6.0	Právny rámec EÚ a Slovenskej republiky	18
7.0	Technické normy EÚ a Slovenskej republiky	19
8.0	Aktuálne východiská	20
9.0	Všeobecné charakteristiky výroby peliet	21
10.0	Dioxíny v biomase	25
11.0	Aditíva pri výrobe tuhých biopalív	26
12.0	Mechanické vlastnosti peliet	27
12.1	Mechanická odolnosť (durability)	27
12.2	Odolnosti (WI) proti absorpcii vody	27
12.3	Tvrdosť (kompresná rezistencia)	28
13.0	Dosiahnuté výsledky pri výrobe briekiet	28
14.0	Výroba peliet z fytohmoty nevyužívaných TP	33
15.0	Zhodnotenie	36
16.0	Využitie biomasy trávnych porastov na energetické účely v SR	37
17.0	Využitie vrbu košíkárskej na energetické účely	37
18.0	Šľachtiteľský program vrbu košíkárskej	38
19.0	Vrbové plantáže vo svete	38
20.0	Environmentálne a sociálne hľadisko pestovania rýchlorastúcej vrbu	40
21.0	Legislatíva	40
22.0	Výber stanovišťa pre pestovanie vrbu košíkárskej	41
23.0	Príprava pôdy pre výsadbu rýchlorastúcej vrbu	42
24.0	Sadbový materiál	43
25.0	Charakteristika produkčných vlastností švédskych odrôd vhodných pre pestovanie	44
26.0	Výsadba	44
26.1	Ručná výsadba	44
26.2	Mechanizovaná výsadba	46
27.0	Starostlivosť o vysadený porast	46
28.0	Choroby a škodcovia	48
29.0	Zber porastu rýchlorastúcej vrbu v rubnej dobe	49
29.1	Mechanizovaný zber	49
29.2	Ručný zber	49

30.0	Produkcia dendromasy v podmienkach severného Slovenska	50
30.1	Produkčné parametre odrôd na pokuse založenom v roku 1994	51
30.1.1	Rastové parametre	51
30.1.2	Produkcia dendromasy 4-ročný porast	51
30.2	Produkčné parametre odrôd na pokuse založenom v roku 2004	52
30.2.1	Rastové parametre - prvé zberové obdobie	52
30.2.2	Produkcia dendromasy - prvé zberové obdobie	52
30.2.3	Produkcia dendromasy - druhé zberové obdobie	53
31.0	Využitie	58
31.1	Veľkospotrebitel'	58
31.2	Malospotrebitel'	58
32.0	Ekonomika pestovania	59
33.0	Kalendár prác	60
34.0	Využitie biomasy rýchlorastúcej vrby v SR	61
35.0	Perspektívy trhu	63
36.0	Použitá literatúra	64
ZOZNAM TECHNICKÝCH NORIEM		67
ZOZNAM SKRATIEK		68

1.0 Úvod

Pre dvadsiate storočie boli fosílna palivá nevyhnutnou pákou rozvoja ekonomiky a mali veľký dosah na svetovú politiku. Politika a vojna viedli aj k dvom najväčším ropným krízam. Prvá v roku 1973 (arabsko-izraelská vojna) zvýšila ceny ropy štvornásobne, čo spôsobilo veľké problémy svetovej ekonomike. V roku 1979 svet zasiahla druhá ropná kríza ako dôsledok iránskej revolúcie. Táto situácia viedla k tomu, aby sa svet vážnejšie zamyslel nad alternatívnymi zdrojmi energie.

Integračné procesy v Európe priniesli v rámci jednotnej poľnohospodárskej politiky aj fenomén pôd dočasne, ale aj trvalo pre poľnohospodársku činnosť nepotrebných. Jedným z efektívnych riešení využitia takýchto lokalít je pestovanie energetických plodín. Jedná sa o lokality, na ktorých by výroba biomasy priniesla poľnohospodárom ekonomicky vyššie efekty ako produkcia klasických produktov. Ako perspektívne sa ukázali obnoviteľné zdroje energie z rýchlorastúcich drevín, akými sú vŕba, topoľ a osika. Weger (2004) uvádza, že rýchlorastúce dreviny sú jednou z mála energetických plodín, ktoré za súčasných ekonomických podmienok dospeli do fázy komerčného pestovania aspoň v jednej krajine EÚ a to vo Švédsku. V pokročilom štádiu je zakladanie komerčných plantáží vo Veľkej Británii, Nemecku, Rakúsku, Taliansku, ale i Poľsku.

Reálnu naliehavosť má požiadavka zvyšovania podielu energie z obnoviteľných zdrojov na celkovej potrebe energie. Európska únia chce znížiť svoju závislosť od dovozu ropy a plynu prostredníctvom podpory produkcie biomasy a biopalív ako "zelenej" alternatívy k fosílnym palivám. Tento plán pre biomasu sa stáva prioritou pri hľadaní alternatívnych zdrojov energie pre Európu.

V decembri 2005 Európska komisia schválila Akčný plán (AP) o biomase, ktorý bol reakciou na potrebu koordinovaného a aktívnejšieho prístupu k využívaniu biomasy. Zo záverov Akčného plánu vyplynula požiadavka na vypracovanie národných akčných plánov v jednotlivých členských štátoch.

Európska komisia odporučila pripraviť vnútroštátne akčné plány z dôvodu plnenia stanovených cieľov v oblasti využívania biomasy. Politika Európskej Komisie v oblasti energetiky má tri hlavné ciele – konkurencieschopnosť, trvalú udržateľnosť a bezpečnosť dodávok, pričom akčné plány majú pomôcť pri plnení stanovených cieľov.

Dôraz na vypracovanie AP položilo aj zasadnutie Európskej rady v roku 2007. Predsedovia vlád a hlavy štátov dosiahli v oblasti energetiky a klímy politickú dohodu predovšetkým v stanovení záväzných (pre EÚ ako celok) strednodobých cieľov v oblasti redukcie skleníkových plynov (20 % do roku 2020 v porovnaní s rokom 1990), úspor energie (20 % z plánovanej spotreby na rok 2020), zvyšovania podielu obnoviteľných zdrojov energie na celkovej spotrebe energie (20 % do roku 2020).

Vypracovanie návrhu Akčného plánu pre biomasu vyplynulo z uznesenia vlády Slovenskej republiky č. 383/2007 k Stratégii vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov v SR a zároveň Akčný plán pre biomasu vychádza aj z vyššie uvedeného Akčného plánu pre biomasu EÚ, pričom je zameraný na zhodnotenie reálnej situácie na Slovensku v oblasti využívania biomasy.

Aj v našich podmienkach je to perspektívny program, ktorý okrem primárneho efektu, ktorým je krytie potreby energie, vytvára nové programy s novými pracovnými

príležitosťami (Čepanová, Zacharda, 2009). Zacharda (2009) uvádza, že na Slovensku rozdiel medzi výmerou využívanej poľnohospodárskej pôdy v roku 2008 a 2003 je takmer 300 tis. ha, ktorá nie je produkčne využívaná s možnosťou jej využitia na cielené pestovanie energetických plodín.

Využívanie biomasy v porovnaní s konvenčnými zdrojmi energie má veľa výhod pre regióny Slovenska. Nižšie ceny energie pozitívne ovplyvnia konkurencieschopnosť regiónov a zabezpečia rozvoj regiónov. Náklady na biomasu sú v porovnaní s inými druhmi obnoviteľných zdrojov energie relatívne nízke. Ide teda o zdroj, ktorého vplyv sa prejaví v sektore pôdohospodárstva, ale aj v energetike, ekonomike, sociálnej oblasti, či v oblasti životného prostredia.

Využívaním biomasy sa pri ušetrení zemného plynu a uhlia znížia emisie CO₂ a zároveň dôjde k úspore nákladov na uskladnenie a likvidáciu odpadov, ktoré by boli súčasťou komunálnych skládok. Celkovú finančnú úsporu nie je možné presne stanoviť, pretože sa prejaví vo viacerých oblastiach, zvýšenie kvality životného prostredia, finančné prínosy vytvorením nových pracovných miest, zo zníženia cien energií, zo zvýšenia konkurencieschopnosti, zníženia nákladov poľnohospodárov pri výrobe, uskladnení a spracovaní poľnohospodárskych produktov, a pod.

Z ťažiskového hľadiska slovenského pôdohospodárstva je potrebné biomasu považovať za významný prostriedok umožňujúci zvýšenie konkurencieschopnosti produktov agrárneho sektora, pričom synergicky rieši dôležité oblasti národného hospodárstva, ako je napríklad znižovanie nezamestnanosti, revitalizácia vidieka, trvalo udržateľný rozvoj, zvyšovanie kvality životného prostredia.

2.0 Význam biomasy

Biomasa je koncentrovaná slnečná energia a v celej histórii ľudstva bola intenzívne využívaná. Ešte aj dnes sa biomasa podieľa približne 15% na celkovej svetovej ročnej spotrebe energie. Spoločná energetická politika EÚ sa strategicky zameriava na podporu obnoviteľných zdrojov energie (OZE), pretože biomasa vytvára hlavný podiel (66 %) nosičov obnoviteľnej formy energie v EÚ (Víglašský, 2012). Prihliada sa na regionálne špecifiká a tiež na úspory energie a efektívne využitie energie a tepla. V regiónoch strednej a východnej Európy má najvyšší potenciál biomasa, ktorú je možné skladovať a na rozdiel od veternej alebo solárnej energie predstavuje pomerne stály zdroj energie. V okolitých krajinách sa už presadzujú na trhu štandardizované palivá na báze drevnej hmoty, a tiež alternatívne palivá na báze fytomasy z poľnohospodárskej výroby. Poľnohospodárstvo a potravinárstvo sú nielen významnými producentmi potravín, ale zároveň produkujú aj suroviny na ďalšie spracovanie. Poľnohospodárstvo sa tak stáva dôležitým producentom obnoviteľných zdrojov energie a práve pre Slovensko, ktoré je odkázané na dovoz energetických surovín, môžu mať obnoviteľné zdroje energie strategický význam.

Za obnoviteľné zdroje energie sú považované perspektívne energetické zdroje domáceho pôvodu, pričom ide najmä o energiu z vody, z biomasy a o geotermálnu energiu. Biomasa, ako jedna z foriem obnoviteľných zdrojov energie, je považovaná za zdroj s najväčším potenciálom. Jej využívaním sa zníži energetická závislosť na fosílnych palivách, ale zároveň sa zhodnotia domáce zdroje energie, zvýšia sa ekonomické aktivity na vidieku, pričom sa vytvoria nové pracovné miesta a spomalí sa

odliv pracovníkov z vidieka do miest. Využívaním biomasy sa zníži negatívny vplyv na životné prostredie spôsobený ťažbou fosílnych palív a zároveň sa nižšie náklady na získavanie energie premietnu nielen do cien energie pre konečného spotrebiteľa, ale aj do cien výrobkov, čo sa prejaví zvýšením konkurencieschopnosti výrobkov na trhu.

Významu a hospodárskemu potenciálu biomasy nebola v Slovenskom hospodárstve venovaná adekvátne pozornosť, čo sa prejavilo aj v realizácii. Potenciál biomasy dosahuje ročne produkciu v energetickom vyjadrení približne 160 PJ. Energetický potenciál biomasy je ekvivalentný 3,9 miliónom ton ropy ročne, respektíve 4,71 miliardám m³ zemného plynu za rok. Množstvo disponibilnej energie v biomase je porovnateľné s množstvom energie vyrobenej tromi až štyrmi jadrovými reaktormi s inštalovaným elektrickým výkonom 440 MW. K dispozícii je surovina, ktorá sa doteraz nevyužívala.

Biomasa sa stáva strategickou surovinou napriek tomu, že zohráva minoritnú úlohu, hoci jej potenciál predstavuje cca 20 % z celkovej vyprodukovanej energie na území Slovenska. Širšie využívanie biomasy pre teplárenstvo, energetiku je v súlade so zámermi znižovania energetickej závislosti a najmä diverzifikácie energetických zdrojov. Nezanedbateľný význam pri využívaní biomasy je znižovanie exhalátov CO₂, pričom sa predpokladá zníženie emisie skleníkových plynov až o 30 % do roku 2020 v EÚ. Aktuálny návrh energeticko-klimatickej politiky do roku 2030 prezentuje stratégiu znížiť emisie skleníkových plynov o 40 % a zvýšiť podiel OZE na 27 %.

3.0 Biomasa, potenciál a dostupnosť

Biomasu môžeme deliť podľa rôznych kritérií. Podľa vzniku rozoznávame poľnohospodársku biomasu, lesnú biomasu a vedľajšie produkty z poľnohospodárstva a spracovateľského priemyslu.

Zdroje biomasy vhodnej na energetické využitie sú rozmiestnené relatívne rovnomerne po celom území Slovenska.

3.1 Charakteristika biomasy, jej výhody a nevýhody

Biomasa nazývame materiál rastlinného a živočíšneho pôvodu, vhodný na priemyselné a energetické využitie. Zahrňuje aj odpady a druhotné suroviny, ktoré vznikajú pri jej pestovaní a spracovaní, ako aj príslušnú biologicky rozložiteľnú časť komunálneho odpadu.

Biomasa v podobe rastlín je chemicky zakonzervovaná slnečná energia. Je to súčasne jeden z najuniverzálnejších a najrozšírenejších zdrojov energie na Zemi. Biomasa môžeme podľa pôvodu rozdeliť do troch základných skupín:

- dendromasa, t. j. biomasa zdrevnatenej rastlinnej hmoty,
- fytomasa, t. j. biomasa ostatných rastlín,
- zoomasa, t. j. biomasa zvierat.

Biomasa svojou podstatou umožňuje premenu jej energetického obsahu najmä na produkciu tepla, chladu, elektrickej energie, bioplynu, ušľachtilejších foriem pohonných hmôt a biogénnych palív, respektíve ich kombináciu.

Prednosti využitia biomasy ako obnoviteľného zdroja energie:

1. biomasa je energetická surovina produkovaná na našom území každoročne,
2. biomasa je stabilný OZE, ktorého objem produkcie, energetický potenciál a cenu je možné určiť na dlhšie časové obdobie,
3. výroba energie z biomasy je neutrálna vo vzťahu ku tvorbe skleníkových plynov,
4. pestovanie plodín na energetické využitie má pozitívny vplyv na biodiverzitu, ochranu pôdy a vodné zdroje,
5. predstavuje možnosti pre ekonomický rast vidieckych regiónov,
6. vytvára predpoklady pre vznik pracovných príležitostí vo výrobe a obsluhu zariadení,
7. aktivuje rozvoj nových vedných odborov (napr.: biotechnológie),
8. väčšie a efektívnejšie využitie biomasy na energetické účely zníži nároky na dovoz fosílnych palív,
9. využije sa doteraz nevyužívaná, resp. neefektívne využívaná pôdohospodárska a ostatná pôda a môžu sa využiť i plochy, ktoré nie sú vhodné na potravinársku výrobu (detoxikácia pôd).

Nevýhody využívania biomasy:

1. nízky merný obsah energie, čím sú ovplyvňované náklady na dopravu a logistiku,
2. potreba skladovania z dôvodu sezónnosti produkcie,
3. potreba zabezpečenia dlhodobu spoľahlivej dodávky biomasy,
4. potreba sušenia účelovo pestovanej biomasy pred spracovaním na tuhé palivo,
5. vysoké vstupné náklady technologických zariadení.

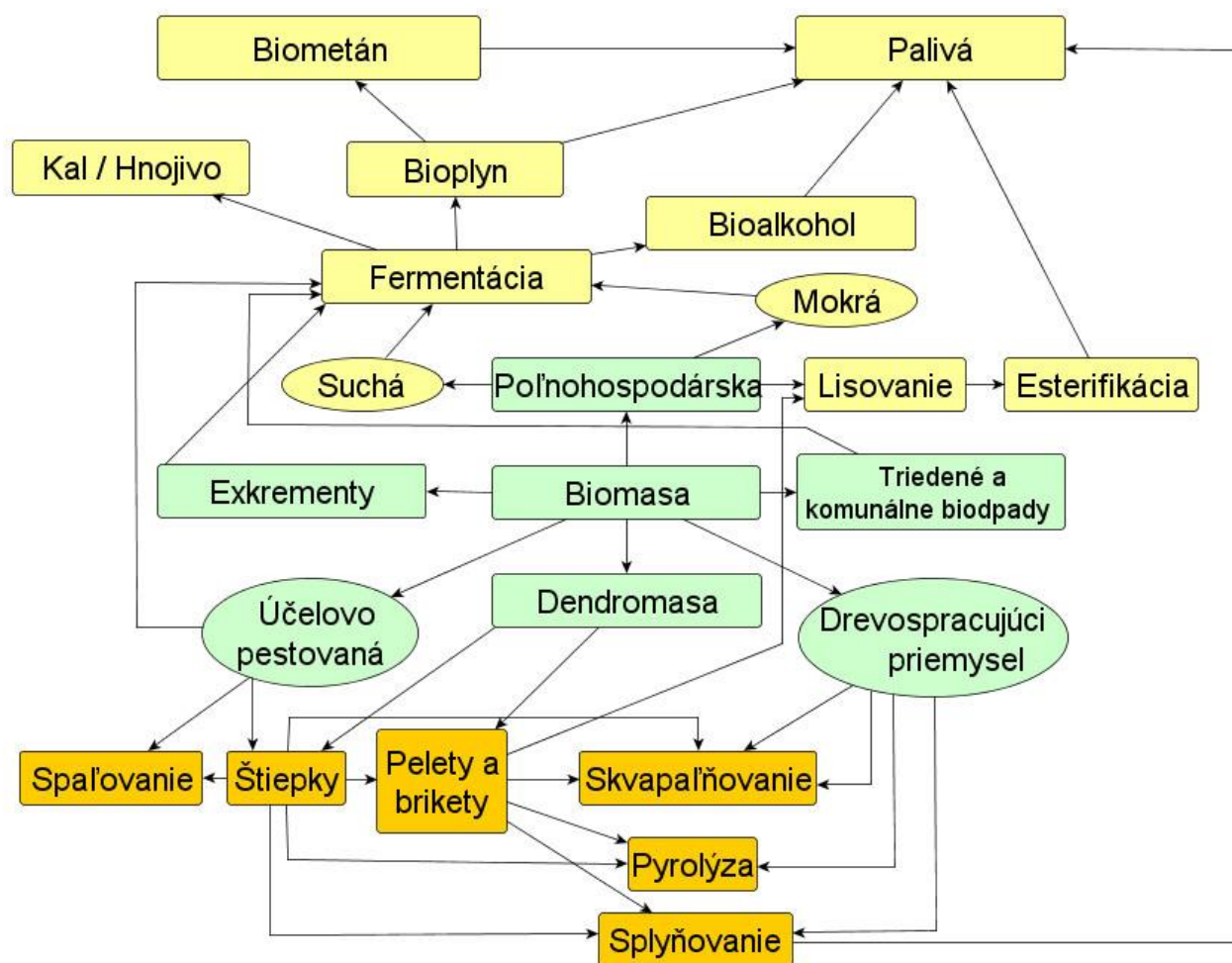
Využitie biomasy a zhodnotenie ekonomických prínosov je náročná úloha interdisciplinárneho charakteru. Vzhľadom k tomu, že do dnešných dní silne prevláda využitie fosílnych palív, je porovnanie ekonomiky produkcie energie možné a potrebné zrealizovať v porovnaní s ekonomikou premien fosílnych palív na jednotlivé formy energie prostredníctvom rutinne využívaných a dobre prepracovaných technológií. Využívanie rozšírených a prepracovaných klasických technológií je dôležité pri celkovom zhodnotení ekonomiky „výroby“ energie z biomasy, ako aj z iných obnoviteľných zdrojov energií, nakoľko základnou charakteristickou črtou nových a moderných technológií je ich vysoká cena práve z dôvodu ich novosti a teda nerozšírenosti, ktorá spôsobuje ich vysoké nadobúdacie náklady.

3.2 Možnosti využitia biomasy na energetické účely

Biomasa má v najbližších 5 až 10 rokoch aj v SR najväčší technický potenciál v rámci OZE. Využívanie biomasy vzhľadom na jej technický potenciál je nedostatočné a jej využívanie v roku 2005 bolo 17 PJ, čo tvorí 2 % z celkovej spotreby energie.

Biomasa má 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 brikiet. Pomerne rýchlym riešením zvýšeného využívania biomasy je spaľovanie v tepelných elektrárnach a pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla (teplárne). V prípade väčších zariadení jedným z dôležitých faktorov je optimalizácia logistických nákladov. Využívaniu biomasy ako obnoviteľného zdroja energie sa venujú viaceré dokumenty.

Obrázok č.1 Niektoré technologické možnosti energetického využívania biomasy



Zdroj: MP SR, 2007

Všeobecná schéma vybraných možností využitia biomasy je znázornená na obrázku č.1. Vyjadruje vzájomné prelínanie použiteľných technológií energetického využitia biomasy.

Pôdohospodársku biomasu možno rozdeliť z hľadiska energetického využitia do troch základných skupín. Biomasa vhodná na:

- spaľovanie (výroba tepla na vykurovanie, ohrev teplej úžitkovej vody a technologického tepla, sušenie produktov, výroba elektriny), fytomasa rastlín (slama), dendromasa (palivové štiepky, palivové drevo, odpady po spracovaní dreva), energetické rastliny (ozdobnica čínska, cirok, štiav, konope, topol, vŕba, agát),
- výrobu biopalív vo forme metylesterov rastlinných olejov ako zložka do motorovej nafty (repka, obilie), alebo vo forme bioalkoholu ako zložka do benzínov (kukurica, obilniny, cukrová repa, zemiaky a očakáva sa i ohlásenie nových technológií umožňujúcich rozklad dendromasy v smere získavania bioetanolu a nádejné sú i nové technologické postupy umožňujúce rozklad celulózy a lignínov na biobutanol),
- výrobu bioplynu s následnou kombinovanou výrobou tepla a elektriny kogeneráciou (exkrementy hospodárskych zvierat, zelené rastliny, siláž, dendromasa).

3.3 Poľnohospodárska biomasa

Z jednotlivých druhov biomasy vhodnej na spaľovanie má najvyšší energetický potenciál obilná slama (pri ročnej produkcii približne 730 tis. ton ide o energetický ekvivalent 10,4 PJ), ďalej kukuričná slama (pri ročnej produkcii približne 670 tis. ton ide o energetický ekvivalent 9,4 PJ), repková slama (pri ročnej produkcii približne 200 tis. ton ide o energetický ekvivalent 2,9 PJ) a slnečnicová (pri ročnej produkcii približne 220 tis. ton ide o energetický ekvivalent 2,8 PJ). Celkový energetický potenciál poľnohospodárskej biomasy, vrátane odpadu zo sádov a vinogradov je pri produkcii 2 mil. ton viac ako 28 PJ. Z teoretického množstva energie vyrobenej spaľovaním biomasy t.j. 28,6 PJ, je možné za priaznivých podporných mechanizmov využiť v odvetví poľnohospodárstva 10 až 30 % na vykurovanie, elektrickú energiu a teplú úžitkovú vodu. Na trhovú účely vo forme paliva (balikovaná slama, brikety, pelety) alebo energie (teplo, elektrina) by bolo možné využiť 10 až 20 % biomasy, hlavne predajom paliva, poprípade tepelnej energie pre komunálnu sféru.

Poľnohospodárska biomasa vhodná na výrobu biopalív potenciálne predstavuje 200 tis. ton s energetickým potenciálom 7 PJ. Výlisky a výpalky pri výrobe biopalív predstavujú celkový energetický potenciál približne 8,4 PJ pri množstve 400 tis. ton. Exkrementy hospodárskych zvierat predstavujú energetický potenciál 10 PJ pri množstve 13,7 mil. ton. Účelovo pestovaná biomasa na výrobu energie vrátane bielych plôch predstavuje energetický potenciál takmer 57 PJ pri celkovom množstve 4 mil. ton. V roku 2007 bola výmera energetických plodín, na ktorú boli podané žiadosti o podporu väčšia ako 80 700 ha. Prehľad je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Výmera energetických plodín

Plodina	Výmera (ha)
Cirokeľ sudánsky	20,00
Jačmeň jarný	3,01
Kapusta repková pravá (repka olejka)	69 653,17
Kukurica	9 961,95
Kukurica na siláž	285,26
Lucerno-trávne miešanky	51,94
Olejninovo-obilná miešanka	47,20
Ovos siaty	13,06
Pšenica ozimná	27,20
Raž siata	47,28
Slnčnica ročná	4,90
Štiavec	102,70
Topoľ	3,99
Trávy	337,67
Vrba	206,85
Iné plodiny	2,77
Spolu	80 768,95

Zdroj: PPA, 2008

3.4 Lesná biomasa

Ročný potenciál lesnej biomasy predstavoval do roku 2010 cca 2 432 tis. ton s energetickou hodnotou 26,8 PJ. Najväčšie zdroje palivovej biomasy sa nachádzajú v okresoch Brezno, Poltár, Rimavská Sobota, Košice, Bardejov, Humenné a Svidník. Celkový potenciál zdrojov lesnej biomasy sa výrazne zvýši, keď jeho súčasťou budú energetické porasty, lesná biomasa zo zvýšenej ťažby dreva, vláknovinové drevo, produkcia komunálnej a podnikateľskej sféry získaná z čistenia parkov, zelene a pod. Vyznamným zdrojom je aj drevospracujúci priemysel, ktorý vyrába ročne viac ako 1,8 mil. ton odpadu, a to odrezky (približne 0,65 mil. ton), piliny (viac ako 0,3 mil. ton) a čierny výluh (viac ako 0,45 mil. ton). Celková energetická hodnota je 17,6 PJ.

Tabuľka 2. Využitelný potenciál palivovej drevnej biomasy

Producent	Druh biomasy	Ročný využitelný potenciál (t)	Energetický potenciál PJ
Lesná pôda		2 462 000	26,8
z toho	palivové drevo	800 000	8,8
	štíepky	1 632 000	18,0
Drevospracujúci priemysel		1 835 000	22,0
z toho	tuhé odpady	1 365 000	16,4
	kvapalné odpady	470 000	6,6
Komunálna sféra		300 000	3,6
z toho	palivové drevo	50 000	0,7
	štíepky	250 000	2,9
Celkom		4 597 000	52,4

Zdroj: NLC Zvolen, 2007

Medzi najväčších producentov uvedeného druhu odpadu patria veľké drevospracujúce podniky, ktoré sú však schopné využívať odpad na ďalšiu výrobu materiálov alebo na výrobu energií. Početné malé prevádzky väčšinou odpady ďalej nespracovávajú a práve v ich prípade je potenciál využívania odpadov vysoký.

Domáci využiteľný potenciál drevnej biomasy na Slovensku vhodnej na energetické využitie vo vzťahu k celkovej ročnej spotrebe primárnych energetických zdrojov môže v blízkej budúcnosti nadobudnúť podstatne väčší význam, ako má v súčasnosti. Ďaleko najväčším potenciálom disponujú Fínsko a Švédsko. Potenciál Slovenska je porovnateľný s Rakúskom, Švajčiarskom a Rumunskom.

4.0 Plodiny pestované na produkciu biomasy

4.1 Bežne pestované plodiny

Majú v tomto smere rad výhod. Sú prispôsobené agroekologickým podmienkam, je zvládnutá pestovateľská technológia vrátane materiálno-technického vybavenia. Vo väčšine prípadov je známa efektívnosť a rentabilita pestovania. Platí to najmä v prípade obilnín.

Vhodná na priame spaľovanie je hlavne slama. Hustosiate obilniny dosiahnu za priaznivých podmienok už na poli 82 – 85 % obsah sušiny, kukurica len 50 – 65 %. Slama má síce nižšiu výhrevnosť ako fosílna palivá, ale má niekoľko násobne nižšie náklady na 1 MJ. Na spaľovanie možno využívať slamu obilnín až po naplnení požiadaviek živočíšnej výroby (kŕmenie + podstielanie) a vybilancovaní deficitu organickej hmoty v pôde.

Ďalšou skupinou plodín vhodných na využitie sú okopaniny, potom olejniny prípadne strukoviny.

Ich nevýhodou sú zvýšené intenzifikačné vklady a lokálne podmienené rozšírenie niektorých chorôb a škodcov vyplývajúce z dlhodobého pestovania.

Okopaniny

Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) je rastlina príbuzná so slnečnicou, aj keď sa pestuje podobne ako zemiaky.

Čakanka (*Cichorium*) je rastlina nenáročná na podmienky prostredia (nevyžaduje veľa vlhky).

Olejniny

V Európe i na Slovensku sú hlavnými olejninami **repka a slnečnica**. Olejniny patria do rôznych botanických čeľadí. Naše olejniny patria do čeľade kapustovitých (repka, horčica), astrovitých (slnečnica) i makovitých (mak). Olejniny (hlavne pestované na energetické účely) nie sú náročné na pôdu a znášajú aj horšie klimatické podmienky.

Technické plodiny

Ľan siaty (*Linum usitatissimum* L.) je jednoročná plodina vhodná do oblastí s vyššou nadmorskou výškou. Jeho variantmi je ľan pradný a ľan olejný.

Ľan pradný – hlavným produktom sú stonky, pre priemyslové využitie lisované do valcových balíkov. Semeno ľanu sa spracováva tiež priemyslovo.

Ľan olejný – semeno, ktoré je hlavným produktom, sa využíva v olejochémii.

Konopa siata (*Cannabis sativa* L.)

Jednotlivé druhy konopy pochádzajú z Indie. Najznámejšia však nie je konopa siata, ktorá sa pestuje pre vlákno z rastlín, olej zo semien, a pre nadzemnú biomasu na spaľovanie, ale konopa indická, z ktorej sa vyrába droga hašiš nazývaný aj marihuana. Keďže aj konopa siata obsahuje omamnú látku THC (tetrahydrokanabinol) vyšľachtili sa kultivary s obsahom tejto látky nižším než 0,3 %. Tieto sa môžu pestovať bez obmedzenia skoro vo všetkých členských štátoch EÚ, aj keď v mnohých podliehajú administratívnej kontrole. Na Slovensku konopa siata nie je vhodná na pestovanie vo všetkých oblastiach. Južná forma s tvorbou nadzemnej fytohmoty v rozsahu 9-12 t.ha⁻¹ sušiny je teplomilná plodina, na mráz citlivejšia ako ľan.

4.2 „Staronové plodiny“ pestované už v minulosti

Patria sem plodiny, ktoré sa na Slovensku už pestovali. Z obilnín sú to ciroky (cirok cukrový) a sudánska tráva.

Ciroky (*Sorghum*)

patria k teplomilným plodinám. Sú odolné proti suchu. Na pôdu sú menej náročné, ale vysoké úrody poskytujú len na štruktúrnych pôdach. Znášajú aj vyššiu koncentráciu solí v pôde. Nedarí sa im na kyslých pôdach.

Sudánska tráva (*Sorghum sudanense*)

sa vyznačuje aj v našich podmienkach mierneho klimatického pásma tvorbou značnej nadzemnej fytohmoty, ktorá často v sušine prekračuje 15 t.ha⁻¹.

Vyšľachtené odrody pestované ako krmoviny sa vyznačujú nízkym vzrastom, nepresahujúcim výšku jedného metra a značnou hustotou porastu. Rastliny silno odnožujú. Pod názvom „sudánska tráva“ sa pokusne pestovala v minulosti na južnom Slovensku. Väčšie plochy tejto krmoviny sa u nás nevyskytovali. V súčasnosti sudánska tráva predstavuje perspektívnu energetickú plodinu vhodnú najmä pre teplejšie a suchšie ekologické podmienky.

4.3 Nové plodiny doteraz nepestované

Ide o plodiny láskavec (*Amaranthus*), slonia tráva resp. čínska tráva, vrba, osika, prípadne topol. Prakticky novou plodinou je len slonia resp. čínska tráva (*Miscanthus*). Láskavec rastie ako burina, alebo je využívaný ako okrasná rastlina, podobne aj vrba. Výhodou láskavca i vrby je vysoký potenciál produkcie sušiny biomasy a nenáročnosť pestovania. Nevýhodami láskavca sú neosvojená technológia pestovania, nedostatky v MTZ i chýbajúce semenárstvo.

Na pestovanie láskavca sú vhodné ľahšie pôdy a teplejšie stanovištia. Predpoklady na pestovanie slonej trávy sú teplo, vlaha a tiež vhodné pôdne podmienky.

Láskavec zelenoklasý (*Amaranthus chlorostachys* Willd.) a **Láskavec hybridný** (*Amaranthus hybridus* L.)

Láskavce sú jednoročné rastliny pôvodom z tropických oblastí Ameriky, Ázie a Afriky. Z mnohých druhov sa niektoré pestujú na zrnó (láskavec metlinatý), iné sú okrasnými rastlinami (láskavec chvostnatý a trojfarebný), alebo rastú ako burina (láskavec ohnutý). Mohutné druhy (láskavec zelenoklasý a hybridný), ktoré dorastajú do výšky jedného metra a poskytujú tak jednorazovo značné množstvo nadzemnej hmoty sa môžu využívať aj ako energetické plodiny. Hmota je škodlivá a na kŕmenie nevhodná.

Porast sa zakladá vysiatím drobných semien do pripravenej, na živiny bohatej pôdy. Láskavec je citlivý najmä na dostatok dusíka v pôde. Preto pôdy s nižším obsahom humusu a organických látok nie sú optimálnym stanovišťom na jeho pestovanie. V našich podmienkach sa môže na optimálnych stanovištiach zberať až 15 – 25 t.ha⁻¹ sušiny tejto plodiny. Ak sa pestuje na zrnó, vymlátená slama sa tiež môže použiť na spaľovanie. Úrody sú však len 6-8 t.ha⁻¹.

Ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis* Anderss.)

Táto rýchlorastúca vytrvalá tráva patrí medzi perspektívne bioenergetické plodiny. Názov „slonia tráva“ si vyslúžila za mohutný vzrast až do výšky 8 metrov, kedy poskytuje ročne až 40 t.ha⁻¹ sušiny. Tak je tomu len v optimálnych podmienkach subtropických a tropických oblastí s 1000 mm ročných atmosférických zrážok. Takéto podmienky sú najmä v Číne, Kórei a na Polynézskych ostrovoch, odkiaľ ozdobnica pochádza. V podmienkach mierneho klimatického pásma tráva dorastá do výšky 2 metrov a poskytuje úrodu sušiny 15-25 t.ha⁻¹, čo je z pohľadu efektívnosti pestovania vyhovujúci parameter.

Z pestovateľského hľadiska je najnáročnejšie zakladanie porastu. Nerozmnožuje sa semenami (vyšľachtené odrody sú sterilné), ale koreňovými odrezkami, alebo pletivovými kultúrami. Sadenice sa vysádzajú na jar po okopaninách alebo obilninách, pričom efektívny zber suchej hmoty v zimných mesiacoch je až v treťom roku pestovania. V prvom roku po vysadení sadeníc treba porast chrániť pred vymŕzaním v zime nástiolkou. Porast vydrží na jednom stanovišti 10 až 15 rokov.

Chrastnica trst'ovníkovitá (*Phalaris arundinacea*)

Trstine podobná chrastnica patrí k vlhkomilným druhom rastlín. Rozrastá sa najviac na mokrých lúkach a brehoch vodných tokov. Pochádza z mierneho klimatického pásma Európy a Ázie a je teda značne mrazuvzdorná. Táto vytrvalá tráva má mohutné pakorene, ktoré zasahujú až do hĺbky 2 metrov pod povrch pôdy. Z púčikov tesne pod povrchom pôdy každoročne vyrastajú do 2 – 3 metrov vysoké výhonky, ktoré nie sú vhodné na kŕmenie. Rastlina sa v priaznivom prostredí koreňmi rýchlo rozrastá. Vďaka mohutnej koreňovej sústave dokáže prekonať krátke obdobie sucha. V oblastiach s dlhším obdobím sucha je jej pestovanie rizikové a nerentabilné.

Pestovať sa môže aj v chladnejších klimatických podmienkach vysoko položených kotlín a na svahoch vysokých pohorí Slovenska, aj keď sa tu dosahujú nižšie úrody

biomasy. Závislosť na priebehu počasia a najmä vody v pôde sa odráža na priemernom rozpätí úrod v dlhodobých pokusoch, a to v rozsahu 5-12 t.ha⁻¹. Porast na jednom mieste vydrží niekoľko rokov bez povrchovej úpravy pôdy a chemickej ochrany pred chorobami a škodcami.

Štiavec špenátový x štiavec ťanšanský

V klimatických podmienkach mierneho pásma je jednou z najperspektívnejších energetických plodín. Bol vyšľachtený len nedávno krížením domácej odrody štiavca špenátového s čínskym druhom štiavca ťanšanského. Tento kríženec je trvalou bylinou, odolnou voči vymrzaniu a niektoré novovyšľachtené odrody v zahraničí sú odolné aj voči nedostatku vlhky v pôde. Môže sa teda pestovať vo všetkých klimatických regiónoch Slovenska, na rôznorodých pôdach až do výšky 700 metrov nad morom. Zber úrody na energetické účely je v druhom, prípadne treťom roku po sejbe. Nespornou výhodou pestovania štiavca je jeho skorá zrelosť. Plodina končí vegetáciu už v priebehu leta a tak pre energetické účely sa môže zberať v suchom stave (okolo 20 % vlhkosti) už v júli alebo auguste. Pri zbere sa treba vystríhať utláčaniu pôdy a poškodeniu koreňov a najmä prezimujúcich púčikov. Úrody veľmi znižuje najmä dlhšie trvajúce sucho v jarných mesiacoch a suchá zima bez snehu, keďže štiavec využíva k tvorbe biomasy najmä zimné zásoby vlhky. Úrody nadzemnej biomasy dosahujú až 30 t.ha⁻¹ v sušine. Viacročné výsledky sú nižšie v rozmedzí 10-15 t.ha⁻¹. Podľa zahraničných prepočtov je jeho pestovanie efektívne už pri zbere 7,5 t.ha⁻¹.

Topole

Japonský topol' (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*)

Patrí medzi rýchlorastúce dreviny a je kríženec topoľa čierneho a topoľa Maximowičova. **Topol' čierny (*Populus nigra*)** je domáci topol' v Európe. **Topol' Maximowiczij (*Populus maximowiczii*)** je balzamový topol', ktorý sa vyskytuje na kedysi japonskom ostrove Sachalin.

V priebehu 20. rokov sa zmes týchto dvoch klonov topoľov dostala z Rakúska (Wuperthalu) do Čiech. Táto zmes bola rôzne technicky označovaná, ako napr. J-104, J-105 alebo Max 4, Max 5 a bola ďalej množená.

Výhody pestovania Japonského topoľa:

- z 1ha sa dá dosiahnuť 100 ton čerstvej biomasy prípadne viac v priebehu 4 – 5 rokov
- nenáročný na pestovanie
- až 25 ročná efektívna doba pestovania resp. 5 x 5 ročný cyklus
- odolný voči záplavovým oblastiam a zároveň mu neublíži ani dlho trvajúce sucho (postačuje mu 500 mm ročného úhrnu zrážok).

Starostlivosť: (prvý rok, neskôr už minimálna)

- dôležité je pripraviť pôdu na jeseň (preorať) a na jar skultivovať
- v prvom roku je potreba kosiť okolo mladých výhonov v dôsledku eliminácie buriny prípadne použiť postrek
- ak sa vyskytne mandelinka topolová – použiť účinný postrek

Vrba košíkarska (*Salix viminalis* L.)

Má potenciál 15 t.ha⁻¹sušiny za rok. Jej prednosťou je trvácnosť 25 - 30 rokov. Je málo náročná na teplo i pôdu. Môže sa vysádzať takmer do každej pôdy kde je dostatok vlhky s výnimkou ťažkých pôd s nepriepustným podorníčím trvale zamokrených stojatou vodou. Nezanedbateľnou prednosťou vrby je aj možnosť jej pestovania na erózne ohrozených pôdach a možnosť jej využitia ako biologickej čističky kontaminovaných pôd.

Výber jednotlivých druhov plodín pre praktické využitie je určovaný hlavne:

- prírodnými podmienkami regiónu,
- náročnosťou na teplo a kvalitu pôdy,
- svahovitosťou i technikou pestovania.

Pri samotnom výbere je potrebné brať do úvahy aj či sa jedná o tradičné, bežne pestované plodiny, alebo "staronové" plodiny, ktoré tu už boli pestované, či plodiny nové, ktoré sa v týchto podmienkach nepestovali.

5.0 Využitie biomasy trávnych porastov na energetické účely

V rámci územia SR predstavujú významný zdroj biomasy trvalé trávne porasty, hlavne v podhorských a horských oblastiach, kde po utlmení živočíšnej výroby pretrvávajú problém s finalizovaním ich produkcie. Jedným z možných riešení je energetické využitie trávnej fytohmoty, ako pevných palív vo forme brikiet, peliet alebo vstupnej suroviny do bioplynových staníc. Na palivá sú v súčasnosti okrem energetických, environmentálnych a ekonomických kritérií kladené i požiadavky vysokého komfortu pri manipulácii a bezpečnosti pri ich spaľovaní.

6.0 Právny rámec EÚ a Slovenskej republiky

Základný právny rámec úpravy podpory obnoviteľných zdrojov energie, vrátane biomasy ako jedného z obnoviteľných zdrojov energie, v rámci Európskej únie tvorí smernica Európskeho parlamentu a rady 2009/28/ES z 23. apríla 2009 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie („smernica OZE“) táto smernica zrušila predchádzajúce smernice z oblasti podpory obnoviteľných zdrojov energie, a to konkrétne smernicu 2001/77/ES a 2003/30/ES a ustanovila spoločný rámec podpory energie z obnoviteľných zdrojov energie. Smernica OZE požadovala od členských štátov vytvoriť systém podpory využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie. Takýto systém bol zavedený zákonom č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby („zákon o podpore OZE“) prijatý dňa 19.6.2009. O komplexnosti problematiky svedčí aj fakt, že do dnešných dní bol zákon už štyrikrát novelizovaný. Bolo vydaných tiež niekoľko vykonávacích vyhlášok ako napr. vyhláška číslo 221 Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z 11. júla 2013, ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v elektroenergetike. Zákon o podpore

OZE upravuje spôsob a podmienky podpory výroby elektriny z obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnou kombinovanou výrobou a výroby biometánu.

Biomasa vrátane všetkých produktov jej spracovania sa považuje za obnoviteľný zdroj energie v zmysle OZE zákona (Tadláňková, 2012).

7.0 Technické normy EÚ a Slovenskej republiky

V okolitých krajinách sa už na trhu presadzujú štandardizované palivá na báze drevnej hmoty, a tiež alternatívne palivá na báze fytomasy z poľnohospodárskej výroby. Referenčný prehľad technických noriem v porovnaní s technickou normou platnou s SR udáva tabuľka č.3.

Tabuľka 3. Referenčné vlastnosti peliet v okolitých krajinách

	Drevné pelety na slovenskom trhu	Alternatívne pelety na slovenskom trhu	DIN 51731	DIN Plus	ÖNORM M 7135	Česká Směrnice č. 55-2008	STN EN 14961-1
Druh biomasy	Drevná biomasa	Poľnohospodárska fytomasa	Drevná biomasa	Drevné pelety	Drevné pelety/kôrové pelety	Rastlinné biopalivá	Tráva všeobecne – seno
Výhrevnosť [MJ.kg ⁻¹]	17,5 – 19,5	15,5 - 18,5	≥ 18	17,5 – 19,5	≥ 18,0 / ≥ 18,0	≥ 16	16 - 19
Odmeraná relatívna vlhkosť [%]	do 12 %	do 15,3 % *	≤ 10	< 12	≤ 10,0 / 18,0	≤ 10	-
Obsah popola v hmotnostných percentách	do 1 %	do 10 %	≤ 0,5	< 1,5	≤ 0,50 / ≤ 6,0	≤ 6	4 až 10

* údaj pre pelety z obilného prachu

Slovenská republika ako člen Európskej únie implementuje do svojho právneho poriadku normy EÚ a preberá aj technické normy pod svoju národnú technickú normu STN. Pred uvedením na trh by malo každé tuhé palivo z biomasy spĺňať kritériá určené normou. V roku 2010 vydal Slovenský ústav technickej normalizácie normu charakterizujúcu rozmery a fyzikálno-chemické vlastnosti peliet a briki: STN EN 14961-1 Tuhé biopalivá. Špecifikácie a triedy palív. Časť 1: Všeobecné požiadavky. Začiatkom roku 2011 boli vydané normy: STN EN 14961-2 Tuhé biopalivá. Špecifikácie a triedy palív. Časť 2: Drevné pelety na nepriemyselné používanie a STN EN 14961-3 Tuhé biopalivá. Špecifikácia a triedy palív. Časť 3: Drevené briкеты na nepriemyselné používanie. Vlhkosť vstupného materiálu upravuje norma STN EN 14774-1 Tuhé biopalivá. Stanovenie obsahu vlhkosti. Metóda sušením v sušiarňi. Časť 1: Celková vlhkosť. Referenčná metóda. Analýza obsahu popola sa uskutočňuje podľa normy STN EN 14775. Tuhé biopalivá. Stanovenie obsahu popola.

Na stanovenie spaľovacieho tepla a výhrevnosti je vydaná STN EN 14918 Tuhé biopalivá. Stanovenie výhrevnosti. Pre „Lúčne seno“ sú stanovené hodnoty spaľovacieho tepla 17,92 MJ.kg⁻¹ a výhrevnosti 16,48 MJ.kg⁻¹, pre „Pelety z pasienkovej zmesi“ spaľovacie teplo 18,63 MJ.kg⁻¹ a výhrevnosť 17,21 MJ.kg⁻¹.

Stanovenie celkového obsahu síry a chlóru sa realizuje podľa normy STN EN 15289 Tuhé biopalivá. Stanovenie celkového obsahu síry a chlóru. Stanovenie obsahu prchavej zlúčeniny sa realizuje podľa normy STN EN 15148 Tuhé biopalivá. Stanovenie obsahu prchavých látok. Spaľovaním fytohmoty sa uvoľňuje podstatne vyšší podiel prchavej látky oproti fosílnym palivám. Čím je palivo chemicky mladšie, tým má vyšší obsah prchavej látky - horľaviny. Príkladom je dendromasa, ktorá má približne o 27 % vyšší obsah prchavej horľaviny ako hnedé uhlie 75 % ku 48 % (Šmidová, 2012).

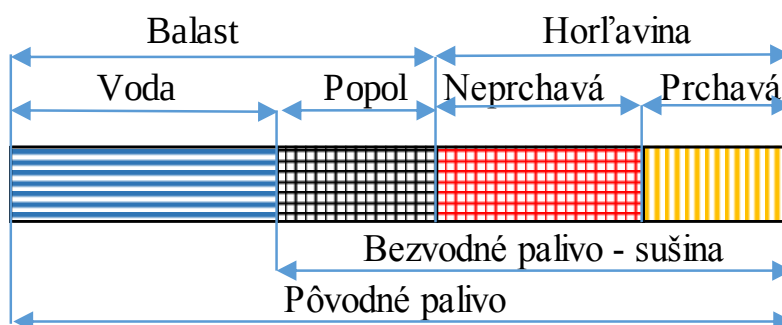


Schéma zloženia paliva

8.0 Aktuálne východiská

V Slovenskej republike bolo v roku 2013 hospodársky využívaných 507 903,87 ha trvalých trávnych porastov (TTP), ale súčasne je v evidencii Úradu geodézie, kartografie a katastra SR vedených 868 061 ha TTP (tabuľka 4). Rozdiel v evidencii je 360 157,13 ha. Tieto plochy postupne podliehajú sukcesii a zarastajú pionierskymi drevinami a prechádzajú do štádia lesa. Časti týchto pozemkov sú z roka na rok prevádzané z poľnohospodárskeho pôdneho fondu na lesný fond. Bola by možnosť časť z týchto pozemkov opätovne intenzívnejšie využiť na pestovanie rýchlorastúcich drevín, alebo pratotechnickými opatreniami zvýšiť výnosy a využiť trávnu hmotu v energetike. Je celá škála možností jej využitia. My sa v tejto publikácii zameriame na tuhé palivá – brikety a pelety.

Tabuľka 4. Výmera TTP v Slovenskej republike podľa evidencie Štatistického úradu SR a Úradu geodézie, kartografie a katastra SR (ÚGKaK SR) za roky 2010-2013.

Rok	2010	2011	2012	2013
Výmera TTP podľa ŠÚ SR (ha)	489 403,44	507 844,26	507 068,21	507 903,87
Úroda (t)	1 014 653,30	1 013 574,90	934 774,80	1 057 714,3
Priemerná úroda sušiny (t.ha ⁻¹)	2,07	2,00	1,84	2,08
Výmera TTP podľa katastra (ha)	876 484	874 224	871 324	868 061
Rozdiel medzi ŠÚ SR a ÚGKaK SR (ha)	387 080,56	366 379,74	364 255,79	360 157,13

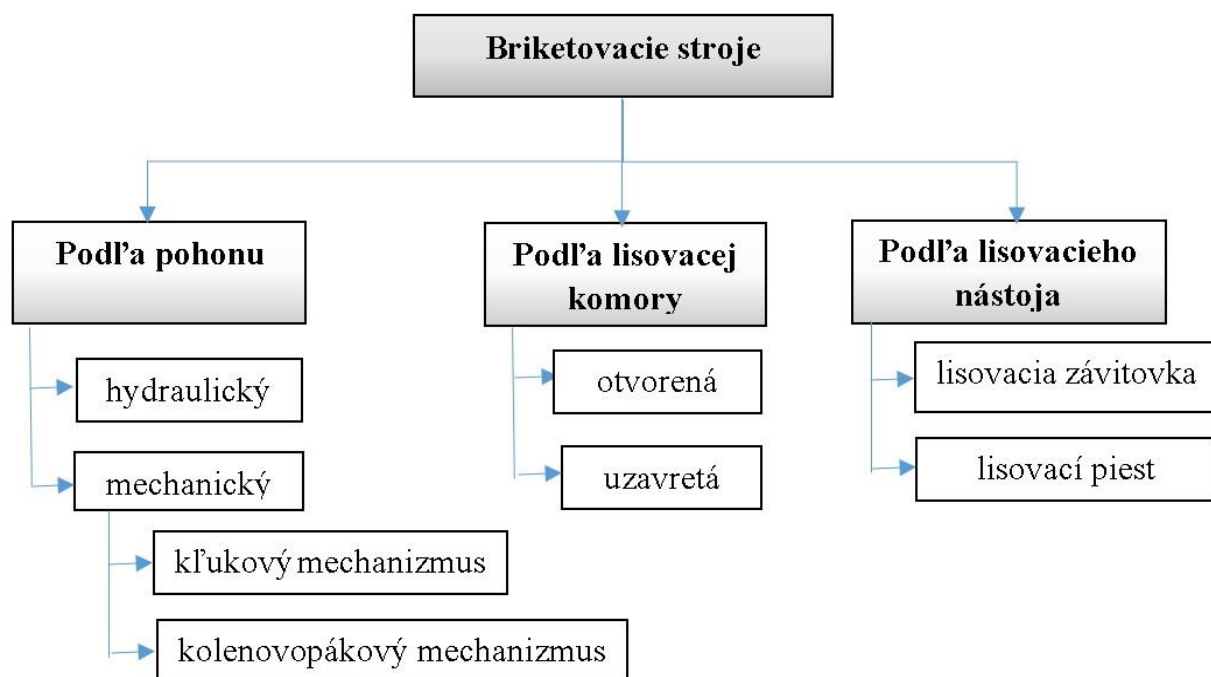
9.0 Všeobecné charakteristiky výroby peliet

Podmienkou zlepšenia uplatniteľnosti biomasy v energetike je pomerne zložitý proces jej zhutňovania (Križan, Matúš, Svátek, 2012). Pretože pre potreby spaľovania je potrebné aby spaľovaný materiál bol pokiaľ možno rovnomerný, s pomerne vyrovnanou energetickou výdatnosťou, dobre manipulovateľný a dávkovateľný, s minimom popolovín a agresívnych splodín, ekologické hľadiská nevynímajúc (Kott, 2012). Technologické procesy môžeme deliť na kompaktovanie, briketovanie a peletovanie, podľa špecifik daného druhu biomasy a jej vhodnosti pre jednotlivý proces (obrázok 2 a 3).

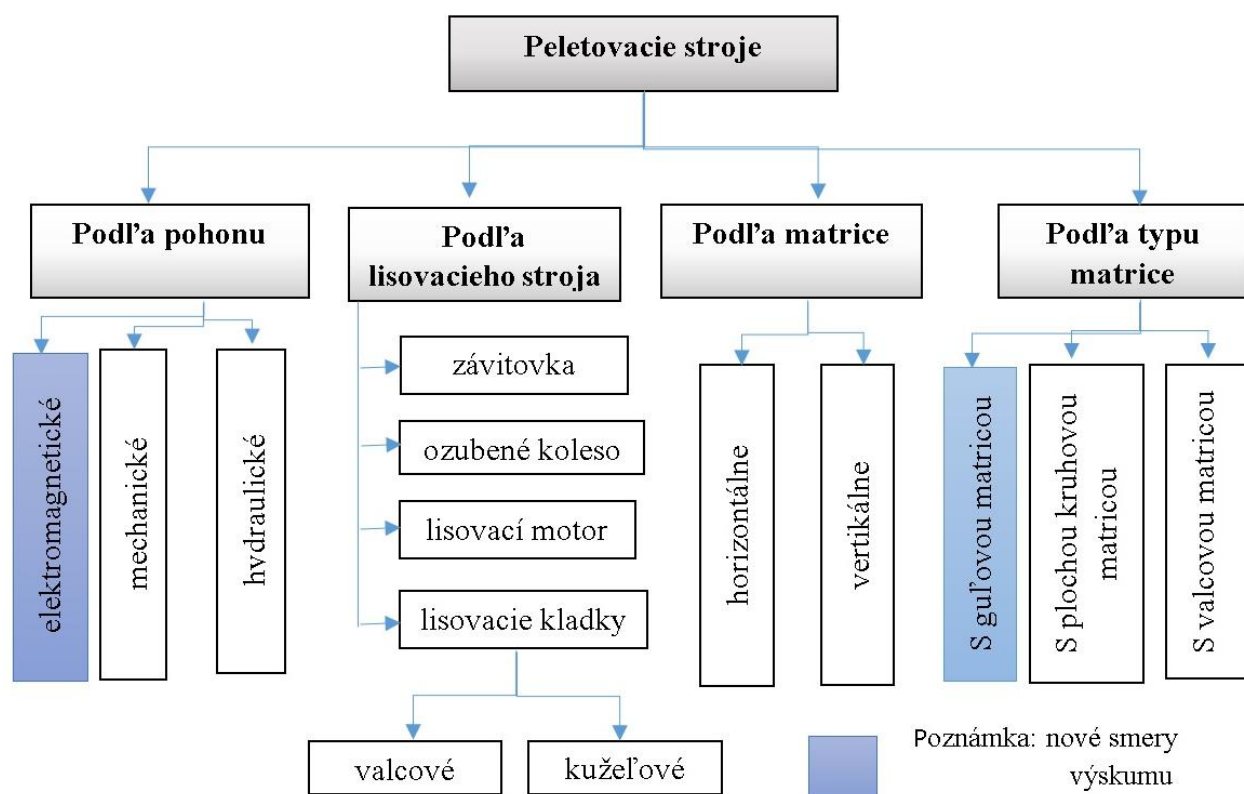
Každý z týchto technologických procesov má svoje určujúce parametre ovplyvňujúce samotný proces. Zhutňovanie biomasy sa na rozdiel od iných partikulárnych látok vyznačuje existenciou 4. fázy (tzv. fázy výdrže) pri ktorej dochádza k chladnutiu výliskov pod tlakom. Táto pre lisovanie biomasy špecifická fáza je nevyhnutná na dosiahnutie kvality výliskov, a je určujúcou pri návrhu a konštrukcii lisov (Matúš, Križan, 2009).

1. Parametre lisovaného materiálu – typ materiálu, veľkosť vstupnej frakcie materiálu, vlhkosť materiálu, teplota materiálu
2. Technologické parametre – typ lisovania, lisovacia teplota v komore, lisovací tlak v komore, rýchlosť lisovania, čas výdrže
3. Konštrukčné parametre – rozmer, dĺžka a tvar lisovacej komory, typ, rozmer a tvar lisovacieho nástroja, materiálová úprava lisovacej komory a lisovacieho nástroja, protitlak pôsobiaci v lisovacej komore, dĺžka chladiaceho kanála

Obr. 2 Rozdelenie briketovacích strojov podľa konštrukčného prevedenia (Šooš a kol., 2000)



Obr. 3 Rozdelenie peletovacích strojov podľa konštrukčného prevedenia



Spracovávaný materiál volíme s dôrazom na jeho charakteristiky, energetický potenciál, dostupnosť, cenu, dostupnosť technológie, dopytu na trhu. Je dôležité spracovávať materiál rozdrúžovaním alebo drvením na rovnomerné a malé frakcie. Pre proces briketovania môžu byť väčšie (>8 mm) pre proces peletovania menšie (>2 mm). Platí úmera, čím menšie a rovnomernejšie sú časti vstupného materiálu tým menšie nároky sú na ostatné prevádzkové a technologické parametre. Matúš, Križan (2009) delia proces lisovania do šiestich fáz podľa prevládajúcich silových mechanizmov pôsobiacich medzi pevnými časticami. Vlhkosť samotného materiálu ovplyvňuje aj proces rozdrúžovania. Vlhkosť vstupnej biomasy do zhutňovacích procesov by mala byť v rozmedzí 8 až 12 %. Vstupujúca biomasa do zhutňovacieho procesu by mala mať podľa rôznych autorov teplotu okolo 80°C . Dosahuje sa to predohrevom, odvádzaním tepla z iných častí technologickej linky. Robia sa experimenty aj s mikrovlnným predohrevom hmoty, jednak z dôvodu úspory energie, ale aj excitácie materiálu pôsobením magnetronu na molekuly vody vo vnútri materiálu. Veľmi dôležitú úlohu pri procesoch zohráva aj dovlhčovanie materiálu teplou vodnou parou. Je dôležitá nielen teplota (cca 80°C), ale aj veľkosť vodných čiaščiek, aby sa na povrch prilepili a nevsali do materiálu. Svojim povrchovým pôsobením môžu značne ovplyvniť samotný proces ťažko zhutňovateľných materiálov ako je napríklad trávna hmota.

Základný ukazovateľ kvality je hustota výliskov, preto danú hodnotu nemecká norma DIN Plus stanovuje na viac ako $1,12\text{ kg}\cdot\text{dm}^{-3}$ pre pelety vyrobené z drevnej biomasy. Preto platí, čím bližšie sa dostaneme v ukazovateli hustota výliskov k tejto hodnote pri

poľnohospodárskej biomase, tým lepšie vlastnosti bude mať náš produkt. Pevnosť výlisku je vyššia pri zhutňovaní kde pôsobia vyššie tlaky (až do 120 MPa). Pevnosť výliskov vplýva na trvanlivosť výliskov, pretože s nárastom pevnosti klesá náchylnosť na nasávanie atmosférickej vlhkosti pri dlhšom skladovaní.

Ďalším dôležitým parametrom je lisovacia teplota, ktorá je veľmi potrebná pri lisovaní všetkých druhov materiálov, ktoré obsahujú lignín. Lignín pôsobí pri lisovaní ako prírodné spojivo, viacerí autori uvádzajú požadovaný rozsah teplôt od 105 do 140 °C aby dochádzalo pôsobením teploty k zmene štruktúry lignínu, a tým k procesu zvanému „plastifikácia lignínu“. Ak lignín dokážeme plastifikovať, zlisovanie materiálu je dokonalejšie v porovnaní s lisovaním bez lisovacej teploty. Pre dosiahnutie rovnakej výstupnej hustoty výliskov, stačí aplikovať vyššiu lisovaciu teplotu a menší lisovací tlak. Z ekonomického hľadiska, vždy dokážeme lacnejšie pri výrobe zabezpečiť vyššiu lisovaciu teplotu ako vyšší lisovací tlak. Pri pôsobení lisovacieho tlaku a vyššej lisovacej teploty, sú častice materiálu doslova zlepené lignínovou zložkou materiálu a po následnom vychladnutí dosiahneme vyššiu kvalitu výliskov. Teplota výrazne ovplyvňuje aj väzbové mechanizmy vznikajúce medzi pevnými časticami lisovaného materiálu. V tomto prípade sa vytvorili medzi jednotlivými pevnými časticami väzby vplyvom van der Waalsových príťažlivých síl. S klesajúcou hodnotou vlhkosti materiálu a so stúpajúcou lisovacou teplotou rastie aj výsledná hustota výliskov. Súvisí to s lepšou plastifikáciou lignínu pri vyšších teplotách a plynulejším previazaním plastifikovaného lignínu s časticami materiálu počas pôsobenia lisovacieho tlaku. Teplota síce pôsobí na plastifikáciu lignínu v lisovanom materiály a tlakom sme schopný zabezpečiť samotné zhutnenie, ale ak má lisovaný materiál vysokú vlhkosť, unikajúca voda vo forme pary trhá výlisok. Ak je vlhkosť veľmi nízka (cca pod 8 %), na to aby sme dosiahli kvalitný výlisok musíme zabezpečiť podstatne vyššiu teplotu aj vyšší tlak, čo je už veľmi nerentabilné. Určitú vlhkosť lisovaný materiál musí mať, lebo inak pri zhutnení nedochádza k spekaniu materiálu čo zabezpečuje tiež súdržnosť častíc materiálu vo výlisku. Menšia a rovnomerne veľká vstupná frakcia napomáha počas zhutňovania k lepšiemu previazaniu tuhých častíc materiálu s lignínom. Platí tiež, že čím je vyššie percentuálne zastúpenie lignínu, tým sa dosiahne lepšie previazanie častíc materiálu a tým lepšie zhutnenie.

Veľmi vážnym problémom je abrazívne pôsobenie samotnej biomasy na všetko s čím príde do styku. Slama ale aj trávna biomasa sa správa ako brusivo a to bez ohľadu na všetky separačné systémy. Kamene, piesok, štrk sa dajú technologicky oddeliť, ale prachové častice mechanicky viazané na povrchu nie (Kott, 2012). To môže byť problém pri nedodržaní technológie zberu poľnohospodárskej biomasy všeobecne a trávnych porastov zvlášť.

Pomerne zložitý a komplexný proces zhutňovania biomasy vyžaduje tiež zvolenie správnej geometrie lisovacieho nástroja, ktorá je základnou podmienkou úspechu technológie (Matúš, Križan, 2012). Napríklad geometria peletovacej matrice pri použití biomasy tráv je iná ako pri drevných peletách. Taktiež na výrobu tuhých ušľachtilých palív z biomasy trávnych porastov je dôležité zvoliť špeciálne, na daný druh biomasy odskúšané materiály a ich úpravu.

Dôležité parametre ktoré sa sledujú aj na konci technologického procesu sú: obsah lignínu, obsah celulózy, obsah popola, obsah vody, hustota materiálu, pevnosť materiálu, modul pružnosti materiálu.

Produkcia emisií je pri spaľovaní biomasy a zvlášť tráv vyššia ako pri referenčných hodnotách oproti drevu. Andert (2010) uvádza dvojnásobok, niektorí iní autori uvádzajú aj vyššie hodnoty. Vo všeobecnosti možno povedať, že obsah popola u agropalív sa pohybuje medzi 8 – 12 %, výnimočne už od 5 % (Bryol, 2012), čo je v porovnaní s drevnými peletami rádovo vyšší obsah. Napríklad norma DIN 51731 udáva obsah menej ako 0,5 % a pre „nenormované pelety“ do 1,5 % popola. Spaľovanie tuhých ušľachtilých biopalív na báze fytomasy v malom prináša rôzne technické ťažkosti s prevádzkou malých kotlov. Vysoký obsah chlóru (tab. 5) v palive spôsobuje pri prechádzaní spalín s nižšou teplotou cez vlhké prostredie bodovú koróziu konštrukčného materiálu.

Tabuľka 5. Vlastnosti použitej biomasy stanovené v sušine (Zajonc, Frydrih, 2012).

Druh trávy/ parameter	Psinček obrovský	Chrastnica trst'ovníkovitá – Chrastava	Kostrava trst'ovníkovitá – Kora	Ovsík obyčajný pravý	Stoklas horský	MRH Lofa	MRH Perun	MRH Bečva
Voda celková (vzorka v dodanom stave) [%]	54,46	50,22	54,84	49,87	32,31	48,52	53,39	47,78
Popol [%]	8,00	9,24	9,07	7,02	5,01	6,93	7,98	7,79
Horľavina [%]	92,00	90,76	90,93	92,98	94,99	93,07	92,02	92,21
Spaľovacie teplo [kJ/kg]	16925	16924	18258	17435	19362	17104	16912	16809
Výhrevnosť [%]	15607	15632	16956	16139	18068	15794	15651	15489
Výhrevnosť [%] ¹	5855	6627	6396	6944	11487	7015	6067	6989
Vodík [%]	6,4	6,27	6,32	6,29	6,28	6,36	6,12	6,41
Uhlík [%]	43,9	41,65	41,56	44,3	44,45	44,48	42,72	42,83
Dusík [%]	1,15	1,24	1,75	1	0,701	1,01	0,89	0,65
Kyslík [%]	40,55	41,60	41,30	41,39	43,56	41,22	42,29	42,32
Síra [%]	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sodík ² [mg/kg]	20,3	13,1	24,6	5,9	14,2	25,5	16,9	16,0
Draslík ² [g/kg]	7,086	9,236	10,993	7,212	9,006	6,746	6,049	5,790
Chlór ² [g/kg]	3,65	3,21	3,71	4,28	1,28	4,02	3,00	4,55

Výhrevnosť: ¹ – vzorka v dodanom stave, ² – vodorozpustná forma,

Analýza obsahu alkálií bola urobená podľa metodiky ČSN P CEN/TS 15105 solid biofuels – Method for determination of the water soluble content of chloride, sodium and potassium.

Množstvo popola pri sene a slame je až o rád vyššie ako pri dreve a treba s tým počítať pri čistení spaľovacích zariadení a ručnom alebo automatizovanom odstraňovaní popola alebo pri tvorbe strusky prípadne skloviny na horáku. V porovnaní s kotlami na

spaľovanie drevných brikiet a peliet sa kotle na fytomasu líšia predovšetkým v konštrukcii horáka a v použitých materiáloch. Kotle, ktoré sú schopné spáliť biopalivá na báze fytomasy majú horáky s rotačným pohybom alebo pohyblivý rošt na spaľovanie s vratným pohybom, ktorý posúva palivo po rošte a zabezpečuje odstraňovanie nálepv z roštu (Šooš, Biath, Čačko, 2012).

10.0 Dioxíny v biomase

Dioxíny ($C_{12}H_4Cl_4O_2$) sú v súčasnosti považované za jednu z najtoxickejších chemických zlúčenín, ktoré vyrobil človek (Legát, Lešník, 2000). Súhrn 210 chemických látok zahŕňa tri akútne toxické chemické skupiny, a to skutočné dioxíny (polychlórované dibenzo-p-dioxínov - PCDD), furány (dibenzofurány - PCDF) a polychlorované bifenily. Dioxíny sú bezfarebné zlúčeniny, zlé rozpustné vo vode a dobre rozpustné v tukoch a v organických zlúčeninách podobným tukom. Preto sa najčastejšie nachádzajú v tukových tkanivách živočíchov, v ktorých sa následne ukladajú. Odbúravajú sa až pri teplote okolo 1000 °C.

Biomasa z rôznych druhov tráv má vyšší obsah chlóru oproti drevnej biomase. Chlór má vplyv na tvorbu kyselín (HCl) a môže ovplyvňovať tvorbu dioxínov (PCDD/F) v emisiách pri spaľovaní. Pri spaľovaní slamy dochádza taktiež k tvorbe chloridu draselného (KCl) (Zajonc, Frydrych, 2012).

Tabuľka 6. Emisie PCDD/F a ďalších polutantov pri spaľovaní rôznych biopalív (Vierleb, et al. 1999)

Druh paliva	Cl (mg. kg ⁻¹)	HCl (mg. Nm ⁻³)	CO (mg. Nm ⁻³)	PAH (mg. Nm ⁻³)	PCDD (ng TE Nm ⁻³)	PCBz (ng TE Nm ⁻³)	PCPh (ng TE Nm ⁻³)
Smreková štiepka	120	0,9	625	37	0,063	60	580
Topoľová štiepka	16	0,13	2880	74	0,003	70	220
Pelety z pšeničnej slamy	2056	74	733,5	247	1,822	2000	10 800
Rezanka z pšeničnej slamy	1500	89	165,5	33	0,631	1300	3000
Pelety zo sena	2890	173	325,5	69,5	0,835	600	2800
Rezanka zo sena	1681	50	534	134	1,909	2000	32 000
Pelety z tritikale	575	72	81,5	105	0,078	-	1380
Rezanka z tritikale	1390	45	461	26	0,082	-	1200
Pokrutiny z repkových semien	194	17	697	115	0,365	230 000	3280

Z tabuľky 6 vyplýva, že pri koncentrácii chlóru v palive vyššom ako cca 1,5 g na kg prudko narastajú emisie dioxínov, avšak bez nejakej jasnej závislosti (Váňa, 2002). Vzhľadom k vplyvu vyššieho obsahu chlóru, a tiež vyššiemu podielu polietavého popola sú emisie PCDD/F z bylinných palív výrazne vyššie ako u dreva (Baláš, Šen, 2006). Chemické ošetrovanie sa týka každej agrokomodity. Napríklad repka olejná je značne vystavovaná pôsobeniu chemických látok (pesticídy, herbicídy a podobne). Pri jej spracovávaní na palivá by sme mali mať na zreteli aj tieto škodlivé látky, ktoré sa dostanú po spálení do dymu a popola. Napríklad pri dreve platí všeobecné odporúčanie vyvarovať sa spaľovaniu dreva ošetrovaného POPs látkami.

11.0 Aditíva pri výrobe tuhých biopalív

Problematika výskumu aditív sa stala aktuálnou keď sa začali spracovávať materiály s klesajúcimi kvalitatívnymi parametrami a bola snaha konečné parametre istým spôsobom vylepšiť. U palív všeobecne sú sledované rôzne parametre. Z pohľadu ich použitia spaľovaním to môžu byť napríklad obsahy ťažkých kovov, popola, toxicity dymu, polietavého prachu a iné. No u tuhých palív na báze agrobiomasy a zvlášť biomasy z trávnych porastov je dôležitá teplota tečenia popola. Jej nízka teplota (pod 900 °C) je spôsobená prítomnosťou kationov Na, K a Ca. Roztavený popol nadobúda špecifické fyzikálno-chemické vlastnosti, veľmi podobné tzv. „sklárskemu kmeňu“, čo možno opísať ako roztavenú základnú sklársku surovinu. Pri spaľovaní môže dochádzať k zlyhávaniu automatického posunu a odberu popola do zásobníka. Pridávali sa rôzne látky, napríklad lignín, ktorý zlepšuje nielen výhrevnosť ale aj samotný proces peletovania, no v súčasnosti je to drahá komodita. Výskum sa zamerail na lacnejšie náhrady. Škrob značne znižuje výrobné náklady (znižuje spotrebu horúcej vody, prúdu a príkon gravitačného lisu). Z komplexných vyhodnotení analyzovaných aditív (Harant, Albert, 2012) je najvhodnejším aditívom na praktickú výrobu dolomit, výrazne znižujúci hodnoty abrázných parametrov, pozitívne vplýva na spaľovacie vlastnosti drevných peliet - zvyšuje teplotu tavitelnosti popola, znižuje tvorbu zhlukov škváry, a tým prispieva k plynulej a bezproblémovej prevádzke spaľovacieho zariadenia. Tieto pozitívne vlastnosti si dolomit zachováva aj pri spracovávaní menej kvalitných pilín s vyšším obsahom kôry. Požitím škrobu a dolomitu v nižších koncentráciách (0,5 % a 1 %) bolo zaznamenané mierne zníženie opotrebovania exponovaných častí matric a „rolerov“ čo sa prejavilo predĺžením ich životnosti a počet motohodín vzrástol v priemere o 7 %.

Zaujímavým riešením zvýšenia množstva biopalív z biomasy pri súčasnom zlepšení niektorých parametrov ako výhrevnosť môže byť pridávanie uhoľného prachu. Andert (2010) experimentoval so psinčekom, kostravou, slamou tritikale a so zmesou psinčeku a 10 % hm podielom hnedého uhlia. Pri spaľovaní brikiet s prídavkom uhoľného prachu sa zlepšil proces horenia, no pri peletách vyrobených so zmesou psinčeku a 10 % hm podielom hnedého uhlia to nepotvrdil.

12.0 Mechanické vlastnosti peliet

12.1. Mechanická odolnosť (durability)

Je to jeden z najvýznamnejších parametrov. Na pelety sa vzťahuje parameter odolnosti peliet (Petet Durability Index – PDI). Testuje sa ním oder, úbytok hmotnosti v danom čase. Vyjadruje sa percentuálnym podielom hmotnosti vzorky po testovaní k hmotnosti vzorky pred testovaním. Pelety vyrobené z tráv majú oproti peletám vyrobeným z dreva nižšiu mechanickú odolnosť (Zajonc, Frydrych, 2012). U peliet z borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) je uvedená hodnota mechanickej odolnosti 96 % (Filbakk, 2001). Pelety zo zmesi borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) a smreku obyčajného (*Picea abies* L.) majú hodnotu 97,6 % (Theerarattananoon, 2012). U pšeničnej slamy (*Triticum* L.) 98,3 %, kukurice (*Zea* L.) 98,2 % (Lehtikangas, 2001).

12.2 Odolnosti (WI) proti absorpcii vody

Nasiakavosť peliet je meraná ponorením do vody na dobu 30 sekúnd. Pelety s vyšším obsahom lignínu, na povrchu ktorých je vytvorená lesklá (platifikovaná) lignínová vrstva sú viac odolné proti nasiakavaniu vody. Zajonc a Frydrych (2012) dosiahli najlepší ukazovateľ 22,8 % pri MRH Bečva (tab.7).

Tabuľka 7. Hodnoty nameranej odolnosti (WI) proti absorpcii vody vybraných druhov tráv (Zajonc, Frydrych, 2012)

Druh trávy	WI (30 s) [%]
Psinček veľký	35,6
Chrastnica trst'ovníkovitá – Chrastava	89,6
Kostrava trst'ovníkovitá – Kora	47,4
Ovsík obyčajný pravý	37,6
Stoklas horský	42,8
MRH Lofa	52,4
MRH Perun	48,8
MRH Bečva	22,8
Priemer	48,7

Tabuľka 8. Hodnoty nameranej odolnosti (WI) proti absorpcii vody testovaných druhov tráv (november 2014)

Variant / Druh trávy	WI (30 s) [%]
1 Metlica trsnatá	27,7
2 Kostrava trst'ovníkovitá - plevy	32,3
3 Mätonoh trváci - plevy	28,6
4 TTP seno	29,4
5 TTP seno + piliny	12,5
Priemer	26,1

V našom 30 sekundovom teste dosiahol najlepší výsledok 12,5 % variant č. 5 (TTP seno + piliny), ktorý mal prídavok lignínu vo forme pilín (tab.8). Stav vzoriek po teste dokumentuje obrázok č.4. Trávne pelety expandujú, postupne sa rozpadávajú, strácajú tvar, mäknú, v prstoch sa drobia na pôvodnú hmotu.



Obr. 4 Metlica trsnatá (vzorka č.1) po 30 s teste odolnosti (WI) proti absorpcii (Foto: Š. Pollák)

12.3 Tvrdosť (kompresná rezistencia)

Kompresná rezistencia je definovaná ako maximálne zaťaženie pelety, dokiaľ nedôjde k jej prasknutiu alebo rozdrveniu. Pelety z poľnohospodárskej biomasy majú všeobecne nižšie parametre tvrdosti ako pelety vyrobené z rôznych druhov dreva. Zajonc, Frydrych (2012) dosiahli u peliet z testovaných druhov tráv hodnoty kompresnej rezistencie v rozmedzí 33-45 kg. Na porovnanie uvádzajú hodnotu 21 kg pri peletách zo smrekového dreva a 5 kg z peliet kompostu.

13.0 Dosiahnuté výsledky pri výrobe brikiet

Výroba brikiet z metlice trsnatej (PD L. Teplička) sa uskutočnila v rámci spolupráce s VÚZT Praha (obr. 5). Overovali sme briketovanie nedopaskov z holí PPD Liptovská Teplička, kde zberaná fytomasa začiatkom októbra dosahovala sušinu 539,6 g.kg⁻¹. Pre vybraný hon bola špecifická vysoká úroda nedopaskov (3,9 t.ha⁻¹), ktorá predstavovala

až cca 50 % celkovej úrody. Dôvodom bolo vysoké zastúpenie krmovinársky menej hodnotnej trávy (Metlice trsnatej – *Deschampsia caespitosa* L.), ktorej výskyt dosiahol až 80 % pokryvnosť.

Technické a ekonomické parametre zberových strojov:

Kosenie:

Energetický zdroj Reform MOUNTY 100	Výkon 70 [kW]	Špecifické náklady 0,7377 [€·kW ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 124 544	Špecifická cena 1 779 [€·kW ⁻¹]
Kosačka ALPINCAT 266 BP	Záber 2,62 m	Špecifické náklady 6,02 [€·m ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 9 294	Špecifická cena 3547,33 [€·m ⁻¹]

Obracanie, zhrabovanie:

Energetický zdroj Reform MOUNTY 100	Výkon 70 [kW]	Špecifické náklady 0,7377 [€·kW ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 124 544	Špecifická cena 1 779 [€·kW ⁻¹]
RAVAK SP4-152 rotor. univerzálny	Záber 3,7 m	Špecifické náklady 2,01 [€·m ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 4 052	Špecifická cena 1095,14 [€·m ⁻¹]

Zber a lisovanie do malých valcových balíkov:

Energetický zdroj VITHAR 650 E	Výkon 46,5 [kW]	Špecifické náklady 0,6802 [€·kW ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 63 068	Špecifická cena 1 356,30 [€·kW ⁻¹]
Lis -Pöttinger Rolprofi MB60 0,57 m x 0,63m	Objem balíka 0,051 m ³	Špecifické náklady 2,01 [€·m ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 9 584	Špecifická cena 187 921,57 [€·m ⁻³]

Briketovanie:

Drvič biomasy	Príkon 7,5 kW	Hmotnosť [kg] 240	Cena [€] 6 022	Špecifická cena 803 [€·kW ⁻¹]
Briketovací lis - závitovicový	Príkon 4,2 kW	Hmotnosť [kg] 240	Cena [€] 8 092	Špecifická cena 1 927 [€·kW ⁻¹]

Technický parameter briketovacej linky: priemer sita 10 [mm]. Parametre brikiet z Metlice trsnatej analyzovanej na pracovisku TU Zvolen (tab.9) dokladujú pomerne vysokú hodnotu spaľovacieho tepla v bezvodnej vzorke 18,42 MJ.kg⁻¹.

Výsledné parametre vyrobených brikiet: - objemová hmotnosť 607 [kg·m⁻³],

- pevnosť v ohybe 317 [kPa],
- odrol po 24 h dosiahol 16 [%],
- teplota tečenia popola 987 °C.



Obr. 5 Brikety z Metlice trsnatej (*Deschampsia caespitosa* L.) foto: (D. Andert, Z. Abrham, VUZT Praha)

Tabuľka 9. Analýza brikiet na TU Zvolen (Víglašký, 2010)

BRIKETY					
TUZVO	Metlica trsnatá		Protokol o skúškach		
Druh rozboru	Výsledky	Metóda	Rozšírená neistota	Poznámka	
Celková voda (W_t^r)	10,3 %	PP1-ZT21-1/09	0,3 %	N	
Analytická voda (W^a)	7,9 %	PP1-ZT21-3/09	0,2 %	N	
Popol v bezvodej vzorke (A^d)	8,8 %	STN ISO 1171	0,3 %	N	
Síra v bezvodej vzorke (S^d)	0,13 %	PP1-ZT21-14/09	0,06 %	N	
Vodík v bezvodej vzorke (H^d)	6,40 %	PP1-ZT21-11/09	0,4 %	N	
Uhlík v bezvodej vzorke (C^d)	40,7 %	PP1-ZT21-11/09	0,6 %	N	
Dusík v bezvodej vzorke (N^d)	1,26 %	PP1-ZT21-11/09	0,2 %	N	
Spaľovacie teplo v bezvodej vzorke (Q_s^d)	18,42 MJ/kg	STN ISO 1928	0,3 MJ/kg	N	
Výhrevnosť v pôvodnej vzorke (Q_i^r)	15,10 MJ/kg	STN ISO 1928	0,3 MJ/kg	N	
Výhrevnosť v bezvodej vzorke (Q_i^d)	17,11 MJ/kg	STN ISO 1928	0,4 MJ/kg	N	
Chlór v bezvodej vzorke (Cl^d)	0,37 %	PP2-ZT21-40/09	-	N	

* - neistota je uvedená z nameranej hodnoty

Dosiahnuté výsledky pri výrobe peliet

Výber krmovinársky nevyužívaných plôch prirodzených trávnych porastov bol uskutočnený na PD Podlavice (Suchý Vrch) a na PD L. Teplička (P. Hoľa).

Zber pre peletovanie trávnych porastov s nízkou krmovinárskou hodnotou (nízky obsah N, vysoká vlákna) sa uskutočnil v druhej polovici roka.

Technologická linka pre zber trávnej hmoty: PD L. Teplička.

Technické a ekonomické parametre zberových strojov:

Kosenie:

Energetický zdroj Reform MOUNTY 100	Výkon 70 [kW]	Špecifické náklady 0,7377 [€·kW ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 124 544	Špecifická cena 1 779 [€·kW ⁻¹]
Kosačka ALPINCAT 266 BP	Záber 2,62 m	Špecifické náklady 6,02 [€·m ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 9 294	Špecifická cena 3547,33 [€·m ⁻¹]

Zber a lisovanie do malých valcových balíkov:

Energetický zdroj VITHAR 650 E	Výkon 46,5 [kW]	Špecifické náklady 0,6802 [€·kW ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 63 068	Špecifická cena 1 356,30 [€·kW ⁻¹]
Lis -Pöttinger Rolprofi MB60 0,57 x 0,63	Objem balíka 0,051 m ³	Špecifické náklady 2,01 [€·m ⁻¹ ·h ⁻¹]	Cena [€] 9 584	Špecifická cena 187 921,57 [€·m ⁻³]

Peletovanie 1:

Drvič biomasy - RS 650 s cyklónom	Príkon 5,5 kWh	Hmotnosť [kg] 185	Cena [€] 2 715,0	Špecifická cena 494 [€·kWh ⁻¹]
Peletovací lis MGL 200	Príkon 19,0 kWh	Hmotnosť [kg] 310	Cena [€] 9 470	Špecifická cena 498 [€·kWh ⁻¹]

Peletovanie 2:

Drvič biomasy - 9 FQ – 26 W	Príkon 1,5 kW	Hmotnosť [kg] 70	Cena [€] 1 993,0	Špecifická cena 1 329 [€·kW ⁻¹]
Peletovací lis JGE 150	Príkon 5,5 kW	Hmotnosť [kg] 95	Cena [€] 3 742	Špecifická cena 680 [€·kW ⁻¹]

Výroba peliet zo sena metlice

Výrobný postup pozostával s rozdrvenia trávnej hmoty na rezačke RS 650. Následne bola uskutočnená homogenizácia na kompletnej peletovacej linke, ktorej hlavnú časť tvoril peletovací lis MGL 200. Mechanické vlastnosti vyrobených peliet dokumentuje tabuľka 10. Pre výrobu peliet z Metlice trstnatej je dôležité dôkladné rozdrúženie vstupného substrátu na malú frakciu čo následne podmieňuje samotnú spôsobilosť vyrobiť na peletovacích strojoch pelety. Kvalitu peletovacieho procesu indikuje aj pomerne vysoká merná hmotnosť peliet 950 kg·m⁻³ (tab. 10). Uskutočnili sme aj paralelné peletovanie na peletovacom lise JGE 150 (Peletovanie č.2) s nižšími výkonovými parametrami. Keďže tento lis neobsahoval zvlhčovač ani snímače tlaku, teploty a podobne, bolo veľmi ťažké na ňom dosahovať vyrovnanú produkciu. Predovšetkým s tak náročným materiálom ako je biomasa trávnych porastov. Výsledné pelety mali horšie parametre ako pelety vyrobené na výkonnejšej linke.

Tabuľka 10. Mechanické vlastnosti peliet z Metlice trsnatej (*Deschampsia caespitosa* L.)

	Oter [%]	Merná hmotnosť [kg.m ⁻³]	Teplota mäknutia [°C]	Teplota tečenia [°C]
seno metlice	3,8	950	780	960

Parametre peletovacej linky MGL 200:

- Priechodnosť peletovacieho lisu: až 300 kg/hod
- Príkon celej linky: 8,85 kW - 10,85 kW
- Hmotnosť linky: 430 kg
- Max výška: 2230 mm
- El. pripojenie: 400 V/25A kat. C-D
- El. zásuvka: 5 x 32A

Výkon linky:

- drevené pelety: 50 - 100 kg
- bio pelety: 50 - 150 kg

Výroba peliet z odpadu čističky trávnych semien

Dosiahnuté skúsenosti pri peletovaní odpadu z čističky trávnych semien VP Diviaky: Prvé analýzy vstupného materiálu ukazovali spáliteľné teplo 9,57 MJ.kg⁻¹ suchej vzorky resp. 11,81 MJ.kg⁻¹ po spracovaní, no dodaný materiál nakoniec nebol vhodný na výrobu brikiet. Povaha materiálu umožnila vyrobiť pelety. Rozbory ich parametrov boli vykonané v laboratóriu VÚTPHP (tab. 11) kde údaj brutto energia (BE) udáva približnú predstavu o hodnotách spaľovacieho tepla vo vzorkách.

Tabuľka 11. Protokol z testovania vstupných materiálov v laboratóriu NPPC-VÚTPHP

Variant	N-látky	Vláknina	Tuk	Popol	OH	ME	BE
Odpad-trávne semeno 2010	207,41	120,01	45,20	49,86	950,14	6,63	19,201
peleta z tráv + lignín 2010	55,71	338,37	25,41	66,54	933,46	6,51	18,051
trávne seno 2011	70,98	228,29	19,91	298,00	702,00	4,90	13,714
trávne seno + pilny 2011	64,97	224,80	7,73	314,18	685,82	4,79	13,112
L.Teplička TTP-metlica 2010	51,79	225,95	14,39	373,03	626,97	5,33	12,154
L.Teplička TTP-metlica 2011	72,13	288,43	18,92	53,77	946,23	8,04	18,105
Diviaky	57,72	283,54	20,91	179,26	820,74	8,09	15,860
TTP Tajov 2010	69,59	230,48	19,01	322,13	677,87	4,73	13,270
TTP Tajov 2011	98,90	267,56	36,90	105,47	894,53	6,24	17,726
TTP Suchý vrch+piliny 2010	67,05	245,72	20,97	324,77	675,23	6,04	13,291

V rámci výberu dodávateľa peletovacieho, alebo briketovacieho zariadenia boli uskutočnené skúšky pri lisovaní neklíčivého trávneho semena a odpadu pri čistení trávneho semena vo firme „Xconsult“ B. Bystrica. Lisovanie trávneho semena do brikiet nebolo z technického hľadiska možné. Preto sme pristúpili na možnosť vyrobiť pelety. Pri výrobe peliet z trávneho odpadu sa vyskytol problém so zlou lepiivosťou

(málo lignínu v trávnych semenách). Podľa rozborov VÚTPHP odpad z trávnych semien obsahoval 3,5 % lignínu. Pre dosiahnutie lepivosti bol pri peletovaní do trávnej hmoty pridaný lignín. Podľa následného rozboru v peletách bol obsah lignínu na úrovni 5,5 %. Pri spaľovaní v kotly na spaľovanie peliet vo firme „ECOPROTECT CDK“ dochádzalo k problematickému samostatnému posunu peliet zo zásobníka do spaľovacieho priestoru. Analýzu peliet vykonali na TU Zvolen (tabuľka 12), v testovanej vzorke bolo namerané spaľovacie teplo v bezvodej vzorke 19,09 MJ.kg⁻¹ čo sa približuje k údajom peliet vyrobených z drevnej biomasy.

Tabuľka 12. Protokol z testovania peliet na TU Zvolen (Víglašský, 2010)

TU vo Zvolene	FYTOMASA - Pelety BIO	Protokol o skúškach č.:		Počet strán
		M2-PB / 2010		1/1
Druh rozboru		Výsledky	Metóda	Rozšírená neistota
Celková voda	(W _t ^r)	9,6 %	PP1-ZT21-1/09	0,3 %
Analytická voda	(W ^a)	6,2 %	PP1-ZT21-3/09	0,4 %
Popol v bezvodej vzorke	(A ^d)	5,2 %	STN ISO 1171	0,3 %
Síra v bezvodej vzorke	(S ^d)	0,13 %	PP1-ZT21-14/09	0,05 %
Vodík v bezvodej vzorke	(H ^d)	5,83 %	PP1-ZT21-11/09	0,4 %
Uhlík v bezvodej vzorke	(C ^d)	46,2 %	PP1-ZT21-11/09	0,6 %
Dusík v bezvodej vzorke	(N ^d)	1,00 %	PP1-ZT21-11/09	0,2 %
Spaľovacie teplo v bezvodej vzorke	(Q _s ^d)	19,09 MJ/kg	STN ISO 1928	0,3 MJ/kg
Výhrevnosť v pôvodnej vzorke	(Q _i ^r)	15,06 MJ/kg	STN ISO 1928	0,3 MJ/kg
Výhrevnosť v bezvodej vzorke	(Q _i ^d)	16,89 MJ/kg	STN ISO 1928	0,4 MJ/kg
Chlór v bezvodej vzorke	(Cl ^d)	0,067 %	PP2-ZT21-40/09	-

* - neistota je uvedená z nameranej hodnoty

14.0 Výroba peliet z fytomasy nevyužívaných TP

Pri výrobe peliet sme odskúšali možnosti spracovania fytomasy z nevyužívaných trávnych porastov. Do experimentu sme zhromaždili 5 vstupných substrátov fytomasy. Variant 1 z L.Tepličky tvorila čistá Metlica trstnatá z TTP, variant 2 plevy z Kostravy trsteníkovitej z čističky trávnych semien z VP Diviaky, variant 3 plevy z Mätonohu trváceho z VP Diviaky, variant 4 seno z TTP lokalita Tajov, variant 5 seno z TTP lokalita Suchý vrch s prímiesou pilín. Fytomasu nedopaskov sme zbierali začiatkom októbra. Fytomasa bola na VÚTPHP Banská Bystrica dodatočne dosušená pod 10 % vlhkosti čo sme overovali vlhkomerom FORTUNA 2000. Následne sme fytomasu rozdrvili na rezačke RS 650. Peletovanie prebiehalo v Centre Biomasy v Banskej Bystrici na peletovecej linke MGL 200. Pelety boli testované na katedre Lesnej ťažby a mechanizácie TU Zvolen. Boli stanovené základné charakteristiky pomocou kalorimetra IKA C200 ako relatívna vlhkosť (%), spaľovacie teplo (MJ.kg⁻¹), výhrevnosť (MJ.kg⁻¹) podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 %, výhrevnosť (MJ.kg⁻¹) podľa ÖNORM M 7132 v dodanom stave, výhrevnosť (MJ.kg⁻¹) podľa STN ISO 1928

v dodanom stave, obsah popola v hmotnostných %. Rozbor fytohmoty aj rozbor vyrobených peliet vykonalo laboratórium VÚTPHP Banská Bystrica podľa výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 a výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 149/2/2003-100. Následne sme vypočítali obsah bezdusíkatých látok výťažkových a organickej hmoty.

Kvalita peletovacieho procesu je indikovaná mernou hmotnosťou vyrobených peliet, pri našom experimente sme dosiahli pomerne vysokú mernú hmotnosť peliet 950 kg.m^{-3} . K mäknutiu peliet dochádzalo pri teplote 780°C , teplota tečenia popola bola 960°C , pričom odolnosť materiálu po 24 hodinách bol na úrovni len 3,8 % (údaje pre vzorku č.1). Výsledky merania na TU Zvolen uvádzame v tabuľke č.13. Najlepšie ukazovatele spaľovacieho tepla a výhrevnosť podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 % dosiahol variant 1 (18,745 resp. 17,403 MJ.kg^{-1}) a zároveň mal najnižší obsah popola 5,73 % a druhú najnižšiu relatívnu vlhkosť 7,20 %. Nižšiu vlhkosť dosiahol variant 5 (6,47 %) čo pripisujeme nízkej vlhkosti pridaných pilín. Tento variant sa súčasne vyznačoval veľmi vysokým podielom popola 32,49 %, čo znižovalo spaľovacie teplo na najnižšiu úroveň zo stanovovaných vzoriek 14,146 MJ.kg^{-1} .

Tabuľka 13. Stanovovanie vlastností peliet v roku 2012 (laboratórium TU Zvolen)

Označenie vzorky / fyzikálna veličina	1	2	3	4	5
Odmeraná relatívna vlhkosť [%]	7,20	9,76	10,20	10,03	6,47
Spaľovacie teplo [MJ.kg^{-1}]	18,745	17,466	17,282	18,055	14,146
Výhrevnosť [MJ.kg^{-1}] podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0%	17,403	16,124	15,940	16,713	12,804
Výhrevnosť [MJ.kg^{-1}] podľa ÖNORM M 7132 v dodanom stave	16,019	14,323	14,059	14,787	11,814
Výhrevnosť [MJ.kg^{-1}] podľa STN ISO 1928 v dodanom stave	16,127	14,432	14,168	14,896	11,922
Obsah popola v hmotnostných %	5,73	10,59	11,53	7,17	32,49

Tabuľka 14. Stanovovanie vlastností peliet v roku 2012 (v laboratóriu VÚTPHP Banská Bystrica)

Označenie vzorky / fyzikálna veličina	1	2	3	4	5
Rozbor vstupných substrátov					
Odmeraná relatívna vlhkosť [%]	9,48	9,46	9,65	9,25	8,19
Brutto energia [MJ.kg^{-1}]	17,620	16,536	15,718	16,512	13,112
Obsah popola v hmotnostných %	6,73	15,36	17,60	14,69	31,41
Rozbor vyrobených peliet					
Odmeraná relatívna vlhkosť [%]	7,11	9,30	9,39	8,55	5,04
Brutto energia [MJ.kg^{-1}]	17,399	17,014	16,702	17,688	13,291
Obsah popola v hmotnostných %	9,46	11,28	12,76	8,55	32,48

Bližšiu charakteristiku vstupných materiálov na výrobu experimentálnych peletiek a rozbor vyrobených peletiek vykonaný v laboratóriu VÚTPHP Banská Bystrica

dokumentuje tabuľka č.14. Z výsledkov vyplýva (rozdiel $0,004 \text{ MJ.kg}^{-1}$) tesná korelácia medzi stanovením výhrevnosti (MJ.kg^{-1}) podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 % na TU Zvolen a stanovením BE v laboratóriu VÚTPHP Banská Bystrica pre variant 1. Pri ostatných vzorkách sa nedosiahla taká tesnosť v porovnaní stanovovaní, maximálny rozdiel bol $-0,975 \text{ MJ.kg}^{-1}$ pri variante 4 (Pollák, Polák, Lieskovský, 2013).

Na štatistické vyhodnotenie vzoriek sme použili Tukey HSD test. Všetky varianty experimentálnych peletiek sú štatisticky preukazné, vo faktoroch vlhkosť na hladine významnosti $P < 0,05$ a vo faktoroch popol a výhrevnosť na hladine významnosti $P < 0,01$ (tab.15). V testovaní preukaznosti stanovenia jednotlivých technologických fáz procesu výroby peletiek sú varianty preukazné na hladine významnosti $P < 0,05$ iba vo faktore výhrevnosť medzi stanovením č. 2 Rozbor vyrobených peletiek v laboratóriu VÚTPHP B. Bystrica a stanovením č. 3 Rozbor peletiek v laboratóriu TU Zvolen (tab.15). Najvyššiu priemernú hodnotu vlhkosti zo všetkých variantov dosiahol variant 3 (9,75 %). Najvyššiu priemernú hodnotu popola zo všetkých variantov dosiahol variant 5 (32,12 %). Najvyššiu priemernú hodnotu výhrevnosti zo všetkých variantov dosiahol variant 1 ($17,474 \text{ MJ.kg}^{-1}$). Najvyššiu priemernú hodnotu vlhkosti (9,206 %) a popola (17,158 %) zo všetkých stanovovaní dosiahol stanovenie č. 1 Rozbor vstupných substrátov v laboratóriu VÚTPHP B. Bystrica. Najvyššiu priemernú hodnotu výhrevnosti zo všetkých stanovovaní dosiahol stanovenie č. 2 Rozbor vyrobených peletiek v laboratóriu VÚTPHP B. Bystrica $16,42 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Údaje o hraničných diferenciách pre faktory vlhkosť, popol, výhrevnosť uvádza tabuľka 15.

Tabuľka 15. Priemerné hodnoty, analýza rozptylu a Tukey HSD test

Priemerné hodnoty	Vlhkosť	Popol	Výhrevnosť
Variant			
1.	7,93	7,30667	17,474
2.	9,50667	12,41	16,558
3.	9,74667	13,9633	16,12
4.	9,27667	10,1367	16,971
5.	6,56667	32,1267	13,069
Stanovenie (číslo)			
1. vstupné substráty rozbor v BB	9,206	17,158	15,8996
2. vyrobené pelety a rozbor v BB	7,878	14,906	16,4188
3. rozbor pelety TU Zvolen	8,732	13,502	15,7968
Hd (variant) 0,05	2,35609	6,30792	0,869291
Hd (variant) 0,01	3,2182	8,61603	1,18737
Hd (stanovenie) 0,05	1,50958	4,04157	0,556968
Hd (stanovenie) 0,01	2,12135	5,67947	0,782685
Variant	+	++	++
Stanovenie	-	-	+

Tukey HSD test: - nepreukazné; + preukazné $P < 0,05$; ++ preukazné $P < 0,01$

15.0 Zhodnotenie

Z peliet vyrobených z trávnej hmoty a odpadu z čističky trávnych semien VP Diviaky najvyššiu hodnotu spaľovacieho tepla $18,745 \text{ MJ.kg}^{-1}$ dosiahol variant č.1 - Metlica trsnatá (*Deschampsia caespitosa* L.) z TTP L. Teplica, táto hodnota spaľovacieho tepla sa približuje k údajom peliet vyrobených z drevnej biomasy a k údajom hnedého uhlia. Z priebehu testovania vyplynulo, že ukazovateľ brutto energie (BE) pri rastlinných krmivách prerátaný pre HD je výpovednejší pre výhrevnosť (MJ.kg^{-1}) podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 % než ukazovateľ spaľovacie teplo (MJ.kg^{-1}) pre variant 1. Pre ostatné varianty bolo presnejšie zrovnanie BE (Brutto energie MJ.kg^{-1}) so spalným teplom. Dôležité je pozorne sledovať celý proces výroby peliet, pretože snaha zlepšiť niektoré ukazovatele pridaním aditív, v našom prípade pilín môže výrazne zhoršiť konečné parametre. Priemerný obsah popola vo variante 5 (32,13 %) výrazne zhoršuje použiteľnosť takýchto peliet. Môžeme konštatovať, že je možné využiť nadzemnú fytomasu na krmovinársky nevyužívaných trávnych porastoch ako zdroj obnoviteľnej energie vo forme peliet.

Na porovnanie uvádzame výsledky meraní vlastností peliet z poľnohospodárskej biomasy vykonané na pracovisku TU Zvolen (tab.16). Biomasa bola z odpadu po spracovaní olejní, mala vyšší obsah tuku, ktorý má vyšší energetický potenciál a tým mala vyššie ukazovatele spaľovacieho tepla a výhrevnosti ako nami uvádzané testované pelety z rôznych druhov tráv. Repkový odpad dosiahol spaľovacie teplo až $22,599 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Hlavne pri spracovaní repkového odpadu vo forme peliet prichádza do úvahy sledovať ukazovatele dioxínov ako bolo uvedené vyššie v texte. Repka olejná je najviac chemicky ošetrovanou plodinou. Na druhej strane by bolo zaujímavé ju používať v zmesi s inými druhmi biomasy, ktoré nemajú tak vysoké ukazovatele spaľovacieho tepla a výhrevnosti. Napríklad zmes repkového odpadu a tráv by bola lepšie peletovateľná, zvýšili by sa energetické ukazovatele s vyšším obsahom zbytkových olejní z repky a tiež by sa zrýchlilo peletovanie a opotrebovanie peletovacej linky by sa znížilo.

Tabuľka 16. Stanovenie vlastností peliet z poľnohospodárskej biomasy (laboratórium TU Zvolen)

Označenie vzorky/ fyzikálna veličina	Repkový odpad	Slniečnicový a obilný odpad 1	Slniečnicový a obilný odpad 2	Obilná slama pelety	Tráva pelety
Odmeraná relatívna vlhkosť [%]	9,90	11,60	11,60	9,60	8,30
Spaľovacie teplo [MJ.kg^{-1}]	22,599	19,783	19,328	18,177	18,131
Výhrevnosť [MJ.kg^{-1}] podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0%	21,257	18,441	17,986	16,835	16,789
Výhrevnosť [MJ.kg^{-1}] podľa ÖNORM M 7132 v dodanom stave	18,917	16,029	15,610	14,975	15,198
Výhrevnosť [MJ.kg^{-1}] podľa STN ISO 1928 v dodanom stave	19,026	16,139	15,610	15,084	15,306
Obsah popola v hmotnostných percentách	5,78	5,68	6,82	7,32	6,94

16.0 Využitie biomasy trávnych porastov na energetické účely v SR

Napriek istým nedostatkom predstavujú pelety vyrobené z nevyužívaných trávnych porastov perspektívny zdroj energie. Dosahujú vyhovujúce energetické vlastnosti a na trhu v konkurencii iných zdrojov ekologických palív sa môžu presadiť svojou plošnou rozšírenosťou, dostupnosťou a predovšetkým nízkou cenou vstupnej suroviny (Pollák, Lieskovský, Jančová, 2013). Je to však aj otázka spoločenskej podpory a pomoci vidieckym oblastiam i celému cyklu od zberu fytomasy cez jej spracovanie, podporu výrobcov peletovacích a briketovacích liniek, servisu až po certifikáciu palív a legislatívnych noriem.

Môžeme odporúčať pozorne sledovať celý technologický proces výroby peliet, pretože snaha zlepšiť niektoré ukazovatele pridaním aditív, v našom prípade pilín môže výrazne zhoršiť konečné parametre. Priemerný obsah popola vo variante seno TTP s prídavkom pilín (32,13 %) výrazne zhoršuje použiteľnosť týchto peliet. Poľnohospodárske suroviny vznikajúce v prvovýrobe donedávna považované za odpad sa môžu stať cennou surovinou. Svojimi vlastnosťami ako je vyšší obsah vlákničky sa optimálne hodia na zhutňovacie procesy. A zvyškovým obsahom niektorých látok, napríklad tukov a olejov prevyšujú v ukazovateľoch výhrevnosti aj drevné pelety. Môžeme konštatovať, že je možné využiť aj nadzemnú fytomasu na krmovinársky nevyužívaných trávnych porastoch ako zdroj obnoviteľnej energie vo forme brikiet i peliet. Existujúce strojové linky pre zber trávnych porastov sú na tento účel použiteľné pri dodržaní technologickej disciplíny vo všetkých fázach výroby, ako je obsah sušiny vo fytomase, optimálny termín zberu k požadovanému vysokému obsahu sušiny, znečistenie fytomasy pôdnymi časticami, podmienky dosušenia na optimálnu úroveň vlhkosti. Následne je dôležité dbať na starostlivé a rovnomerné rozdzrušenie vstupných surovín na požadovanú jemnosť frakcie podľa jednotlivých druhov biomasy. Technologická linka na výrobu peliet je menej náročná na vstupnú surovinu, ale je dôležité jej prevádzkové nastavenie. Z nich spomeňme prevádzkový tlak, teplotu, veľkosť častíc vstupného materiálu, dovlhčovanie, veľkosť vodných častíc a ich teplota, aditíva a ďalšie. Tiež je dôležité používať špeciálne určené matrice podľa druhu vstupnej suroviny, pretože z dôvodu obsahu abrazívnych častí v rastlinnej fytomase dochádza k rýchlejšiemu opotrebovávaniu technologických častí (hlavne pohyblivých a trecích) a samotná produkcia je nižšia ako referenčná výroba peliet z drevnej fytomasy čo sa môže negatívne odraziť v celkovej ekonomike prevádzky. V najbližších rokoch bude stúpať dopyt po ušľachtilých pevných palivách a fytomasa z trvalých trávnych porastov spracovaná peletovaním, alebo briketovaním môže nadobudnúť výrazné zastúpenie. Pretože v celkovom obsahu energie bolo napríklad za rok 2012 vo fytomase TTP 354,12 kToe čo je o 51 % viac energie ako v kukurici a jej miešankách v celej Slovenskej republike.

17.0 Využitie vrby košíkárskej na energetické účely

Pestovanie vrbových porastov pre naše pomery podľa uvedených kritérií je jedno z najperspektívnejších riešení. Ako energetické plodiny majú nesporne svoj význam, hlavne pre nenáročnosť pestovania, trvácnosť porastu a nízku náročnosť na pôdu.

Významnou vlastnosťou je aj možnosť ich pestovania na erózne ohrozených pôdach. Vrbové porasty sú zároveň typickým príkladom diverzifikácie poľnohospodárskej výroby, ktorá je v súčasnom období u nás veľmi aktuálna a je jedným zo spôsobov využitia poľnohospodárskej pôdy, ktorej nevyužitú plochu sa v ostatných rokoch značne zväčšili.

Doterajšie poznatky zo sveta dokumentujú nové trendy v získavaní a využívaní energie a využívaní biomasy pre priemyselné odvetvie. Aj v našich podmienkach je to program, ktorý okrem primárneho efektu, ktorým je krytie potreby energie, vytvára nové pracovné príležitosti.

18.0 Šľachtiteľský program vrby košíkárskej

Šľachtiteľský program vrby začal vo Švédsku vo Svalöf Weibull AB so sídlom v Örebro. Tento program viedla divízia Agrobränsle a bol zameraný na zvýšenie produkcie biomasy, vzpriameného rastu výhonov, odolnosti voči listovej hrdzi, škodcom a tolerancii voči mrazu. Na severnej pologuli existuje približne 300 odrôd prirodzene rastúcich vrúb, ale len niekoľko z nich je vhodných pre pestovanie ako rýchlo rastúce dreviny.

Rastlinný materiál bol zo Švédska, strednej Európy, strednej časti Ruska a Sibíri. Rôzne druhy vrúb na produkciu biomasy sú šľachtené už od roku 1970.

Vedľa produkcie drevnej štiepky môžu byť plantáže Švédskej vrby využité k mnohým ďalším účelom. Môžu slúžiť ako filter odpadových vôd, odoberať prípadné ťažké kovy z pôdy, fungovať ako prirodzený vetrolam, pôda si oddýchne od chemických hnojív a postrekov a obnoví sa jej prirodzená skladba.

19.0 Vrbové plantáže vo svete

V posledných dvoch desaťročiach sa v západnej Európe (hlavne vo Švédsku, Veľkej Británii, Rakúsku a Nemecku) ale tiež v niektorých oblastiach severnej Ameriky začali na stále sa zväčšujúcich plochách poľnohospodárskej pôdy prakticky využívať novú formu poľnohospodárskeho hospodárenia využívajúc rýchlo rastúce dreviny. Sú to hlavne vybrané klony topoľov (*Populus* sp.) a vrúb (*Salix* sp.). Tieto plantáže sú označované ako energetické plantáže rýchlo rastúcich drevín (RRD). Nedeliteľnou súčasťou tohto systému sú i reprodukčné porasty určené k produkcii sadbového materiálu, označované tiež ako matečnice RRD. Produktom plantáží RRD je drevná biomasa najčastejšie vo forme štiepky využiteľná hlavne ako palivo k vykurovaniu a združenej výrobe tepla a elektriny, ale i ako priemyslová surovina.

Vo Švédsku sú na energetické plantáže využívané výhradne vrby druhu *Salix viminalis* L. (vrba košíkarska). Všetky vrbové plantáže využívajú najnovšie odrody, ktoré sú produktívnejšie a sú odolnejšie chorobám a škodcom. Tieto faktory prispievajú k stabilnejším úrodám.

Najväčší rozvoj výsadby vrúb vo Švédsku prebiehal v polovici 90. rokov 20. storočia. Zisk z pestovania obilnín bol nízky a dotácie na pestovanie vrby pomerne vysoké. Počas 90. rokov dostávali farmári stimuly k pestovaniu vrby od Družstva švédskych

farmárov (The Federation of the Swedish Farmers Coops - SFC) a farmári vysádzali vrbu na mnohých miestach, úrodných i neúrodných. Pokles výsadby spôsobilo okolo roku 1996 rozhodnutie EÚ ohľadom programu CAP (common agricultural policy), ktoré donútilo farmárov odstúpiť od ďalšej výsadby. V tomto období ročný rozsah výsadby poklesol z 2 000 ha na 200 ha za rok.

Po čase sa ekonomika pestovania vrby v porovnaní s inými poľnohospodárskymi plodinami výrazne zlepšila, k čomu prispela aj zvýšená požiadavka po tejto surovine zo strany malých a veľkých teplární a výrazné zvýšenie ceny vrbovej štiepky.

V súčasnosti je väčšina produkcie vrbovej štiepky založená na súkromných farmách, a je koordinovaná cez Družstvo švédskych farmárov a riadená prostredníctvom firmy Agrobränsle AB, ktorá má uzatvorené zmluvy s pestovateľmi vrby a prepojuje ich s užívateľmi, aby sa zaistilo efektívne využitie produkcie. Firma zabezpečuje zber a dodávku drevnej štiepky do príľahlých teplární.

Väčšina plantáží starších odrôd rástla do rubnej zrelosti 4-5 rokov. Na nezaburinených hnojených plantážach produkcia presahovala 10 ton sušiny na ha za rok. Plantáže s novými odrodami majú zberový cyklus 3-4 roky s lepšími produkčnými výsledkami.

Mimo územia Švédska firma Agrobränsle rozvíja trhy vo Veľkej Británii, Poľsku, Nemecku a v Pobaltí, kde je záujem pokračovať podľa švédskeho vzoru.

V Európe je Švédska vrba pestovaná na viac ako 22 000 ha, z toho len vo Švédsku na 16 000 ha a každoročne je tu zakladané približne 500 ha nových plantáží, z ktorých sú drevné štiepky dodávané viac ako 25-tim teplárnam a elektrárnam.

Výsadba plantáže je na jar a skorom lete do júna. Zber prebieha v zime (november – apríl) keď je rast ukončený a lístie opadané. Rastliny sú zberané v 3 - 4 ročných intervaloch. Nové výhony rastú z pôvodnej koreňovej sústavy, preto nie je potrebná nová výsadba.

Životnosť dobre obhospodarovanej plantáže Švédskej vrby je odhadovaná na približne 25 -30 rokov, to znamená, že plantáže môžu byť zberané 8 - 10 krát počas svojej životnosti. Pre odstránenie vrbovej plantáže na konci jej životnosti je možné koreňový systém rozbiť bežnými poľnohospodárskymi strojmi. Pôda je tak navrátená do pôvodného stavu ornej pôdy a pripravená pre ďalšiu výsadbu.

Ako iné poľnohospodárske plodiny i Švédska vrba potrebuje vhodnú starostlivosť aby dobre rástla. Pre dosiahnutie dlhodobého vysokého výnosu je najdôležitejším prvkom dobré založenie; preto musia byť všetky buriny efektívne odstránené.

Založenie plantáž Švédskej vrby je potrebné hnojiť, aby sa podporil rozvoj koreňovej sústavy a rast. Na celú starostlivosť o plantáž (okrem výsadby a zberu) je možné použiť bežnú poľnohospodársku techniku.

Firma Agrobränsle sa stala v oblasti komerčného pestovania rýchlorastúcej vrby svetovým lídrom. V roku 1996 sa začal šľachtiteľský program s energetickými vrbami aj v Anglicku, a v roku 1983 v severnej Amerike na Kanadskej univerzite v Toronte.

Krajiny s najväčšími plochami vysadených energetických vrb sú Čína, Argentína, Nový Zéland, Švédsko a Rumunsko (FAO 2005).

Pestovaniu vrby na energetické využitie na Slovensku sa prvýkrát začali výskumne venovať na VÚTPHP Banská Bystrica - výskumnom pracovisku v Krivej na Orave v roku 1994, a od roku 1996 výskumne Katedra udržateľného rozvoja Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

20.0 Environmentálne a sociálne hľadisko pestovania rýchlorastúcej vrby

Porasty rýchlorastúcej vrby okrem produkcie biomasy významne ovplyvňujú aj vzhľad krajiny, poskytujú vhodné prostredie pre voľne žijúce zvieratá a približne 450 druhov hmyzu žije v spojení s vrbami.

Porasty rýchlorastúcich drevín sú alternatívou pre intenzívnu poľnohospodársku výrobu umožňujúce využitie poľnohospodárskej pôdy nielen na produkciu surovín pre potravinársku výrobu, ale aj ako producenta obnoviteľných zdrojov energie.

Vrba má rozsiahly koreňový systém, ktorý zabraňuje erózii. Zber biomasy sa uskutočňuje každé tri alebo štyri roky, čo znižuje zhutnenie pôdy na rozdiel od jednoročných poľnohospodárskych plodín.

Pestovanie rýchlorastúcej vrby okrem primárneho efektu, ktorým je krytie potreby energie, vytvára na vidieku nové programy s novými pracovnými príležitosťami.

Vrbové porasty s výmerou 10 000 ha môžu vytvoriť pracovné príležitosti pre niekoľko tisíc zamestnancov (Larsson, Dobrzeniecki, 2004).

21.0 Legislatíva

Národná Rada Slovenskej republiky pre zabezpečenie jednotného postupu orgánov štátnej správy na úseku ochrany poľnohospodárskej pôdy pri posudzovaní návrhov výsadby rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde sa uzniesla na vládnom návrhu zákona, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov a to takto...

Čl. I

Podľa ustanovenia § 18a zákona o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy sa rýchlorastúcou drevinou na poľnohospodárskej pôde rozumie porast rýchlorastúcej dreviny na produkciu drevnej biomasy pre energetické účely, na ploche väčšej ako 1000 m², najviac na 20 rokov. Porast rýchlorastúcej dreviny možno založiť na poľnohospodárskej pôde, ktorá je zaradená podľa kódu bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky do 6. až 9. skupiny kvality alebo na poľnohospodárskej pôde kontaminovanej rizikovými látkami, o ktorej orgán ochrany poľnohospodárskej pôdy rozhodol podľa § 8 ods. 5. Porast rýchlorastúcej dreviny nemožno založiť na pozemkoch, ktoré sa nachádzajú v treťom až piatom stupni územnej ochrany prírody a krajiny^{12c}).

Osoba, ktorá navrhuje založenie porastu rýchlorastúcej dreviny na poľnohospodárskej pôde je povinná zapísať sa do registra plôch rýchlorastúcich drevín, ktorý vedie obvodný pozemkový úrad. K žiadosti na zápis do registra príkladá:

- výpis z listu vlastníctva; ak vlastnícke právo k pozemku nie je evidované v liste vlastníctva, iný doklad preukazujúci vlastníctvo k pozemku,
- doklad preukazujúci nájomný vzťah k pozemku na účely pestovania rýchlorastúcich drevín, ak zakladateľ nie je vlastníkom pozemku,

- základné identifikačné údaje o ploche navrhovanej na výsadbu rýchlorastúcich drevín, kópiu z katastrálnej mapy so zakreslením plochy navrhovanej na výsadbu rýchlorastúcich drevín a identifikáciu parciel registra „E“ katastra a registra „C“ katastra, ak vlastnícke právo k pozemku nie je evidované na parcele podľa registra „C“ katastra,
- vyjadrenie obce a dotknutých orgánov štátnej správy, ktoré chránia verejné záujmy podľa osobitných predpisov.⁸⁾

Zakladateľ porastu rýchlorastúcich drevín alebo jeho právny nástupca je povinný vykonať spätnú rekultiváciu poľnohospodárskej pôdy v termíne do ukončenia pestovania rýchlorastúcich drevín podľa osvedčenia vydaného obvodným pozemkovým úradom.

Obvodný pozemkový úrad na základe žiadosti o registráciu plochy rýchlorastúcej dreviny vydá zakladateľovi porastu rýchlorastúcej dreviny osvedčenie o registrácii plochy porastu rýchlorastúcej dreviny. Vydané osvedčenie zasiela na centrálnu evidenciu pôdnej služby. Osvedčenie obsahuje registračné číslo na každú samostatnú plochu porastu rýchlorastúcej dreviny, dátum založenia a ukončenia pestovania rýchlorastúcich drevín, výmeru plôch navrhovaných na založenie porastu na podklade identifikačných údajov katastra, povinnosť vykonania spätnej rekultivácie poľnohospodárskej pôdy, najneskôr v priebehu posledného roku pestovania rýchlorastúcich drevín a povinnosť zabezpečiť ochranu okolitej poľnohospodárskej pôdy pred samo náletom z plochy porastu rýchlorastúcich drevín. Centrálny register plôch porastov rýchlorastúcich drevín vedie a aktualizuje pôdna služba.“. Zákon nadobudol účinnosť 1. apríla 2013.

22.0 Výber stanovišťa pre pestovanie vrby košíkárskej

Ak poľnohospodári, majitelia či nájomníci poľnohospodárskej pôdy uvažujú o pestovaní rýchlo rastúcich drevín (RRD), ako je vrba pre energetické účely, prvým krokom pre nich je výber stanovišťa. Na rozdiel od jednoročných plodín bude plantáž rýchlo rastúcich drevín ovplyvňovať vzhľad krajiny a ekonomiku pestovateľa po mnoho rokov. V krajine s dominanciou jednoročných poľnohospodárskych plodín dodáva plantáž Švédskej vrby nový ráz, môže sa tu vytvoriť rozsiahla biodiverzita rastlín, vtáctva a drobných živočíchov.

Životný cyklus RRD v európskych podmienkach je 20 až 30 rokov a výhony môžu dosiahnuť výšku 7 - 8 metrov. Výber vhodného stanovišťa je preto zásadným krokom, pretože má do budúcnosti veľký vplyv na ekonomiku a je takmer nemožné napraviť počiatočné chybné rozhodnutia.

Plochu plantáže je vhodné zvoliť čo najbližšie ku konečnému spotrebiteľovi drevnej štiepky. Pole by nemalo byť príliš malé, doporučujeme minimálne 5 - 10 ha. Veľké pole je efektívnejšie pre maximálne využitie vysadenej plochy.

Polia v blízkosti lesov sú ohrozené poškodením zverou. Polia s výraznými terénnymi nerovnosťami sťažujú zber a teda nie sú vhodné pre pestovanie Švédskej vrby.

Vyprodukované drevné štiepky je transportovaná nákladnými autami, preto musí byť plantáž prístupná k ceste, ktorá je zjazdná i počas zimného obdobia.

Systém produkcie biomasy z plantáže RRD by mal byť realizovaný za účelom dosiahnutia maximálnej produkcie biomasy za súčasného udržania dobrého stavu pôdy. Tak ako u ostatných plodín platí, že čím je pôda úrodnejšia, tým sa dosahuje vyšších výnosov. Hodnota pôdneho pH by mala byť v rozmedzí od 5,5 do 7,5.

Túto požiadavku spĺňajú pôdy bohaté na živiny a organický materiál. Najlepšie sú hlinito-piesčité či hlinité a dobre prevzdušnené poľnohospodárske pôdy s dobrou vodnou retenciou. Vzhľadom k tomu, že takéto pôdy sú vhodné taktiež pre pestovanie potravinárskych a krmovinárskych plodín, je potrebné rešpektovať všeobecné záväzné právne predpisy podľa ktorých porast rýchlorastúcich drevín možno založiť na poľnohospodárskej pôde, ktorá je zaradená podľa kódu bonitovanej pôdy – ekologickej jednotky do 6. až 9. skupiny kvality alebo na poľnohospodárskej pôde poškodenej rizikovými látkami.

Kľúčovou otázkou pre environmentálnu udržateľnosť produkcie biomasy na poľnohospodárskej pôde je aj interakcia s ostatnými spôsobmi využitia pôdy. Požiadavky na pôdu pre produkciu biomasy budú závisieť od možností zmeny využitia pôdy na produkciu potravinových plodín. Efektívnemu hľadaniu riešenia kompromisu medzi využitím pôdy na klasickú poľnohospodársku výrobu a na pestovanie energetických plodín pomôže účelová kategorizácia poľnohospodárskej pôdy zohľadňujúca záujmy spoločnosti i agrárneho sektora. Za tým účelom sú poľnohospodárske pôdy rozčlenené na:

P r i m á r n e - t. j. pôdy na priame poľnohospodárske využitie

S e k u n d á r n e - t. j. pôdy, ktoré je možné dočasne použiť na iné ako potravné účely, pričom takýmto využitím nedôjde k jej znehodnoteniu.

Vzhľadom na dostatok pôd pre zabezpečenie potravného istoty na Slovensku, je možné pomerne veľkú časť poľnohospodárskej pôdy využiť aj na takéto účely. V tomto smere je potenciál značný.

Rýchlorastúce dreviny sa na poľnohospodárskej pôde Slovenska doposiaľ nepestovali. Pre tento účel je vypracovaný informačný modul zohľadňujúci podrobnú informáciu o vlastnostiach pôdneho krytu SR, rešpektujúc požiadavky na podmienky týchto plodín, ktoré:

A) spĺňajú podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín a to na výmere cca 355 000 ha

B) spĺňajú podmienky na založenie porastov v rámci rozvoja vidieka a to na výmere cca 57 000 ha

23.0 Príprava pôdy pre výsadbu rýchlorastúcej vrby

Veľmi dôležitá je príprava pôdy v roku, ktorý predchádza samotnej výsadbe. Príprava spočíva v odstránení pýru plazivého a ostatných vytrvalých burín. Počas tohto obdobia je vhodné buriny likvidovať pomocou glyfosfátových herbicídnych prípravkov, predovšetkým v letnom období. Ak sú na poli rok pred výsadbou pestované poľnohospodárske plodiny, odstránenie buriny je možné až po ich zbere použitím rovnakých glyfosfátových prípravkov (totálne herbicidy). Pole musí byť zorané počas

jesene. Ak sa na jar objavuje zostávajúca burina je potrebné ju dopĺňujúcim herbicídnym postrekom odstrániť najneskôr ako je to možné pred výsadbou. Burina musí mať 3-4 listy, aby bol postrek efektívny. Je dôležité (pokiaľ je to možné), aby pred aplikáciou postreku nebola pôda oraná. Pred výsadbou musí byť pôda kultivovaná ako pred bežným osevom. Dobre prekyprené pole znamená, že pôda sa uzavrie okolo odrezkov vŕby a znemožní ich vyschnutie. Prekyprenie musí byť minimálne 10 cm hlboké, čo je dôležité predovšetkým v ťažkých pôdach. Z poľa musia byť odstránené aj veľké kamene, aby nedošlo k poškodeniu stroja pri výsadbe a zbere.

24.0 Sadbový materiál

Sadbový materiál sa získava od certifikovaných dodávateľov. Sadbovým materiálom sú odrezky a prúty jednoročných výhonov. Odrezky sa získavajú z prútov narezaním na dĺžku 0,18-0,20 m. Prúty sa odoberajú v mimo vegetačnom období (december - marec). Do času výsadby ich musíme udržiavať vo vegetačnom pokoji. Ten sa dosahuje skladovaním pri teplote -4 °C až 0 °C, kedy vydržia i niekoľko mesiacov. Počas skladovania sadenice nesmú začať klíčiť a vyschnúť. Sadenice sa vyskladňujú tesne pred výsadbou. Je dôležité nespôsobiť sadeniciam teplotný šok (po vyskladnení ich umiestnením na priamom slnku).



Pripravený sadbový materiál vo forme prútov

25.0 Charakteristika produkčných vlastností švédskych odrôd vhodných pre pestovanie

Odrody **Ulv**, **Orm** a **Rapp** sú odrody vyšľachtené vo Švédsku. Ich genetickým základom boli prirodzené porasty vŕby zo Sibíri z povodia riek Ob, Jenisej a Amur.

Ulv má sýto zelenú farbu listov a kôry, širšie listy a redšie drevo oproti uvedeným dvom odrodám.

Orm a **Rapp** farbou listov a kôry sú si veľmi podobné, so svetlejšou farbou listov a kôry oproti odrode *Ulv* a hustejším drevom s farbou do červena oproti tejto odrode.

Tora (*Salix schwerinii* x *Salix viminalis*). Tora je kríženec Sibírskej vŕby košíkárskej a Swalovskej odrody *Orm*. Odroda má dlhé výhonky a niekedy menší počet výhonkov oproti ostatným odrodám. Jej úrody sú najvyššie zo všetkých doteraz dostupných odrôd. Tora je takmer odolná proti listovej hrdzi a napadnutiu škodcami a ostatným hmyzom poškodzujúcim vrcholky výhonkov. Je aj menej vyhľadávaná lesnou zverou.

Sven (*Salix viminalis* x (*Salix schwerinii* x *Salix viminalis*)). Sven je hybrid medzi odrodami *Jorunn* a *Björn*. Sven má kopijovité listy a priame (rovné) kmene a menej výhonkov ako Tora. Odroda dáva vysoké úrody a celkove je odolná voči listovej hrdzi.

Gudrun (*Salix dasyclados*) je hybrid medzi ruskou odrodou *Helga* a klonami Länga Veka Röd zo Švédska. Odroda je veľmi tolerantná voči mrazom a rezistentná voči listovým škodcom. Gudrun má menší obsah vlhkosti v zberanom dreve. Odroda je širokolistá a má husté zapojenie. Je vyhľadávaná lesnou zverou.

Sherwood (*Salix viminalis* x *Salix eriocephala*) x (*Salix schwerinii* x *salix viminalis*). Je to nová odroda pripravená na výsadbu v roku 2005. Sherwood je kríženec medzi klonami SW 930887, obsahujúcimi gény zo *Salix eriocephala* a odrody *Björn*, ktorá je samičí súrodenec Tora.

Inger (*Salix triandra* x *Salix viminalis*) je hybrid ruského klonu z oblasti Novosibírsk a odrody *Jorr*. Lepšie rastie na suchých pôdach. Odroda má väčší počet výhonkov. Je odolná voči listovej hrdzi a napadnutiu hmyzom. Je menej odolná voči mrazu.

Tordis (*Salix schwerinii* x *Salix viminalis*) x *Salix viminalis*. Je to kríženec odrôd Tora a Ulv. Má rýchly rast už v roku výsadby. Je odolná voči listovej hrdzi a menej napádaná hmyzom. Je menej odolná voči mrazu.

26.0 Výsadba

Výsadba sa vykonáva obyčajne od polovice marca až do júna, ideálne je čím skôr na jar keď to počasie a pôdne podmienky dovoľia. Skoršia výsadba znamená väčšiu pravdepodobnosť na uchytenie odrezkov a dobrý rast v prvom roku.

26.1 Ručná výsadba

Pri ručnej výsadbe je potrebné vopred si vytýčiť riadky s požadovaným rozstupom. Porasty sa vysádzajú do sponu 0,65 x 0,70 m (vzdialenosť v radoch a medzi radmi). Po

každom dvojrade je potrebné nechať odstup 1,0-1,2 m. Výsadbu vykonávame zapichávaním sadeníc do pôdy, alebo častejšie pomocou jednoduchého kovového bodca s možnosťou zatlačania nohou do pôdy. Ním jeden pracovník predpichuje a druhý vkladá odrezky tak, aby vyčnievali 2–3 cm nad zemou púčikmi nahor. Ručná výsadba je kvalitnejšia, ale aj náročnejšia na pracovnú silu, a uplatňuje sa na menších plochách.



Sadbový materiál (*Salix viminalis*) na ručnú výsadbu (foto: J. Daniel)



Zapojený porast (*Salix viminalis*) ručná výsadba (foto: J. Daniel)

26.2 Mechanizovaná výsadba

Pri mechanizovanej výsadbe sadzač prúty nareže na odrezky v dĺžke 0,18-0,20 m a zasadí ich zvisle do pôdy. Odrezky sa sadia v dvojradoch s rozstupom 0,70 m. Vzdialenosť medziradia je 1,5 m. Vzdialenosť medzi odrezkami v radoch je 0,65 m. V roku výsadby vyrastú z každého odrezku 1-3 výhony, podľa počtu púčikov nad zemou, ktoré do konca vegetačného obdobia dosiahnu výšku 1,2 – 2,0 m podľa odrody a pôdno-klimatických podmienok. Rady je vhodné orientovať tak, aby končili ak je to možné na prístupovej ceste.



Strojová výsadba na Slovensku (foto: J. Daniel)

27.0 Starostlivosť o vysadený porast

Starostlivosť o vysadený porast je jedným z hlavných predpokladov úspešnosti výsadby. Vŕba je v roku výsadby veľmi citlivá na burinu, ktorej konkurencia výrazne spomaľuje jej rast. V extrémnych prípadoch môže znehodnotiť vysadený porast.

Rýchlorastúce dreviny v počiatočnom štádiu (prvých 12-16 týždňov) rastú veľmi pomaly. V tejto fáze je potrebné venovať sa likvidácii burín presne tak, ako pri pestovaní ostatných poľných plodín. Nakoľko je rast koreňov a tvorba nadzemných výhonkov u rýchlorastúcich drevín v prvých týždňoch pomalá a sprievodné buriny a trávy rastú omnoho rýchlejšie, tieto môžu úplne potlačiť rast rýchlorastúcich drevín. Musíme mať na pamäti, že počiatočná fáza rozhoduje o budúcej efektívnosti plantáže. Dôležité je, aby odstránenie burín bolo vykonané efektívne a včas. Odstraňovanie burín počas celého roka zahŕňa chemické a mechanické metódy.

V praxi sa osvedčila ochrana proti burinám formou kombinácie preemergentných a selektívnych postemergentných herbicídov. Hneď po výsadbe (ideálne do týždňa),

môže byť aplikovaný postrek vhodným herbicídom ako prevencia pred rozšírením burín.

Približne po 8. týždni, kedy sú už účinky pôdnych herbicídov zoslabnuté, treba začať s mechanickou likvidáciou burín. S touto činnosťou by sme mali začať vtedy, keď najvyššie rastliny dosahujú veľkosť približne 15 cm. Kultivácia pôdy slúži zároveň aj na podporu rastu vysadených drevín. Po zapojení porastu je rozvoj burín spomalený znížením prístupu svetla k povrchu pôdy.

Ak nie je burina pod kontrolou v roku výsadby je dôležité použiť mechanické odstránenie v nasledujúcom roku. Ak je potlačenie rastu buriny menej úspešné je nutné vykonať ďalšie mechanické odstránenie napríklad po zbere.

Hnojenie porastu je dôležité, osobitne na minerálne chudobnejších pôdach. Vŕby majú hustý koreňový systém, takže efektívne využívajú živiny v pôde. Hnojenie by sa nemalo aplikovať pri zakladaní porastu, pretože koreňový systém nie je dostatočne rozvinutý a porast nedokáže efektívne využívať živiny z pôdy. Najvhodnejšie je aplikovať hnojivá po prípadnom technickom reze a po každom zbere. Pri aplikácii hnojív dávka dusíka by sa mala pohybovať v rozmedzí 80-100 kg.ha⁻¹. U starších plantáží sa dusičnany uvoľňujú z vrstvy opadnutého lístia, takže potreba hnojenia sa znižuje.



Zapojený porast (*Salix viminalis*) strojová výsadba

28.0 Choroby a škodcovia

Porasty vŕby sú ohrozené aj výskytom chorôb a škodcov. Monokultúry sú viac náchylné na poškodenie hrdzou a múčnatkou. Medzidruhovú hybridy sú odolnejšie oproti čistým vnútro druhovým líniam. Preto sa odporúča pestovať na jednej ploche viaceré odrody v náhodnom rozložení.

Na vŕbových porastoch sa sporadicky vyskytujú húsenice rôznych druhov motýľov z radu Lepidoptera, bez výraznejšieho poškodenia listovej plochy, ďalej rôzne druhy vošiek, z ktorých najrozšírenejšia je voška krvavá (*Eriosoma lanigerum*) cicajúca na kôre mladých i starších konárov. Vyznačuje sa vylučovaním voskových vlákien vatovitého vzhľadu, ktoré úplne zakrývajú celú kolóniu vošiek. V mieste cicania vznikajú praskliny.

Počas leta sa na listoch môžu vyskytnúť hrdze z rodu *Melampsora*, ktoré znižujú asimilačnú plochu a spôsobujú predčasné starnutie listov v druhej polovici vegetačného obdobia.



Voskové vlákna vošky krvavej (*Eriosoma lanigerum*) (foto: J. Daniel)

Mráz

Najväčšie škody, ktoré utrpela vŕba košíkarska vo Švédsku, boli spôsobené mrazom. V minulosti mnoho plantáží vo Švédsku tvorili odrody, ktoré neboli mrazom dostatočne odolné, od tej doby boli vyšľachtené mrazu odolné odrody, ktoré umožnili

rozšírenie pestovania vrbý i do regiónov severného Švédska. V ostatných európskych krajinách nie je poškodenie mrazom výrazným problémom.

Divoká zver môže na jar ohryzať mladé lístie vrbý, ktoré je v tomto období veľmi jemné a chutné. Straty (ohryz, pošliapanie) spôsobené rôznymi druhmi vysokej zveri pri zakladaní môžu v niektorých prípadoch viesť k zničeniu časti porastu. Ak je v pláne vybudovať plantáž v blízkosti lesa, je nevyhnutné konzultovať túto skutočnosť s miestnym poľovníckym združením.

29.0 Zber porastu rýchlorastúcej vrbý v rubnej dobe

Vysadený porast má životnosť 25-30 rokov a pri dodržaní zásad pestovania sa zberá každé štyri roky u novších odrôd (v súčasnosti vysádzaných) každé 3 - 4 roky (rubná doba).

Takýto porast je tvorený kmeňmi o hrúbke 0,03 – 0,05 m, vysokými 5,50–7,00 m so slabým postranným vetvením. Na jednom koreni v čase zberu je 4 – 10 kmeňov.

Najvhodnejším obdobím pre zber je mimo vegetačné obdobie (november - marec), kedy sú opadnuté listy.

29.1 Mechanizovaný zber

Organizácia zberu na pestovaných plochách sa uskutočňuje prevažne dvojakým spôsobom.

- V prvom prípade pojazdný zberací stroj reže drevinu vo výške 7,0 cm nad zemou a ukladá ju do prívesného zásobníka. Po jeho naplnení náklad odvážajú priamo do kotolní. Tam je materiál rezaný výkonnými rezačkami a plnený do veľkokapacitných skladovacích priestorov. Porezaná hmota o dĺžke 5,0 cm sa dopravníkmi dostáva priamo do spaľovní.

- Druhý spôsob zberu, ktorý je rozšírenejší, využíva zberací kombajn Claas Jaguar, ktorý celé porasty reže a súčasne drví do podoby drevnej štiepky a pneumaticky dopravuje do veľkoobjemových ťahaných návesov. Tieto potom odvážajú porezanú hmotu do skladov kotolní. Princípiálne celé zariadenie funguje rovnako, ako pri zbere silážnej kukurice.

V ostatnej dobe sa uplatňuje aj zber zberovým mechanizmom s názvom BIOBALER, ktorý zberanú hmotu viaže do balov s priemerom 1,5 m.

29.2 Ručný zber

Praktizuje sa na menších plochách u malopestovateľov. Zber sa realizuje píliacimi zariadeniami – motorová píla - dostupnými pre tento typ pestovateľov.



Kombajn na zber RRD (foto: J. Daniel)



Zber porastu kombajnom (foto: J. Daniel)

30.0 Produkcia dendromasy v podmienkach severného Slovenska

Prvé pokusy s pestovaním vrby na energetické účely boli založené na jar v roku 1994 na experimentálnej báze VÚTPHP na regionálnom výskumnom pracovisku v Krivej na Orave. Nadmorská výška pokusného miesta je 550 m, pôda je piesočnato-hlinitá, typu kambizem. Dlhodobý priemer teplôt za celoročné obdobie v tejto oblasti je 6°C a za vegetačné obdobie 12,7°C a celoročný priemerný úhrn zrážok 895 mm, za vegetačné obdobie 551 mm.

30.1 Produkčné parametre odrôd na pokuse založenom v roku 1994

Na výsadbu boli použité tri odrody vŕby košíkárskej (*Salix viminalis*) a to *Ulv*, *Orm* a *Rapp* vyšľachtené vo Švédsku vo Výskumnom ústave vo Svalöv. Z každej odrody bolo vysadených 1 000 stromov vo forme odrezkov o dĺžke 0,20 m.

Produkcia dendromasy je najdôležitejší ukazovateľ pri pestovaní porastu na energetické účely.

Hodnotenie produkčných parametrov jednotlivých odrôd prebiehalo kontinuálne na jednej výskumnej ploche.

Produkcia dendromasy porastu bola zisťovaná vážením zrezaného porastu každého klonu samostatne a prepočítaná počtom jedincov na jednotku plochy.

Podiel obsahu sušiny v dendromase bol stanovený sušením troch vzoriek z každej odrody o váhe približne 1 kg po dobu 48 hodín, z toho 6 hodín pri teplote 60 °C a 42 hodín pri teplote 80 °C (Larsson, 1996).

30.1.1 Rastové parametre

Porast v prvom roku po výsadbe dosiahol priemernú výšku 0,8 – 1,4 m. Jednoročný porast po prvom a ďalších zberoch dosahoval maximálnu výšku 2,60 m (odroda *Ulv*). Štvorročný porast v zberovej fáze dosahoval maximálnu výšku 4,50 – 6,0 m (odroda *Ulv*).

30.1.2 Produkcia dendromasy 4-ročný porast

U štvorročného porastu sú výsledky za tri štvorročné zberové obdobia. Za prvé sledované obdobie 1994-1997 bola produkcia dendromasy najnižšia. Odroda *Rapp* dosiahla 62,8 t dendromasy na hektár odroda *Orm* 66,0 t.ha⁻¹ a najvyššiu produkciu dendromasy dosiahla odroda *Ulv* a to 80,0 t.ha⁻¹. Tomu zodpovedá aj produkcia sušiny s ročným prírastkom v rozmedzí 8,2 - 10,6 t.ha⁻¹ (tabuľka 17). Už v prvom zberovom období dosiahla odroda *Ulv* ročný prírastok sušiny viac ako 10,0 t.ha⁻¹. Táto odroda dosahovala v hodnotenom období najvyššiu produkciu dendromasy a sušiny na jednotku plochy. V druhom štvorročnom období sa dosiahla produkcia dendromasy v rozmedzí 91,8 t.ha⁻¹ odroda *Orm* až 102,4 t.ha⁻¹ odroda *Ulv*.

Tabuľka 17. Produkcia dendromasy v t.ha⁻¹ za tri štvorročné sledované obdobia

Odroda	Produkcia dendromasy (t.ha ⁻¹)			Obsah sušiny v %			Produkcia sušiny (t.ha ⁻¹)			Ročný prírastok sušiny (t.ha ⁻¹)		
	Obdobie			Obdobie			Obdobie			Obdobie		
	1994-1997	1998-2001	2002-2005	1994-1997	1998-2001	2002-2005	1994-1997	1998-2001	2002-2005	1994-1997	1998-2001	2002-2005
<i>Ulv</i>	80,0	102,4	105,6	53,4	50,1	50,0	42,7	51,3	52,8	10,6	12,8	13,2
<i>Orm</i>	66,0	91,8	92,4	51,2	49,7	51,5	33,8	45,6	47,5	8,4	11,4	11,8
<i>Rapp</i>	62,8	96,8	95,8	52,5	49,9	51,8	32,5	48,3	49,6	8,2	12,1	12,4

Ročný prírastok sušiny bol v rozmedzí 11,4 t odroda *Orm* – 12,8 t na 1 ha ročne. Tretie štvorročné obdobie výškou produkcie dendromasy kopíruje druhé obdobie s produkciou 92,4 t odroda *Orm* až 105,6 t.ha⁻¹ odroda *Ulv*. Ročný prírastok sušiny bol v rozmedzí 11,8 t odroda *Orm* - 13,2 t na 1 ha za rok.

30.2 Produkčné parametre odrôd na pokuse založenom v roku 2004

V poľnom pokuse založenom v roku 2004 boli vysadené štyri nové odrody - *Sven*, *Tora*, *Gudrun*, *Sherwood* a najproduktnejšia odroda *Ulv* z pokusu z roku 1994. Odrody boli dodané vo forme odrezkov z jednoročného porastu o dĺžke 0,20 m. Vysadené boli v spone 0,7 x 0,7 m (vzdialenosť v radoch a medzi radmi). Výsadba sa uskutočnila ručným spôsobom. Použitá bola bloková metóda, kde variant tvorí jeden klon z každej odrody v dvadsiatich opakovaniach.

30.2.1 Rastové parametre - prvé zberové obdobie

Dosiahnuté produkčné parametre sú výsledkom viacerých faktorov a to počtu odnoží z jedného odrezku, dosiahnutej hrúbky kmeňov a výškových prírastkov. Nové odrody aj rastovými parametrami vysoko prekročili najproduktnejšiu odrodu *Ulv* z predchádzajúceho pokusu ktorá maximálnou výškou nepresiahla 6,0 m, pritom odroda *Gudrun* dosiahla maximálnu výšku 7,20 m, odroda *Tora* 7,40 m, *Sven* dosiahla maximálnu výšku 7,80 m a odroda *Sherwood* až 9,00 m.

Odroda *Sherwood* dosiahla v štvrtom roku aj najväčšiu hrúbku kmeňa vo výške 0,20 m nad zemou a to 0,07 m.

30.2.2 Produkcia dendromasy - prvé zberové obdobie

Jednoročný porast

Údaje o produkcii dendromasy a sušiny jednoročného porastu v prvom zberovom období sú uvedené v tabuľke 18.

Odroda *Ulv* dosiahla v prvom roku po technickom reze z jedného odrezku 15 odnoží, čo je najvyšší počet, odroda *Sven* mala v priemere 11 odnoží, odrody *Gudrun* a *Sherwood* 10 a odroda *Tora* 8 odnoží.

Tabuľka 18. Produkcia dendromasy jednoročný porast

Odroda	Produkcia dendromasy (t.ha ⁻¹)	Produkcia sušiny (t.ha ⁻¹)
<i>Sven</i>	17,40	7,90
<i>Gudrun</i>	17,90	8,20
<i>Tora</i>	17,00	7,35
<i>Sherwood</i>	18,40	8,70
<i>Ulv</i>	27,10	12,40

Táto skutočnosť sa prejavila u odrody *Ulv* aj vo výrazne vyššej produkcii dendromasy jednoročného porastu a to 27,1 t.ha⁻¹ čo je oproti odrode *Sherwood* viac o 8,7 t.ha⁻¹, odrode *Tora* o 10,1 t.ha⁻¹, odrode *Gudrun* 9,2 t.ha⁻¹ a oproti odrode *Sven* o 9,7 t.ha⁻¹. Nižší počet odnoží u nových odrôd je potvrdením zámerov šľachtenia na znižovanie počtu odnoží, pretože pri vyššom počte odnoží podľa našich doterajších zistení dochádza k ich výraznej redukcii do času rubnej doby v priemere na 4 – 10.

Trojročný porast

V hodnotení produkcie dendromasy porastu v prvom sledovanom období je najproduktívnejšou odrodou *Sherwood*, ktorá dosiahla v treťom roku produkciu dendromasy 101,9 t.ha⁻¹. Za ňou nasleduje odroda *Gudrun* s produkciou 95,5 t.ha⁻¹ v treťom roku. Odroda *Tora* s produkciou dendromasy 88,50 t.ha⁻¹ je treťou z nových odrôd s vyššou produkciou ako najproduktívnejšia odroda *Ulv* z predchádzajúceho pokusu, ktorej produkcia v treťom roku predstavuje 82,3 t.ha⁻¹. S najnižšou hodnotou v tomto ukazovateli v treťom roku je odroda *Sven*, s produkciou 79,8 t.ha⁻¹ (tab.19). Z výsledkov je zrejmý aj vysoký prírastok produkcie sušiny z 1 ha za rok, ktorý u všetkých odrôd presiahol hodnotu 10,0 t.ha⁻¹. U nových odrôd ročný prírastok produkcie sušiny na 1 hektár bol v rozmedzí 11,7 – 15,2 ton. Odrody *Sven* a *Tora* dosiahli prírastok sušiny 13,4 resp. 13,9 t.ha⁻¹, odroda *Gudrun* 14,2 a s najvyššou produkciou sušiny 16,4 t.ha⁻¹ za rok je odroda *Sherwood*.

Tabuľka 19. Produkcia dendromasy trojročný porast

Odroda	Produkcia dendromasy (t.ha ⁻¹)	Produkcia sušiny (t.ha ⁻¹)	Ročný prírastok sušiny (t.ha ⁻¹)
<i>Sven</i>	79,80	35,2	11,7
<i>Gudrun</i>	95,50	40,8	13,6
<i>Tora</i>	88,50	35,9	11,9
<i>Sherwood</i>	101,90	45,6	15,2
<i>Ulv</i>	82,30	33,4	11,1

30.2.3 Produkcia dendromasy - druhé zberové obdobie

Rastové parametre - jednoročný a dvojročný porast

V rokoch 2010 - 2012 bol zber jednoročného, dvojročného a trojročného porastu po prvom zberovom období. Dosiahnuté produkčné ukazovatele sú výsledkom hlavne výškových prírastkov, počtu odnoží a hrúbky kmeňov. Nové odrody v týchto parametroch vysoko prekročili najproduktívnejšiu odrodu *Ulv* z predchádzajúceho pokusu.

Najväčšie maximálne výškové prírastky jednoročného porastu v roku 2010 dosiahla odroda *Sherwood* a to 4,15 m, odroda *Tora* dosiahla maximálnu výšku 4,07 m, odroda *Sven* 3,90 m a jednoročný porast odrody *Gudrun* dosiahol maximálnu výšku 3,50 m. Jednoročný porast odrody *Ulv* dosiahol maximálnu výšku 3,00 m.

Jednoročný porast odrody *Ulv* dosiahol po prvom zberovom období najvyšší priemerný počet odnoží na 1 koreni a to až 30, zatiaľ čo odroda *Gudrun* mala v priemere 18 odnoží, odroda *Tora* 14 odnoží, odroda *Sherwood* 10 a odroda *Sven* 9 odnoží.

Odroda *Tora* dosiahla najväčšiu hrúbku kmeňa vo výške 0,10 m nad zrezanou časťou a to 0,024 m. Porast pôvodnej odrody *Ulv* dosiahol v prvom roku maximálnu hrúbku kmeňa 0,017 m vo výške 0,10 m nad zrezanou časťou.

Dvojročný porast odrody *Gudrun* dosiahol maximálnu výšku 5,00 m. Odroda *Sven* dosiahla maximálnu výšku v druhom roku 4,95 m, odroda *Sherwood* 5,57 m. Najvyššiu maximálnu výšku v druhom roku dosiahol porast odrody *Tora* a to 5,86 m. Odroda *Ulv* s maximálnou výškou 4,00 m v druhom roku výrazne zaostáva za predchádzajúcimi odrodami.

Odroda *Tora* dosiahla v druhom roku aj najväčšiu hrúbku kmeňa vo výške 0,10 m nad zrezanou časťou a to 0,042 m. Dvojročný porast odrody *Sven* dosiahol maximálnu hrúbku kmeňa 0,026 m. Odrody *Gudrun* a *Sherwood* dosiahli hrúbku kmeňov dvojročného porastu vo výške 0,10 m nad zrezanou časťou 0,034 m a 0,035 m. Porast pôvodnej odrody *Ulv* dosiahol v druhom roku maximálnu hrúbku kmeňa 0,022 m.



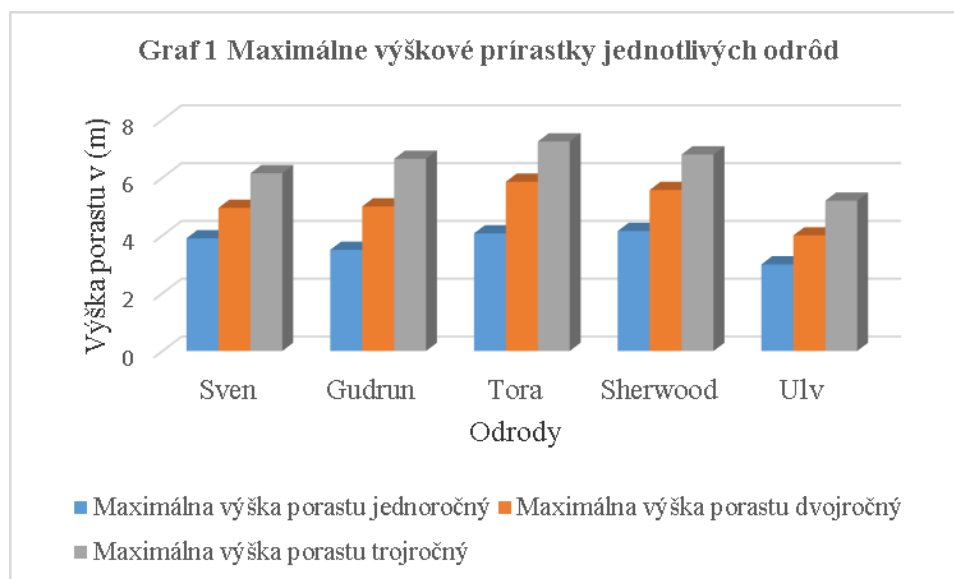
Jednoročný a dvojročný porast (foto: J. Daniel)

Rastové parametre - trojročný porast

Nové odrody rastovými parametrami vysoko prekročili najproduktnejšiu odrodu *Ulv* z predchádzajúceho pokusu aj u trojročného porastu, v ktorom dosiahla maximálnu

výšku 5,20 m, pričom všetky nové odrody presiahli výšku 6,0 m. Odroda *Sven* dosiahla maximálnu výšku 6,15 m, odroda *Gudrun* 6,65 m, *Sherwood* 6,80 m a odroda *Tora* dosiahla maximálnu výšku až 7,25 m.

Maximálna hrúbka kmeňa trojročného porastu 0,10 m nad zrezanou časťou u nových odrôd je viac ako 0,04 m a pohybuje sa v rozmedzí 0,041 m pri odrode *Sven* až 0,053 m pri odrode *Tora*. Odrody *Gudrun* a *Sherwood* dosiahli zhodnú maximálnu hrúbku kmeňa 0,043 m. Maximálna hrúbka kmeňa pri odrode *Ulv* bola 0,026 m. Maximálne rastové parametre jednoročného, dvojročného a trojročného porastu sú znázornené v grafe 1.



Produkčné ukazovatele

Produkcia dendromasy - jednoročný porast

Produkcia dendromasy je najdôležitejší ukazovateľ pri pestovaní porastu na energetické využitie. V rokoch 2010 a 2011 bol zber jednoročného a dvojročného porastu po prvom zberovom období. Údaje o produkcii dendromasy a sušiny jednoročného a dvojročného porastu sú uvedené v tabuľke 20. Najvyššiu, pomerne vyrovnanú produkciu po prvom roku dosiahli odrody *Sherwood*, pôvodná odroda *Ulv* a odroda *Gudrun*, a to v rozmedzí 23,0 – 25,3 t.ha⁻¹. Nižšiu produkciu dosiahla odroda *Tora* 20,7 t.ha⁻¹ a najnižšiu produkciu dendromasy jednoročného porastu dosiahla odroda *Sven* 18,4 t.ha⁻¹.

Jednoročný porast odrody *Ulv* dosiahol druhú najvyššiu produkciu dendromasy hoci jej výškový prírastok bol najnižší. Je to tým, že táto odroda dosiahla po prvom zbere najvyšší priemerný počet odnoží na jednom koreni a to až 30, zatiaľ čo odroda *Gudrun* má v priemere 18 odnoží, odroda *Tora* 14 odnoží, odroda *Sherwood* 10 a odroda *Sven* 9 odnoží. To je výsledkom zámerov šľachtenia nových odrôd s cieľom znižovania počtu odnoží, pretože pri ich vysokom počte podľa našich doterajších zistení dochádza do času rubnej doby k ich redukcii na priemerný počet 4 – 10.

Z výsledkov je zrejmá aj vysoká produkcia sušiny jednoročného porastu z 1 ha, ktorá bola v rozmedzí 8,6 – 12,00 t.ha⁻¹. Odroda *Ulv* dosiahla ročný prírastok sušiny 11,3 t.ha⁻¹, odrody *Tora* a *Gudrun* 9,1 a 11,0 t.ha⁻¹. Najnižší prírastok sušiny podobne ako pri dendromase sme zaznamenali pri odrode *Sven* 8,6 t.ha⁻¹ a najvyšší pri odrode *Sherwood* 12,0 t.ha⁻¹.

Produkcia dendromasy - dvojročný porast

V produkcii dendromasy dvojročného porastu tri nové odrody *Sherwood*, *Tora* a *Gudrun* dosiahli vyrovnanú produkciu. Najvyššiu produkciu dosiahla odroda *Sherwood* 81,6 t.ha⁻¹, nasleduje *Tora* 80,5 t.ha⁻¹ a odroda *Gudrun* 78,2 t.ha⁻¹. Odroda *Ulv* dosiahla produkciu 66,7 t.ha⁻¹. Výrazne nižšiu produkciu má odroda *Sven* 48,3 t.ha⁻¹. Ročný prírastok sušiny u všetkých odrôd presiahol hodnotu 10,0 t.ha⁻¹. U nových odrôd *Gudrun*, *Tora* a *Sherwood* bol ročný prírastok sušiny v rozmedzí 17,7 – 19,1 t.ha⁻¹. Odroda *Ulv* dosiahla ročný prírastok sušiny 16,8 t.ha⁻¹. Táto odroda mala aj najvyšší podiel sušiny a to 50,5 %. Najnižší ročný prírastok sušiny mala odroda *Sven* 10,8 t.ha⁻¹ s podielom sušiny 45 %. Odroda *Gudrun* mala podiel sušiny 49 %, odroda *Sherwood* 46 %, a najnižší obsah sušiny mala odroda *Tora* 44 %.

Tabuľka 20. Produkcia dendromasy jednoročný a dvojročný porast (roky 2010-2011)

Odroda	Produkcia dendromasy (t.ha ⁻¹)		Produkcia sušiny (t.ha ⁻¹)		Ročný prírastok sušiny (t.ha ⁻¹)
	Jednoročný porast	Dvojročný porast	Jednoročný porast	Dvojročný porast	
<i>Sven</i>	18,40	48,30	8,6	21,73	10,8
<i>Gudrun</i>	23,00	78,20	11,0	38,32	19,1
<i>Tora</i>	20,70	80,50	9,1	35,42	17,7
<i>Sherwood</i>	25,30	81,65	12,0	37,50	18,7
<i>Ulv</i>	24,10	66,70	11,3	33,68	16,8

Produkcia dendromasy - trojročný porast

V produkcii dendromasy trojročného porastu v druhom sledovanom období je najproduktívnejšou odrodou *Gudrun*, s produkciou 109,8 t.ha⁻¹ (tabuľka 21). Za ňou nasleduje odroda *Tora* s produkciou 108,5 t.ha⁻¹. Ďalšou odrodou ktorá prekročila hranicu 100 ton je odroda *Sherwood* s produkciou 102,6 t.ha⁻¹. Štvrtá z nových odrôd *Sven* s hodnotou 97,2 t.ha⁻¹ dosiahla vyššiu produkciu dendromasy ako odroda *Ulv*. Z výsledkov je zrejmý aj vysoký prírastok sušiny z 1 ha za rok, ktorý u všetkých odrôd presiahol hodnotu 10,0 t.ha⁻¹. U nových odrôd bol prírastok sušiny na 1 hektár v rozmedzí 15,0 – 18,3 ton. Odrody *Tora* a *Gudrun* dosiahli ročný prírastok 16,4 resp. 18,3 t.ha⁻¹, odrody *Sherwood* a *Sven* 15,1 a 15,0 t.ha⁻¹. Najnižší prírastok sušiny (12,6 t.ha⁻¹) za rok mala pôvodná odroda *Ulv*. Podobné výsledky sa dosiahli aj v podmienkach západného Slovenska (Demo, 2011). Na štatistické vyhodnotenie

produkcie sme použili jednofaktorovú analýzu rozptylu a Fisherov LSD test. Na hladine významnosti pri $P < 0,05$ sa štatisticky preukázal rozdiel medzi rastlinami v rámci variantu a nie medzi variantmi.

Tabuľka 21. Produkcia dendromasy trojročný porast (roky 2010-2012)

Odroda	Produkcia dendromasy (t.ha ⁻¹)	Sušina (%)	Produkcia sušiny (t.ha ⁻¹)	Ročný prírastok sušiny (t.ha ⁻¹)
Trojročný porast				
<i>Sven</i>	97,2	46,3	45,0	15,0
<i>Gudrun</i>	109,8	50,0	54,9	18,3
<i>Tora</i>	108,5	45,4	49,2	16,4
<i>Sherwood</i>	102,6	44,4	45,5	15,1
<i>Ulv</i>	75,6	50,1	37,8	12,6



Porast v rubnej dobe (foto J. Daniel)



Porast v rubnej dobe detail (foto: J. Daniel)

31.0 Využitie

31.1 Veľkospotrebitel'

Veľké spaľovne využívajú na kúrenie porezanú hmotu priamo z poľa. Dávkovanie týchto produktov je automatické a plynulé počas celého vykurovacieho obdobia. Drevinu možno využiť aj na výrobu elektrickej energie a skúšajú sa aj technológie na výrobu pohonných hmôt.

31.2 Malospotrebitel'

Pre kotly v rodinných domoch drevinu je možné spracovať na výrezy na dĺžku podľa typu kotla, alebo z vrbového dreva vyrobiť po presušení drobné štiepky, ktoré si pripravuje užívateľ na určité časové obdobie v závislosti od skladovacích možností. V súčasnosti sú na trhu na tento účel elektrické štiepkovače. Výhodou tohto druhého spôsobu je, že sa využije všetka drevná hmota bez odpadu.



Posekaná hmota

32.0 Ekonomika pestovania

Výsadba rýchlorastúcej vrby určenej na energetické využitie je jednou z možností využitia pôdy na nepotravinové účely. Orientačné náklady na založenie, pestovanie a zber 1 hektára porastu:

Predpoklady úrody

Produkcia štiepky pri prvom zbere	60,0 t.ha ⁻¹
Produkcia štiepky pri druhom až siedmom zbere	80,0 t.ha ⁻¹
Cena štiepky pri zberovej vlhkosti 50,0 %	45,0 €·t ⁻¹

	Úkon	náklady €·ha ⁻¹
Rok 0	P r í p r a v a p ô d y	
Jeseň	- postrek totálnym herbicídom	65,00
	- hlboká orba (30 cm)	65,00
Rok 0	Priame náklady	130,00

1. rok	Príprava pôdy	
	- kultivácia	65,00
	V ý s a d b a	
	- odrezky 13 000 ks x 0,10 €	1 300,00
	- odrezky (doprava kamión)	800,00
	- sadzací stroj Step 2A (bez obsluhy)	185,00
	- traktor, obsluha sadzača	65,00
	Príprava pôdy a výsadba	2 415,00
	O š e t r o v a n i e	
	- postrek herbicídmi (prípravok, postrekovač)	65,00
	- plečkovanie 2 krát	130,00
	H n o j e n i e	
	- dusíkaté hnojivá 400 kg x 0,30 €	20,00
	- fosforečné hnojivá 100 kg x 0,30 €	30,00
	- draslík 100 kg x 0,30 €	30,00
	- aplikácia hnojív	65,00
	O š e t r o v a n i e a h n o j e n i e	340,00
1. Rok	p r i a m e n á k l a d y	2 885,00
Z b e r		
	Zber a doprava štiepky do 50 km	250,00
	Náklady 1. zberový cyklus	3 135,00
	P r e d p o k l a d y ú r o d y	
	1. cyklus 60 t.ha ⁻¹ x 45,00 €·t ⁻¹	2 700,00
	2. cyklus 80 t.ha ⁻¹ x 45,00 €·t ⁻¹	3 600,00

33.0 Kalendár prác

Väčšina prác pri pestovaní vŕby košíkárskej môže byť vykonaná samotnými pestovateľmi. Špecializované práce (mechanizovaná výsadba sadeníc a zber porastu špeciálnymi strojmi) môžu byť vykonané dodávateľsky.

Rok pred výsadbou

- výber plochy na výsadbu
- upozornenie majiteľa (nájomcu susedného pozemku) pokiaľ je to nevyhnutné
- podanie žiadosti na založenie plantáže
- príprava pôdy, likvidácia buriny
- objednanie sadbového materiálu

Rok výsadby

- odstránenie buriny pred výsadbou (pokiaľ je to nevyhnutné)
- výsadba
- aplikácia chemického postreku proti burinám
- mechanická medziriadková kultivácia
- technický rez výhonov po prvom roku (november-marec), pri ktorom sa výhony skráti na 0,05-0,10 m nad povrchom pôdy. Technický rez podporuje tvorbu nových výhonov.

Nasledujúci rok po výsadbe

- hnojenie
- odstránenie buriny (ak je nutné)

Prvý zber (3-4. rok po výsadbe)

- zber
- hnojenie

Druhý zber (3.-4. rok po 1. zbere)

- zber
- hnojenie

34.0 Využitie biomasy rýchlorastúcej vrby v SR

V ostatnom desaťročí sa neustále zvyšuje záujem o využitie obnoviteľných zdrojov energie. Množstvo energie v biomase je približne 7 krát väčšie ako je celosvetová spotreba energie. Biomasa ovplyvňuje podnebie, produkciu krmovín, kvalitu vodných zdrojov ale aj úrodnosť pôdy. Je zároveň surovinou pre energiu, stavebné materiály, krmivá, atď. Výskumom overovania produkčného a energetického potenciálu viacerých švédskych odrôd rýchlorastúcich energetických drevín rodu *Salix* sa intenzívne zaoberáme v Krivej na Orave už viac rokov. Doterajšie výsledky boli realizované v desiatkach menších výsadiach z radov vlastníkov poľnohospodárskej pôdy, ale aj v prvých veľko-pestovateľských plochách. Súčasný trend vývoja cien za teplo sa odráža v zvýšenom záujme o pestovanie týchto drevín na poľnohospodárskej pôde. Dosahom aktivity bude taktiež rozšírenie doterajších poznatkov o správaní sa netradičných plodín v pôdno-klimatických podmienkach Slovenskej republiky.

Biomasa má v rozvinutých ekonomikách multifunkčné využitie. Je to produkt a surovina zároveň. Má nezastupiteľnú funkciu v zložitých a navzájom sa prelínajúcich sektoroch národného hospodárstva. Spomedzi dostupných obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku má biomasa najväčší technický potenciál. Jeho využitie je však zatiaľ veľmi nízke.

V kontexte uvedených faktorov predstavuje pestovanie energetických plodín v podmienkach Slovenska významnú výzvu jednak pre aplikovaný výskum v oblasti pôdohospodárskych vied a jednak rozsiahle možnosti vzhľadom na aktuálny stav poľnohospodárstva.



Porast *Salix viminalis* v rubnej dobe (foto: J. Daniel)

35.0 Perspektívy trhu

V poslednom období rastie dopyt po obnoviteľných zdrojoch biomasy, ktorý je podporený legislatívnou úpravou na úrovni EÚ aj na národnej úrovni. Zvyšujúce sa povedomie spotrebiteľov, tiež hrá svoju úlohu. Ako uvádza Jevič, Hutla, Šedivá (2012) oproti dreveným peletám je v produkcii peliet z iných rastlinných materiálov zrejmý prudký nárast ich produkcie. Surovinou je najmä slama obilnín. Tiež sa uplatňuje repková slama a trávny z trvalých trávnych porastov. K tomu sa pridávajú energetické byliny a najrôznejšie druhotné suroviny, napr. zbytky po čistení obilnín, hrachu, maku, ľanu, kukurici, repky a iných. Ceny rastlinných peliet boli v roku 2010 na úrovni 60% ceny drevných peliet. V súčasnosti sa ceny viac k sebe približujú a odrážajú sa v nich skôr parametre výhrevnosti a kvality vyjadrené deklarovanou normou. Na Slovensku sa eviduje 868 061 ha TTP na ktorých je možné pri primeraných pratotechnických opatreniach zdvojnásobiť produkciu sušiny a túto produkciu využívať na energetické účely. V poľnohospodárskom pôdnom fonde je vyčlenených 57 000 ha plôch na rýchlorastúce dreviny, ktorú je možné rozšíriť na 355 000 ha. A ešte aj túto výmeru je možné zvýšiť začlenením bielych plôch, revitalizáciou území, prevedením časti výmer TTP na pestovanie rýchlorastúcich drevín. Taktiež zmenou využívania intravilánu obcí sa môže lokálne zvýšiť produkcia biomasy, ktorá prinesie ďalšie benefity vo forme zadržiavania vody v krajine, zmierňovania klimatických výkyvov, vetrolamov, obohatenia biotopov, zvýšenia počtu stanovišť pre živočíchy. Biomasa môže hrať významnú úlohu pri znížení závislosti na importe fosílnych zdrojov, šetrení devízových zdrojov, a môže sa stať silným impulzom rozvoja lokálnej výroby energie a tepla. Biomasa sa môže stať dokonca strategickou surovinou ak geopolitické napätie spochybní transportné trasy uhl'ovodíkov a môže o ňu nastať silný konkurenčný boj. Cezhraničné regióny už teraz môžu ťažiť z rôznej výšky legislatívnej podpory poľnohospodárskych plôch. Biomasa RRD je primárne využívaná vo forme štiepky veľkovýrobcami energie a tepla. Ich spotreba výrazne rastie a dosahuje takmer 2,5 mil. ton za rok 2014. Je dôležité aby títo spotrebitelia prednostne spotrebovávali biomasu RRD spolu s ostatnými druhmi biomasy z TTP ako hodnotnú drevnú surovinu. To je však už záležitosť vývoja legislatívy, firemnej kultúry producentov tepla a energie a v neposlednom rade na tlaku spotrebiteľov. Agropalivá či už vo forme brikiet alebo peliet už teraz majú svoje miesto u veľkovýrobcov energie a tepla. No stále viac sa presadzujú aj u malospotrebiteľov. V súčasnom období sú už na slovenskom trhu dostupné certifikované spaľovacie zariadenia na spaľovanie trávnych peliet, prípadne peliet z poľnohospodárskej fytomasy s výkonnostnou úrovňou potrebnou na vykurovanie aj rodinných domov.

36.0 Použitá literatúra

Akčný plán využívania biomasy 2008. Bratislava: MP SR, 2008. 27 s. [On-line]. Dostupné na internete: <http://www.land.gov.sk/>.

ANDERT, D. Zkušenosti ze spalování alternativních peletek. [Experience from Combustion of Alternative Pellets]. *Agritech Science*, [online], 2010, roč. 4, č. 1, článok 9, s. 1-4. Dostupný z WWW: <www.agritech.cz>. ISSN 1802-8942.

BALÁŠ M., ŠEN H. 2006. Negativní vlivy energetického využití biomasy – emisie. In *Energie z biomasy V – odborný seminár*. Brno, 2006, ISBN 80-214-3310-8, s.21-26.

BIELEK, P. 2008. Poľnohospodárske pôdy Slovenska a perspektívy ich využitia. Bratislava. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôd, 2008.92 s. ISBN 978-80-89128-41-9.

BRYOL C. 2012. Zkušenosti s využitím alternativních granulovaných paliv v malých kotlích. In *Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok*, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 183-186.

ČEPPANOVÁ, M. 2009. Energetické zhodnocovanie poľnohospodárskej biomasy legislatíva, potenciál, realita. Zborník prednášok z 5. ročníka medzinárodnej konferencie STU, Bratislava, 2009, ISBN 978-80-227-3185-0, s.13-28.

DANIEL, J. 2002. Pestovanie švédskej energetickej vŕby na energetické účely. Závěrečná správa VUTPHP Banská Bystrica, 2002.

DANIEL, J. 2008. Produkčné parametre vŕby košíkárskej (*Salix viminalis*) v podmienkach Slovenska. In: *Energetická efektívnosť a zelená energia - príspevky k stabilite dodávok energie: Medzinárodná konferencia*, Sliač 21-23. október 2008. www.enef.sk

DANIEL, J. 2010. Výskum produkčného a energetického potenciálu rýchlorastúcich drevín vŕba košíkarska (*Salix viminalis*). Závěrečná správa CVRV Piešťany, 2010.

DANIEL, J. 2013. Produkcia biomasy na TP s využitím pre energetické účely. Závěrečná správa CVRV Piešťany, 2010.

DANIEL, J., MEDVECKÝ, M. 2013 Produkcia biomasy vŕby košíkárskej. In: *Naše pole*. - ISSN 1335-2466. – Roč. 17, č. 11, 2013, s. 26-27.

DEMO, M., FAZEKAŠ, A., HAUPTVOGL, M., SKLADAN, B., TÓTHOVÁ, M. 2011. Produkčný a energetický potenciál švédskych odrôd rýchlorastúcej energetickej dreveniny rodu *Salix* pestovanej v suchších pôdnoklimatických podmienkach juhozápadného Slovenska: vedecká monografia-1. vyd. Nitra, slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011, 110 s., ISBN 978-80-552-0577-9.

FILBAKK, T., SKJEVRAK, G., HOIBO, O., DIBDIAKOVA, J., & JIRJIS, R. 2011. The influence of storage and drying methods for Scot pine raw material on mechanical pellet properties and production parameters. *Fuel Processing technology*, 2011, vol.92, s.871-878.

HABOVŠTIK, J.1998. Biotechnologické postupy pestovania introdukovanej severskej vŕby (*Salix viminalis*). Závěrečná správa VÚTPHP v B. Bystrici, október 1998.

GONDA, L., ABRHAM, Z., ANDERT, D., GADUŠ, J., GUŠTAFÍKOVÁ, T., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., KUNSKY, M., MAKOVNÍKOVÁ, J., MALIŠ, J., OBRČIANOVÁ, D., PEPICH, Š. 2010. Poľnohospodárska biomasa – obnoviteľný prírodný zdroj. 1. vydanie. Banská Bystrica: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica. Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica, 2010. 126 s. ISBN 978-80-89417-21-6.

GREPPEL, E. 2003. Stratégia energetického využívania biomasy v pôdohospodárstve Slovenskej republiky. Zborník referátov zo seminára Strojníckej fakulty STU Bratislava.

HAMAŠ, J. 2004. Poľnohospodárska biomasa – zdroj energie. Zborník prednášok z medzinárodného odborného seminára TSÚP, Nitra, 2004, s.1.

HARANT R., ALBERT P. 2012. Vplyv pridaných aditív na výšku výrobných nákladov a parametre drevných peliet vyrobených v peletizačnej linke. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 80-85.

HAUPTVOGL, M. 2011. Vplyv pôdnoklimatických a hydrologických podmienok juhozápadného Slovenska na vybrané produkčné ukazovatele rýchlorastúcej energetickej dreviny rodu Salix: dizertačná práca. SPU Nitra 2011 130 s.

HÚSKA, J. 2012. Perspektívy využitia fytomasy z obnoviteľných zdrojov na energetické účely. In: Využitie biomasy z obnoviteľných zdrojov na energetické účely: Zborník vedeckých prác. Nitra: 2012, s. 8-9. ISBN 978-80-552-0743-8.

JAMRIŠKA, P.a kol.1994. Význam a účel pestovania energetických plodín. Štúdia Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch, december 1994.

JEVIČ, P., HUTLA, P., ŠEDIVÁ, Z. 2012. Produkce, kvalita a využití briketovaných a peletovaných biogénnych tuhých paliv v České republice. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 28-36.

KOTT, J. 2012. Peletování slámy a biomasy – všeobecně, technologie a ekonomika. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 53-58.

KRIŽAN, P., MATÚŠ, M., SVÁTEK M. 2012. Poznatky z výskumu peletovania vybraných druhov dendromasy a fytomasy. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 104-111.

LARSSON, S. 1998. Genetic improvement of willow for short – rotation coppice. In Biomass and Bioenergy, vol. 15, 1998, no. 1, p. 23-26.

LARSSON, S., DOBRZENIECKI P. 2004. Agrobränsle AB – the worlds leading authority on commercial short rotation willow (Salix) copice (SRC). Proceedings from

the conference „Rozwój energii odnawialna na Pomorzu Zachodnim“. Fundacja Rozwoju Pomorza Zachodniego.

LEGÁT, J., LEŠNÍK, F. 2000. Problematika dioxínov v životnom prostredí. In Slovenský veterinárny časopis, Inštitút vzdelávania veterinárnych lekárov Košice, 2000, ISSN 1335-0099, roč.25, č.5, s. 317-320.

LEHTIKANGAS, P. 2001. Quality properties of pelletised sawdust, logging residues and bark, *Biomass and Bioenergy*, 2001, vgl.20, s.351-360.

LINKEŠ, V., PESTÚN, V., DŽATKO, M. 1996. Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek. 3. vyd. Bratislava : VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1.

MAKOVNÍKOVA, J., DANIEL, J. 2012. Hodnotenie indikátorov kvality pôdy využívanej na energetické účely. Zborník abstraktov (editor Skalsky, R.). Pôda v krajine v meniacom sa režime využívania a ochrany. Pedologické dni 2012. str. 68. ISBN 978-80-89128-96-9.

MATÚŠ, M., KRIŽAN, P. 2009. Identifikácia väzbových mechanizmov v procese zhutňovania biomasy a ich vplyv na konštrukciu zhutňovacích strojov. In *Energie z biomasy X – odborný seminár*. Brno, 2009, ISBN 978-80-214-4027-2, s.73-78.

MATÚŠ, M., KRIŽAN, P. 2012. Vývoj progresívnej konštrukcie stroja pre briketovanie biomasy. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 117-123.

PISCCZALKA, J. 2010. Energetické plodiny-nový smer poľnohospodárskej výroby. In *Agrobioenergia – časopis združenia pre poľnohospodársku biomasu*, č.2/2010, roč. 5, str. 11 – 13.

POLLÁK, Š., Lieskovský, M., Jančová, M. 2013. Trávne porasty ako zdroj ekologického paliva. In *Naše pole*, roč. 17, 2013, č. 12, ISSN 1335-2466, s. 34-35.

POLLÁK, Š., POLÁK, M., LIESKOVSKÝ, M. 2013. Možnosti alternatívneho energetického využitia TP. In *Ekológia trávneho porastu. Zborník vedeckých prác*. Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, ISBN 978-80-89417-48-3, s. 188-192.

ŠMIDOVÁ E. 2012. Laboratórne meranie vlastností tuhých palív z biomasy. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 100-103.

ŠOOŠ, Ľ., BORSEKOVÁ, I., RAFAJ, P., GREGOR, R. 2000. Drevný odpad...čo s ním., *Energetické centrum Bratislava, OPET Slovensko*. 2000, s. 43.

ŠOOŠ, Ľ., BIATH, P., ČAČKO, V. (2012). Expertná analýza zhutňovania fytomasy. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 86-93.

TADLÁNKOVÁ, L. 2012. Právna úprava využitia biomasy v Slovenskej republike. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 21-27.

THEERARATTANANOON, K., XU, F., WILSON, J., STAGGENBORG, S., MCKINNEY, L., VADLANI, P., PEI, Z., WANG, D. 2012. Effects of the pelleting conditions on chemical composition and sugar yield of corn stover , big bluestem, wheat straw and sorghum stalk pellets. *Bioprocess Biosystems Engineering*, 2012, vol.35, no.4, pp.615-623.

VARGA, L. 2002. Morfologicko – ekologická charakteristika vrb vhodných na košíkársku účely. Zborník referátov zo seminára. LVÚ, Gabčíkovo, máj 2002, s.25.

VÁŇA, J. 2002. Spalování biomasy a tvorba PCDD/F. *Biom.cz* [online]. 2002-02-21 [cit. 2014-11-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/spalovani-biomasy-a-tvorba-pcdd-f>>. ISSN: 1801-2655.

VIERLEB, O., LAUNHARDT, T., STREHLER, A., DUMLER-GRADLB, R., THOMAS, H., SCHREINER, M. 1999. Investigation of organic pollutants from house heating systems using biogenic fuels and correlations with other exhaust gas components. *Analytica Chimica Acta*. Vol. 393, p.131-140, 1999.

VÍGLASKÝ, J. 2012. Možnosti uplatnenia Ozdobnice čínskej ako suroviny vo výrobe tuhých ušľachtilých palív. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 48-52.

WEGER, J. 2004. Pestovanie a využitie plantáží RRD v ČR - rastové a produkčné charakteristiky vybraných klonov. Zborník referátov z odborného seminára VÚRV, ČR, Chomutov, august 2004, s.69.

ZACHARDA, F. 2009. Zdroje a potenciál poľnohospodárskej biomasy. Zborník prednášok z 5. ročníka medzinárodnej konferencie STU, Bratislava, 2009, ISBN 978-80-227-3185-0, s. 29-35.

ZAJONC, O., FRYDRYCH J. 2012. Možnosti energetického využitia travín ve forme pelet. In Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 94-99.

ZOZNAM TECHNICKÝCH NORIEM

DIN 51731 Testing of solid fuels - Compressed untreated wood, wood briquettes, wood pellets - Requirements and testing.

DIN Plus

ÖNORM M 7135 Energiewirtschaftliche Nutzung von Holz und Rinde als Brennstoff
- Begriffsbestimmungen und Merkmale

Česká Směrnice č. 55-2008 je smernica vydaná Ministerstvom životného prostredia ČR v roku 2008, ktorá uvádza požiadavky pre zapožičanie ochrannej známky „Ekologicky šetrný výrobek“ pre vykurovacie pelety z bylinnej fytomasy, tj. z rastlín, ktoré nemajú drevnatú stonku a odumierajú na konci vegetačnej doby.

STN EN 14961-1 Tuhé biopalivá. Špecifikácie a triedy palív. Časť 1: Všeobecné požiadavky.

STN EN 14961-2 Tuhé biopalivá. Špecifikácie a triedy palív. Časť 2: Drevné pelety na nepriemyselné používanie

STN EN 14961-3 Tuhé biopalivá. Špecifikácia a triedy palív. Časť 3: Drevené brikety na nepriemyselné používanie.

STN EN 14774-1 Tuhé biopalivá. Stanovenie obsahu vlhkosti. Metóda sušením v sušiarňi. Časť 1: Celková vlhkosť. Referenčná metóda.

STN EN 14775. Tuhé biopalivá. Stanovenie obsahu popola

STN EN 14918 Tuhé biopalivá. Stanovenie výhrevnosti.

STN EN 15289 Tuhé biopalivá. Stanovenie celkového obsahu síry a chlóru.

STN EN 15148 Tuhé biopalivá. Stanovenie obsahu prchavých látok.

Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100

Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 149/2/2003-100

STN ISO 1928 Tuhé palivá

ZOZNAM SKRATIEK

AP	akčný plán
EÚ	Európska únia
FAO	Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo
MP SR	Ministerstvo pôdohospodárstva SR
MRH	medzirodový hybrid
MTZ	materiálovo technické zabezpečenie
OZE	obnoviteľné zdroje energie
POPs	Perzistentné Organické Polutanty
PJ	petajoule 10^{15} J
PP	poľnohospodárska pôda
PPA	Poľnohospodárska platobná agentúra
RRD	rýchlo rastúce dreviny
Toe	tona ropného ekvivalentu
TTP	trvalé trávne porasty
TWh	terawatthodina t.j. 10^{12} Wh
ÚGKaK SR	Úrad geodézie, kartografie a katastra SR
VÚTPHP	Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Z. z.	Zbierka zákonov

PodĎakovanie

Tento materiál bol spracovaný z výsledkov riešenia rezortnej úlohy výskumu a vývoja na roky 2010 – 2012 „Multifunkčné využívanie trávnych porastov v podhorských a horských oblastiach“ SE 2.2.1 Produkcia biomasy na TP s využitím na energetické účely a SE 2.2.2 Technológie výroby pevných ekologických palív z nevyužívaných TP a z výsledkov riešenia rezortnej úlohy výskumu a vývoja na roky 2013 – 2015 „Udržateľné a efektívne systémy hospodárenia na trávnych porastoch“. Tiež vďaka podpore Operačného programu Výskum a vývoj v rámci EÚ, ITMS 26220220042 „*Manuál prateľníky pre raticovú zver a priaznivý stav životných podmienok Tetra hólneho vo vysokohorských oblastiach*“ spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Názov: Využitie biomasy z trávnych porastov a vŕby na energetické účely

Autori: Ing. Ján Daniel
RNDr. Štefan Pollák

Recenzenti: Ing. Martin Lieskovský, PhD.
Ing. Peter Rigáň

Fotografie: Ing. Ján Daniel
RNDr. Štefan Pollák

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný
ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská
Bystrica

Rok vydania: 2014

Počet strán: 68, 3 AH

Tlač: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný
ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská
Bystrica

Formát: A5

Náklad: 100 ks

Nepredajné

ISBN 978-80-89417-60-5

EAN 9788089417605



ISBN 978-80-89417-60-5