



Porovnanie vyprodukovanej a spotrebovanej energie pri využívaní paliva z dendromasy

Juraj BENIAK^{1,}, Peter KRÍŽAN¹, Miloš MATÚŠ¹*

¹ *Strojnícka fakulta STU v Bratislave, Nám. Slobody 17, 812 31 Bratislava, Slovensko*

* **Email:** juraj.beniak@stuba.sk

Využívanie biomasy v rôznej podobe má nielen na Slovensku ale i vo svete stúpajúcu tendenciu. Biomasa sa využíva v malom na vykurovanie jednotlivých domácností ale tiež pre vykurovanie väčších objektov alebo bytových a domových komplexov v obciach a mestách. Stále častejšie však padajú otázky či je takýto spôsob využitia biomasy hospodárny, či množstvo získanej energie je väčšie ako množstvo energie, ktoré bolo vynaložené na všetky operácie realizované v rámci spracovania biomasy na ušľachtilé palivo vo forme briekiet alebo peliet. Nasledujúci článok popisuje jednoduchý prepočet a porovnanie množstva získanej energie a energie vynaloženej na spracovanie.

Kľúčová slova: pelety, brikety, drevo, energetická bilancia, výroba

1 Úvod

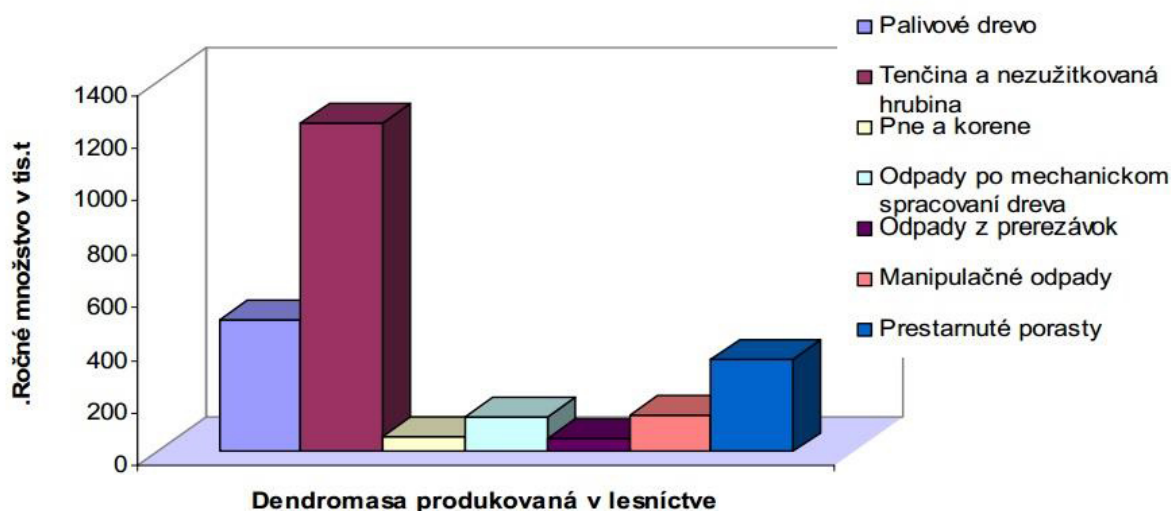
Na Slovensku sa stále biomasa nevyužíva v dostatočnej miere. V prevažnej miere sa využíva dendromasa pre vykurovanie a to v rôznych formách a z rôznych zdrojov. V tabuľke 1 uvedenej nižšie je možné vidieť potenciálne ročné množstvá dendromasy na Slovensku aj s ich energetickým ekvivalentom.

Tab. 1 Ročný potenciál dendromasy na Slovensku s energetickým ekvivalentom [1]

Zložka stromovej dendromasy, sortiment	Ročné množstvo [t]	Energetický ekvivalent [PJ]
Kôra	360 000	3,4
Tenčina, nezužitkovaná hrubina	375 000	3,5
Pne a korene	25 000	0,2
Palivové drevo	485 000	4,6
Prestarnuté porasty	300 000	2,9
Manipulačné odpady	120 000	1,1
Odpady z prezevok	15 000	0,1
Odpady po mechanickom spracovaní dreva v organizáciách LH	130 000	1,1
Spolu	1 810 000	16,9



Z tohto celkového potenciálu dendromasy na Slovensku je v súčasnej dobe energeticky využívaných približne 768 000 ton ročne s energetickým ekvivalentom 7,3PJ, čo predstavuje približne 42% [3]. To znamená že neustále sú predpoklady pre širšie využívanie dostupnej dendromasy pre energetické účely



Obr. 1 Rozdelenie dendromasy v sektore lesníctva [2]

2 Energetická náročnosť spracovania dendromasy

Pre posúdenie pomeru medzi energiou získanou spaľovaním dendromasy a energiou ktorá je potrebná pre úpravu dendromasy a výrobu peliet (brikiet) je nutné najskôr čo najpresnejšie popísať všetky úkony ktoré sú v celom reťazci spracovania dendromasy. Tiež je potrebné odhadnúť energetickú náročnosť jednotlivých úkonov. Hovoríme o odhade, pretože je nemysliteľné presne určiť spotrebu energie pre úkony ako je napríklad ťažba dreva, jeho doprava, ale i v prípade samotnej výroby peliet. Odhadovali a následne sme prepočítavali energiu vo forme paliva pre spaľovacie motory, elektrickej energie alebo tepelnej energie potrebnej pre sušenie dendromasy na dosiahnutie požadovanej vlhkosti.

V prípade ťažby dreva boli uvažované mechanizmy ako je motorová píla so spotrebou paliva 420g/kWh pri výkone 3,2kW. Lanový navijak, ktorý je poháňaný traktorom s výkonom 93,2kW a so spotrebou 283g/kWh. Kliešťový drapák s výkonom 63kW a spotrebou 5 litrov nafty na hodinu. V článku zámerne uvádzame iba výkon a spotrebu. V skutočnosti boli samozrejme brané do úvahy maximálne kapacity týchto zariadení, zvažovali sa časové hodnoty potrebné pre spracovanie vopred definovaného množstva suroviny. V uvádzanej kalkulácii je uvažované s množstvom spracovanej dendromasy 2 tony za hodinu, na všetkých úrovniach prípravy, spracovania a distribúcie paliva. Prepočet je realizovaný pre peletovaciu linku. V prípade ak napríklad nákladný automobil prepraví 20 ton štiepky v návесе, spotrebovaná energia sa stále prepočítava na kilogram hmotnosti, aby bolo jednoduché porovnanie.

Ďalšou úrovňou je drvenie dendromasy. Podľa reálnych projektov ktoré už boli v praxi realizované bolo vybrané zariadenie Skorpion 500 RB. Je určené na drvenie kmeňov, konárov a odrezkov až do priemeru 180mm. Sekačka je znovu poháňaná traktorom, keďže ide o použitie v teréne, a tento druh pohonu je najvýhodnejší (najprístupnejší). Preto znovu berieme



výkon aj spotrebu ako v predchádzajúcom prípade použitia traktora. Drvenie sa realizuje v teréne za účelom minimalizácie objemu materiálu a maximalizácie prepravovaných objemov do miesta následného spracovania a výroby peliet.

V prípade zariadení, ktoré využívajú ako palivo benzín alebo naftu, musíme počítať s množstvom energie, ktorá sa vyprodukuje z jedného litra paliva. Z prepočtov nám vyšli údaje uvedené v tab. 2. Ako už bolo spomenuté vyššie, Spotrebovaná energia je prepočítaná na 2 tony vyrobených peliet, čo je kapacita peletovacej linky. Pre účely ďalšieho porovnania budeme potrebovať hodnotu spotrebovanej energie prepočítanú na 1kg peliet (1).

Tab. 2 Spotreba energie pri ťažbe dreva (prepočítané na 2tony peliet)

Zariadenie	Spotrebovaná energia (kWh)
Píla	2,19
Navijak + Traktor	73,85
Nakladač	11,9
Sekačka + Traktor	73,85
Spolu	161,79

$$E_{\text{ťažba,kg}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right] = \frac{E_{\text{ťažba}} [\text{kWh}]}{m_p [\text{kg}]} = \frac{161,79 \text{ kWh}}{2000 \text{ kg}} = 0,0809 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \quad (1)$$

Na prepravu bol zvolený ťahač s návesom s posuvnou podlahou, určeným pre prevoz takéhoto typu materiálu. Objem ložného priestoru je 90m³. Spotreba paliva ťahača pri naloženej súprave predstavuje 28 litrov na 100km, pri prázdnej súprave je to 23 lit/100km. Pri maximálnom zaťažení je súprava schopná prepraviť 25 ton materiálu. Po prepočtoch bolo možné určiť spotrebovanú energiu potrebnú na prevoz suroviny na miesto ďalšieho spracovania, prepočítanú na 1kg peliet. Ide o hodnotu 0,0202 kWh/kg.

Prakticky najdôležitejšou časťou celého popísaného reťazca je peletovacia linka, kde sa produkujú pelety, ako nosič energie, určený pre spaľovanie. Zloženie peletovacej linky je vidieť v tab. 3., kde je uvedený tiež príkon uvádzaných zariadení. Peletovacia linka je dimenzovaná na produkciu 2ton/hod.

Tab. 3 Zloženie linky pre výrobu peliet [5]

Zariadenie	Príkon (kW)
Silo s posuvnou podlahou	9
Pásový dopravník	1,1
Magnet	0
Kladivový drvič	55
Korčekový vynášač	3
Silo mokrej suroviny	13,45
Sušička Bluetherm	26
Kotol k sušičke - 500 kW	5
Filter k sušičke	0,25
Závitokový dopravník	3
Kladivový drvič	37
Pneu transport piliny z drviča do sila	0,75
Silo suchého materiálu	7,4



Závitovkový dopravník - 2x	4,4
Peletizér ETS P600/2/S - 2x	166
Pneu transport peletiek od lisu - 2x	23,5
Chladič	1,5
Korčekový vynášač	3
Silo na peletky, balička Big Bag	0,75
Baliaca váha so zväračkou sáčkov	0,65
Pneu odsávanie prachu z lisu - 2x	11,75
Kompresor	5,5
Filter	0,75

Aj v prípade hore uvedených zariadení obsiahnutých v peletovacej linke bol realizovaný prepočet spotrebovanej energie pre každú operáciu. Výsledky sú uvedené v tab. 4., spolu s už uvedenými hodnotami za predchádzajúce operácie.

Tab. 4 Hodnoty spotrebovanej energie prepočítané na 1kg vyrobených peliet

Druh spotrebovanej energie	Spotrebovaná energia (kWh/kg)
Ťažba dreva	0,04397
Drvenie dreva	0,03693
Transport štiepky	0,0202
Kotol k sušičke a sušička	0,2655
Peletizér	0,083
Ostatné komponenty	0,091
Transport peliet	0,0451

Súčet spotrebovanej energie, prepočítaný na 1kg vyrobených peliet je v tomto prípade 0,5857kWh/kg.

3 Porovnanie spotrebovanej a vyprodukovanej energie

Vyrobené pelety majú vlhkosť približne 10%, priemer pelety je 6mm, dĺžka približne 5-30mm, sytná hmotnosť 680-720kg/m³. Výhrevnosť peliet je prezentovaná na úrovni 17,5MJ/kg alebo 4,86kWh/kg.

Ak tieto hodnoty porovnáme s vypočítanou hodnotou spotrebovanej energie, potrebnej pre výrobu 1kg peliet získame konečnú bilanciu.

$$E_p - E_{spot} = 4,86 \frac{kWh}{kg} - 0,6107 \frac{kWh}{kg} = 4,2493 \frac{kWh}{kg} \quad (2)$$

Ako môžeme vidieť, táto bilancia je kladná s hodnotou 4,2493kWh/kg, čo znamená, že v konečnom dôsledku sa vyprodukuje viac energie spálením 1kg peliet, ako je potrebné pre výrobu rovnakého množstva. Z 1kg peliet takýmto spôsobom získame 4,249kWh energie.

Pre zaujímavosť a pre porovnanie uvedieme ešte hodnotu energie získanej z 1kg drevnej štiepky. Hodnoty výhrevnosti štiepky s rôznou vlhkosťou sú uvedené v nasledujúcej tab. 5.



Tab. 5 Výhrevnosť drevnej štiepky pri rôznych úrovniach vlhkosti [4]

Vlhkosť drevnej štiepky [%]	Výhrevnosť [MJ/kg]	Výhrevnosť [kWh/kg]
10	16,4	4,6
20	14,3	4,0
30	12,2	3,4
40	10,1	2,8
50	8,1	2,2

V tomto prípade uvedieme ako porovnávaciu hodnotu, spotrebovanú energiu v procese výroby štiepky a to pri ťažbe, drvení a transporte štiepky, čo predstavuje hodnotu 0,1011kWh/kg. Hodnotu získanej energie uvedieme v prvom prípade s vlhkosťou štiepky 50% a následne s vlhkosťou 30%.

$$E_{\$,50\%} - E_{Spot} = 2,2kWh - 0,1011kWh = 2,0989kWh \quad (3)$$

$$E_{\$,30\%} - E_{Spot} = 3,4kWh - 0,1011kWh = 3,2989kWh \quad (4)$$

K vlhkosti 30% sa však dopracujeme pomocou vysušenia štiepky, kde je potrebné znovu spotrebovať energiu, alebo ponechať štiepku prirodzene vysušiť. Spotrebovaná energia na vysušenie z 50% na 30% je približne 0,26kWh, čím sa dostaneme na hodnotu získanej energie približne 3,0389kWh/kg.

Najjednoduchším je využitie kusového dreva, kde uvažujeme iba s ťažbou a prepravou dreva a odpadá ďalší proces spracovania dendromasy a nutnosť investovať do finančne náročnej technológie. Vlhkosť dreva po ťažbe je približne 50%. Po dvoch rokoch prirodzeného sušenia je možné dosiahnuť vlhkosť približne 15-20%, kedy je už možné takéto kusové drevo spaľovať. V tab. 6, ktorá je vyobrazená nižšie môžeme vidieť hodnoty výhrevnosti v závislosti od vlhkosti kusového dreva. V tomto prípade neuvádzame konečnú porovnávaciu hodnotu výhrevnosti a to z dôvodu, že neuvažujeme s energiou potrebnou na vysušenie dreva na potrebnú vlhkosť a v takomto prípade by bola hodnota značne skreslená.

Tab. 6 Výhrevnosť kusového dreva [4]

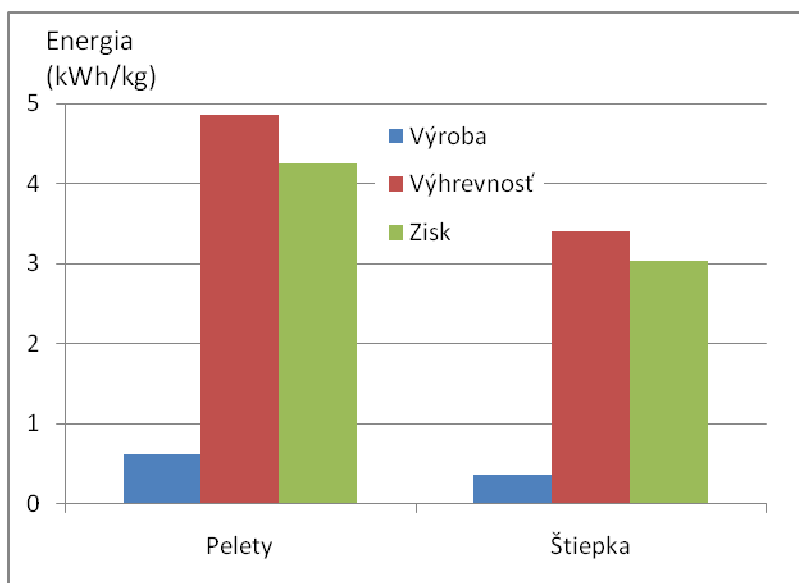
Vlhkosť [%]	Výhrevnosť [MJ/kg]	Výhrevnosť [kWh/kg]
0	18,5	5,1
10	16,4	4,6
20	14,3	4,0
30	12,2	3,4
40	10,1	2,8
50	8,0	2,2
60	6,0	1,7

Samozrejme musíme brať do úvahy aj spôsob a možnosti využitia konkrétneho druhu paliva. Pelety a štiepka sú vhodné pre automatizované systémy vykurovania, objem vzhľadom na hmotnosť je menší, čím sa uľahčuje, zjednodušuje a zlacňuje ich transport.



Tab. 7 Porovnanie energetickej bilancie peliet a štiepky

Druh paliva	Energia na výrobu (kWh/kg)	Výhrevnosť (kWh/kg)	Získaná energia (kWh/kg)
Pelety	0,6107	4,86	4,2493
Štiepka	0,3611	3,4	3,0389



Obr. 2 Energetická bilancia pre pelety a štiepku

4 Záver

Cieľom tohto článku bolo ukázať pohľad na reálne hodnoty spotrebovanej energie, nutnej pre zabezpečenie úpravy dendromasy a výrobu peliet (brikiet) a porovnať túto energiu s výhrevnosťou peliet, čo je vlastne získaná energia pri spaľovaní uvedených druhov palív z dendromasy. Z informácií uvedených vyššie je zrejmé, že energia vynaložená na spracovanie dendromasy do podoby peliet je neporovnateľne nižšia ako energia ktorú získame spaľovaním peliet. Rovnako, ak sa pozrieme na hodnoty uvedené v tab. 7, vidíme že je výhodnejšie spracovanie drevnej štiepky na pelety, ako využívanie samotnej štiepky na vykurovanie. Dosiahneme tým vyššiu výhrevnosť

Podakovanie

Tento príspevok vznikol na základe výsledkov výskumu realizovaného projektu č. APVV-0857-12 s názvom "Výskum trvanlivosti nástrojov progresívnej konštrukcie zhutňovacieho stroja a vývoj adaptívneho riadenia procesu zhutňovania" finančne podporeného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja.



Použitá literatura

- [1] Uznesenie vlády Slovenskej republiky č. 1149, [online] Publikované 01.12.2004, Dostupné z <http://www.agroporadenstvo.sk/oze/legislativa/uznesenie.htm?start>
- [2] CHUDÍKOVÁ, P., TAUŠOVÁ, M., ERDÉLYIOVÁ, K., TAUŠ, P.; Potenciál dendromasy SR a jeho aktuálne využitie v tepelnom hospodárstve. In Acta Montanistica Slovaca [online]. 2010, vol. 15, no. 3. ISSN 1335-1788., s. 139-149.
- [3] Národné lesnícke centrum Zvolen, Dostupné na internete: <<http://www.forestportal.sk>>
- [4] MIKULÍK, M. – JANDAČKA, J. 1. vyd. Postupy správneho vykurovania. Ľilina: Jozef Bulejčík, 2009. 128 s. ISBN 978-80-969595-7-0
- [5] Biopellets energy SK, Dostupné na internete: <http://www.biopelletsenergy.sk>
- [6] Brozmanová, S., (vedúci práce: Ing. Juraj Beniak, PhD.); Analýza energetickej bilancie využitia biomasy, Bakalárska práca, Strojnícka fakulta STU v Bratislave, 2014