

Potenciál dendromasy SR a jeho aktuálne využitie v tepelnom hospodárstve

Patricia Chudíková¹, Marcela Taušová, Katarína Erdélyiová a Peter Tauš

Potential of dendromass in Slovak Republic and its actual exploitation in thermic economy

Biomass can and has successfully replaced by natural gas and steam coal for heating. At current prices the heat from burning wood waste, even cheaper than fossil fuels, as derived primarily from local, sustainable sources. This article is aimed at dendromass, its use and potential, representing the current issue, which deals with the many professionals working in the energy sector. In the next contribution focuses on the current status of the use of the available potential of biomass in particular for central heat supply.

Key words: biomass, dendromass, energy, renewables, RES

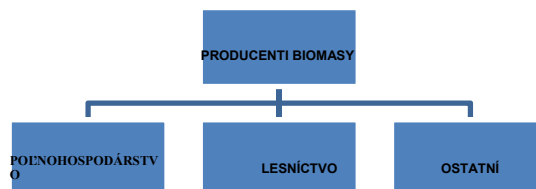
Úvod

Hlavným zdrojom dendromasy na Slovensku je lesné hospodárstvo, kde je možné využiť časť vyťaženeho dreva, nevhodného pre použitie v drevospracujúcom priemysle, ďalej je to samotný drevospracujúci priemysel, ktorý vo výrobnom procese produkuje odpady dreva vhodné na energetické využitie, v neposlednom rade je významným perspektívnym zdrojom drevná hmota, ktorú možno produkovať na máloproduktívnych poľnohospodárskych pôdach, resp. iných nelesných pozemkoch napr. formou intenzívnych porastov. Časť týchto pozemkov je už v rôznej miere zalesnená v dôsledku sukcesie drevín. [1]

Ďalšími zdrojmi paliva dendromasy sú zeleň v intravilánoch mesta, obcí, brehové porasty, vetrolamy, stromoradia ciest, drewný komunálny odpad, porasty rastúce pod elektrovodmi, drewné splaveniny riek a pod.

Potenciál dendromasy v Slovenskej republike

Na energetické účely je možné v lesnom hospodárstve okrem časti vyťaženeho dreva, ktorá nie je z hľadiska kvality vhodná pre použitie v drevospracujúcom priemysle, využiť aj tzv. zvyšky po ťažbe (vrcholové časti stromov, konáre a vetvy), tenčinnu stromov, kalamitné drevo (vyvrátené pne, koreňové časti stromov), prerezávky a pod. [2,4]



Obr. 1. Producenti biomasy na SR [3].
Fig. 1. Producers of biomass in Slovakia [3].

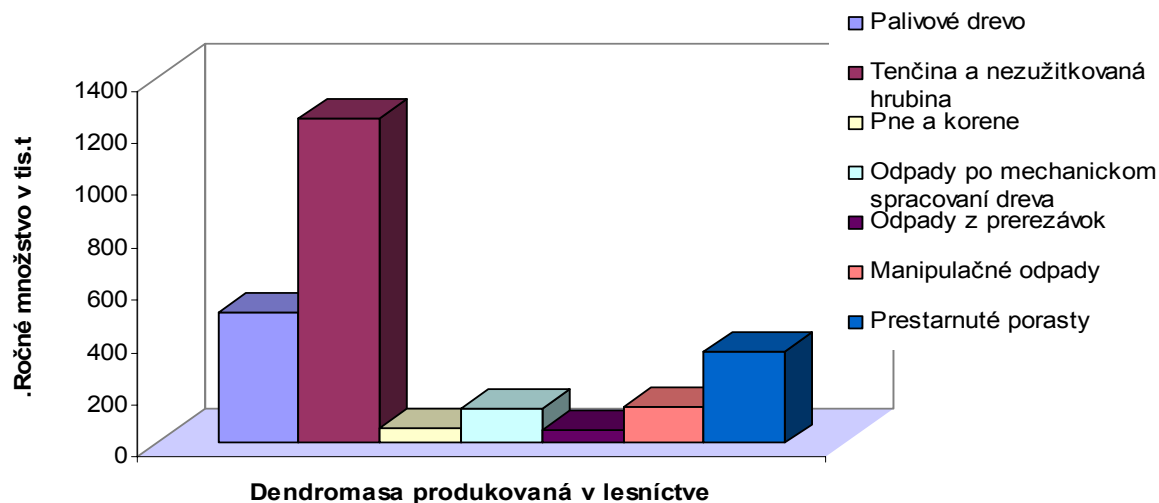
Vyjadrené rebríčkovo, je najvýznamnejším zdrojom energeticky využiteľného dreva lesnícky priemysel, nasleduje drevospracujúci priemysel a nezanedbateľným zdrojom energetickej dendromasy sú aj odpady z úpravy mestskej a verejnej zelene. Vyčíslenie týchto zdrojov je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

¹ Ing. Patricia Chudíková, Ing. Marcela Taušová, Ing. Katarína Erdélyiová a doc. Ing. Peter Tauš, PhD., Ústav podnikania a manažmentu, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, Košice, tel.: +421 55 6022436, patricia.lopatkova@tuke.sk, marcela.tausova@tuke.sk, katarina.erdelyiova@tuke.sk, peter.taus@tuke.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 20.12.2010)

Tab. 1. Biomasa z rôznych zdrojov [3].
Tab. 1. Biomass from different sources [3].

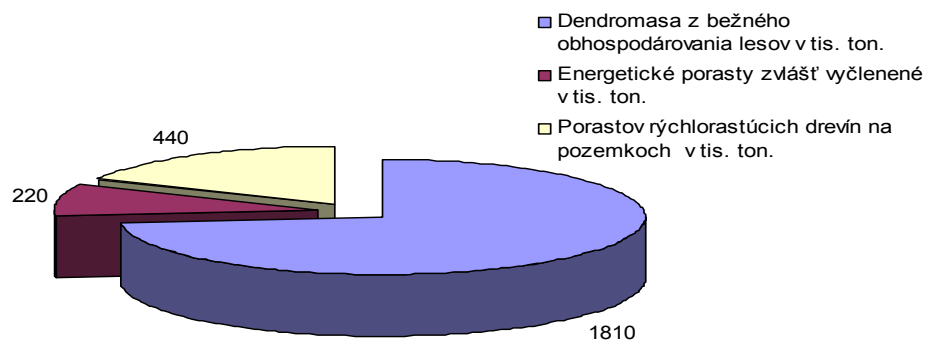
| | tis.t | PJ |
|--|-------|------|
| Lesníctvo | 2470 | 23,2 |
| Drevospracujúci priemysel | 1410 | 12,3 |
| Komunálna zeleň, vetrolamy, brehové porasty, produkt | 300 | 2,8 |
| Dendromasa ovocných stromov a viniča, biele plochy | 208 | 2 |

Na obrázku 2. je znázornené ročné množstvo produkcie jednotlivých druhov dendromasy v lesníctve. Ako je možné vidieť z vyššie uvedenej tabuľky (Tabuľka 1.), lesníctvom produkovaný využitelný energetický potenciál palivovej dendromasy je 23,2 PJ.



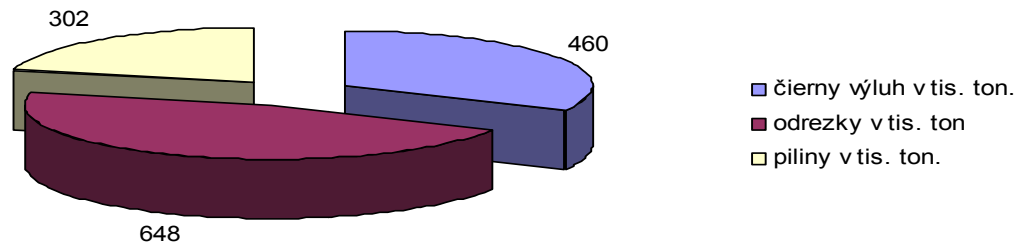
Obr. 2. Produkcia jednotlivých druhov dendromasy v lesníctve.
Fig. 2. Different types of biomass production in forestry.

Detailné rozdelenie produkcie odpadovej dendromasy z lesníckeho a drevospracujúceho priemyslu znázorňujú nasledovné grafy.



Obr. 3. Produkcia dendromasy v lesnom hospodárstve (tis. t).
Fig. 3. Biomass production in forestry (thousand tons).

Obrázok 4 znázorňuje jednotlivé podiely dreveného odpadu v drevospracujúcom priemysle.



Obr. 4. Rozdelenie produkcie odpadovej dendromasy.
Fig. 4. The division of production waste biomass.

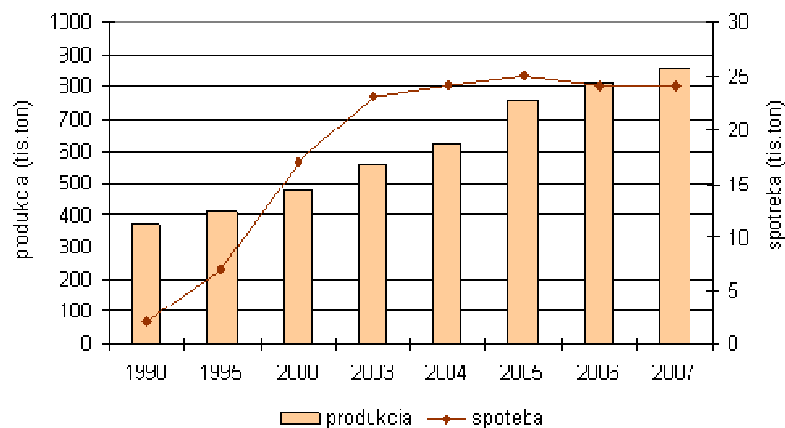
Najväčšími producentmi odpadu sú veľké drevospracujúce podniky, ktoré sú zároveň veľkými spotrebiteľmi energie (elektriny a tepla). Práve tu sú vhodné predpoklady na to, aby boli pre tieto podniky vybudované energetické systémy na báze využívania dreveného odpadu. V rámci Slovenska sú najväčšie koncentrácie energeticky využiteľnej biomasy z mechanického spracovania dreva sú v okresoch Čadca, Brezno, Lučenec a Svidník.

V menších prevádzkach sa odpady nespracovávajú a sú potenciálne k dispozícii predovšetkým na energetické účely.

Avšak je potrebné si uvedomiť, že výroba energie z biomasy má perspektívu tam, kde dokáže ekonomicky konkurovať základným druhom palív. [6]

Využitelný potenciál lesnej biomasy (dendromasy) v SR predstavuje ročne hodnotu 2,46 mil. ton s energetickým ekvivalentom 26,8 PJ. Po roku 2010 sa bilancia disponibilnej lesnej dendromasy môže reálne zvýšiť o potenciál z produkcie energetických porastov založených na základe vykonanej rajonizácie území vhodných pre pestovanie energetických lesov na výmere 45 400 ha s produkciou cca 440 tis. ton ročne. Bude sa jednať prevažne o rýchlorastúce dreviny ako topol, vrbá a agát. Počíta sa s krátkym produkčným cyklom 3 – 20 rokov.

Potenciál lesnej dendromasy využiteľnej na energetické účely bol stanovený na základe rešpektovania technologických a ekologických obmedzení, ako aj potrieb lesného hospodárstva, kde jej spotreba predovšetkým zvýšením podielu drevnej štiepky na vykurovanie vlastných objektov v poslednom období mierne vzrástla, ako znázorňuje nasledovný graf (obrázok 5.):



Obr. 5. Produkcia a spotreba dendromasy v lesnom hospodárstve [5].
Fig. 5. Production and consumption of biomass in forestry [5].

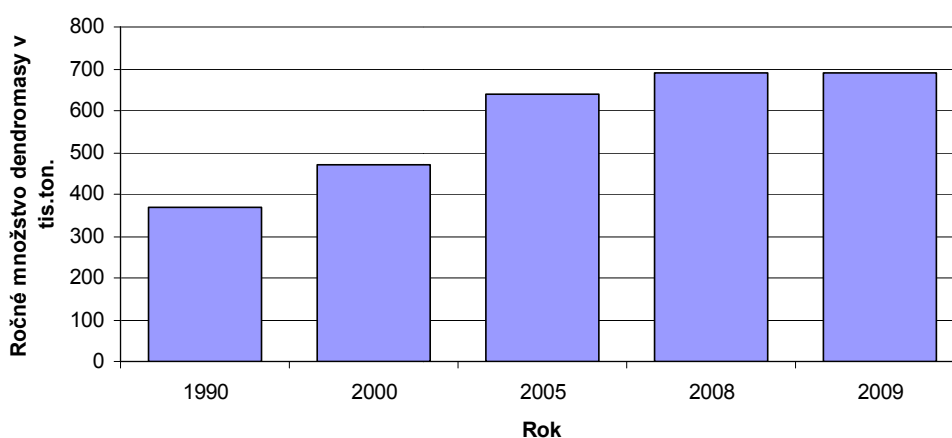
Nepočíta sa s energetickým využitím kvalitnejších sortimentov dreva v prípade cenových výkyvov z dôvodu zabezpečenia plynulých dodávok dreva pre potreby domáceho drevospracujúceho priemyslu. Počíta sa s postupným znižovaním exportu surového dreva a jeho komplexným spracovaním v tuzemsku. Nepredpokladá sa výrazný rast produkcie palivového dreva. Podiel lesnej štiepky a palivového dreva na energetickom využití v lesnom hospodárstve SR je uvedený nižšie:

Tab. 2. Dendromasa na energetické využitie produkovaná v LH.
Tab. 2. Dendromass to use energy produced in LH.

| Rok | Lesné štiepky | | Palivové drevo | | Spolu | |
|------|---------------|------|----------------|------|-------|------|
| | tis.t | TJ | tis.t | TJ | tis.t | TJ |
| 1990 | 2 | 19 | 368 | 3496 | 370 | 3515 |
| 2000 | 5 | 48 | 471 | 4475 | 476 | 4523 |
| 2005 | 120 | 140 | 640 | 6080 | 760 | 6220 |
| 2008 | 190 | 1805 | 690 | 6555 | 880 | 8360 |
| 2009 | 210 | 1995 | 690 | 6555 | 900 | 8550 |

Zdroj: NLC-LVÚ Zvolen, 2010.

V posledných rokoch na Slovensku pokračuje pomalý nárast produkcie lesného palivového dreva, avšak výrazný nárast produkcie štiepok. Obrázok 5. graficky znázorňuje ročný nárast množstva produkcie palivového dreva vyprodukovaného v lesnom hospodárstve.



Obr. 6. Rast ročného množstva produkcie palivového dreva, dreva použitého na energiu z odpadu, poťažobných zvyškov a suchárov v lesnom hospodárstve (tis. ton).

Fig. 6. Growth of the annual amount of production of fuel wood, wood used for energy from waste, residues and poťažobných rusk in forestry (thousand tons).

Aktuálne využitie

Vzhľadom k vyššie uvedenému je možné konštatovať, že rast využívania potenciálu dendromasy je možné zabezpečiť okrem iného štiepkovaním korunových častí stromov, čím sa dosiahne zužitkovanie doteraz nevyužívanej tenčiny a hrubiny korún stromov. Takto možno vyprodukovať v súčasnosti ročne až 1,86 mil. t dendromasy v rezorte pôdohospodárstva. Nepredpokladá sa výrazný rast produkcie palivového dreva aj vzhľadom k čoraz väčšiemu záujmu producentov tepla o drevnú štiepku pri neustálom zvyšovaní výkonov moderných kotolní [8].

Kotlové systémy do 1,5 MW

V prípade súčasných technológií sa jedná o komplexné technológie na výrobu tepla z biomasy s celkovým inštalovaným výkonom do 1,5 MW. Ako palivo sa v prevažnej väčšine prípadov používajú pelety, nasleduje drevná štiepka.

Kotly sú v prípade dostatku základného paliva ekonomicky výhodné a majú minimalizovaný vplyv na životné prostredie. Konštrukčný vývoj zdrojov tepla a princíp procesu spaľovania palív na báze dreva výrazne ovplyvnilo aj sprísnenie požiadaviek na emisie.



Obr. 7. Kotol na pelety (10-60 kW).
Fig. 7. Pellet boiler (10-60 kW).

Zlepšili sa najmä stavba a tvar spaľovacej komory, dodávka vzduchu a automatická regulácia spaľovania. Výsledkom je vysoká účinnosť (75 až 90 %), ale aj nízke emisie. Deklarovaným plusom kotlov na peletky je automatická prevádzka a jednoduchá obsluha, tieto kotly v súčasnosti na prvý pohľad pripomínajú moderné plynové kotly – pozri obrázok Najčastejšie využitie týchto kotlov je v kotolniach školských zariadení, obecných úradov, bytových celkov a priemyselných zón.

Nevýhodou kotlov „menších“ výkonov je nedostatok technológií pre automatické spaľovanie drevnej štiepky, na druhej strane výhodu plnoautomatického vykurovania drevnými peletami negatívne vyvažuje ich vysoká cena, ktorá je porovnateľná s cenou zemného plynu.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame zoznam kotolní s inštalovaným výkonom do 1,5 MW, ku ktorému sme sa dopracovali z dostupných informácií spoločností zameraných na dodávku kotlov.[5], [9]

Tab. 3. Kotolne do 1,5 MW.

Tab. 3. Boiler to 1.5 MW.

| Por. č. | Lokalita kotolne | Typ kotla/výkon |
|---------|--|--|
| 1. | Mútne | Justsen/560 kW |
| 2. | Slanická Osada | 1000 kW |
| 3. | Nová Bošáca | 425 kW |
| 4. | Rožňava | 725 kW |
| 5. | Žilina – Drevoindustria | 726 kW |
| 6. | Dubnica na Váhom | HERZ Pelletstar 30/30kW |
| 7. | Areál Moneda a.s., Turčianske Teplice | HERZ Firematic SR 500/ 500 kW |
| 8. | Bytový dom, Košecké Podhradie | HERZ Pelletstar 60/60 KW |
| 9. | Bytový dom Lubochňa - Biomasa Žilina, Lubochňa | HERZ Firematic150 Biocontrol/ 150 kW |
| 10. | Chata Borinka, Borinka | HERZ Pelletstar 60/60 KW |
| 11. | Chata Havka, Pieniny | HERZ Pelletstar 20/20 kW |
| 12. | Chata Žiar Rajecká Lesná | HERZ Firematic 150 Biocontrol/ 150 kW |
| 13. | EKOS, Stará Ľubovňa | HERZ Firematic 150 Biocontrol/150 kW |
| 14. | Energotrade, Bardejov | HERZ Pelletstar 30/30kW |
| 15. | Hotel DAM, Košická Belá | 2 x HERZ Pelletstar 20, 1 x HERZ Firematic SR 300/2 x 20 kW, 1 x 300 |
| 16. | Firemné sídlo Adotel, Žilina | HERZ Firematic SR 500/500kW |
| 17. | Hotel Steve Liptovský Mikuláš | HERZ Firematic 90 Biocontrol/90 kW |
| 18. | IZZARD, s.r.o., Liptovský Mikuláš | 2 x HERZ Firematic SR 500/ 2 x 500 kW |
| 19. | Kláštór pod Znievom - Biomasa Žilina | HERZ Firematic 50 Biocontrol - výkon 50 kW |
| 20. | Kotolňa Fines Žilina | 2x HERZ Firematic 150 Biocontrol/ 2 x 150kW |
| 21. | Kotolňa pre sídlisko Rozkvet - Dobšiná | HERZ Firematic SR 500 Biocontrol - výkon 500 kW |
| 22. | Kovod stroj, Banská Bystrica | HERZ Firematic SR 400/ 400Kw |
| 23. | Kultúrny dom Hruštín - Biomasa Žilina | HERZ Firematic 90 Biocontrol; výkon 90 kW |
| 24. | Kultúrny dom Lúky - Biomasa Žilina | HERZ Firematic 90 Biocontrol - výkon 90 kW |
| 25. | Kultúrny dom Lysá pod Makytou - Biomasa Žilina | HERZ Firematic SR 250 Biocontrol/ 250 kW |
| 26. | Kultúrny dom Motešice - Biomasa Žilina | HERZ Firematic 90 Biocontrol o výkone 90 kW |
| 27. | KURZ Slovakia, s.r.o., kotol 750kW | HERZ Biofire 750, menovitý výkon 750 kW |
| 28. | Kysucký Lieskovec - Biomasa Žilina | HERZ Pelletstar 20 Biocontrol /20 kW |
| 29. | MŠ Dimitrovova, Handlová | HERZ Firematic 50 Biocontrol/50kW |
| 30. | MŠ Hruštín, Hruštín | HERZ Firematic 150/150kW |
| 31. | Obecný úrad Haligovce | HERZ Firematic 90 Biocontrol/90 kW |
| 32. | Obecný úrad Šarišské Jastrabie | HERZ Firematic 90 Biocontrol |
| 33. | Objekt firmy Balko s.r.o. | HERZ Firematic SR 250 |
| 34. | Objekt „360-ky“ Handlová | HERZ Firematic SR 300 kW |
| 35. | OLUP Predná Hora - Biomasa Žilina | HERZ Firematic SR 300 Biocontr. 2x300 kW |
| 36. | Penzión Javorina, Čičmany | HERZ Firematic 50 Biocontrol |
| | palivom je drevná štiepka | |
| | palivom sú drevné pelety | |
| | ako palivo uvádza prevádzkovateľ biomasu všeobecne | |

Kotlové systémy nad 1,5 MW

Jedná sa o komplexné technológie na výrobu tepla z biomasy s celkovým inštalovaným výkonom väčším ako 1,5 MW.

V týchto kotlových systémoch sú už použité technológie umožňujúce kontinuálne spaľovanie jedného z najlacnejších biopalív – drevnej štiepky. Ako ďalšie palivo sa používa aj ekologicky nezávadný drevný odpad alebo pelety.

Výhodou „veľkých“ kotlových systémov je vyššie spomínané využívanie drevnej štiepky, ktorej využitie zaznamenáva na Slovensku v posledných dvoch rokoch obrovský boom aj vzhľadom k legislatívnej podpore štátu a rôznym dotačným programom podporujúcim inštaláciu týchto technológií, v mnohých

prípadoch ako „výmenu palivovej základne“, pričom sa prechádza z palív fosílnych na palivá biomasové. Okrem toho ponúkajú široký operačný rozsah výkonu od 200kW do 20MW, rozsah prevádzkového tlaku od 0,5 bar do 28 bar, umožňujú výrobu pary, horúcej a teplej vody pri kompletnej automatizácii spaľovania a kontroly spaľovacieho procesu. Tieto kotly sú využiteľné na vykurovanie bytových komplexov, nemocníc, hotelov, športových komplexov a nemocníc a dodávku pary, teplej a horúcej vody pre rôzne priemyselné a komunálne využitie.



Obr. 7. Kotel na drevnú štiepku s výkonom 12 MW.
Fig. 7. Wood chip boiler at a power of 12 MW.

Nasledujúca tabuľka uvádza prehľad inštalácií kotlov s inštalovaným výkonom nad 1,5 MW na Slovensku. [9], [5].

Tab. 4. Kotlové systémy nad 1,5 MW.
Tab. 4. Boiler systems of 1.5 MW.

| Por. č. | Lokalita kotolne | Typ kotla/výkon |
|---------|---|---|
| 1. | Kotel pre SES Tlmače, a.s. | Justsen/8 MW |
| 2. | Dolný Kubín – TEHOS, s.r.o.- Kotolňa Bysterec | Justsen/ 5 MW |
| 3. | | Justsen/ 7 MW |
| 4. | Trnava – SWEDWOOD SLOVAKIA, s r.o. - Kotolňa Zosadzovňa dýh | Justsen/2 MW |
| 5. | Šaľa – MENERT, s r.o. - Kotolňa Pázmaňa | Justsen/ 1,5 MW |
| 6. | Kysucké Nové Mesto – Kysuca, s r.o.- Kotolňa Trstie | Justsen/ 7 MW |
| 7. | Nová Dubnica – TERMONOVA, a.s. | Justsen/ 7 MW |
| 8. | Nové Zámky | 6 MW |
| 9. | Bánovce nad Debravou | Kohlbach K8/4 MW |
| 10. | Kvartet Partizánske | Kohlbach K8/3 MW |
| 11. | Kronospan Prešov | Kohlbach K8/4MW |
| 12. | Vranov nad Topľov | Kohlbach K8/1,5MW |
| 13. | Nížná | 1x8MW, 1x4 MW |
| 14. | Nová dubnica | 10 MW, 2x7 MW, 2 MW |
| 15. | Kotolňa v meste Nová Dubnica | Justsen /16 MW |
| 16. | Kysucké Nové Město | - / 7 MW |
| 17. | Dolný Kubín (Bysterec) | - / 7 MW |
| 18. | Dolný Kubín (Brezovec) | 2MW |
| 19. | TDF Turzovka | 4 MW |
| 20. | Swedwood (Trnava) | 2 MW |
| 21. | SES Tlmače | 8 MW |
| 22. | CPU Kysucký Lieskovec | 13 MW |
| 23. | NEDU Lubochňa Fatra, | 2,5 MW |
| 24. | OLUP Predná Hora | HERZ Firematic SR 300 Biocontrol - výkon 2x300 kW |
| 25. | Slavičín | Kohlbach K8/1,6 MW |
| 26. | Nová Cerekev | Kohlbach K8/2 MW |
| 27. | Zach | Mawera/1,75 MW |
| 28. | Handlovská energetika Baňa Čigel' | 2 x KIV MODUL R/H 4000/2 x 3 MW |
| | palivom je drevná štiepka | |
| | palivom sú drevné pelety | |
| | ako palivo uvádza prevádzkovateľ biomasu všeobecne | |

Je však potrebné zdôrazniť, že sa nejedná o kompletný zoznam kotolne, či už s inštalovaným výkonom do, alebo nad 1,5 MW, nakoľko na Slovensku ešte stále prevláda medzi investormi rezervovanosť pri zverejňovaní svojich aktivít, čo určite nenapomáha vytváraniu dobrého a reálneho obrazu o Slovensku a jeho prístupu k využívaniu biomasy na výrobu tepla.

Záver

Využitie biomasy a zhodnotenie jeho ekonomických a environmentálnych prínosov je náročná úloha interdisciplinárneho charakteru. Vzhľadom na to, 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. Na druhej strane enormne rýchly rozvoj a modernizácia technológií na spaľovanie dendromasy s využívaním najmodernejších riadiacich a monitorovacích systémov čoraz viac napomáha snahe odborníkov fundovane zhodnotiť celý proces spaľovania dendromasy od prípravu projektu, cez návrh investovania až po ekonomické a environmentálne predbežné zhodnotenie, len veľmi málo sa líšiacie od prevádzkových parametrov získaných za prvé roky fungovania systémov.

Využívanie OZE má veľký význam nielen v oblasti ochrany životného prostredia, ale aj v oblasti ekonomickej a strategickú, hlavne možnosťou zníženia importnej závislosti SR od energetických nosičov, ktoré predstavujú v súčasnosti takmer 90 % celkovej potreby [7].

Biomasa je u nás v súčasnosti považovaná za jeden z kľúčových zdrojov obnoviteľných energií, a preto je jej právom venovaná čoraz väčšia pozornosť aj v oblasti výskumu a vývoja.

Celkový súčasný ročný využiteľný potenciál dendromasy na Slovensku je 4,597 mil. t s energetickou hodnotou 52,4 PJ. Z toho je lesná biomasa v objeme 2,462 mil. ton s energetickým potenciálom 26,8 PJ.

Je však potrebné neustále zdôrazňovať dôležitý faktor už aj v súčasnosti ovplyvňujúci prevádzku kotolní na dendromasu, ktorým je **nevyhnutnosť dôkladnej analýzy projektového zámeru s dôrazom na dostupný potenciál energetického nosiča, ktorým by mal byť len drewný odpad alebo palivové drevo!**

Obchádzanie tohto faktora už reálne spôsobuje problémy investorom na Slovensku v podobe nedostatku paliva – dendromasy, čo výrazne negatívne ovplyvňuje okrem iného aj ekonomické procesy projektu. Nedostatok drewnej štiepky spôsobuje logicky navyšovanie jej ceny a častokrát aj jej výrobu z dreva určeného primárne na iné ako palivové účely. Naše lesy, na ktoré sme ešte právom hrdí, však nevyvážený nápor zvýšeného dopytu nevydržia bez adekvátnej kontroly a regulácie. Preto musíme mať na pamäti, že aj obnoviteľný zdroj energie má svoje hranice pri nerešpektovaní nevyhnutných cyklov jeho obnovy. V prípade dendromasy sa preto zameriavame v prvom rade na využitie potenciálu odpadovej dendromasy a rýchlorastúce dreviny pestujeme len na nevyužívaných plochách, prípadne plochách nevhodným na pestovanie potravinových produktov.

Literatúra - References

- [1] Dostál Z., Župa J., Herec, I: *Rýchly návrat k prírode – šanca ľudstva na prežitie*. Odborný seminár ALER 2006, Elektrotechnická fakulta Žilinskej univerzity v Žiline, Detašované pracovisko Liptovský Mikuláš, 11. október 2006, s. 48–58 ISBN 80-8070-625-5.
- [2] http://biom.cz/upload/93a6e8e6b11e93816bea14d0c95745a2/a_kcni_plan_pro_biomasu.pdf
- [3] http://enviroportal.sk/indikatory/detail.php?kategoria=122&id_indikator=2425
- [4] http://www.forestportal.sk/ForestPortal/les_financie/biomasa/lesna_biomasa/lesna_biomasa.html
- [5] <http://www.herz-sk.sk/5.8.weblive>
- [6] http://www.kvt.sjf.stuba.sk/WEB/ims%20-%20prednasky/08_IMS_Biomasa.pdf
- [7] <http://www.nlcsk.org/files/1330.pdf>
- [8] <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=3.2>
- [9] Kriššák, P.: Možnosti lokálneho vykurovania a výroby elektrickej energie z biomasy, 2007: *seminár*.
- [10] Munnich, K., Kuzevičová, Ž., Pavolová, H.: Využívanie drewného odpadu v podmienkach Slovenskej republiky (Utilization of wood waste in condition of Slovak Republic), In: Acta Montanistica Slovaca. Roč. 11, č. 2 (2006), s. 137-143. - ISSN 1335-1788 Spôsob prístupu: <http://actamont.tuke.sk/pdf/2006/n2/7munich.pdf> ..
- [11] Rybár, R., Kudelas, D.: Energetické zdroje - klasifikácia a výklad pojmov v súvislostiach (Energy sources - division and explication in contexts), In: Acta Montanistica Slovaca. Roč. 12, mimoriadne číslo 2 (2007), s. 269-273. - ISSN 1335-1788 Spôsob prístupu: <http://actamont.tuke.sk/pdf/2007/s2/6rybar.pdf>...
- [12] Šooš, Ľ., Borseková, I., Rafaj, P., Gregor, R.: Drewný odpad...čo s ním., *Energetické centrum Bratislava, OPET Slovensko, 2000*.