

TRAJNOSTNA IZRABA LESNE BIOMASE

Adrijana COPOT, Vlasta KRMELJ, Simona TEKAVEC

POVZETEK

Energetske potrebe so iz leta v leto višje, narekuje jih vse večja gospodarska rast. Energija se pridobiva iz neobnovljivih virov energije kot so fosilna goriva (premog, zemeljski plin in nafta). Z njihovo uporabo povzročamo onesnaženost okolja in ogrožamo naše zdravje, kot trend kaže bomo tudi kmalu izčrpali njegove zaloge. Vedno večje zahteve so po obnovljivih virih energije. Med obnovljive vire energije sodi lesna biomasa, ki je CO₂ nevtralna. V Sloveniji je potencial lesne biomase velik, saj več kot polovico države pokriva gozd.

ABSTRACT

Energy needs are from year to year higher because of increasing economic growth. Energy is obtained from non-renewable sources such as fossil fuels (coal, gas and oil). From their use we are polluting environment and risking our health. The trend shows that we will soon use all stocks of fossil fuels. Therefore are growing demands for renewable energy sources. Among renewable energy sources belongs wooden biomass which is CO₂ neutral. Slovenia has very large biomass potential, because more than half of the country is covered with forests.

1. UVOD

Začetek uporabe energije v človeških dejavnostih je povezana z uporabo obnovljivih virov, ko je človek kuril lesno biomaso (ogenj). Tudi nastajanje človeške civilizacije je temeljilo na uporabi obnovljivih virov energije (OVE): kurjenje lesa za pridobivanje toplote, uporabo hidroenergije za transport in kot delovna energija pri različnih dejavnostih (mlini, kovačnice...), energija vetra (mlini na veter, črpanje vode ..) in v nekaterih primerih sončna energija. Obdobje odkritja fosilnih goriv je dalo zagon razvoju in zmanjšalo uporabo OVE [1].

Fosilna goriva predstavljajo skoraj 65% od skupno proizvedene energije. Ta goriva bomo do leta 2050 izčrpali, hkrati pa z njihovo uporabo povzročamo onesnaženost okolja. Zato smo primorani vse bolj izkoriščati alternativne vire oz. OVE. Glavni značilnosti OVE sta trajnost in velik potencial. Tudi na ravni Evropske unije (EU) so vse večje zahteve o povečanju OVE in učinkovite rabe energije (URE). EU ima celo cilj, da bi do leta 2020 vsaka država članica 20 odstotkov celotne proizvedene energije pridobila prav iz OVE.

Zakonske zahteve po povečanju OVE s strani EU so določene s Strategijo EU 20/20/20 do leta 2020:

- Znižanje emisij toplogrednih plinov (TGP)
- Povišanje deleža OVE v končni rabi na 25%
- Povečanje URE

Slovenija se mora kot članica EU ravnati oz. usmerjati po direktivah, ki jih sprejme Evropski parlament. 23.aprila 2009 je bila sprejeta DIREKTIVA 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov. Vsaka država članica je morala sprejeti nacionalni Akcijski načrt za OVE za obdobje 2010-2020. Za Slovenijo je tako določeno, da mora do leta 2020 doseči najmanj 25% delež OVE v rabi bruto končne energije.

Biomasa je dobra alternativa obstoječim fosilnim gorivom. Potencial lesne biomase v Sloveniji je velik, saj 58,4 % naše domovine pokrivajo gozdovi. Po gozdnatosti smo na tretjem mestu v EU, za Švedsko in Finsko. Zato Lesna biomasa predstavlja enega izmed ključnih obnovljivih naravnih virov. Les ni le OVE temveč je tudi CO₂ nevtralen. Ves ogljikov dioksid, ki se sprošča pri zgorevanju biomase je v procesu fotosinteze, absorbiran iz ozračja.

Samo del letnega slovenskega prirasta gozdov je izkoriščen, hkrati pa plačujemo ogromno denarja za uvoz dragih fosilnih goriv - za ogrevanje, pogon strojev in avtomobilov. Slovenski les naj bo namenjen za kvalitetne proizvode iz lesa, lesni ostanki in manj kakovosten gozdni prirast pa se koristno lokalno uporabi za biomasno ogrevanje in kogeneracijo toplote in elektrike. S tem imajo lahko dober prihodek slovenski kmetje in lokalna ekonomija skozi povečanje delovnih mest [2].

2. BIOMASA

Biomaso predstavljajo les, trave, energetske rastline, rastlinska olja ipd. Okrog 7 - 10% osnovnih energetskih potreb na svetu zadostimo z lesno biomaso, ki obsega predvsem naravni les [3]:

- les iz gozda (hlodi, vejevje, grmovje ipd.)
- lesne odpadke iz industrije (odpadni kosi, žagovina, lubje in odpadni proizvodi iz lesa, kot so gajbice, palete ipd).

Z lesno biomaso v prvi vrsti pridobivamo toploto, ki jo nato lahko uporabimo za ogrevanje ali pa tudi za proizvodnjo električne energije.

2.1 Lesna biomasa

Lesna biomasa je organska snov, ki jo lahko uporabimo kot vir energije. Sem uvrščamo gozdne ostanke, ostanke pri industrijski predelavi lesa in kemično neobdelan les. Med gozdne ostanke sodijo vejevje, krošnje, debela majhnih premerov ter manj kakovosten les, ki ni primeren za nadaljnjo industrijsko predelavo. Ostanki so posledica rednih sečenj, nege mladih gozdov ter popravnih in sanitarnih sečenj. Pri industrijski obdelavi lesa nastajajo ostanki

primarne in sekundarne predelave (žaganje, krajniki, lubje, prah...). Med preostali kemično neobdelan les uvrščamo produkte kmetijske dejavnosti v sadovnjakih in vinogradih ter že uporabljen les in njegove izdelke. Les je najstarejše kurivo, ki ga pozna človeštvo. Veliko je prednosti, ki govorijo v prid uporabe lesa kot vira energije. Energent je stalno na razpolago, njegova uporaba izboljšuje vzdrževanje gozdov, pri pravilnem kurjenju ne onesnažuje zraka. Izkoriščanje lesne biomase pomeni oživljanje ali nove aktivnosti na kmetijah in podeželju, nova delovna mesta, zmanjšanje emisij TGP, večjo energetske samooskrbo ter boljše gospodarjenje z gozdovi [4].

2.2 Kogeneracija na lesno biomaso

Kogeneracija pomeni hkratno proizvodnjo toplote in električne energije s kartico SPTE (soproizvodnja toplote in električne energije). Proces v opisnem sistemu omogoča dve turbini, skozi katere potuje para pod pritiskom. Ko pride para iz turbine, je njena temperatura še precej visoka in jo je mogoče uporabiti tudi za daljinsko ogrevanje.

Kogeneracija je značilna predvsem za industrijske obrate, bolnišnice in manjša naselja. Namesto da bi proizvajali toplo vodo ali paro za ogrevanje prostorov, električno energijo pa kupovali, lahko kar sami v okviru enega procesa nadrimo oboje.

Z vgraditvijo SPTE sistema pridobimo 20-30% več energije, vračilni roki investicije pa so krajši za 2-5 let. Zaradi uporabe preostale toplote imajo ti sistemi izkoristek okoli 85%, kar predstavlja občuten prihranek primarne energije [5].

Proces kogeneracije lahko v grobem razdelimo na nekaj korakov [6]:

- 1) pripravo, manipulacijo in skladiščenje biomase;
- 2) dovajanje goriva v kotel;
- 3) gorenje biomase v biomasnem kotlu;
- 4) pretvorba mehanske energije v električno;
- 5) distribucija električne in toplotne energije končnim porabnikom.

Različne tehnologije sproizvodnje električne in toplotne energije ali kogeneracije na lesno biomaso [7]:

Kogeneracija na lesni plin

Na osnovi pirolitičnega procesa se v reaktorju uplinjevalne naprave iz lesne biomase pridobi gorljiv lesni plin. Zaradi prisotnosti nečistoč v obliki prahu in katrana se mora pridobljen lesni plin pred nadaljnjo uporabo očistiti. Očiščen in ustrezno pripravljen lesni plin se potem uporabi za pogon kogeneracijske naprave za SPTE (plinski motor + generator).

Zaradi direktne uporabe lesnega plina za pogon motorja z notranjim izgorevanjem je izkoristek celotne naprave višji. Kogeneracija na lesni plin se uporablja v širokem razponu moči. Od mikro naprav (<50kW) pa vse do velikih sistemov sproizvodnje električne in toplotne energije (> 10MW).

ORC (Organic Ranking Cycle)

ORC sistem (Rankinov proces z organsko snovjo) je eden izmed sodobnejših načinov izrabe biomase za SPTE. Biomasa zgoreva v kotlih in segreva olje, ki nato uparja sintetično organsko tekočino. Slednja se uparja pri relativno nizki temperaturi okoli 300°C. Para organske tekočine poganja turbino, ki je povezana z električnim generatorjem. Proizvedena električna energija se oddaja v omrežje, odpadna toplota pa se lahko koristno uporabi za tehnološke procese ter tudi za pokrivanje toplotnih potreb večjih odjemalcev ali sistemov daljinskega ogrevanja. Sistem ORC je priporočljiv za elektrarne moči od 400 kWe do 1 MWe.

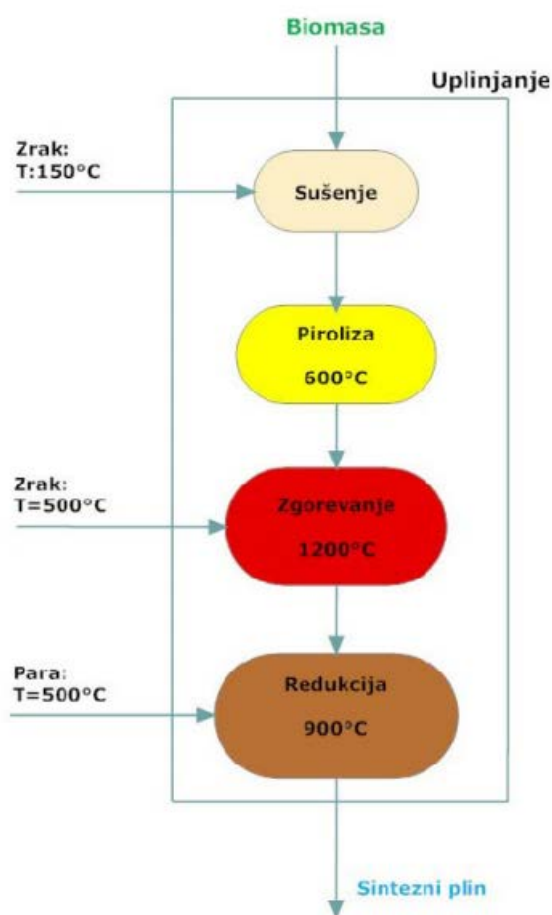
Stirlingov motor

Sistem s Stirlingovim motorjem temelji na zaprtem krožnem procesu, kjer je delovni plin izmenično komprimiran v vročem delu in ekspanziran v hladnem delu motorja. Prednost Stirlingovega motorja pred motorji z notranjim zgorevanjem je v tem, da toplota ni dovedena ciklu z zgorevanjem goriva znotraj valja, temveč je prenesena preko prenosnika toplote od zunaj. V sistemih s Stirlingovim motorjem bi se naj uporabljali le lesni peleti s standardizirano kakovostjo, ki med drugim pomeni tudi čistost lesa. Predvsem je pomembno, da pri izgorevanju ne nastajajo nečistoče. Tehnologija je primerna za sisteme manjših moči do 50 kWe.

2.3 Tehnologija uplinjanja lesne biomase

Uplinjanje lesne biomase je kompleksen termo-bio-kemični proces, ki pretvarja kemično energijo trdega biomasnega goriva v mešanico visoko gorljivega sintetičnega plina s sledečo sestavo: metan (CH_4 ; 1 - 2,5%), vodik (H_2 ; 16±4%), ogljikov monoksid (CO ; 21±3%), ogljikov dioksid (CO_2 ; 11±3%), kisik (O_2 ; 0,2 - 0,9%) in dušik (N_2 ; 55±6%).

Postopek uplinjanja poteka v reaktorju uplinjevalnika in je sestavljen iz štirih ključnih procesov: sušenje goriva, piroliza (termični razpad), zgorevanje (oksidacija) in uplinjanje (redukcija) pri čemer so sušenje goriva, piroliza in redukcija endotermni procesi, ki uporabljajo toploto nastalo pri procesu oksidacije. En kilogram lesne biomase proizvede od 2,5 do 3,0 Nm^3 sintetičnega plina z kalorično vrednostjo med 4,2 in 5,4 MJ/ Nm^3 [8].



Slika 1: Proces uplinjanja [9]

V grobem zgorevanje lesne biomase razdelimo na tri faze [10]:

Prva faza: sušenje lesa pri dovedu primarnega zraka, pri temperaturah do 150°C Celzija. V tem obdobju gorenja se les segreje in voda, ki je bila še vezana v njem, izhlapeva. Več kot je vode v lesu, več energije bo potrebno, da bo izhlapela. Bolj ko je les suh in drobnejši, krajše je trajanje te faze in poraba energije za segrevanje je manjša.

Druga faza: oksidacija plinov in termični razpad lesa (piroliza) pri temperaturah med 150°C Celzija in 550°C Celzija. Pri višjih temperaturah se hlapljive spojine v lesu uplinijo. Z dovedom sekundarnega zraka povzročimo intenzivno vrtnčenje, kar omogoča kakovostno zgorevanje in sprošča največjo količino toplote. Okoli 14 % sestavin lesa ostane po tem obdobju kot oglje.

Tretja faza: oksidacija oglja oziroma zgorevanje lesnega oglja nastopa kot končna faza zgorevanja lesa. Pri temperaturah nad 400 stopinj Celzija reagirajo lesni plini z zračnim kisikom. To je obdobje, ki ga opazimo kot gorenje - plamen, učeno temu rečemo oksidacija. Možno je doseči temperature do 1300°C Celzija. Pri temperaturah nad 600 stopinj se uplinja in

zgori tudi oglje. Pri dovolj visoki temperaturi in zadostni količini kisika les popolnoma zgori. Minerali, ki jih vsebuje les, ostanejo po gorenju v obliki pepela, ki ga lahko uporabimo kot naravno gnojilo.

Pridobljeno toploto z zgorevanjem biomase lahko uporabimo neposredno ali pa jo spremenimo v energijo delovne snovi (para) [11].

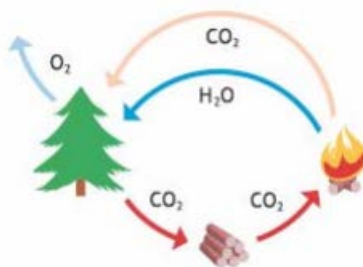
3. VPLIV IZRABE LESNE BIOMASE NA OKOLJE IN GOSPODARSTVO

3.1 Emisije – vpliv na okolje

Posledica proizvedene energije je izpust določene količine CO_2 in drugih TGP v ozračje, ki se izražajo v agregatni obliki z ekvivalenti CO_2 .

Kemična sestava lesne biomase vpliva na količino hlapljivih snovi, energijsko vsebnost in na kemične reakcije pri zgorevanju, fizikalne lastnosti pa na samo energijsko učinkovitost in potek zgorevanja. Pri zgorevanju lesne biomase nastane CO_2 in voda, v obliki pare, ter drugi produkti, kot so npr. ogljikov monoksid (CO), ogljikovodiki (CH), poliaromatični ogljikovodiki, NO_x (predvsem kot NO_2), idr. V dimnih plinih je zaradi razmernika zraka večjega od 1 prisoten tudi zrak. Neprava kombinacija goriva, vrste kotla in dovoda zraka povzroči nepopolno zgorevanje in posledično nezaželene učinke na okolje [12].

Pri lesnih gorivih predpostavljamo, da so » CO_2 nevtralna«, kar velja tudi v mednarodnih metodologijah za izračune nacionalnih bilanc emisij TGP. Pri gorenju lesa se sprošča ogljik, ki je bil vezan v lesu, vendar se je le ta v procesu fotosinteze vezal iz ozračja. Zato se pri izračunu neposrednih emisij kurilnih naprav na les upoštevajo le emisije CH_4 in N_2O , emisije CO_2 pa se ne upoštevajo. Predpostavke o lesu kot CO_2 nevtralnem energentu velja le v primeru, da les izvira iz trajnostno gospodarnih gozdov. » CO_2 nevtralnost« lesa kot energenta ne velja v primeru krčenja gozdov (deforestacija) [11].



Slika 3: Krožnje ogljikovega dioksida [13]

Ob odločanju za energetske sisteme na OVE, je potrebno primerljivo ovrednotiti porabo energije iz neobnovljivih virov, ki se uporabljajo v celotni produkcijski verigi. Ocena emisij v celotnem življenjskem ciklu je zahtevna in v veliki meri odvisna od opredelitve tehnološke verige ter meje preučevanja življenjskega cikla. Po podatkih iz modela GEMIS je delež

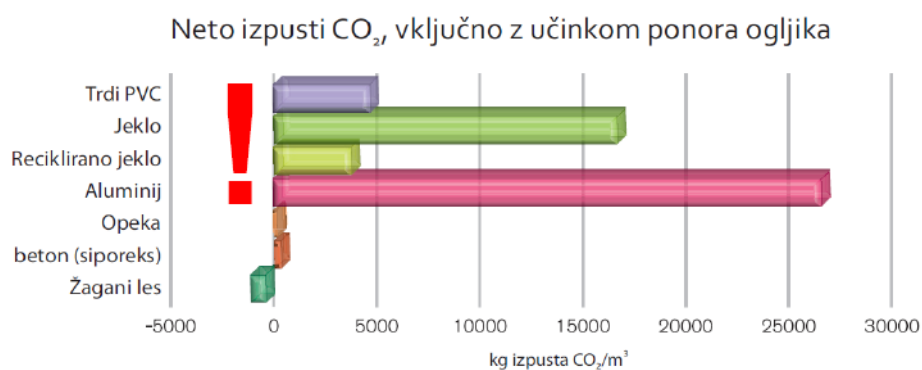
neobnovljive energije, ki se porablja v različnih fazah proizvodnje verige energentov, za proizvodnjo enote toplotne energije pri sekancih od 7,8 do 8,6 %, pri polenih pa okrog 3,7% končne energije [11].

Vrednosti, prikazane v tabeli 1 nam omogočajo, da izračunamo prihranek oz. povečanje emisij CO₂, v primeru prehoda iz enega na drugo gorivo. V preglednici so predstavljene emisije za posamezne energente, pri uporabi v manjših sistemih in brez upoštevanja uporabljene tehnologije (izkoristki niso upoštevani) [11].

Tabela 1: Emisijske vrednosti posameznih energentov [14]

Energent	kg/TJ					
	CO ₂	SO ₂	NO _x	C _x H _y	CO	prah
ekstra lahko kurilno olje	74.000	120	40	6	45	5
utekočinjen naftni plin	55.000	3	100	6	50	1
les	0	11	85	85	2.400	35
električna energija	138.908	806	722	306	1.778	28
premog	97.000	1.500	170	910	5.100	320
zemeljski plin	57.000	0	30	6	35	0

Kot smo že omenili je potencial lesne biomase v Sloveniji zelo velik. Iz Slike 4 je razvidno, da je lesna biomasa najbolj trajnostna oblika goriva iz katere lahko tudi pridobivamo energijo. V primerjavi z ostalimi surovinami, ki proizvedejo do 30.000 kgCO₂ na m³ je lesna biomasa CO₂ nevtralna.



Slika 4: Neto emisija oz. absorpcija CO₂ pri proizvodnji 1m³ gradiva [15]

Obstajata dva načina zmanjševanja CO₂ v atmosferi: z zmanjšanjem izpustov ali s skladiščenjem CO₂. Les ima sposobnost obojega. Gozd je kemična tovarna na sončni pogon, les pa naravno skladišče CO₂. S fotosintezo se v 1 m³ lesa absorbira 0,9 tone CO₂. Z nadomeščanjem drugih materialov z lesom z 1m³ izdelkov iz lesa pa prihranimo 1,1 tona CO₂.

→ 1 m³ lesnih izdelkov = 2 toni manj CO₂ v ozračju

Poleg zmanjšanih emisij ogljikovega dioksida, se pri proizvodnji lesa oziroma lesnih izdelkov porabi dosti manj energije, v primerjavi z drugimi materiali. Poraba energije na m³ izdelkov iz različnih materialov je sledeča [15]:

- Aluminij 515 700 MJ/m³
- Jeklo 151 200 MJ/m³
- PVC 93 620 MJ/m³
- Les 165 MJ/m³

3.2 Vpliv izrabe lesne biomase na lokalni, regionalni in nacionalni ravni v gospodarstvu

Tabela 2 prikazuje kolikšen je Slovenski gozdni fond. Iz nje se da razbrati, da je v Sloveniji ogromno gozdov in njen izkoristek v lesnopredelovalni industriji bi imel velik pomen na Slovensko gospodarstvo. Izvoz lesa iz Slovenije se iz leta v leto povečuje, predvsem v sosednjo Avstrijo. Npr. leta 2011 se je izvoz lesa glede na pretekla leta povečal za 34 odstotka. To tudi vpliva na lesnopredelovalno industrijo, vedno več podjetij na tem področju propada. V lesni panogi je le še 10.000 zaposlenih, v primerjavi z letom 1990 ko jih je bilo zaposlenih 40.000. Avstrija je imela leta 2009 1.547 podjetij in 77.504 zaposlenih v lesni panogi. Avstrijci so to dobro izkoristili, ker kupujejo naš neobdelan les po nizkih cenah in ga kot izdelek prodajajo po visokih cenah.

Tabela 2: Slovenski gozdni fondi [15]

Površina gozdov RS	1.185.232 ha
Lesna zaloga	327.275.671 m ³
Letni prirastek (4m ³ /preb/leto)	7.978.063 m ³
Možne sečnje	5.122.797 m ³
Realizacija sečenj	3.331.722 m ³

Za izboljšanje stanja v Sloveniji so potrebne spremembe v celotni verigi od gozda do končnega izdelka. Z izvažanjem hlodovine izdelka brez dodatne vrednosti izgublamo na tisoče evrov. Les je treba opredeliti kot nacionalno strateško surovino za proizvodnjo izdelkov z najvišjo dodatno vrednostjo, pri čemer so vložki v tehnologijo nujni.

Vlada RS je na svoji 20. redni seji dne 27. 6. 2012 sprejela Akcijski načrt za povečanje konkurenčnosti gozdno-lesne verige v Sloveniji do leta 2020, s promocijskim sloganom »Les je lep« in naložila Ministrstvu za kmetijstvo in okolje ter Ministrstvu za gospodarski razvoj in tehnologijo, da o izvajanju akcijskega načrta enkrat letno poročata Vladi RS.

Akcijski načrt je operativni dokument za povečanje konkurenčnosti celotne gozdno-lesne vrednostne verige. Dokument opredeljuje les kot strateško surovino Slovenije. Akcijski načrt na podlagi analize stanja določa cilje, ukrepe, kazalnike in roke za intenziviranje gospodarjenja z gozdovi ter za oživitve in razvoj predelave lesa in energetske uporabe njegovih ostankov. Ključni cilji akcijskega načrta so [16]:

- ustvarjanje trga za lesne proizvode in storitve;

- povečanje poseka in negovanosti gozdov, skladno z načrti za gospodarjenje z gozdovi;
- povečanje količine in predelave lesa na višjih zahtevnostnih stopnjah z novimi tehnologijami;
- nova delovna mesta in
- rast dodane vrednosti na zaposlenega v lesnopredelovalni panogi.

Veriga vrednosti v lesni panogi poteka od gozdov do storitve. Lastniki gozdov dobijo 8-12 evra na 1 m³ lesa, upravitelji gozdov 30-70 evra na 1m³, primarno predelan 1m³ les je že vreden 120-150 evra, 1m³ polizdelka je vreden 300- 600 evra, končni izdelek je vreden 800-1000 evra in storitev od 1000 evrov naprej.

Slovenska lesna industrija lahko v danih ekonomskih razmerah (recesija) ob pravilno vodeni državni politiki rešuje ekonomske, socialne in okoljske izzive.

Energetska agencija za Podravje od leta 2013 aktivno sodeluje v evropskem projektu Green Partnerships – lokalna partnerstva za okolju prijaznejša mesta in regije: spodbujanje učinkovitega izvajanja lokalnih energetske strategij z graditvijo lokalnih partnerstev, v katerega je vključenih 12 partnerjev iz 11 sredozemskih držav. Projekt je sofinanciran s strani Evropske unije, v okviru nadnacionalnega programa evropskega teritorialnega sodelovanja programa Mediteran (MED Programme). V vsaki državi so vzpostavljena pilotna območja, kjer promoviramo učinkovito rabo energije, obnovljive vire energije in zaključene dobavne verige ter vzpostavljena lokalna partnerstva. V Sloveniji smo se odločili za promocijo lesne biomase, saj želimo povečati uporabo obnovljivih virov v javnih stavbah, hkrati pa okrepiti izvajanje javno-zasebnih partnerstev s področja energetske učinkovitosti na lokalnem nivoju.

4. VIRI, LITERATURA

- [1] <http://kolednik.wordpress.com/obnovljivi-viri-energije/> (25.3.2014)
- [2] <http://www.volter.si/> (25.3.2014)
- [3] <http://www.focus.si/ove/index.php?l1=vrste&l2=biomasa> (25.3.2014)
- [4] <http://www.biotherm.si/cms/node/94> (25.3.2014)
- [5] file:///C:/Users/Doma/Desktop/vs_vipotnik_tilen.pdf
- [6] http://www.sentrupert.si/media/objave/dokumenti/2013/15.%20seja/07b_tocka.pdf (28.3.2014)
- [7] www.sentrupert.si/media/objave/dokumenti/2013/15.%20seja/07b_tocka.pdf (2.4.2014)
- [8] <http://tehnosol.si/kako-deluje-kogeneracija-na-lesno-biomaso> (3.4.2014)
- [9] povzeto po Vindišar, 2008, stran.5
- [10] <http://www.biotherm.si/cms/node/94> (1.4.2014)
- [11] [N. Krajnc, M. Piškur at all, »Lesna goriva drva in lesni sekanci«, Proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje, Ljubljana 2009.
- [12] D. Hrovatin, L. Šubic. »Kotli na lesno biomaso za centralno ogrevanje«: Agencija za prestrukturiranje energetike, Ljubljana 2000, pp 1-3.
- [13] <http://www.enerles.si/sl/biomasa> (28.3.2014)

- [14] http://www.vsvo.si/images/pdf/2014010623_Kristina_Savc_-_DN_-_Moznosti_izrabe_LB_v_MO_SG....pdf (27.3.2014)
- [15] F. Pohleven, »Predelava lesa in uporaba lesnih izdelkov omogočata »zeleno« gospodarstvo«, ppt, Maribor 2013.
- [16] http://www.mko.gov.si/si/delovna_podrocja/gozdarstvo/akcijski_nacrt_za_povecanje_konkurencnosti_gozdno_lesne_verige_do_2020/ (4.4.2014)

NASLOV AVTORJEV

Adrijana Copot, univ.dipl.inž.
dr.Vlasta Krmelj, univ.dipl.inž.
Simona Tekavec, univ.dipl.prav.

ENERGETSKA AGENCIJA ZA PODRAVJE, Zavod za trajnostno rabo energije
SMETANOVA ULICA 31, SI-2000 MARIBOR SLOVENIJA

Tel: + 386 (02) 234 23 60 Fax: + 386 (02) 234 23 61
Elektronska pošta: info@energap.si