



LESNI SEKANCI - POMEMBNA OBLIKA BIOMASE V SLOVENIJI

WOOD CHIPS – AN IMPORTANT SOURCE OF BIOMASS IN SLOVENIA

Dominika Gornik Bučar^{1*}, Bojan Gospodarič¹

UDK 630*825.71:620.97

Izvleček / Abstract

Pregledni znanstveni članek / Review scientific article

Izvleček: Slovenija se je obvezala, da bo do leta 2020 v strukturi končne porabljene energije, delež energije, pridobljene iz obnovljivih virov, dosegel 25 %. Lesna biomasa poleg hidroenergije predstavlja najpomembnejši del obnovljivih virov energije v Sloveniji. Kljub temu, da je uporaba lesne biomase tradicionalna in da v zadnjih letih postaja vse pomembnejša, obstaja še vedno precej nejasnosti in nedoslednosti tako pri proizvodnji in prodaji, kot tudi pri nakupu različnih kategorij lesne biomase. Prispevek podaja informacije o spremenjenih kriterijih za lesne sekance različnih kakovosti, skladno z aktualnimi standardi. Preučili smo tudi različne načine trgovanja z lesnimi sekanci in prikazali prednosti in slabosti posameznega načina. Z izvedeno anketo smo želeli ugotoviti, na kakšen način trenutno nakupujejo lesne sekance večje kotlovnice v Sloveniji in v kakšnem obsegu se izvaja kontrola kakovosti lesnih sekancev. Ugotovili smo, da se z lesnimi sekanci večinoma trguje na osnovi volumna, ter da se kontrola lesnih sekancev ne izvaja sistematično.

Ključne besede: biomasa, lesni sekanci, kakovost lesnih sekancev, načini trgovanja

Abstract: Slovenia has committed to achieve a 25% share of energy from renewable sources in the structure of final energy consumption by 2020. Wood biomass, besides hydropower, is the most important part of renewable energy in Slovenia. Despite the fact that the use of wood biomass is traditional and has become increasingly important in recent years, there is still a lot of uncertainty about insufficient production in the sale as well as in the purchase of various categories of wood biomass. The article presents information on the changed criteria for wood chips of different quality, in accordance with the current standards. We also studied various ways of trading wood chips and pointed the strengths and weaknesses of each. With a survey we wanted to find out the current trading pattern of wood chips and implementation of wood chip quality control in larger boiler plants in Slovenia. We have found that most-used trading method of wood chips is on the basis of volume, and that the quality control of wood chips is not systematically performed.

Keywords: biomass, wood chips, quality of wood chips, trading

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Poraba energije se iz leta v leto povečuje, hkrati pa se povečuje tudi skrb za okolje in s tem raba obnovljivih virov energije. Izkoriščanje obnovljivih virov energije, med katerimi lesna biomasa poleg hidroenergije v Sloveniji predstavlja največji delež, bo v prihodnjih letih vse pomembnejše, kar navaja tudi strateški dokument »Energetski koncept Slovenije« (Energetski ..., 2017), ki določa strateške cilje vzdržnostne in konkurenčne oskrbe z energijo do leta 2030 in smernice do leta 2050. Omenjeni dokument ima ambiciozno zastavljene cilje in sicer

zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov, vezanih na rabo energije za vsaj 40 % do leta 2030 in za vsaj 80 % do leta 2050 glede na raven iz leta 1990. V letu 2016 so v Sloveniji obnovljivi viri energije v bruto porabljeni končni energiji predstavljali 21,29 %. Za doseganje ciljev, ki jih določa Direktiva 2009/28/ES za Slovenijo, moramo do leta 2020 doseči najmanj 25 % delež obnovljivih virov energije v rabi bruto končne energije, zato je nujno uporabiti vse razpoložljive obnovljive vire in usmeriti več pozornosti na učinkovitost rabe energije.

1.1 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

1.1 RENEWABLE ENERGY

Definicija pojma obnovljivi viri energije, ki jo navaja Direktiva 2009/28/ES Evropskega parlamenta in povzema Agencija za energijo RS, ki je nacionalni energetski regulativni organ Republike Slovenije za

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, SLO

* e-pošta: dominika.gornik@bf.uni-lj.si; telefon: 01-320-3622

usmerjanje in nadziranje izvajalcev energetske dejavnosti na področju elektrike in zemeljskega plina, je takšna:

»Obnovljivi viri energije so obnovljivi nefosilni viri energije (veter, sonce, aerotermalna, hidrotermalna in geotermalna energija, energija oceanov, vodna energija, biomasa, plin, pridobljen iz odpadkov, plin iz naprav za čiščenje odpadkov in bioplina).«

Omenjena definicija vpeljuje oz. dodatno pojasnjuje posamezne obnovljive vire in sicer:

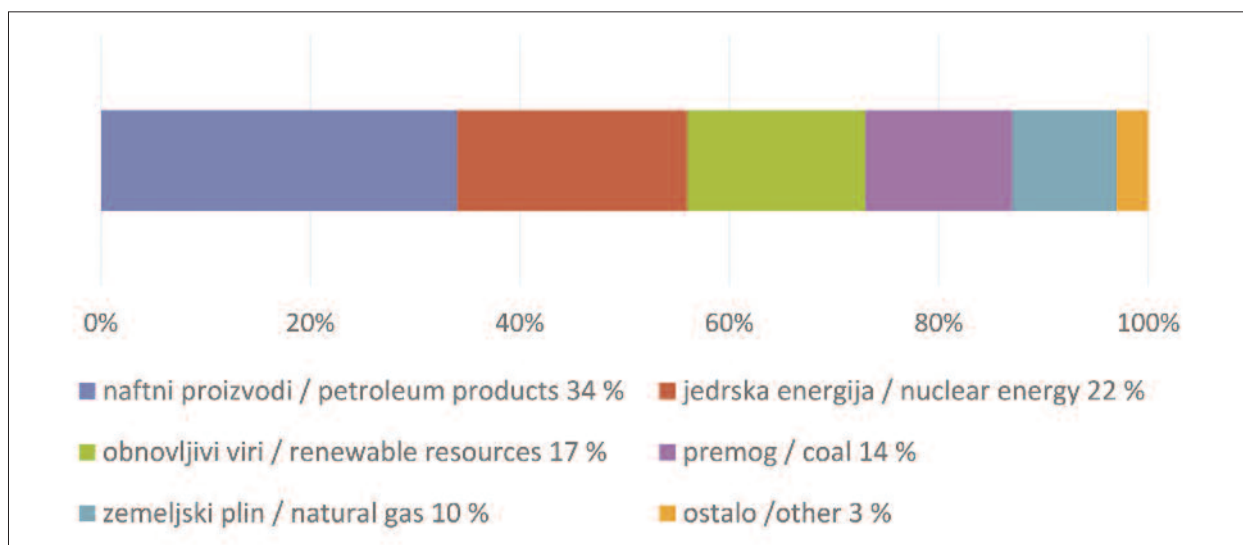
- aerotermalno energijo kot energijo, ki je shranjena v obliki toplote v zraku iz okoljskega zraka;
- geotermalno energijo kot energijo, ki je shranjena v obliki toplote pod trdnim zemeljskim površjem;
- hidrotermalno energijo kot energijo, ki je shranjena v obliki toplote v površinski vodi; in
- biomasa kot biološko razgradljive dele proizvodov, odpadkov in ostankov biološkega izvora iz kmetijstva (vključno s snovmi rastlinskega in živalskega izvora), gozdarstva in z njima povezanih proizvodnih dejavnosti, vključno z ribištvo in ribogojstvom, ter biološko razgradljive dele industrijskih in komunalnih odpadkov.

Ko govorimo o obnovljivih virih energije, lahko srečamo tudi termina »novi obnovljivi viri energije« in »alternativni (obnovljivi) viri energije«. Klemenc (2015) navaja, da v slovenskem kontekstu med nove obnovljive vire oz. tehnologije za izrabo teh virov so-

dijo foto-napetostne elektrarne; naprave na bioplina iz biomase; biološko razgradljivi odpadki in deponijski plin iz blata čistilnih naprav odpadnih voda; naprave, ki proizvajajo električno energijo in/ali toploto s sežigom odpadkov; vetrne elektrarne; geotermalne elektrarne; napredne elektrarne oz. naprave za SPT (soproizvodno toplotno in električno energije) na lesno biomaso. Globalno med nove obnovljive vire energije spadajo tudi elektrarne na biobivo in morske valove, napredni geotermalni sistemi, goriva iz alg, etanol iz celuloze, umetna fotosinteza, eksperimentalna raba sončne energije (Klemenc, 2015).

Ko govorimo o »alternativnih (obnovljivih) virih energije«, pa imamo v mislih predvsem vire, katerih izkoriščanje je trenutno še v fazah raziskav, razvoja in preskušanja, njihovo izkoriščanje pa še ni optimalno. Ti viri so najrazličnejši, od pridobivanja energije (goriv) iz bakterij, izkoriščanja fenomena piezoelektrične energije, energije osmoze (Achilli et al., 2009), energije izparevanja (Cavusoglu et al., 2017), umetne fotosinteze (Purchase et al., 2015), do uporabe odpadne toplote iz cestnih predorov (Žumbar & Hozjan, 2018) in oddane toplote človeškega telesa.

Nekatere obnovljive vire energije se že dolgo izkorišča (npr. vodna energija, vetrna energija, energija biomase ...) in posamezne rabe so že relativno dobro poznane, njihovo izkoriščanje pa je gospodarno. Lahko rečemo, da so obnovljivi viri energije sicer sorazmerno enakomerno razporejeni, vendar



Slika 1. Primarni viri za oskrbo Slovenije z energijo v letu 2016 (Vir: SURS)

Figure 1. Primary source of energy supply in Slovenia in 2016 (Data source: SURS)

je učinkovitost in rentabilnost izrabe energije, kljub različnim podporam, pri določenih načinih še nezadostna. Večje pomanjkljivosti obnovljivih virov energije so nizka gostota moči, časovna spremenljivost moči in energije virov ter nezmožnost shranjevanja z naravnimi sistemi (razen v obliki biomase in toplote oceanov), ki bi omogočili rabo energije takrat, ko jo potrebujemo (Medved, 2000). Za shranjevanje energije obnovljivih virov v obliki notranje, kemične, kinetične ali potencialne energije uporabljamo različne naprave, ki zmanjšujejo učinkovitost pretvorbe in rentabilnost izkoriščanja (Medved, 2000). Najnovejše raziskave o izrabi obnovljivih virov energije so osredotočene na povečanje učinkovitosti izrabe in pretvorbe ter na iskanje novih »alternativnih« obnovljivih virov.

Evropska unija je na področju razvoja tehnologij za izrabo obnovljivih virov energije vodilna. Ima 40-odstotni svetovni delež pri patentih s področja energije iz obnovljivih virov (Klemenc, 2015), kar je tudi razumljivo, saj ne razpolaga s strateškimi viri fosilne energije in nima strateškega nadzora nad temi zalogami v svetu.

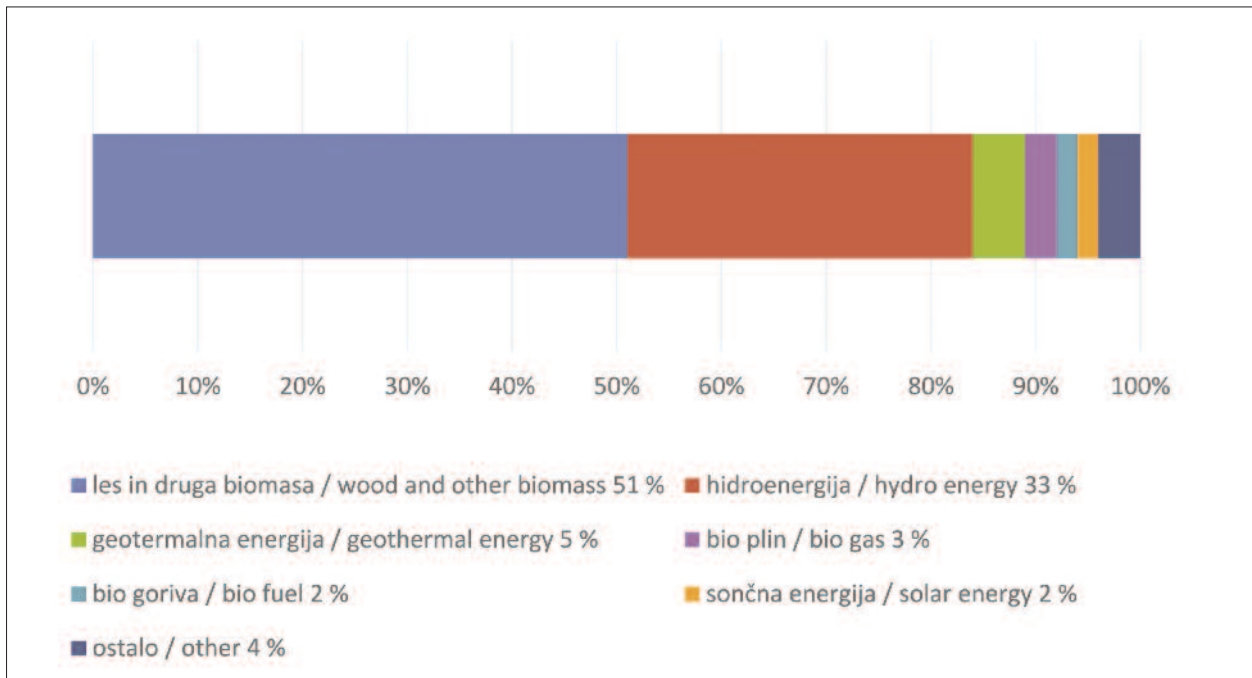
Za zadovoljitev svojih energetskega potreb Slovenija nima dovolj lastnih energetskega virov, zato jih uvažamo. V letu 2016 smo, po poročanju SURS,

iz lastnih virov pokrili 53 % potreb (jedrska energija 22 %, obnovljivi viri 17 % in premog 14 %), med uvoženimi (47 %) pa sta prevladovala zemeljski plin (10 %) in naftni proizvodi (34 %) (Slika 1).

V strukturi primarnih virov energetske oskrbe v letu 2016 je po podatkih Statističnega urada Slovenije (SURS, 2018) med obnovljivimi viri bila najpomembnejša lesna in druga biomasa (51 %) in pa hidroenergija (33 %) (Slika 2). Energijo, pridobljeno iz obnovljivih virov v Sloveniji, večinoma porabljamo neposredno za ogrevanje in hlajenje, pri čemer prevladuje lesna biomasa, ter za pridobivanje električne energije (hidroelektrarne), medtem ko je za potrebe transporta (tekoča biogoriva v prometu) ta vir energije trenutno še zelo slabo izkoriščen.

Kljub dejstvu, da je lesna biomasa le del možne biomase, ki se uporablja kot obnovljiv vir energije, v nacionalni shemi oskrbovanja z energijo iz obnovljivih virov predstavlja zelo pomemben vir energije. Poraba lesne biomase kot tradicionalnega vira za pridobivanje toplotne energije v gospodinjstvih je v Sloveniji v letu 2016 znašala dobrih štirideset odstotkov (42 %), pri čemer se uporabljajo vse oblike trdih kuriv, torej polena, lesni ostanki, peleti in briketi.

V strateškem dokumentu »Energetski koncept Slovenije« (Energetski ..., 2017) je predvidena večja



Slika 2. Obnovljivi viri za oskrbo Slovenije z energijo v letu 2016 (Vir: SURS)

Figure 2. Renewable source of energy supply in Slovenia in 2016 (Data source: SURS)

izraba vseh obnovljivih virov, od vodne (dokončanje velikih hidroelektrarn na spodnji Savi in gradnja na srednji Savi, spodbujanje gradenj malih hidroelektrarn ...) sončne (predvsem foto-napetostne), vetrne (na potencialnih območjih), biomase (vključujoč so-proizvodnjo) kot tudi geotermalne in proizvodnjo biogoriv ter bioplina. Pri tem bo potrebno vzpostaviti in zagotoviti jasna pravila o prevladi javne koristi in določiti ravnotežje med energetske-podnebnimi, okoljskimi, ekonomskimi in drugimi politikami.

1.2 POTENCIAL IN RABA LESNE BIOMASE

1.2 POTENTIAL AND USE OF WOOD BIOMASS

Lauri et al. (2014) navaja, da je z biofizikalne perspektive potencial lesne biomase dovolj velik, da bi v letu 2050 pokrila 18 % svetovne porabe primarne energije, pri čemer je mišljena tako lesna biomasa iz gozdov kot tudi plantaž. Podobno navaja Klemenc (2015), saj pravi, da bi s pretvorbo vsega letnega prirasta lesa v Sloveniji v energijo lahko zadostili vsem energetskim potrebam v državi, vendar bi kršili tudi z vidika trajnostnega razvoja pomembno načelo, da ima snovna izraba lesa prednost pred energetsko. To načelo pa ima opraviti tudi z ekonomiko rabe lesne biomase v energetske namene – ta je praviloma konkurenčna, v kolikor je ostanek od snovne predelave lesa. Pri tem Klemenc (2015) poudarja, da je napačen pogled, da je gozd »slovenska nafta« - saj ima gozd v Sloveniji v prvi vrsti druge funkcije in zgolj večji posek lesa ne bi pomenil tudi večje količine ostankov, namenjenih energetski rabi. Z vpeljavo ustreznih ukrepov za vzpodbujanje primarne predelave lesa v Sloveniji, ki je pomemben vir ostankov lesne biomase, pa bi se lahko približali trajnostni in ekonomsko bolj učinkoviti celostni izrabi lesne biomase. Na nezadostno delovanje gozdno-lesne verige, pri čemer je zagotovo pomemben (šibek) člen obseg primarne predelave lesa, opozarjata tudi Kropivšek in Gornik Bučar (2017), ki poudarjata pomen koncepta mejne kakovosti vhodne surovine (angl: marginal log), kjer namen uporabe hlodovine določa njena kakovost (Ringe & Hoover, 1987), s tem, da razpoložljivo hlodovino maksimalno izkoristimo za proizvodnjo izdelkov z visoko dodano vrednostjo, in hkrati, glede na njihov potencial, tudi maksimalno izkoristimo lesne ostanke, ki se pojavljajo v celotni verigi. Klemenc (2015) je

glavne izzive pri energetske izrabi lesne biomase v Sloveniji strnil v tri točke:

- povečanje poseka prirasta lesa ter njegove v prvi vrsti snovne in posledično energetske izrabe z ukrepi politike gospodarjenja in upravljanja z gozdom, industrijske in regionalno-razvojne politike;
- nadaljnje in hitrejše spodbujanje zamenjave zastarelih peči in kotlov na lesno biomaso s sodobnimi, ki ustrezajo najnovejšim standardom zagotavljanja kakovosti zunanega zraka, tako z uporabo spodbud (subvencije pri nakupu novih naprav, ki ustrezajo zadnjim standardom) kot z uporabo sankcij (kazni za onesnaževanje s prekomernimi emisijami onesnaževal zraka);
- obsežnejše vključevanje v raziskave in razvoj na področju novih generacij tehnologij za proizvodnjo goriv in električne energije na osnovi lesne biomase ter vključevanje slovenskih podjetij v industrijske grozde na teh področjih.

O vse večjih zahtevah po uporabi lesa kot pomembnega obnovljivega vira poroča tudi Taskhiri (2016) in poudarja prednost kaskadne rabe lesa in izrabo lesnih ostankov kot so-proizvodov. Na osnovi izdelanega modela logistične mreže toka lesa v različnih proizvodnjah (proizvodnja ivernih plošč, kompozitov, papirja, kemične uporabe lesa in lesa za energetske izrabo) je primerjal stroške in ugotovil, da kaskadna raba lesa znatno ne poveča skupnih stroškov rabe v primerjavi z direktno rabo okroglega lesa iz gozda, ima pa kaskadna raba zelo pozitiven vpliv na zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov. Eliasson et al. (2017) poudarja, da je za uspešno in dobičkonosno proizvodnjo lesnih sekancev iz manjvrednega lesa v gozdu nujno potrebno optimizirati stroške transporta in energije za izdelavo sekancev, ki sta najpomembnejša v strukturi stroškov.

Lesno biomaso glede na obliko in postopek obdelave oz. priprave delimo na drva, sekance, brikete, pelete in oglje (Zenetti, 2017). V primerjavi s peleti ali briketi so sekanci in drva minimalno obdelano gorivo in ima njihova proizvodna veriga manjši negativen vpliv na okolje kot pri ostalih gorivih, pri čemer je vpliv na okolje odvisen od sistema pridobivanja surovine (vključno z lokacijo) in produktivnosti strojev (postrojenj) za izdelavo goriva. Kljub dejstvu, da se lesni sekanci pojmujejo kot minimalno obdelano gorivo (Zenetti, 2017) in da je proizvodna veriga

lahko relativno kratka, je pomembno, da je standardizirano, saj to predstavlja prednosti tako za proizvajalce kot za uporabnike, ne glede na to ali gre za neindustrijsko ali industrijsko uporabo.

1.3 LESNI SEKANCI

1.3 WOOD CHIPS

Lesni sekanci so kosi lesne biomase različnih velikosti in oblik, pridobljeni z mehansko obdelavo z ostrimi orodji (noži). Po dimenzijah sekance razvrstimo v velikostne razrede (glede na mejne velikosti delcev glavne frakcije), za vse pa je značilno, da je debelina sekancev manjša od ostalih dimenzij. Lesne sekance izdelujemo iz hlodovine slabe kakovosti, deblovine, lesa, pridobljenega iz redčenj, vejevine, lesnih ostankov, nastalih pri predelavi lesa in iz odsluženega lesa. Kakovost in velikost sekancev sta odvisni od kakovosti vhodne surovine in tehnologije sekanja oziroma drobljenja (Papler, 2013). Zahtevana kakovost sekancev je močno odvisna od pogojev izrabe (kurišča) in kot navajata Kuptz & Hartmann (2015) je za manjša oz. srednja kurišča (moči do 1MW) zahtevana višja kakovost sekancev, kot za velika kurišča. Kuptz & Hartmann (2015) ugotavljata, da je najvišja kakovost sekancev, če so ti izdelani iz energijskega okroglega lesa (hlodovine), medtem ko so sekanci, izdelani iz gozdnih ostankov, bolj primerni za uporabo v srednjih in velikih kuriščih.

Kakovost lesnih sekancev opredeljuje SIST EN ISO 17225-4:2014, ki sodi v serijo SIST EN ISO 17225 standardov, ki obravnavajo biogoriva za neindustrij-

sko in industrijsko uporabo, in podajajo jasna in nedvoumna navodila glede klasifikacije biogoriv. Poleg lesnih sekancev so v seriji SIST EN ISO 17225 podane zahteve tudi za ostale oblike trdih goriv:

- SIST EN ISO 17225-2:2014 Trda goriva - Specifikacije goriv in razredi – 2. del: Razvrščeni lesni peleti
- SIST EN ISO 17225-3:2014 Trda goriva - Specifikacije goriv in razredi - 3. del: Razvrščeni lesni briketi
- SIST EN ISO 17225-5:2014 Trda goriva - Specifikacije goriv in razredi - 5. del: Razvrščena drva
- SIST EN ISO 17225-6:2014 Trda goriva - Specifikacije goriv in razredi – 6. del: Razvrščeni nelesni peleti
- SIST EN ISO 17225-7:2014 Trda goriva - Specifikacije goriv in razredi - 7. del: Razvrščeni nelesni briketi.

Standard SIST EN ISO 17225-4:2014 določa kakovost lesnih sekancev na podlagi mejnih vrednosti določenih značilnosti, kot so: poreklo in izvor (preglednica 1), vlažnost, dimenzije oz. mejne velikosti delcev, vsebnost pepela, vsebnost onesnažil (npr. žveplo, klor, krom, svinec, živo srebro, arzen ...), nasipna gostota in kurilna vrednost. Z uveljavitvijo ISO standardov, ki so nadomestili EN standarde in različne nacionalne standarde (npr. ÖNORM, DIN, DINPlus, CTI), so se vzpostavili pogoji za enotno klasifikacijo trdih goriv in s tem tudi pogoji za lažje in učinkovitejše delovanje trga lesnih in nelesnih biogoriv, tako na nivoju posameznih držav in regij, kot tudi globalno.

Na nacionalnih in regijskih nivojih se skušajo uvesti dodane certifikacijske sheme, ki ob upošteva-

Preglednica 1. Kakovost lesnih sekancev glede na izvor in poreklo surovine (SIST EN ISO 17225-4:2014)

Table 1. Wood chip quality class according to origin and source of raw material (SIST EN ISO 17225-4:2014)

Kakovostni razred lesnih sekancev glede na izvor / Wood chip quality class according to origin and source							
A1		A2		B1		B2	
1.1.1	Cela drevesa brez korenin	1.1.1	Cela drevesa brez korenin	1.1	Les iz gozda, nasadov in drug neobdelan les	1.1	Les iz gozda, nasadov in drug neobdelan les
1.1.3	Deblovina	1.1.3	Deblovina	1.2.1	Kemično neobdelani lesni ostanki	1.2	Stranski proizvodi in ostanki iz lesnopredelovalne industrije
1.1.4	Sečni ostanki	1.1.4	Sečni ostanki			1.3.1	Kemično neobdelan rabljen les
1.2.1	Kemično neobdelani lesni ostanki	1.2.1	Kemično neobdelani lesni ostanki				

nju veljavnih ISO standardov uvajajo dodatne zahteve npr. A+ razred kot »Biomassplus« za najvišjo kakovost lesnih goriv, kot tudi različne sisteme znakov kakovosti npr. BIOmasud Plus, (Prislan, 2018), vse z namenom poenotiti in vzpostaviti okvire in regulative, znotraj katerih bi delovala celotna veriga lesnih (kot tudi nelesnih) biogoriv od proizvajalcev goriv in strojne opreme, preko trgovcev do uporabnikov.

2 MATERIALI IN METODE

2 MATERIALS AND METHODS

Analizirali smo trenutno veljavni standard SIST EN ISO 17225-4:20 za razvrščanje lesnih sekancev v kakovostne razrede s ciljem predstaviti razlike od predhodno veljavnega standarda.

Pregledali in analizirali smo možne načine in kriterije pri trgovanju z lesnimi sekanci. S primerjavo smo ugotavljali prednosti in slabosti posameznega načina trgovanja. Namen primerjave je pomoč pri strateških odločitvah poslovanja podjetja, ki proizvaja, trguje ali kupuje lesne sekance.

Za ugotavljanje trenutnega stanja smo izdelali anketni vprašalnik in izvedli anketo (Deu, 2016) o načinu trgovanja (nabave) z lesnimi sekanci v Sloveniji. Anketa je bila poslana osemnajstim večjim kotlovnici v Sloveniji. Pri tem smo želeli dobiti podatke o moči kotlovnice in letne porabe lesne biomase, načinu nakupa in dobave lesnih sekancev, preverjanju kvalitete dobavljene surovine, skladiščenju in vrsti lesne biomase. Anketni vprašalnik so sestavljali trije sklopi:

- splošni del - informacije o kotlovnici (število in moč kotlov), način porabe energije (ogrevanje, so-proizvodnja), čas obratovanja kotlovnice;
- nabava lesne biomase – način nakupa lesnih sekancev, način transporta, kontrola kakovosti les-

nih sekancev (velikost delcev, vlažnost, delež finih delcev), interval dobave, število dobaviteljev;

- skladiščenje in poraba lesne biomase – povprečna poraba lesne biomase, velikost skladiščnih površin, maksimalni čas skladiščenja.

Podrobni rezultati ankete so prikazani drugje (Deu, 2016). Pri analizi odgovorov ankete smo se v članku osredotočili predvsem na informacije o načinu trgovanja z lesnimi sekanci (po volumnu, masi ali količini energije) in načinu izvajanja kontrole lesnih sekancev. Anketo smo ponovili v letu 2018, s ciljem ugotoviti morebitna odstopanja.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO IN ZAKLJUČKI

3 RESULTS WITH DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Standard SIST EN ISO 17225-4:2014, ki je nadomestil od leta 2011 veljavni standard SIST EN 14961-4:2011, deli lesne sekance po kakovosti v štiri kakovostne razrede (A1, A2, B1 in B2), pri čemer so v najvišji kakovostni razred A1 razvrščeni sekanci z najnižjo vsebnostjo vlage in pepela. Podobno kot predhodni EN standard tudi ISO standard klasificira lesne sekance glede na poreklo in izvor surovine (preglednica 1), mejne velikosti delcev, vlažnosti, vsebnosti pepela, gostote nasutja, vsebnosti elementov (N, S, Cl, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn), podana pa mora biti tudi minimalna kalorična vrednost sekancev. Od predhodnega standarda se veljavni standard razlikuje predvsem v porazdelitvi velikosti delcev, pri čemer veljavni SIST EN ISO 17225-4:2014 standard razlikuje tri velikostne razrede delcev (preglednica 2) (P16S, P31S in P45S), medtem ko je predhodni standard imel štiri velikostne razrede (P16, P45, P63, P100). Veljavni standard je tudi manj

Preglednica 2. Mejne velikosti delcev po standardu SIST EN ISO 17225-4:2014

Table 2. Particle size thresholds according to standard SIST EN ISO 17225-4:2014

	Glavna frakcija / Main fraction (min. 60 %)	Delež finih delcev / Fine particles fraction (< 3,15 mm)	Delež grobih delcev (dolžina delca) / Coarse particles fraction (length of particle)	Največja dolžina delca / Max. length of particles	Največji prečni presek / Maximum cross section area
P16S	3,15 mm < P < 16 mm	≤ 15%	≤ 6% (> 31,5 mm)	≤ 45 mm	≤ 2 cm ²
P31S	3,15 mm < P < 31,5 mm	≤ 10%	≤ 6% (> 45 mm)	≤ 150 mm	≤ 4 cm ²
P45S	3,15 mm < P < 45 mm	≤ 10%	≤ 10% (> 63 mm)	≤ 200 mm	≤ 6 cm ²

rigorozen glede deleža fine frakcije (delci manjši od 3,15 mm) (preglednica 2), zahteva navajanje minimalne kurilne vrednosti, medtem ko se v ostalih mejnih vrednostih od predhodnega standarda ne razlikuje.

Pri analizi načinov trgovanja z lesno biomaso smo ugotovili, da je le-to odvisno od letnih kupljenih količin, tehničnih sredstev, ki jih imamo na razpolago, pogostosti dobav, razpoložljivega kadra in nabavne strategije podjetja. V praksi so najpogosteje uporabljeni načini:

- plačilo lesnih sekancev po volumnu (m^3 nasutih sekancev);
- nakup lesne biomase po masi (atro-tona);

- nakup lesne biomase po proizvedeni toplotni energiji (kWh).

Način trgovanja po volumnu je najbolj enostaven in preprost, saj naročnik (prevzemnik) nima nobenih stroškov z ureditvijo infrastrukture in opreme za prevzem lesnih sekancev oz. biomase (preglednica 3). Način odkupa po masi zahteva opremo, ki omogoča tehtanje kamionov in merilno opremo za meritev vsebnosti vode v lesni biomaso (preglednica 4). Kupec oziroma prevzemnik ima zaradi tega dodatne stroške, saj mora zagotoviti merilno opremo in jo letno tudi umerjati in vzdrževati. Tak način odkupa zagotavlja, da plačujemo samo delež suhe snovi. Tudi dobavitelji pri tem načinu odkupa pos-

Preglednica 3. Prednosti in slabosti trgovanja z lesnimi sekanci po volumnu (m^3 nasutih sekancev)
Table 3. Strengths and weaknesses of wood chip trading based on volume (stacked m^3)

Prednosti / Strengths	Slabosti / Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • enostavna meritev volumna tovarnega prostora in izračun pripeljane količine, • hitro raztovarjanje, • možnost različnih dobaviteljev, • takojšen podpis dobavnice in obračun, • enostavno vodenje evidence, • razpoložljivost podatkov o trenutni zalogi, • enostaven postopek ugotavljanja volumna v primeru dobave s standardnimi prikolicami, ki so ob vsaki dobavi polne (brez meritev). 	<ul style="list-style-type: none"> • ni izvajanja meritev vlažnosti, • ni tehtanja, • ni kontrole kakovosti, • napake pri izvajanju meritve – človeški faktor, • nevarnost poškodbe delavca pri izvajanju meritev, • slaba kakovost lesnih sekancev, • prisotnost nečistoč, • prekoračitev dogovorjene maksimalne vlažnosti lesnih sekancev.

Preglednica 4. Prednosti in slabosti trgovanja z lesnimi sekanci po masi (atro teži)
Table 4. Strengths and weaknesses of wood chips trading based on mass (atro tone)

Prednosti / Strengths	Slabosti / Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • spremljanje kakovosti lesne biomase (meritev gostote nasutja in vsebnosti vode), • lahko imamo več dobaviteljev, • obračun na osnovi deleža suhe snovi, • interes dobaviteljev, da pripeljejo čim bolj kakovostno lesno biomaso, • natančnost informacij o trenutni zalogi, avtomatizacija procesa prevzema, • avtomatizacija obdelave podatkov tehtanja, • avtomatizacija meritev vsebnosti vlage, • avtomatska izdelava poročila. 	<ul style="list-style-type: none"> • daljši čas raztovarjanja, (potrebno tehtanje, meritev vsebnosti vode), • strošek začetne investicije, (tehtnica, merilnik za merjenje vlažnosti), • napačno vzorčenje, • zahtevnejši prevzem, • zahtevnejše vodenje evidenc, • zahtevnejša izdelava obračuna dobavljene količine, • napake pri izvajanju meritev – človeški faktor, • nevarnost poškodbe delavca pri izvajanju meritev, • slaba kakovost lesnih sekancev, • prisotnost nečistoč.

večajo veliko pozornosti kakovosti oziroma vlažnosti lesne biomase. Pri načinu trgovanja po količini proizvedene toplotne energije (preglednica 5) se ne plačuje dobavljena količina lesne biomase, ampak proizvedena toplotna energija, pridobljena iz te lesne biomase in se odčita iz merilnika toplotne energije. Merilnik toplotne energije mora biti nameščen na povratku vode v kotel. Če je kotlov več, mora vsak imeti svoj merilnik toplotne energije. Sistem odkupa po proizvedeni toplotni energiji pride v poštev, če imamo samo enega dobavitelja lesne biomase in nimamo svoje proizvodnje. Pri večjem številu dobaviteljev in lastni proizvodnji moramo proizvajati toplotno energijo neko obdobje samo z dobavljeno surovino enega dobavitelja, drugo obdobje s surovino drugega dobavitelja, kar pa je lahko v določenih primerih tehnično zelo zahtevno ali celo neizvedljivo.

Kljub dejstvu, da je najenostavnejši in pri nas najpogostejši način trgovanja z lesnimi sekanci na osnovi volumna (m^3 nasutih sekancev), pa je posamezen način trgovanja odvisen od številnih dejavnikov, zato smo naredili podrobno analizo posameznih načinov.

Iz primerjave prednosti in slabosti različnih načinov trgovanja, pogovora z dobavitelji, kupci in lastnih izkušenj lahko sklenemo, da je najbolj pošten način trgovanja z lesnimi sekanci, tako za proizvajalce kot dobavitelje, način plačevanja po atro toni (Deu, 2016). Pri tem načinu odkupa ima kupec

vedno podatke o vsebnosti vlage in tudi dobavitelju je v interesu, da pripelje čim bolj kvalitetne lesne sekance. Ta način odkupa je primeren za večje porabnike lesnih sekancev oziroma za večje energetske objekte.

Način odkupa po volumnu (m^3 nasutih sekancev) je primeren za manjše energetske objekte. Tem objektom v večini primerov predstavljata velik strošek postavitve in nakup tehtnice. Veliko objektov nima prostorske možnosti postaviti tehtnice oziroma tehtalne ploščadi. Smiselno je, da se tudi pri tem načinu odkupa izvaja redna ali vsaj občasna meritev vsebnosti vode.

Tudi način odkupa po količini toplotne energije (MWh) je primeren za manjše kotlovnice, s to razliko, da imamo lahko samo enega dobavitelja v enem časovnem obdobju. Tudi pri tem načinu odkupa je v interesu dobavitelja, da dobavlja čim bolj kakovostne lesne sekance.

Na osnovi analize izvedene ankete (Deu, 2016) smo ugotovili, da se v Sloveniji najpogosteje trguje z lesnimi sekanci na osnovi volumna (m^3 nasutih sekancev), trguje pa se tudi na osnovi mase (atro tone), v manjšem obsegu pa po količini dobavljene toplotne energije (kWh). Kotlovnice v Sloveniji praviloma še nimajo vzpostavljenega sistema za ugotavljanje kakovosti lesnih sekancev in večinoma kupujejo sekance prosto na trgu. Pri kontroli kakovosti pozornost posvečajo predvsem velikosti delcev in vlažnosti in še to v nekaterih kotlovnica samo

Preglednica 5. Prednosti in slabosti trgovanja z lesnimi sekanci po količini proizvedene toplote (MWh)

Table 5. Strengths and weaknesses of wood chip trading based on heat energy (MWh)

Prednosti / Strengths	Slabosti / Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • hitro raztovarjanje (ni tehtanja, merjenja vlažnosti, izračunov), • plačilo po količini proizvedene toplote, • enostaven prevzem, • avtomatsko beleženje podatkov iz števca toplotne energije in izračun proizvedene energije glede na porabljeno lesno biomaso. 	<ul style="list-style-type: none"> • potreben merilnik toplote za vsak kotel • ni takojšnjega obračuna (obračun se izvaja tedensko ali mesečno), • ni informacij o trenutni zalogi, možnost napake pri izvajanju meritev – človeški faktor, • imamo lahko samo enega dobavitelja, • možnost okvare merilnika toplotne energije, zato je v takem primeru potrebno predvideti drugačen način obračuna (npr. po volumnu), • slaba kakovost lesnih sekancev, • prisotnost nečistoč, • prekoračitev dogovorjene maksimalne vsebnosti vode v lesnih sekancih.

občasno. Predvidevamo, da je glavni razlog za neredno in nezadostno izvajanje analiz prvenstveno v kadrovski podhranjenosti na področju energetike oziroma vodenja kotlovnice in relativno velikih stroških opreme za izvajanje analiz. Analiza rezultatov ankete, ki je bila izvedena v letu 2018, potrjuje rezultate predhodne analize, s to razliko, da je opazen trend naraščanja nakupa lesnih sekancev po količini dobavljene energije. Tudi kakovosti sekancev se posveča več pozornosti, vendar praviloma kontrola kakovosti še ni sistematična.

Ne glede na način trgovanja pa je vsekakor potrebno vzpostaviti večji nadzor kakovosti lesnih sekancev, neodvisno od velikosti odjemalcev, saj na osnovi ankete ugotavljamo, da se le-ta pri nekaterih primerih trgovanja sploh ne izvaja. Ravno tako je med uporabniki (še) relativno slabo poznana standardizacija področja kakovosti in kontrole kakovosti kuriv, kljub večletnim prizadevanjem strokovnjakov, da poskrbijo za ustrezno strokovno podporo, ki se nanaša tako na način pridobivanja (Krajnc, 2009), predelavo (Strnad, 2011, Prisljan, 2014, Krajnc, 2014), trgovanja (Deu, 2016) in rabo lesne biomase (Kamšek, 2012). Za učinkovitejše izkoriščanje potenciala lesne biomase bi si morali prizadevati vsi deležniki v celotni gozdno-lesni verigi, kajti le tako bi lahko vzpostavili pogoje za učinkovito, zanesljivo delovanje trga z lesno biomaso in bi ta potencial izkoristili odgovorno in organizirano. Vsekakor je pri izrabi potenciala lesne biomase nujno upoštevati tako koncept kaskadne rabe kot tudi mejne kakovosti surovine, ker je le v teh okvirih izraba tega potenciala vzdržnostna, okolju prijazna, rentabilna in gospodarna.

4 POVZETEK

4 SUMMARY

The European Union has set a target that by the year 2020 20% of the energy produced within the group should be from renewable sources. Each state has its own specific target value, and Slovenia aims to produce 25% of its energy from renewable sources by this date.

Slovenia does not have enough energy resources to meet its own needs. According to a SURS report, in 2016 Slovenia covered 53% of its primary energy needs from its own sources (nuclear power accounting for 22%, renewable sources 17%, and coal 14%),

while the main imported primary energy sources were petroleum products (34%) and natural gas (10%) (Fig. 1). The most promising renewable energy sources in Slovenia are hydropower and biomass. Electricity from hydropower plants provided one third (33%) of electricity produced in Slovenia in 2016, and biomass, with a share of 51%, is the most important renewable energy source for heat production (Fig. 2). The strategic document "The Energy Concept of Slovenia" (Energetski ..., 2017) emphasizes the importance of the increased use of all renewable sources, from water (as seen with the proposed completion of large hydropower plants on the lower Sava and construction in the middle Sava, the incentive to build small hydropower plants, and so on) solar (especially photovoltaic), wind (in favorable areas), biomass (including cogeneration), as well as geothermal, biofuel and biogas. In this context it has to be stated that it is necessary to establish and ensure clear rules on the overriding public benefit of this approach, and to strike a balance between energy-climate, environmental, economic and other policies. Moreover, "new" renewable energy sources (Klemenc, 2015) and "alternative (renewable) energy sources", whose exploitation is currently in the stages of research, development and testing, and thus remains sub-optimal and not commercially viable, need to be considered. These sources include such diverse ones as the production of energy (fuels) from bacteria, the exploitation of the phenomenon of piezoelectric energy, osmotic power, evaporation power (Cavusoglu et al., 2017), artificial photosynthesis (Purchase et al, 2015), the use of heat from road tunnels (Žumbar & Hozjan, 2018), and heat generated by the human body.

Since wood biomass is the most important renewable resource in Slovenia for heat production (and in cogeneration plants for electricity production), we investigated some aspects of trading wood chips.

The quality of wood chips is defined in the current standard SIST EN ISO 17225-4:2014, and this defines the limit values of certain characteristics, such as: origin and source (Table 1), moisture, particle size thresholds (Table 2), ash content and calorific value. Since 2014 the field of solid biofuels for non-industrial use has made use of the applicable reference international ISO standards (which replaced the European EN standards that were in force

since 2011). Implementing these ISO standards established the conditions for a uniform classification of biofuels, and thus for easier and more efficient operation of the biofuel market, both at the level of individual countries and regions, as well as globally.

We reviewed and analysed the possible ways and criteria for trading wood chips and presented the most basic characteristics. In Slovenia, trading is carried out according to volume quantity of wood chips (stacked m³), according to weight quantity (atro tone), and according to the heat energy produced (MWh).

We also determined the strengths and weaknesses of the most commonly used wood chips trading methods in Slovenia (Tables 3-6). The purpose of this analysis is to help with the strategic decisions of companies that produce, trade or buy wood chips.

In order to determine the current situation of the wood chip market, we prepared a survey questionnaire and then conducted a survey of the trading practices with wood chips in Slovenia in the years 2016 and 2018. In the survey performed in 2016 we obtained data on the power of the boiler room and the annual consumption of wood biomass, the methods of purchasing and supplying wood chips, checking the quality of the raw materials supplied, the type of storage and the type of wood biomass. The survey was sent to eighteen heating plants in Slovenia, and the detailed results are shown elsewhere (Deu, 2016). The survey performed in 2016 confirmed that the minor consumer systems trade wood chips according to the volume quantity (stacked m³) of wood chips and heat energy produced. In contrast, larger systems trade wood chips with regard to the weight (atro tone), and rarely on the basis of energy produced (MWh). The 2016 survey also showed that inspection of wood chip quality was not implemented continuously by all users, or was only partially performed, although awareness of the importance of monitoring and quality analyses of the wood chips was increasing.

Based on this first survey, a similar one was performed in 2018 focused on wood chip control protocols and trading methods, since these were the most important parts in the earlier work. The results did not differ by a large degree, although they did show a noticeable trend of more wood chip purchases carried out according to the quantity of energy supplied. However, even though more attention is

now being paid to the quality of wood chips, quality control processes are still partly inconsistent.

LITERATURA IN VIRI

LITERATURE

- Achilli, A., Cath, T. Y., & Childress, A. E. (2009). Power generation with pressure retarded osmosis: A experimental and theoretical investigation. *Journal of Membrane Science*, 343, 42-52.
- Cavusoglu, A.-H., Chen, X., Gentine, P., & Sahin, O. (2017). Potential for natur evaporation as a reliable renewable energy resource. *Nature communications*, 8, 617.
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00581-w>.
- Deu, I. (2016). Kriteriji nakupa lesnih sekancev. Diplomsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.
- Eliasson, L., Eriksson, A., & Mohtashami, S. (2017). Analysis of factors affecting productivity and costs for a high-performance chip supply system. *Applied Energy*, 185, 497-505.
- Energetski koncept Slovenije (2017). Ministrstvo za infrastrukturo. Retrieved from: http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokument/publikacije/eks/razgrnitev_op_feb_2018/eks_ob_jr_feb_2018.pdf (mar. 2018).
- Kamšek, M. (2012). Analiza lastnosti lesnih sekancev za kurjenje. Diplomsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.
- Klemenc, A. (2015). Obnovljivi viri energije - kratak pregled potencialov, stanja, politik in izzivov. Regionalni center za okolje, Slovenija.
- Kuptz, D., & Hartmann, H. (2015). The effect of raw material and machine setting on chipping performance and fuel quality – a German case study. *International Journal of Forest Engineering*, 26 (1), 60-70.
DOI: <https://doi.org/10.1080/14942119.2015.1021529>.
- Krajnc, M. (2014). Odločitveni model najustreznejših parametrov izdelave lesnih sekancev. Doktorska disertacija. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.
- Krajnc, N., Piškur, M., Klun, J., Premrl, T., Piškur, B., Robek, R., Mihelič, M., & Sinjur, I. (2009). Lesna goriva - Drva in lesni sekanci - Proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica.
- Kropivšek, J., & Gornik Bučar, D. (2017). Dodana vrednost v izdelkih v gozdno-lesni verigi - Primer: Primarna predelava bukovine. *Les/Wood*, 66,1, 61-72. DOI: <https://doi.org/10.26614/les-wood.2017.v66n01a06>
- Lauri, P., Havalík, P., Kindermann, G., Forsell, N., Böttcher H., & Obersteiner, M. (2014). Woody biomass energy potential in 2050. *Energy Policy*, 66, 19-31.
- Medved, S., & Novak, P. (2000). Varstvo okolja in obnovljivi viri energije. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.
- Papler, D. (2013). Osnove uporabe lesne biomase. Ljubljana: Energetika Marketing d. o. o., 416 str.
- Prislan, P., Krajnc, N., Martin, G., Handlos, M., & Christian, M. (2014). Priročnik za pridobivanje, predelavo in trženje lesne bio-

- mase - Sistemi zagotavljanja kakovosti in ukrepi preverjanja kakovosti. (slovenska izdaja)
Retrieved from: www.biomasastradecentrall.eu
- Prislan, P., Krajnc, N., & Triplet, M. (2018). Znak kakovosti domačih lesnih kuriv. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 23. 1. 2018
- Purchase, R., de Vriend, H., & de Groot, H. (2015). Artificial photosynthesis For the conversion of sunlight into fuel. Leiden University. Netherlands.
- Ringe, J. M., & Hoover, W. L. (1987). Value added analysis: a method of technological assessment in the U.S. forest products industry. *Forest Products Journal*, 37 (11–12), 51–54.
- Strnad, M. (2011). Poraba energije pri izdelavi lesnih sekancev. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.
- SURS (2018). Retrieved from: <https://www.i-energija.si/ienergija/energetika-v-sloveniji-in-svetu-statistika>
- Taskhiri, M. S., Garbs, M., & Geldermann, J. (2016). Sustainable logistics network for wood flow considering cascade utilisation. *Journal of Cleaner Production*, 110, 25-39.
- Zenetti, M., Costa, C., Greco, R., Grigolato, S., Aalmo, G. O., & Cavalli, R. (2017). How wood fuels' quality relates to the standards: A class-modelling approach. *Energies*, 10, 1455.
- Žumbar, A., & Hozjan, V. (2018). Alternativni viri energije: Ne le biomasa, tudi oljčni ostanki in odpadna toplota iz cestnih predorov. *Energetika net*. Retrieved from: <http://www.peg-online.net/alternativni-viri-energije> (mar. 2018).