

# LESNI ODPADKI IN BIOMASA: PRAVNA UREDITEV V SLOVENIJI IN NEMČIJI

## 2. DEL: ENERGETSKA PREDELAVA IN ODSTRANJEVANJE ODPADNEGA LESA

### WOOD WASTE AND BIOMASS: LEGAL REGULATION IN SLOVENIA AND GERMANY

#### PART 2: ENERGY RECOVERY AND WOOD WASTE DISPOSAL

**Boštjan Vimpošek, mag. inž. log.**

bvimpolsek@gmail.com<sup>1</sup>

**izred. prof. dr. Tone Lerher, univ. dipl. inž. str.**

tone.lerher@um.si<sup>2</sup>

**red. prof. dr. Iztok Potrč, univ. dipl. inž. str.**

iztok.potrc@um.si<sup>2</sup>

**mag. Marica Mikuljan, univ. dipl. inž. les.**

marica.mikuljan@brest.si<sup>1</sup>

**doc. dr. Andreja Kutnar, univ. dipl. inž. les.**

andreja.kutnar@upr.si<sup>3</sup>

**Znanstveni članek**

UDK 340.134:674.8(497.4)(430)

<sup>1</sup> Brest-pohišstvo, d. o. o., Cerknica, Cesta 4. maja 18, 1380 Cerknica

<sup>2</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Mariborska cesta 7, 3000 Celje

<sup>3</sup> Univerza na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič, Muzejski trg 2, 6000 Koper

**Povzetek** | Les je obnovljivi vir, ki se lahko uporablja tako v materialne kot energetske namene. Z namenom definiranja ravnanja z lesom je bilo sprejetih več različnih direktiv. V tem delu članka govorimo o direktivah, ki se navezujejo na predelavo lesa v energetske namene oziroma odstranjevanje lesa brez pridobivanja energije. Glede na to, da lesni odpadki kot sekundarne surovine nastajajo na različnih mestih, v različnih stanjih in stopnji kontaminiranosti, je poglobljena naloga direktiv, da z namenom varovanja okolja in zdravja ljudi nadzorujejo določene procese ravnanja z odsluženim lesom. V veljavi je več direktiv. V tem delu članka bomo spoznali, kako je predelava lesnih odpadkov v teh direktivah omejena oziroma spodbujana.

Ključne besede: lesni odpadki, biomasa, zakonodaja, Slovenija, Nemčija

**Summary** | Wood is a renewable source that can be used both as a material or as an energy source. Several different directives have been implemented with the aim to define the handling of wood. In this paper, directives dealing with energy recovery and combustion without energy recovery are discussed. Since wood waste as a secondary raw material source is produced in different locations, different conditions and different contamination levels, the main task of directives is to protect the environment and human health. Several directives are in force. In this paper it will be shown how these directives limit or promote the recovery of waste wood.

Key words: waste wood, biomass, legislation, Slovenia, Germany

## 1 • UVOD

V prvem delu, ki je obravnaval gospodarjenje z odpadnim lesom, smo z vidika lesnih odpadkov podrobneje spoznali Direktivo 94/62/ES

o embalaži in odpadni embalaži, Odločbo komisije 2000/532/ES o nadomestitvi odločb in oblikovanju seznama odpadkov in Direktivo

2008/98/ES o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv. V drugem delu pa bomo podrobneje predstavili še preostale najpomembnejše člene direktiv s področja lesnih odpadkov in biomase v Sloveniji in Nemčiji, ki se nanašajo na energetske predelavo in odstranjevanje odsluženega lesa.

## 2 • ENERGETSKA PREDELAVA IN ODSTRANJEVANJE

### 2.1 Gospodarjenje z nenevarnim in nevarnim lesom

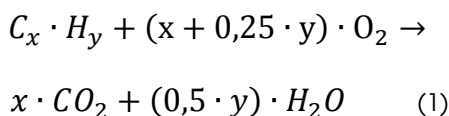
#### 2.1.1 Opredelitev

Sežig odsluženih materialov je v skladu z Direktivo 2008/98/ES o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv v hierarhiji ravnanja z odpadki označena kot predzadnja opcija pred odlaganjem na odlagališča. Lahko predstavlja predelavo (R) ali odstranjevanje (D) (ES, 2008). Predelava odsluženega lesa pomeni pridobivanje toplotne ali posredno električne energije ((Werner, 2002), (Malek, 2012)). Proces predstavlja zamenjavo fosilnih goriv in pomaga blažiti podnebne spremembe, saj je izogrevanje CO<sub>2</sub> nevtralen proces ((Boyle, 2004), (Krajnc, 2005), (Pohleven, 2010)). Poleg emisij CO<sub>2</sub>, ki so nevtralne, povzročajo sežig lesa tudi emisije CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCL in dioksinov, ki ne pripomorejo k blaženju podnebnih sprememb (Gayda, 2010). Največji substitucijski učinki uporabe lesa z vidika zmanjševanja nacionalnih emisij toplogrednih plinov bi nastali v primeru, da je energetska poraba lesnih odpadkov v neposredni bližini lesnopredelovalnega centra (Dobnikar, 2014) oziroma v državi nastanka odpadka (Piškur, 2009). Kljub temu s pridobivanjem energije iz lesa kot nadomestka fosilnih goriv kratkoročno ne bomo prispevali k zmanjšanju izpustov CO<sub>2</sub> (Kirschbaum, 2006). Ob gorenju lesa se namreč CO<sub>2</sub>, ki se je med rastjo drevesa s fotosintezo vezal iz ozračja in tvori lesno maso, sprošča nazaj v okolje (Pohleven, 2010).

Cene odsluženega lesa se oblikujejo glede na čistost surovine, pri čemer je najdražja tista, ki je kemično najmanj onesažena (Van Benthem, 2007). Kljub temu da so cene odpadnega lesa na trgu vse dražje ((Van Riet, 2004), (Merl, 2007)), so še vedno nižje od fosilnih goriv (Petrol, 2014). Trg odsluženega lesa v Sloveniji ni razvit (Humar, 2012), po svetu pa vse bolj (Merl, 2007). Uporaba odpadnega lesa za proizvodnjo toplote ali elektrike je vse bolj zanimiva in razširjena v

Nemčiji, ki upravlja najbolj razvite proizvodne obrate za pridobivanje energije (Merl, 2007) in energetske predela vse več lesnih odpadkov (Indufor, 2013).

Zgorevanje biomase in odpadnega lesa lahko zapišemo z enačbo (Butala, 1998):



Zgorevanje lesne biomase lahko v grobem razdelimo na tri faze (Butala, 1998): (1) segrevanje, sušenje in piroliza lesa pri dovodu primarnega zraka pri temperaturah do 500 °C; (2) oksidacija plinov pri temperaturah med 800 °C in 1200 °C. Z dovodom sekundarnega zraka povzročimo intenzivno vrtnčenje, kar omogoča kakovostno zgorevanje; (3) oksidacija oglja.

Sežig odsluženega lesa obsega od kontroliranega zgorevanja surovine v industrijskih pečeh do nekontroliranega zgorevanja surovine v odprtih ognjiščih zasebnih stanovanj. Med temi opcijami so (Werner, 2002):

- termična predelava v sežigalnicah komunalnih odpadkov,
- termična predelava v sežigalnicah lesnopredelovalnih podjetij,
- termična predelava v cementnih pečeh, kjer je zaradi visokih temperatur zgorevanja in specifičnih značilnosti klinkerja tudi predelava nevarnega lesa (železniški pragovi, električni drogovi) okolju prijazna.
- kurjenje v odprtih ognjiščih zasebnih stanovanj.

Odslužen les, ki je namenjen termični predelavi, se lahko predela v ustreznih licenciranih napravah, ki imajo okoljevarstveno dovoljenje za sežig (Werner, 2002). Pred tem se odsluženi les običajno ustrezno pripravi. Priprava pomeni mehansko predelavo po postopku R12 in R13, ki je v skladu z za-

konodajo drobljenja odpadnega lesa v lesne sekance in s skladiščenjem (ES, 2008). Pridobljeni lesni sekanci se klasificirajo kot 19 12 06,\* če govorimo o nevarnem lesu, in 19 12 07, če govorimo o nenevarnem lesu (ES, 2000a). Z dosegom enotne velikosti delcev se učinkovitost izogrevanja zaradi etnotnega in kontroliranega goriva ter sposobnosti za reguliranje dovajanja zraka znatno izboljša. Poleg tega v primeru goriv z večjo vsebnostjo vlage proces minimiziranja površine izpostavlja večjo površino delcev do sproščajočih se vročih plinov. Ker tako lesni delci oddajajo vlago hitreje, povečujejo svojo kurilno vrednost (FAO, 1990). Predelavi odsluženega lesa v lesne sekance in skladiščenju sledi sežig po postopku R1 (uporaba kot gorivo ali drugače za pridobivanje energije) (ES, 2008).

Kurjenje odsluženega lesa v individualnih kurilnih napravah za pridobivanje toplote je povezano z visokimi količinami škodljivih emisij (Werner, 2002). V slovenski pravni ureditvi je zato tovrstna oblika ravnanja prepovedana (MKO, 2014). Kljub temu se na tak način v Sloveniji sežge malo manj kot četrtina vsega odsluženega lesa imetnikov odpadkov. Problem kurjenja biomase in nenevarnih lesnih odpadkov se zaradi nezadovoljivega odstranjevanja pepelov in slabega zgorevanja kaže predvsem v manjših in starejših kurilnih napravah na biomaso, ki običajno niso opremljene z napravami za odstranjevanje prahu (Polanc, 2011). Ta prah so organski ali anorganski aerosoli, označeni kot PM10 ali PM2,5 ki se spuščajo v zrak ((Seinfeld, 1998), (Polanc, 2011)). Od novembra do konca aprila je v večini slovenskih mest vsebnost PM10, ki je povzročitelj bolezni dihal, srca in ožilja, v zraku previsoka (Tavčar, 2012). Veliko število smrtnih žrtev je bilo ugotovljeno v raziskavah že v začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja (Lane, 1973). Ocenjeno je, da od leta 2000 delci PM povzročijo letno od 22.000 do 52.000 smrtnih žrtev v ZDA (Mokdad, 2004) in so prispevali v letu 2005 k 373.000 prezgodnjim smrtim v Evropi (EU-25) (EEA, 2009). Zaradi zelo dobrih razmer izogrevanja tvorba aerosolov pri sežigu odpadnega lesa v srednjih, velikih in velikih kurilnih napravah

ni značilna. Odslužen les, ki ima lahko visoke vsebnosti onesnažil, ki tvorijo aerosole, kurimo izključno v velikih kurilnih napravah, kjer so na razpolago ustrezne tehnologije za izločanje finega prahu (Polanc, 2011).

### 2.1.2 Sežig nenevarnega odpadnega lesa

Nenevarni lesni odpadki izhajajo predvsem iz gozdnih ostankov (McKeever, 2004), obdelave lesnih ostankov ((Gornik-Bučar, 2004), (Saal, 2010)), odslužene embalaže ((Davidson, 1999), (Magin, 2001)), odslužene lesa iz gradbeništva ((Merl, 2007), (Högelmeier, 2013)) in odslužene pohištva ((Magin, 2001), (Kearley, 2005)). Količine odslužene nenevarnega lesa v Nemčiji so povezane s kategorijo odpadnega lesa (BRD, 2002). V letu 2003 je bilo evidentiranih 17 % v A I, 34,7 % v A II in 31,4 % v A III (pogojno) (razredi podrobneje pojasnjeni v ((Vimpolšek, 2014) (Van Benthem, 2007))). V Sloveniji je leta 2008 nastalo več kot 99 % vseh neonesnaženih lesnih odpadkov (Grilc, 2011). Delež v primerjavi z nevarnimi pa še narašča ((ARSO, 2012), (ARSO, 2014a)). Med sežigom nevarnega in nenevarnega lesa zaradi emisij onesnaževal obstaja velika razlika ((Helsen, 2005), (Humar, 2004a)). Obstaja pa tudi razlika med sežigom lesa v naravnem stanju in lesnimi ploščnimi kompoziti.<sup>1</sup>

Poskus sežiga ivernih plošč, zlepljenih z urea-formaldehidom (UF), in furnirja, zlepljenega z različnimi lepili (UF, polivinil acetat, melamin-formaldehid in fenol-resorcinol-formaldehid), v primerjavi s sežigom čistega lesa in paleta, je v raziskavi (Risholm-Sundman, 2005) razkril, da so emisije vseh materialov podobne. Glavna razlika je naraščajoči dušikov oksid (NO<sub>x</sub>) pri sežigu ivernih plošč in furnirja. Razlog je predvsem zaradi navzočih lepil. Podobne rezultate v raziskavah navajata tudi Marutzky in Schriever (Marutzky, 1986) ter Cichy in Pradzynski (Cichy, 2007). Več UF-lepila v lesnoploščnih kompozitih pomeni nižjo vlago, manj pepela, manj hlapljivih delcev in nižjo kurilno vrednost (Cichy, 2007). Pri sežigu lesnih ploščnih kompozitov so pomembne dobre razmere s temperaturo 850 °C in zadostnim dovodom kisika. V nasprotnem se zgodi nepopoln sežig, ki pomeni proizvodnjo strupenih snovi, kot so vodikov cianid in izocianati iz lepil z vsebnostjo dušika (Risholm-Sundman, 2005).

### 2.1.3 Sežig nevarnega odpadnega lesa

Nevarni lesni odpadki izhajajo iz podobnih virov kot nenevarni. Podrobneje je to opisano v (Vimpolšek, 2014). Nevarnosti izhajajo predvsem iz različnih zaščitnih pripravkov na osnovi biocidov (baker, krom, arzen, klor, kositer) (Humar, 2008) pa tudi pentaklor-fenola in kreozotnega olja, če je koncentracija benzo(a)pirenov večja od 50 ppm ((Humar, 2004c), (Peek, 2004)). Največ težav v odslužnem lesu povzročajo spojine arzena, ki je z bakrom in klorom združen v pripravku CCA ((Humar, 2004a), (Humar, 2007)). Danes je uporaba arzena v številnih državah močno omejena ali celo prepovedana (Humar, 2004). V Sloveniji in Nemčiji ga od konca osemdesetih let dvajsetega stoletja ne uporabljamo več ((Pohleven, 1998), (Humar, 2004b), (BRD, 2002)).

Trenutno je delež CCA lesa v celotni masi odpadnega lesa relativno majhen, vendar strokovnjaki predvidevajo, da bo v dvajsetih letih delež odpadnega lesa v celotnem toku odpadnega lesa predstavljal 15 do 30 % ((Humar, 2004a), (Borgnes, 2007)). Povečanje je v prihodnjih letih predvideno predvsem na Floridi v ZDA (Solo-Gabriele, 2000), na Danskem (Affald, 1999), Portugalskem (Gomes, 2005), Švedskem in v Veliki Britaniji (Murphy, 2004). Na Švedskem pričakujejo povečanje količine vsega odslužene lesa, impregniranega s CCA, do leta 2025 za 5 %, v Veliki Britaniji pa do leta 2062 za 12,3 % (Murphy, 2004). V Nemčiji je že leta 2003 nastalo skoraj 17 % vseh količin odslužene lesa, ki se zaradi svoje onesnaženosti uvršča v najvišji razred (A IV) (Van Benthem, 2007). Čeprav so količine nevarnih lesnih frakcij v tujini v porastu, so pri nas od leta 2008 v upadanju (ARSO, 2014a). V povprečju je v zadnjih letih med vsemi zbranimi frakcijami evidentiranih manj kot 1 % nevarnih frakcij letno ((Grilc, 2011), (ARSO, 2012), (ARSO, 2014a)).

Življenjska doba s CCA zaščitenega lesa v stiku z zemljo je od 30 do 50 let (Humar, 2004a). Ker se po preteku le-te zaradi vsebnosti težkih kovin in arzena zaščiten odslužen les uvršča med posebne odpadke, ki se jih v skladu z Direktivo 98/8/EC (ES, 1998), Direktivo 2000/76/EC (ES, 2000a) in Direktivo 1999/31/ES (ES, 1999) ne sme prosto sežigati ali odlagati, je bilo razvitih več rešitev:

- ponovna uporaba (Werner, 2002),
- remediacija (Humar, 2007),
  - bioremediacija ((Stephan, 1992), (Clausen, 2006)),
  - kemijska ekstrakcija (Gezer, 2006),
  - elektrokemična ekstrakcija (Ottosen, 1992),
- sežiganje v posebnih sežigalnicah (incineratorjih) (Helsen, 2004),
- odlaganje na posebne deponije (Stephan, 1992), (Connel, 2004).

Sežig je zaradi prisotnosti anorganskih ali organskih onesnaževal označen kot najbolj smiselna metoda za predelavo odslužene lesa ((Humar, 2012), (Merl, 2007)). Energetska izraba mora potekati v ustreznih kotlih s kakovostnim filtriranjem dimnih plinov, ki preprečujejo izhajanje strupenih dimnih plinov ali težkih kovin (Humar, 2012). Poleg zgorevanja so primerne metode za predelavo obdelanega odslužene lesa s CCA tudi drugi termični procesi, kot so piroliza, uplinjanje ali termični krekling, ker omogočajo možnost nadzora in zajemanje arzena (Humar, 2007). V Sloveniji imamo edino sežigalnico nevarnih odpadkov v Račah, kjer upravljavec Pinus TKI, d. d., razpolaga z napravo in okoljevarstvenim dovoljenjem za sežig vseh nevarnih lesnih odpadkov s postopkom D 10, razen odpadka s klasifikacijsko številko 19 12 06,\* za katerega pri nas še vedno ni naprave za sežig (ARSO, 2014b).

Termična obdelava odslužene lesa, ki je bil obdelan s CCA-pripravki, ima dve prednosti: ponovno uporabo energije in precejšnje zmanjšanje prostornine odslužene lesa (Helsen, 2005). Pri sežiganju zaščitenega lesa težke kovine povzročajo še najmanj težav, kajti večina jih ostane v pepelu in ne zaidejo v dimne pline. Bistveno več težav povzroča arzen (Humar, 2005). Med termično obdelavo izhlapi 8 do 10 % arzena, prisotnega v lesu, odvisno od temperature, rezidenčnega časa dimnih plinov, časa zgorevanja pepela, parcialnega zračnega tlaka, vrednosti pretoka zraka, navzočnosti klora in/ali žvepla ter impregnacijskega procesa (Helsen, 2005). Ker sežiganje lesa, ki je impregniran s CCA-pripravki, vodi do izhlapevanja arzena, mora biti nameščena lovilna naprava za zajemanje arzenovih spojin. Če takšen les sežigamo pri temperaturah, višjih od 275 °C, arzen preide v plinasto agregatno stanje in skozi

<sup>1</sup> Lesni ploščni kompoziti sodijo med enostavnejše inženirske lesne materiale, ki imajo zaradi povečane gostote, dodanega lepila in usmerjanja osnovnih delcev običajno boljše lastnosti od naravnega lesa. Sodiijo med dezintegrirana (zmlata) lesna tvoriva, katerih najznačilnejši končni izdelki so furnirne, iverne, vlaknene in OSB-plošče (Medved, 2008).

dimnik onesnaži okolico (Humar, 2004a). V Veliki Britaniji in ZDA poročajo o zelo pogostih rakavih obolenjih dihal pri ljudeh, ki so za ogrevanje in kuhanje hrane uporabljali takšen les (Townsend, 2006).

Čeprav je nenevaren odpadni les prvenstveno obravnavan v Direktivi 2001/80/ES (ES, 2001) in nevaren v Direktivi 2000/76/ES (ES, 2000a), so v namene varovanja človeškega zdravja in okolja v EU izšli še drugi predpisi, ki predpisujejo ustrezne tehnološke standarde oziroma določajo mejne vrednosti emisij in pogoje za sežig lesa ter spodbujajo uporabo obnovljivih virov energije. Te bodo predstavljene v naslednjem poglavju.

## 2.2 Predpisi, ki urejajo termično predelavo in odstranjevanje odpadnega lesa

### 2.2.1 Uredba o gospodarjenju z odpadnim lesom

V Nemčiji vse postopke predelave in odstranjevanja ureja Uredba o gospodarjenju z odpadnim lesom (BRD, 2002). Podrobneje je uredba predstavljena v (Vimpolšek, 2014). Vsi razredi odpadnega lesa (AI–AIV) se lahko v Nemčiji uporabljajo za proizvodnjo aktivnega oglja ter proizvodnjo sintetičnega plina v sežigalnicah in napravah za uplinjanje, ki imajo dovoljenje na podlagi uredbe (BRD, 2013a) oziroma so glede emisij predmet uredbe (BRD, 2013b) (preglednica 4).

### 2.2.2 Direktiva 2000/76/ES

Slovenija in Nemčija imata v svojih uredbah implementirano Direktivo 2000/76/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 4. decembra 2000 o sežiganju odpadkov (ES, 2000a). Cilj direktive je pri sežiganju in sosežiganju odpadkov preprečiti ali omejiti negativne učinke na okolje, zlasti onesnaževanje z emisijami v zrak, tla, površinsko vodo in podzemno vodo ter iz tega izvirojoče tveganje za zdravje ljudi. Cilj se doseže s strogimi pogoji obratovanja in tehničnimi zahtevami, z določitvijo mejnih vrednosti emisij za sežigalnice in naprave za sosežig odpadkov ter z izpolnjevanjem Direktive 75/442/EGS o odpadkih. Pri nas je ta direktiva izšla kot Uredba o sežiganju odpadkov (RS, 2008a) in Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov (RS, 1994). V Nemčiji pa kot 17. Uredba o izvajanju nadzora emisij – Uredba o sežiganju odpadkov in sosežigu (BRD, 1990), sprejeta 23. novembra 1990, zadnjič spremenjena 27. januarja 2009.

Uredba o sežiganju odpadkov (RS, 2008a) in Uredba o sežiganju odpadkov in sosežigu

Postopek energetske predelave	Razredi odpadnega lesa				Posebne zahteve
	AI	AII	AIII	AIV	
Proizvodnja sintetičnih plinov	Da	Da	Da	Da	Obdelava lesa, razvrščenega v razred IV, je dovoljena le v obratih z dovoljenjem.
Proizvodnja aktivnega oglja	Da	Da	Da	Da	Obdelava lesa, razvrščenega v razred AIV, je dovoljena le v obratih z dovoljenjem.

Preglednica 1 • Postopki energetske predelave odpadnega lesa po (BRD, 2002)

(BRD, 1990) se uporabljata za vse naprave za sosežig in sežigalnice, ki pa ne zajemajo odpadkov iz lesa, razen tistih, ki se zaradi obdelave z zaščitnimi sredstvi in s premazi, ki vsebujejo halogenirane organske spojine ali težke kovine ali se kot odpadni les pri gradnji ali rušenju objektov uvrščajo med onesnaženo biomaso.

Na podlagi 21. člena Direktive 2000/76/ES, ki pravi, da je treba pripraviti merila za določen izločeni del nenevarnih odpadkov, ki so gorljivi, pa niso primerni za recikliranje, na podlagi katerih se lahko izda dovoljenje za zmanjšanje pogostosti meritev v rednih časovnih presledkih, je bila v Republiki Sloveniji sprejeta Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (RS, 2008b).

### 2.2.3 Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo

Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (RS, 2008b) določa pogoje za predelavo odpadkov iz biomase v trdno

gorivo, ki se lahko uporablja brez omejitev v kurilnih napravah in industrijskih pečeh, ter pogoje za predelavo nenevarnih odpadkov v trdno gorivo, preden se uporabijo kot gorivo ali dajo v promet za uporabo kot gorivo v napravi za sosežig odpadkov.

Na biomaso, ki jo uredba opredeljuje kot snovi rastlinskega izvora, se nanašajo lesni ostanki, odpadna embalaža, odpadki iz rušenja objektov, odsluženo pohištvo ter les iz kosovnih odpadkov. Uredba jih razvršča v kategorije od 1 do 4. Uredba v 4. členu določa, da je v trdno gorivo dovoljeno predelovati samo nenevarne odpadke iz priloge 1 te uredbe. Pri predelavi je treba upoštevati tudi prilogo 2 te uredbe, ki ponazarja mejne vrednosti za vsebnost nevarnih snovi v lesu, ki je obdelan z zaščitnimi sredstvi in premazi. Predelava nevarnih odpadkov ali mešanice nevarnih odpadkov z nenevarnimi odpadki v trdno gorivo za uporabo kot gorivo je prepovedana. Za mešanico nevarnih odpadkov z nenevarnimi odpadki štejejo tudi nenevarni odpadki, ki so jim primešani.

Značilnost	Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (RS, 2008b)	Uredba o gospodarjenju z lesnimi odpadki (BRD, 2002)
Neonesnažen, mehansko obdelan les	DA (1. kategorija: Nenevarni lesni odpadek)	DA (AI)
Barvan, premazan in lakiran les	DA (2. kategorija: Delno onesnažena biomasa)	DA (AII)
Odpadni les, obdelan s premazi, ki vsebujejo halogenirane ogljikovodike	DA (3. kategorija: Drugi nenevarni odpadki)	DA (AIII)
Odpadni les, obdelan z zaščitnimi sredstvi za les	DA (4. kategorija: Nevarni odpadek) <sup>a</sup>	DA (AIV*)
Opredelitev dovoljenj	DA	NE
Standardi za recikliranje	NE	DA

<sup>a</sup>) Samo iz skupine 17 02 04\* Steklo, plastika in les, ki vsebujejo nevarne snovi ali so z njimi onesnaženi.

Preglednica 2 • Primerjava posameznih značilnosti v Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (RS, 2008b) in v Uredbi o gospodarjenju z lesnimi odpadki (BRD, 2002)

V 5. členu uredba določa, da pred obdelavo odpadkov iz neonesnažene biomase v trdno gorivo ni treba pridobiti okoljevarstvenega dovoljenja za predelavo odpadkov. Poleg tega uredba določa, da za uporabo trdnega goriva, pripravljenega iz neonesnažene biomase, kot goriva v mali ali srednji kurilni napravi ni treba pridobiti okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje naprave (v primeru velike kurilne naprave je treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje, če je pridobitev tega zahtevana s predpisom, ki ureja emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja).

Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (RS, 2008b) je ožje orientirana v primerjavi z nemško Uredbo o gospodarjenju z odpadnim lesom (BRD, 2002), ki je bistveno širša. V preglednici 2 so nekatere primerjave obeh uredb.

Kategorizacija lesa v slovenski uredbi je v prvih treh kategorijah (1.–3. kategorija) skoraj povsem identična kot nemška (A1–AIII), v četrti, kjer obe obravnavata nevarne odpadke, pa naša evidentira samo skupino 17 02 04\* (steklo, plastika in les, ki vsebujejo nevarne snovi ali so z njimi onesnaženi), medtem ko ima nemška vključene še vse druge skupine nevarnih lesnih odpadkov. Tako ima naša uredba dobro osnovo, ki bi bila ob ustrezni razširitvi lahko uporabna tudi za kaj več. V njej sta 1. in 2. kategorija namreč povsem ustrezni za recikliranje, pa tudi 3. kategorija, če bi odstranili površinski premaz.

Z uredbo naj bi bila v slovenskem pravnem redu uveljavljena priporočila Evropske komisije glede poenostavljenih postopkov za sosežiganje nenevarnih odpadkov, s katero naj bi zakonodaja spodbujala k uporabi neonesnaženega lesa kot goriva (Železnik, 2011). Kljub temu je uredba neživljenska in potrebna prilagoditve realnim razmeram (Humar, 2012). Uredba v prilogi 2 namreč postavlja merila za sežig klora (150 ppm) tako nizko, da pogosto mejno vrednost presežejo že sveže posekane hitrorastoče vrste. Ker se dogajajo pogoste kontaminacije s klorom zaradi transporta pozimi po soljenih cestah in dvoriščih, je mejna vrednost za surovino za proizvodnjo lesnih kompozitov precej višja (1000 ppm) (Humar, 2012). Bržkone je tudi zaradi tega trenutno uredba v fazi spreminjanja (MKO, 2014). Poleg tega ni v njej nikjer zaslediti, da se v namene sežiga uporabljajo zgolj nenevarni odpadki, ki niso več primerni za ponovno uporabo ali recikliranje. Tak način gospodarjenja predstavlja protislovje s hierarhijo ravnanja z odpadki v Uredbi o odpadkih (RS, 2011), saj

je sežig označen kot druga najslabša opcija. Zato menimo, da je v nadaljevanju tudi to področje potrebno sprememb in za gorivo uporabljati les, ki ni več ustrezen za nadaljnjo materialno uporabo.

### 2.2.4 Direktiva 2001/80/ES

Direktiva o omejevanju nekaterih onesnaževal iz velikih kurilnih naprav 2001/80/ES z dne 23. oktobra 2001 (ES, 2001) zadeva kurilne naprave z nazivno vhodno toplotno močjo 50 MW ali več, ne glede na vrsto uporabljenega goriva (trdno, tekoče ali plinasto), in se uporablja le za kurilne naprave, ki so namenjene proizvodnji energije, razen za tiste, pri katerih se produkti zgorevanja uporabljajo neposredno v proizvodnih procesih. V ta okvir je vzeta tudi biomasa, zajema proizvode iz rastlin ali njihovih delov iz kmetijstva ali gozdarstva, ki se lahko z namenom energetske izrabe uporabljajo za gorivo. Med drugim so tu prištet tudi lesni odpadki, ki vključujejo zlasti lesne odpadke iz gradnje in rušenja, razen lesnih odpadkov, ki lahko vsebujejo halogenirane organske spojine ali težke kovine zaradi obdelave s sredstvi za zaščito lesa ali premazi. Direktiva je bila ratificirana v Sloveniji in Nemčiji. V Sloveniji je izšla kot Uredba o mejnih vrednostih emisij snovi v zrak iz velikih kurilnih naprav (RS, 2005), v Nemčiji pa kot 13. Uredba o izvajanju zveznega zakona o nadzoru emisij – Uredba o velikih kurilnih napravah in plinskih turbinah (BRD, 1983), sprejeta 1. julija 1983 (zadnjič spremenjena 24. februarja 2012).

### 2.2.5 Direktiva 84/360/EGS

Na podlagi Direktive 84/360/EGS Evropskega sveta z dne 28. junija 1984 o boju proti onesnaževanju zraka iz industrijskih obratov (zadnjič spremenjeno 23. decembra 1991) (EGS, 1984) je v Sloveniji v veljavi Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav (RS, 2007b). Cilj uredbe je preprečiti onesnaževanje zraka iz industrijskih obratov. Nanaša se na male in srednje velike kurilne naprave ter opredeljuje določene standarde (mejne vrednosti emisij, določanje vrste goriva ipd.). Določbe te uredbe se uporabljajo za emisije snovi iz malih in srednjih kurilnih naprav, ne glede na to, ali je uporabljeno gorivo trdno, tekoče ali plinasto, in ne glede na to, ali gre za pripravo tople vode, pare ali vročega olja ali posredno sušenje ali druge postopke obdelave predmetov ali materialov, razen za določene kurilne naprave. Med drugim se med trdna goriva uvrščajo:

- naravni les v vseh oblikah (drva, žagovina, kosi, odrezki, lubje, storži) in lesni ostanki, ki nastajajo samo pri mehanski obdelavi naravnega lesa,
- gorivo iz biomase (odpadki iz barvanega, lakiranega ali oplemenitenega lesa in njegovih ostankov ter odpadki iz vezanega lesa, ivernih ali vlaknenih plošč ali kako drugače lepljenega lesa in njihovih ostankov), če nanj niso bila nanesena sredstva za zaščito lesa oziroma jih les ne vsebuje zaradi obdelave ali prevleke, premazi pa ne vsebujejo halogeniranih organskih spojin.

Sorodna slovenski uredbi je nemška Uredba o malih in srednjih kurilnih napravah (BRD, 1974b), veljavna od 1. oktobra 1974 (zadnjič revidirana 26. januarja 2010). Uredba se uporablja za vgradnje in vrste operacij kurilnih naprav, ki ne potrebujejo dovoljenj v skladu s 4. členom zveznega zakona o nadzoru emisij (BRD, 1974a). Uredba določa goriva (trdna, plinasta in tekoča), ki se uporabljajo v napravah, ki so v skladu z minimalnimi zahtevami, določenimi za njihovo kakovost (tj. najvišja dovoljena vsebnost žvepla, izključitev težkih kovin ali halogeniranih organskih spojin). Poleg tega določa mejne vrednosti za emisije v odpadnih plinih, za katere veljajo različni parametri, ki so obravnavani kot vrsta uporabljenega goriva, zmogljivost ali namen uporabe.

Na podlagi Direktive 84/360/EGS je pri nas v veljavi tudi Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (RS, 2007a). Ta določa ukrepe in postopke za preprečevanje ali zmanjševanje onesnaženosti zraka iz naprav, ukrepe v zvezi z varovanjem zdravja ljudi v okolici naprav, ki kot nepremični viri onesnaževanja zaradi svojega obratovanja povzročajo onesnaževanje zunanjega zraka, ter ukrepe v zvezi z zagotavljanjem varstva ljudi in okolja pred škodljivimi učinki onesnaževanja zunanjega zraka zaradi emisije snovi v zrak iz teh naprav. V okviru Uredbe so v prilogi 4 določene skupine naprav, ki zahtevajo okoljevarstveno dovoljenje. Identične standarde imajo v Nemčiji v okviru Uredbe o napravah, ki zahtevajo dovoljenje (BRD, 2013a).

### 2.2.6 Direktiva 2009/28/ES

V namene izkoriščanja obnovljivih virov energije je v EU v veljavi Direktiva 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, spremembi in razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES (ES, 2009), ki določa obvezne nacionalne cilje za skupni delež energije iz obnovljivih virov v končni

bruto porabi energije in delež energije iz obnovljivih virov v prometu. Na osnovi te direktive je bil v Sloveniji pripravljen Akcijski načrt za obnovljive vire energije (OVE) 2010–2020 (MGRT, 2010), v okviru katerega si bo Republika Slovenija prizadevala do leta 2020 doseči najmanj 25-odstotni delež OVE v porabi bruto končne energije. Kot najpomembnejši OVE v državi sodi v ta okvir tudi lesna biomasa. Biomasa po Direktivi 2009/28/ES pomeni 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 ribištvom in ribogojstvom, ter biološko razgradljive dele industrijskih in komunalnih odpadkov.

Kot del uresničitve Direktive 2009/28/ES, ki za Nemčijo predvideva 18-odstotno pridobivanje energije iz OVE, je bil v Nemčiji 1. januarja 2009 (zadnjič spremenjen 22. decembra 2011) sprejet Zakon o spodbujanju obnovljivih virov energije v sektorju ogrevanja (BRD, 2008). Cilj zakona je, da prispeva k povečanju deleža OVE v končni porabi energije za ogrevanja in hlajenja za 14 % do leta 2020.

V okviru Energetskega zakona (RS, 1999), ki med drugim uresničuje Direktivo 2009/28/ES in 2009/72/ES, je bilo v Sloveniji sprejetih več uredb, ki omenjajo biomaso, posebej pa bi omenili uredbo, ki v svojih prilogah širše obravnava biomaso. Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni v sproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom (RS, 2009a), in Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (RS, 2009b), ki se nanaša predvsem na podporo energetske tehnologije proizvodnih naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije. Med OVE se med drugim prišteva tudi biomasa, ki jo 2. člen obravnava kot les, uporabljen v energetske namene, priloga 5 pa biomaso razvršča na lesno biomaso, biomaso iz kmetijstva in biološko razgradljive odpadke. V okvir lesne biomase sodijo: (A1) les iz gozdov; (A2) stranski proizvodi in ostanki iz lesnopredelovalne industrije; (A3) odslužen les.

V Nemčiji je v veljavi Akt o obnovljivih virih energije (BRD, 2000), sprejet 1. aprila 2000 (zadnja sprememba 17. avgusta 2012), ki je bil uveden z namenom zmanjšanja podnebnih sprememb, spodbujanja rabe OVE ter zmanjšanja porabe fosilnih goriv, uravnava ponudbo prednostnega omrežja električne energije, pridobljene iz obnovljivih virov energije. Ta določa mehanizme za izvajanje

možnosti, da se izdajo prednosti OVE, predvidene v Direktivi 2009/72/ES, o skupnih pravilih notranjega trga z električno energijo. V tem okviru si prizadeva za povečanje deleža OVE pri oskrbi z električno energijo na 35 % do leta 2020. Za področje uporabe Akta o obnovljivih virih energije (BRD, 2000) velja Uredba o proizvodnji električne energije iz biomase (BRD, 2001) – zadnjič spremenjena 1. januarja 2012 –, ki določa, katere snovi so uvrščene med biomaso, referenčne vrednosti in postopke za izračun tarif, tehnične zahteve za pridobivanje energije iz biomase in izpolnjevanje posameznih okoljskih zahtev v proizvodnji električne energije iz biomase. V skladu z zakonom se v lesno biomaso uvrščajo odpadki in stranski proizvodi gozdarstva in (samo) industrijski odpadni les.

Nemci odpadnega lesa, razen tistega, ki nastaja v industriji, ne vključujejo več pod biomaso, medtem ko pri nas ga. To bi lahko bržkone pomenilo, da so v Nemčiji manjše količine odpadnega lesa, kvalificiranega za energetske predelavo in uresničevanje Direktive 2009/28/ES, ter so že bližje kaskadni uporabi lesa. Nemčija je s tem, ko je izločila odsluženi les iz biomase, naredila korak naprej, vendar kot biomaso še vedno uporablja industrijski odpadni les, ki je lahko neonesnažen in ima precejšnjo industrijsko vrednost.

Direktiva 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES obravnava biomaso zelo široko. Zajema vse lesne frakcije iz kvalifikacijskih skupin 02, 03, 15, 17, 19 in 20, pri čemer brezkompromisno favorizira sežig in ne razločuje med sekundarnimi surovinami in gorivi, kar pomeni nevarnost dviga cen lesa, nevarnost pretirane uporabe surovin v energetske namene in posledično pomanjkanje surovin za lesno industrijo. Kot je navedeno v (EU FBI, 2003), to lahko privede tako do neučinkovitega ekonomskega in okoljskega delovanja kot do povečanega pritiska na biotske raznovrstnosti gozdov in pokrajine.

### 2.2.7. Odlaganje odpadkov na odlagališča

V skladu z Direktivo Sveta 1999/31/ES z dne 26. aprila 1999 o odlaganju odpadkov na odlagališčih (ES, 1999) je pri nas izšla Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališča (RS, 2006). Ta določa mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov, obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje ter pogoje in ukrepe

v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanjem po njihovem zaprtju. Namen uredbe je, da se v celotnem obdobju trajanja odlagališča zmanjšajo učinki škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak, in da v zvezi z globalnim onesnaženjem okolja zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in preprečijo tveganja za zdravje ljudi. Odlagališča v Sloveniji se delijo na: (1) odlagališča za nevarne odpadke, (2) odlagališča za nenevarne odpadke, (3) odlagališča za inertne odpadke. V skladu s prilogo št. 3 te uredbe je na posamezna odlagališča možno odlagati tudi lesne odpadke, katerih onesnaženost ne presega mejnih vrednosti parametrov. V preteklosti so se lesni odpadki v Nemčiji preprosto odlagali na odlagališčih, vendar se je, odkar se je zoznalo, da odpadki vsebujejo dragocene surovine, ki se lahko uporabljajo za ohranjanje naravnih virov, ter da je nepravilno ravnanje z odpadnim lesom okoljsko problematično, to področje zakonsko bolj reguliralo. V skladu z Uredbo o gospodarjenju z lesnimi odpadki (BRD, 2002) se od 1. marca 2003 v Nemčiji lesni odpadki ne odlagajo več, posledično tudi les ni predviden predmet najnovejše Uredbe o odlagališčih in dolgotrajnemu skladiščenju (BRD, 2009), ki je v veljavi od 16. julija 2009.

Odlaganje odpadkov na odlagališčih predstavlja odstranjevanje, ki se označuje s kratico D 1 (ES, 2008). Tovrstna rešitev, ki je v hierarhiji ravnanja z odpadki označena kot najslabša možnost, zavzema dragocene površine zemlje, onesnažuje okolje in ne vključuje izrabljene količine v nov življenjski krog (Magin, 2001). Odlaganje lesa je nezaželeno, v bližnji prihodnosti pa bo po vsej verjetnosti prepovedano, saj pri anaerobni razgradnji lesa nastaja toplogredni plin metana (ES, 1999). Zato je reševanje emisij z odlagališč eden od pomembnih korakov k boljšemu upravljanju odsluženega lesa v Evropi (Jungmeier, 2004). Plinsko gnilišče metana na odlagališču povzroči 21-krat več škode za podnebje kot ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) ((BMU, 2006), (Lykidis, 2008)). Metan je v Sloveniji z 10 % za ogljikovim dioksidom (83 %) drugi največji onesnaževalni toplogredni plin (SURS, 2011). Poleg tega odlagališča povzročajo neprijetne vonjave ter onesnaženje prsti in podtalnice (Gayda, 2010). Kljub temu še vedno zelo veliko odpadnega lesa konča na legalnih in ilegalnih odlagališčih (Humar, 2008).

### 3 • SKLEP

V članku smo primerjali zakonsko podlago na področju lesnih odpadkov in biomase v Sloveniji in Nemčiji. Največje omejitve izhajajo iz Direktiv o preprečevanju oziroma omejevanju negativnih učinkov na okolje, zlasti pri onesnaževanju z emisijami v zrak, tla, površinsko vodo in podzemno vodo. Največje spodbude za sežig izhajajo iz Direktive 2009/28/ES, ki si v boju proti podnebnim spremembam prizadeva povečati uporabo odpadnega lesa in biomase.

Na osnovi obravnavanih direktiv je bilo ugotovljeno, da so v obeh državah članicah EU implementirane vse direktive, ki so si v Sloveniji in Nemčiji tudi zelo podobne, razen na področju biomase, OVE in odlaganja lesnih odpadkov.

V Nemčiji bi na področju biomase vsekakor lahko napredek pomenila nova Uredba o biomasi (BRD, 2001), ki v podporo obnovljivim virom energije v nasprotju s slovensko Uredbo o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (RS, 2009b), in Direk-

tivo 2009/28/ES o obnovljivih virih energije iz vsebine že izključuje odslužen les, ki ga je na pravnem področju spoznala kot pomembno sekundarno surovino. Direktiva 2009/28/ES o spodbujanju rabe OVE v namene zmanjšanja CO<sub>2</sub> v ozračju, odvisnosti od uvoza ter prevelike uporabe fosilnih goriv namreč obravnava biomaso zelo široko in ne razločuje med sekundarnimi surovinami in gorivi. To pa pomeni določeno nevarnost, napetost in tudi protislovnost s hierarhijo ravnanja z odpadki iz Direktive 2008/98/ES o odpadkih in razveljavilvi nekaterih direktiv. Posledično je mogoče sklepati, da poskuša evropska zakonodaja z različnimi direktivami urejati eno področje na več načinov. Direktiva 2009/28/ES s 23. aprila 2009 namreč favorizira sežig odpadnega lesa in metodo, ki je v hierarhiji ravnanja z odpadki v Direktivi 2008/98/ES uvrščena med najnižjimi ravnani.

Predlagamo, da bi bil v EU na voljo poseben in celovitejši pravni akt o gospodarjenju z

odpadnim lesom, ki bi na osnovi določenih meril, kot so (1) poreklo odpadnega lesa, (2) lesne vrste, (3) stanja (stopnje dezintegracije lesnega tkiva), (4) čistosti in (5) vlažnosti lesa, lahko iskal določen konsenz in stik z Direktivo 2009/28/ES ter dokončno oblikoval primernost odpadnega lesa kot sekundarne surovine ali goriva. S tem bi bržkone na okoljskem, zakonodajnem in proizvodnem področju odpadnega lesa dolgoročno naredili korak naprej.

Nemčija je ena izmed prvih držav članic v EU, ki ni dopustila odlaganja odpadnega lesa na odlagališča. S tem je v izkoriščanju sekundarnih lesnih surovin naredila velik korak naprej. Izločanje lesa z odlagališč pomeni namreč (1) večjo uporabo sekundarnih lesnih surovin v materialne ali energetske namene, (2) manjšo zasedenost uporabnih kmetijskih površin, (3) manj emisij CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> v zraku, (4) manj neprijetnih vonjav, (5) manj strupenih snovi v zemlji in podtalnici. Vsekakor dovolj utemeljenih razlogov, ki lahko spodbudijo urejevalce predpisov v EU in Sloveniji, da se odločijo za dokončno in čimprejšnje prenehanje sprejemanja lesa na odlagališča.

### 4 • ZAHVALA

Avtorji se za finančno podporo zahvaljujejo projektu Ekoinženiring podjetja Brest Pohišstvo, d. o. o., Cerknica.

### 5 • LITERATURA

Affald, 21. Regeringens affaldsplan 1998–2004. Miljøog EnergiMinisteriet (waste 21), 1999.

ARSO, Količine nenevarnih lesnih odpadkov in njihovo upravljanje v Sloveniji med leti 2002–2010, neobjavljeno, 2012.

ARSO, Količine nevarnih lesnih odpadkov v Sloveniji med leti 2007–2010, neobjavljeno, 2014a.

ARSO, osebna komunikacija z Natašo Brežnik 7. 5 2014, 2014b.

Borgnes, D., Rikheim, B., Co-incineration of CCA-treated wood and municipal solid waste. v: Gallis, C., (ur.), Management of Recovered Wood: Reaching a Higher Technical, Economic and Environmental Standard in Europe, Klagenfurt: Proceedings of the 3rd European COST E31 Conference, 2007.

Boyle, G., Renewable energy – Power for a sustainable future – second edition. Oxford University Press, 2004.

BRD, Bundesrepublik Deutschland, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen, Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG, BGBl. I S. 721, 1974a.

BRD, Bundesrepublik Deutschland, Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 1. BImSchV, BGBl. I S. 2121, 1974b.

BRD, Bundesrepublik Deutschland, Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse, Biomasseverordnung, BGBl. I S. 1234, 2001.

BRD, Bundesrepublik Deutschland, Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz, Altholzverordnung – AltholzV, BGBl. I S. 3302, 2002.

BRD, Bundesrepublik Deutschland, Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich, Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG, BGBl. I S. 1658, 2008.

- BRD, Bundesrepublik Deutschland, Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, 4. BImSchV, BGBl. I S. 973, 2013a.
- BRD, Bundesrepublik Deutschland, Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen, 13. BImSchV, BGBl. I S. 719, 1983.
- BRD, Bundesrepublik Deutschland, Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen, 17. BImSchV, BGBl. I S. 132, 1990.
- BRD, Bundesrepublik Deutschland, Erneuerbare-Energien-Gesetz, BGBl. I S. 305, 2000.
- BRD, Bundesrepublik Deutschland, Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG, BGBl. I S. 2074, 2008.
- BRD, Bundesrepublik Deutschland, Verordnung über Deponien und Langzeitlager, Deponieverordnung – DepV, BGBl. I S. 900, 2009.
- Butala, V., Turk, J., Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije. FEMOPET Slovenija, 1998.
- Clausen, C. A., Bioremediation of treated wood with bacteria, v: Environmental impacts of treated wood. (ur.) Townsend, T. G., Solo – Gabriele, H., Taylor & Francis, Boca Raton, 2006.
- Connell, M., Issues facing preservative suppliers in changing market for treated wood. Bruselj, COST E22, 8, 2004.
- Cichy W., Pradzynski W., The influence of the degree of contamination of wood waste with urea-formaldehyde resins on the emission of gaseous combustion products during burning in low-power boiler, v: Gallis, C., (ur.), Management of Recovered Wood: Reaching a Higher Technical, Economic and Environmental Standard in Europe, Klagenfurt, Proceedings of the 3rd European COST E31 Conference, 2007.
- Davidson, P., Wood recycling and the packaging waste regulation, Paper to the Wood Recycling and packaging waste regulations conference, Timber Packaging and Palet Confederation, London, UK, 15. september 1999.
- Dobnikar, Š., Lesna industrija potrebuje sistemske rešitve, Eko dežela, 14. april, 2014.
- EEA, Spatial assessment of PM10 and ozone concentrations in Europe (2005), Technical report No. 1/2009, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009.
- EGS, Direktiva 84/360/EGS o boju proti onesnaževanju zraka iz industrijskih obratov, Official Journal L 188, 16 July 1984.
- ES, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market, Official Journal L 123/1, 1998.
- ES, Council directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, Official Journal L 182/1, 1999.
- ES, Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, Official Journal L 182, 1999.
- ES, Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste, Official Journal L 332/91, 2000a.
- ES, Commission Decision 2000/532/ES of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste, Official Journal L 226, 2000b.
- ES, Direktiva 2001/80/ES Evropskega parlamenta in Sveta o omejevanju izpustov nekaterih onesnaževal v zrak iz velikih kurilnih naprav, Official Journal L 309, 2001.
- ES, Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv, Official Journal L 312, 2008.
- ES, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Official Journal L 140, 2009.
- EU FBI, The European Forestry and Forest-Based Industries, More wealth through a sustainable use of renewable raw materials, Brussels, Forest-based industries forum, 2003.
- FAO, Energy conservation in the mechanical forest industries, FAO forestry paper 93, Rome, <http://www.fao.org/docrep/T0269E/T0269E00.htm>, 1990.
- Gazer, E. D., Yildiz, U., Yildiz, S., Dizman, E., Temiz, A., Removal copper, chromium and arsenic from CCA-treated yellow pine by oleic acid, Building and environment 41, 2006.
- Gayda S. V., Maksymiv V. M., From recycled post-consumer wood towards prime quality particleboard Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry, Collection of scientific and technical works, Lviv, UNFU, pub. 36, 2010.
- Grilc, V., Problemi s pripravo in uporabo trdnega goriva iz lesne biomase, Strokovni posvet na temo energijske izrabe odpadkov, Moravske Toplice, 2011.
- Gomes, H., Ribeiro, A. B., Lobo, V., Location model for CCA – treated wood waste remediation units, v: Gallis, C., (ur.), Management of recovered wood: Strategies towards a higher technical, economical and environmental standard in Europe, Bordeaux, 2nd European Cost E31 Conference, 2005.
- Gornik-Bučar, D., Lesni ostanki nastali v postopkih mehanske obdelave lesa, Posvet Les za izdelke ali kurjavo, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo in Tehnološki inštitut lesarstva, 2004.
- Helsen, L., Van den Bulck, E., Review of disposal technologies for chromated copper arsenate (CCA) treated wood waste, with detailed analyses of thermochemical conversion processes. Environmental pollution 134: 301–314, 2005.



- Helsen, L., Van den Bulck, E., Van Bael, M. K., Vanhoyland, G., Mullens, J., Thermal behaviour of arsenic oxides (As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and the influence of reducing agents (glucose and activated carbon), *Thermochimica Acta*, 414, 2004.
- Humar, M., Pomen odpadnega zaščitnega lesa, Posvet Les za izdelke ali kurjavo, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo in Tehnološki inštitut lesarstva, 2004a.
- Humar, M., Zaščita lesa danes – jutri, *Revija Les* 56, 6, 2004b.
- Humar, M., Zaščita lesa s kemičnimi sredstvi, *Kemija v šoli*, 16, 2004c.
- Humar, M., Anorganska onesnažila v odsluženem lesu in ploščah iz dezintegriranega lesa, *Les* 60, 3, 2008.
- Humar, M., Odslužen les – še neizkoriščen vir surovin v Sloveniji, *Uspeh – časopis Gospodarske zbornice Dolenjske in Bele Krajine*, 16, 2012.
- Humar, M., Pohleven, F., Fungicidne lastnosti 50 let starega odpadnega zaščitnega lesa. *Revija Les* 56, 10, 2004.
- Humar, M., Ribeiro, A., Amartej, S., Helsen, L., Ottosen, L., Remediation of CCA treated wood, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood: Reaching a Higher Technical, Economic and Environmental Standard in Europe*, Klagenfurt, Proceedings of the 3rd European COST E31 Conference, 2007.
- Höglmeier, K., Weber-Blaschke, G., Richter, K., Potentials for cascading of recovered wood from buildingdeconstruction—A case study for south-east Germany, *Resources, Conservation and Recycling* 78, 2013.
- Indufor, Study on the Wood Raw Material Supply and Demand for the EU Wood-processing Industries, Final Report, Helsinki, Finland, 2013.
- Kearley, V. C., Brown, M., Bonigut, J., Management options for treated wood waste and wood panel waste, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood: Strategies Towards a Higher Technical, Economical and Environmental Standard in Europe*, Bordeaux, Proceedings of the 2nd European COST E31 Conference, 2005.
- Kirschbaum, M. U. F., Temporary Carbon Sequestration Cannot Prevent Climate Change, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Volume 11, Issue 5–6, 2006.
- Krajnc, N., Kopše, I., Les – domač, obnovljiv in okolju prijazen vir energije, *Zavod za gozdove Slovenije, Gozdarski inštitut Slovenije, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije*, 2005.
- Lave, L. B., Eugene, P., Seskin, E. P., An Analysis of the Association between U.S. Mortality and Air Pollution *Journal of The American Statistical Association – J AMER STATIST ASSN* 01/1973, 68, 342, 1973.
- Malek, S., Waste-to-energy in Eastern and South Eastern Europe, v: Karagiannidis, A. (ur.), *Waste to Energy, Opportunities and Challenges for developing and transition economies*, 2012.
- Medved, S., Lesni ploščni kompoziti v arhitekturi – uporaba vlaknenk, iverk in OSB plošč, [http://www.lesena-gradnja.si/html/img/pool/Lesni\\_plo\\_\\_ni\\_kompoziti.pdf](http://www.lesena-gradnja.si/html/img/pool/Lesni_plo__ni_kompoziti.pdf), 2008.
- MGR, Ministrstvo za gospodarstvo, raziskave in tehnologijo RS, Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020, Ljubljana, 2010.
- Mokdad, A. H., Marks, J. S., Stroup, D. F., Gerberding, J. L., Actual Causes of Death in the United States, *JAMA*, 291,10, 2004.
- Magin, G., An introduction to wood waste in the UK, *Fauna & Flora International*, Cambridge, UK, 2001.
- Marutzky, R., Schriever, E., Emission bei der Verbrennung von Holzplattenresten, *Holz Roh Werkst*, 44, 1986.
- Merl, A. D., Humar, M., Okstad, T., Picardo, V., Ribeiro, A., Steierer, F., Amounts of recovered wood in COST E31 countries and Europe, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood: Reaching a Higher Technical, Economic and Environmental Standard in Europe*, Klagenfurt, Proceedings of the 3rd European COST E31 Conference, 2007.
- Merl, A. D., Reuse, recycling, and energy generation of recovered wood from building construction – Showcase Vienna, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood: Reaching a Higher Technical, Economic and Environmental Standard in Europe*, Klagenfurt, Proceedings of the 3rd European COST E31 Conference, 2007.
- MKO – Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Osebna komunikacija z Lucijo Jukić- Soršak, december – februar 2013/2014, 2014.
- McKeever, D., Falk, R., Woody residues and solid waste wood available for recovery in The United States, 2002, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood: Recycling, Bienergy and other Options*, Thessaloniki, Proceedings of the 1st European COST E31 Conference, 2004.
- Murphy, R., McQuillan, P., Jermer, J., Peek, R.-D., Preservative treated wood as a component in the recovered wood stream in Europe – A quantitative and qualitative review, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood, bioenergy and other option*, Thessaloniki, Proceedings of the 1st European COST E31 Conference, 2004.
- Ottosen, L. M., Hansen, H. K., Electrokinetic cleaning of heavy metal polluted soil, Internal report, Technical report, Technical University of Denmark, Denmark, 1992.
- Peek, R. D., Latest developments in waste wood management – The German ordinance on waste wood, v: Gallis, C., (ur.), *Management of Recovered Wood, bioenergy and other option*, Thessaloniki, Proceedings of the 1st European COST E31 Conference, 2004.
- Pohleven, F., The current status of use of wood preservatives in some European countries – summary of the answers to the questionnaire – the last correction in February 1998. *COST E2, Bruselj*, 2, 1998.
- Pohleven, F., S predelavo lesa in uporabo lesnih izdelkov proti podnebnim spremembam, *Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi*, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 2009.

- Pohleven, F., Pomen SGLTP za povezavo gozdarstva, predelave in energetske izrabe lesa ter oblikovanja z industrijo, v: Pohleven, F., (ur.), Gozd in les – razvojna priložnost Slovenije, [http://www.sgltp.net/doc/Zbornik\\_gozd\\_in\\_les\\_DS.pdf](http://www.sgltp.net/doc/Zbornik_gozd_in_les_DS.pdf), Knjižna zbirka: Zbornik referatov in razprav, št. 5/2010.
- Polanc, J., Lesni in gozdni sečni ostanki kot gorivo, Maribor, Magistrsko delo na Fakulteti za strojništvo, 2011.
- Petrol, Gibanje cen goriv, <http://www.petrol.si/na-poti/za-vozilo/goriva-q-max/gibanje-cen-goriv>, 8. 5. 2014.
- Piškur, M., Pomen rabe lesa z vidika nacionalne bilance CO<sub>2</sub>, Gozdarski inštitut Slovenije, [http://www.ditles.si/Files/DOM\\_10/5\\_pomen%20rabe%20lesa\\_Mitja\\_Piskur.pdf](http://www.ditles.si/Files/DOM_10/5_pomen%20rabe%20lesa_Mitja_Piskur.pdf), 2009.
- Risholm–Sundman, M., Vestin, E., Emissions during combustion of particleboard and glued veneer, Holz als Roh- und Werkstoff, 63, 2005.
- Ribeiro, A. B., Mateus, E. P., Ottosen, L. M., Bech-Nielsen, G., Electrodialytic removal of Cu, Cr, and As from chromated copper arsenate treated timber waste, Environmental science and technology, 34, 2000.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov, Ur. l. RS, št. 73, 1994.
- RS, Republika Slovenija, Energetski zakon, Ur. l. RS, št. 79, 1999.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o mejnih vrednostih emisije snovi v zrak iz velikih kurilnih naprav, Ur. l. RS, št. 73/2005, 68/2012, 2005.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališča, Ur. l. RS, št. 32, 2006.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja, Ur. l. RS, št. 31/2007, 61/2009, 2007a.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav, Ur. l. RS, št. 34/2007, 23/2011, 2007b.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o sežiganju odpadkov, Ur. l. RS, št. 68, 2008a.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo, Ur. l. RS, št. 57, 2008b.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni v sproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom, Ur. l. RS, št. 37/2009a.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, Ur. l. RS, št. 37/2009, 43/2012, 2009b.
- RS, Republika Slovenija, Uredba o odpadkih, Ur. l. RS, št. 103, 2011.
- Saal, U., Industrial wood residues, v: EUwood – Final report, Hamburg/Germany, junij 2010.
- Seinfeld, J. H., Pandis, S. N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change (2nd ed.), Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- Solo–Gabriele, H., Townsend, T., Florida Center for Solid and hazardous waste management, Report 00–03, 2000.
- Stephan, I., Peek, R. D., Biological detoxification of wood treated with salt preservatives, The international research group for wood preservation, IRG/WP 92-3717, 12, 1992.
- SURS, Statistični urad RS, Okolje, energetika in transport v številkah, <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>, 2011.
- Tavčar, B., Pozimi je v Sloveniji zrak najslabši, Delo, 29. 12. 2012.
- Townsend, T. G., Solo-Gabriele, H. M., Environmental impacts of treated wood. CRC/Taylor & Francis, Boca Raton 501, 2006.
- Van Benthem, M., Leek, N., Mantau, U., Holger Weimar, H., Markets for recovered wood in Europe: Case studies for the Netherlands and Germany based on the biochange project, v: Gallis, C., (ur.), Management of Recovered Wood: Reaching a Higher Technical, Economic and Environmental Standard in Europe, Klagenfurt, Proceedings of the 3rd European COST E31 Conference, 2007.
- Van Riet, C., Sustainable use of wood for products and energy: Conflict or opportunity? The situation of the European wood-based panel industry, v: Gallis, C., (Ur.), Management of Recovered Wood, bioenergy and other option, Thessaloniki, Proceedings of the 1st European COST E31 Conference, 2004.
- Vimpolšek, B., Lerher, T., Potrč, I., Mikuljan, M., Kutnar, A., Lesni odpadki in biomasa: pravna ureditev v Sloveniji in Nemčiji. 1. del – Gospodarjenje z odpadnim lesom, Gradbeni vestnik, julij 2014.
- Werner, F., Modelling of Wood Products in Life Cycle Assessment with Special Emphasis on Recycling and End-of-life, Research and Work Report 115/48 EMPA Laboratory 115, Group Ecology, February, 2002.
- Železnik, K., Uporaba trdnega goriva iz neonesnažene lesne biomase - V peč le lesni odpadki z ustreznim »spričevalom«, <http://www.ozs.si/obrtnik/Aktualna%C5%A1tevilka/Okolje/Podrobnost%C4%8DI>, 2011.