

## Odslužen les – surovinski vir z velikim potencialom

### *Recovered Wood – Raw Material with Great Potential*

Miha HUMAR<sup>1</sup>, Boštjan LESAR<sup>2</sup>

#### **Izvleček:**

Humar, M., Lesar, B.: Odslužen les – surovinski vir z velikim potencialom; Gozdarski vestnik, 74/2016, št. 7-8. V slovenščini in izvlečkom v angleščini, cit. lit. 18. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Les sodi med najpomembnejše surovine v Sloveniji. Izrazita prednost lesa je njegov nizek ogljični odtis. Vendar to velja le za les, s katerim ustrezno ravnamo tudi po koncu življenjske dobe. Odlaganje biorazgradljivih odpadkov na deponije se odraža v emisijah metana, ki, če jih ne ujamejo, lahko povsem izničijo okoljske prednosti lesa. Zato je nujno treba poskrbeti za primerno ravnanje z lesom tudi po koncu življenjske dobe.

**Ključne besede:** les, odslužen les, kaskadna raba lesa, odpadki

#### **Abstract:**

Humar, M., Lesar, B.: Recovered Wood – Raw Material with Great Potential; Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 74/2016, vol 7-8. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 18. Translated by authors, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Wood is the most important renewable material in Slovenia. Its low carbon footprint is one of the most important environmental benefits of the wood. However, low environmental profile is valid only for wood which is managed properly at the end of its service life. Deposition of wood and other biodegradable materials to landfills results in huge methane emissions, which completely diminish environmental benefits of wood, if methane is not somehow captured. Therefore, proper management systems for recovered wood at the end of its service life have to be developed.

**Key words:** wood, recovered wood, cascade use of wood, waste

## 1 ZAKONODAJNO OZADJE

### 1 LEGISLATION BACKGROUND

V strokovni in zakonski terminologiji se med seboj pogosto mešajo termini odpadek, ostanek in stranski proizvod ter odslužen les. Terminologija, ki je uporabljena v posameznem dokumentu, je pogosto odsev časa in odraža pogled družbe na splošno veljavno problematiko. Odpadek je v različnih družbah definiran kot:

- stvar, za katero njen lastnik ne prevzema več odgovornosti (Zakonodaja iz ZDA),
- odpadki so vse, čemur je pretekel rok uporabe (Stališče OZN),
- vsako snov ali stvar, ki je navedena v Prilogi 1 in jo je lastnik odvrigel oz. je namenjena za odmet (EU do leta 2008).

V Direktivi 2008/98/ES ter Uredbi o odpadkih (Uradni list RS, 103/2011) je odpadek definiran kot snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči. Ta definicija ima veliko pomanjkljivost. O uporabnosti

oziroma neuporabnosti se praviloma odloča le imetnik odpadka. Pogosto je odločitev povsem racionalna. Marsikateri »odpadek« je še vedno uporaben, a morda zaradi majhne količine in stroškov, povezanih s prevzemom, za imetnika ne pomeni vira dohodka, temveč le strošek, ki se ga mora znebiti na najlažji način. Velika večina odpadkov je navedenih v katalogu odpadkov. Vsaka vrsta odpadkov iz omenjenega kataloga ima svojo šifro, ki omogoča lažjo komunikacijo in izmenjavo podatkov.

Širša definicija odpadka je: Odpadek je vsaka snov oziroma predmet v tekočem, plinastem ali trdnem agregatnem stanju neznanega lastnika ali ki ga proizvajalec, lastnik ali imetnik ne more ali

<sup>1</sup> Izr. prof. dr. M. H., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI 1000 Ljubljana, Slovenija, miha.humar@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> B. L., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI 1000 Ljubljana, Slovenija, bostjan.lesar@bf.uni-lj.si

ne želi uporabiti sam, ga ne potrebuje, ga moti oziroma mu škodi ali ga je zaradi interesov varstva okolja oziroma drugega javnega interesa treba obdelati, predelati ali odložiti, kot je predpisano.

V direktivi 2008/98/ES sta dodatno pojasnjena pojma: "end-of-waste" in stranski produkt.

Direktiva o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (2008/98/ES) definira stranski proizvod kot:

- ima zagotovljeno nadaljnjo uporabo brez predhodne posebne obdelave,
- je proizveden kot integralni del rednega proizvodnega postopka,
- je njegova uporaba zakonita, t.j., da izpolnjuje vse produktne, zdravstvene in okoljske zahteve za specifično uporabo.

Omenjena direktiva jasno definira, kdaj so snovi ali predmeti, ki nastanejo pri proizvodnem procesu, katerega glavni namen ni proizvodnja takšnih snovi ali predmetov, stranski proizvodi in ne odpadki. Odločitev, da neka snov ni odpadek, je mogoče sprejeti le na podlagi usklajenega pristopa, ki se redno posodablja, in kadar je to skladno z varstvom okolja in zdravja ljudi. Če je uporaba stranskega proizvoda dovoljena z okoljevarstvenim dovoljenjem ali splošnimi okoljskimi predpisi, lahko države članice na podlagi tega določijo, da splošni škodljivi vplivi na okolje in zdravje ljudi niso pričakovani; predmet ali snov se lahko šteje za stranski proizvod le, če so izpolnjeni določeni pogoji. Ker so stranski proizvodi uvrščeni v kategorijo proizvodov, bi moral biti njihov izvoz v skladu z zahtevami ustrezne zakonodaje skupnosti. Da bi dosegli prenehanje statusa odpadka, je lahko postopek predelave enostaven. Določilo ne izključuje nevarnih odpadkov kot stranskih proizvodov!

Lesni ostanki, ki nastajajo med industrijskim procesom, so tipičen primer stranskega proizvoda. Sekance ali žagovino lahko uporabimo v številne namene: od ivernih plošč, peletov, briketov, nastilja za živali ... Lesni ostanki imajo ceno. Njihovega nastanka pa ni mogoče preprečiti v celoti. V določenih koledarskih oziroma časovnih obdobjih je veliko povpraševanje po lesnih ostankih. V takih primerih številni sodobni žagarski obrati optimizirajo svojo proizvodnjo tako, da nastaja

več oziroma manj posameznih izdelkov. Lesni ostanki so torej v skladu z zakonodajo definirani kot stranski proizvod (Helsen in Van den Bulck, 2005; Humar in sod. 2007).

V povezavi s terminom lesni odpadki ali lesni ostanki se pogosto pojavljata tudi termina obdelava odpadkov in ponovna uporaba. Obdelava odpadkov pomeni postopke predelave ali odstranjevanja, ki vključujejo pripravo za predelavo ali odstranjevanje. Ponovna uporaba pomeni vsak postopek, pri katerem se proizvodi ali sestavni deli, ki niso odpadki, ponovno uporabijo za namene, za katere so bili prvotno izdelani ali kateri drug namen.

V skupino »end of waste« spadajo odpadki, ki jih ni mogoče oziroma jih ne smemo uporabiti v noben drug namen, kot da jih sežgemo v posebej za to namenjenih kotlih ali jih odložimo na posebne deponije. Takih odpadkov ne smemo ponovno uporabiti ali jih reciklirati. V to skupino spadajo zelo onesaženi lesni ostanki ali odslužen les, kot je na primer les, zaščiten z živosrebrovim kloridom ali polikloriranimi bifenioli. Skupina »end of waste« zajema odpadke, ki jih na noben način ni mogoče varno ponovno uporabiti, jih reciklirati... Zanje ni povpraševanja in jih ni mogoče ali jih ne smemo prodati.

## 2 ODSLUŽEN LES 2 RECOVERED WOOD

Odslužen les (angleški izraz: recovered wood, post consumed wood) je les na koncu (po koncu) življenjske dobe. V to skupino sodijo: odslužen konstrukcijski les, staro pohištvo, ostanki pakirnega materiala ... Med odslužen les ne prištevamo industrijskih ostankov, sečnih ostankov (Preglednici 1 in 2).

V EU ni celovite direktive, ki bi obravnavala odslužen les. Tudi v slovenski zakonodaji les ni celovito obravnavan. Problematiko odsluženega lesa delno zajema Uredba o predelavi odpadkov v trdna goriva in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/2014). Ta uredba je nastala pod močnim vplivom nemške Uredbe o gospodarjenju z odsluženim lesom (Altholzverordnung – AltholzV) (2002). Nemčija je na tem področju orala ledino in se je kot prva v EU zavedala potenciala odsluženega lesa. Uredba o odsluženem lesu je v Nemčiji začela

**Preglednica 1:** Primerjava odsluženega lesa in lesnih ostankov z vidika lastnosti

*Table 1: Comparison of characteristics of recovered wood and wood residues*

Merilo	Odslužen les	Ostanki
Viri	Nastaja izredno razpršeno	Nastaja točkasto
Kakovost	Spremenljiva	Homogena
Količine	Težko predvidljive	Načrtovane
Anorganske nečistoče	da	ne
Ostanki biocidov, težkih kovin	da	ne

**Preglednica 2:** Število in raznolikost virov lesnih ostankov in odsluženega lesa

*Table 2: Number and variability of recovered wood and wood residues*

Odslužen les	Ostanki
820 000 gospodinjestev	875 lesnopredelovalnih podjetij
Kakovost in količina izredno nihata	Kakovost je enotna
Trg še ni v celoti vzpostavljen	Obstaja trg

veljati 1. marca 2003, kasneje pa je bila deležna še nekaj sprememb. Temu dokumentu so v Nemčiji namenili veliko pozornosti, saj je bila zasnovana kot model za razvrščanje in klasificiranje odsluženih materialov. Uredba jasno navaja, za kaj so primerne posamezne vrste odsluženega lesa.

Uredba o gospodarjenju z odsluženim lesom (Altholzverordnung – AltholzV) razvršča les v štiri skupine glede na onesnaženost. Za vsako od skupin določi tudi možnosti nadaljnje uporabe.

- **Razred A I:** Les, ki je v svojem naravnem stanju in je bil morda le mehansko obdelan in ni onesnažen s kemikalijami.
- **Razred A II:** Lepljen, s površinskimi premazi obdelan les. Lepila in premazi ne vsebujejo halogeniranih ogljikovodikov ali premazov za les.
- **Razred A III:** Odslužen les, obdelan s premazi, ki vsebujejo halogenirane ogljikovodike, a ne vsebujejo biocidnih proizvodov za zaščito lesa.
- **Razred A IV:** Odslužen les, obdelan z zaščitnimi sredstvi za les (železniški pragovi, telefonski drogovi, ograje .... V ta razred uvrstimo les, ki ga ne moremo uvrstiti v nižje tri razrede, razen lesa, ki vsebuje PCB.

### 3 RABA ODSLUŽENEGA LESA 3 USE OF RECOVERED WOOD

V slovenski zakonodaji so za razliko od evropskih direktiv določene mejne vrednosti onesnaževal, ki določajo namen in postopke nadaljnje rabe. Najstarejša priporočila za mejne vrednosti posameznih onesnaževal navaja EPF (European Panel federation – Evropsko združenje proizvajalcev ivernih plošč). Priporočila EPF so nastala na podlagi Evropskega združenja za standardizacijo, CEN CR 13387, 2004, Child use and care articles – General and common safety guidelines. Te mejne vrednosti imajo po eni strani velik pomen. Iverne in kompozite plošče, izdelane iz odsluženega lesa, se uporabljajo tudi za izdelavo otroških igrač in pohištva. Vnaprej je nemogoče vedeti, za kaj se bodo uporabljale plošče iz odsluženega lesa. Pred tridesetimi leti so bile iverne plošče podvržene velikemu pritisku zaradi emisij formaldehida, zato želijo na vsak način preprečiti, da bi se ponovno znašle na črnem seznamu. Mejne vrednosti za posamezna onesnažila, ki jih predpisuje slovenska Uredba o predelavi odpadkov v trda goriva in njegovi uporabi (stare in nove zahteve) in EPF, so prikazane v preglednici (Preglednica 4).

Vzroki za onesnaženje so lahko zelo različni (Preglednica 3) (Amartey, 2007) in vključujejo obrabo strojev, onesnaženost med transportom, obdelavo z biocidi in površinskimi premazi. Vzroki so povzeti iz standarda prCEN/TS 14961, 2004.

A I lahko uporabljamo praktične v vse namene: od uporabe za kompozite do energetske rabe. V skladu s priporočili kaskadne rabe lesa (Slika 6) je to relativno nesmiselno. Takšen les bi bilo bolj smiselno uporabiti za izdelavo kompozitov, ki

**Preglednica 3:** Vzroki za prisotnost posameznih onesnažil v odsluženem lesu in povprečne vrednosti posameznih kemijskih elementov v neobdelanem lesu

*Table 3: Sources of respective pollutants in recovered wood and standard values of selected pollutants in untreated wood*

Onesnažilo	Vzrok za prisotnost v odsluženem lesu*	Povprečna vrednost v lesu *(ppm)
Cl	biocidi v zaščitnih pripravkih za les, onesnaženje med skladiščenjem ali transportom zaradi soljenja cest, klorirana voda za izdelavo plošč, ostanki plastičnih mas	100
Ca	ostanki gradbenega materiala	900
Cr	vezava biocidnih učinkovin v les, antioksidant v površinskih premazih, ostanki motornih olj, obraba kovin zaradi mehanske obdelave (mletja)	1
Fe	korozija jekla v stiku z lesom, obraba kovin zaradi mehanske obdelave (mletja)	25
Ni	ostanki motornih olj, obraba kovin zaradi mehanske obdelave (mletja)	0,5
Cu	biocidi v zaščitnih pripravkih za les	2
Zn	dodatek v površinskih premazih	10
As	biocidi v zaščitnih pripravkih za les	<0,1
Br	ostanki protipožarnih premazov	
Mo	ostanki motornih olj	
Sn	biocidi v zaščitnih pripravkih za les	
Cd	dodatek v plastiki, laminatih, dodatek v površinskih premazih	0,1
Ti	Antioksidant v površinskih premazih	<20
Pb	Dodatek v površinskih premazih Kontaminacija med transportom Dodatek v plastiki	2

Kot je razvidno iz primerjave nemške in slovenske uredbe, so mejne vrednosti povsem izenačene. Stara uredba je bila bistveno ostrejša kot nemška priporočila in ni nastala na podlagi znanstvenih izhodišč. Primerjava uredbe EPF in slovenske ureditve pa pokaže, da so slovenske zahteve relativno ostre. Vprašanje, je ali so tako ostre meje smiselne ali ne.

Odslužen les lahko rabimo v različne namene. Ves les ni namenjen za vse rabe. Les iz kategorije

bi jih po koncu naslednjega življenjskega cikla uporabili za energetske namene. Bistveno več omejitev se nanaša na rabo ostankov premazanega lesa. Na trgu je nemogoče dobiti čisto mešanico lesa iz kategorije A II, pač pa se navadno pojavlja kot mešanica A II in A III. Ta les ni primeren za uporabo za lesne kompozite, lahko pa ga uporabimo za izdelavo aktivnega oglja ali sintetičnih plinov (Jungmeier in sod., 2004).

**Preglednica 4:** Mejne vrednosti za vsebnost nevarnih snovi v lesu v skladu z uredbo AltholzV, Slovensko uredbo iz leta 2008 in 2015 ter priporočilom EPF

*Table 4: Limit values of selected hazardous compounds in wood according to AltholzV directive. Slovenian ordinance and EPF recommendation*

Element	AltholzV	SLO Uredba, 2015	SLO Uredba, 2008	EPF, 2004
B	/	/	30	
As	2	2	3	25
Cu	20	20	/	40
F	100	100	30	100
Cu	/	/	20	40
Cd	2	2	/	50
Cl	600	600	150	1000
Cr	30	30	/	25
Pb	30	30		90
Hg	0,4	0,4	0,4	25
PCP	3	3	/	/
PCB	5	5	/	/

#### 4 NAČIN OBDELAVE LESNIH »ODPADKOV«

#### 4 POSSIBILITIES FOR »WASTE« WOOD TREATMENTS

Direktiva 2008/98/ES o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv odpadke stranskih proizvodnih procesov (člen 5) že zaznava tudi kot sekundarno surovino. Za les to pomeni predvsem odpadke iz skupine 03 (A III). Odpadek preneha biti odpadke (člen 6), ko je predelan, vključno z recikliranjem, in izpolnjuje določena merila. Obstaja več postopkov odstranjevanja odpadkov, in sicer: sežig, odlaganje, predelava ...

#### 4.1 Odlaganje

##### 4.1 Disposal

Odlaganje odpadkov na odlagališča sodi med najmanj zaželene načine ravnanja z odpadki. zmogljivosti skladišč so omejene in javnost je izjemno nenaklonjena odpiranju novih deponij. Poleg tega med anaerobno razgradnjo lesa nastaja toplogredni plin metan, ki ima še večji toplogredni potencial kot ogljikov dioksid. To področje obravnava Direktiva Sveta 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih in smo jo v Sloveniji sprejeli preko Uredbe o odlaganju odpadkov na

odlagališčih (Ur. list RS, št. 32/2006, 98/2007, 62/2008, 53/2009, 61/2011). Skupno stališče obeh zakonodajnih paketov je, da želimo omejiti odlaganje odpadkov na deponije, še posebno biorazgradljivih odpadkov. Slovenska direktiva določa mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov, obvezno ravnanje in druge pogoje za odlaganje ter pogoje in ukrepe v povezavi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanja po njihovem zaprtju. Neupoštevanje te uredbe je povzročilo velike težave pri pridobivanju okoljevarstvenih dovoljenj za odlagališča, zato je bilo treba številna zapreti. Namen Uredbe je, da se v življenjskem obdobju odlagališča zmanjšajo učinki škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak in da glede globalnega onesnaženja okolja zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in preprečijo tveganje za zdravje ljudi.

Tudi v svetu praviloma lesnih odpadkov ne odlagajo več, saj so odlična surovina za številne potencialne rabe. Še vedno pa odlagamo, pepel in žlindro, ki nastaneta po toplotni obdelavi odsluženega lesa. V tujini te odpadke odlagajo v zaprte rudnike soli. Največ odpadnega lesa še vedno odložijo v ZDA, pri čemer pa so velike

razlike. V bolj razvitih državah (Kalifornija, New York) ga veliko uporabijo v energetske namene, v osrednjih delih ZDA pa ga večina konča na odlagališčih. Iz ZDA prihaja tudi znana težava, povezana z odlaganjem odsluženega lesa. Iz lesa, ki je bil impregniran s pripravki na osnovi arzenovih spojin, se je v vlažnih-močvirnih odlagališčih na Floridi arzen izpiral in povsem onesnažil podtalnico, ki so jo uporabljali za pitno vodo (Solo-Gabriele in Townsend, 2000).

- s fizikalno-kemijskimi postopki je mogoče očistiti tudi onesnažen odslužen les. Tipična primera sta ekstrakcija z vodno raztopino organskih kislin, EDTA ali elektro-kemijsko čiščenje.

### 4.3 Energijska izraba odpadkov

#### 4.3 Energy use of wood waste

Energijska izraba odpadkov obsega več postopkov, odvisno od onesnaženosti in kakovosti lesnih



**Slika 1:** Mešanica gradbenih odpadkov, ki jih je nemogoče sortirati. V tem primeru je odlaganje edina rešitev (foto: M. Humar)

**Figure 1:** Mix of building waste which is almost impossible to separate. In this case disposal is a feasible solution (photo: M. Humar)

### 4.2 Predelava

#### 4.2 Processing

Predelava vključuje naslednje postopke: fizikalno-kemijske postopke, toplotne, elektrokemijske ... Z elektrokemijskimi postopki spremenimo fizikalno-kemijske lastnosti odpadka do take mere, da ga lahko odlagamo na ustrezno mesto ali sežigamo. Tipični primeri elektrokemijskih postopkov so:

- iz hidrokislov težkih kovin pridobimo kovine, težko topne kovinske soli (primerno kot nadomestilo primarnih surovin), filtrat, ki ne vsebuje ostankov nevarnih snovi,

ostankov oziroma onesnaženosti biomase. V zakonodaji te postopke pogosto imenujemo toplotna obdelava odpadkov, ki vključuje (Helsen in Van den Bulck, 2005):

- incineracijo
  - zahteven, natančno voden in kontroliran postopek visokotemperaturnega oksidativnega sežiga,
  - incineracija terja natančne reakcijske razmere (temperatura, zadrževalni čas, turbolenca in hitrost hlajenja plinov, pravilna mešanica odpadkov idr.),

- z nadzorom razmer gorenja preprečimo nastajanje strupenih snovi ter zagotovimo ustrezno čiščenje plinov, nevtralizacijo tekočih odpadkov,
  - temperatura mora presegati 1200°C
- pirolizo
- toplotna razgradnja organskih materialov v območju 300°C do 600°C brez prisotnosti kisika
  - produkti so gorljivi plini, katran, olja in koks
  - nastalo oglje pa vsebuje primesi kovin in stekla, ki jih je mogoče ločiti
  - zaenkrat se piroliza uporablja le za industrijske odpadke
- uplinjanje je toplotna razgradnja oziroma delna oksidacija v atmosferi z omejeno količino kisika in pri temperaturi od 800°C do 2000°C. Dobljeni reakcijski produkti so delno gorljivi plini in bolj ali manj inertni trdni preostanki (Helsen in Van den Bulck, 2005).

#### 4.4 Zakonsko ozadje uporabe odsluženega lesa kot goriva

#### 4.4 Legislation background for use of recovered wood as fuel

Pri nas področje predelave lesnih ostankov in odsluženega lesa v energetske namene obravnava Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (UL RS, 96/2014). Uredba se nanaša na biomaso, kot jo pojmuje uredba:

*Biomasa so biološki odpadki iz predpisa, ki ureja odpadke, rastlinski odpadki iz kmetijstva in gozdarstva ter obratov za predelavo lesa, celuloze, papirja in kartona, živalski stranski proizvodi in pridobljeni proizvodi iz 14. točke tega člena, biorazgradljivi odpadki iz industrije usnja in krzna, biorazgradljivi gradbeni odpadki, ter biorazgradljivi odpadki iz predelave komunalnih odpadkov in ostalih primerljivih dejavnosti.*



Slika 2: Rešetka kotla za incineracijo odsluženega lesa (foto: M. Humar)

Figure 2: Grate of the boiler for incineration of wood (photo: M. Humar)

Uredba prepoveduje, da se v trdno gorivo predeluje odpadke, ki niso navedeni v prilogi 1 te uredbe. Trdno gorivo, ki ne ustreza določbam te uredbe, je pod klasifikacijsko številko 19 12 10 prepovedano zbirati, prevažati, z njim trgovati ali ga posredovati ter uporabljati.

Kot predelavo odpadkov v trdno gorivo se šteje:

- mehansko obdelavo, kot so drobljenje, mletje in sekanje,
- toplotno obdelavo, kot je dehidracija, zaradi zmanjšanja vsebnosti vode,
- mešanje gorljivih tekočih odpadkov s trdnimi odpadki zaradi njihovega strjevanja,
- mešanje odpadkov zaradi doseganja željene neto kurilne vrednosti ali
- kombinacijo postopkov iz prejšnjih alinej.

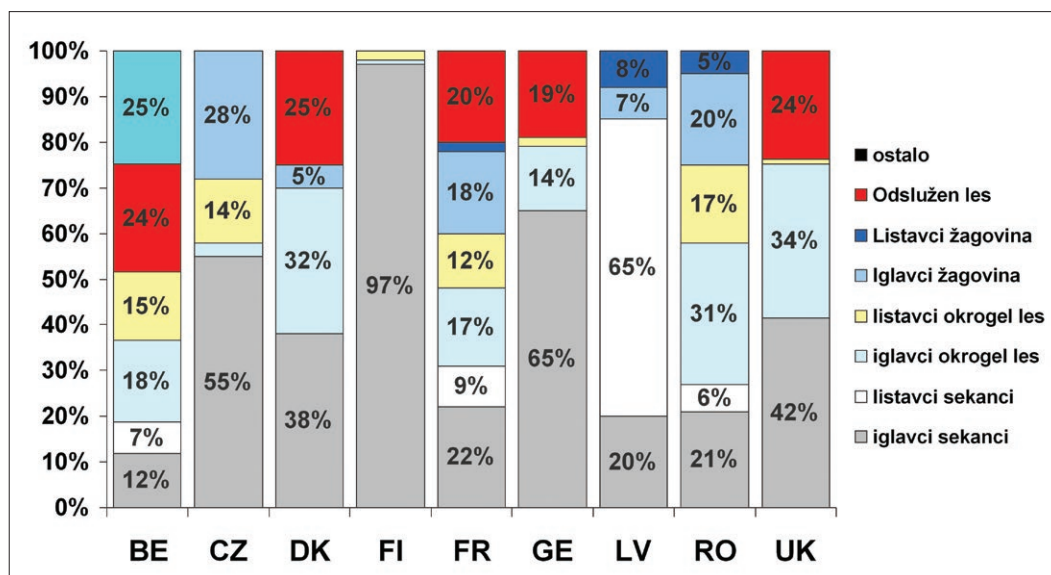
odsluženega lesa je predelava v iverne ali vlaknene plošče. Pri tem se spremeni oblika lesa: iz večjih velikosti ga predelamo v manjše (Humar, 2010).

Delež odsluženega lesa v kompozitih je zelo odvisen od surovinskega zaledja in okoljske oza-veščenosti države. Finska, na primer, ima dovolj lastne surovine, zato ne uporablja odsluženega lesa za izdelavo kompozitov. Po drugi strani pa Belgija, kjer je dobro razvito zbiranje in sortiranje odpadkov in malo gozdov, reciklira veliko lesa v lesne kompozite (Slika 3).

## 4.6 Ponovna uporaba

### 4.6 Reuse

Ponovna uporaba je na prvi pogled zelo podobna recikliranju. Industrijsko razvite države bi se



Slika 3: Delež odsluženega lesa v ivernih ploščah proizvajalcev iz izbranih držav (Vir: EPF)

Figure 3: Shares of recovered wood in the particle boards in respective countries (Source: EPF)

## 4.5 Recikliranje

### 4.5 Recycling

Recikliranje pomeni vsak postopek predelave, pri katerem se odpadne snovi ponovno predelajo v proizvode, materiale ali snovi za prvotni namen ali druge namene. Opredelitev vključuje ponovno predelavo organskih snovi, ne vključuje pa energetske predelave in ponovne predelave v materiale, ki se bodo uporabili kot gorivo ali za zasipanje. Tipičen primer recikliranja lesnih ostankov in

morale učiti od držav v razvoju, kjer velik delež odpadkov znova uporabijo ali reciklirajo. Ponovna uporaba je praviloma z vidika varovanja okolja še boljše kot njihovo recikliranje. Tudi za recikliranje so potrebne dodatne surovine in energija, le v bistveno manjši količini. V nasprotju s tem pa pri ponovni uporabi stvari ostanejo v prvotni obliki, zato ne potrebujemo dodatne energije in surovin. Recikliranje odsluženega lesa je v polnosti vključeno v sistem industrijske predelave. Po





Slika 4: Primer ponovne rabe odsluženih železniških pragov (foto: M. Humar)

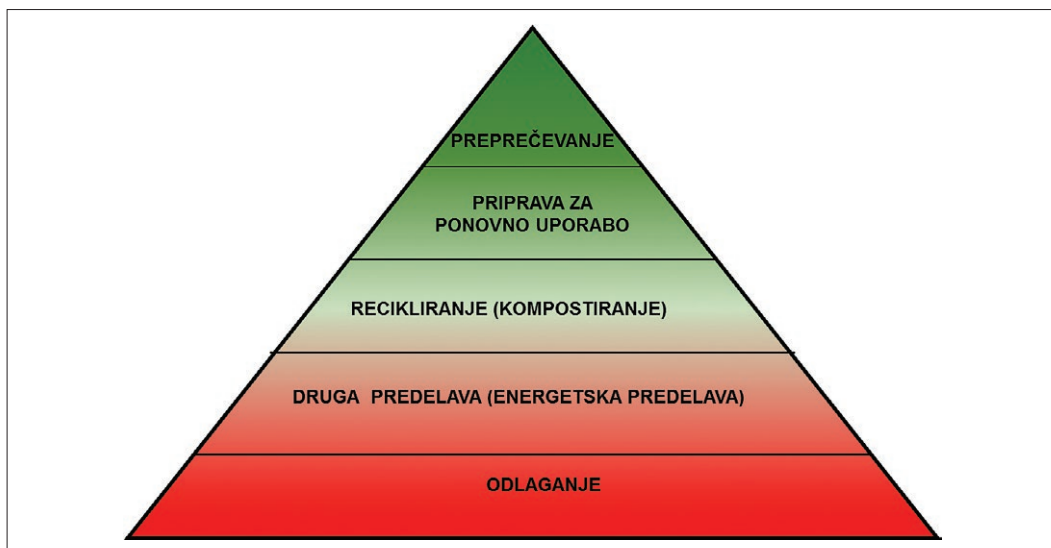
Figure 4: Example of the reuse of railroad slippers (photo: M. Humar)

drugi strani pa koncept ponovne uporabe še ni v celoti zaživel. Ponovna uporaba se je uveljavila le v manjših podjetjih, socialnem podjetništvu. Že zelo dolgo pa je koncept ponovne uporabe lesa živ v številnih slovenskih družinah. Staro pohištvo so pogosto ponovno uporabili v drugih prostorih. Iz starih omar so izdelali police za shrambo ... (Lesar in sod., 2016)

## 5 HIERARHIJA RAVNANJA Z ODPADKI

### 5 WASTE HIERARCHY

Hierarhija ravnanja z odpadki določa prednostni vrstni red, ki je najbolj celovita rešitev za okolje v okviru zakonodaje in politike o odpadkih. Hierarhija upravljanja z odpadki je v Evropski Uniji



Slika 5: Shematski prikaz hierarhije ravnanja z odpadki. Ravnanja, ki so navedena na vrhu piramide, imajo prednost pred ravnanji na dnu piramide

Figure 5: Waste hierarchy

natančno definirana v skladu z Direktivo 2008/98/ES. Direktiva določa in definira ukrepe, ki bodo pripomogli k boljšemu varovanju okolja, boljšemu zdravju ljudi in večji kakovosti življenja. To je mogoče doseči s preprečevanjem ali zmanjševanjem škodljivih vplivov, ki izhajajo iz neustreznega ravnanja z odpadki. Direktiva povsem spreminja pogled na ravnanje z odpadki; na odpadke ne gleda kot težavo, temveč kot priložnost. Za lažjo odločitev direktiva zato uvaja naslednjo hierarhijo ravnanja z odpadki:

1. preprečevanje;
2. pripravo za ponovno uporabo;
3. recikliranje (sem sodi tudi kompostiranje);
4. druga predelava, npr. energetska, in
5. odstranjevanje (ki je razumljeno kot odlaganje).

V lesarstvu se je uveljavil sistem tako imenovane kaskadne rabe lesa (Slika 6) (Humar, 2012). Les je material z vsaj dvema ali tremi uporabnostnimi cikli: najprej ga uporabimo kot produkt

(žagan les, gradbene komponente, pohištvo), drugič kot material v reciklirnem procesu (iverne plošče, lesno-plastični kompoziti) in slednjič za pridobivanje energije. Konkurenčni materiali (plasti, jeklo, beton) lahko sicer imajo nekaj tehničnih prednosti, vendar sta njihovo energijsko in okoljsko ravnovesje na podlagi določil ocene življenjskega cikla (LCA) bistveno slabša od lesa (Kutnar in sod., 2012).

## 6 SKLEPI 6 CONCLUSIONS

Odslužen les postaja vedno pomembnejši surovinski vir. Ponovna uporaba in reciklaža lesa zmanjšujeta pritisk na gozdove in zmanjšujeta emisije ogljikovega dioksida zaradi neprimerne odlaganja lesa. Les ohranja okoljske prednosti kot material le, če z njim ustrezno ravnamo po koncu primarne življenjske dobe. V Sloveniji so prednosti odsluženega lesa že spoznala nekatera podjetja, ki se ukvarjajo z zbiranjem in predelavo odpadkov.



Slika 6: Shematski prikaz kaskadne rabe lesa (vir: EPF)

Figure 6: Schematic representation of cascade use of wood. (Source EPF)

## 7 POVZETEK

Glavni namen tega prispevka je, predstaviti problematiko odsluženega, oziroma reciklirane lesa. V prvem delu članka, predstavimo relevantno slovensko in evropsko zakonodajo. V naslednjem koraku je predstavljen pojem odslužen les, ki se močno razlikuje od pojma lesni ostanki. Znano je, da ima vsak izdelek omejeno življenjsko dobo, vključno z lesenimi izdelki. Na koncu življenjske dobe se postavi vprašanje, kaj storiti z odsluženim lesom. V Evropi ta material vedno bolj pridobiva na pomenu. Glavni vzrok temu so omejene zaloge lesa in višjih cen drugih goriv, predvsem nafte. V Evropi se odslužen les uporablja v različne namene, kot so: proizvodnja energije in iverne plošče. Odlaganje odsluženega lesa na deponije ni več zaželeno, in ni v skladu s predpisi in smernicami EU. Pričakovati je, da bo odlaganje biorazgradljivih odpadkov v bližnji prihodnosti povsem prepovedano. Glavni razlog za to odločitev je dejstvo, da pri anaerobni razgradnji lesa na deponijah nastajajo velike količine metana (toplogrednih plinov), če niso predhodno zajeti. Kljub tej direktivi, v Evropi še vedno znatne količine lesa še vedno končajo na deponijah. Nadaljnjo uporabo odsluženega lesa v največji meri ovira prisotnost onesnaževal, ki izvirajo iz kontaminacije med proizvodnim procesom ali uporabe tekom življenjske dobe. Tako je precej težko najti lesene izdelke, ki niso bili niti lepljene, površinsko prevlečeni ali obdelani z biocidi. Les iz ruševin je pogosto onesnažen z ostanki betona, ometa, oksidirane železa, biocidov, itd. Vse te snovi lahko povzročijo težave po koncu življenjske dobe. Kljub vsemu se znatne količine odsluženega lesa uporabijo za proizvodnjo ivernih plošč, zlasti v Belgiji, Španiji, Nemčiji, Italiji, Veliki Britaniji in na Danskem. Evropsko združenje proizvajalcev ivernih plošč (EPF) je pripravilo prostovoljni standard, ki obravnava prisotnost onesnaževal v surovini za proizvodnjo plošč, kjer so opredeljene najvišje koncentracije za najpogostejše onesnaževala. Na koncu članka je predstavljena še hierarhija ravnanja z odpadki ter kaskadna raba lesa. Predstavljenih je tudi nekaj praktičnih primerov.

## 7 SUMMARY

The main objective of this article is to provide introduction to recovered wood. In the first part of the paper, Slovenian and European legislation is introduced. In the next step, recovered wood is defined and clearly distinguished from wood residues. Each product has limited service life, including wooden products. At the end of its service life, there is an issue what to do with recovered wood, for example. This material is becoming more and more important, due to limited supplies and higher prices of other fuels, above all oil. In Europe, recovered wood is used for various purposes, but energy and particle board production are the most important end uses. Disposal of recovered wood to land-fields is not desired according to the EU regulations and it is expected that it will be banned in the near future. The main reason for this decision is the fact, that there are considerable amounts of methane (green house gas) emitted during anaerobic degradation of wood in land-fields (if not captured before). In spite of this directive, considerable amounts of wood are still land-fielded, and part of it is used for energy purposes under non-controlled conditions. Some issues related to recovered wood originate from contamination during production process or within service life. It is rather difficult to find wooden products that were not either glued, surface coated or treated with biocides. Wood from construction and demolition sites is frequently contaminated with concrete residues, oxidized iron, etc., as well. All these chemicals can cause difficulties at the end of the service life. Considerable amounts of recovered wood are used for particle board production, particularly in Belgium, Spain, Germany, Italy, UK, and Denmark. European panel federation (EPF) prepared voluntary standards for raw material for panel boards production, where maximal concentrations of the selected, most frequent, pollutants are defined. At the end of the article special emphasis is given to waste hierarchy and finally cascading, and cascade use of wood is defined and introduced in practice.

**8 ZAHVALA****8 ACKNOWLEDGEMENTS**

Izvedbo te raziskave je omogočilo sofinanciranje Agencije za raziskovalno dejavnost v okviru programa P4-0015 – Programska skupina les in lignocelulozni kompoziti ter Ministrstva za znanost, šolstvo in šport s sofinanciranjem projekta v okviru iniciative Wood Wisdom Net – ReWoBioRef (Mobilisation and utilisation of Recycled Wood for lignocellulosic BioRefinery processes).

**9 VIRI****9 REFERENCES**

- Altholzverordnung. 2002. Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz ( Altholzverordnung - AltholzV ). 1–16.
- Amartey, S. A., Ribeiro, A., Humar, M., Helsen, L., Ottosen, L. 2007. Remediation of CCA treated wood waste. Management of recovered wood : reaching a higher technical, economic and environmental standard in Europe, Gallis, C., Thessaloniki: University studio press. Thessaloniki, 117–130
- CEN CR 13387. 2004. Child use and care articles. Safety guidelines.
- CEN/TS 14961. 2005. Solid biofuels - Fuel specifications and classes. European Committee for Standardization
- Direktiva 2008/98/ES. 2008. Evropskega parlamenta in Sveta o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv. Dostopno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0098> (1. 7. 2016)
- Direktiva Sveta 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih Dostopno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0031&from=SL> (1. 7. 2016)
- European panel federation. 2002. EPF standard for delivery conditions of recycled wood. 1–7. <http://www.europanel.org/upload/EPF-Standard-for-recycled-wood-use.pdf> (1. 7. 2016)
- Helsen, L., Van den Bulck, E. 2005. Review of disposal technologies for chromated copper arsenate (CCA) treated wood waste, with detailed analyses of thermochemical conversion processes. Environmental Pollution, 134: 301–314.
- Humar, M., Ribeiro, A., Amartey, S., Helsen, L., Ottosen, L. 2007. Remediation of CCA treated wood waste. Management of recovered wood: reaching a higher technical, economic and environmental standard in Europe, Gallis, C., Thessaloniki: University studio press. Thessaloniki, 117–130.
- Humar, M. 2010. Inorganic pollutants in recovered wood from Slovenia and boards made of disintegrated wood. The open environmental engineering journal, 3: 1–6.
- Humar, M. 2012. Odslužen les : še neizkoriščen vir surovin v Sloveniji. Uspeh, 16: 10–11.
- Jungmeier, G., Hillring, B., Hurley, J., Humar, M., Fruehwald, A., Gallis, C. 2004. COST ACTION E31 - management of recovered wood. V: GALLIS, Christos (ur.). Management of recovered wood: recycling, bioenergy and other options : proceedings, Thessaloniki, 22 – 24 April 2004. Thessaloniki: University studio press, Publishers of academic books and journals, 17–28.
- Kutnar, A., Krč, J., Krajnc, N., Piškur, M., Tavzes, Č., Humar, M. 2012. Analiza življenjskega cikla (LCA) - objektivno merilo okoljskih zahtev zelenih javnih naročil (ZEJN) = Life cycle analysis (LCA) - objective assessment of the environmental requirements in the frame of green public procurement. Les, 64, 6: 181–186.
- Lesar, B., Humar, M., Hora, G. 2016. Onesnažila v odsluženem lesu iz reciklažnih in komunalnih podjetij. V: KRAIGHER, Hojka (ur.), HUMAR, Miha (ur.). Ideja, inovacija, inovacija : zbornik povzetcov znanstvenega srečanja Gozd in les. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, str. 27–28.
- Solo-Gabriele, H., Townsend, T. 2000. Florida Center for Solid and Hazardous Waste Management. Report #00-03
- Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih. 2011. Ur. L. RS, št. 9, 61/2011. Dostopno na: <https://www.uradni-list.si/1/content?id=104808> (1. 7. 2016)
- Uredba o odpadkih. 2011. Ur. L. RS, št. 103/2011. Dostopno na: <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=2011103&stevilka=4514> (1. 7. 2016)
- Uredba o predelavi odpadkov v trdna goriva in njegovi uporabi. 2014. (Ur. L. RS št. 96/2014) Dostopno na: <https://www.uradni-list.si/1/content?id=120112> (1. 7. 2016)