

# DEJAVNIKI NARAVNE ODPORNOSTI LESA IN NJEGOVA TRAJNOST

Factors of natural durability and service life of wood

**Izvleček:** V članku je podan pregled literature o naravni odpornosti, trajnosti lesa in dejavnikih, ki nanju vplivajo. Nadalje je predstavljena variabilnost odpornosti lesa znotraj drevesa in med posameznimi drevesi. Naravna odpornost lesa poleg mesta vgraditve in načina uporabe vpliva na trajnost lesa, ki je za uporabnika lesa pomembnejša od same naravne odpornosti. Zato so na koncu predstavljeni še testi trajnosti oziroma odpornosti lesa in problemi pri razvrščanju lesa v odpornostne razrede.

**Ključne besede:** les, naravna odpornost, trajnost, ekstraktivne snovi, testi odpornosti

**Abstract:** This article presents a literature overview about natural durability, service life and factors that influence them. Further variability of wood resistance in tree and between individual trees is presented. Natural durability of wood together with service conditions and mode of use influence the service life, which is more important than just natural durability. Therefore the tests of service life and natural durability, respectively, along with problems with wood sorting in durability classes are introduced in the end of article.

**Keywords:** wood, natural durability, service life, extractives, durability tests

## Uvod

V svetu se je v zadnjem času močno povečalo zanimanje za materiale in izdelke, ki med pridobivanjem, obdelavo in predelavo v najmanjši možni meri obremenjujejo okolje. Eden takšnih materialov je zagotovo les. Les velja za okolju prijazen material, zato postaja uporaba strupenih kemikalij v zaščitnih pripravkih za les vedno bolj sporna. Naravna odpornost lesa je čedalje bolj cenjena lastnost lesa, saj je ključnega pomena za dolgo uporabo nezaščitenega lesa. V prispevku so predstavljeni dejavniki, ki vplivajo na naravno odpornost lesa. Nato so predstavljeni standardi in metode testiranja za razvrščanje lesa po naravni odpornosti ter njihove prednosti in pomanjkljivosti.

## Naravna odpornost

Naravna odpornost je v najširšem pomenu definirana kot odpornost lesa proti delovanju fizikalnih, kemijskih ali bio-

loških dejavnikov (Dinwoodie, 2000). Daleč najpomembnejši so biološki dejavniki razkroja, zato standard SIST EN 350-1 (1994) definira naravno odpornost kot lastnost, ki jo ima les v naravnem zdravem stanju in označuje dovzetnost na škodljivce.

## Naravna odpornost beljave in jedrovine

Mednarodno združenje lesnih anatomov (IAWA 1964 cit. po Torelli, 2003) je definiralo beljavo kot »(navadno) periferni del debla ali veje z živim parenhimom, ki vsebuje rezervne snovi (npr. škrob)«. Beljava rastočega drevesa vsebuje žive parenhimske celice, rezervno hrano in ima visoko vlažnost. Isto združenje definira jedrovino kot »notranje plasti lesa v rastočem drevesu, kjer je parenhim odmrli, rezervne snovi (npr. škrob) v njem pa so se odstranile ali transformirale v jedrovinske snovi.« Ojedritev je starostni, genetsko programiran pojav, ki slej ko prej nastopi pri večini lesnih vrst. Pri nekaterih se pojavi že v prvih desetletjih življenja, pri drugih pa se beljava ne pretvori v jedrovino tudi po 100 in več letih. Prve tvorijo pravo jedrovino (črnjavo), medtem ko druge tvorijo diskoloriran les. Njegov nastanek je močno odvisen od dejavnikov

\* univ. dipl. inž., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1000 Ljubljana, e-pošta: bostjan.lesar@bf.uni-lj.si

\*\* doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

\*\*\* prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

okolja (Torelli, 2003; Čufar, 2006). V procesu ojedritve žive parenhimske celice začnejo odmirati, ob tem se običajne biokemijske poti presnove spremenijo in nastajati začnejo predhodniki jedrovinskih snovi ali ekstraktivov. Ekstraktivi se začno kopičiti že v živih celicah v prehodni coni. Jedrovinske snovi so nizkomolekularne in penetrirajo v celično steno. Pri vrstah, ki tvorijo diskoloriran les, pa nastajajo visokopolimerne enote in ne morejo penetrirati v celično steno. Zato le-te ne vplivajo na povečano naravno odpornost lesa (Torelli, 2003; Čufar, 2006).

Les je bolj odporen proti razkroju z glivami ter bakterijami, kot lignocelulozni material večine drugih rastlin. Glavni razlog za naravno odpornost posamezne lesne vrste so biološko aktivni ekstraktivi v jedrovini (Panshin in De Zeeuw, 1980; Viitanen in sod., 1997; Dinwoodie, 2000; Windesen in sod., 2002; Haupt in sod., 2003; Aloui in sod., 2004; Guilley in sod., 2004; Bhat in sod., 2005).

Beljava vseh lesnih vrst, tudi tistih z zelo odporno jedrovino, ni odporna proti biološkim dejavnikom razkroja zaradi pomanjkanja biološko aktivnih ekstraktivov, ki bi zavirali rast mikroorganizmov. Poleg tega rezervna hrana v parenhimskih celicah povečuje dovzetnost na razkroj (Panshin in De Zeeuw, 1980). Zaradi tega je beljava vseh lesnih vrst po standardu SIST EN 350-2 (1994) razvrščena v najnižji odpornostni razred 5 (zelo občutljivo na razkroj) (preglednica 1).

Odpornost jedrovine v primerjavi z beljavo iste drevesne vrste je boljša predvsem zaradi vsebnosti ekstraktivov. Ekstraktivne snovi se nahajajo v stenah ali lumnih celic in predstavljajo zelo širok spekter kemičnih spojin, ki imajo v drevesu fungistatičen in bakteriostatičen učinek. Najvažnejši so polifenoli, ki vključujejo tanine, antocianine, flavone, katehine, lignane itd. Pogosto se pojavljajo še maščobe, maščobne kisline, voski in hlapljivi ogljikovodiki (Čufar, 2006). Toksične substance so v večini primerov polifenoli (Dinwoodie, 2000), pri hrastu je to na primer elagitanin (Guilley in sod., 2004), pri tiku sta to tektokinon in deoksilapahol (Haupt in sod., 2003), pri macesnu pa je to

taksifolin (Gerlinger in sod., 2004). Poleg jedrovinskih snovi je zelo pomembna tudi koncentracija hranilnih snovi. Še posebno vsebnost dušika v lesu igra pomembno vlogo, saj glive, kot tudi insekti, potrebujejo dušik za sintezo aminokislin in hitina (Panshin in De Zeeuw, 1980).

Vendar pa samo z ekstraktivi ne moremo vedno v zadostni meri pojasniti naravne odpornosti lesa. Hidrofobnost lesa ima tudi zelo pomemben učinek na naravno odpornost (Gerardin in sod., 2004). Hidrofobnost povečujejo snovi, odložene v lumnih celic (tile, gumozni depoziti), smole. Tile zmanjšujejo mobilnost vode v lesu, kar pripomore k zmanjšanju izpiranja ekstraktivov iz hrasta (Aloui in sod., 2004). Poleg tega drugi avtorji navajajo, da je prisotnost til v pozitivni korelaciji z naravno odpornostjo hrasta (Ayadi in sod., 2001). Enak učinek kot imajo pri hrastu tile, imajo gumozni depoziti pri afriški drevesni vrsti *Prosopis africana* (Gerardin in sod., 2004). Poleg že omenjenih dejavnikov na vlažnost vpliva še nižja stopnja difuzivnosti (Panshin in De Zeeuw, 1980; Dinwoodie, 2000). Vse zgoraj naštetu neugodno vpliva na ravnovesje med zrakom in vodo, ki je nujno potrebno za rast gliv (Panshin in de Zeeuw, 1980).

Na naravno odpornost lesa proti glivam odločilno vpliva tudi zgradba celične stene. Celične stene lesa sestavljajo veliki kompleksi netopnih polimerov z visoko molekulsko maso. Te spojine morajo mikroorganizmi s svojimi encimi spremeniti (depolimerizirati) v enostavnejše produkte, da jih kasneje lahko presnovijo. Lignifikacija celične stene fizično preprečuje dostop encimom do polisaharidov (celuloze, hemiceluloze). Poleg tega je delovanje glivnih encimov v glavnem omejeno le na nekristalinične (amorfne) dele celuloze (Panshin in de Zeeuw, 1980).

Gostota lesa vpliva tudi na naravno odpornost lesa, vendar pa gost les sam po sebi ne pomeni nujno dobre naravne odpornosti. Tako je bukovina veliko manj odporna od jedrovine bora ali rdeče cedre (Panshin in de Zeeuw, 1980; SIST EN 350-2, 1994), kljub temu, da je bukovina gostejša. Pri hrastu na gostoto vpliva širina branik - širše so, višja je gostota (Čufar, 2006). Humar in sodelavci (2008)

### ■ Preglednica 1. Razvrstitev lesnih vrst v 5 odpornostih razredov. Podatki veljajo za jedrovino. Beljava vseh lesnih vrst je razvrščena v 5. razred odpornosti (SIST EN 350-2, 1994).

**Table 1. Classification of wood species in 5 durability classes. Data are valid for heartwood. Sapwood of all wood species is classified into the 5th durability class (SIST EN 350-2, 1994).**

Razred odpornosti		Trajnost (leta)	Drevesna vrsta
Zelo odporne	1	20+	robinija (1-2)*, iroko, tik
Odporne	2	15-20	kostanj, dob, tisa
Zmerno odporne	3	10-15	oreh, macesen, bor (3-4), duglazija
Neodporne	4	5-10	smreka, jelka, brest
Zelo občutljive	5	<5	javor, breza, gaber, lipa, topol, bukev

so ugotovili, da širina branik pomembno vpliva na naravno odpornost jedrovine hrasta; širše kot so branike, bolj odporen je les. Odpornost vzorcev jedrovine hrasta z zelo ozkimi branikami (0,7 mm) proti ogljeni kroglici (*Hypoxylon fragiforme*) je bila primerljiva z odpornostjo bukovine (Humar in sod., 2008; Fabčič, 2008). A odpornosti ne moremo popolnoma pojasniti s širino branik, saj je količina ekstraktivov ravno tako pomemben dejavnik, ki vpliva na naravno odpornost (Aloui in sod., 2004).

### Razlike v naravni odpornosti lesa v drevesu in med predstavniki iste vrste

Naravna odpornost jedrovine je najvišja na zunanjem delu tik ob beljavi in se proti notranjosti zmanjšuje. Najnižja je tik ob strženu (Viitanen in sod., 1997; Dinwoodie, 2000; Bhat in Florence, 2003; Gerlinger in sod., 2004; Guilley in sod., 2004; Flaete in Haartveit 2004; Bhat in sod., 2005; Kokotuse in sod., 2006), v smeri nasprotnega radia pa praviloma ni bistvene razlike (Guilley in sod., 2004 in Bhat in sod., 2005). Opisan vpliv oddaljenosti od stržena na odpornost velja za les iglavcev in listavcev, ki rastejo v zmernem klimatskem pasu.

Do zmanjšanja odpornosti notranjih plasti jedrovine po vsej verjetnosti pride zaradi encimskih ali mikrobioloških sprememb v ekstraktivih zaradi staranja drevesa (Dinwoodie, 2000) in zaradi izpiranja v vodi topnih biološko aktivnih ekstraktivov (Panshin in de Zeeuw, 1980; Aloui in sod., 2004). Aloui in sodelavci (2004) navajajo, da se toksičnost zmanjša zaradi naravne oksidacije ekstraktivov ali njihove kontinuirane polimerizacije, pri čemer se tvorijo manj fungitoksične komponente. Naslednji pomemben vzrok je tudi manjša vsebnost ekstraktivnih snovi v juvenilnem lesu (Gierlinger in Wimmer, 2004). Prav tako je dokazano, da je zunanja jedrovina starejših dreves odpornejša kot pri mlajših drevesih primerljive velikosti (Viitanen in sod., 1997; Bhat in Florence, 2003). Povečanje odpornosti zunanjega dela jedrovine v starejših drevesih bi utegnila biti starostna komponenta. V starejšem drevju naj bi bili ekstraktivi bolj toksični (Panshin in de Zeeuw, 1980), možno pa je tudi, da drevesa s starostjo proizvedejo večje količine ekstraktivov (Haupt in sod., 2003). Naravna odpornost variira tudi po višini drevesa, velja, da narašča z naraščanjem razdalje od korenin (Reis, 1973).

Naravna odpornost lesa posameznih dreves iste vrste lahko variira v zelo širokem območju in je večja od variabilnosti znotraj drevesa (Panshin in De Zeeuw, 1980; Viitanen in sod., 1997; Dinwoodie, 2000; Bhat in Florence, 2003; Gerlinger in sod., 2004; Guilley in sod., 2004; Flaete in Haartveit 2004; Bhat in sod., 2005; Kokotuse in sod., 2006). Takšna variabilnost je najverjetneje posledica različnega delovanja genov (Viitanen in sod., 1997; Viitanen, in sod., 1998),

predvsem vpliva genetske zgradbe na tvorbo biološko aktivnih ekstraktivov (Bhat in Florence, 2003). Poleg tega se moramo zavedati, da vitalnost drevesa in lastnosti rastišča ravno tako vplivajo na naravno odpornost jedrovine (Panshin in de Zeeuw, 1980). Guilley s sodelavci (2004) navaja, da obstaja velika razlika v naravni odpornosti hrasta (*Quercus petraea*), ki raste v različnih regijah Francije. Naravna odpornost jedrovine hrasta je variirala med zelo odporno (prvi razred) in neodporno (četrti razred). Vrsta rastišča in lokacija sta zelo pomembni tudi pri tiku (*Tectona grandis*). Les tika iz naravnih rastišč v Indoneziji in Mjanmaru je zelo odporen (prvi razred), medtem ko je les tika iz Tajske le odporen (drugi razred). Poleg tega pa prihaja do velikih razlik v odpornosti plantažiranega tika. Naravna odpornost tika s plantaž v Togu se zelo razlikuje, 90 % lesa je zelo odpornega do odpornega, 10 % lesa pa je le zmerno odpornega ali celo neodpornega (Kokotuse in sod., 2006).

### Vpliv časa sečnje na naravno odpornost lesa

V preteklosti je bilo glavno vodilo pridobiti predvsem kakovosten les za gradnjo, izdelavo pohištva in tudi za kurjavo, zato so sečnjo prilagodili letnemu času in zlasti luninim menam. Najbolj ugodna so bila obdobja ob »stari luni« v drugi polovici decembra, januarja in prvi polovici februarja, ko je hranljivih snovi v lesu najmanj. Les so sekali tudi po Velikem šmarnu (po 15. 8.), v drugi polovici avgusta, ko se je vegetacijski proces nekoliko umiril (Hazler, 2008). Vendar pa po podatkih iz literature čas sečnje nima neposrednega vpliva na lastnosti lesa, vključno z njegovo naravno odpornostjo (Panshin in de Zeeuw, 1980; Torelli, 2005). Zimski čas predstavlja druge prednosti, klimatski pogoji so na primer v hladnejših mesecih neugodni za delovanje gliv in insektov, s čimer se zmanjša možnost okužbe lesa pred uporabo. Les zimske in letne sečnje je enako (ne)odporen, če je med uporabo izpostavljen klimatskim pogojem, ki so ugodni za rast in razvoj gliv in insektov (Panshin in de Zeeuw, 1980).

### Trajnost lesa in njeno določanje

Trajnost lesa je obdobje, v katerem les ohrani vse svoje relevantne lastnosti. Odvisna je od naravne odpornosti lesa ter mesta in načina uporabe. Vsi vemo, da lahko ostrešje ali pohištvo, izdelano iz neodporne smrekovine, zdrži dlje časa kot hrastovi koli v zemlji. V praksi pravimo, da so koli bolj ogroženi kot ostrešje ali pohištvo, zato moramo za izdelavo teh izdelkov uporabiti različne materiale in postopke zaščite, da lahko dosežemo primerljivo trajnost. Da bi se lažje odločili za pravo vrsto lesa ali primeren postopek zaščite, so evropski strokovnjaki lesene izdelke razdelili v pet različnih razredov izpostavitve glede na njihovo ogroženost oziroma mesto vgradnje (preglednica 2).

■ **Preglednica 2. Evropski razredi izpostavitve lesa glede na mesto uporabe (SIST EN 335-1/2, 1992)**  
**Table 2. European use classes (SIST EN 335-1/2, 1992)**

Razred izpostavitve	Mesto uporabe	Vlažnost lesa	Izdelki
I	nad tlemi, pokrito, suho	pod 20 %	pohištvo
II	pokrito, nad tlemi, nevarnost močenja	občasno nad 20 %	stavbno pohištvo
III	nad tlemi, nepokrito, pogosto močenje	pogosto nad 20 %	vrtno pohištvo
IV	v tleh ali vodi, stalno vlažno	stalno nad 20 %	koli, pragovi
IV	v morski vodi	stalno nad 20 %	piloti

Povedali smo že, da je variabilnost naravne odpornosti lesa zelo velika, poleg tega pa na trajnost lesa vplivajo še drugi dejavniki. Zato so strokovnjaki razvili številne metode testiranja naravne odpornosti, s pomočjo katerih razdelimo les v odpornostne razrede, kot je to na primer po standardu SIST EN 350-2 (1994). V praksi se uporabljajo laboratorijski testi (SIST EN 113) in terensko testiranje. Laboratorijski testi so dobri kot presejalni testi, s katerimi hitro dobimo prve rezultate o novi lesni vrsti ali zaščitnem postopku oziroma sredstvu (Raberg in sod., 2005). Bolj zanesljivi pa so terenski testi (Rapp in sod., 2006), saj so prilagojeni posameznim razredom izpostavitve in nam tako dajo bolj natančne podatke o naravni trajnosti posamezne drevesne vrste. Največ terenskih testov je namenjenih testiranju lesa v tretjem in četrtem razredu izpostavitve (slika 1). V zadnjem času se še posebno povečuje število testov za tretji razred izpostavitve, saj les v četrtem razredu izpostavitve zamenjujejo drugi materiali. Natančen pregled testov za testiranje naravne trajnosti lesa nad zemljo so pripravili Raberg in sodelavci (2005).

Terenski testi so zelo dolgotrajni, zato so začeli strokovnjaki razvijati nove hitre metode določanja naravne odpornosti na osnovi barve jedrovine. Barva jedrovine je v tesni korelaciji s količino toksičnih snovi v ekstraktivih (Gerlinger in sod., 2004; Kokotuse in sod., 2006). Metodo na osnovi CIEL\*a\*b\* sistema bi lahko uporabljali za določanje naravne odpornosti macesna (Gerlinger in sod., 2004) ter določanje odpornosti plantažne tikovine (Kokotuse in sod., 2006), saj je spektrofotometer enostaven za uporabo in meritev na vsakem kosu lesa traja le nekaj sekund. S pomočjo te metode bi lahko določili naravno odpornost vsaki deski posebej in tako že na žagarskem obratu razvrščali les po naravni odpornosti. Vendar bodo za določanje kriterijev in za lesove z neobarvano jedrovino terenski testi še vedno potrebni.

Terenski testi v tretjem razredu izpostavitve so zelo različni, od testov, kjer vzorci visijo (slika 2) in voda takoj odteče, do testov, kjer voda zastaja na vzorcih (dvoslojni test (slika 3), Lap-joint (slika 4)). Pomembni sta tudi mikro- in



■ **Slika 1. Terenski test naravne odpornosti za četrti razred izpostavitve – v stiku z zemljo (foto: Miha Humar)**  
**Fig. 1. Natural durability field test for the fourth use class – in ground contact (photo: Miha Humar)**



■ Slika 2. Terenski test naravne odpornosti lesa, kjer se vzorci lahko zelo hitro sušijo (foto: Miha Humar)  
 Fig. 2. Natural durability field test where fast drying of samples is possible (photo: Miha Humar)



■ Slika 3. Terenski dvoslojni test naravne odpornosti lesa, ki po SIST EN 335-1/2, 1992 ustreza izpostavljenosti, kot jo opredeljuje tretji razred uporabe (glej tudi preglednico 2) (foto: Miha Humar)  
 Fig. 3. Double layer field test of natural durability, which according to SIST EN 335-1/2, 1992 corresponds to the third use class exposure (see also Table 2) (photo: Miha Humar)



■ Slika 4. Lap-joint terenski test (foto: Miha Humar)  
Fig. 4. Lap-joint field test (photo: Miha Humar)

makroklima, kjer se opravljajo testi. Različna mikroklima (v senci dreves v primerjavi z izpostavitvijo na soncu in vetru, razdalja med njima je bila le 150 m) ima večji vpliv na razkroj kot različna makroklima v Nemčiji (Augusta in Rapp, 2003; Rapp in sod., 2006). Zato Rapp in sodelavci (2006) navajajo, da je tretji razred izpostavitve zelo širok in bi ga bilo potrebno razdeliti na dva do tri podrazrede, da bi lahko bolj natančno predvideli naravno trajnost lesnih vrst. Temu sledijo tudi nove smernice EU razredov izpostavitve, ki bodo v prihodnosti III razred izpostavitve razdelile v več podrazredov.

Po vsem svetu so bile narejene številne raziskave naravne odpornosti lesa. Vendar imajo rezultati le omejeno vrednost, pogosto ni navedenega natančnega postopka testiranja, poleg tega tudi ni splošnega klasifikacijskega sistema za razvrstitev lesnih vrst po naravni odpornosti (Willeitner in Peek, 1997). Zavedati se moramo, da ne bo nikoli obstajal sistem, s katerim bi bilo mogoče natančno predvideti naravno trajnost posamezne lesne vrste, saj na potek razgradnje vplivajo številni specifični in nespecifični dejavniki (Willeitner in Peek, 1997). Poleg tega natančna klasifikacija lesnih vrst v odpornostne razrede ni možna, ker je les raznolik biološki material in je razvrstitev v posamezne razrede le približna. Zato dokument, kot je standard SIST EN 350-2, lahko uporabljamo le kot smernice (Van Acker in sod., 2003).

## Sklepi

Na naravno odpornost lesa v največji meri vplivajo ekstraktivne snovi, vendar pa samo z ekstraktivi ni možno pojasniti naravne odpornosti. Poleg ekstraktivov na naravno odpornost vpliva še hidrofobnost sestavin celične stene, zgradba lesa, gostota idr. Naravna odpornost lesa iste vrste ni vedno enaka, ampak se spreminja tako v drevesu kot tudi med posameznimi drevesi. Zaradi velike variabilnosti naravne odpornosti lesa se močno razlikuje tudi

njegova trajnost, ki pa je odvisna tudi od mesta vgradnje in načina uporabe. Trajnost lesa je za uporabnika lesa pomembnejša od same naravne odpornosti, saj nam pove, koliko časa bo les obdržal svoje relevantne lastnosti. Zato je pomembno, da pri testiranju naravne odpornosti dobimo čimbolj natančno oceno trajnosti lesa, da lahko potem izberemo pravo lesno vrsto za določen namen uporabe.

## Literatura

1. Aloui F., Ayadi N., Charrier F., Charrier B. (2004) Durability of European oak (*Quercus Petrea* and *Quercus robur*) against white rot fungi (*Coriolus versicolor*): relations with phenol extractives. Holz als Roh und Werkstoff, 62: 286-290.
2. Augusta U., Rapp A. O. (2003) The natural durability of wood in different use classes. International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 03-10457. 15 s
3. Ayadi N., Charrier B., Irmoulin M., Charpentier J., Jay Al-lemmand C., Feuillat F., Keller R. (2001) Interspecific variability of European oak durability against white rot fungi (*Coriolus versicolor*): Comperation between sessile oak and penduncle oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*). International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 01-10393. 8 s.
4. Bhat K., Florence E. (2003) Natural decay resistance of juvenile Teak wood grown in high imput plantations. Holzfor-schung, 57: 453-455.
5. Bhat K., Thulasidas P., Maria Florence E. (2005) Wood durability of home-garden teak against brown-rot and white-rot fungi. Trees, 19: 654-660.
6. Čufar K. (2006) Anatomija lesa. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana. 185 s.
7. Dinwoodie J. (2000) Timber: Its nature and behaviour. E & FN Spon, London. 257 s.
8. Fabčić B. (2008) Vpliv širine branik hrastovine na naravno odpornost proti glivam razkrojevalkam. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo. Ljubljana. 77 s.
9. Flaete P., Haartveit E. (2004) Non-destructive prediction of decay resistance of *Pinus sylvestris* heartwood by Near

- Infrared Spectroscopy. Scandinavian journal of forest research, 19: 55-63.
10. **Gerardin P., Neya B., Dumarcay S., Petrissans M., Serraj M., Huber F.** (2004) Contribution of gums to natural durability of *Prosopis africana* heartwood. *Holzforchung*, 58: 39-44.
  11. **Gerlinger N., Jacques D., Grabner M., Wimmer R., Schweininger M., Rozenberg P., Paques L.E.** (2004) Colour of larch heartwood and relationships to extractives and brown-rot decay resistance. *Trees*, 18: 102-108.
  12. **Gierlinger N., Wimmer R.** (2004) Radial distribution of heartwood extractives and lignin in mature European Larch. *Wood and fibre science*, 36: 387-394.
  13. **Guilley E., Charpentier J., Ayadi N., Snakkers G., Neveu G., Charrier B.** (2004). Decay resistance against *Coriolus versicolor* in Sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.). analysis of the between-tree variability and correlations with extractives, tree growth and other basic properties. *Wood Science and Technologie*, 38: 539-554.
  14. **Haupt M., Leithoff H., Meier D., Puls J., Richter H., Faix O.** (2003) Heartwood extractives and natural durability of plantation-grown teakwood (*Tectona Grandis* L.) a case study. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 31: 473-474.
  15. **Hazler V.** (2008) Les v gradbenem izročilu Slovenije. *Les*, 60: 229-237.
  16. **Humar M., Fabčič B., Zupančič M., Pohleven F., Oven P.** (2008) Influence of xylem growth ring width and wood density on durability of oak heartwood. *International Bioteterioration and Biodegradation*, doi:101016/j.ibiod.2008.03.010, 4 s.
  17. **Kokotuse A., Stokes A., Bailleres H., Kokou K., Baudasse C.** (2006) Decay resistance of Togolese teak (*Tectona grandis* L.f) heartwood and relationship with colour. *Trees*, 20: 219-223.
  18. **Panshin A., De Zeeuw C.** (1980) *Textbook of Wood Technology*, 4 izd. McGraw-Hill, New York. 722 s.
  19. **Raberg U., Edlund M., Terziv N., Land C.** (2005) Testing and evaluation of natural durability of wood in above ground conditions in Europe -an overview. *J. Wood Science*, 51: 429-440.
  20. **Rapp A., Augusta U., Brandt K.** (2006) The natural durability of wood in different use classes: Part II. *International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 06-10598* 16 s.
  21. **Reis M.** (1973) Variation in decay resistance of four wood species of Southeastern Brazil. *Holzforchung*, 27(3): 103-111.
  22. **SIST EN 335-1/2** (1992) Durability of wood and derived materials – definition of hazard classes of biological attack – part 1 and 2.
  23. **SIST EN 113** (1995) Wood preservatives; Determination of the toxic values against wood destroying basidiomycetes cultured an agar medium.
  24. **SIST EN 350-1** (1994) Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood – Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood
  25. **SIST EN 350-2** (1994) Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood – Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe.
  26. **Torelli N.** (2003) Ojedritev – vloga in proces. *Les*, 55(11): 368-379.
  27. **Torelli, N.** (2005) Lunarni les, mit ali resničnost. *Zbornik gozd. in les.*, 76: 71-101.
  28. **Van Acker J., Stevens M., Carey J., Sierra-Alvarez R., Militz H., Le Bayon I., Kleist G., Peek R.D.** (2003) Biological durability of wood in relation to end-use. *Holz als Roh und werkstoff*, 61: 35-45.
  29. **Viitanen H., Leena P., Teijo N., Pirkko V.** (1998) Decay resistance of Siberian Larch wood against brown rot fung. Part 2. The effect of genetic variation. *International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 98-10287*, 6 s.
  30. **Viitanen H., Paajanen L., Saranpaa P., Viitaniemi P.** (1997) Durability of larch (*Larix* spp) Wood against brown-rot fungi. *International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 97-10228*, 9 s.
  31. **Willeitner H., Peek R. D.** (1997) The natural durability story. *International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 97-20119*, 14 s.
  32. **Windesen E., Wagener G., Lasnino G., Schumacher P.** (2002) Investigation of the correlaton between extractives content and natural durability in 20 cultivated larch trees. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 60: 373-374.

VSEM BRALKAM, BRALCEM,  
POSLOVNIM PARTNERJEM IN SODELAVCEM  
REVIJE LES ŽELIMO LETO POLNO USPEHOV,  
RADOSTI IN ZADOVOLJSTVA!

UREDNIŠKI SVET REVIJE