

LES TIKA (*TECTONA GRANDIS* L.)

The wood of teak (*Tectona grandis* L.)

Izvleček: Tikovina (*Tectona grandis* L.) spada med najbolj dragocene in zaželene lesne vrste. Ker lesa tika iz naravnih rastišč v JV Aziji primanjkuje, se na trgu v glavnem pojavlja les s plantaž iz različnih območij tropskega pasu. Podajamo pregled in primerjavo lastnosti lesa iz naravnih sestojev in s plantaž. Tikovino iz naravnih sestojev odlikuje velik delež intenzivno obarvane jedrovine z večjimi količinami ekstraktivnih snovi, med katerimi so vodoodbojni kavčuk ter biološko aktivni lapahol, deoksilapahol, 2-metilantrakinon (tektokinon) in 2-hidroksimetilantrakinon. Jedrovino tika odlikuje dekorativnost, visoka naravna trajnost in ugodna dimenzijska stabilnost. Za les s plantaž je značilna hitra rast, manjše dimenzije debel ter velik delež beljave in juvenilnega lesa. Ojedritev je lahko manj intenzivna, kar se kaže predvsem v slabši naravni trajnosti. Lastnosti lesa s plantaž niso obvezno slabše kot lastnosti lesa iz naravnih sestojev, so pa bolj variabilne.

Ključne besede: *Tectona grandis*, tik, lastnosti lesa, les s plantaž

Abstract: Teak (*Tectona grandis* L.) belongs to most precious and desired wood species. Because of reduced supply of teak wood from natural forests in Southeast Asia, mainly the plantation wood from different tropical regions is available on the market. We present the properties of nature grown teak wood compared to those of wood from the plantations. Teak wood from natural forests generally contains a greater portion of coloured heartwood containing hydrophobic caoutchouc and high content of biologically active extractives like lapachol, deoxylapachol, 2-methylantraquinone (tectoquinone) and 2-hydroxymethylantraquinone. The heartwood of teak is distinguished by its decorative appearance, high natural durability and dimensional stability. Trees from plantations are usually fast grown, have smaller stems and high proportion of sapwood and juvenile wood. Heartwood-formation can be less intensive which leads to reduced natural durability. The wood from plantations is not necessarily of lower quality, but it is likely more variable than the wood from natural sites.

Keywords: *Tectona grandis*, teak, wood properties, plantation wood

Uvod

Les tika (*Tectona grandis* L.) spada med dragocene in zaželene lesne vrste. Zaradi visoke naravne trajnosti je primeren za zunanjo uporabo, npr. mostove, zunanje konstrukcije, pristaniške konstrukcije, igrala, stavbno in vrtno pohištvo ter plovila in njihovo opremo (slika 1). Ker je dekorativen in ima ugodno dimenzijsko stabilnost, je zelo primeren tudi za notranje pohištvo in talne obloge.

Zaradi neustrezne in pretirane rabe so naravne sestoj tika v JV Aziji skoraj popolnoma izčrpani, les na tržišču pa danes večinoma izvira s plantaž iz različnih območij tropskega pasu (JV Azija, Afrika, srednja in južna Amerika). Ob lesu

s plantaž se pogosto pojavlja vprašanje, ali je njegova kvaliteta primerljiva s kvaliteto tradicionalne tikovine.

Cilj pričujočega sestavka je predstaviti zgradbo in lastnosti tikovine, kot jo navajajo priročniki in klasična literatura, ter odgovoriti na vprašanje, v kakšni meri lahko od njih odstopajo lastnosti plantažne tikovine.

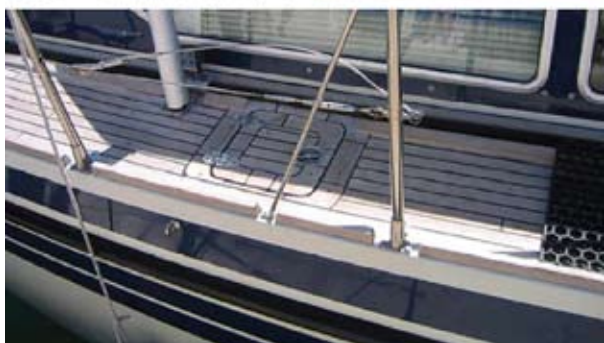
Splošni opis lesa tika

Tik (*Tectona grandis* L.) spada med listavce (pododdelek Magnoliophytina = Angiospermae, kritosemenke, razred Magnoliatae = Dicotyledonae, dvokaličnice) iz družine Verbenaceae (sporiševke) in je praktično edina komercialno pomembna vrsta znotraj rodu *Tectona* (tikovec) (prim. Torelli, 1991; Čufar, 2006; Martinčič s sod., 2007).

Naravni areal tika se razprostira prek Indije, Pakistana, Sri Lanke, Mjanmara (Burme), Tajske, Laosa, Vietnama in

* univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, SI-1000 Ljubljana; e-pošta: franc.budija@bf.uni-lj.si

** prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, SI-1000 Ljubljana



■ Slika 1. Les tika za opremo jaht (foto: Jože Čufar in Katarina Čufar)
Figure 1. Teak wood for yachts (photo: Jože Čufar and Katarina Čufar)

Kambodže (Richter, Oelker, 2001). Danes ima praktično samo Mnjanmar dovolj ohranjene gozdove za pridelavo zadostnih količin lesa za izvoz.

V mednarodnem merilu je najbolj razširjeno trgovsko ime teak, ki ga uporabljajo v angleško govorečih območjih, Nemčiji in na Nizozemskem. V Italiji in Franciji les tika prodajajo pod imenom tec, v špansko govorečih deželah pa pod imenom teca. V Nemčiji ločijo tudi indijski in tajski teak ter Burma-, Java-, Laos- in Rangoon-Teak (Richter, Oelker, 2001).

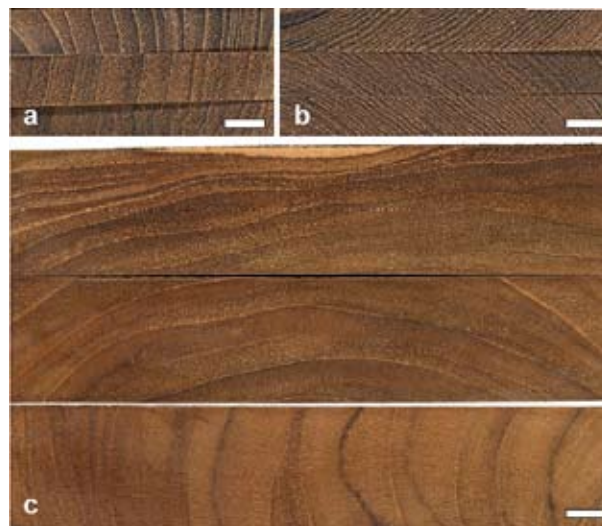
Na naravnem arealu tik poimenujejo z domačinskimi imeni kot na primer: kyun (Burma), tadi, tek, sagwan (Indija), may sak (Laos, Kambodža, Tajska), jat, sak (Tajska)

itd. Vrsta ni zaščiten. V normativih EN 13556 ima tikovina kodo TEGR (Richter, Oelker, 2001).

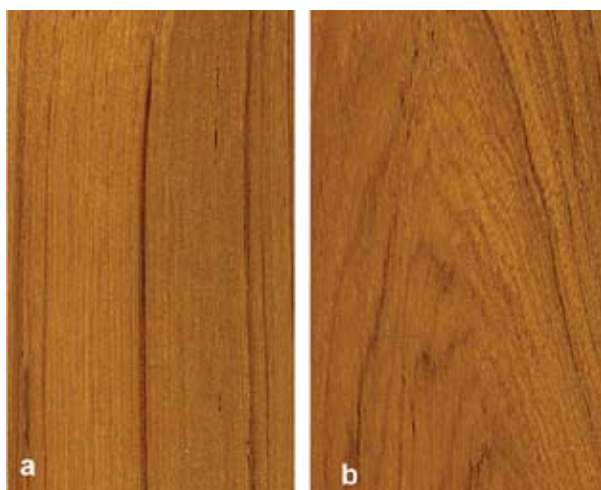
Tik je listopadno, od 25 do 30 m visoko drevo, ki doseže v prsni višini premer 1 m. Pri idealnih pogojih lahko zraste tudi do 50 m v višino in ima premer debla v prsni višini 2m. Listi so enostavni, jajčasti do okrogli. Ima številne majhne, bele cvetove, iz katerih se razvijejo okrogli, trdi plodovi s premerom 1 cm. Ko dozori, so rjavi in vsebujejo 1 do 4 semena (Florido, Cortiguerra, 1999).

Drevesa na naravnih rastiščih so dosegala visoke starosti (rotacijski čas nad 100 let), višine do 45 m, tehnične dolžine debel brez grč 20-25 m in premere do 2,4 m (Pandey, Brown, 2000; Richter, Oelker, 2001). Drevesa tako velikih dimenzij so danes zaradi prevelikega izkoriščanja gozdov izjemno redka. V suhih območjih Indije so bila drevesa nekoliko nižja in so imela manjše tehnične dolžine debel. Debla so bila običajno ravna, pri starejših primerkih pa so se pojavljale deskaste korenine. Na suhih plitvih tleh so drevesa razvila bolj kriva debla.

Anatomija lesa tika je opisana v več virih npr. Brazier in Franklin (1961), Sachsse (1991), Torelli (1991), Wagenführ (1996) Richter in Dallwitz (2002), Richter in Oelker (2001), INSIDEWOOD (2004). Tikovina ima različne prirastne plasti ter je venčasto ali polvenčasto porozna (slika 2, sliki 4 a, b). Venčasta poroznost predstavlja prilagoditev oz. odziv



■ Slika 2. Prečni prerez venčasto porozne tikovine: (a, b) deščice lesa iz naravnega sestoja z ožjimi branikami, (c) les s plantaže s širšimi branikami. Merilne daljice 1 cm (foto: Katarina Čufar)
Figure 2. Cross-section of ring-porous teak: (a, b) teak wood from a natural site with narrower tree rings, (c) wood from plantation with wider rings. Scale bar 1 cm (photo: Katarina Čufar)



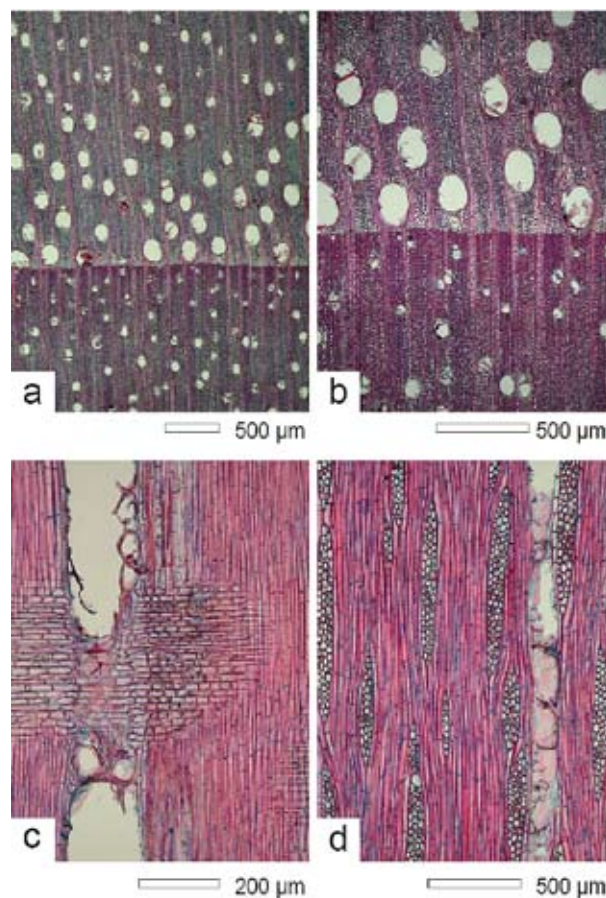
■ **Slika 3. Les tika z obarvano jedrovino in progami: (a) radialna - progasta in (b) tangencialna tekstura (foto: Katarina Čufar)**
Figure 1. Teak wood with coloured heartwood and streaks: (a) radial - striped and (b) tangential figure (photo: Katarina Čufar)

na menjavanje suhih in deževnih obdobij v monsunkem podnebjju. Ima obarvano jedrovino, ki je rumenkasta do rjava in vsebuje temne proge (slika 3). Beljava je običajno ozka, svetla (belkasta do sivkasta) in se barvno jasno loči od jedrovine. Jedrovina s časom potemni do temno rjave oz. zlato rjave barve, površinsko neobdelana jedrovina, izpostavljena vremenskim razmeram, pa sčasoma posivi in dobi značilno patino (slika 1). Zaradi očitnih razlik med ranim lesom z veliki trahejami in kasnim lesom z bistveno manjšimi trahejami ima les progasto radialno in plamenasto tangencialno teksturo (slika 2). Potek aksialnih elementov v lesu je v splošnem prem. Sveže obdelan les ima tipičen vonj, ki spominja na vonj po gumi oz. po usnju.

Na celičnem nivoju osnovno tkivo lesa tika predstavljajo vlakna, ki so pogosto septirana in imajo majhne reducirane piknje. Septirana vlakna so enakomerno razporejena po lesu. Njihova povprečna dolžina je 700–1400 µm. V kasnem lesu se v osnovnem tkivu lahko pojavljajo tudi vaskularne ali vazicentrične traheide (Richter, Dallwitz, 2002).

Traheje so posamične ali v skupinah po 2 do 3 celice. Tangencialni premer trahej v ranem lesu znaša 140 do 270 µm, v kasnem lesu pa 50 do 100 µm. Traheje imajo enostavne perforacije in so pogosto otiljene. Trahejni členi imajo izmenično razporejene intervaskularne piknje dimenzij 5 do 6 µm. Piknje med trakom in trahejo so podobne intervaskularnim piknjam (Richter, Dallwitz, 2002).

Aksialni parenhim je razporejen v pasovih, širokih 3-4 celice. Pasovi v ranem lesu so lahko širši, tako da popolnoma



■ **Slika 4. Mikroskopska zgradba lesa tika: (a, b) prečna prereza z venčastim razporedom trahej, (c) radialni prerez z deloma otiljeno trahejo, homogenim trakovnim tkivom in septiranimi vlakni, (d) tangencialni prerez (foto: Martin Zupančič)**
Figure 4. Microscopic structure of teak wood: (a, b) cross-sections with ring-porous arrangement of vessels, (c) radial section with vessel containing tylosis, homogenous ray and septated fibres, (d) tangential section (photo: Martin Zupančič)

»oblivajo« traheje. Les vsebuje tudi paratrahealen aksialni parenhim, ki je lahko pičel ali vazicentričen. Trakovi so večredni, širine 2 do 5 celic, in homocelularni (iz ležečih celic). Višina trakov je od 500 do 1000 µm (Richter, Dallwitz, 2002).

Les vsebuje silikate, ki so odloženi kot steklasta plast na stene trahej. Plast silikatov je lahko odložena tudi na stene til (Richter, Dallwitz, 2002). Količina silikatov v lesu lahko znaša do 0,15 % (Wagenführ, 1996).

Vodni ekstrakt lesa ne fluorescira, alkoholni pa fluorescira rumeno ali rumenkasto. Barva pepela je bela do siva. Pri gorenju nastajajo izrazite iskre (Richter, Dallwitz, 2002).

Lastnosti lesa

Predstavljamo lastnosti lesa po Richterju in Oelkerju (2001): srednja gostota zračno suhega lesa je 680 kg/m³ (DIN 68364), tangencialni skrček 2,5 % (DIN 68100); radialni skrček 1,5 % (DIN 68100). Diferencialno nabrekanje v tangencialni smeri znaša 0,26 [%/%] (ÖNORM B 3012), v radialni pa 0,16 [%/%] (ÖNORM B 3012). Dimenzijska stabilnost lesa je ugodna (Sell, 1989). Mehanske lastnosti (E-modul) 13.000 N/mm² (DIN 68364), upogibna trdnost 100 N/mm² (DIN 68364), stranska trdota po Brinellu je 31 N/mm² (ÖNORM B 3012).

Les je zelo naravno trajen in spada v razred 1 po 5-stopenjski lestvici po ANFOR (1994). Lepi se z lahkoto, težave pri lepljenju so redke (Dietrichs, 1978). Les ima variabilne lastnosti vendar se dokaj lahko obdeluje. Vključki silikatov v trahejah lahko pospešeno krhajo orodja, zato priporočajo uporabo jekel, ki so odporna proti obrabi. Žebljanje in vijačenje potekata dokaj dobro, vendar v obeh primerih priporočajo uvajalne luknje. Les je pri sušenju nekoliko nagnjen k pokanju in zvijanju. Vлага je v živem drevesu lahko razporejena zelo neenakomerno. Za sušenje je treba izbrati ustrezne sušilne programe (Richter, Oelker, 2001).

Površinska obdelava načeloma poteka dobro, občasno so možne težave. Uporabljamo lahko večino sodobnih premazov za les (Richter, Oelker, 2001). Odsvetujejo uporabo poliestrskih lakov, ker je utrjevanje oteženo. Težave lahko omilimo s predhodno »razmastitvijo« površine (Wagenführ, 1996).

Filmi premaznih sredstev, ki vsebujejo izocianate, ureo ali nitrocelulozo, lahko postanejo po utrditvi motni. Za zunanjo uporabo priporočajo tanek nanos premaznih sredstev na bazi alkidnih ali epoksi smol. Za notranjo rabo priporočajo premazovanje s »tikovim oljem« (mešanico lanenega in drugih rastlinskih olj za obdelavo tika), ki poudari naravno dekorativno barvo in teksturo lesa.

Površina lesa je »mastna« ali »voščena« na otip, ker je v lesu lahko 0,1 – 5 % kavčuka (Wagenführ, 1996). Kovine v stiku z lesom ne korodirajo (Dietrichs, 1978). Lesni prah, ki nastane pri mehanski obdelavi lesa, je lahko dražeč in pri občutljivih ljudeh povzroča draženje kože (dermatitis) (Torelli, Čufar, 1989; Wagenführ, 1996).

Lastnosti lesa tika s plantaž

Opisi lesa v knjigah, priročnikih in na spletu (npr. Wagenführ, 1996; Richter, Oelker, 2001) se predvsem nanašajo na les iz naravnih sestojev, kjer drevesa dosegajo visoke starosti, velike dimenzije in dolge tehnične dolžine debel ter imajo ozko beljavo in izjemno visoko naravno trajnost jedrovine.

Zaradi pretiranega izkoriščanja so tikove gozdove na naravnih rastiščih skoraj popolnoma izkrčili. Ob koncu 20. stoletja so bili v večini držav JV Azije prisiljeni omejiti oz. prepovedati izkoriščanje tikovih gozdov. Izjema je Mjanmar (Burma), kjer je tradicionalno prebiralno gospodarjenje z gozdovi omogočilo njihovo ohranitev in stalno rabo (Pandey, Brown, 2000; Krishnapillay, 2000). Mjanmar je zato danes praktično edini izvoznik naravne tikovine, povpraševanje po njej pa močno presega ponudbo.

Tik je pionirska svetloboljubna vrsta, ki jo je mogoče plantažirati. Najbolje uspeva v območjih z letno količino padavin od 1250 do 3750 mm in z minimalnimi temperaturami 13 °C – 17 °C ter maksimalnimi temperaturami 39 °C – 43 °C.

Na svetu je danes prek 2 milijona ha tikovih plantaž. Večinoma so v JV Aziji, na območju naravnega areala tika ter na Javi in v Indoneziji, kamor so ga uvedli že pred stoletji. Plantažirajo ga tudi v Afriki (Slonokoščena obala, Nigerija, Sierra Leone, Tanzanija, Togo, Gana itd.) ter v Latinski Ameriki (Costa Rica, Kolumbija, Ekvador, El Salvador, Panama, Trinidad in Tobago ter Venezuela). Poskusno ga uvajajo tudi v Tihomorski regiji na Papui Novi Gvineji, Fidžiju in Salomonskih otokih ter na severu Avstralije (Maldonado, Louppe, 2000; Pandey, Brown, 2000; Schmincke, 2000).

V naravnih sestojih so tik sekali pri starosti 50 do 90 let (pogosto nad 100 let), na starejših plantažah pa v povprečju pri starostih 40 do 60 let (Mjanmar, Indija, Indonezija, Sri Lanka, Bangladeš, Trinidad in Tobago), na mlajših plantažah in ob redčenju plantažnih sestojev pa sekajo tudi mnogo mlajša drevesa (Pandey, Brown, 2000). Za hlodovino z mlajših plantaž je značilno, da ima široke branike, majhne dimenzije (premere), velik delež juvenilnega lesa in velik delež beljave. To vse bistveno vpliva na lastnosti lesa.

Hitra rast in široke branike (slika 2c) vplivajo na gostoto lesa, ki je najboljši kazalec njegovih lastnosti. Z gostoto praviloma narašča trdnost (tlačna in upogibna trdnost, e-modul, udarna žilavost) in trdota (npr. Čufar, 2006).

Za tradicionalno tikovino različni viri navajajo srednjo gostoto 630 do 690 kg/m³, razpon pa od 440 do 860 kg/m³ (pregled v Posch s sod., 2004). V podobnem okviru variira tudi gostota plantažnega lesa (npr. Pérez Cordero, Kanninen, 2003; Posch s sod., 2004). Ker je les venčasto porozen, bi pri hitro rastoči tikovini s širokimi branikami in večjim deležem kasnega lesa pričakovali višjo gostoto in trdnost lesa. Večina virov zato navaja, da gostota in trdnostne lastnosti pri plantažnem lesu praviloma niso slabše kot pri lesu iz naravnih rastišč.

V literaturi je mogoče zaslediti nekaj izjem. Posch in sodelavci (2004) so pri hitro rastočem tiku s plantaž v Panami

proti pričakovanju ugotovili, da gostota lesa ni naraščala sorazmerno z naraščanjem širine branik, ker so imela zaradi hitre rasti vlakna v lesu domnevno tanjše stene. V splošnem nižjo gostoto opažajo tudi pri juvenilnem lesu s tipično širokimi branikami (Posch s sod., 2004). Kokutse s sodelavci (2004) pa navaja, da pri lesu s plantaž gostota in trdnost juvenilnega lesa nista nujno slabši kot pri zrelem lesu.

Na variiranje lastnosti lesa pomembno vpliva tudi delež beljave in jedrovine. Jedrovina je bolj naravno trajna in ima ugodnejšo dimenzijsko stabilnost. Pri tiku ojedritev nastopi relativno zgodaj, lahko že po 7 letih (Kokutse s sod., 2006). Mlada drevesa v prvih letih življenja zato sprva ne vsebujejo jedrovine, kasneje pa njen delež postopno narašča.

Izstopajoča visoka naravna trajnost jedrovine je posledica ekstraktivnih snovi, inkrustiranih v celični steni, ki jih v lesni tehnologiji imenujemo tudi jedrovinske snovi. Za najbolj odporno velja zunanja jedrovina, trajnost lesa v bližini stržena pa je zopet manjša (npr. Kokutse s sod., 2004). Na trajnost jedrovine vpliva skupna količina ekstraktivnih snovi in predvsem njihova sestava. Količina ekstraktivov v jedrovini zelo trajne tikovine lahko znaša do 14 % (Thulasidas, Bhat, 2007). Med najpomembnejše biološko aktivne komponente prištevajo lapahol, deoksilapahol, 2-metilantrakinon (tektokinon) in 2-hidroksimetilantrakinon (Khan, Mlungwanab, 1999; Windeisen s sod., 2003; Thulasidas, Bhat, 2007). Les tika vsebuje tudi kavčuk, zaradi katerega je les na otip masten oz. ima vodoodbojno površino in je odporen proti obrabi. Kavčuk domnevno vpliva tudi na ugodno dimenzijsko stabilnost lesa.

Beljava, vsaj njen zunanji del, je načeloma brez biološko aktivnih snovi in ni trajna, v notranjih plasteh beljave pa se prične sinteza jedrovinskih snovi. Pri tiku je pojav biološko aktivnih kinonov (Windeisen s sod., 2003) in kavčuka (Yamamoto in sod., 1998) mogoče opaziti že v starejši beljavi. V beljavi kavčuk sprva najdemo predvsem v lumnih parenhimskih celic, v jedrovini pa ga je v splošnem več in se nahaja tudi v lumnih vlaknen in traheji. V jedrovini so tudi celične stene prevlečene in domnevno tudi prepojene s kavčukom (Yamamoto in sod., 1998).

Haupt in sodelavci (2003) so pri raziskavi plantažne tikovine ugotovili različno trajnost jedrovine, ki je variirala v razponu od razreda 1 (zelo trajen) do 3 (zmerno trajen) (ANFOR, 1994), medtem ko za naravno tikovino navajajo razred trajnosti 1 (npr. Wagenführ, 1996). Dokazali so, da je trajnost tikovine naraščala s starostjo. Pri lesu različnih starosti so ugotovili različne deleže tektokinona in deoksilapahola. Tektokinon je, kot že omenjeno, ključna biocidna komponenta, deoksilapahol pa je prekurzor (predhodnik pri biosintezi) tektokinona, ki biocidnih lastnosti ni imel. Glede na to so razlike v trajnosti lesa razložili z različnimi deleži obeh komponent (Haupt in

sod., 2003). Kokutse in sodelavci (2004) so merili bravo in svetlost lesa s CIE-L*a*b* sistemom in to primerjali s količino ekstraktivnih snovi in naravno trajnostjo lesa. Bolj ko je bil les temen, več ekstraktivov je vseboval in višja je bila njegova trajnost, ki je variirala od trajnostnega razreda 1 do 3.

Zaradi biocidnih snovi in kavčuka je za zunanje namene uporaben tudi površinsko neobdelan les tika, ki, izpostavljen vremenskim dejavnikom, posivi. Do sivenja pride med drugim tudi zato, ker plast kavčuka na površini propade. Ugotovili so, da les tika vsebuje antioksidante, ki kavčuk varujejo pred foto- in UV-degradacijo, tako da njegova zgradba lahko ostane nespremenjena tudi po tisočletjih (v arheološkem lesu) (Yamamoto s sod., 1998). Čeprav je kavčuk v naravi pogost, so ga v lesu odkrili le pri nekaj tropskih lesnih vrstah, na primer tudi pri gvajaku (*Guaiacum officinale*) in limbi (*Terminalia superba*) (Sandermann s sod., 1963; Sandermann, Simatupang, 1966).

Glede na navedeno, je delež jedrovine v lesu pomemben za njegove lastnosti, predvsem za trajnost. Tega se moramo zavedati, kadar na trgu ponujajo les mladih dreves z majhnim deležem ali celo brez jedrovine. Kokutse in sodelavci (2004) so raziskali, kako pri plantažnem tiku delež jedrovine naglo narašča do premera drevesa 20 cm. Drevesa s premeri nad 30 cm so imela lahko že 80 % jedrovine. Pérez Cordero in Kanninen (2003) sta ugotovila, da ima les s suhih rastišč več jedrovine kot les z vlažnejših, kar je v skladu s splošno sprejeto tezo, da je delež jedrovine pri starejših, počasi rastočih drevesih na splošno večji (Torelli, 2003).

Ekstraktivne snovi v jedrovini povečujejo dimenzijsko stabilnost lesa. Pri tikovini je dimenzijska stabilnost jedrovine in beljave ugodna (Posch s sod., 2004). Jedrovina je dimenzijsko bolj stabilna kot beljava, vendar razlike niso tako velike, da lesa beljave in jedrovine ne bi mogli skupaj uporabljati za notranje talne obloge (Posch s sod., 2004).

Nadomestne vrste za tikovino

Primerljive lastnosti kot tikovina imajo sorodne vrste iz rodu *Tectona* (*Tectona hamiltoniana* in *T. philippinensis*) ter botanično nesorodna kokrodua (*Pericopsis elata*) in iroko (*Chlorophora excelsa*) (Wagenführ, 1996). Med našimi komercialnimi vrstami je tikovini še najbolj podoben les hrasta, ki ima v splošnem nekoliko manj ugodne lastnosti. Hrastovina ima podobno gostoto in trdnost ter trdoto, a nekoliko slabšo naravno trajnost. Dimenzijska stabilnost hrastovine je manj ugodna. Snovi v hrastovi jedrovini (tanini) pospešujejo korozijo železa; v stiku z železovimi ioni pa se na lesu pojavijo temni madeži. Pri lesu tika takšne reakcije ni. Les hrasta je bolj kisel (pH 3,9) kot les tika (pH 5,1) (Wagenführ, 1996). Les hrasta ne vsebuje kavčuka z vodoodbojnimi lastnostmi. Ne nazadnje les

hrasta ne vsebuje silikatov, kar predstavlja prednost z vidika obdelave lesa.

Sklepi

Les tika ima izstopajoče lastnosti, zato ga praktično ni mogoče nadomestiti z drugimi lesnimi vrstami. Ker tikovine iz naravnih sestojev primanjkuje, se na trgu v glavnem pojavlja les s plantaž. Glede na veliko variabilnost lastnosti lesa s plantaž, je ta lahko popolnoma enakovreden naravnemu lesu, lahko pa ima bistveno slabše lastnosti. Za pravilno vrednotenje in uporabo takšnega lesa potrebujemo dobro lesno tehnološko znanje.

Literatura

1. ANFOR (1994) Norme NF EN 350-1 Durability of wood based products – Natural durability of solid wood – part 1: Guide to principles testing and classification of the natural durability of wood.
2. Brazier J.D., Franklin G.L. (1961) Identification of hardwoods, a microscope key. Forest Products Research Bulletin 46. London: Department of Science and Industrial Research
3. Čufar K. (2006) Anatomija lesa. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
4. Dietrichs H. (1978) Holzkunde, Chemisch-technologische Merkblätter, Konradin-Verlag, Leinfelden-Echterdingen.
5. DIN 68100 (1984) Toleranzsystem für Holzbearbeitung und Holzverarbeitung; Begriffe Toleranzreihen, Schwindmaße und Quellmaße
6. DIN 68364 (1979) Kennwerte von Holzarten, Festigkeiten, Elastizität, Resistenz
7. EN 13556 (2003) Round and sawn timber. Nomenclature of timbers used in Europe
8. Florido H.B., Cortiguerra FF (1999) Research information series on ecosystems. Natural Dyes, 11: 1-17
9. Haupt M., Leithoff H., Meier D., Puls J., Richter H.G., Faix O (2003) Heartwood extractives and natural durability of plantation-grown teakwood (*Tectona grandis* L.) – a case study. Holz als Roh- und Werkst, 61: 473–474
10. INSIDEWOOD, 2004. <http://insidewood/lib.ncsu.edu/search> (6. 4. 2008)
11. Maldonado G., Louppe D. (2000) Challenges of teak in Côte d'Ivoire. Unasylya 51: http://www.fao.org/docrep/x4565e/x4565e07.htm#P0_0 (6. 4. 2008)
12. Martinčič A, Wraber T, Jogan N, Podobnik A, Turk B, Vreš B, Ravnik V, Frajman S, Strgulc Krajšek S, Trčak B, Bačič T, Fischer MA, Eler K, Surina B (2007) Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk, 4. izd., Tehniška založba Slovenije, Ljubljana
13. Khan RM, Mlungwanab SM (1999) 5-Hydroxylapachol: a cytotoxic agent from *Tectona grandis*. Phytochemistry 50: 439-442
14. Kokutse AD, Stokes A, Bailleres H, Kokou K, Baudasse Ch (2006) Decay resistance of Togolose teak (*Tectona grandis* L.f.) heartwood and relationship with colour. Trees, 20: 219-223
15. Krishnapillay B (2000) Silviculture and management of teak plantations. Unasylya 51: http://www.fao.org/docrep/x4565e/x4565e04.htm#P0_0 (6. 4. 2008)
16. ÖNORM B 3012 (2003) Holzarten; Kennwerte zu den Benennungen und Kurzzeichen der EN 13556
17. Pandey D, Brown C (2000) Teak: a global overview. Unasylya 51: http://www.fao.org/docrep/x4565e/x4565e03.htm#P0_0 (6. 4. 2008)
18. Pérez Cordero LDP, Kanninen M (2003) Heartwood, sapwood and bark content, and wood dry density of young and mature teak (*Tectona grandis*) trees grown in Costa Rica. Silva Fennica, 37: 45–54
19. Posch B, Wegener G, Grosser D, Wagner L (2004) Physikalische und mechanische Untersuchungen an Teakholz (*Tectona grandis* L.f.) aus Plantagen in Panama. Holz als Roh- und Werkstoff, 62: 31–35
20. Richter HG, Oelker M (2001) INTKEY Macro Holzdata: Computergestützte Bestimmung und Beschreibung von Nutzhölzern: Računalniški program.
21. Richter HG, Dallwitz MJ (2002) Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish. Računalniški program.
22. Sachsse H (1991) Exotische Nutzhölzer. Parey, Hamburg
23. Sandermann W, Dietrichs HH, Simatupang MH, Puth M (1963) Untersuchungen über kautschukhaltige Hölzer. Holzforschung 17: 161-168
24. Sandermann W, Simatupang MH (1966) On the chemistry and biochemistry of teakwood (*Tectona grandis* L. fil). Holz Roh- Werkstoff 24: 190-204
25. Schmincke KH (2000) Teak plantations in Costa Rica - Precious Woods' experience. Unasylya 51: http://www.fao.org/docrep/x4565e/x4565e06.htm#P0_0 (6. 4. 2008)
26. Sell, J (1989) Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Lignum, Baufachverlag AG Zürich
27. Thulasidas PK, Bhat KM (2007) Chemical extractive compounds determining the brown-rot decay resistance of teakwood. Holz als Roh- und Werkstoff, 65: 121–124
28. Torelli N (1991) Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa (ključi). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
29. Torelli N (2003) Ojedritev - vloga in proces. Les 55: 368-378
30. Torelli N, Čufar K (1989) Drevesne vrste z biološko aktivnim lesom. Les 40: 155-156
31. Wagenführ R (1996) Holzatlas, 4. izd. Fachbuchverlag, Leipzig
32. Windeisen E, Klassen A, Wegener G (2004) On the chemical characterisation of plantation teakwood from Panama. Holz als Roh- und Werkstoff, 61: 416-418
33. Yamamoto K, Simatupang MH, Hashim R (1998) Coutchouc in teak wood (*Tectona grandis* L.f.): formation, location, influence on sunlight irradiation, hydrophobicity and decay resistance. Holz als Roh- und Werkstoff, 56: 201-209