

Zaščita lesa danes – jutri

Wood Preservation Today - Tomorrow

avtor **Miha HUMAR**, Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Rožna dolina C.VIII/34, SI-1000 Ljubljana, miha.humar@bf.uni-lj.si

izvleček/Abstract

V prispevku je opisana struktura trga s pripravki za zaščito lesa ter trendi na tem področju v prihodnosti. Na kratko je predstavljena evropska zakonodaja, povezana s področjem zaščite lesa. Najpomembnejša je zagotovo direktiva o biocidih (Biocidal Products Directive 98/8/EC), ki uravnava uporabo že obstoječih in tudi novih aktivnih učinkovin, ki se uporabljajo za zaščito lesa. Omenjena direktiva je že močno posegla na trg z biocidi. Na koncu pa so predstavljeni še biocidi, ki bodo imeli pomembno vlogo v prihodnjih letih. Uporaba klasičnih zaščitnih pripravkov, kot na primer CCA in kreozotno olje, bo v Evropi močno omejena. Na prostem trgu bodo dostopni vodotopni organski biocidi ali njihove vodne emulzije, bakrovi zaščitni pripravki brez kromovih in arzenovih spojin, borovi pripravki ter modificiran les.

The structure of market with preserved wood as well as future trends are described in the article. In addition, EU legislation concerning wood preservation is briefly overviewed as well. Special emphasis is given to the Biocidal Products Directive 98/8/EC. The usage of existing and novel active substances for wood preservation are described in this respective directive. This document already have and will have significant in-

fluence on the wood preservatives market. Lastly, the preservative formulation, that will have the most important role in the field of wood preservation are listed. Usage of classical preservatives such as CCA or creosote will generally not be permitted in EU. Waterborne solutions or emulsions of organic biocides, chromium free copper based preservatives and modified wood will be the most important solutions for wood protection.

Ključne besede: zaščita lesa, direktiva o biocidih, evropska zakonodaja, odpadni les

Key words: wood preservation, Biocidal Products Directive, european legislation, waste wood

Uvod

Za začetek industrijske zaščite štejemo leto 1838, ko je Bethell razvil metodo globinske impregnacije lesa s kreozotnim oljem za zaščito železniških pragov in drogov. Pred tem odkritjem so v te namene uporabljali večinoma le les odpornejših drevesnih vrst. Zaloge naravno odpornega lesa so bile v tem času že zelo izčrpane, kar je zavrlo gradnjo infrastrukture. Bethell je s svojim odkritjem omogočil intenzivnejšo gradnjo železniških prog ter elektro - telekomunikacijskega omrežja (Humar 2003, Kervina-Hamović 1990).

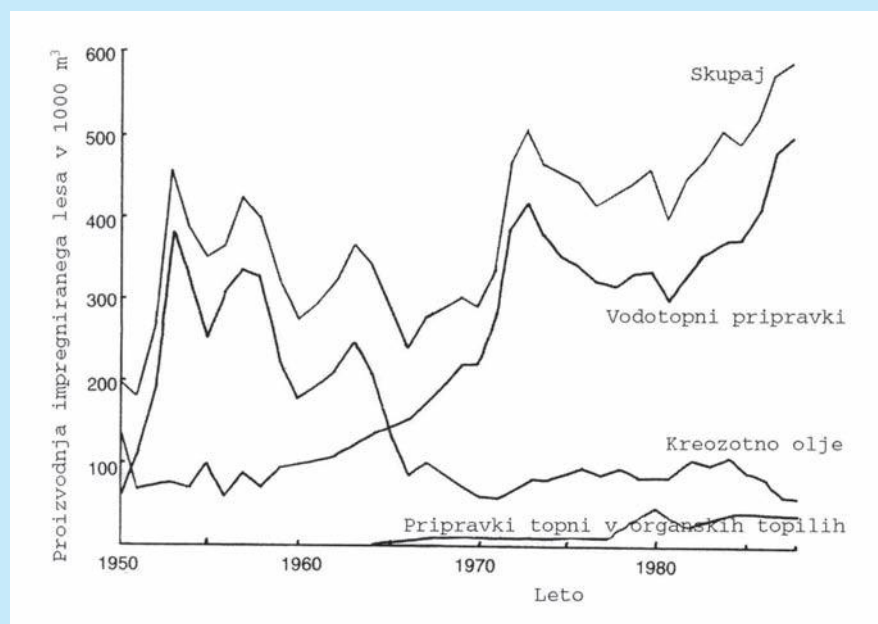
Na začetku 20. stoletja je bila večina raziskav na področju zaščite lesa usmerjena v razvoj vodotopnih pripravkov na osnovi fluoridov, kromatov, nitrofenolov in arzenatov. Leta 1933 je indijski raziskovalec Sonti Kamesan razvil vodotopni pripravek na osnovi kromovih, bakrovih in arzenovih spojin (CCA). Ta pripravek se je v praksi odlično izkazal in še danes se uporablja mešanica, katere sestava je bila optimizirana pred več kot 30 leti (Richardson 1992).

CCA in kreozotno olje sta zagotavljala odlično zaščito lesu v vseh pogojih uporabe, zato sta se v večini držav mno-

žično uporabljali do devetdesetih let prejšnjega stoletja. Na sliki 1 je prikazana poraba zaščitenega lesa v skandinavskih državah. Razmerja med posameznimi zaščitnimi pripravki so primerljiva z drugimi zahodnimi evropskimi državami. V številnih okoljsko manj osveščenih delih sveta (ZDA, Azija, Rusija, Velika Britanija, Francija, Španija, Portugalska in Italija), pa sta ta dva zaščitna pripravka še vedno močno zastopana. Poleg omenjenih zaščitnih sredstev so v začetku 60-ih let prejšnjega stoletja razvili tudi pripravke, topne v organskih topilih, namenjene za zaščito stavbnega lesa (ostrešij, lesenih nosilcev ...), ki je uvrščen v prvi in drugi razred ogroženosti. V ta namen so večinoma uporabljali TBTO (tributil kositrov oksid), PCP (pentaklorofenol), dieldrin in lindan. Tudi proizvodnja teh pripravkov je bila relativno stabilna do začetka devetdesetih let (Unger *et al.* 2001).

Trg z zaščitenim lesom

V EU se letno zaščiti približno 18 milijonov m³ lesa letno (slika 2) (Connell 2004), v ZDA pa še 15 milijonov m³ (Preston 2000). Podatki o količini impregniranega lesa v drugih delih sveta so zelo pomanjkljivi, kljub temu pa je znano, da se je količina impregniranega lesa v zadnjih 15 letih skoraj podvojila. Prav tako se je močno spremenila struktura impregniranih izdelkov. Manj kot 5 % celotne mase zaščitenega lesa predstavljajo nekoč najpomembnejši proizvodi: železniški pragovi in elektro-komunikacijski drogovi. Največji delež zaščitenega lesa se danes uporabi v prvem in drugem razredu ogroženosti, kjer les ogrožajo večinoma le insekti (preglednica 1). Večina zaščitenega lesa se danes uporabi v konstrukcijske namene in izdelke, namenjene prostočasnim aktivnostim (igrala, vrtno pohištvo, pergole ...) (Connell 2004) (slika 2). Les, uporabljen v te



□ Slika 1. Poraba zaščitenega lesa v Skandinaviji (Nilson 1989)

Figure 1. Consumption of impregnated wood in Scandinavia (Nilson 1989)

namene, ima bistveno višjo dodano vrednost, zato lahko cenovno preneso tudi okolju prijaznejše pripravke in zato dražje.

Trg z zaščitnimi pripravki se močno spreminja. Zaščiten les se umika iz četrtega razreda ogroženosti, močno pa raste uporaba v druge namene. Univerzalnih zaščitnih sredstev, kot sta na primer kreozotno olje in pripravki CCA, bo v prihodnosti vedno manj. Novejša zaščitna sredstva imajo, oziroma bodo imela natančno določen namen upo-

rabe in ožji spekter delovanja.

Poleg sprememb porabe zaščitnih pripravkov je na trg v Evropi močno vplival tudi padec berlinskega zidu. Danes je na voljo veliko izredno kvalitetnega in poceni lesa iz Vzhodne Evrope. Zaradi povečane ponudbe je tako cena lesa kot tudi zaščitenega lesa padla, kar se pozna tudi na večji porabi zaščitenega lesa.

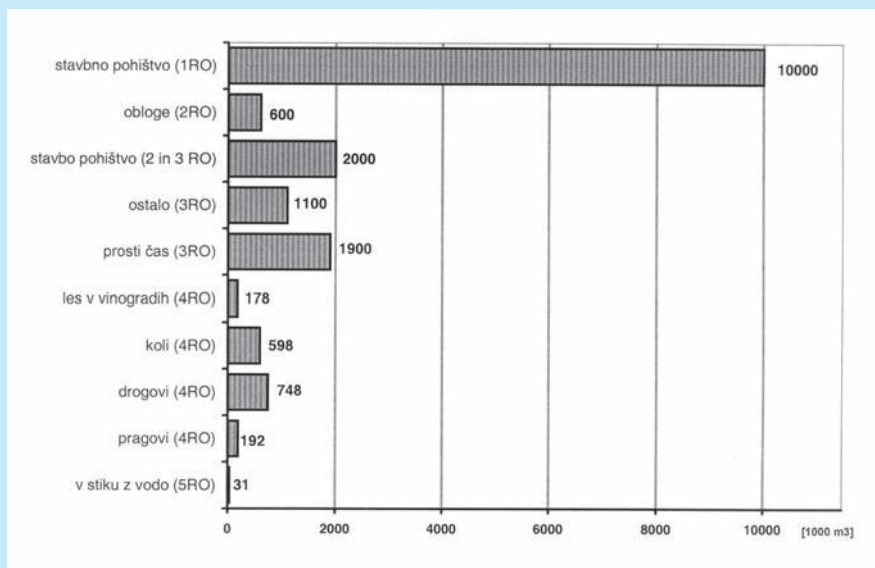
EU zakonodaja

Biocidi lahko zelo ogrožajo okolje in

□ Preglednica 1. Evropski razredi ogroženosti lesa po standardu SIST EN 335/1 (1992)

Table 1. European hazard classes according to the standard SIST EN 335/1 (1992)

Razred ogroženosti	Mesto uporabe	Razmere	Vlažnost lesa
I.	nad tlemi, pokrito	stalno suho	pod 18 %
II.	nad tlemi, pokrito, nevarnost močenja	občasna navlažitev	občasno nad 18 %
III.	nad tlemi, nepokrito, izpostavljeno padavinam	pogosta navlažitev	pogosto nad 20 %
IV.	v tleh ali vodi	stalna vlažnost	vedno nad 20 %
V.	v morski vodi	stalna vlažnost	vedno nad 20 %



□ Slika 2. Poraba zaščitenega lesa v EU (15) glede na namen uporabe in razred ogroženosti (Connell 2004)

Figure 2. Consumption of impregnated wood in EU (15) in particular end use and hazard class (Connell 2004)

ljudi. Zato je področje zaščite lesa regulirano s številnimi evropskimi smernicami in direktivami. Na področje zaščite lesa bo v največji meri vplivala direktiva o biocidih (Biocidal Products Directive) (BPD 98/8/EC). Direktiva uvršča biocide v 23 različnih razredov, med njimi je tudi razred, ki pokriva zaščito lesa (8. razred: Pripravke za konzerviranje lesa). BPD definira zaščitna sredstva za les kot pripravke, ki jih uporabljamo za zaščito lesa pred nezaželenim obarvanjem zaradi okužbe z glivami in plesnimi, pred trohnenjem, pred insekti in tudi pred goreanjem. V to skupino spadajo sredstva za: zaščito hlodovine na žagarskih obratih, zaščito sveže razžaganih ali suhih lesenih polizdelkov in zaščito končnih lesnih izdelkov. Zaščitne pripravke v skladu z BPD lahko uporabljamo za preventivno, naknadno in kurativno zaščito lesa.

Vse smernice na področju zaščite lesa, ki jih uravnava dokument BPD, še niso v celoti razjasnjene. Dejstvo pa je, da bo po letu 2006 na trgu dostopnih manj aktivnih učinkovin, kot jih je danes.

Številni biocidi, ki so se v preteklosti uporabljali za zaščito lesa, bodo v EU prepovedani oziroma bo njihova uporaba močno nadzorovana. Za uporabo je po tej direktivi dovoljenih 360 biocidov, kar je le 37 % učinkovin, ki so trenutno dostopne na trgu. Vsi zaščitni pripravki, ki vsebujejo biocide in jih BPD ne odobrava, bodo po 1. septembru 2006 umaknjeni s trga (BPD 98/8/EC).

Za zaščito lesa BPD dovoljuje uporabo 81 učinkovin. Za osem izmed teh biocidov so se proizvajalci in svetovalci odločili, da jih bodo prostovoljno umaknili s seznama. Te učinkovine so: tributil kositrov oksid (TBTO), tributil kositrov naftenat (TBTN), deltametrin, cyfluthrin, fipronil, etanol, mlečna kislina in pyridinium klorid. Po vsej verjetnosti bo v prihodnosti izključen še kakšen biocid, ki ne bo šel skozi sito komisije. Pričakuje se, da bo končen spisek učinkovin znan do leta 2006 (BPD 98/8/EC, Hughes *et al.* 2004).

Aktivne učinkovine, ki jih ni bilo na

trgu pred 14. majem 2000, so uvrščene v skupino novih biocidov. Seznam teh učinkovin ni javen. Za registracijo nove aktivne učinkovine je treba priložiti kompletno toksikološko in okoljsko dokumentacijo. Pridobivanje teh informacij je drago in za posamezno učinkovino stane do 4 milijone EUR (Connell 2004). To bo zagotovo upočasnilo razvoj in registracijo novih pripravkov. Zato pričakujemo, da se bo največ raziskav usmerilo v optimizacijo sestave obstoječih proizvodov in ne v razvijanje novih. Nove zaščitne učinkovine bodo zato razvijale le še največje družbe, kar bo po vsej verjetnosti zmanjšalo število ponudnikov na trgu.

Eden od izzivov, ki čaka zaščito lesa v prihodnosti, je standardizacija. Direktiva o konstrukcijskih proizvodih (Construction Products Directive 89/106/EC) predvideva uvedbo harmonizacijskih standardov v gradbeništvu. Standardi, ki so danes v veljavi, so prostovoljni, zato bi bil prehod na obvezne relativno velik zalogaj. Poleg tega so bile standardne metode, ki so danes v veljavi, razvite za testiranje zaščitnih pripravkov na osnovi težkih kovin in kreozotnega olja. Predpisane metode za testiranje novejših pripravkov in modificiranega lesa niso vedno najbolj ustrezne, zato nas čaka še veliko dela tudi na področju razvoja novih standardnih testnih postopkov. Večina evropskih standardnih metod temelji na laboratorijskih preizkusih, s katerimi preverjamo odpornost lesnih vzorcev proti glivam, insektom, ognju ... v umetno ustvarjenih okoliščinah. Ti testi zagotovo nakazujejo učinkovitost določenega pripravka, vendar ne jamčijo, kako se bo zaščiteni les obnesel v praksi. Trenutno pripravljajo standarde, ki bodo s predkondicioniranjem vzorcev vsaj približno simulirali dogajanje v naravi in na ta način zagotovili realnejše rezultate. Skandinavske države zagovarjajo stališče, da bi bilo nuj-

no uvesti več standardov tudi za terensko testiranje, saj le-to zagotavlja najbolj zanesljive rezultate (Connell 2004).

O nujnosti terenskih testov nas učijo pretekle izkušnje. Znana je polomija pri uvajanju kvartarnih amonijevih spojin (QAC) za zaščito lesa v Novi Zelandiji. Vzorci, zaščiteni s pripravki na osnovi QAC, so se v laboratoriju odlično obnesli tako proti glivam razkrojevalkam kot tudi proti insektom. Ko pa so uporabili zaščiteni les v praksi, je v nekaj letih prišlo do katastrofe, kajti niso upoštevali, da bakterije v naravi lahko relativno hitro razgradijo QAC in na ta način izničijo kemično zaščito. S preprostimi terenskimi testi bi se temu lahko relativno enostavno izognili (Butcher 1985).

Uporaba organskih topil za zaščito lesa se bo zmanjševala zaradi EU direktive o organskih topilih (Solvent Emissions Directive 1999/13/EC). Ta direktiva dopušča maksimalne navzeme 11 kg topila/m³. Če je navzem višji, moramo zagotoviti drag sistem za lovljenje par in recikliranje topil. Ta direktiva je eden izmed razlogov, da je večino organskih biocidov moč dobiti tudi v obliki vodnih emulzij.

V svetu se velika skrb posveča tudi odpadnemu zaščitenemu lesu. Trenutno se največ odpadnega zaščitenega lesa odlaga na deponije. Prosto sežiganje zaščitenega lesa zaradi visoke vsebnosti težkih kovin, arzena, kloriranih ogljikovodikov in/ali policikličnih ogljikovodikov v skladu z direktivo o sežiganju odpadkov (Incineration of Waste Directive 2000/76/EC) ni dovoljeno. Odlaganje je najmanj primerna rešitev za reševanje te problematike, kajti količina biocidov v lesu je relativno majhna v primerjavi s celotnim volumenom lesa. Po drugi strani pa je kapaciteta odlagališč omejena in javnost ni naklonjena odpiranju novih.

Poleg tega so se EU države v direktivi o odlaganju odpadkov (Landfill Directive 1999/31/EEC) zavezale, da bodo omejile odlaganje biorazgradljivih odpadkov, še posebej lesa, kjer prihaja do anaerobnega razkroja polioz in tvorbe toplogrednega plina metana.

Pripravki za zaščito lesa

Uporaba klasičnih zaščitnih pripravkov za les, kot so: CCA, kreozotno olje, PCP in organokositrovih spojin (TBTO, TBTN) bo v EU prepovedana oziroma močno omejena. Novejše biocide lahko na grobo razdelimo v naslednje skupine:

1. Vodotopni organski biocidi, namenjeni zaščiti lesa v prvem in drugem razredu ogroženosti (ostrešja, okna, lesene konstrukcije). Kadar se ti biocidi uporabljajo v tretjem razredu ogroženosti so raztopljeni v organskih topilih. Poleg tega proizvajalci priporočajo, da zaščiteni les po nanosu biocida zaščitimo še s površinskim premazom. V te namene se večinoma uporabljajo triazoli in sintetični piretroidi (Humar 2003). Na trgu se pojavljajo že tudi organski pripravki za zaščito lesa v tretjem in četrtem razredu ogroženosti. Ena izmed najbolj obetavnih sestavin je Bethogard (oxathazin in bethoxazin). Ta biocid odlično zaščiti les tako pred glivami bele in rjave trohnobe kot tudi pred glivami mehke trohnobe (Forster *et al.* 2002).
2. Vodotopni anorganski pripravki na osnovi bakra in kroma. V to skupino uvrščamo zaščitna sredstva na osnovi bakra in kroma (CC), bakra, kroma in bora (CCB) ter bakra, kroma in fosforja (CCP). Ti pripravki so na trgu že več desetletij in so uspešno nadomestili pripravke CCA v

Nemčiji, Avstriji, Švici, Sloveniji ... Fiksacija kroma in bakra v CCB pripravkih ni tako učinkovita kot v CCA pripravkih, zato so zaradi večjih emisij kromovih in bakrovih spojin v okolje v nekaterih primerih deležni tudi velikih kritik. Zaradi rakotvornosti so uporabo kromovih spojin za zaščito lesa v številnih državah močno omejili, na Danskem celo prepovedali. Pričakujemo, da bo tudi v drugih evropskih državah uporaba teh pripravkov strožje regulirana (Pohleven 1998).

3. Zaščitni pripravki na osnovi bakrovih soli, ki ne vsebujejo kromovih spojin, so trenutno najhitreje rastoča skupina zaščitnih pripravkov. Bakrove spojine v teh primerih kombiniramo z različnimi amini (etanolamin, trietanolamin, dimcarb), ki izboljšajo vezavo v kombinaciji z sekundarnim biocidom, ki izboljša odpornost proti tolerantnim glivam in insektom (Humar *et al.* 2003). Kot sekundarni biocid najpogosteje uporabljajo borove spojine (Kuproflorin), azole in triazole (Tanalith E) in kvartarne amonijeve spojine (ACQ) (Humar *et al.* 2004). Tem pripravkom je zelo sorodno zaščitno sredstvo na osnovi Cu-HDO, ki so ga že pred leti razvili pri dr. Wolmanu. Pripravek se veže v les s kristalizacijo zaradi spremembe pH vrednosti impregniranega lesa, zato ne potrebuje snovi za izboljšanje vezave. Cenovno in tudi po učinkovitosti so ti pripravki povsem primerljivi s klasičnimi zaščitnimi sredstvi (Unger *et al.* 2001, Lebow 2004). Vsi naštetni pripravki so skladni z Direktivo o biocidih (BPD 98/8/EC) in se bodo po vsej verjetnosti uporabljali vsaj do leta 2010.

4. Modificiran les. Za modifikacijo lesa ne uporabljajo biocidov, vendar se postopki modifikacije kljub temu uvrščajo med postopke zaščite lesa, zato ga omenjamo v tem poglavju. Na trgu je že nekaj let dostopen termično modificiran, v zadnjem času pa tudi acetiliran les, razvijajo pa še številne nove metode za izboljšanje odpornosti lesa. Modificiran les ima številne prednosti, žal pa zaenkrat večji razmah preprečuje relativno visoka cena (Preston 2000).

Prihodnost

Na področju zaščite lesa se je v zadnjih dvajsetih letih zgodilo več sprememb kot prej v dvesto letih. Eden glavnih razlogov za spremembe je okoljska ozaveščenost. Ker je les edini cenovno dostopen obnovljiv gradbeni material, se bo njegova vloga v primerjavi z drugimi materiali v gradbeništvu povečevala, s tem pa tudi pomen zaščite lesa. Zaščita lesa podaljšuje trajnost lesa in zmanjša tveganje zaradi biotskih škodljivcev. Številne študije, ki so jih izvedli angleški strokovnjaki, dokazujejo, da je zaščiten les z okoljskega stališča eden najbolj primernih gradbenih materialov (Hillier in Murphy 2000). Do podobnih rezultatov so prišli tudi ameriški strokovnjaki. Ti ocenjujejo, da na področju lesarske in gozdarske panoge zaščita lesa z izboljšanjem odpornosti lesa najbolj pripomore k smotnejši porabi lesa (Preston 2000). Na podlagi teh dejstev ocenjujemo, da je prihodnost zaščite lesa perspektivna.

Zahvala

Hvala prof. dr. Francu Pohlevnu za strokovni pregled članka in komentarje. □

literatura

1. **Biocidal Products Directive (98/8/EC).** 1998. Official Journal of the European Communities L 123, 1-63
2. **Butcher J.A., 1985:** Benzalkonium Chloride (an AAC preservative): Criteria for Approval Performance in Service, and implications for the future. International Research Group for Wood Preservation. IRG/WP 3328, 12 s.
3. **Connell M., 2004:** Issues facing preservative suppliers in changing market for treated wood. Bruselj, COST E22, 8 str.
4. **Construction Products Directive (89/106/EC).** 1989: <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/cpd/cpd.htm>
5. **Forster S.C., Williams G.R., Van Der Flaas M., Bacon M., Gors J., 2002:** Bethogard; A new wood protective fungicide for use in metal-free ground contact wood preservatives. International Research Group for Wood Preservation. IRG/WP 3680, 12 str.
6. **Hillier B., Murphy R., 2000:** Life Cycle Assessment Benefits of Preserved Wood, Journal of the Institute of Wood Science: 16, 170-175
7. **Hughes A.S., 2004:** The tools at our disposal. Bruselj, COST E22, 11 str.
8. **Humar M., Pohleven F., Amartej S.A., Šentjerc M., 2004:** Efficacy of CCA and Tanalith E treated pine fence to fungal decay after ten years in service. Drev. vysk: 49, 13-20
9. **Humar M., Pohleven F., Šentjerc M., Veber M., Razpotnik P., Pogni R., Petrič M., 2003:** Performance of waterborne Cu(II) octanoate/ethanolamine wood preservatives. Holzforschung: 57, 127-134
10. **Humar M., 2003:** Biocidi za zaščito lesa. Ljubljana. Gospodarska zbornica Slovenije, <http://www.gzssi/Nivo3.asp?ID=8575>
11. **Incineration of Waste Directive (2000/76/EC).** 2000: Official Journal of the European Communities L 332, 91-112
12. **Kervina - Hamović L., 1990:** Zaščita lesa. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo, 125 str.
13. **Lebow S., 2004:** Alternatives to Chromated Copper Arsenate (CCA) for residential construction. Environmental Impacts of Preservative-Treated Wood Conference, 8.-10. februar 2004, Orlando, Florida, 11 str.
14. **Nilson T., 1989:** Wood preservation statistics 1988, Nr. 1 Traskydd aktuellt frau traskydds-institutet, Svenska Traskyddsintitutet, Stockholm, 12 str.
15. **Pohleven F., 1998:** 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. Bruselj, COST E2: 2 str.
16. **Preston A., 2000:** Wood preservation – Trends of today that will influence the industry tomorrow. Forest products journal: 50, 12-19
17. **Richardson B.A., 1993:** Wood Preservation. Second edition. London, Glasgow, E & FN Spon: 226 str.
18. **SIST EN 335-1, 1992:** Trajnost lesa in lesnih materialov – definicija razredov ogroženosti pred biološkim napadom. 1 del: splošno. 16 str.
19. **Solvent Emissions Directive (1999/13/EC), 1999:** Office for Official Publications of the European Communities L013, 1-26
20. **Unger A., Schniewind A.P., Unger W., 2001:** Conservation of wood Artifacts. Berlin, Springer: 165-265

IskraERO

Hidria Perles, d.o.o.

Savska loka 2

4000 Kranj

Tel.: 04 2076 429

Fax: 04 2076 428