

Zaščita lesa pred vremenskimi vplivi

Protection of wood against weathering

avtor Matjaž PAVLIČ*, Vekoslav MIHEVC**

* asist., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1001 Ljubljana

** prof., dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1001 Ljubljana

Izvleček/Abstract

Prispevek obravnava zaščito lesa pred vremenskimi vplivi. Les zaradi nihanja klimatskih razmer in vremenskih vplivov zelo hitro propada. Da mu podaljšamo trajnost, ga zaščitimo z različnimi zaščitnimi sredstvi. Uporabimo lahko konstrukcijsko, kemično in površinsko zaščito. Pri zaščiti vrtnega in stavbnega pohištva, lesenih fasad ter konstrukcij se največ posvečamo ravno površinski zaščiti, ki ima poleg zaščitne tudi dekorativno vlogo. V ta namen uporabljamo razna premazna sredstva, ki jih razvrščamo v tri glavne skupine: lak emajle, lake in lazure. Vsako od teh sredstev pa ima svoje prednosti in pomanjklivosti, kar je tudi obravnavano v prispevku.

Ključne besede: zaščita lesa, vremenski vplivi

Abstract

This article presents problems about protection of wood against weathering. Under changes of climate conditions and weathering wood degrades very quickly. To prolong natural durability of wood we have to use various protections like construction, chemical and surface protection. For protection of garden furniture, joinery, wooden constructions and cladding mostly surface treatment is being used which has pro-

tective and decorative role. For this purpose various finishes can be used. We classify them in three main groups: paints, clear finishes, and stains. Each of them has its own advantages and disadvantages, which are also discussed in this article.

Key words: wood protection, weathering

1. UVOD

Zaradi nihanja klimatskih razmer in vremenskih vplivov, kot so sonce, dež, veter, sneg, onesnažen zrak in podobno, začne les hitro propadati. Poškodbe se najprej pojavijo na površini. Spremeni se barva lesa, površina s časom postaja čedalje bolj reliefna,

pojavijo se številne razpoke in distorzije (izkrivljenost) (slika 1).

SLIKA 1. LESENA KLOP PO VEČ KOT DESETH LETIH STARANJA (Foto: M. Pavlič)

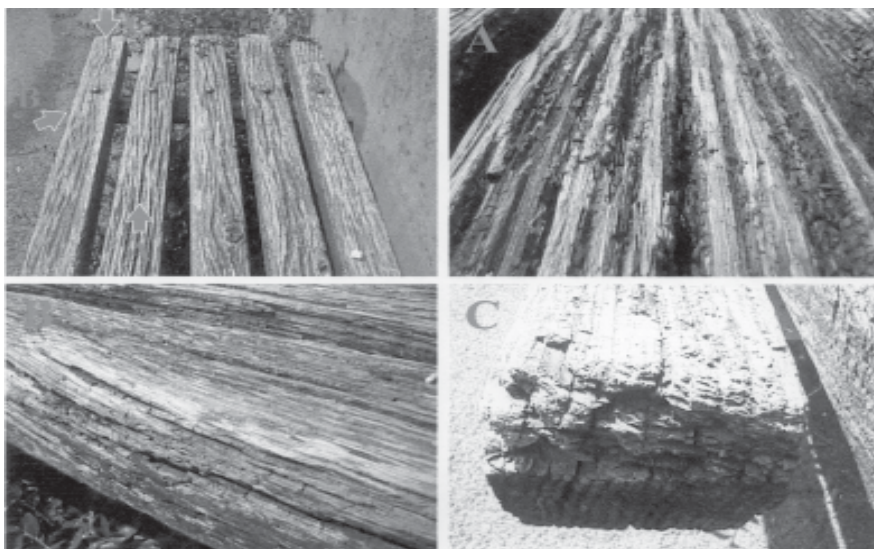
Da bi preprečili ali vsaj ublažili te nezaželene spremembe lesa, ga zaščitimo z različnimi zaščitnimi sredstvi. Tako lesu podaljšamo trajnost, hkrati pa poudarimo njegove dekorativne lastnosti. Kvaliteta zaščite lesa izpostavljenega vremenskimi vplivom pa je odvisna od izbire ustreznega zaščitnega sistema glede na namen uporabe izdelka in od uporabe ustreznih konstrukcijskih rešitev s katerimi bistveno pripomoremo k daljši trajnosti izdelka.

1.1. DEGRADACIJA LESA

Lesene konstrukcije (ograje, opaži, vrtno pohištvo, stavbno pohištvo...) so zaradi vremenskih vplivov izpostavljene številnim uničujočim dejavnikom. Najpomembnejši med njimi so vlaga, svetloba (vidna, UV, IR) ter glive in insekti.

1.1.1. Vlaga

Les zaradi svoje higroskopsnosti spre-



jema in oddaja vodo glede na klimatske razmere, kar se kaže tudi v spreminjanju njegovih dimenzij. Lahko rečemo, da je higroskopsko krčenje in nabrekanje, ki je posledica oddajanja in sprejemanja vezane ali higroskopske vode v tako imenovanem higroskopskem območju (od absolutne suhosti do točke nasičenja celičnih sten oz. vlaken), ena izmed najneugodnejših lastnosti lesa (Torelli in Čufar 1983). Zaradi vlažnostnega gradienta in anizotropne narave lesa prihaja pri procesa sušenja in navlaževanja lesa do napetosti katere ob prekoračitvi trdnosti lesa povzročajo razpoke in distorzije (Gorišek in sod. 1994).

1.1.2. Svetloba

Les je odličen absorber sončne svetlobe (Hon in sod. 1980). Zaradi tega so njegove površine na sončni svetlobi izpostavljene fizikalni in kemični fotodegradaciji, ta pa odpira pot v njeno notranjost. Fotodegradacijo lesa povzroča svetloba z valovno dolžino pod 600 nm, ki prodre v les do globine 200 (m (Feist in Hon 1984, MacLeod in sod. 1995), največji vpliv pa ima UV-svetloba, ki lahko prodre v les do globine 75 (m (Hon 1991). Vse glavne sestavine lesa (lignin, celuloza, hemiceluloza, ekstraktivi) so občutljive na UV-svetlobo, še najbolj občutljiv pa je lignin, saj absorbira 80-95 % UV-svetlobe (Hon 1991). Degradacija lignina povzroči tvorbo prostih radikalov in nizkomolekularnih produktov, ki se z lahkoto izpirajo s površine lesa (Jirouš-Rajković in sod. 1997).

Kljub temu, da je razgradnja lesa zaradi vpliva svetlobe površinski fenomen, je velik problem, saj vodi do diskoloracije in kemične razgradnje.

1.1.3. Glive in Insekti

Les, kot organski material, je izpostavljen biološkemu razkroju katerega povzročajo ksilofagni insekti in različne vrste gliv. Ksilofagni insekti živijo v lesu, ki zadovoljuje vse njihove življenjske potrebe. Les je zanje hrana in bivališče, ki jih varuje pred zunanjimi vplivi. Beljava lesa je v primerjavi z jedrovino veliko bolj privlačna za insekte saj vsebuje bistveno večji delež hranilnih snovi kot so beljakovine, škrob in sladkorji (Kervina-Hamović 1989). Vlažnost lesa, izpostavljenega vremenskim vplivom, je večkrat nad 20 %, kar pomeni veliko nevarnost pred okužbo z glivami, ki lahko les popolnoma razkrojijo in uničijo, plesni in glive modrivke pa povzročijo predvsem barvne spremembe lesa (Pohleven 1998).

2. VLOGA ZAŠČITE LESA

Leseni izdelki bodo kljubovali vremenskim vplivom le, če so primerno zaščiteni. To zaščito pa tvorijo (Mihevc 1999):

- * konstrukcijska zaščita,
- * kemična zaščita in
- * površinska zaščita.

2.1. KONSTRUKCIJSKA ZAŠČITA LESA

Oblika zgradbe in njenih delov ima velik vpliv na trajnost tako lesa kot premaza. Najpomembnejše pravilo konstrukcijske zaščite lesa je zagotoviti vodi prost odtok. Poskrbeti moramo za ustrezno nagnjenost vodoravnih profilov, spoji morajo biti pravilno oblikovani (profili za odtekanje vode), robovi morajo biti ustrezno zaobljeni (zagotavljanje enakomernosti nanosa premaznega sistema), površina naj bo kvalitetno mehansko obdelana (skobljanje, brušenje), zagotoviti moramo zračenje hrbtnih delov, celotna konstrukcija izdelka pa naj bo taka, da ne morejo nastajati mehanske poškodbe pri vgrajevanju kakor tudi ne

pri kasnejši uporabi (Mihevc 1999). Absorpcija vode skozi prečne prereze je še posebej izrazita in nevarna. Zaradi tega uporabljamo, kjer je to mogoče, poševno prirezovanje, še najbolj pa je, da prečne prereze z ustreznim premazom zatesnimo (Pečenko 1987).

Pri vgraditvi lesa mora biti lesna vlažnost čim bližje ravnovesni vlažnosti, ki ustreza povprečnim klimatskim razmeram na mestu vgraditve, da se izognemo dodatnim deformacijam, ki že tako ali tako nastajajo zaradi nihanja klime (Gorišek in Knehtl 1992).

2.2. KEMIČNA ZAŠČITA LESA

O kemični zaščiti lesa govorimo takrat, ko v les vnesemo potrebno količino kemičnih snovi, ki so strupene za posamezne lesne škodljivce. Na ta način les umetno konzerviramo in mu podaljšamo trajnost. Z vnosom kemičnih sredstev v les ta postane za škodljivce strupen ali vsaj odbijajoč (Kervina-Hamović 1990).

Kemično sredstvo, s katerim zaščitimo les je ponavadi v obliki raztopine, ki je sestavljena iz aktivne komponente in topila. Sredstvo vnesemo v les z različnimi postopki, kot so: premazovanje, potapljanje, obilvanje... Topilo kasneje izpari, aktivna komponenta pa ostane v lesu. Kot aktivno komponento lahko uporabimo različne anorganske in organske snovi. Topilo je lahko organsko ali voda, ki je ekološko najbolj sprejemljiva in dobiva vse večji pomen.

Zaščitna sredstva za les lahko razdelimo na podlagi več kriterijev, najbolj pogosta je razdelitev po Findlayu (1985), ki razvršča zaščitna sredstva za les v tri skupine:

- * zaščitna olja - derivati premogovega in lesnega katrana ter surove

- nafte,
- * kemikalije topljive v vodi,
- * zaščitna sredstva, ki so topna samo v organskih topilih.

Kemična zaščita lesa zadnje čase doživlja korenite spremembe in je čedalje bolj izpostavljena poostrenemu nadzoru okoljevarstvenikov, saj pomeni nevarnost za okolje na več nivojih: pri proizvodnji, transportu in distribuciji, pri postopkih zaščite lesa, pri uporabi zaščitnega lesa in pri odlaganju odpadnega zaščitnega lesa. Zaradi teh novih pogledov les zaščitimo s kemičnimi sredstvi le tam, kjer je to nujno potrebno (Bravery in Carey 1995, Pohleven in Petrič 1992).

2.3. POVRŠINSKA ZAŠČITA LESA

Površinska zaščita lesa ima poleg zaščitne tudi dekorativno vlogo. Lahko sledi predhodnima dvema zaščitama ali pa nastopa popolnoma samostojno. V obeh primerih lahko površinski premaz zaradi delovanja zunanjih sil razpoka. V prvem primeru je tako les še vedno kemično zaščiten, v drugem pa je odprta prosta pot do nezaščitnega lesa, ki je tako izpostavljen možnemu napadu gliv in insektov (Mihevc

1999).

Trajnost premaza, ki les ščiti pred vremenskimi vplivi, je odvisna od lastnosti in priprave lesa, od ustrezne izbire premaznega sredstva glede na namen uporabe izdelka, od načina in kvalitete nanašanja, od uporabe konstrukcijske zaščite in pa od vplivov okolja (slika 2). Takoj, ko se na premazu pojavijo prve poškodbe, ga moramo obnoviti saj lahko le na ta način zagotovimo dolgotrajno zaščito lesa.

SLIKA 2. DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA UČINKOVITOST OZ. TRAJNOST PREMAZA ZA EKSTERIER

2.3.1. Premazna sredstva

V literaturi se pojavljajo različne razvrstitve sredstev za zaščito lesa pred vremenskimi vplivi. Tuji avtorji večkrat za enaka sredstva uporabljajo različne razdelitve in izraze. Za mnoge izraze pa v slovenščini ne najdemo ustreznega prevoda.

Pri nas se je še najbolj uveljavila razvrstitev (Pečenko 1987), ki razdeli sredstva z vidika materialov, primernih za zaščito lesa pred vremenskimi vplivi, na naslednje štiri tipe:

- * sredstva za kemično zaščito lesa,
- * lak emajli,
- * lazure,
- * laki.

Feist (1996, 1997) prav tako razvršča zaščitna sredstva za les v te skupine. Namesto izraza lak emajl uporablja izraz barva, ki je v angleško govorečih državah uveljavljen izraz.

Glede na končni efekt površinske obdelave nadalje razvršča premazna sredstva za zaščito lesa pred vremenskimi vplivi v dve skupini:

1. Opaque Finishes (Paint, Solid Color Stains)

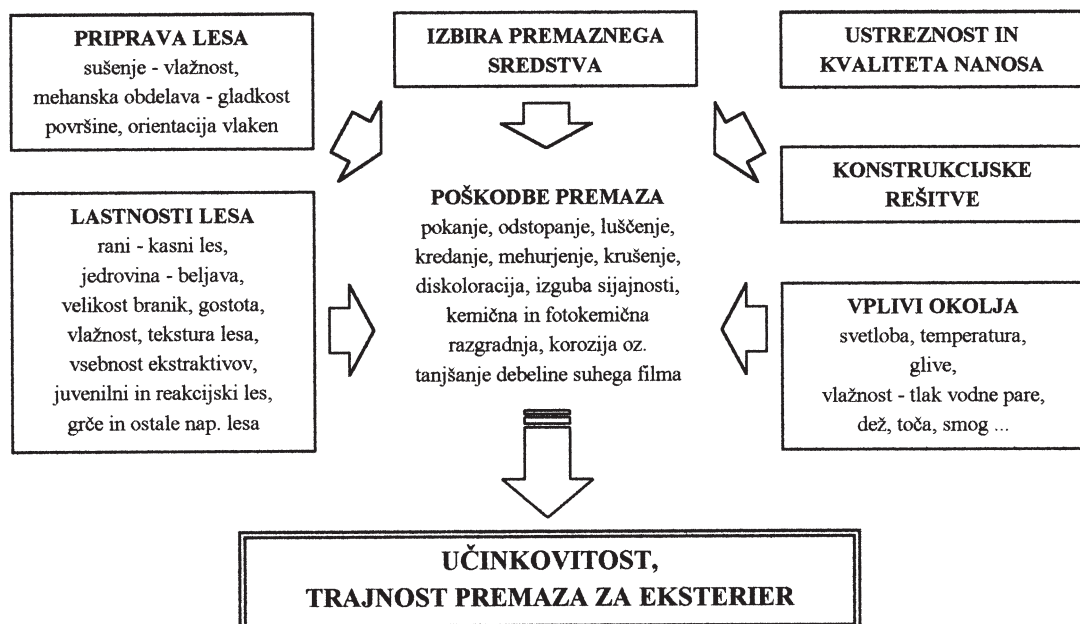
Premazi s katerimi na površini lesa tvorimo netransparenten film poljubnih barv in odtenkov, tekstura lesa je zakrita (prekrivne, netransparentne, debeloslojne lazure, emajli, lak emajli, opleski).

2. Natural Finishes (Water-Repellent Preservatives, Oils, Semitransparent Penetrating Stains, Transparent Film-Forming Finishes, Varnish Stains)

Premazi kateri poudarijo naraven videz lesa, lahko ga tudi obarvajo, vendar ne prekrijejo teksture (vodo-odbojna sredstva, naravna olja, laki, impregnacijske, tankoslojne in debeloslojne lazure).

2.3.1.1. Lak emajli

Lak emajli (opleski) so debeloslojna premazna zaščitna sredstva, ki tvorijo film, s katerimi popolnoma prekrijemo lesno teksturo in tako tudi možne napake lesa. Vsebujejo veliko ko-



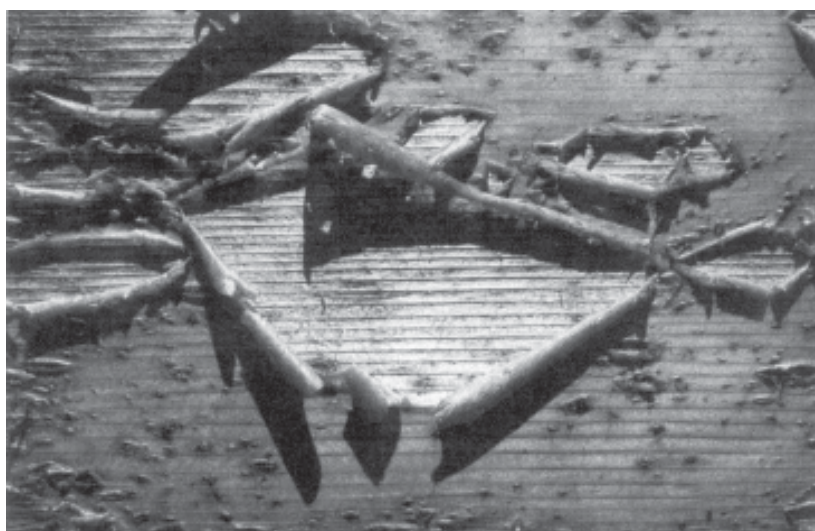
ličino pigmentov zaradi česar jih je na trgu možno dobiti v raznih barvnih odtenkih (Feist 1997). Njihova poglavitna prednost je dobra odbojnost za vodo in nizka propustnost za paro, ki je hkrati tudi njihova največja pomanjklivost. Ob izpostavitvi izdelkov vremenskim vplivom nastaja erozija premaza in difuzija vlage skozi film v les. Delovanje lesa povzroča mikrorazpoke v filmu premaza. Absorbirana vlaga v lesu se tako akumulira, kar povzroča mehurjenje in odstopanje (luščenje) premaznega filma (Pečenko 1987, Miller 1980, Feist 1997) (slika 3).

Barvanje lesa na prostem z lak emajli je dobro vpeljan in razumljiv postopek. Pri nanašanju pa se je treba izogibati debelim premaznim filmom, ker se ti nagibajo k luščenju. Filmi, sestavljeni iz več slojev premazov, se debelijo prehitro predvsem, kadar prenavljamo premazne sisteme pred potekom predvidene obnavljalne dobe. To pomeni, da moramo pri ponovnem premazovanju odstraniti celoten predhodni premaz z mehaničnim odstranjevanjem s struganjem z lo-

patico pri čemer je treba lak predhodno omehčati s plamenom, vročim zrakom ali kemičnim odstranjevalcem (lavo) (Pečenko 1987, Mihevc 1999).

SLIKA 3. LUŠČENJE LAK EMAJLA ZARADI AKUMULACIJE VLAKE V LESU POD POVRŠINO PREMAZA (FOTO: M. PAVLIČ)

2.3.1.2. Laki



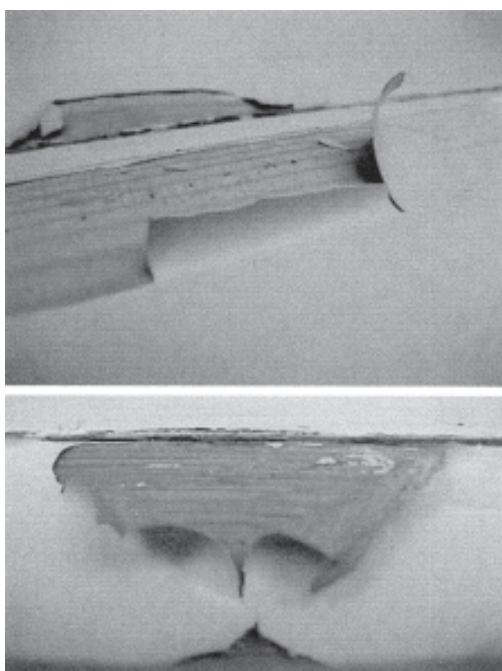
Laki so v bistvu lak emajli brez pigmentov in so jih tradicionalno uporabljali pri lesu na prostem, kadar so želeli obdržati čim bolj naraven videz lesa. Pri uporabi lakov nastajajo podobne težave kot pri lak emajlih (slika 4). S kvalitetnim lakom, nanesenim na korektno pripravljeno površino, je možno dosegati dobre rezultate, vendar ne smemo pozabiti na dejstvo, da je les mogoče zaščititi pred delovanjem sončne svetlobe le s pigmenti (Pečenko 1987).

Uporaba lakov torej za vremensko zaščito ni priporočljiva, razen če je zagotovljeno redno vzdrževanje, ki pa je relativno drago.

SLIKA 4. LUŠČENJE IN POKANJE TRANSPARENTNEGA PREMAZA PO DVEH LETIH IZPOSTAVITVE (WILLIAMS IN SOD. 1996)

2.3.1.3. Lazure

Lazure so na naše tržišče prišle iz zahodne oziroma severne Evrope in so v relativno kratkem času popolnoma osvojile potrošnike. Uporabljajo se v industriji stavbnega pohištva, predvsem



v proizvodnji oken in vrat, za površinsko obdelavo lesenih konstrukcij, lesenih ograj, opažev ter vseh drugih izdelkov, ki so izpostavljeni vremenskim vplivom (Kričej 1976). Enostavna površinska obdelava, videz in enostavno obnavljanje so faktorji, ki so pripomogli k vse večji uporabi teh premazov.

Različno od lak emajlov so lazure manj pigmentirani premazi, ki na lesu tvorijo tanek film in površino lesa obarvajo transparentno tako, da je vidna njegova tekstura. Količina ustreznih pigmentov močno vpliva na obstojnost lazur. Splošno velja, da z večjo količino pigmentov v lazuri dosegamo daljše vzdrževalne intervale. Osnovna lastnost lazur je odbijanje tekoče vode, saj imajo izrazito površino, ki odbija vodo (slika 5). Zaradi tega se najbolje

obnesejo na vertikalnih površinah, slabše pa na horizontalnih. Zaradi svoje velike permeabilnosti omogočajo lesu "dihanje", kar pa ima tudi svojo slabo stran. Vlažnost lesa niha mnogo bolj kot pri neprepustnih ali malo prepustnih premazih, vendar se vlaga v lesu ne akumulira. Lazure pod vremenskimi vplivi počasi erodirajo, debelina filma se tanjša, debelejši sloji kot so filmi lak emajlov in lakov pa postajajo krhki, pokajo in se luščijo. Nedvomna prednost lazur je preprostost njihovega obnavljanja, saj površine pred ponovnim nanosom običajno samo skrtamo in obrišemo, z enim ali dvema nanosoma pa že osvežimo površino (Pečenko

tile Organic Compounds) Vse bolj pa se uveljavljajo premazi z visoko vsebnostjo suhe snovi (high solids stains) in lazure, ki uporabljajo vodo kot topilo (water-based stains) (Martin 1996, Dongen in sod. 1998). Za njih lahko rečemo, da so premazi prihodnosti. Z uporabo lazur z visoko vsebnostjo suhe snovi lahko v primerjavi s konvencionalnimi zmanjšamo emisijo hlapnih organskih komponent (VOC) za 60 %, z vodnimi lazurami pa še za dodatnih 10 % (Dongen in sod. 1998).

Lazure se med sabo razlikujejo po več lastnostih. Najbolj tipična je debelina suhega filma. Nekatere tvorijo na lesu zaprt, lepo definiran

premazov je majhna, prepustnost za paro pa je zelo velika saj kljub večkratnemu nanosu tvorijo le do 10 µm debel film. Običajno vsebujejo biocide, ki v glavnem preprečujejo rast plesni na površini lesa oziroma premaza in nudijo zaščito pred glivami in insekti. Lahko rabijo tudi kot osnova za nadaljnjo površinsko obdelavo (Miller 1980, Feist 1997).

2.3.1.3.2. Tankoslojne lazure

Ta vrsta lazur ima manjšo prepustnost za paro kot impregnacijske lazure. Debelino suhega filma dosežemo od 30 - 40 µm po trikratnem nanosu. Ta premazna sredstva imajo trajnost v povprečju od 2. do 4. let (Miller 1980).

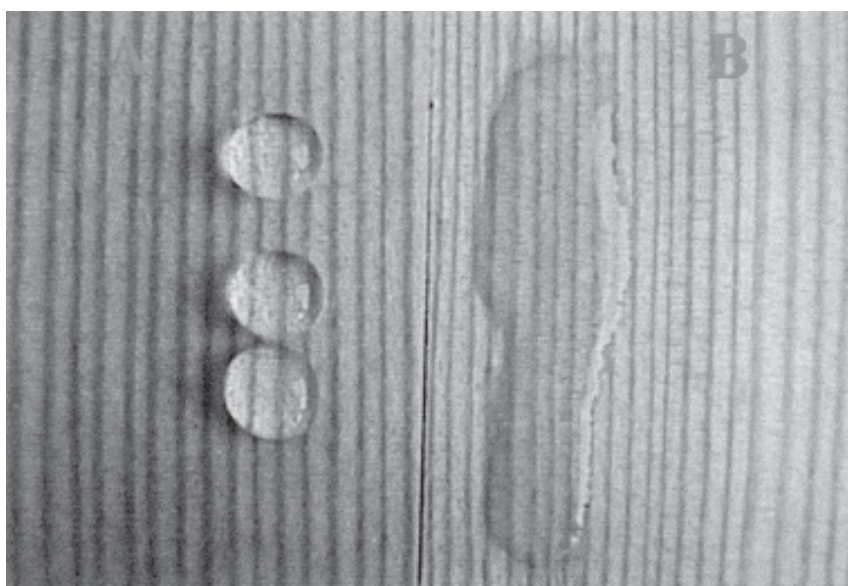
2.3.1.3.3. Debeloslojne lazure

Po trikratnem nanosu dosežemo debelino suhega filma od 60 do 75 µm. Trajnost teh premazov je od 4 do 6 let in je odvisna od izpostavitve vremenu. Pri teh premazih, ki imajo zelo majhno prepustnost za paro, lahko pri povišani vlažnosti izdelka nastane mehurjenje in luščenje premaza (Feist 1996, Williams in sod. 1996).

Pri novejših debeloslojnih lazurah lahko v enem nanosu dosežemo debelino suhega filma tudi do 120 µm. Z večjimi nanosi skrajšamo čas površinske obdelave, kakovost zaščite pa ostaja enaka.

2.3.1.3.4. Prekrivne lazure

To je posebna vrsta debeloslojnih lazur, s katerimi lahko prav tako že z enkratnim nanosom dosežemo končno debelino suhega filma. Od debeloslojnih lazur se razlikujejo predvsem po boljšem svilnatem videzu premazane površine in po popolni prekritosti teksture lesa, hkrati pa so, prav tako kot druge lazure, bolj prožne in prepustne za paro od drugih



1987).

SLIKA 5. UČINEK TRETIRANE (A) IN NETRETIRANE (B) POVRŠINE LESA, KI ODBIJA VODO (FOTO: M. PAVLIČ)

V preteklosti so bile najbolj poznane alkidne in akrilne lazure na osnovi organskih topil. Danes jih imenujemo konvencionalne lazure. Njihova uporaba se zaradi ekološke osveščenosti močno zmanjšuje saj vsebujejo velik delež reaktivnih topil oz. hlapnim organskim komponent (VOC - Volatile Organic Compounds)

sloj, druge pa v les penetrirajo. Tako Miller (1980) deli lazurne premaze na:

- * impregnacijske lazure,
- * tankoslojne lazure,
- * debeloslojne lazure in
- * prekrivne lazure.

2.3.1.3.1. Impregnacijske lazure

V les prodirajo globlje in tako tudi po več zaporednih nanosih ne tvorijo popolnoma zaprtega filma. Trajnost teh

prekrivnih premazov in jih je tako lažje vzdrževati (Miller 1980).

3. POVZETEK

Leseni izdelki bodo kljubovali vremenskim vplivom, le če so primerno zaščiteni. Najbolj učinkovito ga zavarujemo s kombinacijo vseh treh zaščit. Te so: konstrukcijska, kemična in površinska zaščita.

Najpomembnejše pravilo konstrukcijske zaščite lesa je zagotoviti vodi prost odtok. To pa lahko dosežemo s pravilnim oblikovanjem celotne zgradbe oz. njenih delov: poskrbimo za ustrezno nagnjenost vodoravnih profilov, robove ustrezno zaobljimo, zagotovimo zračenje hrbtnih delov, prečne prereze poševno prirežemo, pri spojih pa uporabljamo profile za odtekanje vode.

Pri kemični zaščiti v les vnesemo kemična sredstva, biocide s katerimi dosežemo, da le ta postane za škodljivce strupen ali vsaj odbijajoč. Kemična zaščita lesa v zadnjem času doživlja korenite spremembe in je od vseh zaščit še najbolj izpostavljena poostrenemu nadzoru okoljevarstvenikov. Ker pomeni nevarnost za okolje na več nivojih, jo uporabljamo le tam, kjer je to nujno potrebno.

Površinska zaščita lesa lahko sledi predhodnima dvema zaščitama. Pri zaščiti vrtnega pohištva, lesenih fasad in konstrukcij, stavbnega pohištva, večkrat nastopa samostojno, sploh pri uporabnikih široke potrošnje. Zaradi tega ji tudi upravičeno posvečamo največ pozornosti. Ne smemo pa pozabiti na njeno dekorativno vlogo saj lahko z uporabo najrazličnejših premaznih sredstev dosežemo različne efekte in barvne odtenke. Premazna sredstva razdelimo na lak emajle, lake in lazure, katere so se do sedaj najbolj uveljavile. Z lazurami obarvamo les

tako, da ne prekrijemo njegove teksture. Poznamo več vrst lazur. Najbolj tipično jih razdelimo glede na debelino suhega filma katerega ustvarijo na površini lesa. Tako poznamo impregnacijske, tankoslojne, debeloslojne in prekrivne lazure. V zadnjem času se zaradi ekološke osveščenosti tudi površinski zaščiti posveča vse več pozornosti. Razvila so se nova sredstva, kot so lazure z visoko vsebnostjo suhe snovi in razni vodni sistemi lazur.

Katerih zaščit in zaščitnih sredstev se bomo posluževali je odvisno predvsem od želja posameznika in pa nujnih zahtev, ki se porajajo glede na končno mesto uporabe določenega izdelka.

4. VIRI

1. Bravery AF, Carey JK 1995. Some data on the activity of alternative fungicides for wood preservation. Document 3333. IRG/WP: 16 s.
2. Dongen J, Boeke D, Klaasen R, Bakker P 1998. Development and Performance of New Generation Stains. V: Advances in Exterior Wood Coatings and CEN Standardization. PRA Conference, Brussels, 19 - 21 oct 1998. Teddington, PRA 1998: Paper 24
3. Feist WC 1996. Painting and Finishing Exterior Wood. Journal of Coatings Technology, 68, 856: 23 - 26
4. Feist WC 1997. The challenges of Selecting Finishes for Exterior Wood. Forest Product Journal, 47, 5: 16 - 20
5. Feist WC, Hon DNS 1984. Chemistry of Weathering and Protection. V: The chemistry of solid wood. Advances in chemistry series 207. Rowell RM (ur.) Washington, DC, American Chemical Society: 401 - 451
6. Findlay WPK 1985. Preservation of timber in the tropics. Dordrecht, Nijhoff M, Junk W: 273 s.
7. Gorišek Ž, Knehtl B 1992. Vpliv površinske obdelave na dimenzijsko stabilnost bukovine. Les, 44, 1 - 2: 15 - 20
8. Gorišek Ž, Geršak M, Velušček V, Čop T, Mrak C 1994. Sušenje lesa. 1. izdaja. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov lesarstva Slovenije, Lesarska založba: 235 s.
9. Hon DNS 1991. Photochemistry of Wood. V: Wood and Cellulosic Chemistry. Hon DNS, Shiraishi N (ur.) New York, Marcel Dekker: 525 - 555
10. Hon DNS, Ifju G, Feist WC 1980. Characteristics of free radicals in wood. Wood and Fiber Science, 12, 2: 121 - 130
11. Jirouš-Rajković V, Grbac I, Tkalec S 1997. An investi-

gation into the protection of wood from UV-radiation and water. Drvna industrija, 48, 4: 205 - 211

12. Kervina-Hamović L 1989. Patologija lesa. Lesna entomologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za lesarstvo: 173 s.
13. Kervina-Hamović L 1990. Zaščita lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za lesarstvo: 126 s.
14. Kričej B 1976. Umetno pospešeno staranje lazurnih in impregnacijskih premazov. Les, 28, 9 - 10: 179 - 184
15. Martin CS 1996. Exterior wood stains and lasures for the future. Pigment & Resin Technology, 25, 5: 29 - 33
16. MacLeod IT, Scully AD, Ghiggino KP, Ritchie PJA 1995. Photodegradation at the wood-clearcoat interface. Wood Science and Technology, 29, 3: 183 - 189
17. Mihevc V 1999. Surface treatment of wood in construction industry. V: Surface properties and durability of exterior wood building components. International conference, Zagreb, 30 apr 1999. Turkulin H (ur.) Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Forestry, 1999: Paper 1
18. Miller ER 1980. Exterior Wood Stains. Document 3135, IRG/WP: 5 s.
19. Pečenko G 1987. Lazurni premazi za les. Les, 39, 11 - 12: 335 - 337
20. Pohleven F 1998. Zaščita lesa pred škodljivci. Gradbenik. Revija za gradnjo, sanacije in gradbene materiale, 2, 12: 10 - 13
21. Pohleven F, Petrič M 1992. Ekološke perspektive zaščite lesa pred škodljivci. Nova proizvodnja, 43, 3: 94 - 98
22. Torelli N, Čufar K 1983. Sorpcija in stabilnost lesa. Les, 35, 5 - 6: 101 - 106
23. Williams RS, Knaebe MT, Feist WC 1996. Finishes for Exterior Wood. Selection, Application, and Maintenance. Madison, Forest Product Society: 127 s.