

Vlatka Jirouš-Rajković, Hrvoje Turkulin, Jürgen Sell¹

Postojanost drva na pročeljima

2.dio : Površinska obrada drva na pročeljima

Durability of Wooden Facades

Part 2 : Finishing of wooden facades

Stručni rad - Professional paper

Prispjelo - received: 12. 04. 2003. Prihvaćeno - accepted: 30. 05. 2003.

*UDK 634*814 i 634*829.1*

SAŽETAK Osim fizičke i konstrukcijske zaštite i površinska obrada znatno utječe na postojanost drva na pročeljima. Pravilan izbor i nanošenje materijala koji otvrdnjavanjem tvore prevlaku na drvnim pročeljima uvelike ovisi o poznavanju svojstava drva, svojstava same prevlake i klimatskim uvjetima kojima je drvo izloženo. Održavanje prevlake i pravilno obnavljanje preduvjet su dobrog estetskog izgleda i postojanosti drva na pročeljima.

Ključne riječi: drvena pročelja, površinska obrada drva, sustav prevlake, obnavljanje prevlaka

SUMMARY In addition to a physical protection, a good technical design, accompanied by proper construction of building components, wood finishing significantly improves the durability of wooden facades. A proper selection and application of a coating system to be used for wooden facades is highly dependent on the characteristics of the wood substrate, the coating characteristics and the climatic conditions to which wood is to be exposed. Maintenance and proper refinishing are essential for an attractive appearance and durability of wooden facades.

Key words: wooden facades, wood finishing, coating system, refinishing

1. UVOD

1 Introduction

Za dobru postojanost drva na pročeljima osim fizičke zaštite (sprečavanje dodira štetnih činitelja s drvom), konstrukcijske zaštite (pravilno oblikovanje detalja

proizvoda koji sprečavaju nepovoljna djelovanja na izloženom drvu) bitna je i dobra površinska zaštita. O fizičkoj i konstrukcijskoj zaštiti govorilo se u prvom dijelu ovog rada (DI 1/ 02), a težište je ovog dijela na površinskoj obradi koja ima glavnu estet-

¹Vlatka Jirouš-Rajković docentica je, a Hrvoje Turkulin izvanredni profesor na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Jürgen Sell profesor je na ETH sveučilištu u Zürichu i bivši voditelj Drvnog odjela Švicarskoga saveznog instituta za istraživanje materijala i ispitivanja u Dübendorfu (EMPA).

¹Vlatka Jirouš-Rajković is assistant professor and Hrvoje Turkulin is an associate professor at the Faculty of Forestry of Zagreb University. Jürgen Sell is a professor at the Swiss Federal Institute of Technology (Zürich) and former Head of Wood Department of the Swiss Federal Institute for Material Testing and Research (EMPA) in Dübendorf.

sku i zaštitnu ulogu u oblikovanju i održavanju drvenih pročelja.

Tradicionalna metoda zaštite površine drva od propadanja jest nanošenje različitih vrsta materijala koji otvrdnjavanjem tvore čvrstu prevlaku. Prevlaka na vanjskim drvenim građevnim elementima čini sučelje između drvene podloge i vanjske okoline. Budući da je površina drva podložna razgradnji zbog djelovanja vode, svjetlosti i mikroorganizama, od tankog sloja prevlake očekuje se da osim estetske, ispuni i zahtjevu zaštitnu funkciju.

Najvažnije su zadaće površinske obrade ili, bolje rečeno, površinske zaštite drva u vanjskim uvjetima sljedeće.

- Zaštita od svjetlosti, pogotovo od ultraljubičastog dijela spektra Sunčeva zračenja. Svjetlost razara površinski sloj drva, dovodi do promjene boje, pukotina, odlupljivanja prozirnih premaza i do erozije drva.
- Zaštita od vlage, tj. smanjenje dimenzijskih promjena drva (bubrenja i utezanja) koje nastaju kao posljedica navlaživanja i isušivanja drva u ovisnosti o uvjetima okoline.
- Obuzdavanje unutarnjih naprezanja koja nastaju djelovanjem svjetlosti i kolebanjem ravnotežnog sadržaja vode u drvu, a koja uzrokuju pukotine, promjene oblika, slabljenje zalijepljenih spojeva i popuštanje veza s nedrvenim materijalima.
- U pojedinim slučajevima potrebna je i zaštita od djelovanja bioloških štetnika, pogotovo od gljiva uzročnika truleži i promjene boje drva i prevlake.

Osim tih zaštitnih funkcija, korisnici od prevlaka na drvu u vanjskoj primjeni zahtijevaju i jednostavnost u upotrebi, ugodan miris, ekološku prihvatljivost, brzosušivost, trajnost, širok spektar boja, jednostavnost pri obnavljanju i nisku cijenu. Iz svega navedenoga očito je da proizvođači sredstava za površinsku obradu drva u vanjskoj primjeni nemaju lak zadatak.

2. VRSTE SREDSTAVA ZA POVRŠINSKU OBRADU DRVA U VANJSKOJ PRIMJENI

2 Types of exterior wood finishes

U posljednjih dvadesetak godina intenzivan razvoj novih vrsta proizvoda za zaštitu drva izloženoga vanjskim utjecajima unio je zbrku u razlikovanju tradicionalnih generičkih termina: pigmentiranih prekrivnih materijala (eng. *paint*), nepigmentiranih prekrivnih materijala - lakova (*varnish*) i lazura (*stain*). Razvijen je niz novih proiz-

voda koji se ističu različitim ukrasnim i poboljšanim tehničkim svojstvima no imena tih proizvoda najčešće zbunjuju korisnike, a često uzrokuju žučne rasprave i u stručnim krugovima. Tako je nedjelotvornost lazura u kontroli kretanja vode u drvu pridonijela razvoju proizvoda s povećanim sadržajem veziva, odnosno do "debeloslojnih lazura" ili lak-lazura (high-build stains). Slično je nemogućnost blokiranja UV svjetlosti uvjetovala povećanje neprozirnosti lazura i stvaranje proizvoda pod nazivom "neprozirne" lazure (opaque stains). Da bi se naglasilo kako su pojedine lazure namijenjene samo vanjskoj primjeni, nastao je pojam "vanjske lazure za drvo" (exterior wood stains). Pojam koji obuhvaća niz proizvoda brojnih proizvođača iz različitih zemalja. U Velikoj Britaniji pod tim se pojmom razumijevaju poluprozirne prevlake koje stvaraju tanki film na površini drva i specijalno su formulirane za vanjsku primjenu. U SAD-u pojam polutransparentne lazure (semitransparent stain) obuhvaća isključivo materijale koji moraju penetrirati u drvo i ne stvarati film na površini drva. Takvi su proizvodi najdjelotvorniji na grubo piljenim površinama i površinama koje su već bile izložene atmosferskim utjecajima. Mogu se rabiti za obradu blistača veće gustoće u kojih je adhezija pigmentiranih prekrivnih materijala (paint) problematična. Takve lazure nisu se pokazale dobrim rješenjem za obradu glatkih površina furnirskih ploča.

U europskoj se praksi sredstva za površinsku obradu drva najčešće dijele na sljedeći način.

1. **Prema vrsti veziva** - na uljne alkidne smole i druge sintetičke smole otopljene u organskim otapalima koje se zbog ekoloških razloga sve više zamjenjuju akrilatima, alkidima i njihovim mješavinama (hibridnim vezivima) otopljenima u vodi. Usto postoje i proizvodi s "prirodnim" vezivima poput životinjskih i biljnih ulja (npr. riblje i laneno ulje), otopljenim ili emulgiranim u vodi.
2. **Prema pigmentaciji** - razlikuju se nepigmentirani i stoga potpuno prozirni proizvodi (npr. prozirni lakovi), djelomično (lazirajuće) pigmentirani odnosno poluprozirni proizvodi i "pokrivni", pigmentirani, odnosno neprozirni proizvodi.
3. **Prema stvaranju filma** - razlikujemo sredstva koja ne stvaraju film na površini drva (impregnirajuća sredstva), sredstva koja, ovisno o sastavu, djelomično penetriraju i stvaraju tanji

ili deblji film na površini drva (tankoslojne i debeloslojne lazure), te sredstva koja isključivo stvaraju film na površini drva (lakovi).

U tablici 1. dan je pregled navedenih proizvoda i njihovih svojstava.

U SAD-u se materijali za vanjsku primjenu na drvu dijele u dvije osnovne skupine: **1. neprozirne prevlake (opaque coatings)**, u koje pripadaju pigmentirani lakovi - boje (*paints*) i neprozirne lazure (*solid-color stains*) i

Svojstva Characteristics	tankoslojne lazure Low-build wood stains	debeloslojne lazure ¹ Medium-build or high-build wood stains ¹	lakovi (pigmentirani i prozirni) Paints and clear varnishes
Vrsta veziva Binder type	“prirodna” ili sintetička ulja, umjetne smole i polimeri otopljeni u organskom otapalu ili dispergirani/emulgirani u vodi Solvent-borne or water-borne natural and synthetic oils, sintetic resins and polymers		
Pigmentacija/prozirnost Pigmentation/ Transparency	nepigmentirani do jako pigmentirani, odnosno prozirni, poluprozirni i neprozirni Unpigmented to highly pigmented, i.e. transparent, semi-transparent or opaque		
Suha tvar(%) % Solids	< 30	30...60	60...75
Prodiranje u drvo Wood penetration	djelomično Partial	slabo Slight	neznatno Insignificant
Debljina filma (2 nanosa) u µm Film thickness (2 coats) in µm	10....20	30...50	80...120
Vidljivost strukture drva Wood structure appearance	naglašena Marked visible/enhanced	tekstura se reljefno nazire Surface texture “relief” visible	pokrivena Covered (not visible)
Propusnost za vodenu paru (g/m²h)² Water vapour permeability(g/m ² h) ²	2	1...1,5	<0,5
Postojanost pri izravnom izlaganju atmošf. utjecajima i južnoj do zapadnoj ekspoziciji (godine)³ Durability at direct exposure to outdoor weathering facing south to west (years) ³	2...4	3...6	6...12*
Trošak pri obnavljanju Cost of maintenance	malen Low	srednji do veliki Medium to high	velik High

Tablica 1.

Vrste i svojstva prekrivnih materijala za vanjsku primjenu na drvu (Sell i dr., 1991) Types of exterior wood coatings and their characteristics (Sell et al. 2001)

¹ U Velikoj se Britaniji lazure koje pri troslojnom nanošenju imaju debljinu filma 30-40µm nazivaju srednjeslojnim lazurama.

¹In Great Britain stains with film thicknesses of 30-40µm for a three-coat system are called medium-build wood stain

² Prema Sellu i dr., 2001.

² according to Sell et al. 2001

³ Ovisno o pigmentaciji.

³ depending on pigmentation

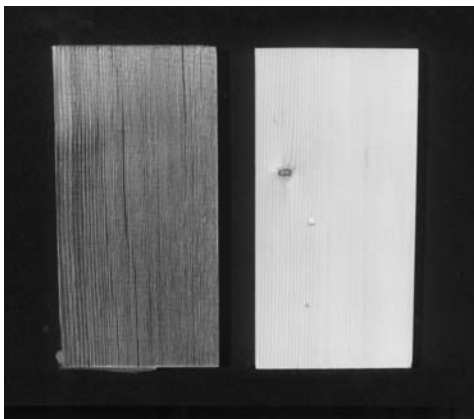
* samo za pigmentirane lakove

only for paints

2. prirodne materijale (natural finishes) kao što su vodoodbojna sredstva (*water repellents*), vodoodbojna zaštitna sredstva (*water-repellent preservatives*), ulja (*oils*) i polutransparentne penetrirajuće lazure (*semitransparent penetrating stains*) koje se ubrajaju u penetrirajuće materijale i prozirne lakove (*varnishes*), koji se ubrajaju u materijale što stvaraju cjelovit film na površini. Izraz **prirodni materijali** također može zbuniti korisnike. Taj termin označava materijale koji čuvaju prirodan izgled drva, odnosno neznatno skrivaju drvena vlakanca i teksturu drva. Najprirodniji izgled ima drvo na koje nije nanosena zaštitna prevlaka. Nažalost, izgled površine drva vrlo će se brzo nakon izlaganja vremenskim utjecajima promijeniti zbog štetnog djelovanja svjetlosti, vlage i mikroorganizama. Na slici 1. prikazana je površina hrastovine i jelovine prije i nakon izlaganja vanjskim utjecajima.

Slika 1.

Površina jelovine prije i dvije godine nakon prirodne izloženosti u kontinentalnim uvjetima (Zagreb, Hrvatska, 45° prema jugu) The surface of oak-wood before and after 2 years of natural exposure in continental conditions (Zagreb, Croatia, 45° facing south)



U tablici 2. navedeni su materijali koji se najčešće koriste za vanjsku primjenu na drvu u SAD-u.

Pigmentirani lakovi (paints) osiguravaju na drvu najveću zaštitu od svjetlosti i vlage, nude širok izbor tonova boja, ali su podložni pucanju, ljuštenju i mjehuranju. Najčešće ne sadržavaju nikakva zaštitna fungicidna i insekticidna sredstva, pa su zaštita samo dok čine nepropustan koherentan film.

Pukotine, iako ne izgledaju kao estetski jako izražena greška, velik su tehnički problem. Kroz njih, naime, može ući velika količina tekuće vode, ali zbog male površine može ispariti vrlo ograničena količina vode. Zbog fizičke nepropusnosti filma to može dovesti do nakupljanja velike vlage u podsloju.

Neprozirne lazure ili pokrivne lazure (solid-color stains) svojstvima su vrlo slične pigmentiranim lakovima. Imaju mnogo veću koncentraciju pigmenata nego

polutransparentne penetrirajuće lazure, ali nešto nižu koncentraciju nego standardni pigmentirani lakovi. Rezultat toga je činjenica da neprozirne lazure skrivaju boju drva i vlakanca, površinska se tekstura nazire, a prevlaka izgleda ravna. Poput pigmentiranih lakova, neprozirne lazure na površini stvaraju film i također su podložne pucanju, ljuštenju i mjehuranju. Ne mogu se bez prethodne pripreme nanositi na površine koje su bile obrađene penetrirajućim materijalima (vodoodbojnim zaštitnim sredstvima ili uljnim polutransparentnim lazurama). Najbolji su rezultati u SAD-u postignuti kada se nanosio jedan temeljni i dva završna nanosa pokrivne lazure.

Vodoodbojna zaštitna sredstva (water-repellent preservatives) sadržavaju zaštitno sredstvo (fungicid), malu količinu voska kao vodoodbojnog sredstva, smolu ili sušivo ulje i otapalo koje može biti i voda. Katkad sadržavaju i stabilizatore koji smanjuju degradaciju drva zbog ultraljubičastog zračenja. Vodoodbojna zaštitna sredstva sprečavaju ulaz tekuće vode u površinski sloj drva, zaštićuju površinu drva od sivljenja i sprečavaju razvoj plijesni, ali ne sadržavaju pigmente te stoga zbog ultraljubičastog zračenja nastaje promjena boje drva, najčešće u zlatnosmeđu (ovisno o početnoj boji drva). Ako se u roku 1-2 godine na glatkim površinama, a 1-3 godine na grubo piljenim ili već erodiranim površinama premaz ne obnovi, boja će izbljedjeti i na kraju posivjeti. Takvi su materijali pogodni za površine zaštićene od Sunčeve svjetlosti širokim nadstrešnicama i /ili zasjenjene drvećem. Djelotvorni su također u zaštiti stražnjih strana daščanih oplata.

Ulja (oils) koja se najčešće primjenjuju kao materijali što daju prirodan izgled drvu jesu laneno i tungovo ulje. Prirodna su ulja izvor hrane za plijesni i ako se primjenjuju bez fungicida mogu potpomagati njihov razvoj.

Polutransparentne penetrirajuće lazure (semitransparent penetrating stains) koje se primjenjuju u SAD-u isključivo su penetrirajući proizvodi koji mogu biti na bazi ulja ili alkida, sadržavaju fungicid, UV stabilizator i vodoodbojno sredstvo. Vodotopljive lazure nešto slabije penetriraju u drvo od tradicionalnih lazura s organskim otapalima. Pigmenti određuju izgled, prozirnost i trajnost lazura. Što je više pigmenata u lazuri, bolja je trajnost, boja je izraženija, a struktura i boja drva skrivenije. Posljedica toga je manje prozirna prevlaka i manja prirodnost drva. Ako se polutransparentne penetrirajuće lazure nanose na novim

Vrsta materijala Type	Nanošenje Application	Održavanje (Maintenance)	
		Postupak Process	Vremenski rok Timing
vodoodbojno zaštitno sredstvo Water-repellent preservative	kistom Brushing	uklanjanje površinske prljavštine četkom i ponovno nanošenje Brush to remove surface dirt and reapplication	1-3 godine 1-3 years
	Tlačno (tvornički) Pressure (factory applied)		površine se nakon tlačne impregnacije zaštićuju lazuroom, pigmentiranim ili prozirnim lakom None, unless stained, painted or varnished
zaštitno sredstvo na bazi organskih otapala ^a Organic solvent preservative	tlačno, namakanjem, uranjanjem i kistom Pressure, steeping, dipping and brushing	četkanje i ponovno nanošenje Brushing and reapplication	2-3 godine 2-3 years
vodoodbojna sredstva i ulja ^b Water repellent and oils	dva ili tri nanosa prozirnog materijala kistom ili uranjanje One or two brush coats of clear material or, dip application	čišćenje i ponovno nanošenje Cleaning and reapplication	1-3 godine 1-3 years
polutransparentne lazure Semitransparent stains	jedan ili dva nanosa kistom One or two brush coats	čišćenje i ponovno nanošenje Cleaning and reapplication	3-6 godina 3-6 years
prozirni lakovi Clear varnish	najmanje 3 nanosa Three coats minimum	čišćenje, brušenje, toniranje izbijeljenih područja, nanošenje dvaju dodatnih slojeva Clean, sand and stain bleached areas; apply two more coats	2 godine ili prije ako se pojave greške ^c 2 years or when breakdown begins
pigmentirani lakovi i neprozirne lazure Paint and solid-color stain	kistom: vodoodbojno sredstvo, temeljni sloj i dva završna sloja Brushing: water repellent, primer, and two top coats	čišćenje i nanošenje završnog sloja ili uklanjanje i ponavljanje postupka nanošenja pri oštećenju Clean and apply top coat, or remove and repeat initial treatment if damaged	7-10 godina za pigmentirane lakove ^d ; 3-7 godina za neprozirne lazure 7-10 years for paints; 3-7 years for solid- color stains

^a Pentaklorofenol, bis(tri-n-butilkositrov oksid), bakreni naftenat, bakreni-8-kvinolinolat i slični materijali.

^a Pentachlorophenol, bis(tri-n-butyltin oxide), copper naphthenate, copper-8-quinolinolate, and similar materials.

^b Sa zaštitnim sredstavima ili bez njih.

^b With or without added preservatives.

^c Nanošenje polutransparentnih lazura prije prozirnih lakova produžuje trajnost prozirnih lakova.

^c Application of a semitransparent stain prior to varnishing, extends the service life of the varnish.

^d Ako su za završne slojeve korištene kvalitetne vodene akrilne prevlake.

^d If top-quality acrylic latex top-coats are used.

glatko blanjanim pročeljima u potpunosti izloženima klimatskim utjecajima, trajat će otprilike 2-4 godine (Williams i dr., 1996). Općenito, glatko drvo prihvaća samo jedan nanos. Stavimo li i drugi nanos, on može stvoriti film umjesto da penetrira u drvo, što može učiniti da lazura djeluje sjajno, a film se može ljuštiti s površine. Ako se lazura obnavlja nakon izlaganja vremenskim utjeca-

jima, trajat će mnogo dulje, a površina može primiti dva nanosa lazure. Dva nanosa lazure na grubo piljenim površinama ili površinama prethodno izloženim vremenskim utjecajima mogu imati trajnost 6-8 ili više godina. Polutransparentne penetrirajuće lazure mogu se nanositi samo preko drugih penetrirajućih sredstava poput ulja ili vodoodbojnih zaštitnih sredstava. Čak ni preko

Tablica 2.

Materijali za vanjsku primjenu na drvu u SAD-u Exterior wood finishes in the USA

penetrirajućih sredstava lazura neće dobro penetrirati ako površina nije erodirala zbog izlaganja vremenskim utjecajima

Prozirni lakovi (varnishes) općenito se ne preporučuju za vanjsku primjenu na drvu. Ultraljubičasto zračenje prodire kroz prozirni film i postupno razara drvo pod njim. Neovisno o broju slojeva, zbog djelovanja Sunčeve svjetlosti prevlaka na kraju postaje krta, razvijaju se duboke pukotine i prevlaka se ljušti, često za manje od dvije godine izloženosti. Prozirne prevlake mogu se uporabiti za vanjska vrata koja su zaštićena trijemom (verandom) i za vrtni namještaj koji je zaštićen kada se ne rabi. Čak i u područjima koja su dobro zaštićena od Sunčeve svjetlosti i vode treba nanijeti najmanje tri nanosa prozirnog laka, a drvo treba prethodno obraditi vodoodbojnim zaštitnim sredstvom predviđenim za lakiranje (paintable water-repellent preservative).

3. PRIMJENA POSTUPAKA KEMIJSKE ZAŠTITE

3 Preservative treatments

Vanjske prevlake ne mogu osigurati dostatnu zaštitu drva od biorazgradnje. Kako bi se smanjio rizik od takve razgradnje drvene tvari, drvo se može biocidno impregnirati prije nanošenja sredstava za površinsku obradu.

Pravo zaštitno sredstvo (preservative) materijal je koji, pravilno nanesen, prodire duboko u drvo i štiti ga od mikroorganizama što ga razaraju, uključujući i uzročnike promjene boje (modrila). Termin zaštitno sredstvo često se, međutim, rabi u vezi s materijalima za površinsku obradu, posebno lazurama, i tada podrazumijeva fungicide u lazuri.

Pri procjeni nužnosti kemijske zaštite treba uzeti u obzir prirodnu trajnost odabranog drva i njegovu upotrebu.

Nekadašnja pravila dobre inženjerske prakse zahtijevala su da se sve drvo koje je ugrađeno biocidno impregnira tako da bude nedostupno, tj. da oko njega ne struji zrak i da se ne može fizički dosegnuti, kontrolirati, obnavljati ili zamijeniti. Danas se primjena kemijskih sredstava za zaštitu drva od djelovanja gljiva i insekata gdje god je moguće izbjegava ili pak svodi na najmanju mjeru. Razlozi tome su pojačana zabrinutost zbog toksičnosti takvih kemikalija u našoj bliskoj okolini i ekološka svijest novih naraštaja. Zaštita okoliša, naime, koja favorizira drvo kao prirodni materijal s malom ili nikakvom potrebom za kemijskim i tehnološkim intervencijama, nespojiva je s trajnom modifikacijom tog tvoriva kemikali-

jama opasnima za čovjeka i životinje. Usto, drvo se odlikuje mogućnošću recikliranja, što je jedna od najvažnijih prednosti njegove sve češće primjene u gradnji, a kemijska zaštita praktično onemogućuje recikliranje drva u druge proizvode.

Primjena biocidnih tvari (dakle, tvari otrovnih za gljive ili insekte koji razaraju drvo) u novom se ekološkom ozračju svodi na sljedeće odrednice.

- Treba primijeniti što manje kemijskih sredstava za zaštitu drva, i to samo kad su prijeko potrebna.
- Kemijska se zaštita primjenjuje samo onda kad je rizik od trajnog vlaženja i truljenja velik, tj. kad su te pojave neizbježne (npr. kod je drvo u dodiru s tlom ili je u vodi, odnosno kad su elementi velikog poprečnog presjeka trajno izloženi izravnim vanjskim klimatskim djelovanjima).
- Kemijsku zaštitu možemo primijeniti kad druge mjere, fizičke i konstruktivne, nisu provedive ili nisu dovoljne za osiguranje postojanosti drvnih elemenata.
- Kemijski se impregniraju nosivi dijelovi i oni nedostupni, tj. oni čije je obnavljanje preskupo.

Moguće je (iako ne uvijek i opravdano) primijeniti kemijsku zaštitu onda kad drvo zbog znatno manje trajnosti ne bi bilo konkurentan materijal za gradnju.

Na pročeljima zgrada malokad je potrebno (ako je uopće potrebno) primijeniti kemijsku zaštitu, a ona je opravdana na nosivim i zatvorenim elementima višekatnih objekata kao što su podložne letve drvenih obloga. Ondje pak gdje se kemijska zaštita primjenjuje, treba je provesti stručno i temeljito, tako da bude stvarno djelotvorna. Stoga se uvijek naglašeno preporučuje da kemijsku zaštitu izvode za to ovlaštene institucije, tj. pogoni za industrijsku tlačnu impregnaciju, kako bi zaštita bila potpuna i učinkovita, a ispiranje spriječeno ili maksimalno ograničeno. Svi impregnirani drveni elementi koji se na zgradi kroje, prepiljuju i spajaju moraju obvezno imati nanovo zaštićene čelne presjeke, inače je impregnacija nesvrhsishodna.

4. IZBOR SUSTAVA PREVLAKE (PREKRIVNOG SUSTAVA)

4 Coating system selection

Prevlaka za drvo mora istodobno zadovoljiti nekoliko zahtjeva. Jedna strana prevlake u dodiru je s drvnom podlogom i mora zadovoljavati specifičnosti podloge, a druga, vanjska strana prevlake mora biti otporna na vremenske utjecaje i dekorativna.

Provjereno rješenje takvih različitih potreba jest dizajniranje **sustava** prevlake u kojemu će svaki dio sustava imati svoju zasebnu ulogu. Temeljni sloj treba zadovoljiti adheziju i poroznost podloge, međusloj treba pridonijeti pokrivenosti (neprozirnosti), boji i punoći filma (često djeluje kao tekući zapunjač), a završni sloj treba osigurati krajnju otpornost i sjaj prevlake. Pokazalo se da takvo razdvajanje pojedinih funkcija slojeva ima prednosti i u pigmentiranih prevlakama i u lazura te u prozirnim lakovima. Nedostatak ovakvih višeslojnih prevlaka je složen postupak nanošenja.

Pri izboru sustava prevlaka izloženih vanjskim utjecajima uz estetske su kriterije jednako važni, ako ne i važniji, tehničko-zaštitni kriteriji.

Vodič za izbor i kvalitativno razvrstavanje brojnih i raznorodnih vanjskih prekrivnih materijala za drvo jesu prve dvije norme u skupini Europskih normi 927, EN 927-1 i DD ENV 927-2 o kojima su Miller i Turkulin detaljno pisali u časopisu Drvna industrija 52(3) 2001.

U tablici 3. navedene su preporuke za izbor vrste površinske obrade ovisno o izloženosti vremenskim utjecajima i traženoj dimenzionalnoj stabilnosti građevnih elemenata.

Pravilan izbor sustava površinske obrade ovisi o temeljitom poznavanju njezinih svojstava.

Što je prevlaka neprozirnija, to bolje štiti drvo od razarajućeg djelovanja svjetlosti, a s tog je stajališta najbolje kad je prevlaka potpuno neprozirna. Tada, međutim, ne vidimo teksturu drva, pa njegove estetske vrijednosti (važne našem zadovoljstvu i ekološkoj svijesti) postaju bespredmetne, jer se uopće ne vidi nalazi li se ispod bijelog filma drvo, aluminijski ili plastika. Kako god, prozirne i svijetle tankoslojne lazure i lakovi, kroz koje dobro vidimo teksturu i boju drva, nisu povoljni za površinsku obradu izravno izloženoga vanjskog drva jer nemaju dovoljnu trajnost. Poluprozirne lazure kompromisno su estetsko i tehničko rješenje, a njihova postojanost ovisi o kakvoći sastojaka, vrsti pigmenta i primjeni UV stabilizirajućih kemikalija.

Što je prevlaka deblja, to ona bolje štiti drvo od nepoželjnog utjecaja vode. Pri tome veći broj tanjih nanosa osigurava bolju zaštitu nego velika debljina nanosa. Deblja prevlaka smanjuje nakupljanje vode od oborina i iz vlažnoga zraka, pa su godišnja i višegodišnja odstupanja najvećih i najmanjih

Izloženost vremenskim utjecajima Exposure conditions	Tražena dimenzionalna stabilnost End-use category		
	mala (daščane oplate) Non-stable (cladding)	srednja (pergola, balkonske konstrukcije) Semi-stable (pergola, balcony structure)	velika (prozori i vrata) Stable (windows and doors)
mala Mild exposure	tankoslojna lazura, slabo pigmentirana Low-build stain, low pigment contents	debeloslojna lazura, slabo pigmentirana High-build stain, low pigment contents	prozirni lak, debeloslojna lazura, slabo pigmentirana Varnish High-build stain, low pigment contents
srednja Normal exposure	tankoslojna lazura, jako pigmentirana Low-build stain, high pigment contents	debeloslojna lazura, jako pigmentirana High-build stain, high pigment contents	debeloslojna lazura, jako pigmentirana ili neprozirni lak High-build stain, high pigment contents or paint
velika Severe exposure	tankoslojna lazura, pokrovno pigmentirana Low-build stain, opaque pigmented	debeloslojna lazura, jako pigmentirana ili neprozirni lak High-build stain, high pigment contents or paint	neprozirni lak velike debljine filma High build paint

* Prozirni lakovi nisu pogodni za obradu elemenata izravno izloženih vremenskim utjecajima od kojih se zahtijeva velika dimenzionalna stabilnost.

* Varnishes are not suitable for directly exposed exterior wood where dimensional movement of wood must be controlled.

Izloženost vremenskim utjecajima ovisi o klimatskoj situaciji, strani svijeta kojoj je drvo okrenuto i fizičko-konstruktivskoj zaštiti.

iznosa ravnotežnih sadržaja vode drva manja. Potpuna nepropusnost prevlake, međutim, nije poželjna zbog potrebe da dio vode iz drva ispari van. Osim vode izvana,

Tablica 3.

Preporuke za izbor površinske obrade ovisno o izloženosti vremenskim utjecajima i traženoj dimenzionalnoj stabilnosti (prema EN 927-1).

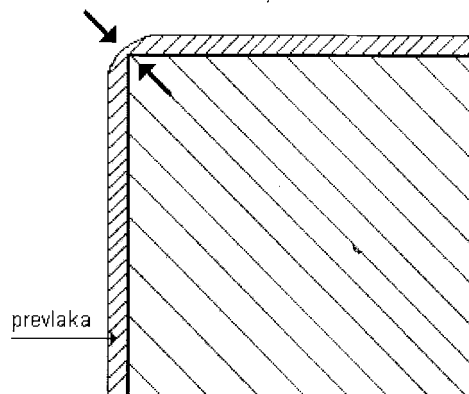
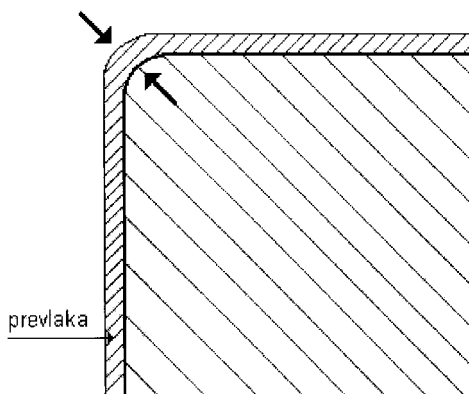
Recommendations for coating system selection according to exposure conditions and permitted dimensional movement of wood (according to EN 927-1).

drvo, naime upija vlagu i iznutra, osobito iz prostorija velike relativne vlažnosti. Ta se voda zimi kreće prema području manjeg pritiska zasićenja vodene pare, tj. u hladnije, vanjske dijelove elemenata, gdje može kondenzirati i nakupljati se pod nepropusnom prevlakom. Stoga prevlaka mora biti vodoodbojna, ali i paropropusna, a ta je dva svojstva teško uravnotežiti. Mišljenje o povoljnosti vrlo propusnih tankoslojnih lazura, koje je prije dvadesetak godina bilo zasnovano na argumentaciji da je za drvo najbolje da “diše”, pokazalo se pogrešnim, jer su najveće vrijednosti nakupljene vode u trogodišnjem razdoblju prelazile 20%, što je kritična granica za početak truljenja drva.

Danas se u Europi rabe debeloslojne lazure (high-build wood stain), poznate i kao lak-lazure (varnish stain), debljine suhog filma veće od 60 μm . Ti proizvodi, uz dovoljnu pigmentaciju, osiguravaju dobru zaštitu od svjetlosti i vode. Za primjenu na pročeljima preporučuje se čak debljina od 100 μm . Sadržavaju vodoodbojno sredstvo, prozirne pigmente željezova oksida i fungicide. Debljina suhog filma proizvoda na vodenoj osnovi iznosi oko 120 μm . Te vrijednosti debljina prevlaka osiguravaju manje nakupljanje vode, manja odstupanja sadržaja vode, a time i manju pojavu pukotina nego u tankih prevlaka. Deblji filmovi erodiraju sporije, tj. s izlaganjem im se debljina smanjuje sporije nego tanjima. Samo jedan dodatni sloj na nominalno dvoslojni nanos lazure produljuje vijek trajanja zaštite do obnavljanja za čak 30%. Debljina filma osobito je važna na mehanički najosjetljivijim mjestima, a to su bridovi elemenata. Na njima se, zbog površinske napetosti, pojavljuje tendencija “povlačenja” prevlake i stvaranja tanjeg sloja baš na najnepovoljnijemu mjestu. Zaobljivanje svih bridova vanjskih elemenata potpuno rješava taj problem (sl. 2).

Slika 2.

Ravnomjerna debljina filma na zaobljenim bridovima ($r=2\text{ mm}$) Uniform film thickness on round edges



biti dobivene grubim piljenjem, četkanjem

Švicarski Savezni institut za istraživanje materijala i ispitivanja (EMPA) (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) te Stručno udruženje proizvođača prozora i fasada (FFF) za površinsku obradu pročelja lazurama preporučuju ovaj sustav:

- impregnirajući temelj (bezbojan, s fungicidom)
- prvi i drugi međusloj lazure s organskim otapalima ili otopljene u vodi, nanese u tvornici (obraditi sve strane)
- jedan ili dva sloja (ovisno o klimatskom opterećenju i navodu proizvođača) jako pigmentirane tankoslojne ili debeloslojne lazure (s organskim otapalima ili vodene) nanese na gradilištu.

Za neprozirnu (pokrivnu) obradu preporučuju:

- pokrivno pigmentirani temelj s organskim otapalima ili vodom (bijeli), nanese u tvornici (obraditi sve strane); u područjima s vrlo vlažnom klimom treba nanijeti i impregnirajući temelj s biocidom
- dva do tri nanosa (ovisno o klimatskom opterećenju) pokrivno pigmentirane lazure ili pigmentiranog laka; zadnji sloj treba nanijeti na gradilištu.

5. PRIPREMA POVRŠINE DRVA I NANOŠENJE MATERIJALA ZA POVRŠINSKU OBRADU

5 Surface preparation and application of coatings

Površina drva za pročelja koja će se površinski štiti prevlakama mora biti čista i suha. Vlažnost drva ne bi smjela prelaziti 15%. Površinska hrapavost drva za pročelja ovisi o obradi površine koja određuje i krajnji izgled i utječe na postojanost. Površine na koje će se nanositi prekrivni materijali mogu

i pjeskarenjem, blanjanjem i brušenjem ili samo **blanjanjem**. Piljenjem dobivene površine hrapave su i imaju nadignuta vlakanca koja naglašavaju površinsku teksturu drva. I kada je prevlaka pokrivno pigmentirana, struktura površine drva ostaje vidljiva. Za takve površine pogodnije su elastične prevlake koje nisu isključivo filmogene (npr. vodorazrjeđive akrilatne lazure).

Na površinama dobivenim četkanjem ili pjeskarenjem također je naglašena struktura drva jer je dio ranog drva uklonjen. Površine pripremljene na taj način trebaju biti pažljivo očišćene kako bi se spriječila moguća oštećenja na filmogenim prevlakama. Dobro izblanjane i potom izbrušene površine vrlo su dobra podloga za prevlake. Prašinu nakon brušenja treba pažljivo ukloniti s površine i iz pora.

Na pravilno blanjanim površinama neće biti problema s površinskom obradom. Blanjanje tupim noževima stvorit će, međutim, zgnječena i nadignuta vlakanca koja mogu utjecati na prionljivost prevlake.

Površinska obrada pročelja najčešće se provodi kombinacijom obrade elemenata u industrijskom pogonu i završne obrade na samom gradilištu. Obrada u tvornici ima prednost zbog ujednačenosti kvalitete i količine nanosa, te mogućeg nanošenja temelja na sve strane elementa jednim prolaskom preko površine. Najčešće se to provodi postupcima oblijevanja, štrcanja ili vakuumskim nanošenjem.

Završni se slojevi prevlake na gradilištu obično nanose kistom ili štrcanjem (najčešće airmix postupkom). Kistom postizemo dobro prodiranje materijala u drvo, iako izgled površine nije uvijek ujednačen. Takav način nanošenja zahtijeva proizvode koji se suše relativno polako te stoga nije moguće nanijeti debeli sloj bez tragova kista. To je osobito važno za pokrivne prevlake čija je trajnost proporcionalna debljini filma. Dva sloja kistom nanosene pokrivne prevlake imaju debljinu suhog filma od 30-40 μm , dok dva sloja airmix štrcanjem nanesenog filma imaju potrebnu debljinu od 120 μm .

Za primjenu impregnacija i lazura nanošenje kistom bolje je rješenje jer materijal bolje prodire u drvo i konačni izgled proizvoda je ljepši.

6. ODRŽAVANJE I OBNAVLJANJE PREVLAKA NA DRVU

6 Maintenance and recoating (refinishing) of wood

Prevlake na drvenim pročeljima treba održavati i pravodobno obnavljati kako bi

trošak saniranja bio što manji. Što se dulje čeka s obnavljanem trošak materijala i vremena bit će veći.

Postupak obnavljanja prevlake ovisi o vrsti prevlake i jačini oštećenja. Općenito vrijedi pravilo da postojeću prevlaku nije potrebno uklanjati prije obnavljanja ako je u dobrom stanju, ako čvrsto prijanja na površinu i nema većih pukotina ili mjehurića, a na nju se želi nanijeti slična prevlaka. Međutim, želimo li nanijeti lazuru na površinu koja je bila obrađena pigmentiranim ili prozirnim lakom, prethodnu prevlaku treba ukloniti.

Stari se naliči mogu vrlo brzo skinuti plinskim plamenikom, tzv. letlampom. Takav se toplinski postupak ne provodi na površinama koje će se obrađivati lazurama ili prozirnim lakovima jer otvoreni plamen neizbježno pali drvo, a ostaci nagorenog drva koji nakon toga zaostanu teško se uklanjaju. Električne puhalice s vrućim zrakom bolje su rješenje za uklanjanje prevlaka.

Kemijska sredstva za skidanje na bazi kaustične sode (natrij-hidroksid), potaše (kalij-karbonat) i sličnih materijala jeftina su i djelotvorna, ali njihovi se ostaci teško uklanjaju i mogu kasnije utjecati na trajnost prevlake. Na nekim vrstama drva alkalna sredstva mogu prouzročiti diskoloraciju, stoga su za drvo bolja sredstva na organskoj bazi.

Za uklanjanje prevlaka s većeg broja površina ekonomičan je i postupak pjeskarenja.

Ako je prevlaka uglavnom u dobrom stanju, ali postoje lokalizirana područja s lošom prionljivošću (npr. oko spojeva), može se postupiti tako da se samo taj dio prevlake ostruže do podloge. Ostaloj prevlaci treba skositi rub sve do podloge (sl. 3). To omogućuje bolju adheziju temeljnog sloja na obrađenom lokaliziranom području i ujednačeniju debljinu temeljnoga i završnog sloja koji će se kasnije nanositi (sl. 3). Ne napravimo li na staroj prevlaci skošenje na mjestima gdje stara prevlaka završava, novonanesena će prevlaka biti vrlo tanka i to će biti prvo mjesto na kojem će prevlaka kasnije početi pucati, omogućujući tako vodi da penetrira u drvo i ponovno potakne razgradnju (ljuštenje) prevlake.

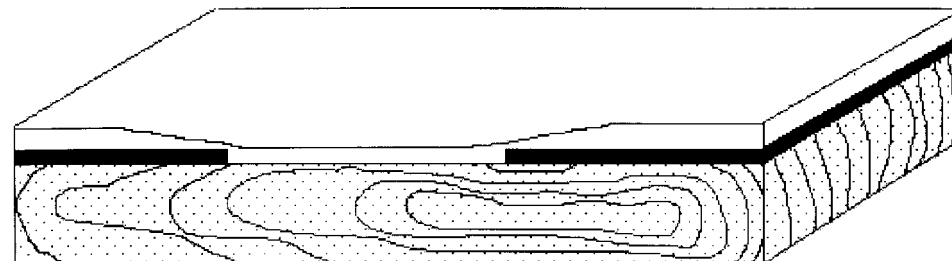
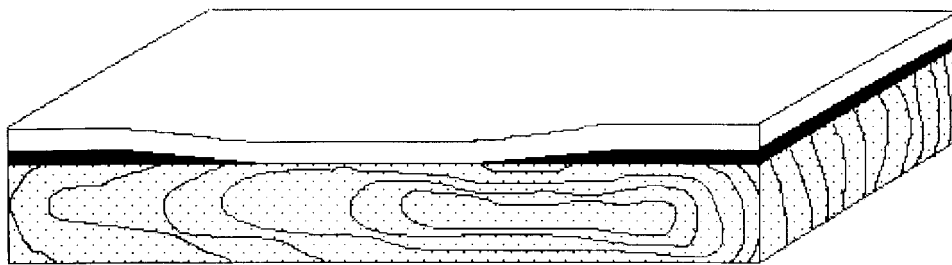
Osnovni je zahtjev i pri nanošenju prevlaka prvi put i pri kasnijem obnavljanju da na površini ne smije biti prašine, ulja, masti, voska ni drugih nečistoća. Površine obrađene temeljnim premazima, pigmentiranim ili prozirnim lakovima ili lazurama na kojima je prevlaka uglavnom u dobrom

Slika 3.

Obnavljanje prevlake uz skošenje rubova stare prevlake i bez skošenja.

Gore: obnavljanje stare prevlake uz skošenje ruba. Debljina nove prevlake ujednačena je i na spoju stare prevlake s drvom.

Dolje: obnavljanje stare prevlake bez skošenja ruba. Nova je prevlaka tanka na rubu stare prevlake i nakon kratkog vremena počne propadati.



Recoating with and without "feathering" abrupt edge of old film.

Top: recoating with feathering. Thickness of a new coat is consistent across boundaries between old film and wood.

Bottom: Recoating without feathering. A new coat is thin at abrupt edge of old film and fails after a short time.

stanju ali je prljava ili puna mrlja treba oprati otopinom detergenta ili sapuna, isprati i osušiti. Čišćenje otapalima, npr. lakim benzinom, nužno je ako su površine onečišćene uljima ili mastima.

Biljne organizme poput plijesni, algi, lišajeva i mahovine treba ostrugati prije nanošenja sterilizirajuće otopine koja će uništiti preostale mikroorganizme. Prije nanošenja nove prevlake tako obrađene površine treba isprati i ostaviti da se dobro osuše.

U daljnjem tekstu dani su primjeri postupaka obnavljanja prevlaka na bazi alkidnih smola i na bazi akrilatnih smola prema preporuci švicarskoga Saveznog instituta za istraživanje materijala i ispitivanja (Eidgenössische Materialprüfungs-und Forschungsanstalt)-EMPA.

Prevlake na bazi alkidnih smola (sustav s organskim otapalima ili vodeni)

Stara je prevlaka u dobrom stanju i dobro prianja

- Površine oprati razrijeđenom otopinom amonijaka i lagano prebrusiti (granulacija papira 120 do 150).
- Kistom nanijeti jedan ili dva nanosa lazure ili laka na alkidnoj ili akrilnoj bazi (vodeni sustav ili sustav s organskim otapalima); obaviti međubrušenje ako je potrebno; broj novih slojeva ovisi o stanju stare prevlake.

Stara prevlaka više ne prianja i djelomično se ili potpuno ljušti

- Ukloniti uništenu prevlaku (brušenjem, pjeskarenjem) i oštećenu površinu drva prebrusiti sve do zdravog sloja (da nema sivih područja).

- Dijelove prevlake koji još dobro prianjaju isprati razrijeđenom otopinom amonijaka i lagano prebrusiti (granulacija papira 120 do 150).
- Na ogoljenu površinu drva nanijeti temelj na bazi alkidnih smola (s organskim otapalima).
- Međubrušenje.
- Kistom dva puta nanijeti jako pokrivno ili pokrivno pigmentiranu debeloslojnu lazuru ili pigmentirani lak na bazi alkidnih ili akrilatnih smola (vodeni ili s organskim otapalima).

Prevlake na bazi akrilatnih smola (vodeni sustav)

Stara je prevlaka u dobrom stanju i dobro prianja

- Površine oprati razrijeđenom otopinom amonijaka i lagano prebrusiti (granulacija papira 120 do 150).
- Nanijeti kistom vodeni akrilatni temelj (prozirni ili bijeli)
- Međubrušenje, ako je potrebno.
- Kistom nanijeti akrilnu lazuru ili lak (vodeni sustav)

Stara prevlaka više ne prianja i djelomično se ili potpuno ljušti

- Ukloniti oštećenu prevlaku (brušenjem, pjeskarenjem) i površinu drva prebrusiti sve do zdravog sloja (da nema sivih područja).
- Dijelove prevlake koji još dobro prianjaju isprati razrijeđenom otopinom amonijaka i lagano prebrusiti (granulacija papira 120 do 150).
- Na ogoljenu površinu drva nanijeti temelj na bazi alkidnih smola (s organskim otapalima).



Slika 4.

Razvoj truleži na drvenom kapku zbog neodgovarajućeg odvoda vode s prozorske klupčice

Rot development on a wood shutter due to improper water conduction from the window sill.

- Međubrušenje.
- Nanijeti kistom vodeni akrilatni temelj (prozirni ili bijeli).
- Kistom jedanput ili dvaput nanijeti akrilatnu lazuru ili lak (vodeni sustav).

7. UMJESTO ZAKLJUČKA

7 Instead of conclusion

U prvom dijelu ovog rada (Turkulin i Sell, 2002) isticali smo važnost sprečavanja nakupljanja vode u leđnim zonama fasadnih elemenata. Važnost, ali i ograničenost djelotvornosti površinske obrade možemo uočiti na sl. 4 na kojoj je vidljiv pogled kroz prozor ljetnikovca pri prvom posjetu nakon zime. Korisnik stana načinio je novi kapak (od jelovine) te ga dobro zaštitio nepropusnim prekrivnim materijalom. Tijekom zime, međutim, prostor uz zidnu oblogu namakala je voda, skupljala se na kamenoj klupčici i vlažila doljnji dio kapka koji na nju nasjeda. U proljeće se zbog zagrijavanja rapidno razvija trulež u natopljenom drvu. Poučak: površinska obrada najvažniji je element zaštite drva na pročeljima, ali ne može "spasiti" ili sakriti propuste u postupcima fizičke i konstrukcijske zaštite koji su trebali biti korektno provedeni prije površinske obrade.

Učimo na vlastitim ili, još bolje, na tuđim pogreškama.

8. LITERATURA

8. REferences

1. Graystone, J. (1985): The care and protection of wood (90 pp.). Slough (England):ICI Paints Division.
2. Boxall, J. (1991): Exterior wood stains. BRE information paper, IP 5/91. Building Research Establishment, UK.
3. Jirouš-Rajković, V. (1994): Skidanje starih naliča s površine drva. Drvna industrija 45 (4):119-123.
4. Miller, E.R.; Turkulin, H. (2001): Standardi za razvrstavanje i ispitivanje vanjskih premaza za drvo-EN 927. Drvna industrija 52(3) 117-129.
5. Sell, J.; Fischer, J.; Wigger, U. (2001): Oberflächenschutz von Holzfassaden. Lignatec 13/2001, 27 pp. Zürich: Lignum.
6. Turkulin, H. (2002): Postojanost drva na pročeljima. Drvo u graditeljstvu-perspektive obnove i izgradnje, Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, travanj 2002.
7. Turkulin, H.; Sell, J. (2002): Postojanost drva na pročeljima. 1. dio: Fizička i konstrukcijska zaštita. Drvna industrija 53(1):33-48.
8. Williams, R.S.; Knaebe, M.T.; Feist, W.C. (1996): Finishes for exterior wood (127 pp.). Forest Products Society, USA.
9. ***** (1990): Painting exterior wood. BRE Digest 354, September 1990. Building Research Establishment, UK.
10. ***** (1993): Natural finishes for exterior wood. BRE Digest 387, October 1993. Building Research Establishment, UK.