

ZNANJE *za prakso*

Pomen zaščite čelnega lesa pri lesenih oknih

1. Uvod in predstavitev problema

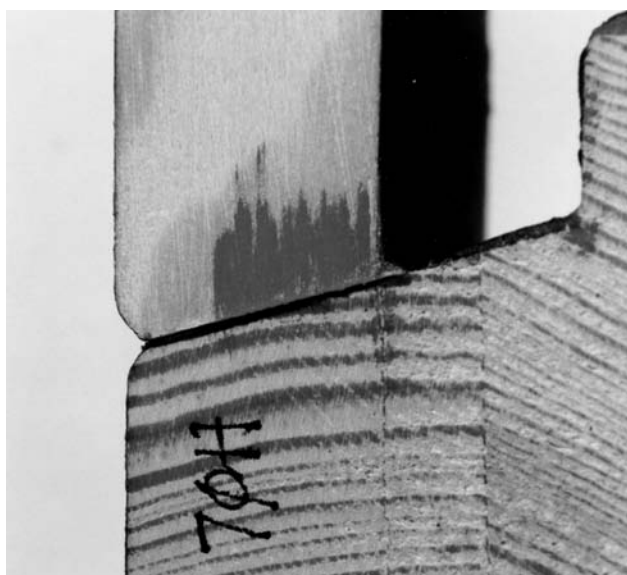
V zadnjih letih se konkurenčnost lesenih oken v primerjavi z alternativnimi okvirnimi materiali (plastika, aluminij) na evropskih trgih zmanjšuje. Razlogi za to so številni in raznoliki, v glavnem pa so povezani z zaostritvijo ekoloških in kakovostnih zahtev na teh trgih. Pri lesenih oknih to sovpa da tudi s pojavom številnih predčasnih poškodb na oknih zlasti iz domačih iglavcev v kombinaciji s prozornimi in premalo pigmentiranimi lazurnimi premazi. V tem času je prišlo tudi do zamenjave prej tradicionalnih tropskih lesov (predvsem meranti) z domačimi iglavci ter prehoda s premaznih sredstev za površinsko obdelavo z materialov na osnovi alkidnih smol v organskih topilih na akrilne sisteme, razredčljive v vodi (1).

Iz prakse je znano, da so kotni spoji eno najbolj kritičnih mest pri konstrukciji lesenih oken. Ta značilna šibka točka se različno intenzivno odraža glede na vrsto uporabljenega lesa, sistem površinske obdelave, čas vgradnje oken in način njihovega vzdrževanja.

Zlato pravilo o optimalni vlažnosti vgrajenega lesa pravi, da naj bo vlažnost lesa pri izdelavi lesnih izdelkov čim bližje vlažnosti, ki jo določa klima na mestu uporabe teh izdelkov. Medtem ko je povprečna vlažnost lesa pri proizvodnji oken, predvsem pozimi, običajno pod 12 % in se ne spreminja dosti do dobave na gradbišče, večino oken vgrajujejo na stavbah pred izdelavo notranjih ometov in tlakov ali med njo. Tako vgrajena lesena okna, še zlasti če površinsko niso dokončno obdelana, težijo zaradi higroskopske narave lesa k uravnovešenosti svoje vlažnosti s prevladujočimi klimatskimi razmerami v okolici. Deformacije v obliki od 0,5-3 mm širokih rež nastanejo v prsnem stiku med horizontalnim in vertikalnim okenskim elementom zaradi delovanja lesa, ki je posledica večjih cikličnih klimatskih obremenitev med uporabo izdelkov. Netesni kotni spoji omogočajo dostop meteorne vode in spor lesnih gliv do notranjosti okenskih elementov, kar je v praksi glavni vzrok številnim predčasnim poškodbam premaznih filmov (razpoke in luščenja) in napadu lesnih gliv.

Skozi odprte kotne spoje prihaja do intenzivnega kapilarnega navlaževanja lesa v aksialni smeri skozi čelni les. Ta pa je zaradi običajno manjšega dodatka lepila v tem območju kotnega spoja (nevarnost preboja madežev pri

svetlih lazurnih premazih) v praksi po večini slabo zaščiten. Zaradi mnogo počasnejšega odvajanja (difuzije) povečane vlage v lesu v prečni smeri, kjer je dodatna bariera še premazni film, prihaja do lokalno povečave vlažnosti lesa v ožjem ali širšem območju odprtega kotnega spoja. Mehanizem navlaževanja lesa zaradi netesnosti kotnih spojev je prikazan na sliki 1.



Slika 1. Mehanizem navlaževanja lesa pri odprtih okenskih kotnih spojih. Skozi odprte kotne stike prihaja do intenzivnega kapilarnega navlaževanja lesa (temnejše obarvanje) v aksialni smeri skozi čelni les (vzorec po enoletni naravni izpostavi)

Tovrstno navlaževanje lesa vpliva na:

- lokalno nabrekanje lesa, ki povzroča velike notranje napetosti v lepilnem spoju ter na meji med zaščitno prevleko in lesom, kar pri cikličnih obremenitvah postopno privede do porušitve lepilnega spoja ter razpokanja in luščenja premaznega filma in
- lokalno povišano lesno vlažnost (nad 20 %), ki omogoča tudi ugodne razmere za razvoj lesnih gliv. Običajno se najprej pojavijo glive modrivke, ki pripravijo ugodnejše okolje za napad lesno destruktivnih gliv.

2. Vpliv lesne vrste

Konec osemdesetih let je pri proizvodnji oken v srednje-evropskem prostoru znašal delež tropskih listavcev (mahagonij, meranti) okoli 75 %. Dobre obdelovalne in higroskopske lastnosti teh lesov so omogočale tudi mnoge poenostavitve proizvodnje in okenskih konstrukcijskih detajlov (npr. V-kotni stik). Predvsem zaradi ekoloških razlogov (ohranitev tropskih gozdov) se je povpraševanje po oknih iz

tropskih listavcev v zadnjih letih bistveno znižalo, nadomeščajo pa jih zlasti domači iglavci. Pri tem prehodu se je poenostavljeni proizvodni proces oken ohranil (npr. tudi slabše doziranje lepila v kotni spoj), kar povzroča danes številne poškodbe na vgrajenih oknih že kratek čas po vgradnji.

Z vidika transporta proste vode je les heterokapilaren sistem, pri čemer predstavljajo kapilarni sistem celični lumni in piknje, oz. odprtine v pikenjskih membranah. Prevodnost (permeabilnost) lesnega tkiva v različnih anatomskih smereh je zelo variabilna lastnost. Literatura (2) navaja, da znaša razmerje med vzdolžno in prečno permeabilnostjo pri iglavcih od 1: 10.000 do 40.000, pri listavcih pa še celo več. Pri listavcih vpliva na veliko variabilnost permeabilnosti lesnega tkiva predvsem stopnja zatiljenja in depoziti, ki lahko blokirajo traheje.

Najpomembnejši dejavniki permeabilnosti lesa iglavcev so število in velikost odprtin v pikninih membranah ter sekundarne spremembe, kot sta ojedritev in aspiracija pikenj. Beljava je praviloma bolj permeabilna kot jedrovina iste drevesne vrste. Nekateri avtorji (6) navajajo, da poteka navlaževanje beljave borovine v aksialni smeri tudi nekaj 1000-krat hitreje kot pri jedrovini iste drevesne vrste.

Domači iglavci (smreka, jelka, bor) so v primejavi s tradicionalno uporabljenimi lesovi za lesena okna (tropski listavci) zaradi specifičnosti atomske in kemične zgradbe bolj občutljivi za vlažnostne spremembe v okolici in manj dimenzijsko stabilni (3). Slika 2 prikazuje intenzivnost navlaževanja nekaterih lesov, ki se uporabljajo pri proizvodnji oken, skozi nezaščiten prečni prerez (čelni les) med 7-dnevnim obremenjevanjem z vodo. Količina vpite vode in hitrost vpivanja sta pri beljavah iste drevesne vrste nekajkrat višja kot pri jedrovinskem delu. Med vsemi preskušanimi lesovi je bilo navlaževanje najbolj intenzivno pri beljavi borovine najmanj pa pri jedrovini dark red merantija. Vzorci iz beljave borovine so npr. že po približno enurni obremenitvi z vodo vpili toliko ali celo več vode kot vzorci iz merantinovine v enem tednu. Pri beljavi borovine so tudi pri osušenem lesu atomske prevodne poti za vodo sorazmerno dobro ohranjene in odprte. Razlogi za tako počasno odzivnost merantinovine na vlažnostne spremembe v okolici so predvsem posledica njegove atomske zgradbe in sekundarnih sprememb, ki

nastanejo v procesu transformacije beljave v jedrovino. Pri merantinovini je potrebno še posebej upoštevati vzajemni učinek intenzivnega zatiljenja, ki preprečuje transport v aksialni smeri, ter zamašenosti lesnih trakov, ki so gosto zapolnjeni z rdečerjavimi jedrovinskimi snovmi, kar znatno otežuje prečni transport vode (3, 4).

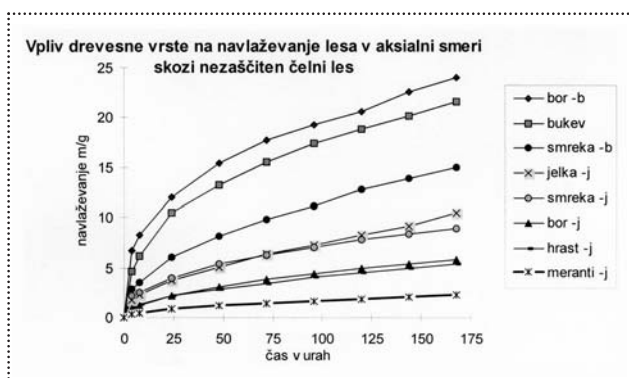
3. Vpliv zaščite čelnega lesa

Dodatna predobdelava (pred lepljenjem ali po njem) čelnega lesa iglavcev s sredstvi za zaščito čelnega lesa lahko bistveno zmanjša nevarnost navlaževanja elementov stavbnega pohištva in tako posredno nastanek s tem povezanih poškodb. Miller in Boxall (5) poročata, da pri okenskih kotnih spojih iz beljave borovine že samo predobdelava prečnih prerezov lesa (brez površinske obdelave preostalih površin!) zmanjša nihanje lesne vlažnosti pri daljši naravni izpostavi na nivo, kot ga dosežemo pri površinsko obdelanih kotnih spojih brez zaščite čel. Raziskava je tudi pokazala, da so sredstva za zaščito čelnega lesa na osnovi veziv, ki so raztopljena v organskih topilih, večinoma učinkovitejša kot tista na osnovi veziv, ki jih razredčujemo z vodo.

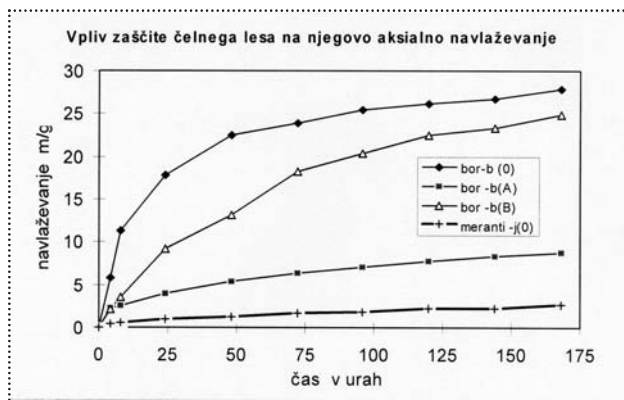
Jensen in Imsgard (6) navajata pozitivni učinek dvojnega vakuumskega postopka impregnacije elementov stavbnega pohištva pred lepljenjem na podaljšanje njihove trajnosti. Globinska impregnacija beljave borovine s primerno kombinacijo zaščitnih in vodoodbojnih snovi temu lesu bistveno izboljša odpornost proti glivam in zniža aksialno absorpcijo vlage.

Tudi novejša raziskava na Inštitutu za okensko tehniko v Rosenheimu (7) je potrdila pozitivni učinek dvojnega vakuumskega postopka impregnacije lesa z nizkoviskoznim impregnacijskim sredstvom na osnovi raztopine alkidne smole in z ali celo brez zaščitnimi (biocidnimi) snovmi v mešanici organskih topil ali celo brez njih na znižanje aksialnega navlaževanja na borovini in smrekovini. Zaradi vse višje ravni ekološke osveščenosti javnosti in problemov v zvezi z odstranjevanjem odslužanih oken in vrat avtorji zagovarjajo predvsem preventivne zaščitne ukrepe, da do poškodb (napad gliv in insektov, odpiranje kotnih spojev, razpokanje in luščenje premaznih filmov) sploh ne bi prišlo.

Rezultati raziskave o vplivu 11 sredstev za zaščito čelnega lesa na 6 različnih lesnih vrstah kažejo, da je njihova učinkovitost največja pri higroskopsko bolj občutljivih lesovih še posebej pri beljavi borovine (7). Na tej leseni podlagi se pri tretiranju čelnega lesa z nekaterimi sredstvi na osnovi akrilnih in alkidnih smol zniža enotedenska absorpcija vode od 20 do 80 % (slika 3). Vodoodbojna učinkovitost sredstev za zaščito čelnega lesa deluje na principu tvorbe površinske polimerne bariere na lesu ali lokalni impregnaciji ter zamašitvi transportnih poti za vodo na prečnem prerezu lesa. Pri nekaterih sredstvih za tretiranje čelnega lesa pa je prišlo med obremenjevanjem zaradi hidrofilnosti veziva celo do povečanega navlaževanja v primerjavi z netretiranimi vzorci.



Slika 2. Vpliv drevesne vrste na aksialno navlaževanje lesa skozi njegov nezaščiten prečni prerez ($S = 10 \text{ cm}^2$) med 7-dnevnim potapljanjem vzorcev v vodo



Slika 3. Vpliv zaščite čelnega lesa s sredstvi A (osnova: akrilna smola tip I) in B (osnova: akrilna smola tip II) na aksialno navlaževanje lesa skozi prečni prerez ($S = 10 \text{ cm}^2$)

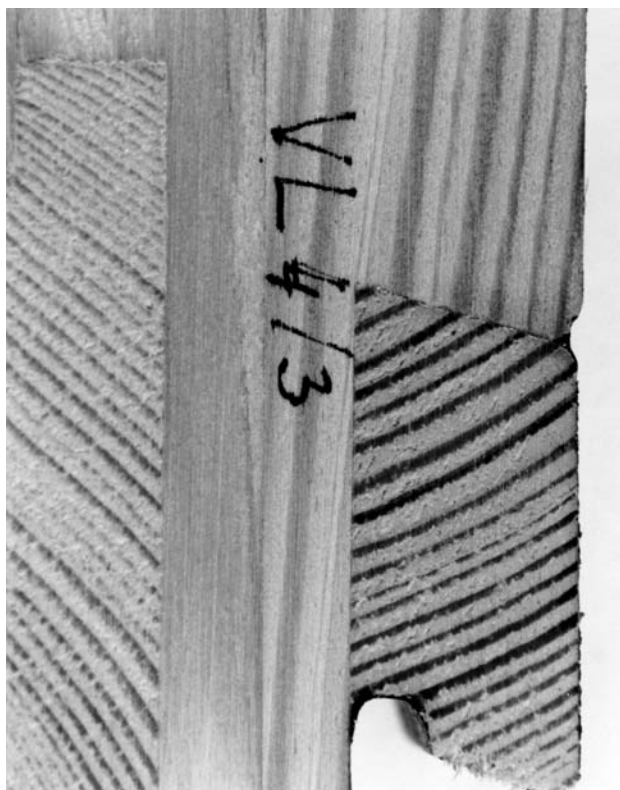
Naravna izpostava okenskih okvirov je potrdila pozitiven vpliv tretiranja čelnega lesa na trajnost lesenih oken. Pri nekaterih sredstvih za zaščito čelnega lesa najdemo poleg različne stopnje vodoodbojne učinkovitosti še probleme s kompatibilnostjo sredstva z lepilom (slabša trdnost lepilnega spoja) in z premaznim sistemom (madeži). Zato je potrebno uporabljati le sredstva, ki so ustrezno testirana.

4. Vpliv zaščite V - prsnega stika

Sistem zaobljanja robov ($r \geq 2 \text{ mm}$) na vseh profilih okenskih elementov, ki sicer poveča tolerančno območje natančnosti obdelave in omogoča doseganje večjih debelin premaznih filmov in s tem boljšo zaščito robov v območju kotnih spojev, ustvarja tudi dodatno površino izpostavljenega čelnega lesa. To področje je v praksi tudi slabo zaščiteno zaradi efekta odboja razpršenih delcev premaznega sredstva pri njegovem nanašanju. To mesto pomeni dodatno šibko točko za dostop vode in spor gliv v notranjost konstrukcije. Zato je učinkovita zaščita celotnega področja kotnega spoja in še posebej prsnega stika ključnega pomena za trajnost lesnih oken (8).

Za izboljšanje zaščite tega področja kotnega spoja se v zadnjih letih uporabljajo različna sredstva za zaščito V-prsnega stika, ki delujejo na principu tvorbe površinske polimerne bariere na lesu ali lokalni impregnaciji ter zamašitvi transportnih poti za vodo na tem delu prečnega prereza lesa. Ta sredstva proizvajalci stavbnega pohištva nanašajo na kritično območje spoja po lepljenju, običajno ročno pred nanosom osnovnega premaza ali po njem.

Naravna izpostava okenskih okvirov je potrdila pozitiven vpliv tretiranja področja V-prsnega stika na trajnost lesenih oken, saj ta dodatna zaščita zmanjšuje nihanje lesne vlažnosti v bližini kotnega spoja tudi do 50 % v primerjavi z vzorci brez te zaščite. Ta pozitiven učinek se pokaže le v primeru, ko je bil kotni spoj v celoti strokovno zalepljen - z izstopom lepila iz spoja (slika 4). Če je premalo ali celo nič lepila v območju prsnega stika med prečnikom in pokončnikom, tudi samo zaščita V-prsnega stika ne daje trajne zaščite pred odpiranjem kotnih spojev in nastankom pred-



Slika 4. Zaprt okenski kotni spoj z dodatno zaščito V-prsnega stika po dveh letih naravne izpostave še vedno omogoča učinkovito odvajanje vode

časnih poškodb zaradi vode.

Tudi pri nekaterih sredstvih za zaščito V-prsnega stika obstaja poleg vodoodbojne učinkovitosti problem kompatibilnosti z premaznim sistemom (madeži), zato priporočajo uporabo sredstev, ki so ustrezno testirana.

5. Viri

- 1) Knehtl, B. 1997. Lesena okna - stanje in trendi na evropskem trgu. LES 49, 1-2 s. 5-8
- 2) Siau, J.F. 1984. Transport processes in wood. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, s. 50-60)
- 3) Torelli, N.; Čufar, K. 1983. Sorpcija in stabilnost lesa. - LES. 35, 4-5, s. 101-106
- 4) Wagenfür R.; Scheiber, F. 1979. Holzatlas. VEB Fachbuchverlag. Leipzig, s. 380
- 5) Miller, E.R.; Boxall, J. 1984. The effectiveness of end-grain sealers in improving paint performance on softwood joinery. Holz als Roh- und Werkstoff. 42, s. 27-34
- 6) Jensen, B.; Imsgard, F. 1982. The importance of axial penetration in relation to double vacuum treatment of window joinery. Record of the B.W.P.A.1982 annual convention
- 7) Schmid, J.; Laurich, H., Knehtl, B.; Lechner, S. Fenster aus einheimischen Hölzern. Abschl.(bericht für Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e. V. München. Institut für Fenstertechnik e.V, Rosenheim, 1995, 103 s.
- 8) Tretter, A. 1994. Geschützte Brüstungsfugen- geschützte Fenster. Bau und Möbelschreiner (8) s. 36-37
- 9) Zborniki referatov "Rosenheimer Fenstertage - Tagungen + Workshops 1994, 1995, 1996, 1997". Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim