



Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet  
**Povećanje konkurentnosti hrvatske industrije  
drvenih podova na EU tržištu**

Sufinancirano iz Europskog fonda za  
regionalni razvoj Europske unije



Europska unija  
"Ulaganje u budućnost"



## Svojstva i primjena drvenih podova

Brošura br. 1/2015.



# Povećanje konkurentnosti hrvatske industrije drvenih podova na EU tržištu

Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

## “Ulaganje u budućnost”

Projekt vrijedan 473.579,09 eura sufinancira  
Europski fond za regionalni razvoj s 81,02%.  
Trajanje projekta je od 03.04.2013. do 02.10.2014.



Europska unija

Strukturni i  
investicijski fondovi



Operativni program:  
Konkurentna Hrvatska



Fond za ulaganje  
u znanost i inovacije



Ministarstvo znanosti,  
obrazovanja i sporta



*Projektne partneri:*  
Tehničko sveučilište u Grazu



Innovawood



Biotehnički fakultet u Ljubljani



*Korisnik projekta:*  
Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet  
Laboratorij za drvo u graditeljstvu





## UVODNIK - Svojstva i primjena drvenih podova

Ova brošura predstavlja objedinjeno izdanje zbirke stručnih članaka o različitim materijalima, proizvodima i tehnikama za izvođenje drvenih podova.

Izdanje je potaknuto važnošću svijesti stručnjaka i izvođača o različitim mogućnostima i varijantama izrade podnih sklopova kako bi se poticala raznovrstnost i višestranost primjene drva na podu.

Zbirku tekstova donosimo zbog očitog nedostatka stručne literature u

području planiranja i projektiranja drvenih podova, te zbog velikog interesa svih uključenih profesionalaca – arhitekata, drvnih tehnologa, podopolagača i građevinara - za štivo ovoga područja.

Osim toga, pokazalo se da nova saznanja o svojstvima podova uvelike doprinose smanjenju broja reklamacija, zadovoljenju prohtjeva zahtjevnih arhitekata i korisnika drvenih podova te poslovne uspješnosti proizvođača podova i lakova, specijaliziranih trgovaca i

podopolagača.

Zbirku izdajemo u želji da doprinese povećanju povjerenja u drvo - taj plemeniti prirodni građevni materijal. Nadamo se da će tekstovi ostaviti dojam o izvrsnim svojstvima drva i drugih materijala za podove.

Željeli bismo da korisnici, arhitekti i planeri uvide prednosti i attribute dobrote drva na podovima, kako bismo promovirali njegovu širu primjenu.

**LDG tim**



## SADRŽAJ

- 02 Pregrijano drvo - moderan materijal za podne elemente**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 05 Bambusove podne obloge - značajke i primjena**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 08 Koritavost klasičnog parketa**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 10 Drveni opločnici - "kocke" - 1. dio**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 14 Drveni opločnici - "kocke" - 2. dio**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 17 Površine lakiranih drvenih podova - 1. dio: svojstva i ispitivanja**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin, dr.sc. Vjekoslav Živković, Nenad Valdec, dipl.ing.*
- 20 Površine lakiranih drvenih podova - 2. dio: svojstva i ispitivanja**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin, dr.sc. Vjekoslav Živković, Nenad Valdec, dipl.ing.*
- 26 Površine lakiranih drvenih podova - 3. dio: rezultati i razredba**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin, dr.sc. Vjekoslav Živković, Nenad Valdec, dipl.ing.*
- 31 Koliko košta drveni pod ?**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin, Nikola Topol, dipl.ing.*
- 42 Prilagodne reške drvenih podova - 1. dio**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 48 Prilagodne reške drvenih podova - 2. dio**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*
- 52 Paronepropusni predpremaži pri polaganju drvenih podova**  
*Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin*

# Pregrijano drvo

## Moderan materijal za podne elemente

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin



Pregrijano drvo, tj. toplinski obrađeno drvo, već se nekoliko godina naširoko primjenjuje u Europi za gradnju, vanjski namještaj i za opremanje interijera. Mnogima je i u nas već poznato tamno obojeno drvo za koje se iskazuje da ima bitno smanjenu upojnost za vodu, stabilne dimenzije i veliku otpornost na trulež. Koja su, međutim, prava svojstva ovog modificiranog drvnog materijala, i koje su prednosti i nedostaci njegove primjene, još se ne zna točno. Odnedavno se u Hrvatskoj razvila i domaća industrijska proizvodnja pregrijanog drva, pa ovim člankom želimo omogućiti da se i naša parketerska i podopolagačka struka potpunije upozna sa svojstvima ovog atraktivnog materijala.

Toplinski obrađeno drvo poznato je već gotovo cijelo stoljeće, ali se njegova primjena nije industrijski proširila zbog relativno visoke cijene postupka. Kako u zadnje vrijeme drvo postaje sve vrednija sirovina, a raznim se sustavima modifikacije nastoji poboljšati njegova svojstva i trajnost, tako je i ovaj postupak doživio svoj novi tehnološki razvoj i široku praktičnu primjenu. Različiti postupci termičke modifikacije komercijalno se primjenjuju posljednjih desetak godina. Evropski kapaciteti pregrijanog drva već prelaze 50000 m<sup>3</sup>, a u Hrvatskoj rade dva komercijalna postrojenja. U Podravskoj Slatini radi postrojenje tvrtke Bel-Dren, a poznata parketerska tvrtka Galeković instalirala je u svom pogonu PPS Majuru novu komoru za pregrijavanje kapaciteta do 15 m<sup>3</sup> (slika 1), poglavito za proizvodnju parketnih elemenata. Nazivlje procesa odražava njegovu fizikalnu bit: na njemačkom se toplinski obrađeno drvo najčešće zove Thermoholz ili Wärmebehandeltes Holz, na engleskom se kaže Heat-treated wood ili Thermally modified wood; izraz Torrefied wood mogli bismo prevesti kao pečeno ili prženo drvo (ovisno o tome je li medij

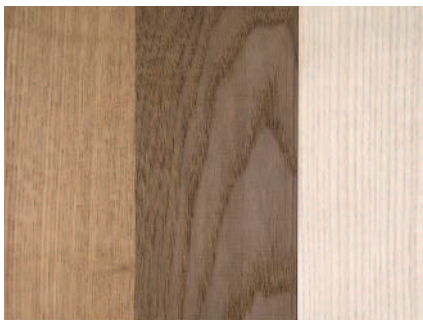
zagrijavnaja plin ili ulje), a mi uvodimo univerzalni izraz pregrijano drvo. Toplinska obrada ili pregrijavanje drva postupak je kojim se bez unošenja dodatnih kemikalija, samo pod utjecajem topline i tlaka (eventualno i vlage) mijenja kemijska struktura staničnih stijenki drva. Promjenom kemizma stanične stijenke smanjuje se njen afinitet prema vodi, te se poboljšava dimenzionalna stabilnost. Toplinska obrada drva donosi prednosti njegove manje vodoupojnosti, poboljšane dimenzijske stabilnosti, veće otpornosti prema biološkoj razgradnji i dubinske, ravnomjerne promjene boje u tamnije tonove. Pri tome četinjače dobijaju izgled starog drva i koriste se za imitaciju rustikalne gradnje, a pregrijane listače odaju dojam egzotičnog drva. Manje vrijedna sirovina, kao što je npr. nepravna srž bukovine i jasenovine, može se ovim postupkom pretvoriti u estetski i tehnički vrijedne proizvode (npr. ekskluzivni parket), a pregrijana brezovina i topolovina se u Skandinaviji rabi za saune i namještaj. Ipak, pregrijano se drvo najčešće koristi u vanjskim konstrukcijama za pročelja i ograde, nenosive konstrukcije, vanjske podove te za prozore i vrata.

Komercijalno se ističu prednosti pregrijanog drva u smislu «eliminiranog» bubrenja i utezanja i «biološke otpornosti», no treba biti svjestan i nedostataka ovog materijala: mehanička svojstva bitno su smanjena, promjena boje nije stalna na suncu, drvo je sklono pojavi površinskih pukotina i ne može ga se primijeniti u doticaju s tlom. Osim toga, proizvodi dulje vrijeme, čak mjesecima, odaju miris paljevine u prostoru. Termička se modifikacija odvija pri temperaturama od 120 do 280 °C, u trajanju od 15 minuta do 24 sata, ovisno o vrsti procesa, vrsti drva, dimenzijama, sadržaju vode, te o ciljanim svojstvima proizvoda, a to su potrebna mehanička svojstva, željena otpornost prema biološkoj razgradnji, dimenzijska stabilnost proizvoda te jakost promjene boje. Duljinom trajanja procesa definira se stupanj modifikacije drva. Što je



Slika 1: Postrojenje za pregrijavanje drva u pari (kapaciteta do 15 m<sup>3</sup>) poduzeća za proizvodnju parketa PPS Galeković u Majuru





Slika 2: Blago i jako pregrijana bukovina (gore) i jasenovina (dolje) u usporedbi s prirodnim sirovinama



ono dulje, to je dimenzionalna stabilnost i trajnost modificiranog drva veća, ali se gustoća i mehanička svojstva više smanjuju. Produljenjem vremena modifikacije mijenja se i boja drva, posebno svjetlina boje. Prisutnost kisika u toku procesa zagrijavanja može rezultirati znatnim oštećenjem celuloze, a kao posljedica nastaje jače smanjenje mehaničkih svojstava

drva. Zato se za pregrijavanje najčešće koristi inertna atmosfera (vodena para, ugljični dioksid, dušik) ili se pak obradci pregrijavaju potopljeni u industrijsko biljno ulje.

Pri zagrijavanju drva bez kisika prvo se razgrađuju hemiceluloze, zatim celuloza te na kraju lignin. Zato pregrijano drvo ima postotno veće učešće lignina i krtije je nego normalno drvo. Naravno, razgradnja polisaharida prouzroči smanjenje gustoće i bitno umanjuje mehanička svojstva drva osim tvrdoće, što rezultira krtošću i sklonošću pojavi mnogobrojnih sitnih površinskih pukotina pregrijanog drva u uporabi.

Umrežavanjem formaldehida koji nastaje od toplinskih produkata smanjuje se udio vezane vode u staničnim stijenkama drva. Posljedica je smanjenje iznosa ravnotežnih sadržaja vode pregrijanog drva, te poboljšana dimenzijska stabilnost s promjenama vlage u okolini. Rezultati desetogodišnjeg izlaganja termički modificiranog drva vanjskim vremenskim utjecajima pokazali su vrlo male dimenzionalne promjene na termički modificiranim uzorcima u usporedbi s nemodificiranim. Ravnotežni sadržaj vode je i nakon tri godine izlaganja bio za 40-60% manji nego na nemodificiranim uzorcima, bez obzira na sustav površinske obrade. To znači da pri istoj relativnoj vlažnosti zraka drvo higroskopski poprimi skoro duplo manje vode, a to onda utječe na smanjenje promjena dimenzija utezanjem čak do 40%. Trenutno se provode pokusi na Šumarskom fakultetu kojima će se točnije utvrditi poboljšanje dimenzijske stabilnosti domaćih parketnih vrsta drva tretiranih u našim pogonima.

Kod sobnih uvjeta, na primjer, gdje parket ima ravnotežni sadržaj vode od 7 do 9%, pregrijano drvo ustanova ravnotežni sadržaj vode od samo 5 do 7%. Te je

vrijednosti, međutim, i dosta teško izmjeriti, jer električni vlagomjeri u tom području već pokazuju velika odstupanja i dugo vrijeme stabiliziranja mjerene vrijednosti. Prethodni pokusi provedeni na Šumarskom fakultetu u Zagrebu ukazuju na to da se sadržaj vode pregrijanog drva može mjeriti istim oznakama na vlagomjerima kao i prirodno drvo iste vrste, s time da je očitavanje za 1-2% vode više od stvarne vrijednosti. Kakogod, ispod 5% vode njezin točan sadržaj u pregrijanom drvu može se odrediti samo gravimetrijski. Promjene boje prilikom termičke modifikacije ovise o temperaturi: što je ona veća, promjene boje su jače. Četinjače prilikom zagrijavanja na 240 °C postaju tamno smeđe. Na početku primjene metode termičke modifikacije promjena boje se smatrala nedostatkom, ali danas je ona jedan od razloga primjene jer je moguće postići boju drugih vrsta drva po cijelom poprečnom presjeku elementa. Da bi se željeni estetski izgled površine termički modificiranog drva zadržao neophodno je nanošenje zaštitnih prevlaka budući da je termički modificirano drvo podložno promjenama boje na suncu. Iako se prirodna boja drva toplinskim tretiranjem ujednači, njezin ton nije postojan na svjetlo, te ga treba stabilizirati. Izlaganjem UV svjetlu i povremenoj kondenzaciji, što približno odgovara polugodišnjem prirodnom vanjskom izlaganju, boja pregrijane jasenovine iskazuje malu, ali okom jasno uočljivu promjenu, dok bukovina očigledno i značajno posvijetli. Praktično iskustvo kaže da smeđa boja nezaštićene površine pregrijanog drva četinjača izbledi tijekom vanjskog izlaganja od 3 do 6 mjeseci, dok za promjenu boje u interijeru (npr. kod parketa) nema podataka.

Pokusi u zemljama gdje se pregrijano drvo rabi za nenosive vanjske konstrukcije, kao što su npr. vrtni namještaj, ograde, drveni pločnici i slično, dokazali su povećanje trajnosti modificiranog drva prilikom vanjskog izlaganja vremenskim utjecajima. S druge pak strane povećan koeficijent difuzije vode duž vlakana ca ukazuje na potrebu pojačanog zaštićivanja čelnih presjeka. Sve navedeno ipak nije spriječilo stvaranje pukotina na modificiranom drvu. Štoviše, krtost i naprezanja u pregrijanom drvu dovode u uporabi do finih površinskih pukotina čak i kod niskih sadržaja vode i njihovih malih kolebanja. Nezaštićena površina pregrijanog drva tada i nešto brže erodira nego u normalna drva, naročito na zonama ranog drva. Kakogod, ako se pregrijano drvo zaštiti slabo permeabilnim troslojnim slojem, pojava pukotina se eliminira. Ukoliko je modificirano drvo površinski obrađeno vrsta prevlake ima signifikantan utjecaj na smanjenje pucanja. Površinska obrada pregrijanog drva u osnovi je dobra, naročito kod četinjača, kod kojih se ulja, smole i voskovi ekstrahiraju na temperaturi iznad 180 °C. Svejedno, kvašenje površine pregrijanog drva, naročito vodotopivim premazima, je slabije nego u normalna drva, što upozorava na mogućnosti problema kod određenih kombinacija supstrata i premaza ili supstrata i ljepila. Svaku kombinaciju premaza i ljepila s pregrijanim drvom potrebno je prethodno provjeriti prije uporabe za industrijske proizvode.

Mehanička svojstva termički modificiranih uzoraka



Slika 3: Položen parket od pregrijanog drva u salonu poduzeća za proizvodnju parketa PPS Galeković u Mraclinu



drva su se nakon desetogodišnjeg izlaganja smanjila bez obzira na parametre procesa, drvo je postalo krto, smanjene vlačne čvrstoće i čvrstoće na savijanje, a zabilježen je gubitak mase od 15%, to veći što je temperatura obrade bila veća. Obradom na temperaturama do 190 °C dinamička čvrstoća na savijanje se smanjuje 5% do 18%, a kod temperatura preko 200 °C čvrstoća se smanjuje i preko 50% (naročito čvrstoća na savijanje) i drvo postaje vrlo krto, što mu ograničava uporabu na nenosive građevne elemente. Kod primjene pregrijanog drva za parket ovi nedostaci nisu toliko izraženi, jer je kod parketa najvažnija tvrdoća okomito na vlakanca. Kod ostalih građevnih proizvoda, međutim, potrebno je vrlo pažljivo razmotriti smanjenje čvrstoće uslijed provođenja tretmana.

Kombinacijom različitih parametara termičke modifikacije i njihovom pažljivom kontrolom neželjene posljedice termičke modifikacije mogu se smanjiti. Npr. vrlo visoka temperatura na kraju procesa osigurat će visoku trajnost proizvoda, ali mehanička svojstva takvog drva bit će jako smanjena. S druge strane, niska temperatura na kraju procesa samo će malo produljiti trajnost proizvoda, ali i samo malo smanjiti mehanička svojstva. Razvoj krтости doprinosi i nepovoljnijim tehnološkim osobinama: pri obradi se razvija finija, agresivna prašina, površina pregrijanog drva je igličasta i hrapava, lako se zacjepljuje i odvaja u obliku oštih ivera.

Manje vezane vode u pregrijanom drvu glavni je činitelj zaprečene biološke aktivnosti, a vjerojatno je i da

mnogobrojni, uglavnom kiseli i blago toksični produkti razgradnje, djeluju usporavajuće na gljive uzročnice truleži. Istraživanja su pokazala da se otpornost termički modificiranog drva prema gljivama povećava s povećanjem stupnja modifikacije. Tako bi se pregrijavanjem prirodna otpornost smrekovine pomaknula iz razreda otpornosti 4 u razred 2 po EN 335-1 i mogla bi se rabiti potpuno izložena u vanjskim uvjetima iznad tla (razred opasnosti 3). Međutim, termički modificirano drvo ipak nije otporno na gljive plavila i plijesni u toj mjeri da se može koristiti na otvorenom bez kemijske ili površinske zaštite.

Procesi termičke modifikacije drva se i dalje istražuju. Iako pregrijano drvo iskazuje izuzetne prednosti u smislu estetskih svojstava (jednolična i efektna promjena boje) te nekih tehničkih značajki (jako smanjeno bubrenje i utezanje te poboljšana otpornost na gljive), treba biti svjestan i njegovih nedostataka u odnosu na normalno drvo. Mehanička svojstva bitno su smanjena, tako da se ovaj materijal uglavnom rabi za nenosive konstrukcije i za parket, a površina je osjetljiva na izbjeljivanje na svjetlu i pojavu pukotina. U svakom slučaju potrebno je razviti iskustva o reakciji svake vrste drva na pregrijavanje, jer se pokazalo da reagiraju vrlo različito, te na odnos fizikalnih odrednica postupka obrade i posljedičnih promjena na drvu. Iskustva i uspjesi u domaćoj proizvodnji pregrijanog drva ponudit će našoj drvnotehnološkoj praksi vrlo atraktivan materijal stabilne i ujednačene kvalitete.





# Bambusove podne obloge

## Značajke i primjena

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

BAMBUSOVINA nije drvo, nego materijal drvenastih stabljika velikog broja indijskih i azijskih grmolikih i stablastih biljaka. U osnovi, bambus je trava, a kemijski sastav tvari njegove stabljike sličan je onom kod drva. Stoga su i mnoga tehnička svojstva bambusovine usporediva s drvom.

Stabljike, visoke kod nekih vrsta do 35 m, debele do 15 cm, imaju specifičan "bambusast" oblik: šuplje su, debljine vanjske stijenke oko 1 cm, a člancima (nodijima) su razdijeljene u uzdužne odsječke. Iz nodija se izdvajaju grančice (listovi) koje s rastom otpadaju. Bambusova stabljika nema grana, dakle nema ni kvrga, a staničje je u osnovi parenhim koji nema sržnih trakova, nego je uzdužno ustrojeno u dugačke, usporodne i dobro provodljive snopiće koji se vide prostim okom.



Bambusovina nema zone prirasta, kao što su kod drva vidljivi godovi sa zonama ranog i kasnog drva. Bambusova stapka raste iz zemlje samo u duljinu, pri čemu stanice s vremenom osržavaju i dosežu tvrdoću i čvrstoću. Parenhim na vanjskoj strani stabljike ima deblje, neprovodne stijenke. Ove imaju povećani udio inkrustata – uraslih kristala (naročito silikata) što daje svojstva dobre tvrdoće, a to staničje ima i povećan udio kristaline celuloze u odnosu na drvo. Na unutar-njoj strani stijenke gustoća i čvrstoća tkiva je manja. Anatomski ustroj određuje karakteristična mehanička svojstva bambusovine: veliku čvrstoću na vlak i elastičnost, dobru tvrdoću, veliku cjepljivost, malu upojnost i slabu (lateralnu) permeabilnost, tj. propusnost za tekućine. Parenhim u ranom dobu godine sadrži dosta škroba pa je bambusovina vrlo neotpor-na na djelovanje gljiva i insekata, pogotovo je slabo trajna u dodiru s tlom.

Bambusovina ima slična higroskopska svojstva kao i drvo. Povećani udio kristaline celuloze, koja ne apsorbira vodu, omogućuje da pri istim uvjetima relativne vlažnosti zraka bambusovina postiže nešto niže (cca 1% manje) vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode od drva. Uzdužno bubrenje i utezanje je kao i kod drva zanemarivo maleno, a u poprečnom smjeru, za razliku od drva, nema velikih razlika između radialnog (tek nešto većeg) i tangencnog utezanja. Bambusovina ima ujednačenija svojstva nego drvo jer nema kvrga, a tok vlakancima (žice) je paralelan. Time je određena i vrlo ujednačena i fina tekstura na površini. Nodiji na blanjanju površini stvaraju polja promjene teksture poroznog izgleda, ali nisu bitno propusnija od pravilne uzdužne strukture. Tijekom osržavanja internodijske stanice budu zapunjene zrakom, a parenhimske jažice su obložene ekzudatima i postaju slabo propusne. Stoga je upojnost tekuće vode površina stabljika mala, ali je i impregnacija znatno otežana

Gustoća bambusovine od koje se izrađuje parket je visoka, oko 750 kg/m<sup>3</sup>, a s time je u vezi i velika tvrdoća od 40 N/mm<sup>2</sup>, nešto veća od bukovine i hrastovine. Vlačna čvrstoća prema navodima literature iznosi 200 do 300 N/mm<sup>2</sup>, što je više nego kod mnogih komercijalnih vrsta drva, ali bambusovina ima nešto manji modul elastičnosti i modul loma kod savijanja. Svojstva velike vlačne čvrstoće rabe se kod izrade ovješanih mostova i kod primjene za armaturu betona. Savitljivost i energija loma su vrlo dobre. Slabe pektinske veze među vlakancima određuju

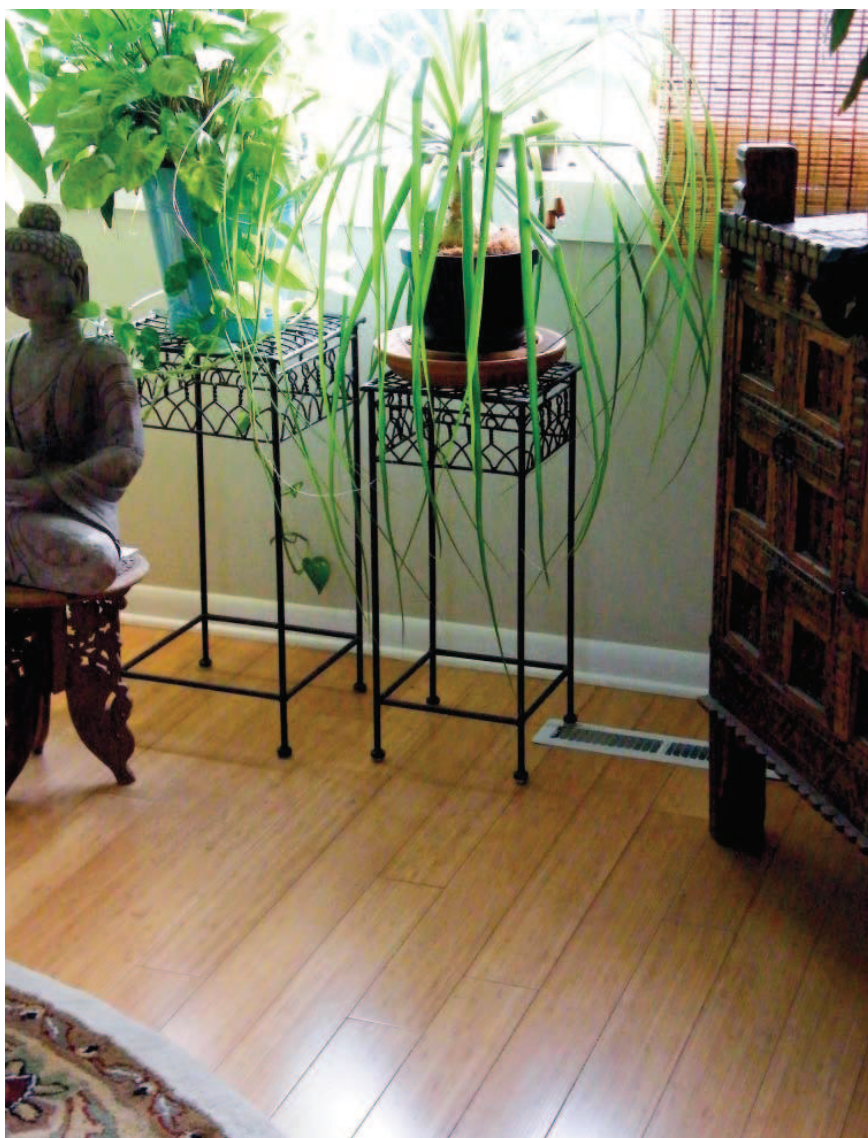


slika 1 - vrste bambusovog parketa na našem tržištu

ju malu smicajnu čvrstoću i veliku cjepljivost, što je prednost za izradu letvica, traka, pletiva, šindre i sl., ali može biti i mana pri mehaničkoj obradi poprečno na vlakanca i pri zabijanju čavlima ili vijcima. Jednoličnost strukture određuje dobra akustička svojstva i čestu primjenu za tradicionalne i moderne muzičke instrumente. Svjetla boja i fina tekstura ističu se kao odlike galanterije koja se izrađuje od bambusovine. Dobro se lakira i daje površine visokog sjaja. LAMELIRANA BAMBUSOVINA se primjenjuje u Aziji od šezdesetih godina prošlog stoljeća, pogotovo za građevne konstrukcije i podne obloge, za dijelove kuća, brodova i pokućstva, a rađena su i ispitivanja na lameliranoj građi od materijala uzgojenog u Americi. Širinski i debljinski uslojene bambusove daske lijepljene rezorcinskim ljeplilom su se pokazale boljima od lameliranog drva u smislu čvrstoće na savijanje i dimenzionalne stabilnosti, iako nešto manjeg modula elastičnosti. U postupku lameliranja, stabljike bambusa cijepaju se na letvice koje se ravnaju i izrađuju im se bočne sljubnice, zatim se širinski lijepe, blančaju se i lijepe debljinski, te završno profiliraju i eventualno površinski obrađuju. BAMBUSOV PARKET dolazi u nekoliko varijanti (slika 1).

Vrste bambusovog parketa na našem tržištu, odozgo prema dolje:

- Uslojeni (ukočeni) pareni bambus, 10 mm debljine
- Uslojeni (ukočeni) prirodni bambus 10 mm debljine
- Ugušćeni, pareni bambus, 15 mm debljine
- Horizontalno (debljinski i širinski) slijeppljeni svijetli parket 15 mm
- Vertikalno (debljinski) slijeppljeni svijetli parket 15 mm



**BAMBUŠOVE PARKETNE DASKE** debljine 15 mm izrađene su predobradom letvica dimenzija 20x6 mm prvo u širinski spojene plohe, tako da je naličje stabljike (vanjski prenhimski sloj čiste tangentne teksture) uvijek postavljen na jedno lice. Lamele su zatim debljinski usporedno lijepljene prozirnim ljepljivom tako da vanjsko lice stabljike čini gornje lice parketa, te su nakon toga četverostrano blanžane (profilirane) na točne dimenzije. Vertikalni „kant“ parket načinjen je samo debljinskim lijepljenjem bambusovih letvica po širini parketne daske. Pero i utor nominalne su širine  $5 \pm 0,2$  mm, visina gaznog sloja 5,5 mm. Nema impregnacije, a površinska obrada može biti izvedena industrijskim lakom, a u tom slučaju su bridovi lica uobičajeno skošeni.

**BAMBUŠOV TAMNI UGUŠČENI PARKET** izrađen je predobradom letvica nepravilnih dimenzija lijepljenjem (vjerojatno polikondenzacijskim ljepljivom) u drvonitne otpreske, pod utjecajem tlaka i visoke temperature. Otpresci su nakon toga četverostrano blanžani (profilirani) na točne dimenzije. Bridovi su jako cjepljivi i „špranjavi“, stoga se obavezno radi s rukavicama.

**BAMBUŠOV USLOJENI (UKOČENI) PARKET** relativno je malih dimenzija debljine i primjenjuje se tamo gdje je potrebna velika dimenzijska stabilnost dasaka (npr. na podnom grijanju). Širinski lijepljene plohe

od bambusovih traka blanžaju se i bruse, a onda se debljinski lijepe u tri sloja, s time da srednji sloj ima okomiti smjer vlakanca u odnosu na lice i naličje parketa.

## Odluke bambusovih parketa

Kao što se vidi iz tablice, bambusovina ima svojstva visoke tvrdoće okomito na vlakanca, čak i bolje od tvrdih vrsta drva, što je povoljno za primjenu za podne elemente. Pri tome bambusovina ima i vrlo mali koeficijent dimenzijskih promjena s promjenom vlage, tako da se smatra stabilnom podnom oblogom kod suhe ugradbe. Bambusovina ima finu i jednoliku teksturu, fin i ujednačen tok anatomskih elemenata grade, te ujednačenu boju, što sve doprinosi povoljnom, smirenom estetskom ugodaju. Primjena laka dobre punoće filma kod prvog polaganja ili obnavljanja dat će podnu plohu dobre tvrdoće i otpornosti na udar, te visokog sjaja i izuzetnih estetskih osobina.

## Nedostaci bambusovog parketa

Bambusov parket se proizvodi isključivo u obliku podnih dasaka relativno velike dužine (ca 900 mm) u odnosu na širinu, i nije predviđen za unakrsno polaganje (četvorine, riblja kost). Stoga postoji relativno velik rizik dimenzijskih promjena samo u jednom smjeru prostorije, pa je kod većih prostora potrebno predvidjeti dilatacijske reške na sredinama podnih ploha.

Bambusovina iskazuje laganu cjepljivost pa se kod nas preporučuje polaganje isključivo lijepljenjem na nosivu podlogu. Zbog male čvrstoće raslojavanja bambusov parket se ne može izvesti s „klik“ izvedbom kopčanja dasaka, tako da se ne može primijeniti za membranske

podove kod suhog polaganja. Mehanička oštećenja udarcima čekića su neizbježna, a čavljanje je rizično zbog male čvrstoće na cijepanje. Polagati treba na sloj malovodnog ili dvokomponentnog, bezvodnog parketnog ljepljiva.

Bambusovina je dimenzijski stabilnija od masivnog drva, ali dolazi na tržište s vrlo niskim sadržajem vode

Vrsta drva	Diferencijalni koeficijent utezanja (promjene dimenzija po 1% promjene sadržaja vode)			Gustoća kg/m <sup>3</sup>	Tvrdoća HB (Brinell) okomito na vlakanca N/mm <sup>2</sup>	Brzina izmjene vlage
	q <sub>tang</sub> %/%	q <sub>rad</sub> %/%	q <sub>srednje</sub> %/%			
HRASTOVINA	0,36	0,16	0,26	710	34	SPORA
BUKOVINA	0,41	0,20	0,31	710	34	BRZA
TREŠNJEVINA	0,28	0,17	0,23	600	29	SREDNJA
BAGREMOVINA	0,35	0,24	0,30	740	46	SPORA
SMREKOVINA	0,39	0,19	0,29	460	12	BRZA
BAMBUŠOVINA	-	-	0,15	750	40	SPORA



(najčešće 5,5-7%, slično kao vlaknaste ili MDF ploče) što primjenu ovog materijala u uvjetima granične vlage podloge ili zraka čini vrlo rizičnom. Bambusovi lamelirani parketi mogu se polagati na sve suhe podložne konstrukcije, ali kod primjene na cementne podloge (klasične estrihe) striktno se treba pridržavati kontrole uvjeta polaganja, pri čemu sadržaj vode estriha treba biti ispod 2,3% bez izraženoga gradijenta (dakle jednoliko suho po cijeloj dubini podloge), a relativna vlaga zraka u prostoru ne bi smjela biti viša od 65%. Zbog dimenzijske nestabilnosti ovoga parketa pri tako niskom sadržaju vode, i naličje je neki puta lakirano jeftinijim lakom da se spriječi vodoupojnost pri polaganju i pojava koritavljenja bridovima prema gore.

Bambusov parket dolazi u relativno malim debljinama, pri čemu je gazni sloj (od vrha pera do lica) deo samo 5 mm i omogućuje malo obnavljanja. Ako se površina brusi, to treba izvesti vrlo pažljivo, u smjeru vlaknaca, finijim granulacijama brusnoga papira. Otklanjanje tvrdog površinskog sloja brušenjem otvorit će podložne, mekše i poroznije slojeve staničja za lakiranje, pa je površinsku obradu kod obnavljanja potrebno provesti pozornije i sa više materijala.

Suha čvrstoća spoja većine ispitanog bambusovog parketa je vrlo dobra, ali mokra čvrstoća može biti slaba, s kohezijski oslabljenim slojem ljepila, te nije uvijek veća od zahtijevane čvrstoće za vlagootporna ljepila (D3 grupa otpornosti po HRN EN 203).



Kondicioniranjem iza sušenja ponekad dolazi do delaminacije zbog napreznja uslijed utezanja, te se ljepilo ne može smatrati vlagootpornim. Ovo ograničava polaganje bambusovog lameliranog parketa na vrlo suhe podne podloge, a preporučuje se i primjena malovodnih ili bezvodnih, dvokomponentnih parketnih ljepila. Dobavljač mora dokazati dobru vlagootpornost i čvrstoću lijepljenoga spoja, u protivnom se bambusov parket ne preporučuje u prostorima s

mogućnošću navlaživanja (javni prostori, prostori velikog internog prometa, kuhinje, kupaonice, prostori koji se čiste vodom). U velikom zahvatu bambusovog parketa na našem tržištu treba znati da cijena jeftinog, ali lošeg proizvoda, može u konačnici biti vrlo visoka. Kao i kod drugih proizvoda koji naglo osvajaju tržište (npr. plastičnih prozora ili laminata) i ovdje se iskazuje vrijednim staro pravilo: ne isplati se kupovati najjeftinije proizvode.



# Koritavost klasičnog parketa

- koja mjera koritavosti je prihvatljiva?

Ekspertiza sudskog vještaka

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin  
Ovlašteni sudski vještak drvene tehnologije



Slika 1. koritavost daščica bridovima prema gore naročito je uočljiva na lakiranom parketu, gledano u protusvjetlu

Često se traži mišljenje o ocjeni dozvoljene ravnosti lakiranoga klasičnog parketa u uporabi (slika 1). Pri tome korisnici prostora ne žele prihvatiti nikakve deformacije pojedinih daščica na izvedenoj parketnoj plohi, a izvođači podova smatraju da se mala koritavost ponekada ne može izbjeći, dakle da je treba tolerirati. Naročito je važno ocijeniti gornju graničnu veličinu koritavosti nakon ugradnje, koja bi se smatrala kao normalno funkcijsko obilježje masivnog parketa.

Problem koritavosti posebno se često javlja u posljednje vrijeme, jer je relativno velik broj stanova, izgrađenih u posljednje dvije godine, ostao neprodan, te se u njima ne održava normalna stambena klima. Kako su sve nove zgrade još relativno vlažne, pojava deformacija na položenoj, a neupotrebljavanoj parketu, relativno je česta.

Koritavost bridovima prema gore čest je znak polaganja na rizično vlažnu podlogu. Njezini razlozi mogu, međutim, biti višestruki: vlažna podloga, presuhi parket, preveliki nanos disperzijskoga ljepila. Koritavost je tim više izražena čim su daske šire (slika 2), čim im je veća vitkost (omjer debljine i širine daščice veći od 1:4), čim je veći gradijent vlažnosti od naličja



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



**AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025**

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25  
Tel: 01 235 24 54  
01 235 24 85  
Fax: 01 235 25 31  
e-mail: ldg@sumfak.hr  
hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari



prema površini, te kod tangentialnih dasaka (bočnica), naročito kod onih koje imaju „lijevu“ stranu, tj. stranu do kore, okrenutu prema licu.

Ne postoji norma kojom bi se odredila ona vrijednost koritavosti izvedene i lakirane podne plohe koja bi se tolerirala, a iznad koje bi se mogla uložiti primjedba i reklamacija.

Klasični parket od masivnog drva podliježe kontroli dimenzija i oblika u proizvodnji prema normi HRN EN 13226, pri čemu se dozvoljavaju odstupanja navedena u tablici.

Taj se parket, međutim, na zgradi brusi prije lakiranja, pri čemu se pretpostavlja izjednačavanje nejednolikosti pojedinačnih daščica u jedinstvenu ravnu plohu, koja se tada površinski obrađuje.

Kako je masivni parket podložan promjenama dimenzija i oblika s promjenama sadržaja vode, do kojih normalno dolazi godišnjim kolebanjima klimatskih uvjeta u prostoru, tako se može dogoditi da se pojavi lagana izvijenost lakirane plohe lica daščica, najčešće po širini, koju nazivamo koritavošću. Mali iznosi koritavosti normalna su pojava i ne predstavljaju veći



Slika 2. mjerenje koritavosti na ugrađenome podu pomoću ravnala i mjernih listića za zazure ("špijuna")

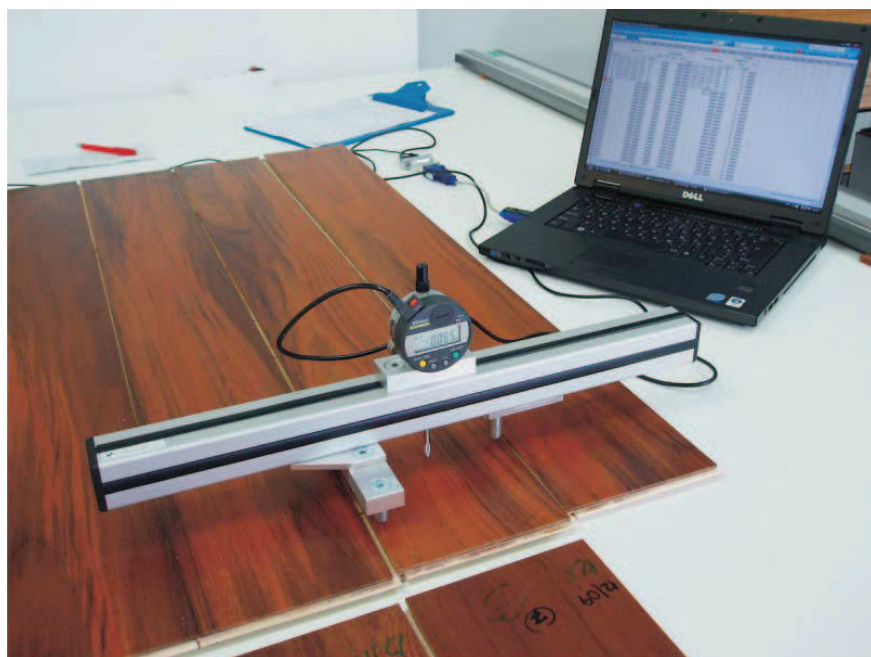
funkcijski nedostatak drvenog parketa. S obzirom da se masivne daščice na podu nakon ugradnje bruse i egaliziraju, tj. izjednačavaju po debljini, njihova se dozvoljena koritavost pri proizvodnji ne može uzeti mjerom dozvoljene koritavosti po ugradbi na podu.

Za mjeru dozvoljene koritavosti lakirane plohe mogla bi se uzeti vrijednost dozvoljenog odstupanja za višeslojni parket, koji se ugrađuje već tvornički lakiran, prema normi HRN EN 13489. Ta vrijednost iznosi 0,2 %, tj. visina luka izvijene daščice ne smije biti veća od 0,2 % njezine širine.

Značajka oblika	Dozvoljeno odstupanje	
	HRN EN 13 226 Masivni parket	HRN EN 13 489 Višeslojni (lakirani) parket
Ravnost (plošna izvijenost lica po duljini)	0,5 %	Nije određeno
Sabljustost (bočna izvijenost lica po duljini)	0,5 ‰	0,1 %
Koritavost (plošna izvijenost lica po širini)	0,7 %	0,2 %

Dozvoljeno odstupanje od ravnosti po širini lakiranih masivnih daščica na gotovome podu stoga leži u vrijednosti od 0,2 %, tj. sva koritavost ispod 0,2 % širine treba se prihvatiti bez reklamacija. To znači da bi kod parketa širine npr. 70 mm, izdignutih bridova, visina luka manja od 0,14 mm (70 mm x 0,2%) ni po kojoj osnovi ne predstavlja osnovu za prigovor i reklamaciju.

Slika 3. Koritavost se u laboratorijskim uvjetima precizno mjeri tzv. „T- pristrojem“ i mjernom urom



Višeslojni parket, međutim, ima veće zahtjeve na ravnost od klasičnog parketa, jer se njegove eventualne deformacije ne otklanjaju nakon polaganja procesima brušenja, egaliziranja i lakiranja. Višeslojni je parket dimenzijski i oblikovno stabilniji od masivnog parketa, jer su mu daske ukočene ukrštavanjem različitih slojeva po debljini.

Stoga su zahtjevi na ravnost višeslojnog parketa veći nego što se to može očekivati od klasičnog masivnog parketa.

Tako pretpostavljamo da bi koritavost, koja bi se praktično trebala tolerirati, bila između vrijednosti od 0,7 % (za klasični parket) i 0,2 % (za višeslojni), tj. iznosila bi 0,5 %. Kod parketa iz ranijeg primjera, širokoga 70 mm, visina luka do 0,35 mm (70 mm x 0,5%) ocijenila bi se još prihvatljivom deformacijom, bez potrebe da se podna ploha ponovno brusi i lakira.

Visinu luka moguće je na licu mjesta približno odrediti polaganjem klinolike mjerne letve ili kutnika na bridove daščica i mjerenjem visine luka strojarskim mjernim listićima („špijunima“), kao što je prikazano na slikama 1 i 2.

Točne vrijednosti oblika moguće je odrediti samo specijalnom laboratorijskom opremom (slika 3).

# Drveni opločnici - “KOCKE” - 1. dio

## Nova privlačnost starog proizvoda

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin

Jedan već skoro zaboravljeni proizvod za drvene podne obloge ponovo se javlja na našem tržištu i zauzima svoje vrijedno mjesto: to su drveni opločnici ili, žargonski popularnije rečeno, „kocke“. Iako su prizmatični opločnici rijetko načinjeni u pravilnom kvadratičnom obliku, izraz kocka uvriježio se u našoj podopolagačkoj praksi. Smatram da je *opločnik* pravilniji i slikovitiji izraz, a rabi se i za slične proizvode od drugih materijala (npr. *betonski ili granitni opločnici* za vanjske podove i kolnike), no često ćemo rabiti i izraz *kocka* jer nam je uvriježen u parketarскоj struci. Izraz kojim su prevedeni strani nazivi iz normi za ove proizvode (engl. *wood paving blocks*, njem. *Holzpflaster*) jest *prizme* za *popločavanje od drva*, a taj termin najbolje opisuje različite mogućnosti izvedbe oblika drvenih elemenata za popločavanje.



Slika 2. Hrvatski Povijesni muzej u zagrebačkoj Opatičkoj ulici

### Drvene prizme - uporaba i svojstva

Dva su obilježja drvenih kocki, odnosno prizama, najvažnija za uporabu na podovima, a istovremeno čine i bitnu razliku drvenih opločnika u odnosu na ostale podne elemente. Kao prvo, prizme nemaju plošni ili daščani oblik, nego voluminozni (otuda i izrazi *blocks* ili *kocka*). Drugo, gaznu plohu opločnika čine poprečni (čelni) presjeci drva, a ne bočni. S ta su dva obilježja povezana i najbitnija svojstva, kao i mjesta uporabe drvenih opločnika.

Drveni opločnici bili su nekoliko stotina godina u širokoj uporabi u natkritim prostorima javne namjene ili u interijerima intenzivnoga prometa. Tradicionalno su se kolni ulazi u dvorce, konačišta i staje izrađivali od kocke položene u pijesak, jer je na taj način bilo moguće izvesti podove koji su udobni i tihi za potkovana konjska kopita i željezne obruče kolnih kotača. Istovremeno, drvena je obloga bila otpornija na trošenje nego kamen, bila je manje skliska, a lakše se popravljala i obnavljala jednostavnom izmjenom blokova. Oni koji posjete primjerice Povijesni muzej u zagrebačkoj Opatičkoj ulici, Pejačevićev dvorac u Virovitici, ili koje drugo od brojnih hrvatskih povijesnih zdanja, uvjerit će se da izvorne podne obloge kolnih ulaza i danas lijepo služe svojoj svrsi, nakon mnogo desetljeća, pa i stoljeća. Podovi od drvenih blokova topliji su od kamena, te su postojani na izmet, pa su redovito rabljeni u konjušnicama i stajama. Tek s razvojem industrijskog razdoblja počela je šira primjena drvenih opločnika u metalnoj industriji, tako da su

Slika 1. Veliki dvorišni prostor pri obnavljanju zgrade Arheološkoga muzeja u Osijeku natkriven je staklenom kupolom, a atrij od 220 m<sup>2</sup> vrlo je efektivno popločen drvenim kockama





Vrsta drva	Gustoća $\rho_{12}$ (kg/m <sup>3</sup> )	Odabrana mehanička svojstva			
		Čvrstoća na tlak (N/mm <sup>2</sup> )		Tvrdoća po Brinellu (N/mm <sup>2</sup> )	
		Paralelno s vlakancima (PRIZME)	⊥ Okomito na vlakanca (PARKET)	Paralelno s vlakancima (PRIZME)	⊥ Okomito na vlakanca (PARKET)
HRASTOVINA	650	65	11	66	34
BUKOVINA	680	62	9,5	72	34
BOROVINA	490	55	7,7	40	19
SMREKOVINA	430	50	5,8	32	12

Tablica 1. Srednje vrijednosti gustoće i svojstava tvrdoće pri 12% sadržaja vode nekih vrsta drva

ljevaonice, pogoni teške industrije (čak i proizvodnje tenkova i šinskih vozila), brusione u drvnj industriji i mnogi slični pogoni, bili opremljeni drvenim opločnicima. Prljavština od masti ih nije činila skliskima, a ako bi metalni predmet pao na pod, u većini se slučajeva nije bitno oštetio niti pod, niti predmet. Danas se opločnici vrlo efektivno koriste u javnim kulturnim i sportskim prostorima, a lijep primjer popločenog muzejskog atrija vidimo na slici 1.

Mnoge su još dodatne funkcijske prednosti drvenih opločnika pred drugim podnim oblogama. Njihova površina veže prašinu, lagana je za čišćenje i održavanje, a u slučaju kvara, pojedine se kocke lako mogu izmijeniti. Vrlo dobra elasto-mehanička svojstva omogućuju ugodan korak i prigušenje udarnoga zvuka (naročito u javnim prostorima), ali i prigušenje zvuka kotrljanja kotača (u industrijskoj i laboratorijskoj primjeni). Kocke imaju ugodna gazna svojstva (za veći javni promet), te su tople i ugodne za zglobove u prostorima gdje ljudi dugo vremena stoje.

## Tvrdoća

Navedeni vidovi uporabe funkcijski su vezani uz posebna svojstva čelnih ploha elemenata opločnika: drvo je izuzetno otporno na tlak i utisak na čelnom presjeku, mnogo više nego na postranom. Čvrstoća na tlak drva paralelno s vlakancima, dakle na plohu čela, višestruko je veća od čvrstoće na tlak okomito

na vlakanca (tablica 1). Ovo je svojstvo važno za industrijsku i skladišnu primjenu, ali i u muzejima i knjižnicama, znajući da hrastova čvrstoća na tlak paralelno s vlakancima iznosi 52-64 N/mm<sup>2</sup>, što je približno jednako tlačnoj čvrstoći teškoga betona C45/55. Možemo zamisliti da 1 cm<sup>2</sup> kocke nosi veće opterećenje od pola tone, ili pak da ploha jedne kocke 10 x 10 cm nosi više od 50 tona ili 5 vagona tereta.

Osim ove „plošne“ tvrdoće, za praktičnu primjenu drva na podovima još je važnija točkasta otpornost na utisak, ili tvrdoća drva. Ovo obično asociiramo s utiscima ženskih potpetica ili kamenčića u utorima tenisica, koji pri hodu ostavljaju točkaste tragove uslijed ogromnog opterećenja na maloj plohi. Ova se otpornost mjeri i izražava jedinicama tvrdoće po Brinellu, te je sastavni i obavezni dio svakog ispitivanja drvenih podova (HRN EN 1534:2008).

Iz podataka u Tablici 1 možemo zaključiti dvije stvari: prvo, da su vrijednosti tvrdoće lateralnih ploha (okomito na vlakanca) elemenata od četinjača vrlo male, i to je razlogom što se drvo četinjača, osim rijetke primjene brodskegoga poda u interijerima, ne rabi za parkete i podne daske.

Drugo, vidimo da je tvrdoća po Brinellu okomito na vlakanca, dakle na čelnim ploham, približno dvostruko veća od one okomito na vlakanca. Ovo obrazlaže

veliku otpornost prizmi na površinska opterećenja, a također i mogućnost primjene četinjača za opločnike, ako čelni presjek drva tvori izloženo lice elemenata.

## Bubrenje

Drugo važno svojstvo opločnika, koje proizlazi iz njihova oblika, jest neuobičajeno velika dimenzijska nestabilnost podova od prizmi u odnosu na daske i parkete. To proizlazi iz velikih koeficijenata bubrenja i utezanja u bočnim smjerovima (tangentnom i radijalnom) s promjenama sadržaja vode. Za razliku od uzdužnog smjera (paralelno s vlakancima), u kojem drvo skoro uopće ne mijenja dimenzije, bočno širenje i skupljanje drva jako je veliko. Da bismo smanjili širenje cijele podne plohe, kod parketa kombiniramo uzdužno i bočno bubrenje načinima polaganja s kombiniranim uzorcima (npr. u riblju kost ili u četvorine). Na taj način daščice koje uzdužno skoro uopće ne bubre, kombinirane s poprečnim daščicama, doprinose duplo manjem širenju i utezanju podne plohe nego kod usporednog polaganja. Kod prizmi, pak, uzdužni je smjer okrenut prema licu, pa pod od opločnika u svim smjerovima bubri skoro najvećim iznosima. Ovo je jako opasno za stabilnost poda, jer enormne sile bubrenja u ekstremnim slučajevima, npr. kod izlivanja vode na pod od kocke, može dovesti do tako velikih sila širenja da pod može čak i srušiti pregradne zidove. Da bi se to izbjeglo, primjenjuju se posebne mjere kod polaganja, kao što su zamaknuto polaganje, primjena razmaka među prizmama, te primjena pojaseva propiljenih prizmi u rubnim zonama poda, o čemu više u sljedećem broju Koraka, u rujnu.

Bubrenje drva prosječno iznosi 0,25% po jednom postotku sadržaja vode (vidi npr. norme HRN EN 13226 – 13229). To bi značilo da se metar daščanoga poda, ako mu sadržaj vode poraste 1%, proširi za 2,5mm. Ovom se srednjom vrijednosti možemo služiti samo orijentacijski, jer pojedine vrste drva iskazuju vrlo različita svojstva (tablica 2). Tako iz podataka u tablici 2 možemo izračunati da se, kod navlaživanja od samo 1% sadržaja vode drva, pod od hrastovoga parketa poluradijalne teksture, položenog u riblju kost, proširi prosječno 1,3mm po metru širine i dužine. Seljački pod od bukovih bočnica uzdužno se ne širi skoro ništa, a poprečno čak 8mm po metru širine. Pod od



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



### AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54

01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr

hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari

prizmi od hrastovine ili bukovine, međutim, u svim se smjerovima proširi za 4 – 8mm sa samo jednim postotkom vlage, što naglašava opasnost od bubrenja i potrebu pozornosti održavanja pravilnih uvjeta sadržaja vode drva i okolišnoga zraka kod polaganja i u uporabi.

## Požarna otpornost

Drveni opločnici se odlično ponašaju u požaru, pri čemu dolazi do pougljenja samo čelne plohe, a taj ugljeni sloj stvara prepreku daljnjem širenju plamena. Mnoga požarišta su pokazala takva iskustva. Za širenje plamena najvažniji uspoređujući činitelji su debljina drva te broj i učestalost reški, a jasno je da obloga od opločnika ima ove karakteristike bolje nego koja druga drvna obloga. Drvene prizme su sa pet ploha priljubljene bez dodira sa zrakom, dakle imaju veliko učešće reški, a izloženo je samo lice čelnog presjeka, na kojem poglavito nastaje samo pougljenje. Stoga su kocke najbolja drvna obloga po pitanju zapaljivosti i širenja plamena. Prema DIN 4102, Dio 1 „Ponašanje u požaru građevinskih materijala i

VRSTA DRVA	SREDNJI KOEFICIJENTI BUBRENJA (% promjena dimenzija s 1% promjene sadržaja vode)	
	RADIJALNO (blistače)	TANGENTNO (bočnice)
HRASTOVINA	0,19	0,32
BUKOVINA	0,21	0,41
SMREKOVINA	0,12	0,24

Tablica 2. pokazatelji dimenzijske stabilnosti odabranih vrsta drva

proizvoda“ obloga od opločnika je razredovana kao „teško zapaljiva podna obloga – razred B1.

Dotadna prednost kocke je u maloj vodljivosti električnosti, što smanjuje opasnost nesreća od električnih kvarova. Vodljivost struje drva ipak je dovoljno dobra da se na kocki ne stvara statički elektricitet, što je važno u suhim prostorima (npr. muzejima), laboratorijima, računalnim centrima i slično.

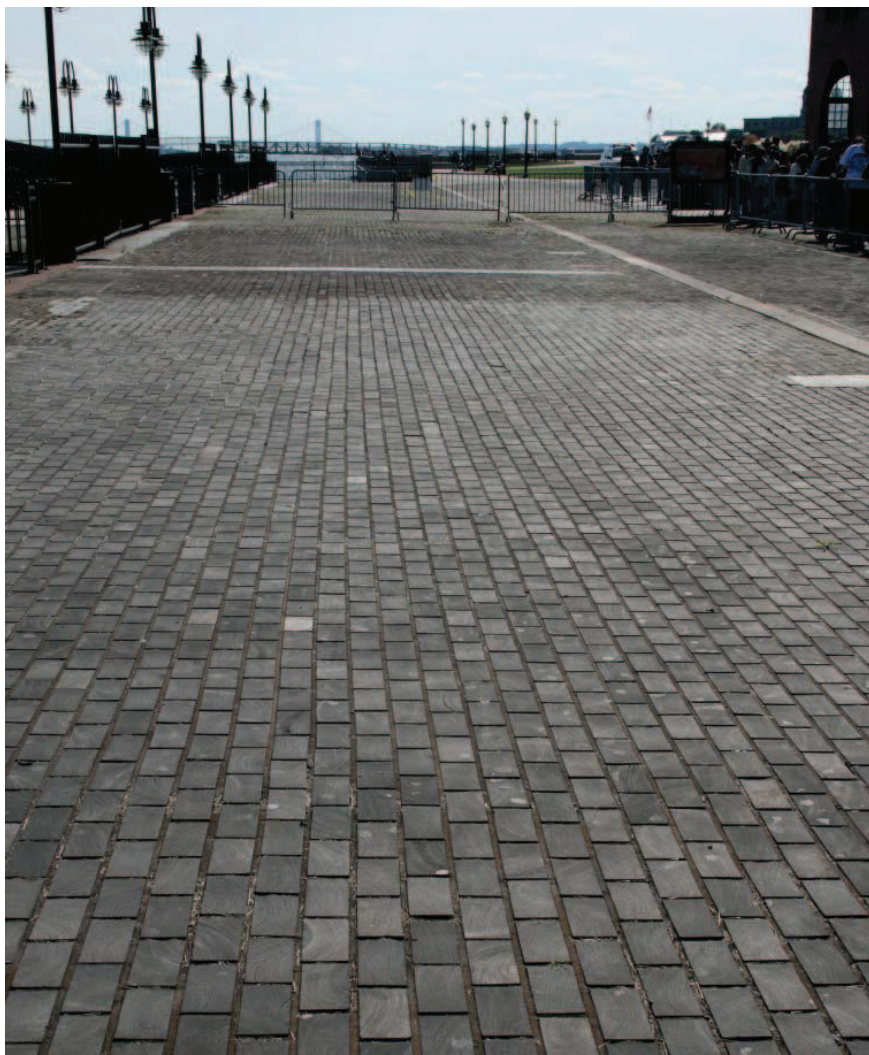
## Standardi i deklarirana svojstva

Nema harmonizirane europske norme koja bi definirala svojstva opločnika na cijelom kontinentu. Standard koji je popularan u srednjoj Europi, pa i u nas, je njemački standard DIN 68702. Ova norma je nastala polovinom prošloga stoljeća iz potrebe da se definiraju svojstva grube kocke, nazvane GE klasom, koja se rabi u teškoj industriji i poljoprivredi. Podovi od GE opločnika moraju izdržati intenzivan promet viljuškara i drugih vozila, naročito tarne sile kotača kod kretanja i kočenja. Zato su blokovi široki 60 do 80mm, dugački do 140mm, a visoki 50 do 100mm. Dužine mogu biti različite, mogu se i preklapati, ali sve širine trebaju biti iste. Dobavljaju se složeni u jedinice za polaganje ili rastresito. S obzirom na okolišne uvjete, sadržaj vode im iznosi 10 do 14%, a proizvode se najčešće od četinjača – borovine, smrekovine, ariševine.

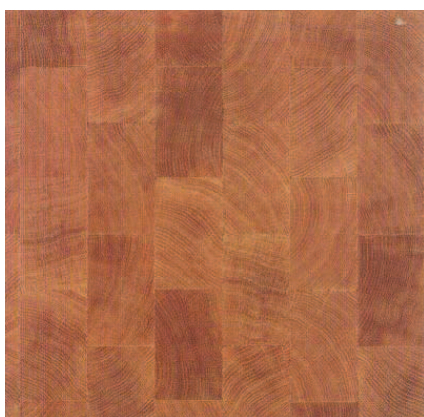
Finijska klasa industrijskih opločnika je WE klasa, čije su dimenzije manje od GE blokova (visina 30 do 80mm), a sadržaj vode primjereniji kondicioniranim prostorima (8 do 13%). Podovi od RE opločnika nisu namijenjeni za promet vozila (osim lakih viličara), što ovisi o svojstvima primjenjenog ljepila. Struktura im je gruba, slična kao i kod GE klase, tj. smiju imati neograničeno bjeljiku kod hrastovine, tj. kod četinjača plavilo, dok 10% kocki smije imati i uklopljenu srčiku. Sedamdesetih godina prošloga stoljeća normirani su i opločnici klase RE, koji su namijenjeni reprezentivnim javnim prostorima rustikalnog ugođaja (crkve, javne dvorane, komunalni objekti, sportski i rekreacijski centri) te manjim radionicama. Sve kocke imaju iste dimenzije širine i dužine, ujednačenu boju, a udio bjeljike ili plavila kod četinjača može činiti najviše 5% čela prizme odnosno 3% površine cijeloga poda. Sadržaj vode ovih opločnika jako je ovisan o prostoru ugradnje, pa je normiran na 8 – 12%, primjereno grijanom interijeru. Kakogod, u slučajevima negrijanih crkava ili vlažnijih javnih prostora, sadržaj vode se prilagođava srednjoj ravnotežnoj vlažnosti u uvjetima uporabe. Pojedine kocke smiju odstupati samo ±2% od srednjeg projektiranog sadržaja vode drva. Dimenzije širine i visine blanjanih prizmi smiju odstupati samo ±1mm, dok dužina nije bitna ako se prizme polažu redno.

Kod nas važe standardi iz ISO serije: HRN ISO 5327

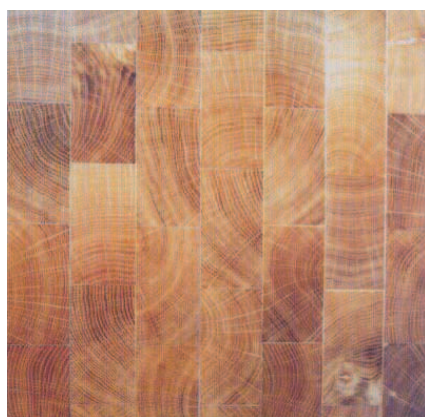
Slika 3: ulica od drvenih kocki - Pittsburg - USA







RE klasa - za javne interijere  
slike 4a; 4b i 4c: Klase opločnika prema DIN 68702



WE klasa - za radionice



GE klasa - za teški industrijski promet

(opća svojstva drvenih opločnika) te HRN ISO 5326 (uvjeti kakvoće za opločnike od četinjača) i HRN ISO 5328 (listača). Ove norme predviđaju primjenu prizmi i drugih oblika, različitih od kvadra (kakav je predviđen u DIN-u) – okruglih, trokutastih, pentagonalnih ili heksagonalnih presjeka. Za razliku od DIN-a, ovi standardi prikazuju odvojena svojstva opločnika za vanjsku uporabu, te onih za unutarnju ugradnju, a i ta se smatra relativno grubom (završna obrada može biti piljenjem). Stoga su tolerancije dimenzija veće i iznose  $\pm 5\text{mm}$ , a sadržaji vode viši (16% za natkrите, a 20% za otvorene podove). Standardima

je predviđeno da prizme budu impregnirane tlačnim ili potapajućim postupcima u fungicidnom i hidrofobnom sredstvu. Ovi standardi donose i detaljne opise postupaka mjerenja svojstava, uzorkovanja i utvrđivanja kvalitete, kao i označavanja opločnika. Obilježja drva (npr. tekstura, struktura, pukotine i okružljivost, kvрге, biološka zdravost, točnost obrade) precizno su i strogo definirana. Kakogod, dozvoljene greške i obilježja kvalitete uglavnom su grublja nego kod DIN standarda, pa bi za opločnike u interijeru radi estetskih i tehničkih razloga bilo preporučljivo primijeniti normu DIN 68702.

U sljedećem broju Koraka opisat ćemo načine polaganja drvenih podova od prizmi, njihovo lijepljenje te površinsku obradu.

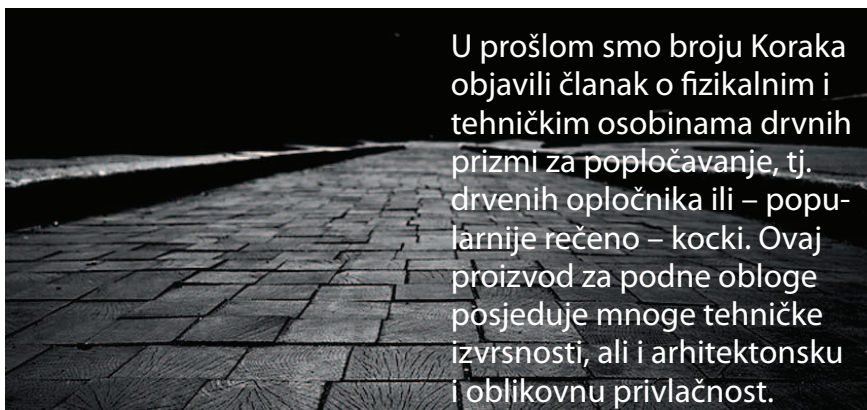
Literatura:  
Kollmann, F. 1951: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erster Band. Springer: Berlin  
Grupa autora 2006: Handbuch für Parkettleger (3. Auflage). Hamburg: SN-Fachpresse  
G. Petar Arambašić: usmena komunikacija



# Drveni opločnici - "KOCKE" - 2. dio

## Nova privlačnost starog proizvoda

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin



U prošlom smo broju Koraka objavili članak o fizikalnim i tehničkim osobinama drvnih prizmi za popločavanje, tj. drvenih opločnika ili – popularnije rečeno – kocki. Ovaj proizvod za podne obloge posjeduje mnoge tehničke izvrsnosti, ali i arhitektonsku i oblikovnu privlačnost.

Osnovne prednosti kocke su ogromna nosivost i otpornost na udar te podobnost za primjenu u javnim prostori-

ma i mjestima prometa vozila. Kocke imaju praktično neograničen vijek trajanja, pa su i ekonomski atraktivno rješenje za javne prostore. Njihova je, međutim, dimenzijska stabilnost manja nego kod parketnih elemenata, pa kod polaganja i u uporabi treba voditi računa o održavanju odgovarajućih fizikalnih uvjeta i pravilnih postupaka izrade poda. O tome više govorimo u ovom napisu.

### Polaganje drvenih podova od prizmi

Dok standardi iz HRN ISO serije ne predviđaju načine polaganja opločnika, oni su dobro definirani u DIN 68702 normi. Upozorava se na osiguranje potrebnih rubnih odstojnih reški do zidova i krutih dijelova podova, kao i na dilatacijske reške na linijama diskontinuiteta podova i zgrada. Tvrdoća podloge mora biti u klasi cementnog estriha ZE 30 prema DIN 18560-3 odnosno betona C25/30 prema HRN EN 206-1. Plivajući estrihi moraju biti debeli najmanje 50 mm, i usklađeni s predviđenim prometnim opterećenjima. Površina cementne podloge treba biti dokazane čvrstoće i tvrdoće te mehanički obrađena da se osigura dovoljna ravnost i poroznost.

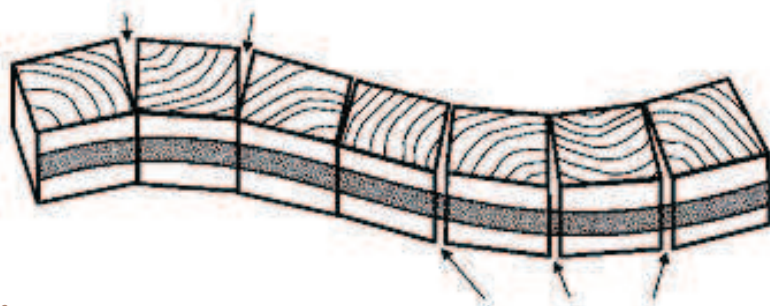
Ako se prizme proizvode poprečnim piljenjem mosnica ili gredica, koje se ispiljuju iz srčane zone trupca, onda će uglavnom biti tangentne teksture na jednom, najčešće dužem bridu lica (kao na slici 3). U tom slučaju opločnike treba postavljati tako da duži bridovi budu usporedni s kraćim zidom prostorije, da bubrenje i utezanje, koje je najveće u tangentnom smjeru (usporedno s linijama godova na čelu), ne prouzroči pretjerano širenje poda. Tu se čak praktično predlaže „zazibati“ blokove kod polaganja, da se stvore male, nepravilne reške među pojedinačnim prizmama, koje mogu kompenzirati kasnija bubrenja podne plohe (slika 2).

### Lijepljenje

Opločnici se skoro više nigdje ne polažu u pijesak, osim u vanjskoj primjeni. Razlogom je to što jedino čvrsta veza i prijenos opterećenja na podlogu omogućuju pravilnu nosivost poda od prizmi. Pogotovo je izlišno zasipavati male reške među prizmama kvarcnim pijeskom. Ova je tehnika bila popularna u doba kad su se prizme lijepile tehnikom uranjanja u rastaljenu smolu (katran kamenog uglja). Smola bi se zadržala na bridovima uronjenih prizmi i nakon slaganja popunila doljnji dio reške među prizmama. Pijesak bi zapunio gornji dio reške. Danas, kad se opločnici polažu na zupčasto nanešena sintetička ljepila, pijesak bi tijekom uporabe polako curio pod

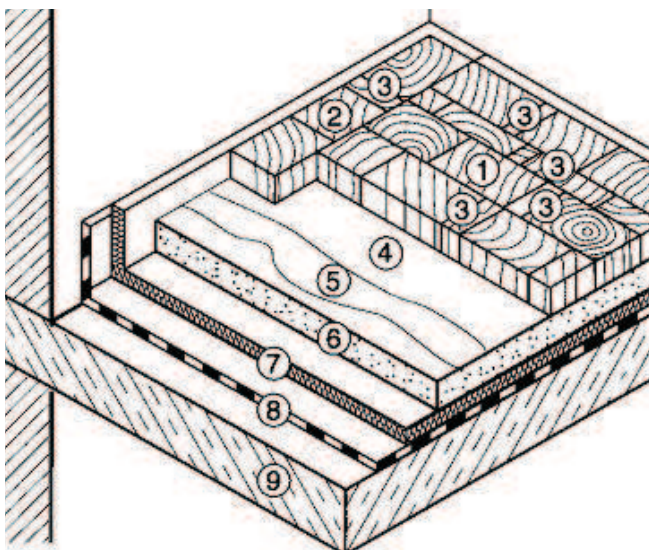
dno prizme i s vremenom je izdignuo od sloja ljepila. Stoga se reške (npr. one na dilatacijskim linijama ili uza zidove) radije zapunjavaju drvenom prašinom ili fino mljevenim plutom.

Za lijepljenje se preporučuju čvrsto-plastična ljepila (npr. epoksidna ili poliuretanska - PU ljepila), koja se i inače rabe za parket, s time da proizvođač ljepila mora deklarirati podobnost proizvoda za lijepljenje opločnika ispitivanjima prema HRN EN 14293:2007 (Ljepila za drvene podove - ispitivanja čvrstoće lijepljenja i elastičnosti spoja). Disperzijska (bijela) ljepila su pogodna ako je podloga dovoljno upojna, jer sadrže dosta vode, i samo ako se mogu nanositi u visokim tragovima zuba. Elastična ljepila (npr. poliuretanska



Slika 2. Zamicanjem prizmi tijekom polaganja nastat će niz malih reški (strelice) koje kasnije mogu ublažiti bubrenje podne plohe





Slika 3. Primjer polaganja prizmi na klasičnu podlogu

- 1 - redovi prizmi
- 2 - poprečni red do zida
- 3 - umeci za popunjavanje dužine
- 4 - ljepilo
- 5 - predpremaz
- 6 - cementni nasip (estrih)
- 7 - toplinska i zvučna izolacija
- 8 - betonska ploča

ili silanizirana PU ljepila) su pogodna tamo gdje je pod opterećen na kotrljanje, jer dozvoljavaju smicanje i gibanje opločnika pod opterećenjem. Ljepila se nanose nazubljenom lopaticom prema preporuci proizvođača, ali uzimajući u obzir i veličinu kocki i vrstu opterećenja. Za normalni javni promet dovoljan je nanos od 1000 – 1200 g/m<sup>2</sup> (npr. nazubljenom lopaticom B 8), dok je za prizme više od 80 mm i za velika opterećenja potreban nanos lopaticom B 16 u količini od 1400-1600 g/m<sup>2</sup>.

Važno je napomenuti da lopatica ne smije biti potrošena, jer tada na podlozi zaostaju preniski tragovi ljepila. Primjer lijepljenja na drvene ploče (slika 4) zahtijeva mjestimično sidrenje ploča u podlogu, jer bubrenje kocke može prouzročiti plošne deformacije cijeloga gaznog sloja, koje ljepilo na velikim plohamu ne može izdržati.

Kod lijepljenja prizmi jako je važno paziti na otvoreno vrijeme ljepila. S obzirom da se polažu manje jedinice plohe nego kod parketa, potrebno je namazati samo onoliko površine koliko se može pokriti dok je ljepilo još prijemljivo. To se proba povremenim polaganjem



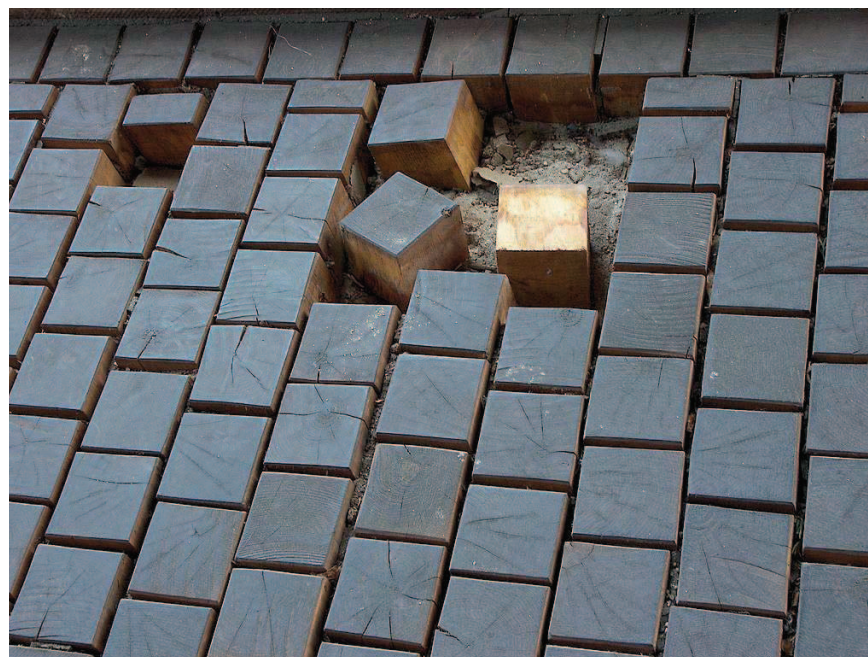
Slika 4. Lijepljenje prizmi na podlogu od drvnih ploča

i odizanjem pokoje prizme, da se utvrdi pravilno kvašenje podloge i naličja prizme. Dobro je pri polaganju zamicati bridove prizmi u susjednim redovima, ili umetati manje blokove u raspored dužih prizmi, kako je prikazano na slici 3. Na taj se način redno zamiču poprečne spojne linije prizmi, što cijelu plohu čini kompaktnijom. Posebno je potrebno voditi računa o zidnim reškama, koje trebaju biti šire nego kod klasičnog parketa, i to podjednako na svim zidovima prostorije. Krajnji red do zida treba uvijek biti složen od cijelih prizmi, uzdužno i usporedno zidu (slika 3), a reške se mogu popunjivati prugama od pluta.

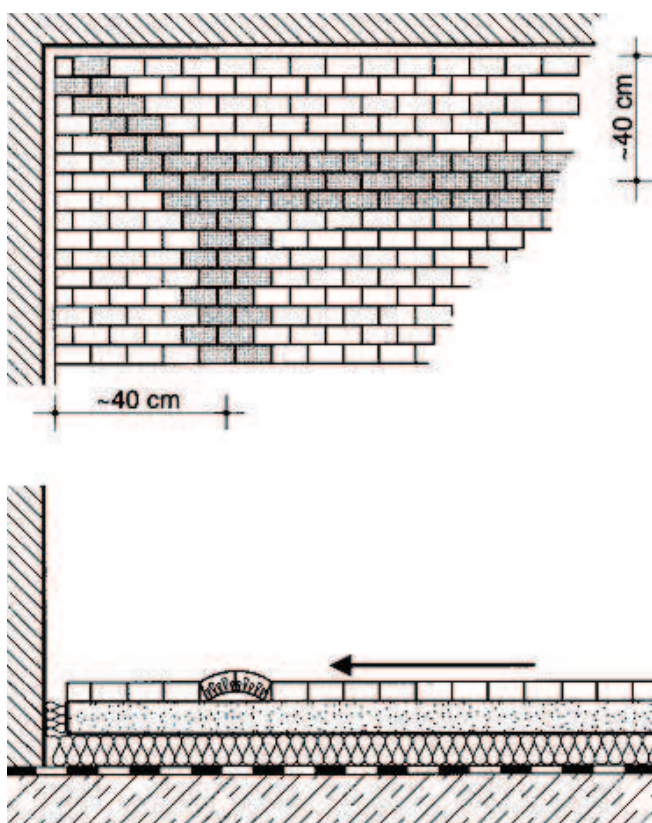
Uvjeti ugradbe vrlo su važni, pa DIN 68702 nalaže temperaturu zraka iznad 18°C, a temperaturu poda od najmanje 15°C za polaganje RE i WE opločnika.

Pri tome se zahtijeva da relativna vlažnost zraka nije viša od 75 %. Korisnike prostora treba upozoriti na vlastitu obavezu održavanja relativne vlažnosti zraka u rasponu 55 – 65 %.

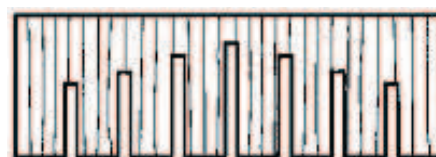
S obzirom na jako bubrenje opločnika u svim smjerovima, zidne kompenzacijske reške i dilatacijske pruge mogu biti nedovoljne širine. Stoga proizvođači često nude dodatan proizvod, a to su odozdo propiljene prizme (slika 5), koje se polažu u sigurnosnim pojasevima oko 40 cm udaljenima od zida. Ovo su pojasevi na kojima se namjerno omogućiti izdizanje prizmi. Ako dođe do ekstremnog bubrenja podne plohe, onda će bočni tlak na propiljenim prizmama prouzročiti asimetrične deformacije, pa će se takve prizme izbočiti prema gore i iskočiti iz ravnine poda







Slika 5. Odozdo propiljene prizme (detalj) i shema njihove ugradnje u pojasevima uza zidove



zno brušenje s postupnim nizom granulacija, te višestruko kitanje, da lak ne bi propadao u pore, nakon čega se obrada površine nastavlja jednako kao i kod parketa. Najpopularniji je način, međutim, uljenje i voštanje (pogotovo na toplo), koje ostavlja rustikalan i prirodan estetski dojam poprečnih presjeka drva. Vruće voštanje još je bolji način zaštite od primjene voskova s otapalima.

Ovom se tehnikom na drvo nanosi parafinski vosak, prethodno zagrijan na 170°C. Vosak se nanosi kistom te zbog niske viskoznosti na ovako visokoj temperaturi, duboko i

hitro prodire u površinski sloj, nakon čega se zaglađuje lopaticom. Površina je hidrofobna i stabilizirana. Održavanje ovako zaštićenih opločnika jednostavno se provodi otapalnim voskovima.

Opločnici se mogu uspješno primijeniti i na sustavima podnoga grijanja, iako bi se reklo da to nije opravdano. Zna se da je drvo izolator topline, pa se ipak preferiraju tanji elementi, te se mora voditi računa o najvećim dozvoljenim debljinama pojedinih podnih materijala. Posebno treba uzeti u obzir da drvo uzduž vlakanaca vodi toplinu oko dva puta bolje nego popriječno, pa se koeficijenti prolaza topline za uzdužni prijenos topline, prema DIN 4108 (Toplinska zaštita i ušteda energije u zgradarstvu), množe sa 2,2. Tako se pojavljuje naoko paradoksalna činjenica da obloga od opločnika može biti znatno deblja

od daščanih elemenata, da bi poslužila za iste uvjete ugradnje na podna grijanja. Opločnici od hrastovine mogu biti do 45 mm debljine, a da imaju ista svojstva prolaza topline kao klasični hrastov parket.

## Zaključak

Izrada i ugradnja drvenih opločnika (popularne „kocke“) zahtjevnija je i specifična aktivnost, ali pruža izuzetne oblikovne i tehničke mogućnosti izvedbe podova u interijeru, pa i u eksterijeru. Uz poznavanje svojstava drva i pozorno nadziranje klimatskih uvjeta pri ugradbi i u uporabi, opločnici će imati sve veću, opravdanu primjenu u prostorima intenzivnog prometa i javne namjene.

Osim izvrsnih fizikalno-tehničkih svojstava, opločnici nude i dobru ekonomičnost. Cijena proizvoda, ako se uzme u obzir praktično neograničen vijek trajanja poda, u stvari je vrlo niska. Dodatne ekonomske prednosti leže u uštedi toplinske energije primjenom kocke, te ekološkim prednostima uz dobre mogućnosti popravaka i recikliranja. Stoga se pri primjeni opločnika ne treba gledati samo na cijenu koštanja nabave i polaganja, nego i na niske troškove održavanja i popravaka, te na povoljne uštede kod promjena namjene prostora.

## Literatura

- Kollmann, F. 1951: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erster Band. Springer: Berlin  
 Brehm, Th. (izd.) 2006: Fachbuch für Parkettleger (3. izdanje). Hamburg: SN - Verlag Michael Steinert  
 Wegelt, H., Glas, A. 2000: Holzpfaster – Technische Informationen. Düsseldorf: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V.

(slika 5). Ovakva šteta daje se sanirati, a predstavlja sigurnosnu mjeru od težih građevinskih oštećenja koja mogu nastati uslijed ekstremnih bubrenja poda od opločnika.

## Površinska obrada

Drvo je do 40 puta permeabilnije u uzdužnom nego u poprečnim smjerovima, stoga je upojnost i osjetljivost na vlagu poda od opločnika veća nego kod parketnih ili daščanih podova. Opločnici u prostorima javnog prometa i industrijskoj uporabi moraju se impregnirati, te površinski zaštićivati uljenjem i voštanjem. Podovi u prostorima javnih skupljanja, međutim, mogu se i lijepo lakirati, iako je zapunjavanje poprečnih presjeka drva, naročito kod poroznih vrsta, mnogo teže nego kod lica parketa. Tu se primjenjuje obave-



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
 Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



## AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25  
 Tel: 01 235 24 54  
 01 235 24 85  
 Fax: 01 235 25 31  
 e-mail: ldg@sumfak.hr  
 hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari



# Površine lakiranih drvenih podova

## 1. dio: utjecaji i zahtjevi

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin  
dr.sc. Vjekoslav Živković  
Nenad Valdec, dipl.ing.

### PREDGOVOR

Svojstva lakirane drvene podne površine, kao što su npr. njezina tvrdoća ili otpornost na trošenje, predstavljaju osnovna funkcijska obilježja uporabne vrijednosti poda. O njima ovisi estetika podne plohe, ali i fizička postojanost, ekonomičnost te potreba i načini obnavljanja. Stoga se lakovi za parket ne mogu ispitivati samo kao tekućine, nego se mora ispitati svojstva otvrdnutoga filma laka na pravoj drvenoj podlozi. Na taj se način može utvrditi udovoljava li sustav površinske uporabe minimalnim zahtijevanim kriterijima koji su eventualno zadani ispitnom normom, odnosno za koji se vid uporabe (npr. javni ili kućni, jako ili slabo prometni) lak može primijeniti.

### Uvod

Lakovi često na tržište dolaze s dokumentacijom u kojoj su iskazani samo rezultati ispitivanja gustoće, viskoznosti i sadržaja suhe tvari tekućine. Ti rezultati govore o svojstvima laka kao tekućine i mogu predstavljati potvrdu da je lak proizveden prema određenoj specifikaciji, ali istovremeno ne govore ništa o svojstvima otvrdnutog filma. Svojstva otvrdnutog filma ne ovise samo o laku nego i o podlozi (vrsti drva, njezinom sadržaju vode, teksturi itd.). Svojstva otvrdnutog filma su jedina mjerodavna za ocjenu podobnosti laka za primjenu u nekom prostoru s obzirom na njegovu namjenu. Pri tome se misli na učestalost prometa (npr. sobe ili hodnici), na intenzitet prometa (npr. sobni promet u papučama ili javni promet u cipelama) i intenzitet opterećenja (npr. u kućnim prostorima ili pak javnim prostorima u koje se ulazi u prljavim, moguće i mokrim cipelama). Stoga ovi članci donose pregled ne samo metoda, nego i rezultata ispitivanja različitih sustava parketnih lakova na hrastovoj i jasevanoj podlozi.

### Zahtjevi otpornosti površinske obrade drvenih podova

O ispitivanju lakiranih površina je Korak već objavljivač članke prof. Marka Petriča iz Ljubljane (vidi Korak br 01/2009 i br 02/2009, 04/2009). Dio predstavljenih normi odnosio se na ispitivanja površinske obrade namještaja. U međuvremenu, međutim, Hrvatska je preuzela i uvriježila uporabu Europskih normi kao vlastitih nacionalnih normi. Nadalje, pojavile su se posebne norme za ispitivanje površina pod-

nih elementata, primjerice HRN EN 13696:2010: Wood flooring – Test methods to determine elasticity and resistance to wear and impact resistance (Drveni podovi – ispitne metode određivanja elastičnosti, otpornosti na trošenje i udar) te HRN EN 14354:2008: Wood-based panels – Wood veneer floor covering (EN 14354:2004+AC:2006) (Ploče na bazi drva – furnirane drvene podne obloge). U nas se ne proizvode furnirane podne obloge, nego se takve obloge mogu naći samo iz uvoza. Kakogod, ovu normu napominjemo zato što se njome određuju postupci ispitivanja i referentne vrijednosti za tehnička svojstva površine, ali samo za otpornost na udar i za trošenje. Osnovni su pokazatelji kvalitete površine lakiranih

podova adhezija (prionljivost), otpornost na udar, elastičnost, otpornost na trošenje i otpornost na razne tekućine. Otpornost na ogrebotine je također jako važna, ali ovo mjerenje nije standardizirano u normi HRN EN 13696 (o tome je više pisano u Koraku br. 02 i 04/2009).

Iako normirane, spomenute metode u nekim slučajevima ne navode minimalne zahtijevane ili referentne vrijednosti pojedinih tehničkih svojstava površine. Na taj je način tržištu ili ocjeni mjerodavnih stručnjaka prepušteno da odrede specifične zahtjeve za pojedine proizvode površinske obrade i određene prostore uporabe.

Temeljem navedenog možemo reći da su osnovni po-



Razred	21	22	23	31	32	33
Simbol						
Područje primjene	Privatni prostori			Javni prostori		
Intenzitet	Umjeren	Normalan	Jak	Umjeren	Normalan	Jak
Primjer (prema HRN EN 685:2008)	spavaća soba	dnevni boravak, ulazni hodnik	kao 22, blagovaonica i hodnik	hotel, spavaća soba, konferencijska soba, manji ured	učionica, manji ured, hotel, butik	hodnik, trgovina, predvorje, škola, otvoreni uredi
Udar - visina pada kugle (mm)	≥ 800 Klasa EC 0	≥ 1000 Klasa EC 1	≥ 1200 Klasa EC 2	≥ 1400 Klasa EC 3		
Abrazija (broj ciklusa do prebrušenja)	≥ 1000 Klasa WR 0	≥ 3000 Klasa WR 1	≥ 5000 Klasa WR 2	≥ 7000 Klasa WR 3		

Tablica 1:  
Minimalni zahtjevi za razredbu površinski obrađenih furniranih drvenih podnih obloga (prilagođeno prema HRN EN 14354:2008)

kazatelj kvalitete površine lakiranih podova adhezija, otpornost na udar, elastičnost, i otpornost na trošenje. Ova svojstva su predmet ispitivanja kvalitete i njihov je postupak reguliran odgovarajućim normama. Kakogod, ne postoje minimalni zahtjevi ili referentne vrijednosti ovih svojstava u slučaju lakiranih masivnih drvenih podnih obloga. Primjerice, tvrdoća ili elastičnost laka se izražava visinom utisnog stošca koji je prouzročio koncentrične pukotine na laku, ali norma ne kazuje koja visina stošca obilježava površinu dobre, zadovoljavajuće ili loše elastičnosti. Nadalje, otpornost na udar se označava visinom pada kugle na površinu koja uzrokuje pukotine, ali se u normi ne navodi rangiranje funkcijske kvalitete lakova prema rasponima visina pada. Ipak, u procjeni kvalitete lakiranih masivnih drvenih površina možemo se poslužiti standardiziranim ocjenama funkcijskih značajki ostalih vrsta podova. Tako, na primjer, norma HRN EN 14354:2008 za furnirane podne obloge donosi ne samo postupak ispitivanja, nego i referentne vrijednosti za tehnička svojstva površine, ali samo za otpornost na udar i za trošenje. Ako očekujemo da sve površinski obrađene drvene podne obloge nekog razreda kvalitete imaju ista svojstva, tada se vrijednosti za furnirane obloge mogu primijeniti i za masivne drvene podne proizvode ispitane istovrsnim metodama. Unutar svakoga od dvaju osnovnih područja uporabe podova – privatnog i javnog prometa – razlikujemo i tri potpodručja – ono umjerenog, normalnog i jakog intenziteta prometa.

Norma za razredbu elastičnih, tekstilnih i laminatnih podnih obloga HRN EN 685:2008 navodi primjere područja primjene za svaki razred opterećenja naveden u tablici 1. Smatramo da je analogijom funkcijske trajnosti ovakvih podova moguće ukazati i na razrede kvalitete masivnih lakiranih podova. S druge strane, austrijska norma ÖNORM C 2354:2009 propisuje zahtijevana svojstva masivnih drvenih podova, ali samo za tri razreda uporabe i to ovisno o učestalosti uporabe cipela na podu. U razred A spadaju prostori u koje se rijetko ulazi u cipelama (dnevne i spavaće

sobe), razred B oni u koje se uobičajeno ulazi u cipelama (vrtići i hodnici), dok u razred C spadaju prostori u koje se stalno ulazi i boravi u cipelama (učionice, uredi, trgovine,...).

Ovaj članak u tri dijela donosi pregled karakterističnih ispitnih metoda i rezultata ispitivanja bitnih za svojstva lakiranih drvenih podova prema novim hrvatskim normama kojima smo preuzeli europske norme i njihovu interpretaciju. Cilj ovog rada je omogućiti bolje razumijevanje ispitnih izvješća i doprinijeti izradi tablica referentnih vrijednosti za pojedina svojstva površine drvenih podova.

## Ispitne metode

Postoji čitav niz metoda koje simuliraju trošenje podnih površina u stvarnoj uporabi. Isto tako postoji i čitav niz mehaničkih, fizikalnih i kemijskih utjecaja kojima se lakirane površine drvenih podova trebaju oduprijeti kako bi zadržale projektirani izgled i funkciju.

Mehanički utjecaji se manifestiraju kao udar i ogrebotine raznih predmeta, te kao abrazija (trošenje) uslijed trenja nogu prolaznika – korisnika prostora - o površinu poda. Pogotovo uslijed trenja u prisutnosti nečistoća na površini (finih čestica prašine ili pijeska) nastaje trošenje laka s površine poda. Prvi pokazatelj potrošenosti je promjena sjaja, a tek kasnije dolazi do postupnog smanjenja debljine filma te njegovog potpunog nestanka. Ovisno o elastičnosti laka, ali i o tvrdoći drva, pad raznih predmeta na površinu poda može ostaviti manje ili više izražene tragove na laku, ali i rezultirati pukotinama na laku, pa čak i trajnom deformacijom površine drva.

Od fizikalnih utjecaja na postojanost površine podova valja istaknuti dnevnu svjetlost, promjene klime te vlažnu i suhu toplinu. Svjetlost u interijeru uzrokuje samo promjenu boje lakirane površine. Ovisno o vrsti drva i sustava površinske obrade (osobito onih potpuno transparentnih), promjene boje mogu biti manje ili više izražene. Većina lakova utječe na promjenu boje na način da drvu odmah daje tamniji, blago žućkasti





ton. Svjetlo, međutim, s vremenom uzrokuje dodatno žućenje, osobito svijetlih vrsta drva poput jelovine ili jasenovine, ali i nešto tamnijih poput hrastovine (Jirouš-Rajković i dr., 2003, Jirouš-Rajković i dr., 2006, Miklečić i dr., 2011). Kakogod, promjene boje u interijeru praktično su isključivo estetske prirode i ne utječu na uporabnu kvalitetu i trajnost lakirane površine. Promjene klime u prostoru više utječu na drvo nego na završni sloj (lak). To znači da će mogući nastanak pukotina na laku biti uvjetovan eventualnim utezanjem drva uslijed znatnih promjena sadržaja vode drva, a utjecaj na drvo je izražen u znatno većoj mjeri nego što bi to bio utjecaj na sam lak. Zagrijana tijela, poput grijaćih ploha ili odloženih vrućih predmeta mogu uzrokovati manje ili više značajne promjene sjaja i boje, a u drastičnim slučajevima (pad glačala ili prolijevanje kipuće tekućine) i trajno oštećenje filma laka.

Treću skupinu utjecaja čine kemijski utjecaji. Različita kemijska sredstva, poput primjerice acetona, alkohola, mlijeka, kave, vina, octa, tinte itd., koja mogu doći u kontakt s lakiranom površinom, mogu rezultirati manje ili više izraženim promjenama. Čak i trivijalne situacije, kao odložena mokra dječja pelena (zbog sadržaja amonijaka), mogu promijeniti boju površine poda. To mogu biti samo male promjene boje ili sjaja, ali i jako izraženi tragovi kod kojih je došlo do promjena u strukturi površine ili razgradnje sredstva površinske obrade (laka).

Ispitivanje otpornosti laka na razne kućanske tekućine i kemikalije (HRN EN 13442:2008: Determination of the surface resistance to chemical agents - Ispitivanje otpornosti površine na kemijska sredstva) nije obavezno ispitivanje, ali ga mnogi proizvođači lakova provode da bi dokazali prikladnost svojih površinskih materijala za primjenu u kućanstvima ili tehničkim prostorima. Pri ispitivanju se na podni element stavljaju filter-papiri umočeni u pojedine tekućine, te pokrivaju staklenom posudicom u trajanju od nekoliko minuta (npr. za aceton) do više od 10 ili 16 sati (za domaćinske tekućine). Pri ispitivanjima se razlaganje laka djelovanjem kemikalija očituje djelomičnim ili potpunim slijepijanjem ispitnog filter papira za površinu, a oštećenja (zaostajanje obojenja - „fleka“ - ili promjene sjaja) rangiraju se prema vizualnom procjenjivanju.



#### LITERATURA

1. HRN EN 14354:2008 Wood-based panels – Wood veneer floor covering (EN 14354:2004+AC:2006) (Ploče na bazi drva – furnirane drvene podne obloge)
2. HRN EN 685:2008 Resilient, textile and laminate floor coverings – Classification (EN 685:2007) (Elastične, tekstilne i laminatne podne obloge – Razredba)
3. HRN EN 13696:2010: Wood flooring – Test methods to determine elasticity and resistance to wear and impact resistance (Drveni podovi – ispitne metode određivanja elastičnosti, otpornosti na trošenje i udar)
4. ÖNORM C 2354:2009 Transparent sealing materials for wooden floors and sealings made thereof - Minimum requirements and test methods (Transparentni materijali za lakiranje drvenih podova i lakovi načinjeni od njih – minimalni zahtjevi i ispitne metode)
5. Petrič, M. (2009): Premazi za površinsku obradu drvenih podnih obloga. 1. dio: Općenito o premazima za drvo. Korak br1/2009; str. 28-34.
6. Petrič, M. (2009): Premazi za površinsku obradu drvenih podnih obloga. 2. dio: Metode za utvrđivanje svojstava površinski obrađenih drvenih podnih obloga. Korak br 2/2009; str. 31-34.
7. Petrič, M. (2009): Premazi za površinsku obradu drvenih podnih obloga. 3. dio: Ocjena vrijednosti kakvoće površinski obrađenih drvenih podnih obloga. Korak br 4/2009; str. 19-23.



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



#### AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54

01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr

hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin  
dr.sc. Vjekoslav Živković  
Nenad Valdec, dipl.ing.

# Površine lakiranih drvenih podova

## 2. dio: svojstva i ispitivanja

U prošlom smo broju Koraka (1/2012) prikazali kako svojstva lakirane drvene podne površine, kao npr. njezina tvrdoća ili otpornost na trošenje, predstavljaju osnovna funkcijska obilježja uporabne vrijednosti poda. Da bi se osigurala objektivna mjerila kvalitete i odnosa cijene i fizičke postojanosti poda, razvijen je niz metoda kojima se imitiraju uvjeti u uporabi, a rezultati mjerenja trebaju biti obnovljivi i ponovljivi.

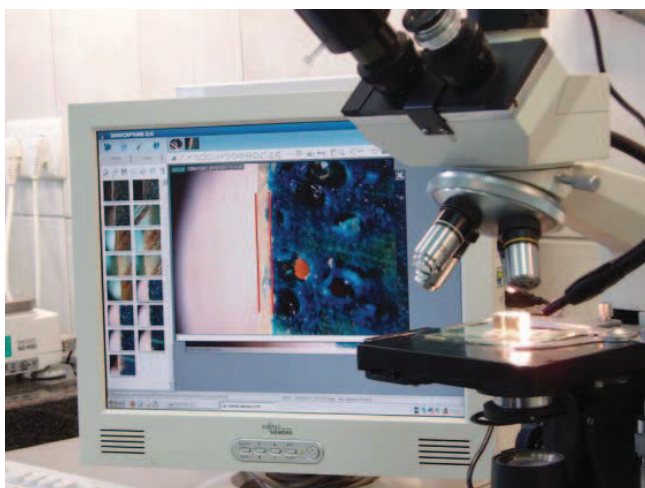
Obnovljivost znači da više mjeritelja koji ispituju na normiranoj opremi trebaju dobiti srodan rezultat, a ponovljivost mjerenja znači da opetovano mjerenje na pouzdanom uređaju mora dati srodne vrijednosti rezultata.

U ovom nastavku prikazujemo kako se normama imitiraju opterećenja i odnosna svojstva otvrdnutoga filma laka na pravoj drvenoj podlozi. Na taj se način može utvrditi udovoljava li sustav površinske uporabe minimalnim zahtijevanim kriterijima koji su eventualno zadani ispitnom normom, odnosno za koji se vid uporabe (npr. javni ili kućni, jako ili slabo prometni) lak može primijeniti.

### UVOD – OSNOVNA METODIKA I MATERIJALI ISPITIVANJA

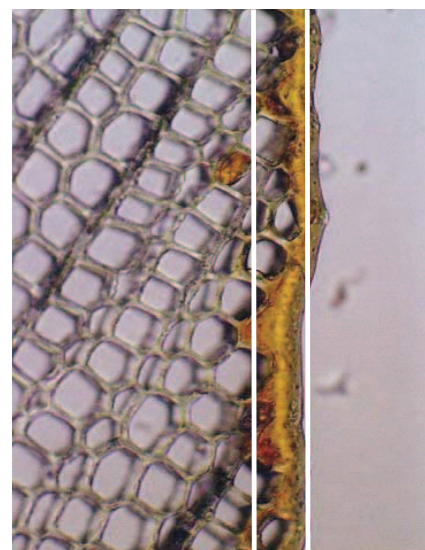
Prikazat ćemo pokus kojim smo različite parketne lakove nanosili na drvene podloge, te nakon toga provodili normirana ispitivanja. Lakovi su se razlikovali po generičkoj osnovi (npr. vodeni ili otapalni, jedno ili dvo-komponentni), te po debljini nanosa ili broju slojeva. Parketni lakovi su nanošeni prema uputama proizvođača na laboratorijski kondicionirane hrastove podne daske radijalne i poluradijalne teksture dimenzija 1000x120x21mm. Dio lakova je nanošen

u Laboratoriju za drvo u graditeljstvu Šumarskog fakulteta (LDG) pri  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  i  $50\pm 5\%$  relativne vlage zraka, a dio uzoraka predstavljaju podni elementi koje su pripremili proizvođači materijala za površinsku obradu. Za usporedbu su uzeti rezultati ispitivanja tvornički lakiranih parketa hrastovine i jasenovine. Ovdje se radi o UV-otvrdnjavajućim akrilnim sustavima koji se sastoje od ukupno 5 ili 7 slojeva premaza na troslojnom parketu. Sva su ispitivanja provedena prema akreditiranim metodama LDG-a opisanim u nastavku. Norme su iz sustava Europskih normi, koje

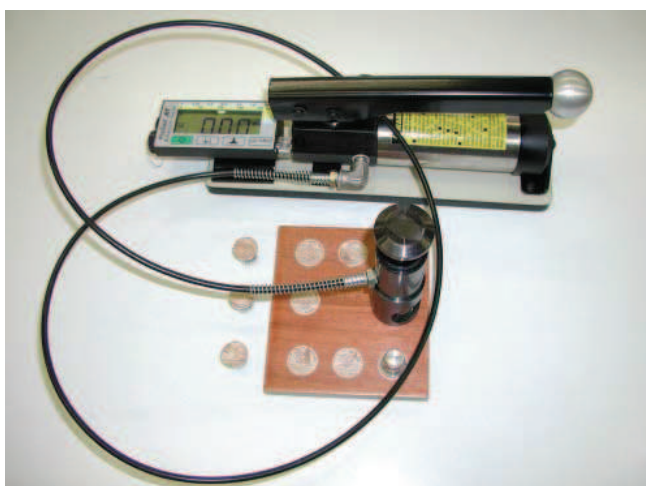


Slika 1 (lijevo): Prikaz sustava za mjerenje debljine filma pomoću mikroskopa

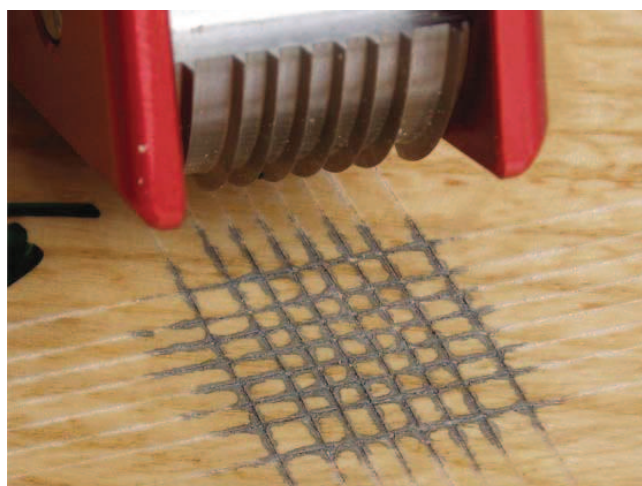
Slika 2 (desno): Prikaz poprečnog presjeka drva sa slojem premaza i postavljenim linijama za određivanje debljine filma







Slika 3: Prikaz ispitivanja adhezije otrogavanjem zalijepljenih valjčića sa lakirane površine (Petrić, 2009 b)



Slika 4: Prikaz noža s paralelnim oštricama i obojane mrežice nastale zarezivanjem laka na hrastovoj podlozi

smo preuzeli u Hrvatskoj kao Hrvatske norme, s time da su prevedeni samo njihovi naslovi i uvodni odjeljci, a norme su na engleskom ili njemačkom jeziku. Time svi hrvatski navodi u daljnjem tekstu predstavljaju neovlaštene, ali stručne i utemeljene prijevode autora ovog članka.

## METODE MJERENJA SVOJSTAVA OTVRDNUTOGA FILMA

### Debljina filma

Debljina suhog filma daje željeni estetski dojam, ali utječe i na tehnička svojstva kao i na trajnost drvene podne obloge. Ona izravno ovisi o količini nanosa,

dubini penetracije temeljnog sloja, sadržaju suhe tvari laka, količini filma odstranjenoj međubrušenjem kao i o broju nanosa. Mjerenje debljine filma definirano normom HRN EN 13696:2010 mora osigurati točnost od najmanje  $\pm 2 \mu\text{m}$ . Postupak se provodi pomoću svjetlosnog mikroskopa s povećanjem 100 do 200 puta opremljenog kamerom i softverom ili mjernom urom koja bilježi pomak stola s uzorkom (slika 1). Na poprečnom presjeku se jasno razlučuje sloj filma premaza od stanića drva (slika 2). Jedna se linija postavlja na lice filma, tj. na prosječnu (takorekuć „ispeglanu“) ravninu površine filma, a druga se linija postavlja na prosječnu dubinu prodiranja laka u staniće površine drva. Mjerenje razmaka među tim linijama precizno se provodi u kompjutorskom programu za obradu slike. Drugi je pak način mikroskopskog određivanja debljine filma pomoću končanice

u okularu mikroskopa, koja se postavlja na površinu filma, zabilježi se položaj mikroskopskog stola, a zatim se on pomiče dok se končanica ne poklopi s prosječnom ravninom penetracije filma. Pomak stolića u ovom slučaju mora se moći kontrolirati s točnošću od  $\pm 2 \mu\text{m}$ .

### Adhezija

Jedno od najznačajnijih svojstava kvalitete lakiranih podnih obloga je adhezija tj. čvrstoća prianjanja otvrdnutog filma na podlogu. Posljedica loše adhezije redovito je ljuštenje suhog filma do kojeg može doći vrlo brzo nakon otvrdnjavanja laka, čak i u uvjetima normalne uporabe. O tome smo pisali ranije (Korak br. 4/2010) pri čemu najčešći razlozi ljuštenja uslijed slabe adhezije budu nanošenje laka na neodgovara-

Tablica 1: Kriteriji ocjenjivanja adhezije metodom zarezivanja mrežice (HRN EN 14354:2008)

Ocjena	Opis	Izgled mrežice
0	Bridovi reza su neoštećeni, a kvadrati potpuni.	-
1	Ljuštenje vrlo malih dijelova na sjecištima rezova (ne više od 5% ukupne površine mrežice).	
2	Ljuštenje u uskom području duž bridova i/ili na sjecištima rezova (>5% ali manje od 15% ukupne površine mrežice).	
3	Ljuštenje duž bridova i na sjecištima rezova, djelomično ili potpuno na nastalim kvadratima (> 15% ali manje od 35% ukupne površine mrežice).	
4	Ljuštenje duž bridova i na sjecištima rezova, djelomično ili potpuno na nastalim kvadratima (>35% ali manje od 65% ukupne površine mrežice).	
5	Stupanj ljuštenja lošiji od skupine 4.	-

Norma	Proizvod	Promjer kugle (mm)	Masa kugle (g)	Ispitna podloga
HRN EN 13696	Drvene podne obloge	38,1	224 ± 3	PE spužva / zahtjev kupca
HRN EN 14354	Furnirane podne obloge	42,8	324 ± 5	PE spužva
HRN EN 438-2	Laminatne podne obloge	38,1 ili 42,8	224 ili 324	Metalna okvirna stega

Tablica 3 (gore): Prikaz ispitivanja otpornosti na udar različitim sustavima  
 Tablica 4 (dolje): Klasifikacija otpornosti na udar prema HRN EN 14354

Visina pada kugle (mm)	≥ 800	≥ 1000	≥ 1200	≥ 1400
Klasa	EC0 (umjeren kućni promet)	EC1 (normalan i jak kućni promet)	EC2 (umjeren javni promet)	EC3 (normalan i jak javni promet)

jući predpremaz ili predugo trajanje razdoblja između nanošenja završnih slojeva laka.

Adhezija se najtočnije određuje odizanjem na lak zalijepljenih metalnih glijivica ili valjčića (vidi također Korak 2/2009). Pri tomu se mjeri sila potrebna za trgavanje valjčića i analizira se lomna površina (je li došlo do razdvajanja među slojevima sustava površinske obrade ili do raslojavanja između filma i drva).

Adhezija zarezivanjem u obliku mrežice (HRN EN 14354:2008) mnogo je jednostavnija i jeftinija metoda, velike pouzdanosti, a i praktičnosti jer se može

provoditi kako u tvornici, tako i na zgradi. Dva unakrsna reza izvode se pod kutom od 45° u odnosu na smjer vlaknaca drva (slika 4), pri čemu nastaje „reza mrežica“. Prianjanje se ispituje zarezivanjem površine lakiranog drva uz pomoć noževa s točno definiranim oblikom oštrice postavljenih na međusobni razmak od 2 mm. Klinoliki oblik noža pri prodiranju u drvo prouzroči bočnu silu u sloju laka, pri čemu kod slabe adhezije dolazi do odlupljivanja pojedinih segmenata mrežice. Drška uređaja je ogibljiva čime je osigurano podjednako opterećenje svih oštrica tijekom zarezivanja. Opterećenje na nož treba biti takvo da tijekom zarezivanja oštrica prodire do podloge (drva). Lomna ploha se može obojiti vodotopivom tekućinom (npr. razrijeđenom tintom ili vodenim markerom) te prebrisati, tako da prodiranje tekućine pod odlupljene plohe filma pokazuje jasniji kontrast površine (slika 4). Nastala mrežica ocjenjuje se prema navodima iz tablice 1, pri čemu su glavni kriteriji cjelovitost bridova rezova i postotak ljuštenja bridova i odlupljenih kvadratića prikazanih na slici 4. HRN EN 14354:2008 definira kriterije ocjenjivanja mrežice, a ÖNORM C 2354:2009 i zahtjev po kojem ocjena, neovisno o razredu uporabe, ne smije biti veća od 1.

Za razliku od metode zarezivanjem, metodom pomoću valjčića mjeri se vlačna čvrstoća prianjanja površinskog sloja okomito na ispitivanu podlogu a rezul-

tat se numerički izražava u MPa (slika 3). Postupak se provodi na način da valjčice ili pečate definirane geometrije zalijepimo epoksidnim ljepilom za podlogu, a nakon otvrdnjavanja ljepila provodimo trgavanje odizanjem do izdržaja. Ova metoda, iako manje podložna subjektivnoj interpretaciji u odnosu na onu zarezivanjem u obliku mrežice, ne propisuje referentne vrijednosti, čime je interpretacija rezultata otežana. Također treba reći da, iako normirana, ova metoda nije predviđena za određivanje adhezije na lakiranim podnim oblogama, nego na furniranim podnim oblogama i laminatima.

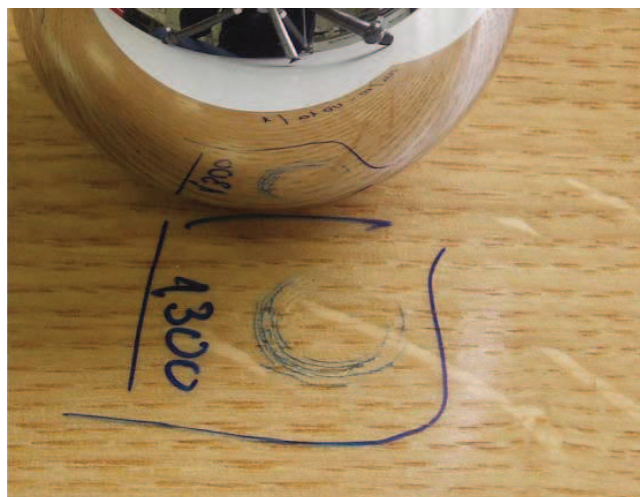
## Otpornost na udar

Ispitivanje otpornosti na udar definirano je čak trima normama (vidi tablicu 3) međutim samo norma za furnirane podne obloge donosi klasifikaciju otpornosti sukladno dobivenom rezultatu (tablica 4).

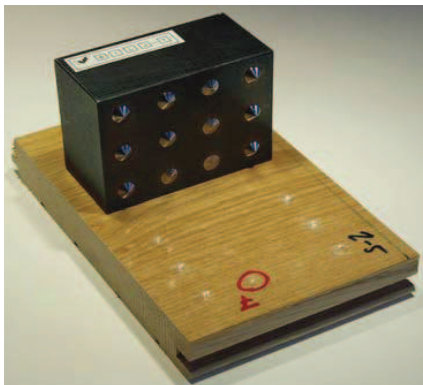
Ispitivanje se sastoji od puštanja kugle određene mase i promjera da padne s različitih visina na ispitnu plohu. Visina pada se povećava u koracima od po 50 mm sve do utvrđivanja one najveće visine koja još ne prouzroči nastanak bilo kakvih pukotina na mjestu udara. Mjerodavna je koncentrična kružna pukotina duljine veće od 2 mm. Nakon utvrđivanja te visine kuglu puštamo još dva puta na neoštećeni dio probe kako bi potvrdili dobiveni rezultat. Ukoliko pri tome



Slika 5: Padanje kugle (otpuštanjem magneta) na laminatnu podnu oblogu postavljenu u okvirnu stegu prema normi HRN EN 438-2 (lijevo) i nastali otisak s koncentričnim pukotinama na ispitnoj površini laka (desno)







Slika 6: Blok sa stošcima (lijevo) i pukotina uzrokovana utiskivanjem stošca (desno)



dode do nastanka pukotina visinu smanjujemo po 25 mm sve dok ne dobijemo tri uzastopna utiska bez pukotina s iste visine.

Kako bi čim bolje simulirali uvjete u uporabi, ispitivanje se provodi postavljanjem uzorka prema uputi proizvođača podnih elemenata o načinu polaganja. Podne obloge koje se polažu plivajućim načinom ispituju se postavljanjem na PE spužvu ili drugi materijal koji specifikira naručitelj, a one koje se polažu lijepljenjem na cementni nasip stavljaju se izravno na čeličnu ispitnu ploču i osiguravaju od pomicanja tijekom ispitivanja. Samo se laminatne obloge ispituju bez oslanjanja na podlogu, tj. postavljanjem u stegovne okvire prikazane na slici 5.

## Elastičnost

Elastičnost laka se određuje utiskivanjem na površinu laka čeličnog bloka na čijem licu se ističe 12 stožaca različitog kuta i visine (od 0,4 mm do 2,6 mm, slika 6). Blok se utiskuje na univerzalnom stroju za mehanička ispitivanja drva brzinom gibanja radne glave od 10 + 5 mm/min do potpunog kontakta baze bloka s licem probe. Visina stošca (tj. njegov redni broj) iznad kojega nastaju pukotine na laku koristi se za ocjenu elastičnosti. U obzir se ne uzimaju radijalne pukotine, nego samo kružne pukotine dužine 2 mm ili više. Ispitna norma (HRN EN 13696:2008) ni za svojstvo elastičnosti ne donosi kriterij ocjene rezultata,

međutim austrijska norma ÖNORM C 2354:2009, koja propisuje identičan postupak ispitivanja, definira zahtjev da pukotina ne smije nastati kod manje visine stošca od 1,2 mm za podne ologe s primjenom u prostorima normalne privatne uporabe, a 1,0 mm u svim ostalim privatnim i javnim prostorima. Ovaj je zahtjev u najmanju ruku čudan uzevši u obzir da proizvod manje elastičnosti može doći u primjenu u prostore većeg intenziteta prometa. U trećem nastavku ove serije članka donijet ćemo detaljnije objašnjenje ovog fenomena temeljem usporedbe elastičnosti s drugim svojstvima.

## Otpornost na trošenje

Postoji čitav niz metoda za određivanje otpornosti na trošenje (abraziju),

ali uvriježena je uporaba uređaja za ispitivanje Taber koji se rabi s različitim abrazivnim (tarnim) kotačima. Općenito, ispitivanje se provodi tako da se proba postavi na rotirajući stol, optereti ispitnim abrazivnim kotačima i dodatnim utezima te podvrgne rotaciji

(slika 7 lijevo). Zbog razlike u položaju osi kotača i osi okretanja probe dolazi do postranog trenja kotača po površini probe i ona se postupno brusi. Broj ciklusa potreban da dođe do potpunog trošenja laka uzrokovanog trenjem između abrazivnih kotača i podloge predstavlja mjeru otpornosti laka na abraziju. Različite metode za namještaj ili podove predviđaju



uporabu različitih tarnih kotača. Za namještaj se rabe kotači obloženi brusnim papirom, za sportske podove se rabe posebni kotači od vezivom slijepljenih abrazivnih zrnaca, a mjeri se masa odbrušenog laka nakon nekog broja ciklusa.

## OVLAŠTENI LABORATORIJ MINISTARSTVA GRADITELJSTVA I PROSTORNOG UREĐENJA ZA OCJENJIVANJE SUKLADNOSTI DRVENIH PODOVA



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



### AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

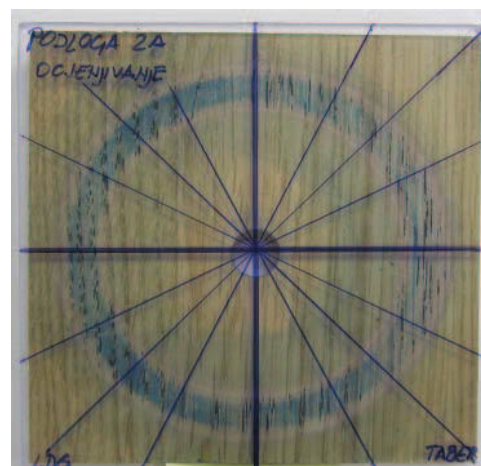
Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54  
01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr  
hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari



Slika 7: Ispitivanje otpornosti na abraziju parketnih lakova sustavom s padajućim pijeskom (lijevo) i ocjenjivanje potrošenosti laka pomoću prozirnog mjerila (desno) s podjelama u kvadrante (debele linije) i sektore (tanke linije)

Tablica 5: Klasifikacija otpornosti na trošenje prema HRN EN 14354

Otpornost na abraziju lakiranog parketa i furniranih podnih obloga određuje se tako da umjesto abrazivnih kotača koristimo kotače obložene kožom, kojom se imitira đon cipele. Kotači prolaze po površini preko sloja padajućeg pijeska, čime uslijed rotacije probe i kotača nastaje trošenje laka s površine. Pijesak je standardiziran prema granulaciji i gustoći, a imitira suhu prljavštinu (prašinu) na obući.

Broj ciklusa potreban da izazove potpuno trošenje filma laka do drva predstavlja mjeru otpornosti na abraziju. Potrošenost se utvrđuje specijalnim bojlom koje reagira s drvom, ali ne i s lakom, te posebnim mjerilom s radijalnim razdjelnicama (slika 7 desno). Lak je potrošen kada je kontinuirano potrošeno 12 od 16 sektora na mjerilu i najmanje jedan sektor po kvadrantu (slika 7 desno).

Norma za ispitivanje lakiranih drvenih podova HRN EN 13696:2010 predviđa postupak ispitivanja abrazije, ali ne donosi razredbu rezultata prema predviđenoj namjeni poda. Za razliku od te norme, norma za furnirane podne obloge donosi klasifikaciju ovisno o broju okretaja do prebrusnja (tablica 5). Prema toj je normi moguće procijeniti otpornost laka i predvidjeti odgovarajuće područje njegove optimalne uporabe.

Broj ciklusa do prebrusnja	≥ 1000	≥ 3000	≥ 5000	≥ 7000
Klasa	WR0	WR1	WR2	WR3
Intenzitet opterećenja	umjeren kućni promet	normalan i jak kućni promet	umjeren javni promet	normalan i jak javni promet

#### LITERATURA

1. HRN EN 14354:2008 Wood-based panels – Wood veneer floor covering (EN 14354:2004+AC:2006) (Ploče na bazi drva – furnirane drvene podne obloge)
2. HRN EN 685:2008 Resilient, textile and laminate floor coverings – Classification (EN 685:2007) Elastične, tekstilne i laminatne podne obloge – Razredba
3. HRN EN 13696:2010: Wood flooring – Test methods to determine elasticity and resistance to wear and impact resistance (Drveni podovi – ispitne metode određivanja elastičnosti, otpornosti na trošenje i udar)
4. ÖNORM C 2354:2009 Transparent sealing materials for wooden floors and sealings made thereof - Minimum requirements and test methods (Transparentni materijali za lakiranje drvenih podova i lakovi načinjeni od njih – minimalni zahtjevi i ispitne metode)
5. Petrič, M. (2009 a): Premazi za površinsku obradu drvenih podnih obloga. 1. dio: Općenito o premazima za drvo. Korak br1/2009; str. 28-34.
6. Petrič, M. (2009 b): Premazi za površinsku obradu drvenih podnih obloga. 2. dio: Metode za utvrđivanje svojstava površinski obrađenih drvenih podnih obloga. Korak br 2/2009; str. 31-34.
7. Petrič, M. (2009 c): Premazi za površinsku obradu drvenih podnih obloga. 3. dio: Ocjena vrijednosti kakvoće površinski obrađenih drvenih podnih obloga. Korak br 4/2009; str. 19-23.

[www.korak.com.hr](http://www.korak.com.hr)

**KORAK** u prostor

*Hrvatski portal o podnim oblogama, građevinskim tehnologijama i energetskej učinkovitosti*







Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin  
dr.sc. Vjekoslav Živković  
Nenad Valdec, dipl.ing.

# Površine lakiranih drvenih podova - površinska svojstva i ispitivanja

## 3. dio: rezultati i razredba

U prošla smo dva broja Koraka (br 1 i br 2/2012) opisivali najvažnije metode za ispitivanje površine podova, koje se poglavito odnose na površinske filmove (ili filmogene premaze). Metode ispitivanja koje vrijede u Republici Hrvatskoj one su koje smo preuzeli putem Europskih normi; ta ispitivanja nisu obavezna, ali su jako važna kako za proizvođače lakova (sustava za površinsku obradu podova) tako i za proizvođače gotovih podnih obloga (industrijski lakiranog masivnog te pogotovo dvoslojnog ili troslojnog parketa).



Rezultatima ovih ispitivanja oni mogu deklarirati kvalitetu svojih proizvoda i korisnicima ponuditi informaciju o tome kojem je prostoru namijenjen njihov proizvod (npr. prostoru domaće ili javne uporabe, prostoru malog, srednjeg ili velikog intenziteta pješačkog prometa, sportskim podovima). Tim se rezultatima, dakle, prikazuje odgovara li koji proizvod predviđenoj namjeni i kako on svojom otpornošću, a ne samo cijenom, udovoljava zahtjevima natječaja - tendera. Tim se pokazateljima, isto tako, korisnike usmjerava na pravilan izbor materijala kod kupnje i umanjuju se mogućnosti nesporazuma tj. reklamacija koje mogu proisteci iz primjene neodgovarajućeg površinskog sustava za predviđenu namjenu. Upozorili smo, međutim, i na svojevrsne diskrapancije i nedostatnosti među mogućim pokazateljima kvalitete dobivenim određenim ispitnim metodama prema Europskim normama. U ovom ćemo, trećem, nastavku prikazati neke od dobivenih rezultata, ukazati na moguće nepotpunosti ispitnih normi i ukazati na to kako razvojni rad na polju površina podnih obloga u Laboratoriju za drvo u graditeljstvu LDG, akreditiranom za ispitivanja i ovlaštenom za ocjenu sukladnosti drvenih podova, može doprinijeti poboljšanju ovog normativnog sustava i kvaliteti podnih lakova.

### Uvod

Rezultati određenog izbora ispitivanih površinskih sustava lakova prikazani su u Tablici 1. Radi lakšeg praćenja interpretacije rezultata pozivamo čitatelje da još jednom otvore i Tablicu 1 iz 1. dijela ove serije članaka (Korak br 1/2012, str. 20). U tekstu i tablici ovoga članka rabljeni su simboli i kratice opisani u stupcu 2,



Vrsta laka	Opis (broj temeljnih i završnih slojeva)	Debljina suhog filma	Adhezija	Otpornost na udar	Elastičnost	Otpornost na trošenje
		(mm)	Ocjena	(mm)	(mm)	Broj ciklusa
UV V 1	ultravioleto otvrdnjavajući industrijski vodeni (5+2) proizvod 1	28	1	415	1,6	2800
UV V 2	ultravioleto otvrdnjavajući industrijski vodeni (5+2) proizvod 2	75	0	1050	0,6	4100
IK V	jednokomponentni vodeni (1+3)	66	0	1375	1,4	-
IK PU V	jednokomponentni poliuretanski vodeni (0+3)	75	1	1935	2,1	5400
1K PU A hibr. 1	jednokomponentni poliuretanski akrilni hibridni (1+2) proizvod 1	70	1	<300	1,4	3500
1K PU A hibr. 2	jednokomponentni poliuretanski akrilni hibridni (1+2) proizvod 2	70	1	<300	1,5	1000
2K PU V 1	jednokomponentni vodeni + dvokomponentni poliuretanski vodeni (1+2)	59	1	640	1,3	1300
2K PU V 2	dvokomponentni poliuretanski vodeni (1+2)	68	1	1320	1,3	3400
2K PU V 3	jednokomponentni vodeni + dvokomponentni poliuretanski vodeni (1+2)	70	1	1765	1,7	5400
2K PU O 1	dvokomponentni poliuretanski otapalni (1+1)	73	1	1075	1,1	1900
2K PU O 2	impregnacija + dvokomponentni poliuretanski otapalni (1+2)	69	1	1090	1,4	2500
2K PU O 3	HS temelj + dvokomponentni poliuretanski otapalni (1+2)	72	1	1045	1,3	2900
2K PU O 4	dvokomponentni poliuretanski otapalni (0+3)	84	1	1500	1,3	3600

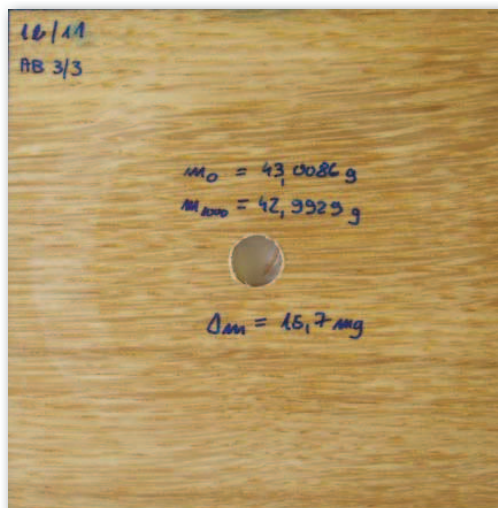
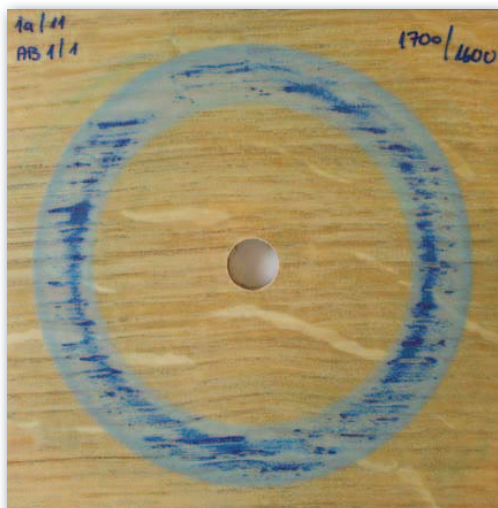
Tablica 1: Rezultati ispitivanja različitih sustava parketnih lakova

s time da brojevi označavaju broj temeljnih i završnih slojeva laka.

Austrijska norma ÖNORM C 2354:2009 donosi razredbu nekih svojstava lakova koja njihovi filmovi moraju zadovoljiti s obzirom na mjesto uporabe i intenzitet pješačkoga prometa. S obzirom da ne postoji Europska norma koja bi donosila ovakvu ili sličnu razredbu, mi smo se uglavnom služili razredima kvalitete navedenim u austrijskoj normi, te u normi za

furnirane podne obloge (HRN EN 14354:2008, vidi diskusiju u prvom članku iz serije, Korak br 1/2012). Rezultati laboratorijskih ispitivanja parketnih lakova različitih proizvođača i kemijskog sastava pokazuju izvrsnu adheziju kod svih ispitivanih lakova u skladu sa zahtjevima svih vidova uporabe na podu prema normi ÖNORM C 2354:2009. S druge strane, elastičnost ispitanih lakiranih sustava pokazuje vrlo velik raspon rezultata, ali samo jedan sustav UV otvrdnja-

vajućeg laka ne zadovoljava postavljeni zahtjev na elastičnost (nedozvoljena pukotina prema ÖNORM C 2354:2009 nastala je kod 0,6 mm). Zanimljivo, upravo je taj sustav UV otvrdnjavajućeg vodenog laka, jedini ispitivan na jasenovini, podjednake debljine filma sa ostalim laboratorijski pripremljenim uzorcima, pokazao izvrsna svojstva otpornosti na udar i trošenje za primjenu u privatnim prostorima jakog intenziteta (prema HRN EN 14354:2008 spadao bi u razred 23



Slika 1a i b. Sustav dvokomponentnog poliuretanskog laka ispitivan na trošenje (abraziju) dvjema različitim metodama. Lijevo je prikazano trošenje po metodi s padajućim pijeskom po normi HRN EN 13696 (plavo je obojeno drvo nakon 1700 ciklusa do prebrušenja laka). Po normi klasifikacije furniranih podnih obloga HRN EN 14954 ovaj bi lak s manje od 3000 ciklusa zadovoljio samo uvjete umjerenog kućnog prometa. Taj isti lak, ispitivan abrazivnim kotačima prema normi za sportske podove (HRN EN ISO 5470-1 (desna slika)) pokazuje odlična svojstva otpornosti na trošenje, jer od maksimalno dozvoljenih 80mg prebrušenog materijala nakon 1000 ciklusa gubitak mase iznosi samo 15,7mg.



u što norma HRN EN 685 uvrštava prostore poput dnevnih boravaka, blagovaonica ili hodnika. Ovakav nesrazmjerni rezultat bi se mogao pripisati vrsti drva i/ili sustava površinske obrade budući da su UV otvrdnjavajući lakovi općenito manje elastičniji a veće otpornosti na trošenje. Kakogod, niti ostali „klasični“ sustavi ne pokazuju očitu vezu otpornosti na trošenje, udar i elastičnosti. Tako imamo primjerice jedno-komponentni poliuretanski akrilni lak koji po pitanju otpornosti trošenju i elastičnosti spada u razred intenzivne uporabe u privatnim prostorima (3400 ciklusa po Taberu s padajućim pijeskom razvrstava ga u razred 23 prema HRN EN 14354), po pitanju otpornosti na udar (visina pada kugle manja od 300 mm) ne zadovoljava niti uvjetima umjerenog prometa (razred 21 naime postavlja kao minimalni zahtjev da pad kugle s visine manje od 800 mm još uvijek ne prouzroči štetu). Postavlja se pitanje nije li za očekivati bolju vezu otpornosti na udar s elastičnosti.

Na slici 1 (na prethodnoj stranici) prikazali smo nesrazmjerni u ocjenjivanju kvalitete lakova prema različitim normama, gdje jedan te isti uzorak prema metodi abrazije s padajućim pijeskom predstavlja slabu kvalitetu, a prema ispitivanju za sportske podove predstavlja vrhunsku kvalitetu.

Konačno valja izdvojiti kako „klasični“ sustavi visoke kvalitete ipak pokazuju vrlo ujednačena svojstva. To su jednokomponentni poliuretanski vodeni završni lak nanesen u tri sloja i dvokomponentni poliuretanski vodeni završni lak u dva sloja u kombinaciji s jednokomponentnim vodenim temeljnim lakom u jednom sloju. Ova dva sustava, prema otpornosti na trošenje (više od 5000 ciklusa s padajućim pijeskom), prikladna su primjeni u javnim prostorima umjerenog intenziteta (hotelske spavaće i konferencijske sobe i manji uredi – razred 31), a prema otpornosti na udar mogu se preporučiti za uporabu u javnim prostorima najvećeg intenziteta (razred 33, tj. pad kugle s više od 1400mm bez nastanka pukotine). Isto tako možemo izdvojiti sustav dvokomponentnog poliuretanskog otapalnog (2K PU O 4) i vodenog (2K PU V 2) laka koji su po svojstvima prikladni primjeni u privatnim prostorima najvećeg intenziteta prometa. Kod svih ispitivanih sustava, međutim, može se primijetiti da kod istoga generičkoga tipa premaza debljina filma jako utječe na kvalitetu površine. Ovo je pogotovo istaknuto kod tvorničkih (UV-otvrdnjavajućih) sustava te kod poliuretanskih vodenih lakova, gdje se različite debljine suhoga filma od samo desetak mikrometara mogu povezati sa značajno velikim razlikama u otpornosti na udar i trošenje. Normiziranim metodama manjkaju razredbe kvalitete proizvoda prema dobivenim rezultatima ispitivanja.

Napominjemo da se kriteriji ocjene kvalitete pojavljuju u normi za furnirane podne obloge, no kako se ispitivanja i za masivni parket provode po srodnim metodama, u ovom ih slučaju uzimamo kao relevantne za sve podne obloge. Ipak, pogotovo kod ispitivanja otpornosti na udar, trebalo bi preciznije razraditi kriterije ocjene kvalitete s obzirom na veličinu i masu kugle i vrstu podloge na koju se postavlja ispitni uzorak, te granice razreda kvalitete prema dobivenim brojčanim vrijednostima.

## Zaključak

Cilj ovog rada nije bio utvrditi konačnu rang listu generičkih tipova parketnih lakova po njihovoj kvaliteti, već prikazati:

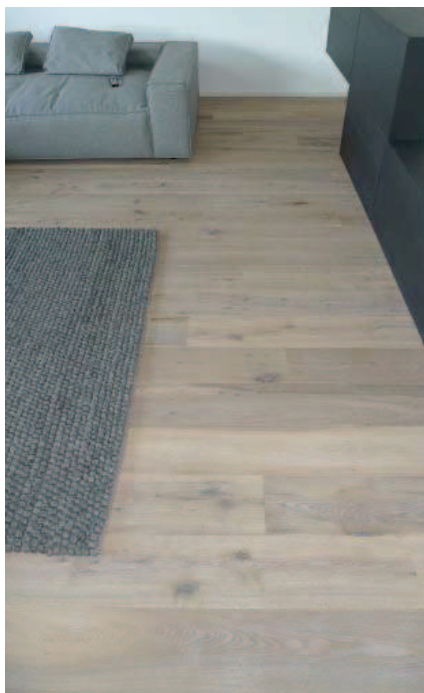
- sustave ispitivanja parketnih lakova
- sustave ocjenjivanja temeljem dobivenih rezultata
- usklađenost dobivenih rezultata

Rezultati pokazuju kako pojedina ispitivana svojstva nisu dobro usklađena, tj. kako pojedini proizvod po jednom svojstvu zadovoljava tek kriterije najslabijeg razreda kvalitete, a po drugom spada u najviši. Ovo može biti posljedica slučajnosti ili ispitivanja nereprezentativnog uzorka, ali i posljedica nepravilno formuliranih načina ispitivanja ili neuravnoteženih kriterija u različitim normama za definiranje svojstva površine lakiranih podova.

Nastavak stručnog rada u Laboratoriju za drvo u graditeljstvu (LDG) obuhvatit će preispitivanje kriterija ocjene kvalitete lakiranih drvenih površina temeljem rezultata ispitivanja na osnovu ovdje navedenih normi. Nadalje, aktivnosti LDG laboratorija će se fokusirati na pripremu Hrvatske norme za razredbu tehničke kvalitete



drvenih podova. Na temelju takve norme bit će moguće arhitektima i investitorima planirati vrstu površinske obrade koja će zadovoljavati uvjete u uporabi. Primjerice, projektiranje neke škole ili javnog centra definirat će uporabu površinske obrade koja osigurava uporabu u prostorima javnog unutarnjeg prometa velikog intenziteta (opterećenja) te obnavljanje u što dužem razdoblju (recimo, svakih 7-10 godina). Takva će norma, također, omogućiti proizvođačima sustava za površinsku obradu drvenih podova da točno definiraju područje primjene pojedinih njihovih proizvoda i na taj način izbjegnu moguće reklamacije zbog nepravilne primjene nekih njihovih sustava. Na kraju, podopolagači i korisnici prostora moći će točnije odrediti vrijednost koju dobivaju za svoj novac i odabrati optimalan površinski sustav s estetskih, fizikalnih i troškovnih aspekata. U idealnom slučaju, dakle, razvojni stručni rad donosi dugoročne dobrobiti cijeloj struci, ali i krajnjim korisnicima.



#### LITERATURA

1. Miklečić, J., Jirouš-Rajković, V., Antonović, A., Španić, N. 2011: Discolouration of thermally modified wood during simulated indoor sunlight exposure. Bio-Resources. 6
2. Jirouš-Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B. 2006: Promjene boje lakirane trešnjevine i javorovine u interijeru. Drvna industrija. 57(2): 59-65
3. Jirouš-Rajković, V., Turkulin, H., Dolušić, Ž., Štivičić, Š. 2003: Lightresistance of wood indoors. Wood in construction industry / Jambrečković, V.; Despot, R. (ur.). Zagreb : Šumarski fakultet, 2003. 59-68
4. HRN EN 14354:2008 Wood-based panels – Wood veneer floor covering (EN 14354:2004+AC:2006) (Ploče na bazi drva – furnirane drvene podne obloge)
5. HRN EN 685:2008 Resilient, textile and laminate floor coverings – Classification (EN 685:2007) Elastične, tekstilne i laminatne podne obloge – Razredba
6. HRN EN 14904: 2008: EN 14904 - Surfaces for sports areas - Indoor surfaces for multi-sports use – Specification. Površine sportskih prostora – unutarnje površine za višenamjensku sportsku uporabu – Specifikacija.
7. HRN EN ISO 5470-1: Rubber- or plastics-coated fabrics -- Determination of abrasion resistance -- Part 1: Taber abrader. Gumene ili plastificirane podne obloge – određivanje otpornosti na trošenje – Prvi dio: Taberov abazer.
8. ÖNORM C 2354:2009 Transparent sealing materials for wooden floors and sealings made thereof - Minimum requirements and test methods (Transparentni materijali za lakiranje drvenih podova i lakovi načinjeni od njih – minimalni zahtjevi i ispitne metode)
9. HRN EN 13696:2010: Wood flooring – Test methods to determine elasticity and resistance to wear and impact resistance (Drveni podovi – ispitne metode određivanja elastičnosti, otpornosti na trošenje i udar)

### OVLAŠTENI LABORATORIJ MINISTARSTVA GRADITELJSTVA I PROSTORNOG UREĐENJA ZA OCJENJIVANJE SUKLADNOSTI DRVENIH PODOVA



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



#### AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54

01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr

hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari







# Koliko košta drveni pod?

Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin  
dipl.ing. Nikola Topol

Vrlo često govorimo o konkurentnosti drvenih podnih obloga pred drugim podnim materijalima, kao što su keramički ili tekstilni podovi. Poznajemo prednosti drva u smislu toplinskih, akustičkih i gaznih svojstava, higijene, električne izolacije i provodljivosti topli-ne. Ističemo da mnogobrojnost tipova elemenata drvenih podnih obloga, uvećana raznovršnošću dimenzija, vrsta drva, debljina elemenata i njihove različitosti teksture stvara vrlo široku paletu podova i velike oblikovne, estetske i tehničke mogućnosti izvedbi drvenih podova. Naglašavamo i to da su drveni podovi ekonomični, te da se u širokoj paleti proizvoda mogu pronaći rješenja vrlo velikog cjenovnog raspona.

Tek sada, međutim, postavili smo pitanje „koliko košta drveni pod?“ i pokušali odgovoriti sklapanjem cijena različitih kombinacija drvnih elemenata, podloga, načina polaganja, materijala za sklapanje (lijepljenje) poda i njegovu površinsku obradu, učestalost obnavljanja te predvidjeti cijenu u vijeku trajanja drvenoga poda. U ovom članku prikazujemo rezultate za nekoliko odabranih kombinacija, s komentarima koji obrazlažu ogromne razlike u cijenama izračunatih po četvornom metru i po godini predviđenog vijeka trajanja drvenoga poda.



hodam

## Uvod

Analiza koju ovdje djelomično predstavljamo inicirana je našim opažanjem da se točna cijena pojedine izvedbe drvnog poda kod nas često ne izračunava ili ne predviđa na pravilan način.

1. Potaknuti smo bili razmišljanjem mnogih komitenata i investitora koji pri odluci o vrsti i cijeni poda kojega kane ugraditi u svoj objekt najčešće razmatraju kao mjerodavnu samo cijenu podne obloge. Jednostavnije rečeno, pitaju npr. „koi parket koliko košta po četvornome metru?“. Pri tome ne uzimaju uobzir kakvo je stanje podloge i je li potrebna njezina sanacija ili predobrada, što bitno utječe na cijenu, te na koju podlogu se optimalno može polagati određena vrsta podne obloge.
2. Nadalje, komitenti često nakon saznanja cijene pojedine vrste parketa, na primjer, rade svoju prosudbu o ekonomičnosti poda ne uzimajući u obzir da je odabrana vrsta parketa vezana uz optimalni način polaganja, te u cijenu poda ne uzimaju npr. vrstu ljepila koje bi bilo predviđeno za pravilnu izvedbu poda ili podpodnu podlogu. Najčešće se traži da cijena svih komponenti

bude što niža, a to ne mora rezultirati najnižom cijenom izvedbe. Primjer ovom razmišljanju može biti primjena jeftinog disperzijskog ljepila na neupojnu podlogu, pri čemu se pojedine vrste parketa (naročito onaj velike vitkosti i velikih dimenzija) slabo lijepe pa takvo polaganje predstavlja rizik velikih grešaka u početnom razdoblju uporabe, te neugodnosti zbog obaveze iseljavanja i kompletne sanacije poda.

3. Potom, kupci često propuštaju uz cijenu parketa uzeti u obzir i cijenu rada polaganja, koja je različita za pojedine parketerske radove, te je znatno skuplja npr. za lijepljenje, brušenje i lakiranje na licu mjesta nego što je polaganje predgotovljenih elemenata gotovog poda (npr. lakiranog masivnog parketa) ili izvedbe plivajućih podova od višeslojnih parketnih dasaka.
4. Kupci rijetko razmišljaju o tome koliko će njihov pod trajati, te koja je stvarna cijena po godini vijeka uporabne funkcije poda. Prvi primjer mogu biti „klasični hrastovi podovi“, pri čemu se kupci oslanjaju na notornu postojanost i dugovječnost hrastove sirovine za parkete, ali ne razmišljaju o tome da jeftin ili nedovoljno debelo nanesen lak zahtijeva češću i prilično skupu renovaciju - uz obavezu kompletne evakuacije prostora. Kao drugi primjer ovakve greške pri planiranju su slabokvalitetni laminatni podovi, koji su daleko najjeftiniji pri kupnji i ugradnji, ali koji često iskazuju nedostatke oblikovne nestabilnosti (koritavljenje) te trošenje otisnute teksture na bridovima. Tada slijedi jedini način popravka - skupa zamjena kompletne podne obloge, i to znatno ranije od očekivanoga vijeka trajanja poda u svojoj punoj estetskoj i fizikalnoj funkciji.
5. Naposljetku, kupci i investitori najčešće razmi-

šljaju o cijeni instalacije poda, pa ako i uzimaju u obzir kombinaciju početne cijene i vijeka trajanja poda, rijetko kada uračunavaju troškove razgradnje poda. Nakon istjecanja vremena uporabne funkcije podne obloge (npr. prebrusavanja masivnog parketa do pera, ili oštećenja gaznog sloja kod sportskih podova) pod je potrebno razgraditi. Ukoliko se to ne prepušta sljedećem kupcu u lancu (npr. kod preprodaje i renovacije stanova) onda u cijenu poda treba uzeti i cijenu njegove razgradnje, tj. povrata vrijednosti kod recikliranja ukoliko se podni elementi mogu ponovno presložiti i uporabiti, ili pak dodatnih troškova trganja poda, odvoza na deponiju i pripreme podloge za novi pod.

Preuzevši ideju da pokušamo pojasniti tehnički način razmišljanja i objediniti stvarne troškove drvenoga

poda u vijeku njegova trajanja, znamo da zalazimo u rizik triju mogućih neželjenih zaključnih konstatacija:

1. drveni pod može biti mnogo skuplji nego što se to planira i očekuje,
2. drveni pod može biti slabije konkurentan ili nepovoljan u usporedbi s nekim drugim podnim oblogama
3. cijene podnih obloga i usluga podopolagačkih i parketerskih radova nisu cehovski određene, pa na tržištu egzistira šaroliko i nesredeno stanje, što naše izračune može učiniti samo uvjetno mjerodavnima.

Naše razmatranje se bazira na postavkama koje su arbitrarne i ne moraju u svakom slučaju instalacije biti određene onako kako smo u ovom radu predvidjeli. Primjerice, drveni pod može trajati mnogo duže od 50 godina, što smo mi odabrali za ocjenu prosječne trajnosti poda u dvije generacije obitelji. Tako postoje primjeri drvenih podova koji su funkcionalni - i to u javnoj uporabi - stotinama godina, ali ne stanujemo svi u Versaillesu ili Buckinghamskoj palači, gdje se pod rabi i održava na sasvim drugačiji način nego u socijalnim stambenim novih predgrađa naših gradova. Zato smo prvo nastojali točno definirati pretpostavke s kojima krećemo u naš postupak, te omogućiti čitatelju da na rezultate ne gleda kao na nepobitne činjenične stavke, nego radije kao na naputak za izvođenje kalkulacije po kojoj se može preciznije utvrditi poklapanje cijene izvedbe poda s osobnim očekivanjima i financijskim mogućnostima.

Treba naglasiti da pri našim analizama nismo zalazili u područje estetskih ili oblikovnih vrijednosti kao razloga za odabir pojedine vrste poda, jer se dizajneri, arhitekti i sami korisnici prostora mogu odlučiti i za skuplju inačicu poda, koja ekonomično nije najpovoljnija, ako ona pruža željenu estetsku zadovoljštinu - pa čak i ugodu - koja u našem postupku nije ekonomski mjerljiva. Malo tko, naime, može uvjeriti stanaša stotinu godina stare gradske zgrade da stan treba opremiti „bambusom“ ili „modernim“ podom



courtesy of [www.gustavcaillebotte.org](http://www.gustavcaillebotte.org)



ako su generacije njegove obitelji živjele na hrastovom parketu složenom u riblju kost i obrađivanom uljem i voskom ili lakom. S druge pak strane, moderna arhitektura i dizajn interijera teško će prihvatiti konzervativne vrste podova (npr. oblike slaganja i male dimenzije klasičnog ili mozaik parketa), te će prostor nastojati definirati uklapanjem poda u cjelokupnu oblikovnu koncepciju stana ili kuće. Pri tome čak i vrlo skupi podovi mogu predstavljati optimalan izbor, jer se nematerijalne vrijednosti (npr. estetska vrijednost ili ugoda), još uvijek ne izražavaju novčanim jedinicama.

## Metode i načini rada

Proveli smo anketno istraživanje tržišta u kojem smo prikupili okvirne, prosječne podatke o cijenama koje čine sastavnicu troška izvedenog drvenog poda. Moramo odmah napomenuti da smo anketirali relativno mali broj proizvođača, distributera i instalatera podova i podnih materijala, te da se jedan dio vrijednosti zasniva na usmenim priopćenjima, a ne na definiranim cjenicima. Nastojali smo, međutim, iskazati novčane vrijednosti pojedinih materijala i postupaka izrade podova na iskustveno korektan način, tako da su otkloni u izračunima, ako budu primijećeni od pojedinih čitatelja, načinjeni podjednako za svaku našu analizu. Na taj smo način željeli postići da usporedbe vrijednosti iznešenih u tablicama za pojedine izvedbe podova budu međusobno prilično točno postavljene. Time bi omjeri troškova instalacije i cijene podova

izračunate po godini životnoga vijeka (dijagram na posljednjoj slici 2) bili dobro usporedivi, a čitatelj bi se mogao poslužiti našim rezultatima da okvirno smjesti svoj izbor u preciznije definirani cjenovni razred.

### Pretpostavke za izradu kalkulacija

Trajnost poda predviđena je prema literaturnim podlogama (Lacković i Zagorec, 2004; Dennler, W. 1977), te prema vlastitim arbitrarnim prosudbama. Vidjet ćemo odmah da i navedeni autori iskazuju arbitrarno procijenjene trajnosti poda, koje jako variraju u ovisnosti o raspoloživim tehničkim propisima pojedine zemlje, te o njihovu vlastitom iskustvu (tablica 1). Podaci za trajnost parketa uzeti su iz Uputa o načinu određivanja građevinske vrijednosti izvlaštenih objekata na području Republike Hrvatske i iz Općih tehničkih uvjeta za projektiranje i izgradnju stambenih zgrada i stanova (tablica 1).

Postoje, međutim, i velike razlike u iskustvenoj trajnosti u našim uvjetima. Dvorana Lisinski, na primjer (1971), čiji pod razvrstavamo u razred visokog opterećenja javnog prometa u zatvorenom prostoru, imala je parket koji nije bio lakiran te je on izmijenjen tek nakon 40 godina u Velikoj dvorani, dok u Maloj dvorani i dalje uspješno služi svrsi. Lak preuzima opterećenja površinskog trošenja, tako da lakirani masivni parket, prema usmenim priopćenjima, može izdržati i do 15-20 godina bez renoviranja u prostorima osobnog prometa malog intenziteta (npr. spavaće

sobe). Svejedno, mi smo predvidjeli da lak traje 10 godina, jer intenzivnije trošenje na posebno izloženim mjestima (npr. nastup noge pri ulazu u sobu ili nastup na stubu) zahtijeva obnavljanje cijele prostora. Nerijetko je slučaj da u Zagrebu parketi, koji su lakirani dvokomponentnim sjajnim otapalnim lakovima u šezdesetim i sedamdesetim godinama prošloga stoljeća, i danas služe svrsi uz minimalno čišćenje i površinsko održavanje, ili uz samo jedno brušenje i lakiranje u cijelom tom razdoblju uporabe. U zgradi Drvnotehnoškog odsjeka Šumarskog fakulteta (građenog tridesetih i četrdesetih godina prošloga stoljeća, dakle s parketom ugrađenim prije približno 70 godina) mnoge kancelarije još i danas imaju izvorni klasični parketni pod od masivne hrastovine, koji je možda samo jednom prebrušen i prelakiran u posljednjih dvadesetak ili tridesetak godina, te će takav biti u uporabi barem još petnaestak godina do sljedećeg obnavljanja.

U ovom radu prikazujemo samo podove od hrastovine ili s gaznim slojevima od hrastovine jer je to najčešće korištena vrsta tvrdog drva u Hrvatskoj, dok će u posebnoj brošuri biti detaljnije obrađeni i podovi s oblogama od drugih vrsta drva, s posebnim osvrtom na mekane podove od četinjača. Predviđeni rok uporabe naveden u tablici 1, dok se uz svaku pojedinu tablicu u prikazu izrade kalkulacija podrobnije navodi predviđeni rok uporabe za pojedinu vrstu poda. Navodimo osnovne pretpostavke:

Masivni hrastov, jasenov ili bukov parket 14 ili 22 mm (gazni sloj do pera debeo 9 ili 11 mm) – dvije generacije stanovnika, procijenjena je srednja trajnost od 50 godina. Ovisno o vrsti površinske obrade u tom su razdoblju moguća dva do tri obnavljanja brušenjem i obnavljanjem površinskog sloja.

Lamel parket, dvoslojni i troslojni parket predviđen je da traje 30 godina. U tom je razdoblju smo predvidjeli samo jedno prebrušavanje, naročito kod troslojnog parketa, jer je njegov gazni sloj debeo samo 2,5 – 4 mm. Industrijski nanešen akrilni lak, međutim, tvrdi je i postojaniji od lakova koji se nanose na zgradi, tako da predviđamo trajnost industrijski lakiranog parketa od 15 godina do prvog obnavljanja. Lamel parket se može i dva puta brusiti i obnavljati, ali pri drugome brušenju postoji veliki rizik od mehaničkog djelovanja stroja i odlupljivanja daščica.

Trajnost laka do prvog prebrušavanja – 10 godina.

Trajnost srednje kvalitetnog laminata (razred 21) – 10 godina.

Na kraju životnog vijeka svakog poda s manjom trajnošću od 50 godina uračunali smo demontažu poda, saniranje podloge, trošak odvoza i cijenu odlaganja na deponiju građevinskog otpada.

Trošak odlaganja na deponiju 450,00 kn/m<sup>3</sup> prostornog rastresitog otpada.

Vrste parketa	Prosječna trajnost parketa (u godinama korištenja)			Literaturni izvori
	Najmanja	Normalna	Najveća	
Masivni hrastov parket	39	-	-	V. Stanuga
Tanki lamel parket	13	-	18	W. Denneler
Masivni hrastov parket	35	-	45	
Masivni hrastov parket	-	-	70	Tehničko uputstvo
Masivni bukov parket	-	-	50	
Lamel parket	-	-	30	
Lakiranje parketa	-	-	10	
Parket od hrastovih ili jasenovih daščica	-	80	-	Opći tehnički uvjeti
Parket od bukovih daščica	-	60	-	
Lamelni hrastov parket	-	30	-	
Lamelni bukov parket	-	20	-	

Tablica 1. Procijenjene vrijednosti trajnosti drvenih podnih obloga u zgradama

## Izračuni cijena drvenih podova

U istraživanju smo koristiti podatke o različitim vrstama dijelova podova te sukladno podu primjenjivim materijalima, te izabrali manji broj kombinacija koje omogućuju razmatranje i usporedbu. Najveću pozornost obratili smo na jednu vrstu drva, a to je hrastovina.

Kao podlogu smo u istraživanju predvidjeli primjenu cementnog nasipa (tzv „estriha“) te postavljanje masivnog parketa lijepljenjem. Ovdje smo, barem kod troslojnog parketa, predvidjeli i mogućnost polaganja na dva sloja građevinske iverice ili OSB ploče, unakrsno položene sa zamaknutim spojevima, međusobno lijepljene, položene na spužvicu ili sloj pluta. Troslojni parket na „klik“ kopčanje, naime, nespretno je lijepiti jer uvijek treba prethodnu dasku, koja je već nalijepljena, malo odignuti da bi se sljedeća prikopčala. Zato je dvoslojni parket praktično lijepiti na ploče, a

Trošak izrade poda	kn/m <sup>2</sup>	Obnavljanje	kn/m <sup>2</sup>
Postava lijepljenjem, brušenje, lakiranje	100,00 kn	Brušenje, lakiranje	62,00 kn
Postava klik sistemom	62,00 kn	Poliranje, lakiranje	25,00 kn
Postava lijepljenjem, brušenje, ulje, vosak	110,00 kn	Poliranje, vosak	25,00 kn
Postava laminat, gotovi lakirani parket	50,00 kn		
Postava lijepljenjem, lakiranje	62,00 kn	Brušenje, ulje, vosak	62,00 kn
Postava lijepljenjem, ulje, vosak	70,00 kn	Demontaža poda s odvozom na deponij i sanacijom poda	100,00 kn

Tablica 2. Cjenik ugradnje i obnavljanja drvenog poda

Cijene su izražene s uključenim PDV-om od 25 %.

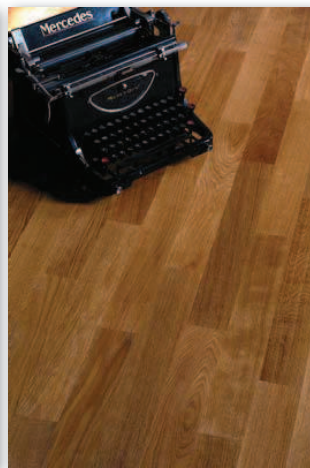
troslojni se polaže najčešće slično kao laminat (vidi članak objavljen u ovom časopisu br1/2011).

Izbor ljepila smo određivali prema dimenzijama podnih elemenata odnosno vrstama različitih obloga, a kao glavne vrste ljepila uzeli smo u obzir disperzijsko ljepilo (PVAC) za upojne cementne podloge, jednokomponentno poliuretansko ljepilo (PUR) i dvokomponentno otapalno ljepilo (E- PUR) za parkete većih dimenzija i posebne zahtjeve lijepljenja (upojnost površine, potreba prisutnosti vlage za reakciju, zahtijevana tvrdoća/čvrstoća/trajna elastičnost itd). u osnovi veličina podnih elemenata (parketa i dasaka) određuje potrebu primjene ljepila veće elastičnosti i veće čvrstoće spoja.

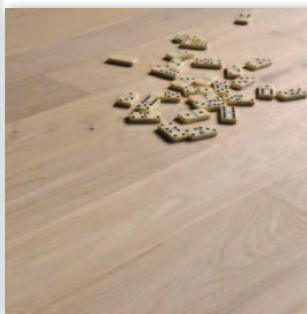
U istraživanju smo koristili najčešće korištene vrste završnih obrada, a kao glavne sustave odabrali smo jednokomponentni otapalni (1K PUR), dvokomponentni otapalni (2K) i vodeni lak (1K i 2K) te ulje i vosak. Podatke o cijenama prikupili smo iz anketnog ispitivanja tržišta, prvenstveno od proizvođača i prodavača parketa, ljepila i lakova ali i od podopolagača.

## Usporedba cijena i troškova izvedbe i obnavljanja drvenih podova

U tablicama 3 - 7 prikazane su cijene komponenti poda, troškovi rada i troškovi obnavljanja, te završno troškovi razlaganja poda.



Načini uljenja drvenih podova





Tablica 3: Cijena koštanja drvenog poda u razdoblju od 50 godina-varijanta 1.	Slog poda	Dimenzija (mm)	Klasa	Cijena		
				najniža	srednja	najviša
				kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>
Obloga	Hrast 14 mm	250/300 x 55/56	RUSTIK	111,00 kn	111,00 kn	111,00 kn
Ljepilo	Disperzijsko (PVAC)			15,00 kn	20,00 kn	25,00 kn
Lak	2K poliuretanski lak - temelj, gel, 2 sloja laka			24,00 kn	27,50 kn	31,00 kn
Rad	Postava lijepljenjem, brušenje, lakiranje			100,00 kn	100,00 kn	100,00 kn
<b>Cijena</b>	<b>A: IZVEDBA PODA</b>			<b>250,00 kn</b>	<b>258,50 kn</b>	<b>267,00 kn</b>

Obnavljanje: pretpostavka 2 brušenja i lakiranja u 50 godina bez troškova iseljavanja						
Lak	2K poliuretanski lak - temelj, gel, 2 sloja laka			24,00 kn	27,50 kn	31,00 kn
Rad	Brušenje, lakiranje			62,00 kn	62,00 kn	62,00 kn
Cijena: B (obnavljanje)				86,00 kn	89,50 kn	93,00 kn
Cijena za ciklus (B x 2): C				172,00 kn	179,00 kn	186,00 kn
Ukupna cijena (A + C)				422,00 kn	437,50 kn	453,00 kn
Cijena po m <sup>2</sup> po godini korištenja u periodu od 50 godina				8,44 kn	8,75 kn	9,06 kn

Sve cijene su izražene s uključenim PDV-om 25%.

Tablica 4: Cijena koštanja drvenog poda u razdoblju od 50 godina-varijanta 2.	Slog poda	Dimenzija (mm)	Klasa	Cijena		
				najniža	srednja	najviša
				kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>
Obloga	Hrast 22 mm	250 x 45/56	EKSTRA	190,00 kn	190,00 kn	190,00 kn
Ljepilo	2K PUR			22,00 kn	34,00 kn	46,00 kn
Lak	Vodeni lak, temelj i 3 sloja laka			33,00 kn	36,00 kn	39,00 kn
Rad	Postava lijepljenjem, brušenje, lakiranje			100,00 kn	100,00 kn	100,00 kn
<b>Cijena</b>	<b>A: IZVEDBA PODA</b>			<b>345,00 kn</b>	<b>360,00 kn</b>	<b>375,00 kn</b>

Obnavljanje: pretpostavka 2 brušenja i lakiranja u 50 godina bez troškova iseljavanja						
Lak	Vodeni lak, temelj i 3 sloja laka			33,00 kn	36,00 kn	39,00 kn
Rad	Brušenje, lakiranje			62,00 kn	62,00 kn	62,00 kn
Cijena: B (obnavljanje)				95,00 kn	98,00 kn	101,00 kn
Cijena za ciklus (B x 2): C				190,00 kn	196,00 kn	202,00 kn
Ukupna cijena (A + C)				535,00 kn	556,00 kn	577,00 kn
Cijena po m <sup>2</sup> po godini korištenja u periodu od 50 godina				10,70 kn	11,12 kn	11,54 kn

Sve cijene su izražene s uključenim PDV-om 25%.

Tablica 5: Cijena koštanja drvenog poda u razdoblju od 50 godina-varijanta 5.	Slog poda	Dimenzija (mm)	Klasa	Cijena		
				najniža	srednja	najviša
				kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>
Obloga	Hrast 21 mm - SELJAČKI POD	500 x 1800	N	304,00 kn	451,00 kn	537,00 kn
Ljepilo	1K PUR			22,00 kn	34,00 kn	46,00 kn
Lak	Ulje i vosak			38,00 kn	47,00 kn	56,00 kn
Rad	Postava lijepljenjem, brušenje, ulje i vosak			110,00 kn	110,00 kn	110,00 kn
<b>Cijena</b>	<b>A: IZVEDBA PODA</b>			<b>474,00 kn</b>	<b>642,00 kn</b>	<b>749,00 kn</b>
<b>Obnavljanje: poliranje i voskanje jednom godišnje, četiri obnavljanja (brušenje + ulje/vosak) u 50 godina</b>						
Lak	Vosak (46 x - jednom godišnje)			92,00 kn	138,00 kn	184,00 kn
	Ulje/vosak (4x)			27,00	30,00 kn	33,00 kn
Rad	Poliranje, vosak (46 x jednom godišnje)			1.150,00 kn	1.150,00 kn	1.150,00 kn
	Brušenje, ulje/vosak (4x)			62,00 kn	62,00 kn	62,00 kn
Cijena: B (materijal i rad)				1.331,00 kn	1.380,00 kn	1.429,00 kn
Ukupna cijena (A + B)				1.805,00 kn	2.022,00 kn	2.178,00 kn
Cijena po m <sup>2</sup> po godini korištenja u periodu od 50 godina				36,10 kn	40,44 kn	43,56 kn

Sve cijene su izražene s uključenim PDV-om 25%.





Tablica 6: Cijena koštanja drvenog poda u razdoblju od 30 godina-varijanta 6.	Slog poda	Dimenzija (mm)	Klasa	Cijena		
				najniža	srednja	najviša
				kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>
Obloga	Hrast dvoslojni, šperploča + 4 mm gazni sloj	10 x 70 x 500-800	SELECT	367,00 kn	367,00 kn	367,00 kn
Ljepilo	1K PUR			22,00 kn	34,00 kn	46,00 kn
Lak	1K-poliuretanski lak, temelj i dva sloja laka			21,00 kn	22,50 kn	24,00 kn
Rad	Postava lijepljenjem, brušenje, lakiranje			100,00 kn	100,00 kn	100,00 kn
<b>Cijena</b>	<b>A: IZVEDBA PODA</b>			<b>510,00 kn</b>	<b>523,50 kn</b>	<b>537,00 kn</b>

Obnavljanje: pretpostavka 1 brušenja i lakiranja u 30 godina bez troškova iseljavanja, demontaža poda bez ugradnje nove podne obloge						
Lak	1K-poliuretanski lak, temelj i dva sloja laka			21,00 kn	22,50 kn	24,00 kn
Rad	Brušenje i lakiranje Demontaža poda s odvozom na deponiju, saniranje podloge			62,00 kn 100,00 kn	62,00 kn 100,00 kn	62,00 kn 100,00 kn
Cijena: B (materijal i rad)				183,00 kn	184,50 kn	186,00 kn
Ukupna cijena (A + B)				693,00 kn	708,00 kn	723,00 kn
Cijena po m <sup>2</sup> po godini korištenja u periodu od 30 godina				13,86 kn	14,16 kn	14,46 kn

Sve cijene su izražene s uključenim PDV-om 25%.

Napomena: debljina gaznog sloja parketa omogućuje samo jedno dodatno brušenje stoga je trajnost smanjena na 30 godina te je nakon toga potrebno demontirati pod i sanirati podlogu



Brušenje parketa



Troslojni parket



Uljenje parketa

Tablica 7: Cijena koštanja drvenog poda u razdoblju od 10 godina-varijanta 7.	Slog poda	Dimenzija (mm)	Klasa	Cijena		
				najniža	srednja	najviša
				kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>	kn/m <sup>2</sup>
Obloga	Laminat 21	9 x 125 x 1280	21	35,00 kn	35,00 kn	35,00 kn
Rad	Postava klik sistem uklj. spužvica 3 mm			60,00 kn	60,00 kn	60,00 kn
<b>Cijena</b>	<b>A: IZVEDBA PODA</b>			<b>95,00 kn</b>	<b>95,00 kn</b>	<b>95,00 kn</b>

**Obnavljanje: nema obnavljanja, pretpostavljena trajnost 10 godina, demontaža bez troškova iseljavanja**

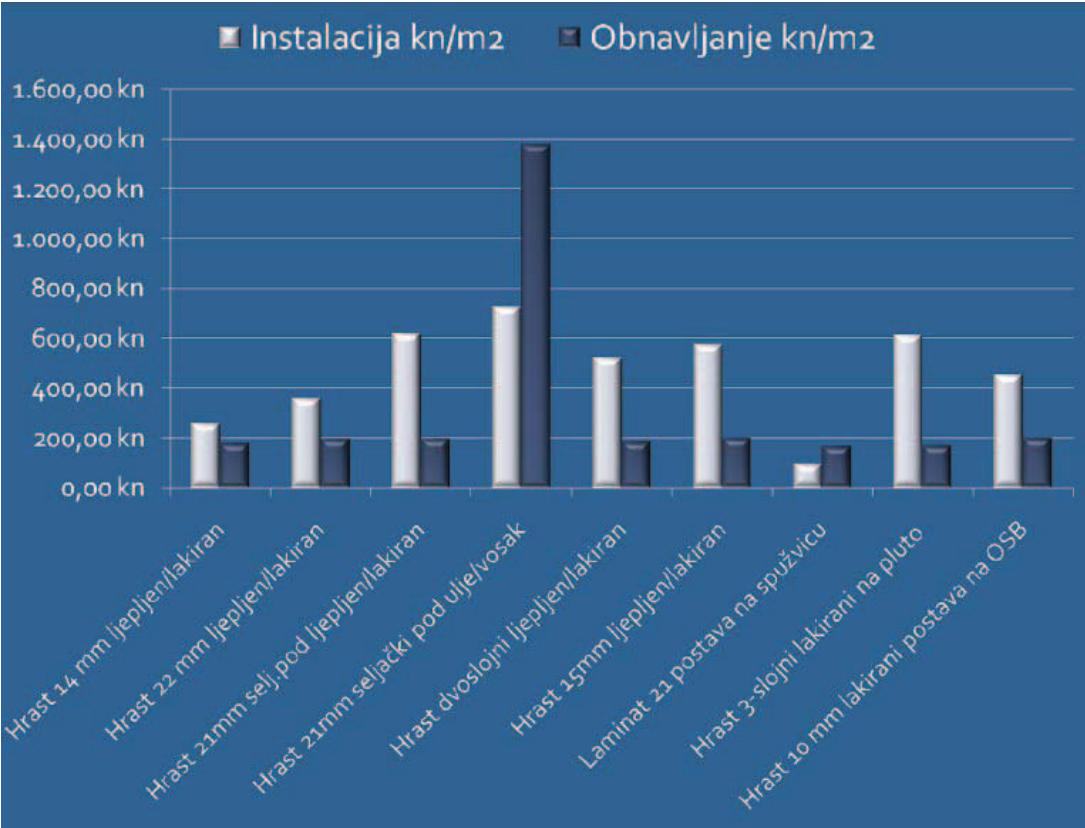
Rad	Demontaža poda s odvozom na deponiju	70,00 kn	70,00 kn	70,00 kn
Cijena	B (materijal i rad)	70,00 kn	70,00 kn	70,00 kn
Ukupna cijena (A + B)		165,00 kn	165,00 kn	165,00 kn
Cijena po m <sup>2</sup> po godini korištenja u periodu od 10 godina		16,50 kn	16,50 kn	16,50 kn

Sve cijene su izražene s uključenim PDV-om 25%.

Napomena: laminat nema mogućnosti obnavljanja te ga je potrebno zamijeniti, procjenjena maksimalna trajnost 10 godina







Slika 1:  
Cijene podova i troškovi obnavljanja drvenih podova u vijeku od 50 godina za masivni parket, odnosno 30 godina za dvoslojne i troslojne parkete, odnosno 10 godina za laminat



Slika 2:  
Troškovi drvenih podova iskazani po četvornom metru i po godini uporabe u vijeku od 50 godina za masivni parket, 30 godina za višeslojne parkete i 10 godina za laminat

## Rasprava i zaključci

Dijagrame na slikama 1 i 2 treba gledati u relativnim odnosima izabranih varijanti, koje mogu biti drugačije ako se uzmu u obzir cijene i troškovi iskazani u tablicama 3 – 7. Primjerice, različitim kombinacijama cijena podnih obloga i cijena primijenjenih ljepila, lakova ili ulja i voska, mogu se mijenjati odnosi na dijagramima 1 i 2, već u ovisnosti o očekivanoj trajnosti i troškovima obnavljanja u tijeku životnoga vijeka od 50 godina. Naravno, ovdje treba posebno napomenuti da cijene pojedine stavke (npr. cijena hrastovih parketnih daščica) uvelike ovisi o dimenzijama daščica i njihovoj klasi kvalitete (mi smo za primjer odabrali najmanju dimenziju i dvije klase kvalitete, rustik i ekstra), dok su cijene za višeslojne parkete mnogo ujednačenije. Cijene podliježu i dodatnim, često vrlo individualnim troškovima proizvodnje, kao što su mogućnost dobave kvalitetne sirovine, trošak rada u pojedinoj tvrtki, troškove amortizacije i anuiteta kredita itd. Naposljetku, neke funkcijske prednosti pojedinoga poda uopće nisu uzete u razmatranje u ovom suženom prikazu, a to mogu biti estetske odrednice, prednosti višeslojnih parketa u smislu veće dimenzijske stabilnosti i bolje pogodnosti za primjenu na podnom grijanju.

Najučestalija varijanta u sadašnjoj građevinskoj praksi je postava podnih elemenata lijepljenjem uz brušenje i lakiranje, a trošak ovakve izvedbe poda je neznatno niži od primjene sistema ulja i voska za obradu površine. Kakogod, mana sustava lijepljenja i lakiranja je u tome što je sloj laka nemoguće obnoviti parcijalno, nego se stvaraju dodatni troškovi (iseljenje stanara, namještaja), a trošak rada je visok kao i kod sustava ulja i voska. Lijepljenje na cementni estrih, koje se danas načešće primjenjuje zbog dobrih fizikalnih svojstava obloge i trajnosti, u stvari je ekološki vrlo nepovoljno te smatramo da će u budućnosti postupno gubiti na važnosti. Svako lijepljenje i

lakiranje parketa podrazumijeva primjenu materijala koji su proizvod od sirovina iz petrokemijske industrije. Nadalje, ovakvi se materijali nakon uporabe ne mogu reciklirati (oporabiti) za manje parkete, za usitnjavanje u ivere ili za energiju, jer se kod dobrog lijepljenja redovito na naličju odiže i značajna masa cementne podloge. Možebitno će polaganje parketa u budućnosti predstavljati značajniju prednost za klasične, masivne parkete ako budu čavlati u podpodlogu, pa se nakon uporabe mogu lako rastaviti, a podloga (npr. drvena ploča ili daska četinjača) se može rabiti kao razloženo građevno drvo ili za oplata u graditeljstvu (krovovi, fasade), dok se parket može ili presložiti, ili preraditi u tanji i uži parket, ili pretvoriti u energiju u energanama.

Postava laminata je ekonomski najpovoljnija, no to je kratkotrajno rješenje jer nema mogućnosti obnove površine takve vrste poda te se automatski uračunava i trošak odvoza na deponiju te ugradnja novog poda. Varijantu s laminatom ne treba, međutim, uvijek promatrati nepovoljno, jer češća izmjena poda može biti dobra opcija za stanodavce ili osobe koje su spremne mijenjati pod svakih nekoliko godina te na taj način utjecati na kompletan izgled interijera. Naposljetku, laminat visoke kvalitete je dobro rješenje u prostorima koji se često održavaju vlažnim čišćenjem, a podložni su velikom i intenzivnom prometu (npr. vježbaone, hodnici škola i vrtića itd).

Iz dijagrama je vidljivo odstupanje u cijenama ugradnje različitih izvedbi drvenih podova, pri čemu se najpovoljnijom varijantom pokazuje ugradnja gotovog tvornički lakiranog parketa i laminata (slika 1). Nedostatak tog sustava je nemogućnost ispravljanja brušenjem eventualnih neravnina podne površine koje mogu biti uzrokovane neravnom podlogom.

Kao najskuplja varijanta pokazao se sustav površinske obrade uljem i voskom (slika 2), ali kod tog je

sistema prednost u kasnijem laganom održavanju jer je pod moguće obnavljati parcijalno, uz povoljnu cijenu bez dodatnih troškova. Na visoku cijenu poda obrađenog uljem i voskom najviše utječe velika učestalost obnavljanja površine, koju smo predvidjeli u vidu troška materijala i rada profesionalnog obrtnika. Danas, međutim, već se mogu kupiti usisavači koji imaju dodatke za poliranje i voštanje poda, pa ako se trošak obnavljanja u stanovima, u vidu osobnog rada, ne iskazuje u ukupnom trošku poda, onda uljenje i voštanje može biti vrlo povoljna i kvalitetna opcija za prostore manjeg intenziteta prometa. Čak i u javnim prostorima (privatni hoteli, institucijske dvorane i slično) relativno je jednostavno obnavljati površinski sloj malim strojevima i vlastitim radom, što bi drveni pod obrađen uljem i voskom svrstalo među najkonkurentnije vrste podova (kombinacija niskih cijena masivnog parketa na slici 1 s niskim troškovima obnavljanja).

### LITERATURA

1. Dennler, W. 1977: Lebensdauer von Bauteilen. Deutsche Bauzeitung 12, 52-58.
2. Stanuga, v (1975): Određivanje trajnosti elemenata zgrada. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske.
3. Lacković, V.; Zagorec, H (2004): Trajnost parketa u zgradama. Građevinar 56 (9): 555-560.
4. Topol, N. (2012): Usporedba ekonomičnosti različitih drvenih podova. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
5. Turkulin, H. (2011): Troslojni parket u uvjetima povećane vlage. Korak 2011 (1): 18-21. Izračuni cijena drvenih podova

## OVLAŠTENI LABORATORIJ MINISTARSTVA GRADITELJSTVA I PROSTORNOG UREĐENJA ZA OCJENJIVANJE SUKLADNOSTI DRVENIH PODOVA



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



### AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54

01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr

hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari



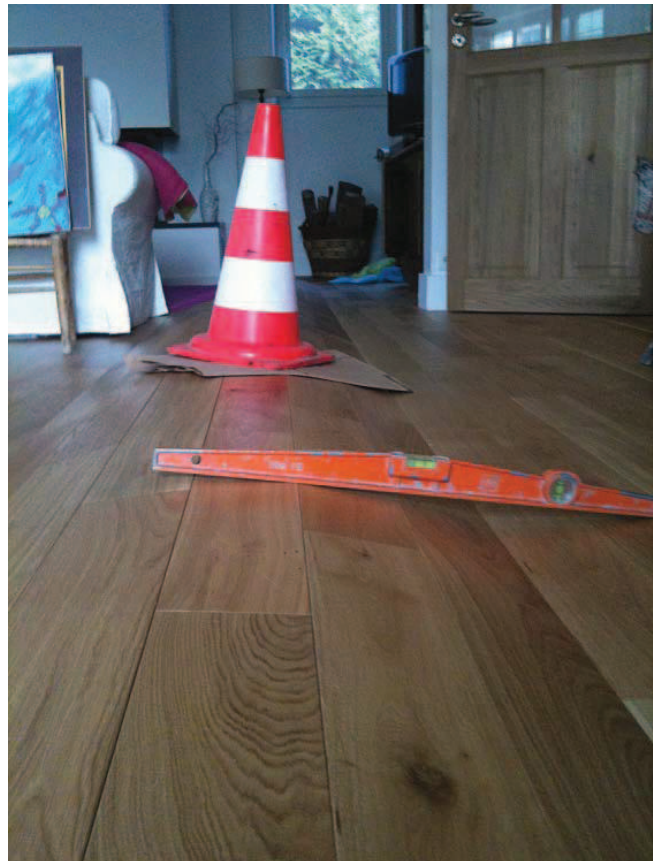




# Prilagodne reške drvenih podova

## - 1. dio

Drveni podovi u interijeru podložni su promjenama mjera i oblika prateći kolebanja mikroklimatskih stambenih uvjeta tijekom godišnjih doba. Ove su pojave neizbježne, a zbog istaknute veličine proizvoda – dimenzija drvenih podova – predstavljaju delikatan tehnički zahtjev, čak i kod ograničenog iznosa navedenih promjena. Bubrenje i utezanje, naime, dovode do sabijanja ili rasušivanja drva, što može imati za posljedicu pojavu grešaka napinjanja i izdizanja, ili pak rasušivanja i razmicanja dijelova podnih ploha. Osnovno rješenje kojim se dovijamo tim poteškoćama jest predviđanje i izvođenje zazora unutar drvenih dijelova ili između drvenih ploha i nepokretnih, krućih dijelova zgrade. Prilagodne reške će dakle biti razdjelnice podnih ploha, ili razmaci između drva i zidova, koje planiramo i načinimo pri izradi poda da bismo osigurali uporabnu pravilnost i estetsku dobrotu drvenih podova.



Zapunjene zidne reške prouzročile su izdizanje parketa

### Dimenzija i prostorna gibanja drvenih podova

Svi drveni podovi (parketi, podne daske, prizme) podložne su bubrenju i utezanju slijedom godišnjih fluktuacija unutarnje mikroklimete, poglavito određene temperaturom i relativnom vlažnošću zraka. Ove su pojave znatno izraženije kod vanjskih podova, ali su drvene konstrukcije u eksterijeru prilagodene promjenama mjera (dimenzijskim promjenama), primjenom takvih slogova nosivih i obložnih elemenata poda koji omogućuju „rad“ drva. Razmaci među dijelovima su opće prihvaćeno tehničko i oblikovno rješenje za kompenziranje fizičkog širenja i skupljanja drva. Unutar zgrada, međutim, podovi se se najčešće izvode sljubljenim polaganjem drvenih elemenata,

pa već i relativno male dimenzijske promjene drva mogu dovesti do sabijanja elemenata ili pojave zazora među njima, već prema fizikalnom stanju okoliša. Drvene podne plohe moraju stoga uključivati reške (plošne zazor ili žargonski „fuge“) na mjestima dodira sa čvrstim građevnim elementima kao što su zidovi, pragovi, mineralni podovi i pločice, dimnjaci i slično. Širina reški na sudarnim bridovima praktično se određuje prema debljini elemenata podnih obloga, tj. postoji prihvaćeno pojednostavljeno pravilo da reške uz zidove soba trebaju biti široke najmanje koliko je debljina drvenih elemenata obložnoga (gaznog) podnog sloja, najčešće parketa ili podnih dasaka (22 mm). Širina ovih reški, međutim, ovisi o nekoliko činitelja: o veličini parketne plohe, o načinu pričvršćivanja o podlogu, o obrascu polaganja, o vrsti drva i

o teksturi elemenata (radijalni, tangenti – bočni, ili poluradijalni). Stoga bi za svaki pojedini slučaj trebalo proračunati širinu rubnih reški. U daljnjem tekstu ću izraz „rubne (ili zidne) fuge“ zamijeniti izrazom „rubne (prilagodne) reške“, a izraz „dilatacijske fuge“ ću zamijeniti izrazom „razdjelne prilagodne reške“.

Nekima je izraz „reška“ stran ili neuobičajen. Reška (engl. *gap*, *slit*, *opening*, njem. *die Fuge*) predstavlja otvor ili zazor, a uobičajeno se podrazumijeva da je to dugačak i uzak otvor na površini ili zazor među dijelovima. U korijenu riječi „rez“ je sadržano značenje pojma koji nastaje rezanjem, ili je posljedica rezanja, dakle to je prostor koji je uzak i dugačak, s površine u dubinu, oćenito linijske naravi. Kažemo da vrata reže kada su priljubljena ili odškrinuta, kažemo da prozori reže kada nisu dobro zatvoreni ili zabrtvljeni.



Kada kažemo da pas reži, najprije pomislimo na zvuk koji životinja ispušta kroza stisnute čeljusti, ali u stvari govorimo o njezinim usko razmaknutim usnama i zubima. Razlikujem rešku od izraza pukotina, rascjep ili raskol, koje najčešće vežemo uz njemački izraz *der Bruch* ili *der Riss* kao i uz engleske izraze *crack*, *break* ili *fissure*, a koji predočuju posljedicu pucanja ili rascjepijavanja materijala, dakle prekida kontinuiteta ili cjelovitosti stvari ili predmeta. Reška pak označava namjerno načinjeni zazor između dvaju međusobno postavljenih ili razmaknutih površina.

Dimenzijske promjene poda tijekom godine najveće su kod usporednog polaganja drvenih podnih elemenata (slog „brodskoga poda“). Reške, dakle, trebaju biti najveće uza bočne zidove usporedno položenoga parketa ili podnih dasaka, jer drvo najviše bubri i širinu. Zazori pak mogu biti znatno manji na čelnim rubovima parketne plohe, jer drvo u uzdužnom smjeru bubri i uteže u neznatnom iznosu (slika 1). Ovo pogotovo vrijedi kod polaganja podova čavlanjem parketa o podpod („slijepi pod“), npr. kod sportskih podova, jer čavlano drvo skoro potpuno slobodno bubri i uteže s godišnjim promjenama vlažnosti i temperature zraka u prostoru. Pobočno širenje uslijed bubrenja bit će 10 – 20 puta veće nego uzduž strukture drvenih dijelova.

Kod polaganja podova lijepljenjem (npr. na cementni nasip ili žargonski „estrih“), velik dio naprezanja zbog širenja drva pružima sloj ljepila, pogotovo ako se pri-

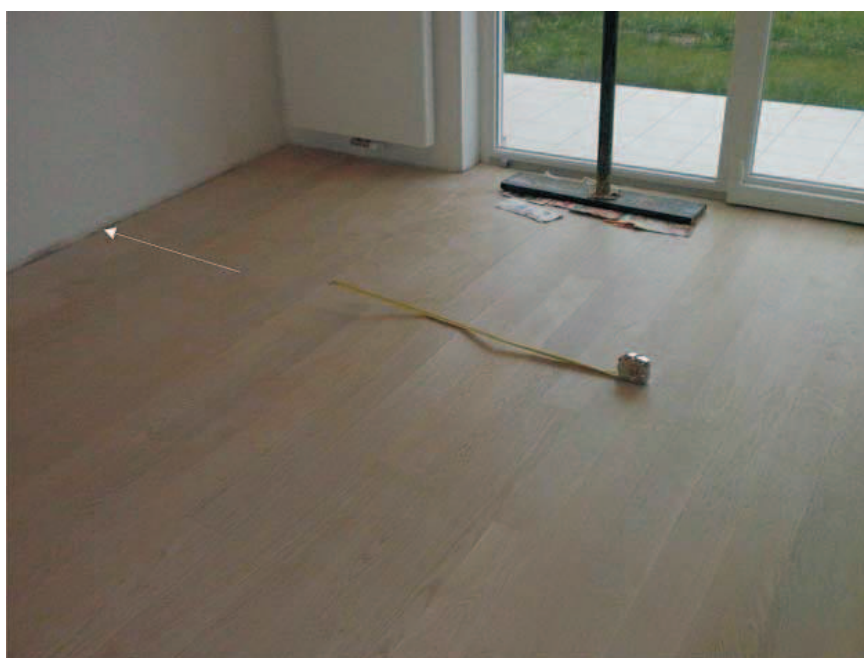


mjenjuje čvrsto ili čvrsto-elastično ljepilo. Pri tome se bubrenjem prvo zatvaraju mali zazori među parketnim dasčicama, i tek tada započinje širenje cijele parketne plohe. Stoga se kod ljepilom zapriječenog bubrenja gazne plohe, koja je nalijepljena na cementni estrih, mogu izvesti upola uže rubne (zidne) reške nego kod čavlanih podova.

Kod unakrsnih obrazaca polaganja poda (npr. u „riblju kost“, „dvostruku“ ili „trostruku riblju kost“ tj. pleter, ili pak u „kocke“, tj. kvadrate i kazetirane plohe), u svakom se smjeru kombiniraju iznosi poprečnih i uzdužnih dimenzijskih promjena drva. Svakoj jedinici uzdužno položenih dasčica u istom se smjeru nadošlaže nekoliko poprečno položenih dasčica parketa. Na taj način bubrenje bude u svim smjerovima podne

Slika 1. Drvo mijenja mjere uzduž strukture u zanemarivo malom iznosu. Postrano širenje drva dovelo je do zapunjavanja zidne reške (strelica), dok na čelnim dijelovima nije došlo do bitnog bubrenja i zatvaranja reške.

Slika 2. sabijanje parketne plohe lijepljene čvrstim ljepilom može dovesti do izdizanja na sredini, iako zidne reške nisu zapunjene (strelica).



plohe podjednako, a iznosi samo polovinu poprečnog (tangentnog ili radijalnog) bubrenja drva. Ako se, dakle, kombiniraju oba činitelja stabilizacije gazne plohe - lijepljenje i slaganje u unakrsne uzorke - tada rubne reške mogu iznositi samo četvrtinu širine koju bi zahtijevao taj isti parket na bočnim zidnim reškama, ako bi bio položen usporedno i pričvršćen čavlima.

Kada se podovi izvode na velikim površinama prostora, tada se može dogoditi da sloj ljepila predstavlja očvršćujući faktor za širenje pojedinih dijelova plohe. Tada podna ploha, čak i kod ostavljanja širokih zidnih reški, bubri i širi se, a pojedini plošni dijelovi budu spriječeni u bubrenju čvrstoćom veze okolnih dijelova plohe s podlogom. Može se, dakle, dogoditi da širenje podne plohe kod povećane vlažnosti ne dovede niti do potpunog zatvaranja rubnih reški, a da se u sredini prostorije ipak parket odigne od podloge, ako sile bubrenja premaše vertikalne komponente sile adhezije (prijanjanja) o podlogu, ili kohezijsku čvrstoću sloja ljepila. Tada se i po sredini podne plohe, ili po određenom rasporedu ploština jedinstvenoga poda, treba predvidjeti ugradnju prilagodnih (dilatacijskih) reški koje omogućuju parcijalno dimenzijsko gibanje segmenata ukupne podne plohe.

Za izračun rubnih reški mora se uzeti u obzir maksimalni sadržaj vode koji podna obloga može dosegnuti u pravilnim godišnjim kolebanjima. Parket je najsuhliji na kraju sezone grijanja (obično u stanovima s radija-

torima ima 7-8 % vode), a najvlažniji je u ljetnom polugodištu. Tada u stambenim prostorima sa centralnim grijanjem obično dosegne sadržaje vode koji ipak ne prelaze 11-12 %. U javnim prostorima, međutim, koji se ne griju konvekcijski, i koji dozvoljavaju niže temperature u sezoni grijanja (ulazne aule u poslovnim zgradama, sportske dvorane, dvorane za javna okupljanja, sakralni objekti i slično) treba računati s maksimalnim sadržajem vode od 15 %.

## Izračun potrebna širine zidnih reški

Širina rubnih ili zidnih reški može se točno izračunati tek ako se poznaju koeficijenti bubrenja ili utezanja drva. Koeficijent bubrenja ili utezanja je postotna promjena dimenzija drva s 1% promjene sadržaja vode. Koeficijenti bubrenja/utezanja razlikuju se prema vrstama drva, a iznosi su im različiti i u tangentnom smjeru (usporedno s prestenovima godova, tzv. „flader“) i u radijalnom smjeru (okomito na prstene godova, tzv. „friz“). U uzdužnom smjeru strukture drva prosječni koeficijent iznosi najviše 0,033 %, a načelno nije veći niti od 0,01%, te se u praksi uzdužno bubrenje ne uzima u obzir.

Kod postranog bubrenja, radi pojednostavljenja računa, obično se uzima u obzir srednja vrijednost koeficijenta poprečnog bubrenja od 0,25 %/‰ sadržaja

vode, tj. sa svakim povećanjem sadržaja vode drva od 1 %, uzima se da mu se poprečna dimenzija poveća za 0,25 %. Ovu uprosječenu vrijednost uzima u obzir i svaka norma koja se odnosi na podne obloge od cjevitog drva (npr. HRN EN 13226 za masivni parket, HRN EN 13488 za mozaik parket, HRN EN13629 za podne daske itd.). Temeljem toga se kod normiziranih mjerenja dimenzija parketa, u slučaju da mu srednji sadržaj vode nije 9 %, toleriraju povećanja ili smanjenja dimenzija za taj koeficijent u rasponu sadržaja vode od 7 - 11 %.

Kod višeslojnog parketa (HRN EN 13489), koji je ukočen svojom konstrukcijom, i kod laminatnih podova, uzima se vrijednost koeficijenta bubrenja od 0.03 %/‰ u SVIM SMJEROVIMA poda. Ovo bi bila skoro zanemariva vrijednost i omogućavala polaganje obloge od zida do zida, kada ne bi bilo zahtjeva akustičke izolacije, po kojima se i podne membrane višeslojnog ili laminatnog poda trebaju od zida odvojiti približno 1 cm. Na taj se način udarni zvuk hoda ne prenosi na bočne zidove i u druge prostorije zgrade.

Točnije vrijednosti koeficijenata poprečnog bubrenja/utezanja drva za izbor nekoliko vrsta prikazuje Tablica 1.

U Tablici 1 su jasno vidljive dvije pojave bitne za određivanje širine zidnih reški i potrebu izrade razdjelnih prilagodnih reški podova:





VRSTA DRVA	KOEFIJICIENTI BUBRENJA/UTEZANJA U POPREČNIM SMJEROVIMA (postotna promjena dimenzija pri promjeni 1% sadržaja vode)		
	RADIJALNO (uspravni godovi na čelnom presjeku)	TANGENTNO (položeni godovi na čelnom presjeku)	SREDNJE
HRASTOVINA	0,16	0,36	0,26
BUKOVINA	0,20	0,41	0,31
JASENOVINA	0,21	0,38	0,30
SMREKOVINA	0,12	0,24	0,19

Tablica 1:  
Dimenzijska promjena drva u higroskopskom području

Tablica 2:  
Primjer dimenzijskih promjena za hrastovinu

Način polaganja i vrsta elemenata	Koeficijent bubrenja %/%	Promjena širine poda duljine 6 m kod porasta sadržaja vode s 9 na 12%	Predviđena širina zidne (rubne) reške
Usporedno polaganje tangentnih daščica ("flader")	0,36	1,08% ili 6,1 cm	3,0 cm
Usporedno polaganje radijalnih daščica ("friz")	0,16	0,48% ili 2,9 cm	2,0 cm
Usporedno polaganje poluradijalnih daščica	0,26	0,78% ili 4,7 cm	2,5 cm
Unakrsno polaganje (riblja kost) poluradijalnih ("mješovito")	$(0,26+0,01)/2 = 0,13$	0,39% ili 2,34 cm	2,0 cm
Unakrsno polaganje (riblja kost) radijalnih daščica ("friz")	$(0,16+0,01)/2 = 0,09$	0,27% ili 1,62 cm	1,0 cm

- vrste drva se BITNO razlikuju po svojstvima dimenzijske stabilnosti, tj. u svom ponašanju pri promjenama vlažnosti. Jasno je zašto majstori iskustveno hrastovinu smatraju „mirnom“ vrstom drva, dok bukovinu i jasenovinu nazivaju „nemirnima“. Kod potonjih je vrsta potreba izvedbe razdjelnih reški veća, pa reške trebaju biti učestalije (brojnije), ili šire nego kod hrastovine.
- srednju vrijednost koeficijentata možemo uzimati u račun kada se pod sastoji od podjednakog broja nasumce odabranih radijalnih, poluradijalnih i tangentnih daščica. Kad se pod izrađuje od bočnica (npr. seljački pod pretežno tangentne teksture), tada je opasno računati sa srednjom

vrijednosti koeficijenta bubrenja od 0,25%/%, ako će npr. usporedno položene bukove podne daske buniti s tangentnim koeficijentom od čak 0,41 %/%. Vidi primjer u tablici 2.

Kod unakrsnog polaganja elemenata podne obloge, gdje se približnoj duljini daščica u uzdužnom smjeru nadoslaže odgovarajući broj poprečno položenih daščica, koeficijent bubrenja se prepolovi, tj. postrano bubrenje (srednje 0,25 %/%) se kombinira s uzdužnim (0,01%/%) pa rezultatna vrijednost srednjega koeficijenta bubrenja iznosi 0,13 %/%. **Kod takvog slučaja (npr. slog u riblju kost ili četvorine) izrada razdjelnih prilagodnih reški po ploštini poda najčešće nije potrebna.**

ŠIRINA RUBNIH REŠKI izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$A = \frac{B_r * q_{t/r} * \Delta F}{(100\% + q_{t/r} * \Delta F) * 2 * T}$$

Gdje je:

- A = širina rubne reške uokolo prostorije
- B<sub>R</sub> = najduži zid prostorije poprijeko na daščice u cm
- Q<sub>t/r</sub> = koeficijent bubrenja/utezanja, uopćena vrijednost 0,25 %/%
- ΔF = razlika srednjeg (proizvodnog) sadržaja vode drva i najvećeg sadržaja vode koji se očekuje u uporabi (%)
- 2 = podjela širine reške na dva nasuprotna zida
- T = faktor umanjenja djelovanja bubrenja:
  - 1 = čavlani usporedni podovi (brodski podovi)
  - 2 = čvrsto lijepljeni usporedni podovi, ili
  - 3 = čavlani podovi unakrsnog obrasca polaganja
  - 4 = čvrsto lijepljeni podovi unakrsnog obrasca polaganja

## Primjer za hrastovinu

Prostorija: 8 x 6,76 m  
obrazac polaganja parketa u slog broskogoda poda, usporedno s kraćim zidom

Parket: masivni hrastov parket prema HRN EN 13226, 9% s. vode, 21 mm debljine, dimenzija 70 x 500 mm

Najveći očekivani ravnotežni sadržaj vode u uporabi iznosi 12 %.

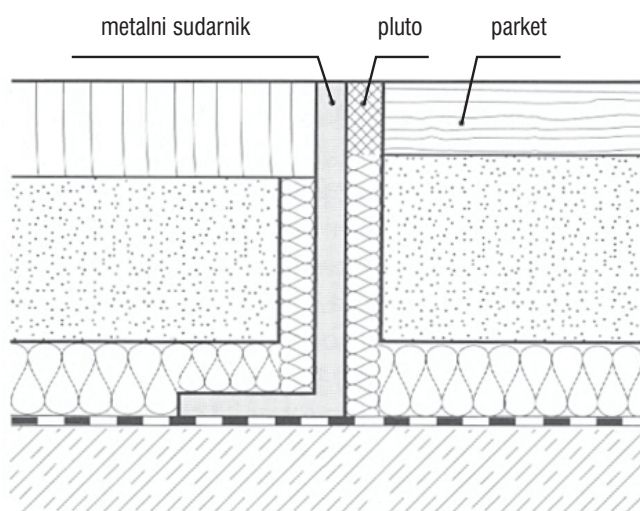
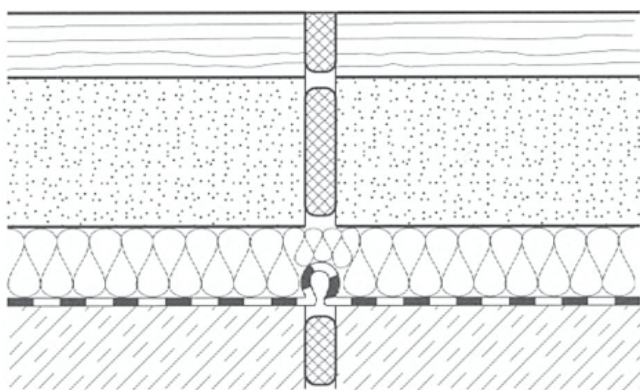
$$A = \frac{676_{cm} * 0,25_{\%/ \%} * 3_{\%}}{(100 + 0,25_{\%/ \%} * 3_{\%}) * 2 * 2}$$

A = 1,3 cm široke rubne reške uokolo svih zidova

prostorije.

## Širina razdjelnih prilagodnih reški ("dilatacijskih fuga")

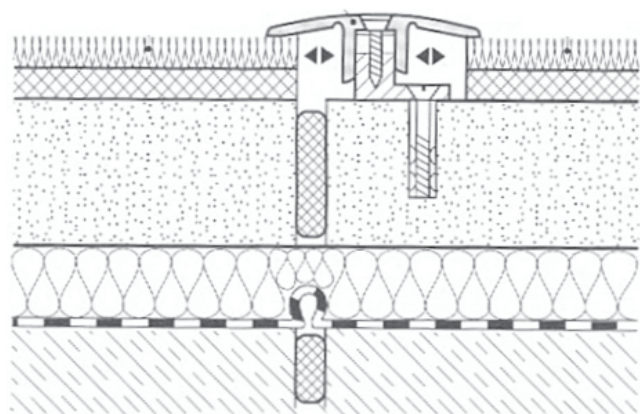
Potreba postavljanja razdjelnih prilagodnih reški nastaje ako izračunata širina zidnih reški premašuje 2,5 cm. Tada se po parketnoj plohi izvodi jedna ili više praznih pruga pri polaganju parketa, širokih oko 1 cm, koje se zapunjavaju elastičnim materijalom. Najčešća varijanta je zapunjavanje trakama pluta, koje se dobro uklapa u drveni pod i dovoljno je elastično (tlačna deformacija do ca 30 %) da prihvati deformacije nastale bubrenjem po plošini parketnoga poda. Druge varijante uključuju ispunjavanje prilagodnih reški specijalnim akrilnim kitovima koji se mogu brusiti i lakirati, ili umetanje aluminijskih profila (najčešće T-profila) koji pokrivaju rubove lica susjednih dasčica. Aluminijski profili su najčešće neprihvatljivi kao estetsko rješenje na velikim drvenim ploham, pa je bolje rješavati reške elastičnim ispunama, odnosno projektirati pod tako da se ploha sastoji od parketnih kvadrata ili kasete, među kojima se može izvesti ravna, od zida do zida neprekinuta središnja reška ispunjena elastičnim materijalom.



Aluminijski profili se, međutim, tehnički i estetski uspješno primjenjuju kod reški koje se izvode na spoju drvenoga poda sa čvrstim podnim dijelovima, kao što su pragovi vrata, podne plohe od keramičkih pločica u kuhinji ili kamene obloge oko kamina. Izvođenje prilagodnih reški na ovakvim spojevima ovisi o načinu slaganja parketa i vrsti drva. Na ovakvim se spojevima omogućuje izostavljanje reške (dakle tupo spajanje) na sudaru parketa s tvrdom oblogom samo ako parket na oblogu nastupa svojim čelnim stranama. Ako se, međutim, radi o velikim drvenim podnim ploham, ako se primjenjuje parket s brzom izmjenom ravnotežnog sadržaja vode (npr. bukovina ili jasenovina), te ako se polaganje provodi čavljanjem, onda je obavezno izvesti prilagodnu rešku, a najbolje ju je ispuniti plutom ili prekriti aluminijskim profilom.

Treći slučaj obavezne izvedbe prilagodne reške po središnjim dijelovima parketne plohe su mjesta gdje je razdijeljena (dilatirana) betonska ploča. Na takvim mjestima treba biti prekinut i cementni nasip, te parketna obloga, i to po istoj vertikalnoj

Slika 3 (gore): Prikaz izvedbe prilagodne reške iznad razdjelnice u betonskoj ploči. Estrih mora biti razdijeljen na istome mjestu kao i parket. Sve su reške zapunjene elastičnim materijalom, dok betonska ploča treba biti ispunjena i brtvjenim materijalom. Upozoravam na detalj nabora parne brane, koji sprečava pucanje sloja brane kod prekomjernog širenja reške u betonu.

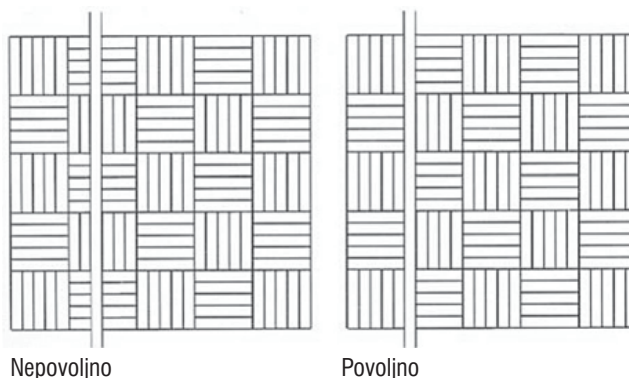


Slika 4 (sredina): prikaz izvedbe prilagodne reške na nastupu parketnoga poda na čvrsti rub npr. kamene obloge kamina. Metalni kutnik obrubljuje kamen ili pločice, a parket se priključuje izvedbom elastične reške. Estrih je također dilatiran da kompenzira širenje uslijed zagrijavanja. Umjesto pluta moguće je umetnuti elastičnu traku koja nije na bazi silikona, ili zapuniti rešku specijalnim kitom.

Slika 5 (dolje): prikaz izvedbe pokrivanja prilagodne reške aluminijskim profilom. Parket se postavlja na estrih, a aluminijski profil se postavlja NAKON površinske obrade poda.



Slika 6. Prikaz izvedbe unakrsnog polaganja u četvorine s razdjelnom reškama koja prolazi poprijeko prostorije. Plohu je povoljnije prekidati po linijama koje prate geometrijski obrazac segmenata, nego razdjelivati segmente sloga. Ovakve se reške mogu zapuniti prije brušenja i površinske obrade poda.



prugi kao što je izvedena i u betonskoj ploči (slika 1 i 3).

### Određivanje potrebe izvodaenja i širine razdjelnih prilagodnih reški

Pitanje potrebe i načina izvedbe razdjelnih reški na drvenim podovima je tzv. „siva zona“ u podopolagačkim krugovima. Često dobivamo upite treba li određenu podnu plohu „dilatirati po dužini“ ili ne, i kako izvesti razdjelne reške. U osnovi, za razdjelne reške vrijede sljedeće odrednice:

- razdjelne reške je najbolje razmotriti pri planiranju, tj. prije izvedbe podne plohe, jer one mogu svojim položajem ili izgledom bitno utjecati na izgled poda ili ga čak narušiti. Ukoliko je moguće, korisniku treba preporučiti unakrsno polaganje u kvadrate ili veće kazetne plohe, tako da reška slijedi rub pravokutne plohe (slika 4). Unakrsno polaganje, kako je ranije objašnjeno, zahtijeva manji broj reški i njihovu manju širinu, a na taj se način reška i manje se zamjećuje na cjelovitoj podnoj plohi.
- Pri polaganju parketa u riblju kost, ravna razdjelnica neminovno remeti obrazac polaganja.

Stoga je dobro otpočinjati polaganje od reške prema zidovima, minimalnim zasijecanjem reda „rebara“ riblje kosti (slika 6), a redove slagati tako da se vizuelno „nastavljaju“ preko reške.

- Reške moraju biti elastično ispunjene, tako da materijal ispunje podnese širenje odjeljka podne plohe, ali i da se elastično povraća u početni položaj nakon sušenja parketa u razdoblju intenzivnog grijanja.
- Reške se ne bi trebale jako isticati na podnoj plohi, pa je preporučljivo da se izvedu u većem broju uskih pruga, umjesto jedne široke, te da se ispunje materijalom (npr. plutom) koji vizuelno ne odudara od izgleda parketnih lica.
- Treba voditi računa da će lak pucati na reškama, pa je bolje ispuniti reške nakon površinske obrade poda, ili ih ispunjavati lakiranim trakama pluta. Na taj će način pukotina u sloju laka biti ravna i malo vidljiva, a ne iskrzana i neugledna. Pri pokrivanju reški aluminijskim profilima, instalacija profila se također obavlja nakon završene površinske obrade drva.
- Na tržištu se nalaze materijali koji služe za elastično ispunjavanje zazora i reški, koji se mogu primijeniti na uskim reškama prije završnog brušenja i lakiranja. Ti se materijali proizvode u nekoliko boja, te se lako prilagode boji vrste dr-

va odijeljenih parketnih ploha. Kod kitanja reški uvijek ostaje upitnom naknadna prionljivost laka na elastičnom materijalu ispunje, pri čemu je česta greška iskrzanog pucanja laka na spoju ili odlupljivanja laka od materijala ispunje. Svaki materijal ispunje neophodno je stoga prvo provjeriti u kombinaciji s predviđenim lakom, ili se odlučiti za zapunjavanje reški nakon lakiranja.

- Posao zapunjavanja reški nakon lakiranja je ispravan i kvalitetan, jer neće dolaziti do problema adhezije filma laka na elastičnom kitu. Ovakav način obrade drvenog poda je, međutim, vrlo zahtjevan, jer je potrebno vrlo precizno tzv. „pik“ zaštitnom trakom prekriti brid parketa do utora koji se ispunjava kitom.
- Ukupna širina razdjelnih reški jednaka je izračunatom bubrenju podne plohe koje je veće od zbrojenih zidnih reški najveće širine 2,5 cm. Bolje je postaviti više uskih reški nego jednu široku, jer na taj način materijal ispunje lakše kompenzira gibanje odjeljaka podne plohe, a vizualni dojam je ujednačeniji. Uobičajeno pravilo struke i izračun na str. 6 ukazuju da razdjelne reške ne trebaju biti šire od 10 mm, ako su zidne reške široke 25 mm, a odijeljena polja kod unakrsnog slaganja (riblja kost ili četvorine) mogu imati širinu od 4 do 8 metara.

## OVLAŠTENI LABORATORIJ MINISTARSTVA GRADITELJSTVA I PROSTORNOG UREĐENJA ZA OCJENJIVANJE SUKLADNOSTI DRVENIH PODOVA



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54

01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr

hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari

# Prilagodne reške drvenih podova

## - 2. dio

U prošlom smo broju Koraka pisali o potrebi izvođenja prilagodnih reški na plohamu drvenih podova. Glavna tehnička poteškoća izrade i osiguranja pravilne trajnosti parketnih podova proizlazi iz higroskopskih svojstava drva, pri čemu materijal mijenja dimenzije preuzimanjem ili odavanjem vode u okoliš. Parketni podovi su drveni proizvodi jako velikih dimenzija, pa već i relativno male pojave bubrenja ili utezanja cjelovitog drva uzrokuju velike apsolutne dimenzijske promjene cijeloga proizvoda. Prevelike promjene dimenzija pak mogu narušiti funkcijsku ili estetsku uporabnu vrijednost poda. Jedan od tehničkih načina kompenziranja dimenzijskih kolebanja podne plohe je izvedba prilagodnih reški pri izradi poda, a kod velikih podova ostavljaju se ne samo zidne, nego i razdjelne reške podnih cjelina. Ovaj ćemo puta prikazati nekoliko načina izvođenja razdjelnih (tzv. dilatacijskih) reški na većim drvenim podnim plohamu.

### Primjer izvedbe razdjelnih reški kod velike podne plohe

Razmotrimo poslovni objekt gabaritnih dimenzija 30 x 40 m. Zgrada ima dva središnje locirana betonirana bloka u kojima su dizala, stubišta i sanitarni čvorovi. Svaki kat projektiran je kao cjeloviti prostor od oko 1000 m<sup>2</sup>, te predstavlja prostornu i podnu cjelinu s pravilnim rasterom armirano-betonskih stupova koji nose gornju betonsku ploču (slika 1). Potrebno je projektirati pod s razdjelnim reškama u parketnoj plohi da se izbjegne rizik bubrenja obloge po velikim dimenzijama plohe i mogućih shodno posljedičnih grešaka (sabijanja i izdizanja parketne plohe). Parket je hrastov, dimenzija 500 x 70 mm, debljine 21 mm. Predviđa se slog u riblju kost.

### Projektni prijedlog

Jedna od mogućnosti kojima bi se eliminirale godišnje dimenzijske promjene cjelokupne plohe parketnoga poda je razdioba u segmente koji su odvojeni

prilagodnim reškama. Pri tome je jako važno naglasiti da se u ovako velikom prostoru obavezno treba projektirati slaganje parketa unakrsnim obrascima (riblja kost, četvorine, kombinacija pruga i četvorina ili kazete). Lijepiti treba čvrsto-elastičnim ili visoko

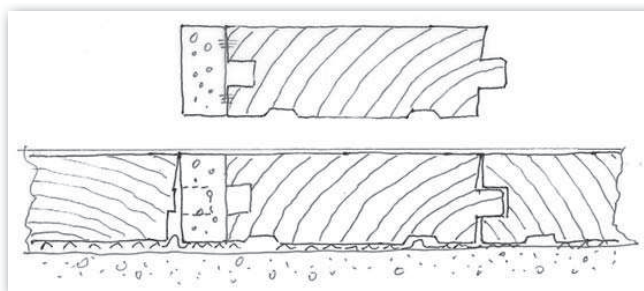
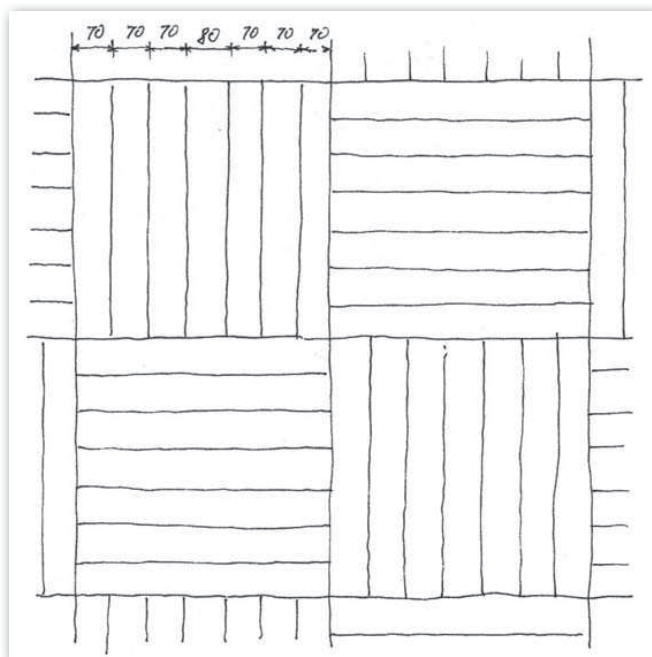
elastičnim ljepilom, preporučljivo jednokomponentnim poliuretanskim ljepilom, preko predpremazom izoliranog cementnog nasipa.

Predviđeni raspored reški treba razmotriti projektni tim arhitekata, investitora, parketara i podopolagača,



Slika 1: Pogled na dio prostora cjelovite podne plohe veličine ca 1000 m<sup>2</sup> koji se ne može pravilno obložiti drvenim podom bez ugradnje razdjelnih (dilatacijskih) reški





Slika 2 (lijevo): Skica načina slaganja četvorina parketa od kojega je približno 85 % osnovnih dimenzija (70x500 mm) a 15 % čine šire (središnje) daščice dimenzija 80x500mm

Slika 3 (gore): Skica izrade daščice sa uklopljenom prugom pluta. Parket se brusi i lakira nakon polaganja.

te usaglasiti tehničke i estetske odrednice razdiobe podne plohe. Predviđam razdjelne reške koje bi bile široke 10 - 15 mm, ispunjene plutom ili drugim elastičnim materijalom u boji hrastovine. Plohe koje bi odvajale ove reške imale bi najveće dimenzije oko 15x15 m, i kod zidnih reški od 25 mm ovakve bi plohe mogle kompenzirati naprezanja u rasponu godišnjih kolebanja ravnotežnog sadržaja vode drva od 9 do 12 %. Potvrda proračunom prema odrednicama iz prvog članka (Korak 04/2013; str 19):

$$A = \frac{1500_{cm} * 0,25_{\%/\%} * 3_{\%}}{(100 + 0,25_{\%/\%} * 3_{\%}) * 2 * 4}$$

Gdje je:

1500 cm – duljina brida razdjeljene plohe

0,25 %/% - srednji koeficijent bubrenja za hrastovinu, tj. 0,25 % promjene dimenzija s promjenom sadržaja vode od 1 %

3% - očekivani godišnji raspon sadržaja vode (s.v.) drva (npr. 7% – 10% s.v.)

2 – podjela promjene širine plohe na dvije nasuprotno reške

4 – faktor umanjenja bubrenja čvrstim lijepljenjem unakrsnog sloga parketa.

Iz izračuna proizlazi da svaka ploha 15x15 m treba imati po 0,5 cm široki obrub, tj. da širina razdjelnih

reški treba biti 10 mm uz širinu zidnih reški od 2,5 cm.

### Rješenje 1:

Parket 70 x 500 mm s podjednakim brojem lijevih i desnih daščica ne može se slagati u četvorine 500x500 mm, jer širina usporedno složenih 7 daščica, koje bi se sučelile polju od 500 mm širine, iznosi 490 mm. Jedna od mogućnosti je da se pod slaže u četvorine, ali da se dodatno izradi određen broj daščica širine 80 mm, koje bi se umetale u sredinu četvorina. Na taj bi način 7 daščica od 70 mm širine i jedna široka 80 mm činile četvorinu od 500x500 mm, te bi se takve četvorine bez ikakvog otpada mogle slagati u veće kazete ili podne plohe koje bi bile odijeljene prilagodnim reškama.

### Rješenje 2:

Druga mogućnost je da se na središnju daščicu u polju od 7 daščica na stranu utora nalijepi plutena pruga širine 10 mm. U ovoj prugi moguće je profilirati utor za pero, kako bi se spojila sa desnom stranom susjedne daščice. Ukoliko se pluto ne profilira, tada treba svim pristupnim daščicama do pluta skinuti pero (glodanjem ili pozornim ispiljivanjem). Postupak je ponešto složen, ali omogućuje slaganje četvorina 500 x 500 mm koje bi se brušenjem egalizirale i sve

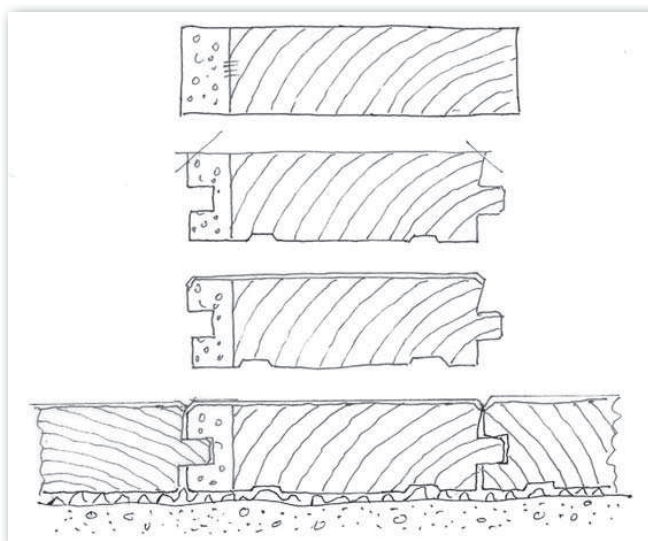
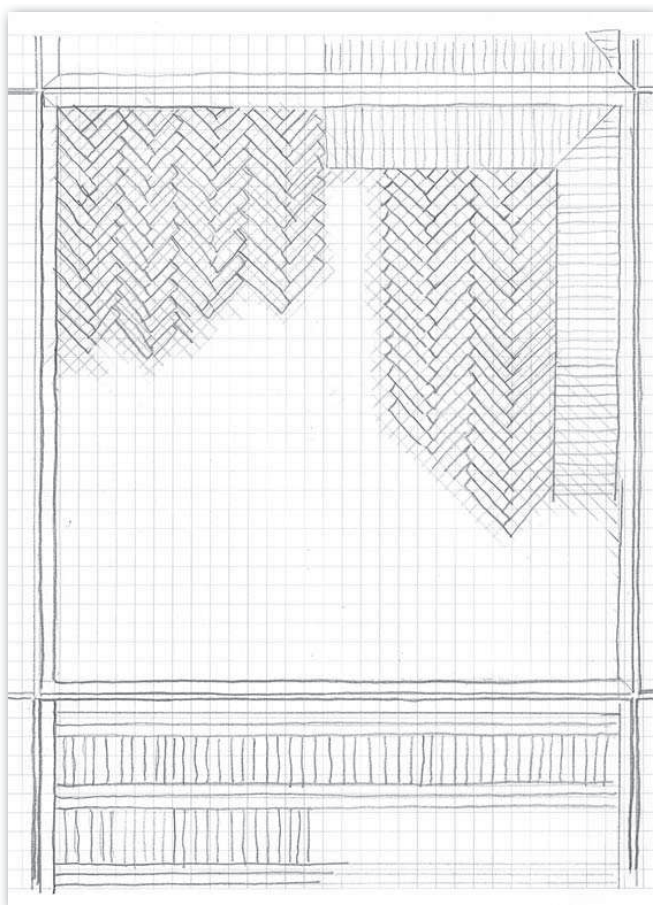
lakirale kao jedinstvena podna ploha. Rizik markiranja sljubnica pluta (pucanja laka po reški) ne može se izbjeći, pogotovo ukoliko taj cijeli veliki prostor bude ljeti kondicioniran, dakle dodatno isušen, rashladnim klimatizacijskim uređajima. Svejedno, pukotine laka po bridu pluta nisu tako neugledne kao iskrsane pukotine po bridu zalakiranoga elastičnoga brtvila.

## IZVEDBA RAZDJELNIH REŠKI U PROIZVODNJI PARKETA

U planiranju poda moguće je primijeniti industrijski lakirani parket koji u seriji daščica ima rubove izrađene od elastičnog materijala. Kod ovakvog se parketa predviđa poglavito uzdužno polaganje (brodski pod), pa razdjelna reška nastaje pri slaganju reda parketa s elastičnim rubom. Faze izrade masivnog parketa su prikazane na slici 4. Ovakav parket je, za razliku od rješenja na slici 3, industrijski brušen i lakiran, pa je rizik markiranja bridova i naknadnog pucanja laka na spojevima pluta eliminiran.

### Rješenje 3:

Primjenjuje se slaganje poda u riblju kost, ali u veće plošne jedinice - u velike kasete - koje su obrubljene optočnim prugama od dviju usporednih daščica istoga parketa. Prikaz je vidljiv kao jedna od shema slaganja na nacrtu na sl. 5. Ovakve četvorine bi s obli



Slika 4 (gore): Skica izrade gotovog masivnog parketa s uklopljenom prugom pluta. Bridovi su skošeni prije lakiranja, na zgradi više nema brušenja, lakiranja ili kitanja.

Slika 5 (lijevo): skica različitih oblikovnih slogova od klasičnog parketa koji se po dimenzijama ne može složiti u pravilne četvorine

Slika 6 (dolje): Primjer kazetiranoga poda od parketa različitih obrazaca polaganja. Dimenzije svih uporabljenih dasčica nisu iste. Ako su plohe manjih dimenzija od 4x4 m, razdjelne reške nije potrebno uvrstiti. Kod ovakvoga sloga otpad materijala može iznositi i do 25 %.

kovnog aspekta imale optimalne dimenzije ploha na čijim bi uglovima bili betonski stupovi. Tada bi i obrazac slaganja ovakvih kaseti, kao i obrazac razdjelnih reški cijele plohe, pratio ritam stupova u velikom prostoru i zidova središnjih kubusa i uglovnih dvorana. Širine reški među kasetama mogu biti 10 mm, a širine zidnih reški cijele plohe i spojeva sa stupovima se opet preporučuju u iznosu od 25 mm. Ako projektni tim izradi točan plan poda, onda se može predvidjeti broj dasčica koje bi tvorile obrub i kvadratura parketa složenog u riblju kost po središnjim plohami kaseti, jer treba računati sa većim otpadom nego inače. Na dnu skice na slici 5 je i jedan moderniji način slaganja, koji je geometrijski jednostavniji, a također omogućuje unakrsno slaganje parketa u duljem smjeru, čime bi se umanjilo bubrenje kasetnih ploha. Ovim načinom bi se u cjelosti koristili samo parketi 500 x 70 mm, a količina otpada kod čeonoga piljenja bi bila najmanja.

#### Rješenje 4:

Izvedba poda u vidu kasetnih ploha dimenzija prema rasteru stupova.

Četvrto rješenje podrazumijeva da se velika podna ploha, u ukupnoj kvadraturi više od 1000 m<sup>2</sup>, raspodjeli u segmente, koje bi po dimenzijama i položaju

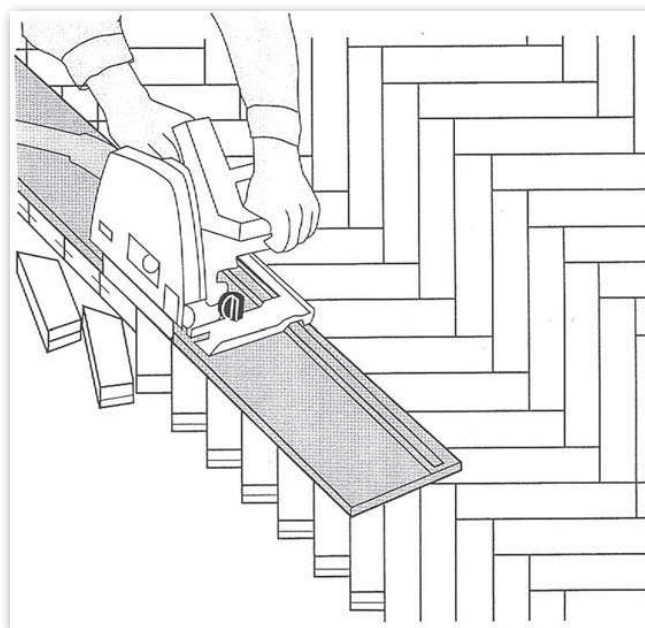




Slika 8. Razdjelna reška načinjena propiljivanjem zapunjena je trajnoelastičnim kitom te polakirana u cjelini s parketom. Tamnija boja kita odabrana je da se manje uočavaju možebitne kasnije greške laka na spojevima.



pratile ritam stupova glavnoga prostora. Ovakav pod nije potrebno posebno projektirati, jer se veličine segmentirane podne plohe definiraju prema veličinama ploha koje na uglovima imaju betonske stupove, a čiji raspored nije jednak po cijelom prostoru, ali je geometrijski ritmičan i pravilan. Ovo bi omogućilo izradu segmentiranoga poda s većim brojem relativno uskih (6 – 10 mm) razdjelnih prilagodnih reški, s time da bi svaki obrub stupa trebao imati pristupnu rešku od 25 mm. Propiljuje se već položeni parket (kao na slici 7) pilom – glodalom veće širine propiljka nego što je to uobičajeno kod kružnih pila. Nakon toga preostaju dvije mogućnosti zapunjavanja reški kitom – prije lakiranja, što je jednostavnije ali ostavlja rizik iskrzanog pucanja laka na kitu, ili nakon lakiranja. Potonji način je tehnički povoljniji, ali zahtijeva više preciznog ručnog rada na podu, jer je bridove propiljenih reški potrebno zaštititi tzv. „pik“ trakom pri nanošenju kita, koja se po početku stezanja brtvila uklanja s lakirane plohe.



Slika 7. Prikaz načina izvedbe reške kod obrasca polaganja u riblju kost. Kružnom pilom na podnoj vodilici se izvode pravi rezovi koji omogućuju izvedbu ravne reške na spoju rebara uzorka. Bolje je plohu riblje kosti obrubiti jednim ili dvama pravim redovima parketa, jer je reška između dužih bridova dasčica urednija. Reške se ispunjavaju prije, ali još bolje nakon brušenja i površinske obrade poda, da ne dolazi do iskrzavanja laka i markiranja spoja.

**OVLAŠTENI LABORATORIJ MINISTARSTVA GRADITELJSTVA I PROSTORNOG UREĐENJA  
ZA OCJENJIVANJE SUKLADNOSTI DRVENIH PODOVA**





**Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu**



**Zagreb, Svetošimunska 25**  
**Tel: 01 235 24 54**  
**01 235 24 85**  
**Fax: 01 235 25 31**  
**e-mail: ldg@sumfak.hr**  
**hrvoje@sumfak.hr**

**AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025**

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25  
Tel: 01 235 24 54  
01 235 24 85  
Fax: 01 235 25 31  
e-mail: ldg@sumfak.hr  
hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari

# Paronepropusni predpremazi pri polaganju drvenih podova

## PARNA BRANA: SPASONOSNO RJEŠENJE ILI NEOPRAVDANI TROŠAK?

U našim podopolagačkim krugovima još uvijek nije potpuno utemeljen odgovor na pitanje učinkovitosti primjene paronepropusnih predpremaza, tzv. „parnih brana“ pri izvođenju drvenih podova. Neki se zaklinju u potrebu i opravdanost njihove primjene, neki očekuju da parna brana bude „spas“ u rizičnim situacijama, neki pak iskazuju da je primjena parnih brana neopravdano skupa, pa čak i tehnički štetna. Proizvođači materijala za izvedbu podova nastoje, naravno, promovirati uporabu paronepropusnih

predpremaza, a izvođači podova nastoje izbjeći svaki dodatni trošak u smislu povećanja cijene poda ili produljenja vremena polaganja. Investitori i voditelji gradnje, prema mome iskustvu, često nemaju dovoljno saznanja o drvenim podovima kojima bi opravdali „dodatni“ trošak primjene predpremaza i osigurali neupitnu kvalitetu svojih radova. Stoga neka nam neki primjeri iz prakse posluže kao osnova za razmatranje i argumentiranje pozitivnih i negativnih aspekata ovog tehničkog rješenja.



### Uvod

Paronepropusni podni predpremazi (tzv. „parne brane“) važan su tehnički dodatak konstrukciji poda koji služi osiguranju dobrih higrotehničkih uvjeta za drvene podne obloge pri ugradnji i u prvom vremenu uporabe. Do sada, međutim, nisam naišao na utemeljenu analizu tehničkih svojstava i uvjeta pri polaganju podova koja bi eksperimentalno utvrdila i argumentirano obrazložila učinkovitost primjene paronepropusnih predpremaza ispod drvenih podnih obloga. Naročito čudni su iskazi o tome da takvi premazi omogućuju polaganje drvenih podova na „mokre“ cementne podloge (žargonski: „estrihe“), tj. podloge koje se još nisu osušile na tehnički prihvatljiv sadržaj vode (ispod 3% težinskih udjela vode). Rasponi vlage podloge, naime, koji se mogu tolerirati prema deklaracijama proizvođača parnih brana, pojavljuju se u rasponu od 3 do 5%, pa čak i do 8%. Pri tome bi u klasičnoj cementnoj podlozi (4 cm debljine) moglo biti zadržano 0,8 do 1,6 litara viška, pa čak i do 4,0 litre vode po četvornom metru, bez da ona utječe na

higroskopsko upijanje i bubrenje drva obloge. Prije dvadesetak godina, kada sam se se ovim premazima počeo susretati na našim gradilištima, nikako mi nije bilo jasno kako će ta voda ostati zapretna u podlozi, odnosno kako će - i kamo - s vremenom izaći, bez da utječe na drvo.

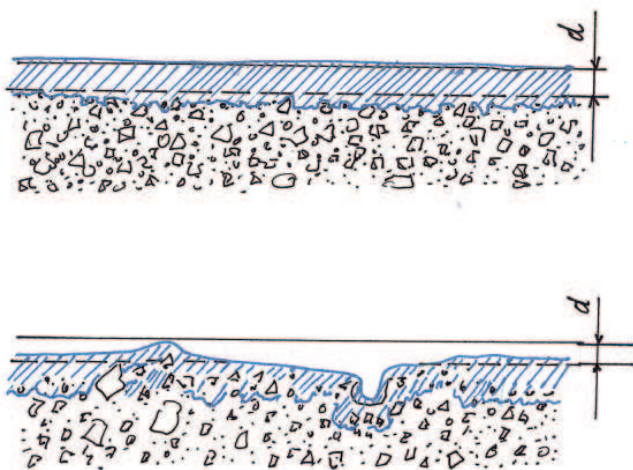
Danas, kada su stečena iskustva opsežnija, još uvijek nemamo eksperimentalnih pokazatelja svih činitelja takvoga fizikalnog stanja, ali posjedujemo bolje znanje o praktičnoj učinkovitosti paronepropusnih premaza u izoliranju drva od građevinske vlage. Stoga iznosim iskustvom stečena saznanja i na njima temeljeno razmatranje različitih fizikalnih scenarija u primjeni parnih brana, te procjenu opravdanosti i učinkovitosti njihove primjene. Kao i drugdje u praktičnom životu, niti ovdje ne postoje isključive – sasvim pozitivne ili negativne - krajnosti, pa razmišljanjem o svim značajkama ovog tehničkog rješenja nastojim doprinijeti sustavu našega znanja. Pri tome očekujem da članak provocira i druga iskustva ili tehničke argu-

mente profesionalnih krugova, kako bismo zajednički naučili više, a time poboljšali i povećali uporabu drva za izvedbu podova.

### Svrha primjene paronepropusnih podnih premaza

Podopolagački radovi izvođenja drvenih podova u zgradama odvijaju se u nezahvalnim organizacijskim, tehničkim i ekonomskim datostima. Drveni pod, naime, ugrađuje se na kraju procesa gradnje, kada se približavaju rokovi primopredaje objekta – ili su već prekoračeni. Stoga podopolagači redovito budu pod pritiskom da podove završe čim prije, iako to organizacijski nije uvijek optimalno osigurano. Na objektima, naime, u toj fazi gradilište nije sasvim sredeno, često se još odvijaju korektivni ili drugi završni radovi, neke od tih aktivnosti čak spadaju i u „mokre“ radove, što sve nepovoljno utječe na osiguranje dobrih organizacijskih uvjeta za ugradnju drvenoga poda. Čak i kod





Slika 1. Paropropusni premaz je učinkovit samo ukoliko je nanesen ravnomjerno u odgovarajućoj debljini. Na hrapavoj podlozi istaci smanjuju njegovu debljinu, a pukotine prekidaju njegovu cjelovitost

standardnih postupaka gradnje treba uzeti u obzir da je konstrukcija zgrade još uvijek vlažna i hladna u zadnjoj fazi gradnje, a da završni radovi (nakon zatvaranja fasade) u prostor unose znatnu količinu vlage – primjerice obradom zidova, bojanjem, lijepljenjem, gipsanjem i fugiranjem, postupcima pranja i čišćenja itd. Ovo bi sve utjecalo na higroskopsko stanje drva, pa time može narušiti optimalno stanje unutarnje klime potrebno za pravilnu izvedbu drvenoga poda. Ako je relativna vlažnost zraka iznad 70%, onda je skoro pa i svejedno koliko je suha podloga – drvo će kako iz podloge, tako i iz zraka i zida preuzimati preveliku količinu vode.

Neki put se, međutim, dogodi da podna podloga (u nas je to najčešće klasični cementni nasip) čak niti nije dosegla dovoljnu suhoću, što će izvjesno, izravno i drastično ugroziti ispravno stanje novougrađenoga drvenoga poda. Noćna mora svih podopolagača, nadzornih inženjera i investitora je polaganje drva na rizično mokri estrih, pri čemu se – u nedostatku znanja za točno predviđanje odvijanja procesa – sa zebnjom iščekuje hoće li se drvena obloga iskoritaviti ili čak odignuti od podloge.

Sada se pojavljuju poslovne i ekonomske teškoće, jer rješenje treba potražiti u dodatnim aktivnostima (izmjeni projekta, građevinskom isušivanju ili primjeni paronepropusnih predpremaza) ili pak u prihvaćanju visoke cijene naknade produljenja rokova useljenja (plaćanju tzv. „penala“). Kako svi ovi troškovi najčešće nisu bili predviđeni projektnim troškovnikom, pritisak na sve dionike u postupku izvedbe poda postaje skoro neizdrživ, ali dobrota završenih radova još uvijek ostaje neizvjesna.

Primjena paronepropusnih predpremaza može, u situaciji pritiska rokova, predstavljati spasonosno rješenje ako je podloga granično suha i ako tehnika izvedbe poda nije jako osjetljiva na povišenu vlažnost u sustavu (vrsta ljepila, vrsta drvenih obložnih elemenata – vrsta drva, debljina i širina, površinska obrada itd.).

## Tehnika i trošak primjeneparonepropusnih predpremaza

Jedno od rješenja kojim se može pristupiti polaganju drvenih podova na vlažne estrije jest primjena paronepropusnih predpremaza. Najčešće se radi o sintetičkim tvarima epoksidne ili poliuretanske osnove, koje se nanose na cementnu podlogu kao više ili manje viskozne tekućine. Materijal bi trebao očvršnuti u neprekinuti film koji ima jako veliki otpor difuziji vodene pare, i time spriječiti – ili jako, jako usporiti – izmjenu vlage između konstrukcije, cementne podloge, drva i zraka u prostoru. Opna paronepropusnoga sloja trebala bi biti dovoljno debela da ostane neprekinuta pri tvorbi filma i očvršćenju, te da dovoljnom debljinom sloja osigura deklarirana svojstva nepropusnosti.

Općenito se očekuje da predpremaz prodire u cementnu podlogu, tj. da je malko impregnira, kako bi se ostvarila dobra adhezija i učvršćenje površinskoga sloja estriha. Za to je potrebno da materijal bude niske viskoznosti, a estrih do neke mjere porozan. Tvorba filma, međutim, postavlja suprotne zahtjeve – to jest da materijal bude čim više viskoznosti, tako da mu tečenje bude manje, pa da se zadrži u jednom, debljem sloju. Često sam naišao na kriva mišljenja po kojima bi impregnacijski predpremazi (također epoksidnoga ili poliuretanskoga tipa), trebali zadržati i prodor vode iz podloge u drvo. Premazi koji služe kao protuprašni namazi ili sredstva za učvršćenje – konsolidiranje površine estriha i adheziju ljepila, imaju osobine tankoga filma ili pak prodiru u beton bez tvorbe filma, tako da nemaju izraženu učinkovitost u sprečavanju kretanja vode kroz površinu podloge u drvo ili u prostor. Parna brana mora biti neprekinuta i na najtanjem mjestu imati dovoljnu debljinu da omogućiti izolaciju kretanja vode.

Sljedeći problem tehnike nanošenja parne brane jest u tome da svojstva površine glatkoga filma predpre-

maza nisu u skladu sa očekivnim svojstvima supstrata (površine i nosača) za optimalno lijepljenje – to jest, da mu površina bude mikromehanički razvedena i djelomično porozna. Stoga se uglavnom preporučuje da se površina predpremaza u fazi otvrdnjavanja posipa kvarcnim pijeskom koji bi povećao specifičnu površinu supstrata i osigurao bolju kemijsku adheziju (prianjanje i vezu) parketnoga ljepila. Neka iskustva iz prakse pokazuju da se i bez primjene kvarcnoga pijeska može ostvariti dobro lijepljenje na parnu branu, ali samo ukoliko se primjenjuje ljepilo istoga generičkoga tipa (npr. PU-epoksidno ljepilo na epoksidnu branu, ili PU ljepilo na PU branu). Čak i tada će veza biti sigurna i čvrsta jedino ako se lijepi relativno brzo nakon nanošenja predpremaza (najbolje unutar 36 sati), kada je predpremaz još uvijek kemijski aktivan na površini. Ukoliko je predpremaz star više od 3 dana, bez kvarcnoga pijeska se ne ostvaruje optimalno kvašenje i adhezija ljepila.

Djelotvornost zaštitnoga sloja bitno ovisi o dvije stvari: u kojoj je **debljini** nanesen, i po kojoj površini. Projektom izvedbe poda najčešće se naznačuje **količina** sredstva koju propisuje proizvođač predpremaza, primjerice 300 g/m<sup>2</sup>, kao minimalni nanos koji je potreban za tvorbu djelotvornoga filma. Koja je, međutim, stvarna debljina membrane kod nanošenja odgovarajuće količine sredstva na neravnu, hrapavu ili prekomjerno poroznu podlogu? Na slici 1 shematski je prikazano da ista količina sredstva, nanješena na podloge različite površinske teksture, može biti praktično neučinkovita, ukoliko njezina **debljina na najtanjem mjestu** nije dovoljna da osigura deklarirani otpor prolaza vodenoj pari. Stoga je potrebno voditi računa o cjelovitosti filma i njegovoj najmanjoj debljini koja je potrebna za izoliranje podloge, a tek iz toga proizlazi kojom će se količinom nanosa to ostvariti. Naravno, u tom slučaju trošak primjene predpremaza ne može biti jedinstveno izražen. Primjerice, trošak deklarirane količine nanosa od 300 g/m<sup>2</sup> (tj. cijene pakiranja od 1 kg na 3,3 m<sup>2</sup> poda) može u praksi biti znatno veći: za postizanje recimo 0,5 mm debelog filma negdje će biti potrebno i 350 ili 400 g/m<sup>2</sup> glazure, a razlika u cijeni dodatnoga materijala najčešće nije nigdje predviđena.

Drugi problem djelotvornosti predpremaza su pukotine ili reške u estrihu te rubna područja prostorija. Na tim mjestima iz podloge izlazi toliko vlage, da je izoliranje ostalih dijelova plohe slabe učinkovitosti. Zidne prilagodne reške cementnih podloga odvajaju estrih od zidova u debljini 1 – 2,5 cm, a zapunjene su elastičnim materijalom, najčešće ekspanziranom polistirenom. Ove su reške paropropusne, tj. vlaga iz estriha slobodno se kroz njih širi i odlazi u prostor, čak i kada su pokrivene rubnim letvicama. Mada bi kompletan estrih bio kvalitetno pokriven paronepropusnim premazom, još uvijek zaostaje intenzivno kretanje vode iz čelnih zona estriha u područje reški, dakle i u čelne presjeke drva i u rubne letvice. Stoga se čak i kod dobre primjene parne brane može dogoditi da drvo podne obloge preuzima vlagu, bubri i deformira se u



Slika 2. Hrastova obloga klasičnoga parketa. Parket se ne odize, a bridovi su primjetno izdignuti.

blizini zidova. Parna brana, dakle, nije učinkovita kod primjene na jako vlažne cementne podloge.

Gore navedeno je jedan od razloga zbog kojega nitko od proizvođača paronepropusnih predpremaza ne daje **garanciju** da će primjenom njihovog materijala biti riješen problem prekomjerne vlage estriha. Oni naglašavaju dobra svojstva svojih premaza, naznačuju visoke sadržaje vode estriha do kojih su premazi navodno učinkoviti (npr. do 4% ili više), ali ako ih se zatraži da u ponudi preuzmu garanciju za uspjeh i kvalitetu posla ako se kupi njihov materijal (u odgovarajućoj količini), nitko to neće prihvatiti. Ispada da bi preporuka za primjenu parne brane bila na ponudraču, odluka i trošak na investitoru, a odgovornost opet samo na podopolagaču. E, to mislim da nije pravedno.

## PRIMJERI IZ PRAKSE: Higrotehničke značajke primjene parne brane

Pogledat ćemo tri primjera iz prakse u kojima je došlo do grešaka nakon polaganja parketa, iako je bila primijenjena parna brana. Naravno da bismo mogli navesti i mnoge dobre primjere podova odlične kvalitete koji su položeni na paronepropusne predpremaže,

no razmatranje rizičnih slučajeva usmjerit će nas na ocjenu dobrote higrotehničkih svojstava primijenjenih materijala. Kad je sve dobro, nitko ne pita zašto je dobro. Kad nešto pode po krivu, svi se pitamo zašto je tome tako i odakle je potekla greška.

Iz moje sam prakse izabrao tri slučaja koji su u mnogočemu slični: radi se o drvenim podovima položenim na klasični cementni estrih, lijepljenje je izvedeno na kvalitetan način bezvodnim sintetičkim ljepljima, a podloge su svugdje evidentno bile prevlažne, pa su primijenjeni paronepropusni predpremaži. Ta se tri slučaja razlikuju u vrsti – poglavito veličini - podnih obloga, te u vlažnosti estriha prije polaganja.

## Klasični parket hrasta - javni zatvoreni prostor

Klasična cementna podloga izvedena je uz dodatak armature u debljinama 5-8 cm. Sadržaj vode podloge je mjereno od strane izvođača podova te je prije radova iznosio 2,4 - 4,2 CM vrijednosti. Stoga je primijenjen poliuretanski predpremaz za izolaciju vlage podloge u dva sloja u međurazmacima od 24 sata, u ukupnoj količini od 320-360 g/m<sup>2</sup>. Postavljen je hrastov parket poluradikalne i tangentne teksture, de-

bljine 22 mm, dimenzija 600 x 90 mm, usporednim polaganjem uglavnom u smjeru duljih stijena prostora. Polaganje je izvršeno lijepljenjem dvokomponentnim PU-epoksidnim parketnim ljepljivom. Površinska obrada izvedena je dvokomponentnim PU sustavom za drvene podove. Prostor nije grijan, ali se održavaju odgovarajući prirodni klimatski uvjeti. Pojavljuje se koritavljenje parketa bridovima prema gore, a uz zidove mjestimično dolazi i do odvajanja parketa od podloge.

## Podna daske hrasta - javni prostor

Klasična cementna podloga izvedena je uz dodatak armature u debljini > 8 cm. Sadržaj vode, mjereno od strane podopolagača, iznosio je 3% CM prije polaganja. Stoga je investitor dobio jednokomponentni poliuretanski predpremaz kojim je na cementnom nasipu izvedena parna brana u dva sloja u međurazmacima od 24 sata. Postavljen je klasični pod od hrasta, tj. podnih dasaka tangentne teksture, debljine 21 mm, dimenzija 600-1200 x 160 x 21 mm, Polaganje je izvršeno lijepljenjem odgovarajućim bezotapalnim dvokomponentnim PU-epoksidnim dvokomponentnim parketnim ljepljivom. Površinska obrada izvedena je odgovarajućim jednokomponentnim uljem za drvene podove u dva izdašna nanosa. Pod je izložen u uvjetima korištenja zgrade u kojoj se u opremljenim prostorima održavaju odgovarajući klimatski uvjeti, ali je već u početnom razdoblju nakon polaganja iskazivao greške deformacija gazne plohe - pojave koritavljenja bridovima prema gore po površini podloge, te mjestimičnog odvajanja rubova dasaka ili cijelih površina dasaka od podloge.

Greške se ne javljaju ispod tepiha i na mjestima gdje je parket nalijepljen na OSB ploče.

## Mali parket iroko - stambeni prostor

Štapičasti parket vrste drva iroko tehničke (industrijske) klase kvalitete, dimenzija 10 x 285 x 14 mm, vezan u ploče 110 x 285 x 14 mm, postavljen usporednim polaganjem. Suhoća klasične cementne podloge, utvrđena CM uređajem, iznosila je 2,1 do 2,6%, što je iznad dozvoljene gornje granice za po-



Slika 3 (lijevo). Parket je na rubnom dijelu poda nabubrio i odljepio se u širini od oko pola metra. Vlaga podloge izvan granica mjernoga područja.



Slika 4 (desno). Rub poda se odize: parna brana i ljepljivo su nanešeni pravilno, u odgovarajućem sloju, pa lom nastaje kohezivski u sloju ljepljiva.



laganje parketa od 2% CM. Podloga je hidroizolirana dvokomponentnim poliuretanskim predpremazom, nanosom 3 sloja u ukupnoj količini od 600 g/m<sup>2</sup>. Parket je postavljen lijepljenjem dvokomponentnim, bezvodnim parketnim ljepilom, te lakiran odgovarajućim sustavom laka za parket. Mjesec dana nakon polaganja pojavilo se markiranje sljubnica i otvaranje reški na podu. Prostor nije grijan.

U sva tri objekta se javljaju greške bubrenja postavljena parketa i njegovih deformacija. Do ovakvih grešaka može doći s nekoliko razloga:

- Parket je presuh za stanje podloge i okolišne klime
- Podloga je prevlažna za stanje parketa
- Okolišna klima nije odgovarajuća za stanje parketa i pravilno polaganje
- Kombinacija nekih od gore navedenih utjecaja.

Sadržaj vode isporučena drva primjeren je standardu, dakle parketi su svugdje bili isporučeni i ugrađeni sa odgovarajućim i prostorima primjerenim sadržajima vode.

Sadržaj vode položenoga poda, mjeren elektrootporno (stupac 3 u tablici 1), u sva je tri slučaja na površini viši od vrijednosti koje bi parket ravnotežno poprimio (stupac 5) da je duže vremena izložen kli-



Slika 5. Hrastova obloga podnih dasaka obrađenih uljem u javnom prostoru.

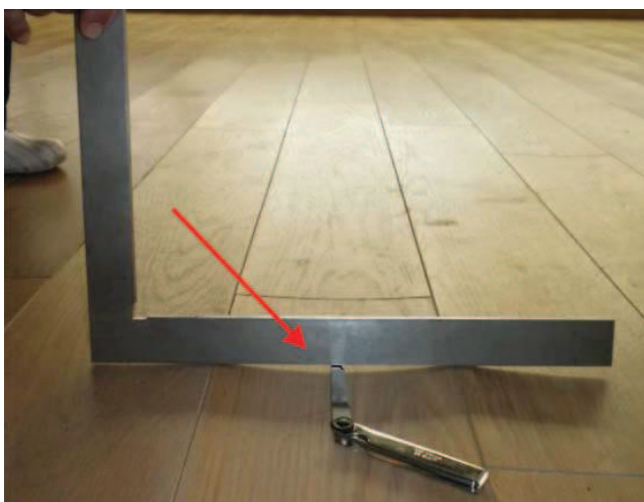
matskim uvjetima izmjerena na zgradama. Očito je da su uvjeti (podloge, okolišni zrak ili oboje) u trenutku polaganja bili rizično vlažni za polaganje parketa. Sadržaj vode betonskih podloga (stupac 4 u tablici 1) još je uvijek (više od mjesec dana nakon polaganja) na dnu vrlo visok (viši od dozvoljene granice od 2% - CM mjerenje, negdje čak iznad 4% (gravimetrijsko

mjerenje). Vrijednosti vlage pokazuju da niti podloge ni drvene obloge nisu u doba mjerenja bile u stabiliziranome stanju. Parket je stajanjem na podlozi preuzeo sadržaj vode od 2-3% višji od proizvodnoga. Parket je u sva tri slučaja primio više vode na naličju i nabubrio, s gradijentom vlažnosti prema dolje od +1 do +1,5%, a isti pozitivni gradijent je mjeren po du

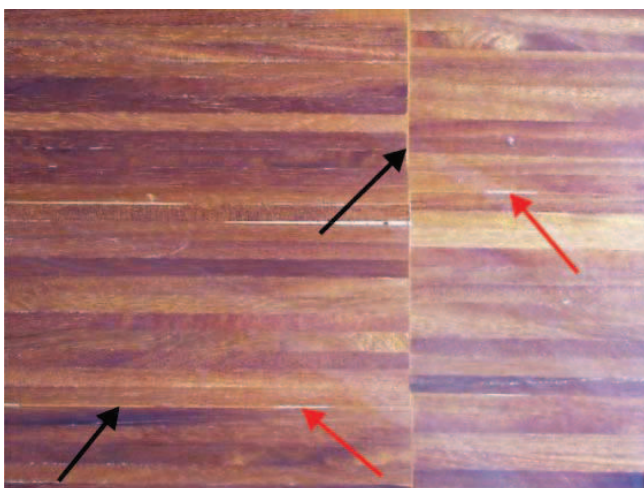
Tablica 1. Usporedne vrijednosti sadržaja vode podloge i drvenih obloga na trima zgradama, nakon što je cementna podloga izolirana paronepropusnim predpremazom

\* u ovom području vlage CM vrijednosti su normalno oko 0,5% - 1% niže od gravimetrijskih vrijednosti  
\*\*podatak nije dobiven vlastitim mjerenjem

SUMARNE VRIJEDNOSTI SADRŽAJA VODE PARKETA I PODLOGA (%)				
1 ISPITNI SLUČAJ	2 PODRUČJE MJERENJA	3 IZMJEREN S. VODE (%)	4 CM vrijednost*	5 OČEKIVANI RAVNOTEŽNI S. VODE DRVA (%)
KLASIČNI PARKET HRAST 600x90x22 mm  <b>Proizvodni s. vode 10,2%</b> T poda 25°C T zraka 26°C RVZraka 52%	POVRŠINE DRVA	11,4		9,6
	NALIČJE DRVA	13,1		
	ESTRIH sredina ESTRIH pri dnu	3,9 4,7	> 4	
PODNE DASKE HRAST 1200 x 160 x 21 mm  <b>Proizvodni s. vode 8,1 %</b> T poda 25 °C T zraka 25 °C RVZ 52 %	POVRŠINE DRVA	11,1		9,6
	NALIČJE DRVA	11,9		
	ESTRIH sredina ESTRIH pri dnu	3,7 4,1	2,7	
ŠTAPIČASTI PARKET IROKO 285 x 10 x 14 mm  <b>Proizvodni s. vode 8,8 %</b> T poda 8 ° - 17 °C T zraka 25 °C RVZ 57 %	POVRŠINE DRVA	10,2		10,5
	NALIČJE DRVA	11,0		
	ESTRIH pri dnu		4**	
NOVI PAKET – PREPORUČENI UVJETI		7,0-11,0	< 2	9,2



Slika 6. Koritavost uljenoga drvenoga poda. Širina dasaka i paropropusnost površine doprinose jačini deformacije



Slika 7. Detalj poda štapičastoga parketa. Prvotne reške popravljene su standardnim kitanjem (crne strelice). Mjesta naknadnog otvaranja zbog bubrenja i utezanja označena su crvenim strelicama.

bini estriha. Niži sadržaj vode lica dasaka je održavan normalnom temperaturom i relativnom vlagom zraka u prvom razdoblju prije uporabe prostora. Očito je da se odvija postupno isušivanje podloge u parket i isušivanje parketa u prostor. Isušivanje je tim intenzivnije što je prostor suhlji, te što je površinska obrada propusnija za paru. Zato je na objektu javnoga prostora, gdje su podne daske površinski obrađene uljem, gradijent vode u parketu veći, a pojava koritavljenja intenzivnija nego u druga dva slučaja. Naravno, pojava koritavljenja je uočljivija kod širih podnih elemenata, a kod štapičastog parketa ona uopće nije izražena.

Tri su izuzetno **nepovoljne** okolnosti utjecale na pojavu grešaka:

- Sadržaj vode estriha bio je previsok za polaganje parketa
- Debljine estriha (8 cm i više na mjerenim mjestima), mnogo su veće od uobičajenih, pa je APSOLUTNI sadržaj vode znatno veći od vrijednosti koje bi se zadržale kod tanjih estriha s relativnim sadržajem vode od oko 3% ili više
- Polaganja su izvedena usporednim slogom, koji je najkritičniji za bubrenje i pojavu grešaka u prvom razdoblju nakon polaganja

Neke su okolnosti **povoljne** utjecale na smanjenje intenziteta pojave grešaka:

- Parketi su relativno male vitkosti (osim u slučaju podnih dasaka), pa je izdizanje bridova i odljepljivanje dasčica relativno maleno
- Primijenjena je parna brana, koja je dobrim dijelom spriječila vlaženja naličja dasčica, osim uza zidne plohe. Da nije bilo primjene predpremaza, u sva bi se tri slučaja dogodilo vlaženje drva do 16% i više, što bi rezultiralo kardinalnim greškama
- Primijenjeni dvokomponentni PU lak, koji ima najmanju paropropusnost među podnim lakovima, usporio je nagle izmjene vode i velike gradijente u drvu u intimnim prostorima. Kod uljenoga poda propusnost površine je veća, pa je time i gradijent vlage u drvu veći, a koritavljenje intenzivnije nego drugdje.
- Objekti u prvom razdoblju nisu bili klimatizirani, što bi uvjetovalo bržu migraciju vode iz drva u prostor, veće gradijente vlažnosti po presjeku dasčica i – shodno tome – mnogo intenzivnije koritanje bridovima prema gore i odljepljivanje.

S obzirom na to da su gradijenti vlažnosti relativno maleni, te pozitivni prema podlozi, te da su naličja poda oko 1,1 do 1,5% vlažnije od površina, jasno je

da drvo nakon polaganja blago isušuje prema površini, a ta se pojava nastavlja do konačne stabilizacije. Kako je parket znatno vlažniji od srednjeg sadržaja vode tvornički isporučenih parketa, evidentno je da je tijekom radova dugotrajno održavana visoka vlažnost zraka. U slučaju štapičastoga parketa u neuseljenim stanovima, gdje su podovi hladni (osim na osunčanim ploham), ta je pojava još očitija. S obzirom da je podloga još uvijek prevlažna, unatoč parnoj brani, evidentno je da će stanje kretanja vode biti stabilizirano tek nakon dužeg razdoblja. Kakogod, primjena parne brane bila je u svakom slučaju i više nego opravdana, jer su procesi toliko usporeni da nije došlo do katastrofalnoga odizanja podnih obloga. Drvo će u prvom razdoblju korištenja prostora istovremeno primati vlagu iz podloge i otpuštati je u prostor bez izraženijega gradijenta sadržaja vode po presjeku dasaka. Brušenjem i ponovnim lakiranjem u stabiliziranom stanju moguće je otkloniti sadašnje greške, iako će se kasnije pojavljivati pukotine od rasušivanja.

Stjecaji okolnosti u prvom razdoblju uporabe, naime, dovode do održavanja povišenih sadržaja vode, ali oni su relativno dobro prilagođeni normalnoj vlažnosti zraka u interijerima. U duljem vremenskom razdoblju, s početkom grijanja prostora, u usporednom procesu dolazit će do izjednačenja vlage u konstrukciji i u drvu, a nakon toga do sušenja cijele konstrukcije. Na kraju prve sezone grijanja mogu se pojaviti manje reške među svim dasčicama, koje predstavljaju samo manji estetski, a ne tehnički ili funkcijski nedostatak poda, te neće predstavljati osnovu za tehničku reklamaciju.

## RUBNE ZONE: što je prava parna brana?

Iz jednog svog fijaska sam naučio i nešto o izolaciji vlage podloge parnom branom. Jednom me prijateljica zamolila da u stanu, kojem su dograđivali kat, pregledam uvjete za polaganje parketa. Željela je imati svijetli pod, dakle prvi izbor je bio klasični jasenov parket dvoranskih dimenzija, položen dijagonalno prostorijama u usporednom slogu. Početkom ljeta estrih je bio prevlažan. U kolovozu sam ponovno mjerio stanje, i podloga je još uvijek bila prevlažna, pa sam odgodio polaganje. „Ali kako“, rekla je ona, „pa djeca mi idu u školu u rujnu, moram se useliti!“ Odgovorio sam: „stavi drvene ploče na pod, useli se, pa nakon godinu dana napravi završni drveni pod“. Bolje da ne napišem što mi je na to odgovorila. Moja je prijateljica angažirala podopolagača koji je ipak riješio njezin prvi problem: obložio je podlogu bitumenskom ljepljivom koju je podignuo desetak centimetara uza zidove, te naljepio parket na smolu. Prijateljica se uselila a djeca su perfektно završila škole. Kakogod, nakon nekoliko mi je godina priznala: parket se doduše nije deformirao, ali prve dvije godine vlaga je u prostoru bila tolika, da se curkom cijedila niz plohe dvostrukih stakala prozora i vrata. Nakon toga parket se svugdje rasušio, ali sada su svi naučili s time živjeti.

Pitanje „kamo, i kako odlazi vlaga iz estriha namanog parnom branom?“ ima dakle jednostavan

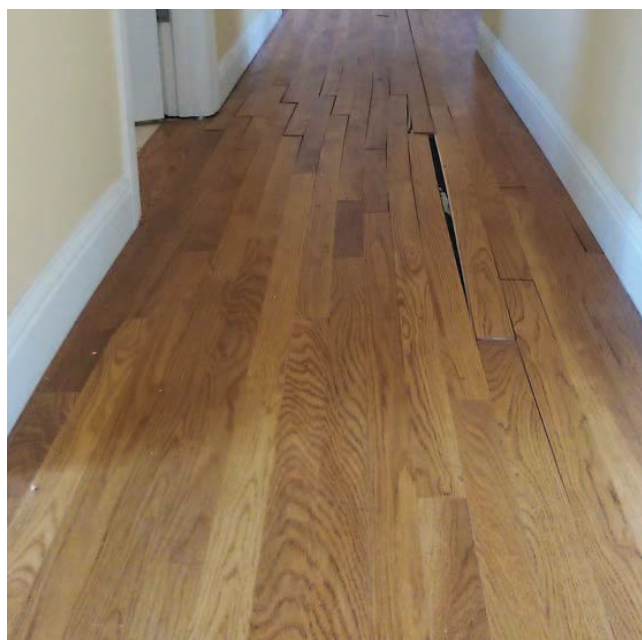


odgovor. Vлага polako migrira kroz zidne reške u zidove i u prostor. Ako su zidne reške impregnirana estriha ostavljene otvorenima, rubni dijelovi parketa će se navlažiti. Ako su pak zatvorene, onda će se cijeli prostor dugotrajno vlažiti, a parket će zaostati u nabubrenom stanju. Nakon nekoliko sezona centralnoga grijanja, on će se opet osušiti i stabilizirati, ali tada će zaostati reške po cijeloj površini. Manje reške ipak ne možemo smatrati velikim tehničkim nedostatkom, pa će se kod sljedećega obnavljanja površinskoga sloja one popuniti i polakirati. Nota bene, smola je danas praktično zanemarena adheziv zbog kancerogenih svojstava, a njezine tehničke osobine su neprimjerenim modernim standardima gradnje.

## Ekološke značajke

Drvo je jedini osnovni građevni materijal koji ima pozitivnu bilancu ugljika. To znači da drvo, tijekom svoga rasta, u sebe ugradi više CO<sub>2</sub> (ugličnog dioksida) nego što ga se oslobodi njegovom preradom i uporabom. Znači da primjena drva u gradnji doprinosi smanjenju odavanja ugljičnog dioksida, smanjenju globalnoga zagrijavanja i boljem ekološkom i ekonomskom statusu čovječanstva. Pri tome svi sintetički materijali koji imaju petrokemijsku osnovu, odnosno koji u svojoj proizvodnji, uporabi ili razgradnji zahtijevaju mnogo energije i doprinose oslobađanju ugljičnog dioksida u atmosferu, nisu tako dobri kao drvo. Stoga kažemo da su drveni podovi ekološki povoljni, ali svi dodatni materijali opterećuju pozitivnu ekološku bilancu drva i umanjuju njegove prednosti za okoliš. U tom je smislu primjena paronepropusnih premaza, proizvoda petrokemijske industrije, ekološki nepovoljna i treba je izbjegavati kada god je to moguće.

Prije nekoliko godina, u vrijeme razvijanja ekonomske krize, rekao sam u jednom razgovoru s našim najvećim proizvođačem masivnih parketa: „Vrijeme poštivanja ekologije tek dolazi, i Vi ćete za desetak godina biti kralj“. Upitao je: „Kako, ako tržište masivnih drvenih podova zauzima samo oko 3% udjela svih podova na europskom tržištu?“ Odgovorio sam: „Uskoro će ekološke značajke drva, uz estetske, po-



stati najvažnija prednost u usporedbi s drugim materijalima. Pazite, doći će vrijeme izrade drvenih podova bez ljepila, bez lakova - ponovno sa čavljanjem, uljenjem i voštanjem, i Vi budite već sada za to spremni“.

Uza svu teatralnost mojih izjava i dalje sam uvjeren da će se scenarij gradnje odvijati u tom smjeru, pa iako ni ja ne mogu prihvatiti potpuno isključenje sintetičkih materijala u izradi podova, upućujem na ovakav način razmišljanja. Baš me zanima hoće li se, i u kojoj mjeri, nakon desetak godina pokazati da sam bio u pravu.

## Zaključak

Dok ne budemo imali eksperimentalno utvrđene parametre učinkovitosti parne brane ostajemo na iskusnim zaključcima:

- kod suhih uvjeta primjena paronepropusnih predpremaza nije opravdana, jer je rizik deformacija minimalan, a dobro je da cjelokupni slog poda

bude hidrotehnički usklađen

- kod graničnih sadržaja vode estriha primjena parne brane je opravdana, učinkovita i trajno uspješna. Bilo bi dobro prugama od najlona, podignuti ma uza zid ispod letvica, zatvoriti zidne reške.
- kod rizično visokih sadržaja vode parna brana je neopravdana trošak jer neće spasiti stanje, a greška koju se nastoji izbjeći takvog je značaja da se zahtijeva ogroman zahvat i trošak popravaka
- kod havarija predpremaz može biti problematičan jer kapilarna voda prodire kroz pukotine u podsloj a onda ne može isparavati u prostor. Kod manjih havarija predpremaz pomaže da voda ne prođe duboko u podslojeve, ali za tu svrhu treba biti neprekinut i dovoljne debljine
- obnavljanje poda (izmjena gaznoga sloja) ne zahtijeva saniranje cementne podloge, nego samo brušenje tragova ljepila i obnavljanje predpremaza.
- Primjena paronepropusnih predpremaza je ekološki nepovoljna.

## OVLAŠTENI LABORATORIJ MINISTARSTVA GRADITELJSTVA I PROSTORNOG UREĐENJA ZA OCJENJIVANJE SUKLADNOSTI DRVENIH PODOVA



Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



**AKREDITACIJA LABORATORIJA HRN EN 17025**

Ispitivanja:

- Drvenih podnih obloga
- Površinske obrade drvenih podova
- Ljepila za drvene podove
- Odabranih fizikalnih svojstava drva

Zagreb, Svetošimunska 25

Tel: 01 235 24 54

01 235 24 85

Fax: 01 235 25 31

e-mail: ldg@sumfak.hr

hrvoje@sumfak.hr

- Kontrola podloga i uvjeta ugradbe drvenih podova na zgradama
- Sudska vještačenja, ekspertize, stručna predavanja, seminari

Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet  
Zavod za namještaj i drvne proizvode  
Laboratorij za drvo u graditeljstvu  
Svetošimunska cesta 25  
HR - 10002 Zagreb  
tel.: +385(0)1 235 24 54  
tel.: +385(0)1 235 24 85  
fax: +385(0)1 235 25 31  
e-mail: Ldg@sumfak.hr  
e-mail: hrvoje@sumfak.hr  
www.sumfak.hr  
MB: 328 14 85  
OIB: 07699719217  
žiro račun: 2360000-1101340148  
poziv na broj: 3-01-12



Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Šumarskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu i ne predstavlja nužno gledišta Europske unije.