

Određivanje delaminacije višeslojnih drvnih podnih obloga

Blažević, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:986348>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-06**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
DRVNO TEHNOLOŠKI ODSJEK

PREDIPLOMSKI STUDIJ
STRUČNI STUDIJ DRVNA TEHNOLOGIJA

MARIJA BLAŽEVIĆ


ODREĐIVANJE DELAMINACIJE VIŠESLOJNIH DRVENIH
PODNIH OBLOGA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2022.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Marija Blažević
NASLOV:	Određivanje delaminacije višeslojnih drvenih podnih obloga
TITLE:	Determination of delamination of multilayer wood flooring
PREDMET:	Proizvodnja namještaja 1.
MENTOR:	Izv.prof.dr.dc Goran Mihulja
KOMENTOR:	Doc.dr.sc Tomislav Sedlar
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvene proizvode
AKAD. GOD:	2021/2022
DATUM OBRANE:	09.09.2022
RAD SADRŽI:	Stranica:37, Slika:5, Tablica:17, Navoda literature:8
SAŽETAK: U ovom završnom radu ispitano je pet različitih podnih obloga višeslojnog parketa prema HRN EN 17456 normi kojom se ispituje otpornost na delaminaciju gaznog sloja. Sve podne obloge ispitane su s tri tretmana starenja: AT1- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa koji će se koristiti u suhim uvjetima interijera, metoda se može primijeniti za sve vrste ljepila (4 dana sušionik 60 °C), AT2- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog s PVAc ljepilom (klima komora, sušionik) i AT3- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog sa bilo kojom vrstom ljepila osim PVAc (potapanjem u vodi. Rezultati su uspoređeni s već poznatim podacima ANSI HPVA EF 2012 testa delaminacije.	

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

potpis

vlastoručni

Marija Blažević

U Zagrebu, 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. DRVO	1
1.2. DELAMINACIJA OPĆENITO	2
1.3 CILJ ISTRAŽIVANJA	3
2. VIŠESLOJNE PODNE OBLOGE.....	4
2.1. DVOSLOJNE PODNE OBLOGE	5
2.2. TROSLOJNE PODNE OBLOGE.....	5
3. OPĆENITO O LJEPILIMA.....	7
3.1. ZAHTJEVI ZA KVALITETU I SVOJSTVA LJEPILA	7
3.2 PODJELA LJEPILA	8
4. MATERIJALI I METODE	10
4.1. ANSI-HPVA EF	10
4.2. MATERIJALI I METODE ISPITIVANJA VIŠESLOJNIH PODOVA HRN EN 17456:2021	11
4.3 ODABIR METODA STARENJA	15
5. REZULTAT ISPITIVANJA	18
5.1. AT1- SUŠENJE U SUŠIONIKU-REZULTATI.....	18
5.2. AT2- IZLAGANJE PROBA U KLIMA KOMORI-REZULTATI	23
5.3. AT3- POTAPANJE U SPREMNIKU S VODOM-REZULTATI	28
6. USPOREDBA REZULTATA ISPITIVANJA HRN EN 17456:2021 I ANSI-HPVA EF	33
7. ZAKLJUČAK	34
8. LITERATURA	36

1. UVOD

1.1. DRVO

Drvo je prirodan, nehomogen, anizotropan, lignocelulozni materijal koji ljudi poznaju od davnina. (Špoljarić, 1987.). U početku su ljudi koristili prirodno neobrađeno drvo koje je bilo vrlo male trajnosti te je bilo podložno utjecaju gljiva truležnica i sunca te sivljenju pod utjecajem sunčevog UV zračenja. Godinama su se ljudi pokušavali dosjetiti kako sačuvati boju i kvalitetu drvnih proizvoda te su osmislili načine konstrukcijske zaštite. Pronađeni su načini zaštite drva solima, bakrom te drugim prirodnim solima i materijalima, a razvojem kemijske industrije došlo je do razvoja boja i lakova (Hasan, 2017).

Korištenje drva kao podne obloge javlja se u 10. stoljeću prije nove ere u spisima kralja Salomona. Tek za vrijeme rimskog carstva drvo se intenzivnije počelo koristiti za podne obloge u obliku parketnih daščica. U 17. stoljeću dolazi do zlatnog doba parketa, ističe se tehnika intarzije koja je krasila brojne dvorce. U to doba izrada parketa odvijala se ručno pa tako je parket bio namijenjen imućnijem sloju društva zbog svoje visoke cijene. Kako je napredovao razvoj industrije došlo je do pojave prvih strojeva za obradu parketa. Relativno nova pojava na tržištu su višeslojni – dvoslojni i troslojni parketi. Iz naziva se jasno vidi da se radi od podovima koji su napravljeni od više slojeva: gornjeg, tj. gaznog sloja, srednjeg nosećeg sloja i donjeg sloja od ljuštenog furnira (kod dvoslojnih parketa sloja od ljuštenog furnira nema). Troslojni parket karakterizira iznimna dimenzijska stabilnost koja je postignuta križanjem smjerova drva pa su kao takvi iznimno kvalitetni i traženi (Turkulin, 2018).

1.2. DELAMINACIJA OPĆENITO

Delaminacija je podjela na slojeve, to jest način loma i mjesto gdje se materijal lomi u svoje slojeve. Mnogi materijali izrađeni u različitim izvedbama uključujući laminatne kompozite i beton mogu popustiti radi raslojavanja materijala. Isto tako obrada može stvoriti slojeve u materijalu kao što je čelik formiran valjanjem, plastika i metal, zbog čijeg propadanja dolazi upravo radi raslojavanja. Do loma može doći i kada se površinski premazi kao što su boje i filmovi odvoje od obložene podloge. Upravo to je jedan od glavnih razloga raslojavanja podnih obloga. Kod laminatnih kompozita prijanjanje između slojeva premaza i osnovnog materijala često ne uspije, uzrokujući razdvajanje slojeva s vremenom. Kada naprezanja premašuju čvrstoću materijala formiraju se pukotine. Za ispitivanje raslojavanja materijala postoji više metoda: vizualni pregled, ispitivanje tapkanjem, infracrvena slika, ultrazvuk i radiografija. Samim vizualnim pregledom ne može se procijeniti raslojavanje unutar materijala bez rezanja. Vizualnim pregledom može se uočiti raslojavanje na površini i rubovima materijala. Ispitivanje tapkanjem znači nježno udaranje materijala čekićem ili nekim drugim tvrdim predmetom kako bi pronašli raslojavanje na temelju različitog zvuka. Kod laminiranih kompozita tupi zvuk ukazuje na prisutnost raslojavanja, dok jasni zvuk zvona pokazatelj je dobro spojenog materijala. Ispitivanje tapkanjem pogodno je kod pronalaženja velikih nedostataka u kompozitima s ravnim pločama s jezgrom od saća, dok kod tankih laminata mogu biti mali nedostaci koji se ne mogu prepoznati zvukom. Ispitivanje zvukom je subjektivno i ovisi o ispitivačevoj procjeni i kvaliteti sluha. Ispitivanje infracrvenom termografijom ili metoda termičkog nerazornog ispitivanja, rendgenski i ultrazvučni za otkrivanje raslojavanje slojeva koji čine kompozit. Rezultati ispitivanja analiziraju se naprednim algoritmima za obradu slika. U tehnikama nerazornog ispitivanja, kao što su rendgenske, ultrazvučne, elektromagnetne i termičke (infracrvene), dio energije koja se emitira iz predmeta apsorbira, dok ostatak energije se otkriva nakon prolaska kroz objekt. Gustoća energije se mijenja kod pojave pukotine i mjesta strukturnog nedostatka. Ovom metodom se već dugi niz godina otkrivaju praznine, pukotine i pore kod kompozitnih materijala.

1.3 CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je provedba i analiza norme HRN EN 17456:2021 za određivanje delaminacije višeslojnih podnih obloga.

Specifični ciljevi istraživanja - Norma HRN EN 17456:2021. Drvene podne obloge i parket -- Određivanje delaminacije gaznog sloja višeslojnih elemenata -- Metoda ispitivanja. Dokument specificira ispitnu metodu s tri tretmana starenjem (AT1- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa koji će se koristiti u suhim uvjetima interijera, metoda se može primijeniti za sve vrste ljepila. Također, i za parket koji će se koristiti na sustavu podnog grijanja, AT2- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog s PVAc ljepilom i AT3- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog sa bilo kojom vrstom ljepila osim PVAc) ispitnih uzoraka. Na dalje ćemo usporediti dobivene rezultate ispitivanja s rezultatima ANSI metode.

2. VIŠESLOJNE PODNE OBLOGE

Višeslojne podne obloge su podne daske izrađene od 2, 3 ili više slojeva međusobno slijepljenih tako da se križaju pod kutom od 90°. Takvi podovi za razliku od masivnih podnih obloga su dimenzijski stabilniji i manje osjetljivi na vlagu, to jest imaju manje promjene oblika i dimenzija pri promjenjivim klimatskim uvjetima u prostoru u kojem se nalaze. Samim time imaju i širu primjenu poput sportskih podova te velikih plohe na javnim mjestima. Isto tako površinska obrada višeslojnih podnih obloga je drugačija nego kod masivnih podova, sama površinska obrada i većini slučajeva obrađuje se u tvornici pri samoj izradi parketa a ne nakon postavljanja u prostoriju. Višeslojni parketi mogu biti postavljeni plivajući (membranski) kao i na podlogu sa podnim grijanjem., ali većina njih se može lijepiti i čavlati na podlogu.

Prednosti višeslojnih podnih obloga u odnosu na masivne podne obloge su: mogućnost suhe ugradbe/plivajućih izvedbi, bolja dimenzijska stabilnost, brza ugradnja, kontrolirana i kvalitetna površinska obrada

Nedostaci višeslojnih podnih obloga u odnosu na masivne podne obloge su: relativno visoka cijena zbog više koraka i postupaka kod izrade, nemogućnost potpunog recikliranja te je moguć samo mali broj obnavljanja.



Slika 1. Višeslojni parket
(IZVOR: <https://www.valles.si/gotovi-parket>)

2.1. DVOSLOJNE PODNE OBLOGE

Dvoslojni drveni podovi sastoje se iz dva dijela, prvi nosivi dio najčešće je iz furnirske ploče, ploče vlaknate iverice. Drugi tip donjeg nosivog sloja izrađen je od poprečnih daščica četinjača ili elemenata mozaik parketa, dok je dekorativni gazni sloj napravljen je iz lamela masivnog drva okrenutog u uzdužnom smjeru. Gornji gazni sloj najčešće ima debljinu od 2.5 do 6 mm. Nosivi dio sloja je prorezan s donje strane kako bi se spriječila naprezanja između gornjeg i donjeg sloja. Ovakav tip poda namijenjen je isključivo za punoplošno lijepljenje. Spajaju se na principu utor i pero ili „klik“ spojem.



Slika 2. Dvoslojni parket

(IZVOR: <https://www.lamar-parket.com/tehnicki-opis/>)

2.2. TROSLOJNE PODNE OBLOGE

Prve troslojne podne obloge izrađene su šezdesetih godina prošlog stoljeća u SAD-u. Koristile su se za direktnu ugradnju drvenih podova na beton u podrumima i prizemljima, do tada su se koristili masivni parketi. Kao rezultat toga, zbog povećane vlage javljale su se greške u drvu (dimenzijske promjene, truljenje drva, koritavost itd.). Troslojni ili višeslojni drveni podovi su izrađeni iz tri ili više slojeva drva. Donji tanji sloj kod višeslojnih parketa obično je izrađen iz ljuštenog furnira, a moguća je izvedba i s rezanim furnirom. Donji sloj ima uzdužni smjer kao i gornji gazni sloj. Dok je srednji sloj najčešće izveden iz furnirskih ploča ili letvica četinjača koje su zaokrenute za 90° od smjera gornjeg gaznog i donjeg sloja. Gornji gazni sloj kod višeslojnih parketa izrađen je od lamela masivnog drva. Višeslojni parketi polažu se lijepljenjem ili kao

plivajuće obloge, ali su pogodni i za polaganje na sustave s podnim grijanjem. Spajaju se pomoću utora i pera ili „klik“ sistemom kao plivajući podovi ali moguće je i lijepljenje ili spajanje pomoću čavala na podlogu.



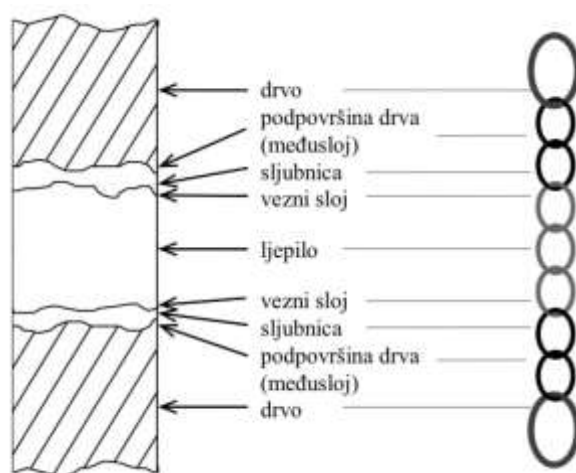
Slika 3. Troslojni parket

(IZVOR:

https://www.google.com/search?q=dvoslojni+parketi+slojevi&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwia4Nm5oI34AhWN_CoKHYfgCacQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=Q8MajNneDXKM4M)

3. OPĆENITO O LJEPILIMA

Ljepila su materijali koji imaju svojstva otvrdnjavanja i međusobnog čvrstog povezivanja istih ili različitih materijala poput drva, plastične mase, guma, stakla, metala, kože, tkanine i dr. Lijepljenje i otvrdnjavanje se događa zbog kemijske reakcije ili zbog zagrijavanja te hlađenja. Ljepilo je vodeni adheziv posebno namijenjen za lijepljenje poroznih materijala kao što je recimo drvo. Adheziv je nemetalna tvar sposobna spojiti materijale putem površinskog vezanja (adhezija) tako da spoj ima zadovoljavajuću unutrašnju čvrstoću (koheziju) . Adhezija je stanje u kojem se dvije površine vežu pomoću međupovršinskih veza. Najopćenitija podjela ljepila prema sirovinskoj bazi je: prirodna, sintetska i ostale vrste ljepila.



Slika 4. Prikaz lijepljenog spoja

(IZVOR: prezentacija „Općenito o ljepilima“, Goran Mihulja)

3.1. ZAHTJEVI ZA KVALITETU I SVOJSTVA LJEPILA

- stabilnost pri uskladištenju i mogućnost transporta
- minimalna količina toksičnih tvari
- mogućnost nanošenja određenom tehnikom
- potrebna čvrstoća i trajnost slijepljenog spoja
- otpornost slijepljenog spoja na naprezanja u uvjetima u upotrebi
- kemijska inaktivnost prema drvu i drugim materijalima
- prilagođenost određenim tehnološkim postupcima minimalna količina toksičnih tvari
- mogućnost dobivanja ljepila u vidu tekućih disperzija, različite koncentracije
- određena viskoznost, koja osigurava jednoličan nanos ljepila i po potrebi određenu

- j) penetraciju u drvo
- k) maksimalna brzina otvrdnjavanja zadovoljavajuće vrijeme
- l) upotrebljivost pripremljene smjese bez opasnosti od želiranja.

(Goran Mihulja, Općenito o ljepilima)

3.2 PODJELA LJEPILA

Podjela prema sirovinskoj bazi- prirodna (biljnog porijekla, životinjskog porijekla, ostala)

- sintetska (polimerizacijska, polikondenzacijska, poliadicijska)
- ostale vrste (taljiva, tanini, lignini)

Podjela prema načinu otvrdnjavanja- fizičko otvrdnjavanje (disperzijska i taljiva ljepila)

- kemijsko otvrdnjavanje (hladno i vruće)
 - hladno otvrdnjavanje
 - polimerizacijska, polikondenzacijska i poluadicijska
 - vruće otvrdnjavanje
 - polimerizacijska, polikondenzacijska i poluadicijska

Podjela prema temperaturi otvrdnjavanja- vruće- iznad 90

- toplo do 90
- hladno do 60
- u polju visoke frekvencije

Podjela prema osnovnim svojstvima filma- Duromeri (termoreaktivni)

- prisutnost topline i otvrdnjivači
- Termoplasti
 - toplina uzrokuje gubitak kohezije
- Elastomeri
 - tvore elastične veze
- Hibridna ljepila
 - kombinacija prva tri

Podjela prema primjeni u drvnoj industriji- ljepila za iverice i vlaknatice

- ljepila za furnire i furnirske ploče
- ljepila za masivno drvo i ploče
- ljepila za montažna lijepljenja
- ljepila za lijepljenje ostalih materijala

(Goran Mihulja, Općenito o ljepilima)

4. MATERIJALI I METODE

Ovaj europski standard jedan je u nizu standarda o drvenim oblogama i podovima . Ovaj standard utvrđuje karakteristike višeslojnog parketa. Temelji se na trenutnoj dimenziji standarda koji se koriste u industriji i druge karakteristike zajedno s funkcijama koje su provjerene testom. Ova europska norma ima status nacionalne norme. Ispitujemo metodu s tri tretmana starenjem (AT1- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa koji će se koristiti u suhim uvjetima interijera, metoda se može primijeniti za sve vrste ljepila. Također, i za parket koji će se koristiti na sustavu podnog grijanja, AT2- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog s PVAc ljepljivom i AT3- za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog sa bilo kojom vrstom ljepila osim PVAc) ispitnih uzoraka. Ovaj standard se ne odnosi na kvalitetu lijepljenja šperploče ako se koristi u višeslojnoj parketnoj konstrukciji. Za svaki uzorak potrebno je minimalno pet proba. Iz svake daske se reže po jedna proba dimenzija: dužina 100 mm x nominalna širina daske x normalna debljina daske. Za jedan uzorak potrebno je pet dasaka.

4.1. ANSI-HPVA EF

Američki je strukovni standard koji pokriva zahtjeve za proizvodnju višeslojnih proizvoda za sadržaj vlage, strojnu obradu, konstrukciju, emisiju formaldehida, liniju lijepljenja, certifikaciju i završnu obradu konstruiranih drvenih obloga za unutarnju upotrebu. Konstruirani drveni pod uključuje podnice iz više dijelova različitih dimenzija, kako bi se stvorio izgled daske ili više specifičnih oblikovanih komada koji se međusobno uklapaju. Prema ANSI-HPVA EF 2012 normi prosječni sadržaj vlage varira između 5 i 9% u trenutku otpreme iz tvornice, osim ako nije posebno dizajniran za suho tržište ili tržište s visokom vlagom. Svrha ovog zahtjeva je osigurati proizvod koji će zadovoljiti kvalitetu u tipičnom rasponu temperature i vlažnosti u zatvorenom prostoru pri ugradnji prema uputama proizvođača.

Za svaki uzorak je potrebno minimalno 10 proba, više od tog broja se određuje prema višekratniku broja 10. Potrebno je osigurati dovoljan broj dasaka za svaki uzorak. Iz svakog ispitivanog uzorka poda moraju se izrezati dva ispitna uzorka širine 50,8 mm i 127 mm duž žice. Uzorci se režu s suprotnih strana poda nakon uklanjanja svih pera i utora ili drugih obrađenih rubnih dijelova.

Uzorci će biti uronjeni u vodu na $24\text{ }^{\circ}\text{C} + 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tijekom 4 sata, a zatim sušeni na temperaturi između $49\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ tijekom 19 sati, s dovoljnom cirkulacijom zraka da bi sadržaj vlage (na temelju sušionika) smanjio na najviše 8%. Ovaj se ciklus ponavlja sve dok svi uzorci ne otkazu ili dok se ne završe tri ciklusa, ovisno o tome što se prije dogodi. Pod će se smatrati neuspjelim kad je bilo koje pojedinačno raslojavanje između dva sloja bilo kojeg uzorka veće od 50,8 mm u neprekidnoj duljini, preko 6,4 mm u bilo kojoj točki i 0,08 mm širine kako je utvrđeno uređajem za mjerene debljine 0,08 mm i širine 12,7 mm. Na kraju svakog ciklusa uzorci se ispituju radi raslojavanja. Za provođenje ispitivanja veze, uzorci poda moraju se odabrati u višekratnicima od deset kako bi se osigurao dovoljan broj uzoraka (dva uzorka po uzorku) na koje se primjenjuju razine prihvatljivosti. 95 % uzoraka mora proći prvi ciklus, a 85 % uzoraka mora proći treći ciklus. (ANSI, 2012)

4.2. MATERIJALI I METODE ISPITIVANJA VIŠESLOJNIH PODOVA HRN EN 17456:2021

Za potrebe istraživanja korišteno je pet različitih podnih obloga, različitih proizvođača. U Tablici 1. nalazi se popis višeslojnih podnih obloga s opisom karakteristika pojedinih elemenata, površinskom obradom i vrstom ljepila. Može se primijetiti da su svi tipovi podnih obloga korišteni u ovome istraživanju lijepljeni nekom vrstom PVAC ljepila i da kao takvi ne bi trebali biti ispitivani prema AT3 metodi starenja, ali je zbog analize i usporedbe s ANSI normom koju je na istim uzorcima proveo Maršić (2020) napravljena cjelokupna norma.

Tablica 1. Pregled ispitivanih proizvoda i njihovih svojstava bitnih za kvalitetu lijepljenja oplata (Maršić, 2020)

OZNAKA	PROIZVOD	KONSTRUKCIJA	LJEPILO	POVRŠINSKA OBRADA	POSEBNOŠTI
BO	BJELIN“bjel oc“ Dimenzije:2200x200 mm	Toslojni, jednopruzni, središnjica od četinjače od HR 3.5 mm klik kopčanje	PVAC dvokomponentno 2K D4	Da, industrijskim UV otvrdnjavajućim lakom	Poglavito tangentna tekstura

BT	BJELIN“bjel oc“ Dimenzije:22 00x200 mm	Toslojni, tropruzni, središnjica od četinjače od HR 3.5 mm klik kopčanje	PVAC 1K D3	Da industrijskim UV otvrdnjavajući m lakom	Poglavito tangenta tekstura
PP	Pan Paret Dimenzije 2200 x 216 mm	Toslojni, tropruzni, središnjica od četinjače od HR 3.4 mm klik kopčanje	Vodootporno dvokompon entno PVAC D4 ljepilo	Da, Bajc, ulje te četkanje	Kombinacija blistača i bočnica
O	Oraj Dimenzije 1200 x 120 mm	Toslojni, jednoprzni, središnjica od četinjače od HR 3.5 mm klik kopčanje	PVAC 1K D3	Da, industrijskim UV otvrdnjavajući m lakom	Poglavito tangenta tekstura
BH	BJELIN "HERR INGBONE " Dimenzije 345x69 mm	Troslojni, jednoprzni, srednjica od HDF ploče, klik kopčanje	PVAC jednokonpon entn o 1K D3	Da, industrijskim UV otvrdnjavajući m lakom	Poglavito blistače

Pod ispitnim uzorkom smatra se najmanje 5 istih proizvoda višeslojnog poda, istih dimenzija, iste debljine gaznog sloja, iste vrste drva gaznog sloja, iste vrste ljepila, iste površinske obrade te iste konstrukcije. Iz svakog ispitnog uzorka potrebno je pripremiti 5 proba, na način da se iz svakog proizvoda (elementa) izrezuje po 1 proba duljine 100 mm. Dakle, dimenzije proba su sljedeće: dužina 100 mm x nominalna širina proizvoda x nominalna debljina proizvoda. Izrezivanje (piljenje) potrebno je odraditi oštrom alatom kako bi čeon plohe bile glatke zbog lakše procjene delaminacije.

Podne daske iz kojih je izrezan uzorak Bjelin one strip (BO) dimenzija su 2200x200x15,5 mm s debljinom oplata 3,5mm te bočnim i čeonim spajanjem u takozvani „klik“ sustav. Uzorak je hrastov višeslojni parket sa srednjicom od četinjača. Površinski je obrađen PU otvrdnjavajućim lakom, te lijepljen PVAc ljepilom.

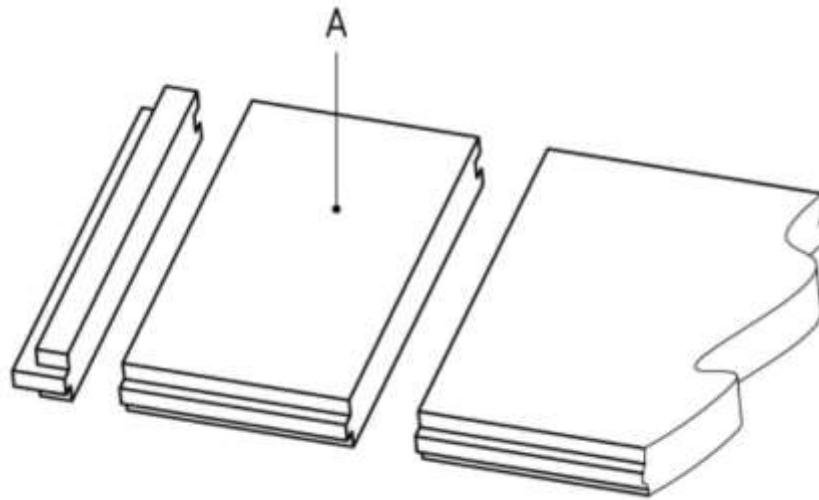
Podne daske iz kojih je izrezan uzorak Bjelin three strip (BT) su 2200x200x14,5mm s debljinom oplatice 2,5mm. Tropružni višeslojni parket sa srednjicom od četinjača te naličjem od hrastovine s načinom spajanja „klik“ sistem. Površinski je obrađen PU otvrdnjavajućim lakom, te lijepljen PVAc ljepilom.

Podne daske iz kojih je izrezan uzorak Pan parket (PP) dimenzija su 2200x206x13,5mm s debljinom oplatice 3,5mm sa sustavom spajanja „klik“ sistemom. Uzorak je hrastov višeslojni parket sa srednjicom od četinjača te je površinski obrađen uljem, lijepljen je PVAc ljepilom.

Podne daske iz koje je izrezan uzorak Oraj (O) dimenzija je 1200x120x13,5mm s debljinom oplatice od 3,5mm, spajanje pomoću utora i pera. Jednopržni gotovi hrastov parket s površinskom obradom s PU otvrdnjavajućim lakom s srednjicom od četinjača oznake. Parket je lijepljen PVAc ljepilom.

Podne daske iz kojih je izrezan uzorak Bjelin herringbone (BH) -dimenzija su 345x69x14,6 s debljinom oplatice 2,6mm te „klik“ sustavom spajanja. Uzorak je višeslojni parket sa srednjicom od HDF ploče površinski obrađen mat lakom.

Ispitni uzorak se prije izrezivanja proba kondicionira pri relativnoj vlazi zraka $50 \pm 5 \%$ i temperaturi $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ do konstantne mase prije mjerenja (2 uzastopna vaganja u intervalu od 24 h – razlika manja od 0,1 % mase). Za svaki uzorak potrebno je minimalno 5 proba. Iz svake daske se izrezuje po 1 proba sljedećih dimenzija: dužina 100 mm x nominalna širina daske x nominalna debljina daske. Dakle, za 1 uzorak potrebno je 5 dasaka. Konstrukcijski detalji (duži profili) se ne smiju rezati, ti profili se neće ocjenjivati u ispitivanju. Probe moraju biti bez ikakvih grešaka u proizvodnji (npr. pukotina na liniji ljepila) ili kvrga na poprečnom presjeku. Nakon izrezivanja, potrebno je označiti poprečne presjeke probe (odrezane rubove). Na način da se, voodotpornim markerom, s jedne strane napiše A, a s druge B.



Slika 5. Shematski prikaz izrezivanja ispitne probe na duljinu od 100 mm (A)

(IZVOR: radna uputa za ispitivanje delaminacije višeslojnih podova,

LDG)

Oprema koja se koristila za ispitivanja:

- konvekcijski sušionik (SUSI-1),
- vaga s točnošću 0,01 g (VAGA-1),
- listići za mjerenje zračnosti debljine 0,2 mm (LIMJ-1),
- pomično mjerilo mjerne duljine veće ili jednake širini probe s točnošću 0,1 mm (POMJ-2),
- mjerna traka (MJTR-2),

Oprema koja je dodatno potrebna, ovisno o uporabljenoj metodi starenja:

-za AT1 metodu – nema dodatnih zahtjeva

-za AT2 metodu – klima komora (KK 65-1)

-za AT3 metodu – kada za bubrenje (KADA-1) s vodenom kupelji (20 ± 2) °C

Procjena delaminacije obavlja se nakon sušenja uzoraka. a) duljina delaminacije gaznog sloja (Dt) procjenjuje se vizualno na oba poprečna presjeka (A i B); b) ako je vidljiva delaminacija gaznog sloja, ona se mora ispitati s mjerilom zazora debljine 0,2 mm. Mjerilo se treba držati na 65 mm od svog slobodnog vrha. Mjesta na koja mjerilo ulazi dublje od 5 mm, potrebno je označiti olovkom. c) pukotine u slojevima drva, ne računa se kao delaminacija, ali se isto tako mora prijaviti (npr. lom po drvu); d) duljina delaminacije gaznog sloja mjeri se pomoću pomičnog mjerila s točnošću od 0,1 mm te s dovoljnom duljinom za mjerenje po cijeloj širini probe, a zbroj duljina delaminacije svakog sloja (gazni sloj i ostali slojevi) na svakom poprečnom presjeku mora se zabilježiti. Za svaki poprečni presjek izračunava se delaminacija kao postotak raslojene duljine u odnosu na širinu gornjeg sloja u početnom stanju. Potrebno je izračunati s rednju vrijednost duljine raslojavanja gaznog sloja od najmanje 10 poprečnih presjeka.

4.3 ODABIR METODA STARENJA

Metoda starenja odabire se prema uvjetima uporabe i vrsti ljepila.

AT1 - za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa koji će se koristiti u suhim uvjetima interijera, metoda se može primijeniti za sve vrste ljepila. Također, i za parket koji će se koristiti na sustavu podnog grijanja.

AT2 - za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog s PVAc ljepilom

AT3 - za procjenu delaminacije gaznog sloja višeslojnog parketa lijepljenog sa bilo kojom vrstom ljepila osim PVAc

TRETIRNJE ISPITNIH PROBA

1. Prije tretiranja odrediti i zapisati početnu masu svake ispitne probe.
2. Podvrgnuti ispitne probe nekoj od metoda starenja kako je opisano u tablici.

Tablica 2. Opis postupaka kod tri metode starenja i Aneks metode.

Metoda	Opis postupka
AT1	Sušenje u sušioniku tijekom 100 ± 4 h na temperaturi od 60 ± 2 °C. Poprečni presjek proba mora biti paralelan sa strujanjem zraka. Razmještajem proba mora se osigurati stalno sušenje sa svih strana. Punjenje sušionika mora osigurati ponovljiv proces sušenja.
AT2	a) Izlaganje proba u klima komori pri RH 95 % (-2/+4) (izbjegavati točku rosišta) i stalnoj temperaturi od 23 ± 2 °C u trajanju od 72 h. Probe se postavljaju u uspravan položaj s razmakom od najmanje 10 mm. b) Kondicioniranje 24 - 48 h pri RH = 50 ± 5 % i $t = 23 \pm 2$ °C. Raspored proba mora osigurati stalno sušenje sa svih strana. c) Sušenje prvih 8 ± 1 h pri temperaturi 60 ± 2 °C, a zatim tijekom 16 ± 1 h pri temperaturi od 80 ± 2 °C. Raspored proba tijekom sušenja je u skladu s AT1.
AT3	a) Potapanje u spremniku s vodom temperature 20 ± 2 °C tijekom $6 \pm 0,25$ h. Probe se moraju postaviti u uspravan položaj i trebaju biti potpuno potopljene. Udaljenost između gornjeg ruba probe i površine vode mora biti najmanje 20 mm, dok međusobna udaljenost proba i udaljenost proba od ploha spremnika treba biti najmanje 10 mm. Kako bi se spriječilo plutanje i osiguralo odgovarajuće apsorbiranje vode, probe se trebaju stabilizirati (npr. postavljanjem metalnih mreža na dno spremnika i na vrh proba) b) i c) nakon potapanja u vodi slijedi kondicioniranje i sušenje u skladu s AT2.

Alternativno -Aneks A-	Lokalne vlasti mogu zahtijevati druge tretmane starenja, na primjer: Potapanje u toploj vodi i sušenje (nije prikladno za sve vrste višeslojnih parketnih konstrukcija, prema EN 13489). a) Ispitne probe (75 mm x 75 mm) potapaju se u spremniku s vodenom kupelji tijekom 2 h pri stalnoj temperaturi 70 ± 3 °C. Postavljanje uzoraka u spremnik je u skladu s AT3 a). b) Neposredno nakon potapanja svaki ispitni uzorak potrebno je osušiti u sušioniku tijekom 3 h na temperaturi od 60 ± 2 °C.
---------------------------	---

(IZVOR: radna uputa za ispitivanje delaminacije višeslojnih podova, LDG)

5. REZULTAT ISPITIVANJA

5.1. AT1- SUŠENJE U SUŠIONIKU-REZULTATI

Rezultati ispitivanja metode starenja na pet različitih vrsta parketa prikazani su u Tablicama 3, 4, 5, 6, 7. U prvoj klimi (sušioniku) kod svih vrsta parketa nema naznake delaminacije gaznog sloja, ali je došlo do određenih deformacija u gornjoj platici i cijelog elementa. Prva tablica prikazuje Bjelin one strip 4 dana u sušioniku u na 60 °C sa širinom gaznog sloja 200 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja, a gubitak mase nakon sušenja u prosjeku iznosi 6.1%.

Tablica 3. Rezultati ispitivanja Bjelin one strip -4 dana u sušioniku.

Bjelin one strip (BOS) - 4 dana sušionik 60 °C						širina gaznog sloja:	200	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon starenja (g)	Gubitak mase (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
				Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	147,99	138,96	6,5	0,0	0,0	0	0	-
2.	149,74	141,02	6,2	0,0	0,0	0	0	-
3.	148,84	140,11	6,2	0,0	0,0	0	0	-
4.	145,14	136,75	6,1	0,0	0,0	0	0	-
5.	148,91	140,31	6,1	0,0	0,0	0	0	-
6.	147,85	139,28	6,2	0,0	0,0	0	0	-
7.	142,3	134,30	6,0	0,0	0,0	0	0	-
8.	141,78	133,81	6,0	0,0	0,0	0	0	-
9.	144,18	135,98	6,0	0,0	0,0	0	0	-
10.	145,12	136,91	6,0	0,0	0,0	0	0	-
Average			6,1		0,0		0	

Druga tablica prikazuje Bjelin three strip 4 dana u sušioniku na 60 °C sa širinom gaznog sloja 200 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja, a prosječan gubitak mase nakon sušenja je 5.7%. Ali je došlo do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju kod svih uzoraka, a kod zadnja dva uzorka došlo je i do pukotina u gaznom sloju.

Tablica 4. Rezultati ispitivanja Bjelin three strip -4 dana u susioniku.

Bjelin three strip (BTS) - 4 dana sušionik 60 °C						širina gaznog sloja:	200	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon starenja (g)	Gubitak mase (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
				Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	137,19	129,68	5,8	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
2.	136,00	128,51	5,8	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
3.	140,92	133,13	5,9	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
4.	131,30	124,12	5,8	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
5.	138,04	130,44	5,8	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
6.	139,67	132,01	5,8	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
7.	137,44	130,24	5,5	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
8.	137,31	130,02	5,6	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
9.	138,31	130,85	5,7	0,0	0,0	0	0	pukotine u gaznom sloju i uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
10.	140,01	132,39	5,8	0,0	0,0	0	0	pukotine u gaznom sloju i uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
Average			5,7		0,0		0	

U trećoj tablici se nalaze rezultati ispitivanja Bjelin herringbone 4 dana u sušioniku na 60 °C sa širinom gaznog sloja 69 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja, a gubitak mase nakon sušenja u prosjeku iznosi 4.9%.

Tablica 5. Rezultati ispitivanja Bjelin herringbone -4 dana u sušioniku.

Bjelin herringbone (BHS) - 4 dana sušionik 60 °C					širina gaznog sloja:		69	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon starenja (g)	Gubitak mase (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
				Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	79,34	75,73	4,8	0,0	0,0	0	0	-
2.	78,56	75,01	4,7	0,0	0,0	0	0	-
3.	78,70	75,11	4,8	0,0	0,0	0	0	-
4.	79,97	76,24	4,9	0,0	0,0	0	0	-
5.	79,38	75,68	4,9	0,0	0,0	0	0	-
6.	79,95	76,18	4,9	0,0	0,0	0	0	-
7.	80,32	76,53	5,0	0,0	0,0	0	0	-
8.	82,75	78,90	4,9	0,0	0,0	0	0	-
9.	82,99	79,12	4,9	0,0	0,0	0	0	-
10.	82,38	78,55	4,9	0,0	0,0	0	0	-
Average			4,9		0,0		0	

U četvrtoj tablici se nalaze rezultati ispitivanja Pan parketa 4 dana u sušioniku na 60 °C sa širinom gaznog sloja 206 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja, ali je javlja uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju. Gubitak mase nakon sušenja u prosjeku iznosi 7.1%.

Tablica 6. Rezultati ispitivanja Pan parket -4 dana u sušioniku.

Pan parket (PPS) - 4 dana sušionik 60 °C						širina gaznog sloja:	206	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon starenja (g)	Gubitak mase (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
				Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	140,96	132,21	6,6	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
2.	134,41	125,77	6,9	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
3.	141,54	131,61	7,5	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
4.	136,03	127,12	7,0	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
5.	140,09	130,24	7,6	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
6.	134,81	126,16	6,9	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
7.	136,77	127,40	7,4	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
8.	139,51	129,86	7,4	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
9.	140,70	131,47	7,0	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
10.	138,97	129,73	7,1	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
Average			7,1		0,0		0	

U petoj tablici se nalaze rezultati ispitivanja Oraj (OS) 4 dana u sušioniku na 60 °C sa širinom gaznog sloja 120 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja, a gubitak mase nakon sušenja u prosjeku iznosi 6.8%.

Tablica 7. Rezultati ispitivanja Oraj -4 dana u sušioniku.

Oraj (OS) - 4 dana sušionik 60 °C						širina gaznog sloja:	120	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon starenja (g)	Gubitak mase (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
				Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	84,71	79,46	6,6	0,0	0,0	0	0	-
2.	90,00	84,25	6,8	0,0	0,0	0	0	-
3.	85,56	80,16	6,7	0,0	0,0	0	0	-
4.	80,74	75,62	6,8	0,0	0,0	0	0	-
5.	83,07	77,85	6,7	0,0	0,0	0	0	-
6.	78,78	73,63	7,0	0,0	0,0	0	0	-
7.	79,94	74,84	6,8	0,0	0,0	0	0	-
8.	86,00	80,62	6,7	0,0	0,0	0	0	-
9.	83,41	78,07	6,8	0,0	0,0	0	0	-
10.	87,49	81,93	6,8	0,0	0,0	0	0	-
Average			6,8		0,0		0	

5.2. AT2- IZLAGANJE PROBA U KLIMA KOMORI-REZULTATI

Nakon izlaganja uzoraka u klima komori pri RH 95% relativne vlažnosti zraka i stalnoj temperaturi od 23 ± 2 °C U nisu vidljivi znakovi delaminacije gaznog sloja, ali je -došlo do određenih deformacija u gornjoj platici i cijelog elementa.

Prva tablica prikazuje Bjelin one strip u klima komori, sušioniku sa širinom gaznog sloja 200 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Gubitak mase vlaženja u prosjeku iznosi -7.1%, dok je gubitak mase nakon sušenja 5.9%

Tablica 8. Rezultati ispitivanja Bjelin one strip -klima komora, sušionik.

Bjelin one strip (BOK) - Klima komora, sušionik								širina gaznog sloja:	200	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	147,44	158,67	138,89	-7,1	6,2	0,0	0,0	0	0	-
2.	144,22	155,81	136,43	-7,4	5,7	0,0	0,0	0	0	-
3.	145,91	157,66	138,07	-7,5	5,7	0,0	0,0	0	0	-
4.	150,9	162,32	142,3	-7,0	6,0	0,0	0,0	0	0	-
5.	148,7	159,98	140,17	-7,1	6,1	0,0	0,0	0	0	-
6.	157,75	169,08	148,96	-6,7	5,9	0,0	0,0	0	0	-
7.	148,43	159,67	139,89	-7,0	6,1	0,0	0,0	0	0	-
8.	146,81	157,88	139,02	-7,0	5,6	0,0	0,0	0	0	-
9.	145,33	156,63	137,54	-7,2	5,7	0,0	0,0	0	0	-
10.	146,87	158,18	138,66	-7,2	5,9	0,0	0,0	0	0	-
Average				-7,1	5,9		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Bjelin three u klima komori, sušioniku sa širinom gaznog sloja 200 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali je došlo do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju kod svih deset uzoraka. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -7.2%, dok je gubitak mase nakon sušenja 5.4%.

Tablica 9. Rezultati ispitivanja Bjelin three strip -klima komora, sušionik.

Bjelin three strip (BTK) - Klima komora, sušionik								širina gaznog sloja:	200	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	143,02	154,15	135,26	-7,2	5,7	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
2.	138,15	149,27	130,7	-7,4	5,7	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
3.	134,89	146,3	127,61	-7,8	5,7	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
4.	131,33	142,53	124,41	-7,9	5,6	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
5.	134,55	145,2	127,7	-7,3	5,4	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
6.	131,96	141,87	125,29	-7,0	5,3	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
7.	137,80	147,67	131,07	-6,7	5,1	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
8.	143,86	154,31	136,97	-6,8	5,0	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
9.	139,10	149,14	132,25	-6,7	5,2	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
10.	135,88	145,83	129	-6,8	5,3	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
Average				-7,2	5,4		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Bjelin herringbone u klima komori, sušioniku sa širinom gaznog sloja 69 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali je došlo do blagog savijanje HDF-a u peru kod svih deset uzoraka. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -5%, dok je gubitak mase nakon sušenja 3.9%.

Tablica 10. Rezultati ispitivanja Bjelin herringbone -klima komora, sušionik.

Bjelin herringbone (BHK) - Klima komora, sušionik								širina gaznog sloja:	69	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	82,88	86,64	79,77	-4,3	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
2.	82,68	86,60	79,58	-4,5	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
3.	80,12	83,54	77,12	-4,1	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
4.	80,28	83,72	77,26	-4,1	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
5.	81,47	85,37	78,36	-4,6	4,0	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
6.	81,02	85,75	77,99	-5,5	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
7.	82,47	87,41	79,34	-5,7	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
8.	85,75	90,93	82,51	-5,7	3,9	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
9.	85,38	90,68	82,09	-5,8	4,0	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
10.	85,82	90,97	82,48	-5,7	4,0	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
Average				-5,0	3,9		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Pan parket (PPK) u klima komori, sušioniku sa širinom gaznog sloja 206 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali se javlja koritavost kod svih deset ispitnih uzoraka, dok je kod drugog i šestog uzorka došlo do delaminacije furnira. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -7.7%, dok je gubitak mase nakon sušenja 6.2%.

Tablica 11. Rezultati ispitivanja Pan Parket -klima komora, sušionik.

Pan parket (PPK) - Klima komora, sušionik								širina gaznog sloja:	206	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	141,65	153,18	133,99	-7,5	5,7	0,0	0,0	0	0	koritavost
2.	138,99	150,41	130,96	-7,6	6,1	0,0	0,0	0	0	koritavost i delaminacija furnira
3.	137,12	148,40	129,32	-7,6	6,0	0,0	0,0	0	0	koritavost
4.	149,96	161,68	141,45	-7,2	6,0	0,0	0,0	0	0	koritavost
5.	144,63	156,45	136,52	-7,6	5,9	0,0	0,0	0	0	koritavost
6.	146,88	159,14	138,37	-7,7	6,2	0,0	0,0	0	0	koritavost i delaminacija furnira
7.	150,45	162,73	141,42	-7,5	6,4	0,0	0,0	0	0	koritavost
8.	141,03	153,03	132,44	-7,8	6,5	0,0	0,0	0	0	koritavost
9.	146,91	159,42	137,92	-7,8	6,5	0,0	0,0	0	0	koritavost
10.	146,12	158,90	137,09	-8,0	6,6	0,0	0,0	0	0	koritavost
Average				-7,7	6,2		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Oraj (OK) u klima komori, sušioniku sa širinom gaznog sloja 120 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali se javlja koritavost kod svih deset ispitnih uzoraka, dok je kod 5., 6., 7., 8. i 9. uzorka došlo do pukotine u gaznom sloju. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -8.4%, dok je gubitak mase nakon sušenja 6.3%.

Tablica 12. Rezultati ispitivanja Oraj -klima komora, sušionik.

Oraj (OK) - Klima komora, sušionik								širina gaznog sloja:	120	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	82,91	90,28	78,14	-8,2	6,1	0,0	0,0	0	0	koritavost
2.	77,46	84,41	72,70	-8,2	6,5	0,0	0,0	0	0	koritavost
3.	80,97	88,71	76,42	-8,7	6,0	0,0	0,0	0	0	koritavost
4.	85,01	93,05	79,72	-8,6	6,6	0,0	0,0	0	0	koritavost
5.	83,02	91,20	78,23	-9,0	6,1	0,0	0,0	0	0	koritavost, pukotine u gaznom sloju
6.	83,30	90,89	78,15	-8,4	6,6	0,0	0,0	0	0	koritavost, pukotine u gaznom sloju
7.	86,41	94,08	81,21	-8,2	6,4	0,0	0,0	0	0	koritavost, pukotine u gaznom sloju, delaminacija furnira
8.	85,44	93,15	80,34	-8,3	6,3	0,0	0,0	0	0	koritavost, pukotine u gaznom sloju
9.	92,70	100,63	87,24	-7,9	6,3	0,0	0,0	0	0	koritavost, pukotine u gaznom sloju
10.	84,93	92,46	79,93	-8,1	6,3	0,0	0,0	0	0	koritavost
Average				-8,4	6,3		0,0		0	

5.3. AT3- POTAPANJE U SPREMNIKU S VODOM-REZULTATI

Kod mokrih uvjeta (potapanje u spremniku s vodom) došlo je do djelomične delaminacije ali samo kod Pan parketa. Kod ostalih uzoraka većinom se javlja koritavost, blago savijanje i uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju.

Prva tablica prikazuje Bjelin one strip u vodi 6h te zatim u sušioniku. Kod nijednog uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnica gaznog sloja kao ni do delaminacije gaznog sloja, ali se javlja koritavost kod svih ispitnih uzoraka. Gubitak mase nakon vlaženja u prosjeku iznosi -22.1%, dok je gubitak mase nakon sušenja 5.3%.

Tablica 13. Rezultati ispitivanja Bjelin one strip -voda 6h, sušionik.

Bjelin one strip (BOM) - Voda 6h, sušionik								širina gaznog sloja:	200	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	151,04	194,27	143,45	-22,3	5,3	0,0	0,0	0	0	koritavost
2.	147,96	196,79	140,46	-24,8	5,3	0,0	0,0	0	0	koritavost
3.	149,81	197,3	142,21	-24,1	5,3	0,0	0,0	0	0	koritavost
4.	154,78	189,74	147,07	-18,4	5,2	0,0	0,0	0	0	koritavost
5.	149,8	188,96	142,34	-20,7	5,2	0,0	0,0	0	0	koritavost
Average				-22,1	5,3		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Bjelin three u mokrim uvjetima 6h te zatim u sušionikz sa širinom gaznog sloja 200 mm. Kod nijednog od 10 uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali je došlo do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju kod svih ispitanih uzoraka. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -20.9%, dok je gubitak mase nakon sušenja 5.3%.

Tablica 14. Rezultati ispitivanja Bjelin three strip -voda 6h, sušionik.

Bjelin three strip (BTM) - Voda 6h, sušionik								širina gaznog sloja:	200	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	136,19	175,13	129,09	-22,2	5,5	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
2.	138,25	173,45	131,38	-20,3	5,2	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
3.	131,18	166,8	124,5	-21,4	5,4	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
4.	143,00	179,06	135,73	-20,1	5,4	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
5.	136,42	171,42	129,62	-20,4	5,2	0,0	0,0	0	0	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
Average				-20,9	5,3		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Bjelin herringbone u mokrim uvjetima 6h a zatim u sušioniku sa širinom gaznog sloja 69 mm. Kod nijednog od uzoraka nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali je došlo do blagog savijanje HDF-a u peru kod svih uzoraka. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -6%, dok je gubitak mase nakon sušenja 4.4%.

Tablica 15. Rezultati ispitivanja Bjelin herringbone -voda 6h, sušionik.

Bjelin herringbone (BHM) - Voda 6h, sušionik								širina gaznog sloja:	69	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	78,81	83,48	75,51	-5,6	4,4	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
2.	83,59	89,64	80,07	-6,7	4,4	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
3.	82,72	87,91	79,27	-5,9	4,4	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
4.	82,92	88,38	79,42	-6,2	4,4	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
5.	83,42	88,53	79,92	-5,8	4,4	0,0	0,0	0	0	blago savijanje HDF-a u peru
Average				-6,0	4,4		0,0		0	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Pan parketa (PPK) u vodi 6h a zatim u sušioniku sa širinom gaznog sloja 206 mm. Kod svih ispitanih uzoraka u ovim uvjetima došlo je do delaminacije gaznog sloja kao i do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -17.7%, dok je gubitak mase nakon sušenja 6.2%.

Tablica 16. Rezultati ispitivanja Pan parket -voda 6h, sušionik.

Pan parket (PPM) - Voda 6h, sušionik								širina gaznog sloja:	206	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	155,39	185,62	146,32	-16,3	6,2	0,0	60,0	0	30	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
2.	140,04	167,88	131,81	-16,6	6,2	0,0	12,3	0	6	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
3.	152,51	185,03	143,66	-17,6	6,2	6,4	92,8	3	46	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
4.	146,04	179,28	137,61	-18,5	6,1	0,0	135,9	0	68	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
5.	147,48	182,84	138,91	-19,3	6,2	55,9	176,4	28	88	uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju
Average				-17,7	6,2		54,0		27	

U ovoj tablici se nalaze rezultati Oraj (OK) u vodi a zatim u sušioniku sa širinom gaznog sloja 120 mm. Kod svih ispitanih uzoraka u ovim uvjetima došlo je do do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, delaminacije gaznog sloja kao i do koritavosti. Prosječan gubitak mase nakon vlaženja iznosi -17.3%, dok je gubitak mase nakon sušenja 5.7%

Tablica 17. Rezultati ispitivanja Oraj -voda 6h, sušionik.

Oraj (OM) - Voda 6h, sušionik								širina gaznog sloja:	120	mm
Boj uzorka	Masa prije starenja (g)	Masa nakon vlaženja (g)	Masa nakon sušenja (g)	Gubitak mase nakon vlaženja (%)	Gubitak mase nakon sušenja (%)	Raslojena duljina sljubnice gaznog sloja (mm)		Delaminacija gaznog sloja (%)		Napomena
						Strana A	Strana B	Strana A	Strana B	
1.	79,55	96,67	75,14	-17,7	5,9	0,0	0,0	0	0	koritavost, pukotine u gaznom sloju
2.	86,72	106,19	82,07	-18,3	5,7	11,2	0,0	6	0	koritavost
3.	80,05	98,73	75,80	-18,9	5,6	13,2	0,0	7	0	koritavost
4.	83,26	100,72	78,75	-17,3	5,7	0,0	0,0	0	0	koritavost
5.	90,35	105,26	85,54	-14,2	5,6	0,0	0,0	0	0	koritavost
Average				-17,3	5,7		2,4		1	

6. USPOREDBA REZULTATA ISPITIVANJA HRN EN 17456:2021 I ANSI-HPVA EF

Pri ispitivanju pomoću ANSI metode test delaminacije vršio se u 3 ciklusa na istoj vrsti uzoraka kao i kod ispitivanja HRN EN 17456:2021 s tri metode starenja. Dobivši rezultate imamo uvid u različite vrijednosti međuslojne čvrstoće. Uzorak koji je se najbolje pokazao kod ispitivanja ANSI metodom je Herringbone višeslojni parket s srednjicom od HDF ploče. Ukazao je na kvalitetan lijepljeni spoj i zadovoljavajuću međuslojnu čvrstoću te nije bilo znakova delaminacije. Čvrstoća lijepljenog spoja ne ovisi isključivo o ljepilu nego i o kvaliteti izrade višeslojnih podnih obloga te o kvaliteti slojeva unutar parketa. Isto tako trebamo uzeti u obzir da ANSI test nije primjeren za proizvode u čijoj se izradu rabi PVAc ljepilo, kao ni potapanje u vodu kod treće metode starenja AT3 kod ispitivanja HRN EN 17456:2021. Većina uzoraka koji su ispitani s tri metode starenja (AT1, AT2 i AT3) pokazali su zadovoljavajuću čvrstoću lijepljenog spoja uz manje deformacije i promjene oblika te masa nakon vlaženja i sušenja. Jedini uzorak kod kojeg je došlo do delaminacije i uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju je Pan parket (hrastov višeslojni parket sa srednjicom od četinjača). Svi uzorci osim jednog su prošli ispitivanje HRN EN 17456:2021. Pri ANSI testu ispitivanja dvije od pet vrsta uzoraka su prošle 3 ciklusa testa delaminacije, za razliku od ispitivanja HRN EN 17456:2021 gdje su svi uzorci osim jednog prošli sve tri metode starenja. Iz toga zaključujemo da je se ANSI test delaminacije pokazao zahtjevan po uzorke.

7. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu uzorci višeslojnog parketa ispitivani su prema HRN EN 17456 normi koja utvrđuje ispitnu metodu za određivanje delaminacije gaznog sloja. Uzorke smo ispitivali pomoću tri tretmana starenjem a pokazali su zadovoljavajuća svojstva lijepljenog spoja kod sva tri uvjeta. Do delaminacije je došlo samo kod zadnjeg tretmana starenja (AT3- Potapanje u spremniku) kod ispitanog uzorka Pan parketa, s time da je očekivano jer PVAc ljepilo i nije namijenjeno za takve uvijete. Iz ovih rezultata zaključujemo da ispitivanje prema HRN EN 17456 s tri metode starenja (AT1, AT2 i AT3) nije toliko zahtjevno po uzorke kao ANSI metoda.

Prvoispitani hrastov parket sa srednjicom od četinjače koji je lijepljen PVAc ljepilom Bjelin one strip (BO) u prvoj klimi AT1 u sušioniku nema većih promjena kod nijednog od 10 uzoraka. Nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Isto tako kod izlaganja uzorka drugoj ispitnoj metodi AT2 ne dolazi do deformacija ni do raslojavanja parketa. AT3 metodom starenja u uvjetima u vodi svih 10 uzoraka Bjelin one strip parketa se korita ali ne dolazi do raslojavanja to jest do delaminacije.

Kod ispitivanja Bjelin three strip višeslojnog parket sa srednjicom od četinjača dolazi do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju kod svih uzoraka, a kod zadnja dva uzorka i do pukotina u gaznom sloju u prvom AT1 tretmanu u sušioniku. Kod izlaganja uzorka Bjelin three drugom tretmanu AT2 u klimatskoj komori s RH 95 % te sušenju došlo je do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju kod svih deset uzoraka ali ne i do delaminacije. U zadnjem AT3 izlaganju uzorka tretmanu u vodi javlja se raslojavanja između lamela u gaznom sloju kod svih ispitanih uzoraka.

Bjelin herringbone (BHM) višeslojni parket sa srednjicom od MDF ploče u uvjetima kod prve metode starenja AT1 ostaje nepromijenjen to jest ne dolazi do delaminacije. Kod druge ispitne metode starenja AT2 javlja se blago savijanje HDF-a u peru kod svih deset uzoraka ali ne i raslojavanje. Tijekom ispitivanja AT3 metodom nije došlo do raslojavanja duljina sljubnice

gaznog sloja, kao ni do delaminacije gaznog sloja. Ali je došlo do blagog savijanje HDF-a u peru kod svih uzoraka.

Pan parket sa srednjicom od četinjače koji je lijepljen PVAc ljepilom već kod prvog tretmana AT1 u sušioniku doživljava uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju. Ispitivanjem AT2 metodom starenja u klima komori Pan parket uzorci se koritaju. Dok kod treće metode starenja AT3 dolazi opet do uzdužno raslojavanje između lamela u gaznom sloju ali i do delaminacije gaznog sloja kao i do uzdužnog raslojavanja između lamela u gaznom sloju.

Oraj (OM) višeslojni hrastov parket sa srednjicom od četinjače u uvjetima kod prve metode starenja AT1 ostaje nepromijenjen to jest ne dolazi do delaminacije. Kod druge i treće ispitne metode starenja (AT2 i AT3) javljaju se koritavost i pukotine u gaznom sloju kod svih uzoraka.

8. LITERATURA

1. Špoljarić, Z., 1987: Anatomija drva. Šumarski fakultet, Zagreb.
2. Hasan, M., 2017: Ekološki aspekti zaštite drva: Šumarski fakultet, Zagreb
3. Turkulin, H., 2018: Funkcijske značajke i uvijeti uporabne
4. American National Standard For Engineered Wood Flooring (ANSI-HPVA EF) Hardwood Plywood & Veneer Association, DBA Decorative Hardwoods, 2012.
5. Association, HRN EN 17456: Drvene podne obloge i parket – Određivanje delaminacije gaznog sloja višeslojnih elemenata -- Metoda ispitivanja. Hrvatski Zavod za Norme, 2021.
6. Mihulja, G., Općenito o ljepilima
7. Laboratorij za drvo u graditeljstvu., (2022:) Radna uputa za ispitivanje delaminacije višeslojnih podova - Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu
8. Maršić, V., 2020: Čvrstoća lijepljenog spoja višeslojnih podnih elemenata. Diplomski rad. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu

POPIS SLIKA

1. Slika 1. Višeslojni parket

(<https://www.valles.si/gotovi-parket>)

2. Slika 2. Dvoslojni parket

(IZVOR: <https://www.lamar-parket.com/tehnicki-opis/>)

3. Slika 3. Troslojni parket

(IZVOR:https://www.google.com/search?q=dvoslojni+parketi+slojevi&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwia4Nm5oI34AhWN_CoKHfYfgCacQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgsrc=Q8MajNneDXKM4M)

4. Slika 4. Prikaz lijepljenog spoja

(IZVOR: prezentacija „Općenito o ljepilima“, Goran Mihulja)

5. Slika 5. Shematski prikaz izrezivanja ispitne probe na duljinu od 100 mm (A)

(IZVOR: radna uputa za ispitivanje delaminacije višeslojnih podova)