

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Metod PETERLIN

**IZBIRA PRIMERNEGA PREMAZNEGA SISTEMA ZA OBDELAVO
OKEN IZ SMREKOVINE IN IZ LESA MERANTIJA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**SELECTION OF A SUITABLE COATING SYSTEM FOR TREATING
WINDOWS MADE OF SPRUCE AND MERANTI WOOD**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Oddelku za lesarstvo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Podjetje Okna Kli Logatec, d.o.o. je pripravilo vzorce, ki smo jih preizkušali.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval:
prof. dr. Marko Petrič – mentor,
dr. Matjaž Pavlič - somentor in
izr. prof. dr. Milan Šernek - recenzent.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Metod Peterlin

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 630*829.19.0.694.6
KG	les/premazi/prekrivni pigmentirani/lazura/zlepljanje/beli motni madeži/kredanje
AV	PETERLIN, Metod
SA	PETRIČ, Marko (mentor)/PAVLIČ, Matjaž (somentor)/ŠERNEK Milan (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2012
IN	IZBIRA PRIMERNEGA PREMAZNEGA SISTEMA ZA OBDELAVO OKEN IZ SMREKOVINE IN IZ LESA MERANTIJA
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VIII, 55 str., 15 pregl., 26 slik, 22 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Okna so med uporabo zelo izpostavljena vremenskim dejavnikom (dež, sonce), zato je pravilna izbira kakovostnega premaznega sistema pri izdelavi oken ključnega pomena. Testirali smo premazna sredstva 4 različnih proizvajalcev. Ugotavljali smo odpornost lazurnih in prekrivnih pigmentiranih premazov na smrekovini in na lesu merantija proti zlepljanju, nastajanju svetlih belkastih madežev pri izpostavitvi vodi ter njihovo nagnjenost h kredanju zaradi staranja. Ugotovili smo, da niti eden od testiranih premazov ni v celoti zadostil pričakovanim zahtevam, tako da bo proizvajalec oken pri izbiri premaza moral sprejeti kompromisno odločitev.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 630*829.19.694.6
CX wood/coating/opaque/pigmented/stain/stackability/stain/chalking
AU PETERLIN, Metod
AA PETRIČ, Marko (supervisor)/PAVLIČ, Matjaž (co-advisor)/ŠERNEK Milan (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2012
TI SELECTION OF A SUITABLE COATING SYSTEM FOR TREATING WINDOWS MADE OF SPRUCE AND MERANTI WOOD
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO VIII, 55 p., 15 tab., 26 fig, 22 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Once wood windows are installed, they are highly exposed to weathering (rain, sun); therefore, the correct choice of a quality wood coating system at the window manufacturing is of a key importance. We tested coatings of 4 different manufacturers. We determined the resistance of stains and opaque pigmented coatings on spruce and meranti wood for stackability, against the formation of bright whitish spots upon exposure to water and their tendency to chalk with age. We found out that none of the tested coatings fully met the selected requirements, hence the window manufacturer will have to accept a compromise at a coating selection.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic.....	VII
Kazalo slik.....	VIII
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA.....	2
1.2 CILJI NALOGE	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE.....	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SPLOŠNO O LESENIH OKNIH	3
2.1.1 Okna Kli Logatec, d.o.o.	3
2.2 ZAŠČITA LESA.....	4
2.2.1 Površinska zaščita lesa	4
2.2.1.1 Lak emajli.....	5
2.2.1.2 Premazi.....	6
2.2.1.3 Lazure.....	6
2.3 BARVA PREMAZA	7
3 EKSPERIMENTALNI DEL	9
3.1 MATERIALI.....	9
3.1.1 Meranti	10
3.1.2 Smrekovina.....	10
3.2 PREMAZNA SREDSTVA	11
3.2.1 Adler	11
3.2.2 Renner.....	12
3.2.3 Teknos	13
3.2.4 Sigma.....	13
3.3 METODE.....	14
3.3.1 Določanje odpornosti proti zlepljanju	14
3.3.1.1 Opis eksperimentalne izvedbe testa za določanje odpornosti proti zlepljanju.....	17
3.3.2 Ugotavljanje nastanka svetlih lis na premazanih površinah.....	20
3.3.3 Določanje debeline filma.....	21
3.3.4 Merjenje barve.....	22
3.3.5 Merjenje sijaja	24

3.3.5 Ugotavljanje kredanja.....	24
3.3.6 Umetno pospešeno staranje	25
4 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	27
4.1 ODPORNOST PROTI ZLEPLJANJU	27
4.2 POJAVLJANJE SVETLIH LIS (»BELITVE«) PO IZPOSTAVITVI PREMAZNIH SISTEMOV VLAGI.....	37
4.3 DEBELINA FILMA.....	44
4.4 VPLIV UMETNEGA POSPEŠENEGA STARANJA NA BARVO IN SIJAJ	46
4. 5 KREDANJE	49
4. 6 OCENA POTRDITVE ALI ZAVRNITVE POSTAVLJENIH HIPOTEZ.....	50
5 SKLEPI.....	52
6 POVZETEK.....	53
7 VIRI.....	54
ZAHVALA.....	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Predpisani tlaki obremenitve (ρ)	16
Preglednica 2: Dimenzije vzorca in potrebne mase uteži	16
Preglednica 3: Pogoji izpostavitve, za ocenjevanje zlepljanja	16
Preglednica 4: Odpornost proti zlepljanju, 24 ur po nanosu, pri $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	28
Preglednica 5: Ocene odpornosti proti zlepljanju, 24 ur po nanosu, pri $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	31
Preglednica 6: Rezultati zlepljanja, 90 dni po nanosu, pri $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	35
Preglednica 7: Rezultati zlepljanja, 90 dni po nanosu, pri $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	36
Preglednica 8: Ocena nastanka svetlih mlečno-belkastih lis, pri premazu I. proizvajalca.....	38
Preglednica 9: Ocena belitve/mlečnosti, pri premazu II. proizvajalca.....	39
Preglednica 10: Ocena belitve/mlečnosti, pri premazu III. proizvajalca.....	40
Preglednica 11: Ocena belitve/mlečnosti, pri premazu IV. proizvajalca	41
Preglednica 12: Debelina utrjenih filmov (μm).....	45
Preglednica 13: Barva premazov na smrekovini in na lesu merantija, pred umetnim pospešenim staranjem in po njem.....	48
Preglednica 14: Sijaj površinsko obdelane smrekovine in lesa merantija pred umetnim pospešenim staranjem in po njem.....	48
Preglednica 15: Ocena kredanja na osnovi meritev barve pred umetnim pospešenim staranjem in po njem.....	50

KAZALO SLIK

Slika 1: Les meranti (Teknos trgovina z barvami d.o.o., 2010).....	10
Slika 2: Smrekovina (Taborniki II. SNOUB Ljubo Šercer, 2009).....	11
Slika 3: Priprava vzorcev na preizkus odpornosti proti zlepljanju.....	18
Slika 4: Preizkus odpornosti proti zlepljanju pri temperaturi 23 °C.....	19
Slika 5: Preizkus odpornosti proti zlepljanju pri povišani temperaturi 50 °C	19
Slika 6: Priprava vzorcev za ocenjevanje nastajanja svetlih lis zaradi izpostavitve vlagi	20
Slika 7: Ugotavljanje nastajanja svetlih lis: smrekovina, premazana z lazuro (zgoraj) in s prekrivno barvo (spodaj).....	21
Slika 8: Stereo mikroskop za merjenje debeline filma	22
Slika 9: Sistem CIELAB (Korak, 2008).....	23
Slika 10: Naprava za merjenje barve-kolorimeter	23
Slika 11: Instrument za merjenje sijaja	24
Slika 12: Komora za umetno pospešeno staranje, z vzorci	26
Slika 13: Rezultati določanja odpornosti proti zlepljanju po 24 urah, T = 23 °C (smrekovina, premazana z lazuro).....	30
Slika 14: Rezultati določanja odpornosti proti zlepljanju po 24 urah, pri T = 23 °C (smrekovina, prebarvana s prekrivnim premazom)	30
Slika 15: Rezultati testa odpornosti proti zlepljanju lesa merantija, prebarvanega s prekrivnim premazom, po 24 urah pri T = 50 °C.....	32
Slika 16: Rezultati testa za določanje odpornosti proti zlepljanju lesa merantija, premazanega z lazuro, po 24 urah pri T = 50 °C.....	33
Slika 17: Primerjava ocen odpornosti proti zlepljanju	33
Slika 18: Ocena deformacij po razdružitvi.....	34
Slika 19: Ocene nastajanja belih lis na smrekovini in lesu merantija. Na sliki so prikazana povprečja rezultatov za lazuro in prekrivni premaz.....	42
Slika 20: Ocene nastajanja svetlih lis na lazurnem in na pokrivnem premazu. Prikazana so povprečja rezultatov, ki smo jih dobili pri smrekovini in pri lesu merantija.....	42
Slika 21: Povprečna ocena belitve/mlečnosti.....	43
Slika 22: Svetli madeži na smrekovini in lesu merantija, premazanem z lazuro, po dveh dneh.....	43
Slika 23: Svetli madeži na lesu smreke in merantija, premazanem s pokrivno barvo, po dveh dneh.....	44
Slika 24: Debelina utrjenih filmov	46
Slika 25: Ocena kredanja pri testu s papirnato brisačo, na osnovi meritev barve	50

1 UVOD

Les je naravna surovina, ki nas obdaja v vsakdanjem življenju. Je eden izmed redkih virov, ki se obnovljajo sami. S predelavo lesa dobimo veliko raznovrstnih, takih in drugačnih izdelkov. Med najpomembnejše sodi pohištvo, ki je sestavni del vsakega bivalnega prostora: vrata, okna, stoli, klopi, omare, postelje. Veliko se ga uporablja tudi za razne druge namene, kot so športna igrala in orodja. V zadnjem času pa se tudi spodbuja gradnja pasivnih varčnih hiš, katerih glavni gradbeni element je les.

Premazna sredstva zaščitijo les predvsem površinsko. Seveda je potrebno les pred nanašanjem premaza ustrezno obdelati, da barva oziroma premaz bolje prodre v les. Kot osnovo se uporablja biocidna impregnacija, ki je običajno brez barve. Impregnacija delno zaščiti les pred živimi organizmi. Na površinsko impregniran les nato nanašamo barvo ali premaz, lahko pa je pred tem nanesen še vmesni sloj, ki ravno tako nudi zaščito pred biotskimi dejavniki. Premaz lahko nanašamo s čopičem, lahko ga nanašamo s potapljanjem ali z brizganjem. Debeloslojni prekrivni premaz je premaz, s katerim popolnoma prekrijemo lesno teksturo in s tem tudi zakrijemo razne nepravilnosti v lesu. Debeloslojni premaz oziroma barva je lahko v različnih barvnih odtenkih. Premaz zaščiti les pred vremenskimi vplivi, predvsem pred vodo in sončno svetlobo. Debeloslojna lazura je ravno tako debeloslojni premaz, a ni nujno, da popolnoma prekrije lesno teksturo. Lahko je popolnoma brezbarvna, torej brez pigmentov, ki ne nudi tako dobre zaščite pred sončno svetlobo ali pa je pigmentirana, s čemer izkazuje učinkovitejšo zaščito.

Zaščita lesa pa ni trajna. Premazan izdelek je potrebno obnavljati. Obnova je odvisna od pogojev izpostavitve vremenu in še posebej obsevanja s sončno svetlobo. Zaščiten izdelek s prekrivnim premazom je sicer potrebno obnavljati redkeje kot lazurne premaze, a pri obnovi zaščite je potrebno, če je premazni sloj že močno poškodovan, odstraniti vse sloje premaza in ponovno nanesti vse potrebne plasti premaznega sistema.

Eksperimentalni del naloge je bil izveden v sodelovanju s podjetjem Okna Kli Logatec d.o.o. v Laboratoriju za obdelavo lesnih površin na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Preverjali smo odpornost premaznega sredstva proti nastanku površinskih poškodb utrjenega filma na lesnem izdelku. Premazna sredstva različnih proizvajalcev imajo različne lastnosti in posledično boljše ali slabše zaščitijo les. Les, ki je bil del eksperimentalnega poskusa, je bil sestavni element okenskega okvirja. Stične točke pri odpiranju in zapiranju oken so najbolj obremenjene, zato mora biti zaščita lesa tu še bolj kakovostna in odporna.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Priznanega slovenskega proizvajalca oken v zadnjem času bremenijo reklamacije kupcev v zvezi s površinsko obdelavo. Napake so se pokazale pri odpiranju in zapiranju. Prihaja do zlepljanja lakiranih oziroma barvanih površin med seboj. Prav tako so napake vidne na površini okna, ko le-ta pride v stik z vodo. Pojavijo se svetle lise, tako imenovana »belitev«, ki pa po krajšem času izgine. Prav tako premaz po določenem času začne izgubljati sijaj in se prične luščiti – pojavi se kredanje.

1.2 CILJI NALOGE

Preverili bomo različne kombinacije lesa - podlage in premaznih sistemov za izdelavo stavbnega pohištva. Ugotavljali bomo odpornost proti zlepljanju, spremembe barve – tim. »belitev« ter pojav kredanja - degradacije filma, kar je posledica izpostavitve zunanjim vplivom.

Preverili bomo šestnajst različnih kombinacij lesa in premaznih sistemov. Na podlagi rezultatov bomo predlagali najbolj primerno kombinacijo za pričakovane pogoje izpostavitve.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

- I. Predvidevamo, da bo vsaj eno izmed preizkušenih premaznih sredstev zadostilo vsem pogojem izpostavitve in da se pri izbrani kombinaciji napake zlepljanja, pojava svetlejših lis in kredanja ne bodo pojavljale.
- II. Predvidevamo, da bodo sistemi s smrekovino dali slabše rezultate kot sistemi na lesu merantija.
- III. Predvidevamo, da bo problem zlepljanja bolj izrazit pri prekrivni barvi, kot pa pri debeloslojni lazuri.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SPLOŠNO O LESENIH OKNIH

Okna so sestavni del stavbnega, vgradnega pohištva. Vgrajena so v bivalne objekte, kjer nam zagotavljajo dnevno svetlobo. Služijo za prehod sončne svetlobe v prostor in nam omogočajo prezračevanje prostora. Ob toplejšem vremenu oziroma neposrednem sijanju sonca pa nam tudi ogrevajo bivalni prostor. Po drugi strani pa v slabem vremenu preko oken izgublamo toploto iz prostora. Okna morajo imeti dobro tesnjenje, kar zagotavlja, da ne prihaja do prevelikih izgub pri ogrevanju. Okna so tudi najbolj izpostavljena vremenskim vplivom, zato morajo biti ustrezno površinsko zaščitena. Glavni vzroki, ki vplivajo na hitro propadanje lesa pri oknih so vlaga, dež ter ultravijolični žarki. Zato mora biti les za stavbno pohištvo ustrezno impregniran in premazan, da mu podaljšamo življenjsko dobo. Površinsko jih lahko obdelamo z vrsto različnih premazov. Nekateri premazi popolnoma zakrijejo teksturo lesa, vendar pri teh hitreje pride do odstopanja in luščenja, zato je potrebno premaz pogosteje obnavljati. Druga premazna sredstva, ki ne pokrijejo teksture lesa, delujejo bolj vodoodbojno ter tako kasneje pride do njihovega odstopanja, a po drugi strani sončna svetloba bolj prodira v les in spremeni njegovo barvo.

2.1.1 Okna Kli Logatec, d.o.o.

Okna Kli Logatec, d.o.o., podjetje za izdelovanje stavbnega pohištva, je bilo ustanovljeno leta 1953. Zagotavljajo ponudbo visoko kakovostnega stavbnega pohištva, od svetovanja do strokovne vgradnje in servisiranja. Izdelke izdelujejo iz prvovrstnega izbranega lepljenega lesa.

Glavni proizvod podjetja so okna, izdelujejo pa tudi vhodna vrata in senčila. V ponudbi imajo izdelke iz različnih drevesnih vrst (smreka, macesen, meranti, hrast), ki se razlikujejo po videzu in mehanskih lastnostih.

Izdelujejo lesena okna, PVC okna, alu-les okna ter energetske varčna okna. Vhodna vrata: iz lesa (masivna), iz lesa (moderna) in iz PVC. Izdelujejo še: polkna, rolete, žaluzije in komarnike ter stekla, okovje, pololive in police. Proizvode iz umetnih snovi pa izdelujejo iz profilov proizvajalca Kömmerling iz Nemčije.

Nudijo brezplačno strokovno svetovanje in posredovanje vseh potrebnih informacij za nakup oken in vrat, dostavijo in vgradijo okna ter nudijo vzdrževanje in servis oken med garancijsko dobo in po njenem izteku (Okna Kli Logatec, d.o.o., 2011).

2.2 ZAŠČITA LESA

Vsi stremimo k temu, da bi lahko izdelke iz lesa uporabljali čim dlje, da bi čim dalj časa ohranjali svojo barvo, svojo dekorativnost ter obliko, želimo jim torej podaljšati trajnost ter uporabnost. Da ugodimo vsem tem zahtevam, les zaščitimo z različnimi premaznimi sredstvi.

Les zaradi vplivov vremena - sonca, dežja, snega, vetra, onesnaženega zraka, vlage ... prične hitro propadati. Poškodbe so najprej vidne na površini lesa, pojavijo se razpoke in distorzije, spremeni se mu barva. Premazna sredstva upočasnijo propadanje lesa in mu podaljšajo uporabnost ter poudarijo dekorativno vlogo. Sredstva za zaščito so različna, razlikujejo se po kakovosti, lastnostih ter namembnosti uporabe. Kvalitetno zaščito lesa dosežemo s kombinacijami konstrukcijskih ukrepov, pravilne izbire vrste lesa, učinkovite zaščite pred škodljivci ter dobrega površinskega premaza (Pohleven, 2008).

Izdelke iz lesa lahko zaščitimo s (po Pavlič in Petrič, 2002):

- konstrukcijsko zaščito,
- kemično zaščito ter
- površinsko zaščito.

Konstrukcijska zaščita lesa stremi k temu, da omogoči vodi prost odtok. Potrebno je, da so spoji pravilno oblikovani, robovi ustrezno krojeni, površina mora biti ustrezno obdelana. Konstrukcijska zaščita je povezana s:

- pravilno izbiro vrste lesa ter
- pravilno pripravo lesa.

Les kemično zaščitimo z impregnacijo ali s kakšnim drugim načinom obdelave. Uporabljamo zaščitna sredstva, ki preprečujejo napade oz. okužbe z lesnimi škodljivci in mu tako podaljšamo trajnost. Impregnacijski premazi so osnova za nadaljnjo površinsko obdelavo.

2.2.1 Površinska zaščita lesa

Površinska zaščita oziroma obdelava lesa je zadnja faza izdelave pri proizvodih iz lesa. Postopek površinske zaščite lesa se začne, ko so izpolnjeni vsi pogoji, ki so potrebni za dober oprijem premaznega sredstva (skobljanje, brušenje). Postopek je seveda odvisen od navodil proizvajalca premaza, ki nam mora ob materialu posredovati tudi zaporedje postopkov nanašanja premaznega sredstva. Najprej se les impregnira, lahko z biocidno raztopino, ki les ščiti pred škodljivci. Nato površinsko zaščitimo oziroma obdelamo les z lazurami, brezbarvnimi sredstvi ali prekrivnimi premazi v različnih barvnih niansah. Vremensko najobstojnejši so beli prekrivni in srednje rjavi lazurni premazi. Svetli ter temni lazurni oz. prekrivni premazi so vremensko slabše obstojni in sicer svetlejši zaradi slabega ultravijoličnega filtra, temnejši pa zaradi prevelikega segrevanja med izpostavitvijo sončni svetlobi. Tako ga zaščitimo pred vremenskimi vplivi ter mehanskimi poškodbami, hkrati pa les pridobi tudi estetske lastnosti (Pavlič, 2010).

Zaščita končnega izdelka je odvisna od kvalitete nanosa premaznega sredstva in izpostavljenosti vremenskimi vplivom, barvnega tona ter vzdrževanja površine premaza. Izdelek zaščitimo lahko s premazi za eksterier ter premazi za interier.

Premazna sredstva za eksterier so (Pavlič, 2010):

- biocidna sredstva – zaščita pred organizmi, kemična zaščita,
- premaz emajli - opleski,
- lazure,
- premazi.

Nanašanje premaznih sredstev:

- premazovanje,
- brizganje,
- potapljanje,
- valjanje ter
- oblivanje.

Izbira nanašanja pa je odvisna:

- oblike izdelka,
- vrste premaznega sredstva,
- vrste in vlažnosti podlage,
- kakovosti pripravljene površine,
- kakovosti filma,
- razpoložljivosti opreme,
- izkoristka postopka nanašanja.

2.2.1.1 Lak emajli

So debeloslojno zaščitno premazno sredstvo. Z premaz emajli popolnoma pokrijemo teksturo lesa ter morebitne ostale nepravilnosti. Obstajajo v mnogih barvnih odtenkih – so visoko pigmentirani. Pigmenti so anorganski delci, ki obarvajo premaz. Premaz emajli so prekrivni premazi, kar pomeni, da ultravijolični žarki ne morejo prodreti skozi plast premaza. Opleski so vodoodbojni in imajo nizko prepustnost za vodo. Odporni so proti visokim in nizkim temperaturam. Zaradi nizke prepustnosti za vodo, vlaga v lesu lahko povzroča mehurjenje premaza in s tem odstopanje ter luščenje od podlage. Ko želimo poškodovani premaz obnoviti, ga je potrebno v celoti odstraniti in površino obrusiti ter nato ponovno premazati (Pavlič, 2010).

2.2.1.2 Premazi

Premazi ne prekrijejo teksture lesa, les ohrani naravni videz. Po nanosu tvorijo brezbarven sloj. Premazi so slabo odporni proti vremenskim vplivom, kajti nimajo pigmentov. Imajo pa podobne lastnosti kot premaz emajli.

2.2.1.3 Lazure

Lazurni premazi se uporabljajo za površinsko obdelavo lesenih konstrukcij in elementov, ki so izpostavljeni vremenskim vplivom. Pri premazu z lazuro ostane tekstura lesa vidna, nimajo pigmenta (popolnoma prosojne lazure) ali pa ga vsebujejo zelo malo. S pigmenti opremljeni premazi so lahko brezbarvni ali spreminjajo barvo lesa, a je tekstura lesa še vedno prepoznavna. Od pigmenta je odvisna obstojnost lazure. Pigmenti, ki jih vsebuje lazura, ščitijo les pred ultravijoličnimi žarki oziroma pred posivenjem. Zaščitna sredstva za les, ki jih lazura tudi nekaj vsebuje, ščitijo les pred glivami in insekti. Premazna plast odbija vodo, je prožna in elastična ter omogoča »dihanje«, kar pomeni, da se les krči in nabreka. Lazure so premazi, ki vsebujejo veziva na osnovi alkidnih smol ter oksidativno sušičih olj, naraščajoč pomen pa dobivajo z vodo razredčeni akrilati. Možno jih je tudi redčiti, s toplimi in/ali z vodo, redčeni z vodo so lazurne disperzije. Nanašamo jih lahko s čopičem, potapljanjem ali brizganjem. Pri tem nastane tanek premazni film, ki odbija vodo, prepušča pa vodne hlape (Eckhard in sod., 2008).

Poznanih je več delitev lazur glede na:

- tip veziva :
 - alkidne – na osnovi topil, olja; odporne so proti vremenskim vplivom, imajo nizko prepustnost za vodno paro,
 - akrilne – na vodni osnovi; imajo večjo gostoto in viskoznost, večjo prepustnost za vlago,
 - hibridni sistemi,

- vrsto topila:
 - organska (alkidni in akrilni lazurni premazi in hibridi obeh vrst),
 - vodna (emulzije in disperzije akrilnih smol, vodotopne alkidne smole, hibridni sistemi akrilnih in alkidnih smol),
- debelino suhega filma:
 - impregnacijske – prodirajo globlje, ne tvorijo zaprtega filma, velika paroprepustnost,
 - tankoslojne – lazure za zaščito lesa, lazure z nizko vsebnostjo suhe snovi, film lazure ni zaprt, površina odbija vodo,
 - debeloslojne (»lak lazure«) – zelo nizka paroprepustnost, lazure z višjo viskoznostjo in višjo vsebnostjo suhe snovi, velika debelina filma,
 - prekrivne – popolnoma zakrijejo teksturo lesa, paroprepustne (Pavlič in Mihevc, 2001).

2.3 BARVA PREMAZA

Barve oz. pigmentirani premazi omogočajo dekorativno barvanje površine lesa. Barvo se lahko nanaša na impregnirano ali lakirano površino, lahko pa direktno na lesno površino. Barve po barvni lestvici RAL so razdeljene v devet skupin. V vsaki skupini so različni odtenki (slika 1).



Slika 1: Barvna lestvica RAL (Glin Nazarje, 2007-2012)

Sončna svetloba segreva film premaza in v njem ter v lesu pod njim povzroča različne kemijske spremembe in zato les pod vplivom sončne svetlobe spremeni svojo naravno barvo. Temnejše vrste lesa po izpostavitvi soncu posvetlijo, svetlejšje vrste potemniijo in nato posivijo. Zmanjša se tudi žilavost lesa, postane bolj krhek.

3 EKSPERIMENTALNI DEL

Eksperimentalni del smo izvedli v sodelovanju s podjetjem Okna Kli Logatec, d.o.o. Podjetje izdeluje stavbno pohištvo, njihov najpomembnejši proizvod so okna. Pri izdelkih iz njihove proizvodnje so se pojavile težave pri površinski obdelavi. Prihajalo je do zlepljenja površin pri zapiranju in odpiranju oken. Na površini so se ob stiku z vodo pojavile bele lise, ki po krajšem času izginejo. Površine so po daljšem času izgubile sijaj, pojavilo se je luščenje filma oz. kredanje. Da bi odpravili našteje težave, so se v podjetju obrnili na Univerzo v Ljubljani, Biotehniško fakulteto, Oddelek za lesarstvo, da bi z eksperimentalnim delom ugotovili vzroke težav, ter jih nato tudi odpravili.

Vzorci so bili pripravljani v tovarni Okna Kli Logatec, d.o.o. ter tam tudi površinsko obdelani. Skupno smo imeli 16 vzorcev, po 4 preskušance od vsakega dobavitelja premaza: I., II., III., IV. V vsaki skupini sta bila po dva vzorca obdelana z debeloslojno lazuro in po dva vzorca s pokrivno barvo, na dveh vrsta lesa.

Vsi vzorci, ki smo jih preizkušali, so bili predhodno posušeni na vlažnost, ki je primerna za izdelavo stavbnega pohištva. Le-ta se giblje med 12 % in 15 % ravnovesne vlažnosti lesa. Bili so mehansko obdelani, poskobljani ter obrušeni na ustrezno gladkost površine, tako da so bili pripravljani za nanašanje premaznega sredstva. Premazno sredstvo je bilo naneseno z brizganjem v lakirnih kabinah s pištolo na stisnjen zrak. V slojih: impregnacija, vmesni sloj ter končni nanos pokrivnega premaza oziroma barve. Po nanosu in utrditvi vmesnega sloja in pred nanosom končnega premaza so površino rahlo obrusili, z brusnim sredstvom zrnatosti 180 in 220. Nazadnje so jih prebrizgali s končnim debeloslojnim premazom oziroma s pokrivno barvo. Premazane površine so se sušile na sobni temperaturi, ki se je gibala med 20 °C in 24 °C ter pri relativni zračni vlažnosti med 50 % in 60 %.

Preizkušanje je potekalo v laboratoriju za površinsko obdelavo, na Oddelku za lesarstvo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Vsak teden so v podjetju pripravili serijo štirih vzorcev, obdelanih z premazom drugega dobavitelja. Naslednji dan po izdelavi v podjetju so bili preizkušanci dostavljeni v laboratorij, kjer smo jih pripravili za nadaljnje preizkušanje.

3.1 MATERIALI

Vzorci so bili sestavni elementi okenskega okvirja. Letve iz smrekovega lesa in lesa merantija so imele naslednje dimenzije: dolžina 1250 mm, širina 80 mm, debelina 20 mm. Premazna sredstva za preskuse so dobavili naslednji proizvajalci; Adler, Renner, Teknos

ter Sigma. Od vsakega dobavitelja smo preskusili po dva premazna sistema, debeloslojno lazuro in pokrivno barvo. Skupno je bilo proučevanih 16 vzorcev.

3.1.1 Meranti

Meranti (*Shorea* spp.) je afriški les. Je rdeče rjav lahek in trd les (slika 2), zelo dobro odporen proti vremenskim vplivom, je trajen. Mlada debla so gladka s svetlimi ali temnimi lisami, starejša pa so luskasta in razpokana. Tekstura lesa merantija je precej groba in enakomerna. Zanimiva posebnost lesa meranti je stopnjevanje barve s povečanjem gostote. Stržen je trajen ter zmerno odporen proti glivam in insektom. Svetlo rdeč meranti ima gostoto približno 530 kg/m³, temno rdeč od približno 550 kg/m³ do 700 kg/m³. Les meranti se uporablja za več namenov: za furnir in za vezane plošče, za proizvodnjo pohištva, notranjo opremo ali za okna in vrata. Les je enostaven za obdelavo, oblanje je enostavno in oblana površina je relativno gladka. Temno rdeč meranti je zaradi svojih lastnosti idealen les za okna (Malaysian Timber Council, 1992-2012).



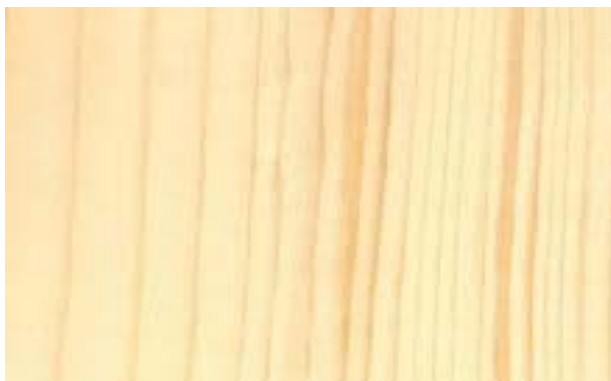
Slika 1: Les meranti (Teknos trgovina z barvami d.o.o., 2010)

3.1.2 Smrekovina

Les smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) je rumenobel s svilnatim leskom (slika 3), ki pa sčasoma potemni. Vsebuje smolne kanale, je razmeroma trden, obdelava smrekovine je enostavna. Beljava in jedrovina se barvno ne ločita. Poskobljan les ima vonj po smoli, pogosto pa se pojavljajo tudi smolni žepki. Njegova gostota je 450 kg/m³. Na splošno je smrekovina mehka, srednje trdna in žilava. Sušenje ne dela večjih težav in po sušenju je les dimenzijsko stabilen. To pomeni, da se le malo krči in nabreka, ko je enkrat posušen. Les ni trajen in ga relativno težko impregniramo (zaščitimo), za mehansko obdelavo pa je smrekovina neproblematična. Smreka je najbolj razširjena drevesna vrsta v naših gozdovih. Ker je smrekovine na zalogi precej, se v praksi pri nas tudi največ uporablja. Glavna prednost smreke je v tem, da ima ravna polnolesna debla, ter da ima dokaj dobro trdnost.

Slabost pa je biološka neodpornost pred insekti in glivami, zato mora biti pri zunanji uporabi pravilno vgrajena in površinsko obdelana (Wikipedija-Smreka, 2011).

Uporaba smrekovega lesa je vsestranska: gradbeni les (to je les, ki se ga uporablja na gradbiščih in za razne gradnje, kot so ostrešja in podobne konstrukcije), stavbno pohištvo (okna in vrata), opaži, pohištvo, stenske in stropne obloge, včasih pa tudi talne, furnir, vezan les, papir.



Slika 2: Smrekovina (Taborniki II. SNOUB Ljubo Šercer, 2009)

3.2 PREMAZNA SREDSTVA

Vzorci iz lesa merantija in smrekovine so v podjetju Okna Kli Logatec, d.o.o. premazali s sredstvi od štirih različnih proizvajalcev premaznih sredstev: Adler (I. proizvajalec), Renner (II. proizvajalec), Teknos (III. proizvajalec) ter Sigma (IV. proizvajalec). Vsakega izmed vzorcev so predhodno impregnirali in površinsko obdelali s sredstvom istega proizvajalca.

3.2.1 Adler

Adler je vodilni avstrijski proizvajalec barv in premazov za zaščito lesa, s tradicijo, ki sega v leto 1934. Njihova trenutna prodaja obsega že 60 % premaznih sistemov na vodni osnovi za pohištveno industrijo. Visoka kakovost in celovito znanje o uporabi premazov so gradniki uspeha podjetja. Največji poudarek dajejo na okolju prijazne izdelke (Adler-Werk Lackfabrik, 2011).

Impregnacija

Vzorci so bili impregnirani s sredstvom na vodni osnovi. Alkidno/akrilna disperzija ščiti les pred modrenjem in drugimi glivami, ni pa odporna proti vremenskim vplivom. Obstojna v več barvah – možna je izbira po barvni lestvici.

Vmesni sloj

Brezbarvni vmesni premaz, ki je bil nanosen na naše preskušance, je dobro vremensko odporen. Ščiti les pred modrenjem in plesnimi. Brezbarven vmesni premaz se nanaša z namakanjem.

Debeloslojna lazura

Izbrana debeloslojna lazura je bila na vodni osnovi, obarvana in sijajna. Zelo dobro je odporna proti vremenskim vplivom in je vodoodbojna. Premaz nanašamo na suh in čist les. Sušenje traja od 3 (suh na dotik) do 12 ur (za nadaljnjo uporabo). Sicer pa je potreben čas sušenja odvisen od: vrste lesa, debeline filma ter temperature. Izogibati se je potrebno sušenju pod neposrednim vplivom sončnih žarkov.

Pigmentiran prekrivni premaz

Druga skupina vzorcev je bila premazana s prekrivnim premazom na vodni osnovi. Nanaša se ga na suh in čist les, brez maščob in voska ter prahu. Barvo izbiramo iz lestvice barvnih odtenkov RAL, mi smo izbrali zeleno barvo.

3.2.2 Renner

Proizvajalec Renner navaja, da so zavezani k proizvodnji najboljših sistemov za premazovanje lesa, na vodni osnovi. Renner je dobavitelj premazov za les iz Italije (Renner Italia, 2011).

Impregnacija

Impregnacijski premaz, ki smo ga uporabili, je bil na vodni osnovi. Impregnacijo se nanaša z namakanjem, na suh in obrušeni les.

Vmesni sloj

Premaz temelji na vodni osnovi. Nima barve in je prosojen. Nanaša se ga z oblivanjem, umakanjem, s čopičem ali brizganjem, na suh in čist les.

Pigmentiran prekrivni premaz

Vodoodporno končno premazno sredstvo nanašamo z brizganjem ali s čopičem, na predhodno zaščiten les z ustreznim vmesnim slojem. Barvo lahko izberemo iz barvne lestvice RAL, mi smo izbrali zeleno barvo.

Prosojni premaz

Vodoodporno prosojno premazno sredstvo proizvajalca Renner je dobro odporno proti različnim vremenskim vplivom. Nanašamo ga z brizganjem ali s pištolo.

3.2.3 Teknos

Skandinavsko podjetje ima več kot 30 letno tradicijo na področju razvoja okolju prijaznih vodnih premaznih sistemov. Teknosova vodilna sila je po njihovih lastnih navedbah v njihovem znanju in dolgoletni tradiciji, vse to pa nadgrajujejo s številnimi novimi spoznanji ter investicijami v razvoj. Izdelki so namenjeni različnim postopkom nanašanja. Izdelujejo vse od tradicionalnih premazov do visoko tehnološko razvitih barv na osnovi epoksidov in poliuretanov. Usmeritev podjetja je stalen razvoj materialov za končne obdelave ob upoštevanju in doseganju mednarodnih okoljevarstvenih standardov (Teknos Group, 2010)

Impregnacija

Za impregnacijo smo uporabili temeljni premaz na osnovi vode, z alkidno/akrilnimi vezivi. Ščiti les pred glivami in plesnijo. Je hitro sušič in dobro penetrira v les. Nanaša se ga z umakanjem ali oblivanjem na čist les, brez prahu. Premaz je brezbarven, z mat sijajem.

Vmesni sloj

Za vmesni sloj smo uporabili vodni premaz z alkidno/akrilnimi vezivi. Se hitro suši, v odvisnosti od količine nanosa in pogojev sušenja. Nanaša se ga z oblivanjem ali potapljanjem. Je v beli barvi ali brezbarven z mat sijajem.

Pigmentiran prekrivni premaz

Prekrivni premaz je debeloslojni premaz na vodni osnovi, ki temelji na akrilnih smolah. Z brizganjem se ga nanaša na predhodno impregniran les. Barvo izbiramo iz barvne lestvice, daje polsijajni izgled, mi smo izbrali zeleno barvo.

Transparentni premaz

Transparentni premaz je bil na vodni osnovi in je kot vezivo vseboval akrilne smole. Se hitro suši, odporen je proti vremenskim vplivom. Nanaša se ga na predhodno impregniran les. Barva je transparentna, s polmat sijajem.

3.2.4 Sigma

Podjetje Sigma je med vodilnimi svetovnimi proizvajalci barv in premazov. Ustanovljeno je bilo leta 1883. Podjetje nudi celovito paleto izdelkov za zaščito in dekorativno

oblikovanje objektov. Z njihovimi premazi in premazi je možno po njihovih navedbah doseči najboljše rezultate, tudi v kritičnih razmerah izpostavitve. Ponujajo obsežno paleto barv po izbiri kupca (Sigma paints, 2011).

Impregnacija

Za impregnacijo smo uporabili alkidno emulzijo na vodni osnovi, ki ščiti les pred trohnenjem in modrenjem. Zagotavlja dober oprijem in globoko prodira v les. Nanaša se ga na suh in čist les. Na voljo je v več barvnih odtenkih.

Vmesni sloj

Kot vmesni sloj smo na preskušance nanegli brezbarvni vmesni premaz za notranjo in zunanjo uporabo. Temelji na kombinaciji akrilne in alkidne smole. Vsebuje absorberje UV svetlobe. Je hitro sušec, nanaša se ga z umakanjem, na čisto in suho podlago.

Pigmetiran prekrivni premaz

Vrhnje premazno sredstvo s pigmentom je visoko elastično, dobro prekriva, izboljša površinsko trdoto in stabilnost lesa. Temelji na disperziji alkidnih smol. Nanaša se ga na suho in čisto podlago, se hitro suši. Na voljo je izbira barv po barvni lestvici RAL, izbrali smo zeleno barvo.

Prosojni premaz

Premaz temelji na akrilnih smolah. Nudi visok sijaj in tvori na površini relativno debelo plast. Lesu izboljša stabilnost, je dobro odporen proti ultravijoličnim žarkom, prepušča vodno paro. Nanaša se ga na čisto in suho podlago, na voljo je v več različnih barvnih odtenkih.

3.3 METODE

Ugotavljali smo odpornost proti zlepljanju, pojavljanje belih lis ob stiku z vodo – tim. »belitev« ter pojav kredanja - degradacije filma, ki je posledica izpostavitve zunanjim vplivom.

3.3.1 Določanje odpornosti proti zlepljanju

Zlepljanje je nezaželen sprijem dveh površin, od katere je vsaj ena premazana s premaznim sredstvom. Evropski komite za standardizacijo oziroma European Committee for Standardization je izdal predlog standarda CEN/TC 139/WG 2 N 658 "Resistance to blocking of paints and vanishes on wood – Blocking", po katerem smo preverjali

odpornost premazanih površin. Preverjali oziroma preizkušali smo, če so premazani preizkušanci obdelani tako, da ne prihaja do zlepljanja dveh premazanih površin pri njihovi ločitvi, oz. da pri ločitvi premazanih površin, ki sta bili v stiku, ne prihaja do nastanka vidnih poškodb premaza. Standard določa, da premazane plošče lesa položimo eno na drugo prečno-prekrižano, nato jih obremenimo ter pod obremenitvijo pustimo za določen čas. Po testni dobi je potrebno previdno odstraniti obremenitev ter plošče ločiti.

Zlepljanje je odvisno od temperature in vlage, pogojev sušenja premazanih površin, debeline filma ter obremenitve.

Standard predpisuje, da se preizkus opravlja pri dveh različnih relativnih vlažnostih. Preizkus moramo izvesti dvakrat, v dveh časovnih obdobjih. Najprej odpornost proti zlepljanju preverimo po 24 urah pri $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ter pri $(50 \pm 5) \%$ relativne vlažnosti nato pa po 120 urah pri $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ter pri $(98 \pm 2) \%$ vlažnosti. Testne vzorce obtežimo glede na gostoto lesa (preglednica 1; tlak 10000 Pa pri gostoti $400 \text{ kg/m}^3 - 600 \text{ kg/m}^3$). Rezultate ocenjujemo glede na zaznan privlak med površinama ter po nastalih spremembah na ločenih površinah (preglednici 2 in 3).

Preglednica 1: Predpisani tlaki obremenitve (ρ)

Tlak-(ρ)*	
ρ_1	10000
ρ_2	28000
ρ_3	po dogovoru

*Maso uporabljenih uteži za doseganje predpisane obremenitve izračunamo po enačbi (1).

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{l^2} \cdot g \cdot 10^3 \approx \frac{m_1 + m_2}{l^2} \cdot 10^4 \quad (1)$$

ρ - tlak (Pa)

m_1 - masa plošč, (g),

m_2 - masa uporabljenih uteži (g),

l - širina (mm) kvadrata prekrivajočih se testnih lističev v stiku,

g - gravitacijski pospešek (približno 10 N/kg).

Preglednica 2: Dimenzije vzorca in potrebne mase uteži

	Tlak (ρ)	Širina (mm)	Kontaktna površina (mm ²)	Masa plošč in uteži m_1+m_2 (kg)
ρ_1	10000	20	400	0,40
		50	2500	2,50
ρ_2	28000	20	400	1,12
		50	2500	7,00

Preglednica 3: Pogoji izpostavitve, za ocenjevanje zlepljanja

Oznaka pogoja	Čas obremenitve (h)	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost zraka (%)
t-1	24h	23 (\pm 2)	50 (\pm 5)
t-2	24h	50	50 (\pm 5)
t-3	24h	60	50 (\pm 5)
t-4	24h	23 (\pm 2)	50 (\pm 5)

Odpornost proti zlepljanju ocenimo z naslednjimi oznakami:

Privlačnost (a):

a0 – vzorca se naslanjata drug na drugega brez privlaka ali pa padeta narazen,

a1 – vzorca se rahlo držita skupaj, ločimo ju brez napora,

a2 – vzorca se rahlo držita skupaj, mogoče ju je ločiti samo z rahlim naporom,

a3 – zlepljenje - vzorca se močno držita skupaj, lahko ju ločimo le s precejšnjim trudom,

a4 – zlepljenje - vzorca se močno držita skupaj, ločimo ju z naporom,

a5 – zlepljenje - vzorca se držita zelo močno skupaj, ni ju ni mogoče ločiti ročno.

Spremembe na površini (d):

d0 – površina stika ne kaže vidnih sprememb,

- d1 – površina stika kaže rahle vidne spremembe (sprememba barve ali sijaja), premaz je brez poškodb,
- d2 – površina stika kaže vidne spremembe (sprememba barve ali sijaja) ali rahle sledove odtisov. Premaz je brez sprememb,
- d3 – zlepljenje - površine kažejo vidne spremembe (sprememba barve ali sijaja) ali sledove odtisov. Premaz kaže točke obrabe, premazni film se ne odtrga s podlage,
- d4 – zlepljenje - kontaktne površine kažejo precejšnje vidne spremembe (npr. sprememba barve ali spremembe v sijaju) ali sledove odtisov. Premaz kaže točke obrabe, film se ne odtrga s podlage,
- d5 – zlepljenje - kontaktne površine kažejo precejšnje vidne spremembe (npr. sprememba barve ali v sijaju) ali sledove odtisov. Premazni film se odtrga s podlage.

3.3.1.1 Opis eksperimentalne izvedbe testa za določanje odpornosti proti zlepljanju

Vzorci za zlepljenje smo razžagali na mere, ki so predpisane v standardu CEN/TC 139/WG2 N658. Dimenzije vzorcev so bile: dolžina 300 mm, širina 50 mm, debelina 20 mm. Posamezni vzorec smo označili z rimsko številko (I, II, III, IV), ki je pomenila proizvajalca premaznega sredstva in z arabsko številko (1, 2, 3, 4), ki je pomenila površinski sistem: 1 - lazura na smrekovini, 2-lazura na lesu merantija, 3 - prekrivni premaz na smrekovini, 4 - prekrivni premaz na lesu merantija.

Kot je bilo omenjeno v prejšnjem poglavju, standard predvideva različne tlake obremenitve, različne velikosti stične površine in različne pogoje obremenitve (temperatura in vlažnost). Mi smo pri testiranju izbrali:

- P1 - 10000 ρ ,
- širina vzorca - 50 mm,
- kontaktna površina - 2500 mm²,
- masa uteži, s katero smo obremenili - 2,5 kg,
- temperatura - 23 (\pm 2) °C,
- čas obremenitve - 24 ur,
- ter temperatura: 50 °C,
- ter čas - 24 ur (obtežitev).

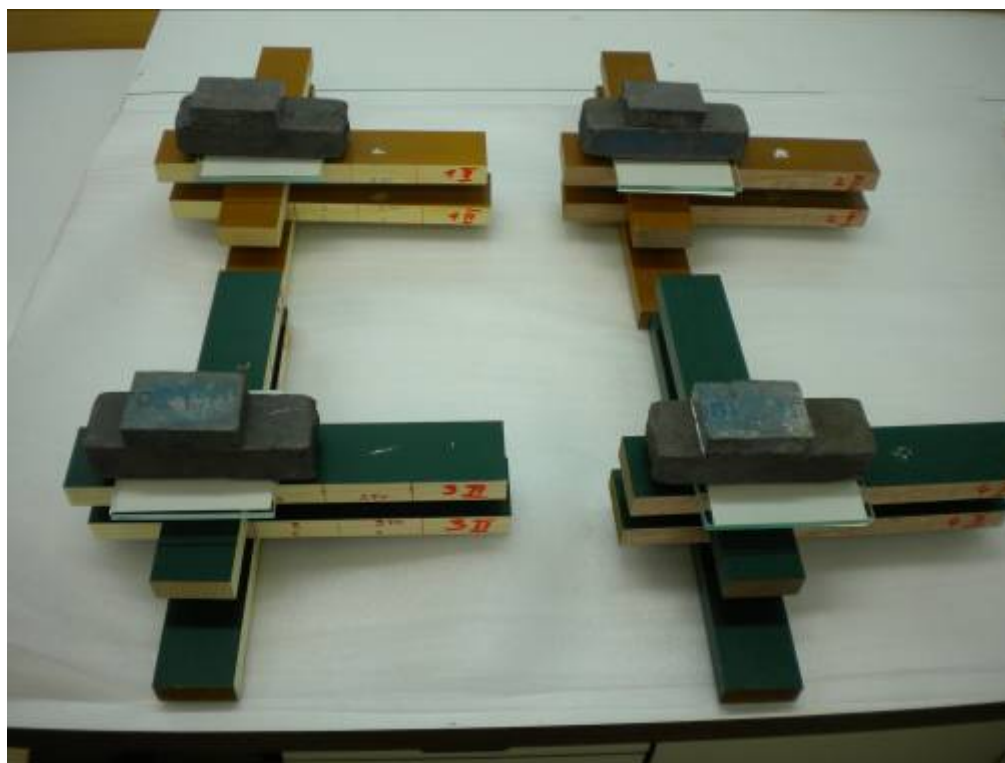
Na površinah vzorcev smo zarisali stične ploskve, v velikosti 50 mm x 50 mm in jih označili z SA, SB in SC (stične površine). Vzorce smo nato po zarisanih in označenih ploskvah križno zložili enega na drugega ter jih z maso 2500 g obremenili za 24 ur, pri normalni relativni zračni vlažnosti (sliki 4 in 5). Naslednji dan smo jih razbremenili in pri tem po omenjenem standardu ocenjevali zlepljanje.

Odpornost proti zlepljanju smo ocenili z že opisanimi ocenami z oznakami od a0 do a5. Pri tem smo hkrati ocenjevali deformacije po razdružitvi površin z ocenami na lestvici od d0 do d5. Naslednji dan smo preizkušanje ponovili. Vzorce smo ponovno križno naložili enega na drugega, a tako, da so se stikali na drugih mestih kot prej. Te vzorce smo dali v laboratorijski sušilnik, za 24 ur, pri povišani temperaturi 50 °C (slika 6). Po 24 urah smo jih razbremenili in ocenili po standardu. Tako smo lahko primerjali zlepljanje, pri normalnih pogojih ter pri obremenitvi pri povišani temperaturi. Ta postopek smo izvedli na preizkušancih s premaznimi sredstvi vseh štirih dobaviteljev.

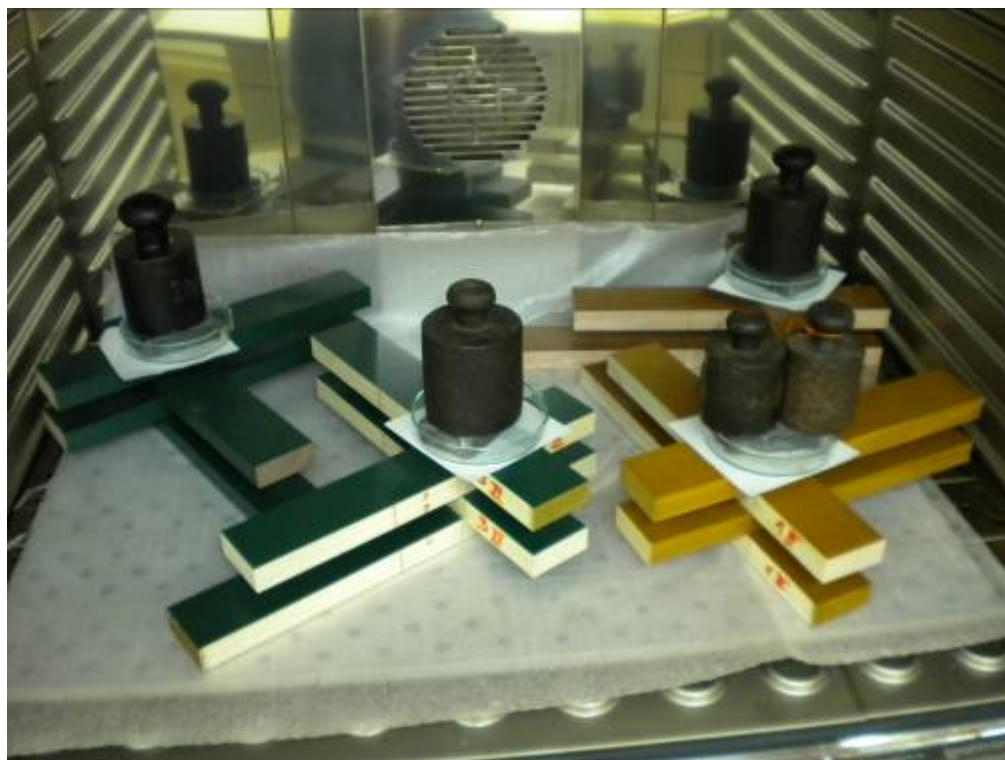
Preizkuse smo ponovili nato še po 90 dneh. Vse vzorce smo ponovno preizkusili pri normalni temperaturi med obremenitvijo, pri 23 °C ter pri povišani temperaturi med obremenitvijo, pri 50 °C.



Slika 3: Priprava vzorcev na preizkus odpornosti proti zlepljanju



Slika 4: Preizkus odpornosti proti zlepljanju pri temperaturi 23 °C

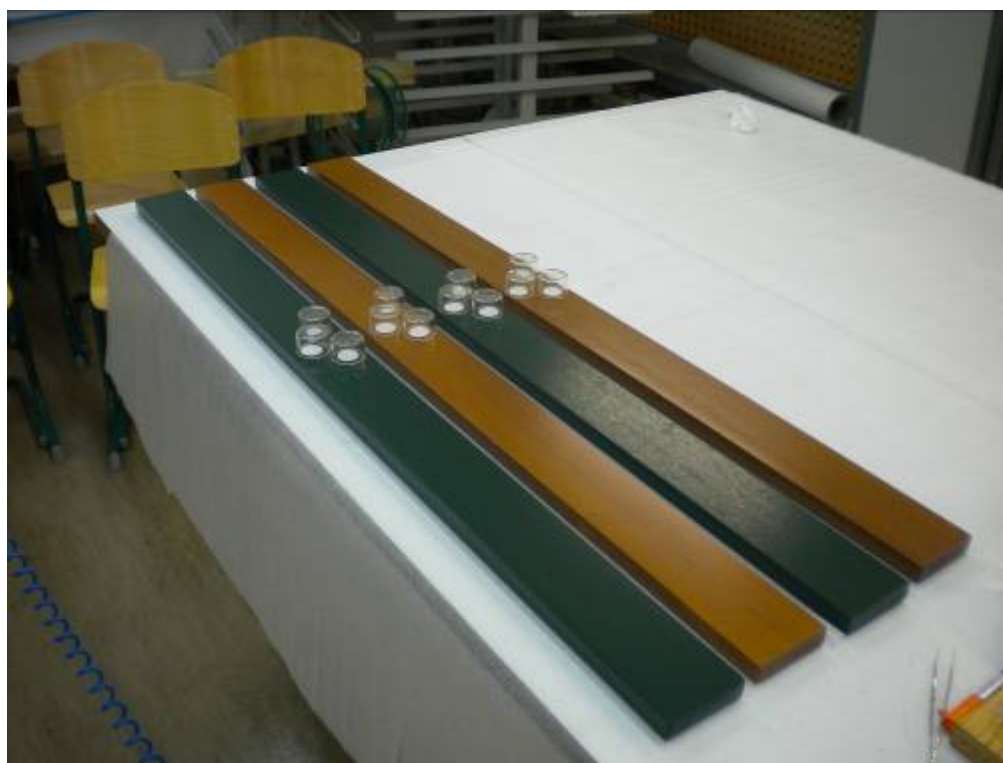


Slika 5: Preizkus odpornosti proti zlepljanju pri povišani temperaturi 50 °C

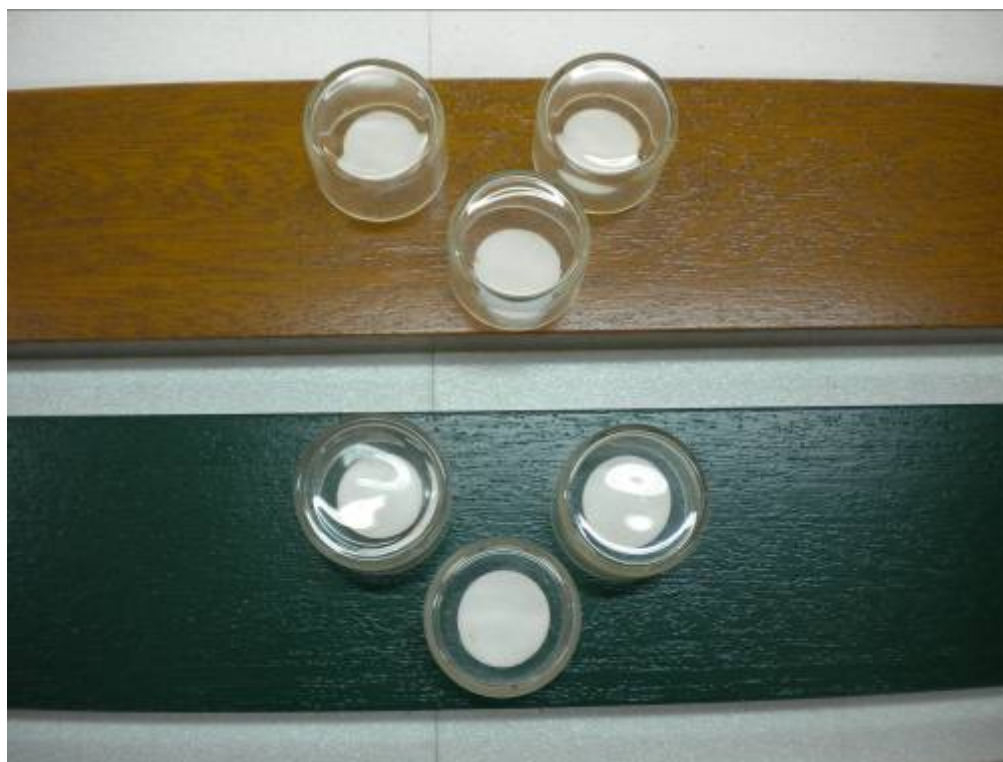
3.3.2 Ugotavljanje nastanka svetlih lis na premazanih površinah

Preizkus pojavljanja svetlih, belih lis (»belitve«) zaradi izpostavitve vlagi, smo izvedli na vzorcih naslednjih dimenzij: dolžina 1250 mm, širina 80 mm, debelina 20 mm. Test smo opravili 48 ur po nanosu premaznega sredstva. Na sredino posameznega vzorca smo dali po 3 tampone, premera 20 mm, namočene v destilirano vodo za 30 s. Namočene tampone na vzorcih smo pokrili s steklenim pokrovom, premera 30 mm, ter pustili pokrite 60 min (sliki 7 in 8). Po preteku 60 min smo tampone odstranili in ocenili vidne sledi »beline«, po lestvici od 1 do 5: 1- močno opazna sled izpostavitve, 5 - svetla lisa ni vidna, ali takoj izgine. Nastale svetle lise smo tudi fotografirali, zaradi nadaljnega lažjega ocenjevanja in primerjanja. Nato smo vzorce s svetlimi lisami pustili neobremenjene stati 60 min in poškodbe ponovno ocenili z ocenami od 1 do 5, jih fotografirali ter, tako kot prej, tudi skenirali.

Test za ocenjevanje nastanka svetlih lis oz. »beline« smo po 7 dneh od prvega preizkusa ponovili, po popolnoma enakem postopku, kot je bil opisan v prejšnjem odstavku. Preizkus smo izvedli še tretjič, po 90 dneh in ravno tako ocenili rezultate.



Slika 6: Priprava vzorcev za ocenjevanje nastajanja svetlih lis zaradi izpostavitve vlagi



Slika 7: Ugotavljanje nastajanja svetlih lis: smrekovina, premazana z lazuro (zgoraj) in s prekrivno barvo (spodaj)

3.3.3 Določanje debeline filma

Debelina filma je pomemben podatek, ki lahko močno vpliva na odpornost proti zlepljanju. Pri debelejših filmih naj bi pričakovano prišlo do močnejšega zlepljanja in posledično do večjih poškodb premazov po razdružitvi površin.

Meritve debeline filma smo prav na vseh vzorcih opravili tako, da smo od preizkušancev, ki so bili pripravljene za test odpornosti proti zlepljanju, odžagali vzorce dolžine 20 mm, širine 50 mm in debeline 20 mm. Na njih smo označili stične ploskve, tako kot pri preizkušanju odpornosti proti zlepljanju (SA, SB, in SC) in tam debelino izmerili s pomočjo stereo mikroskopa (slika 9).

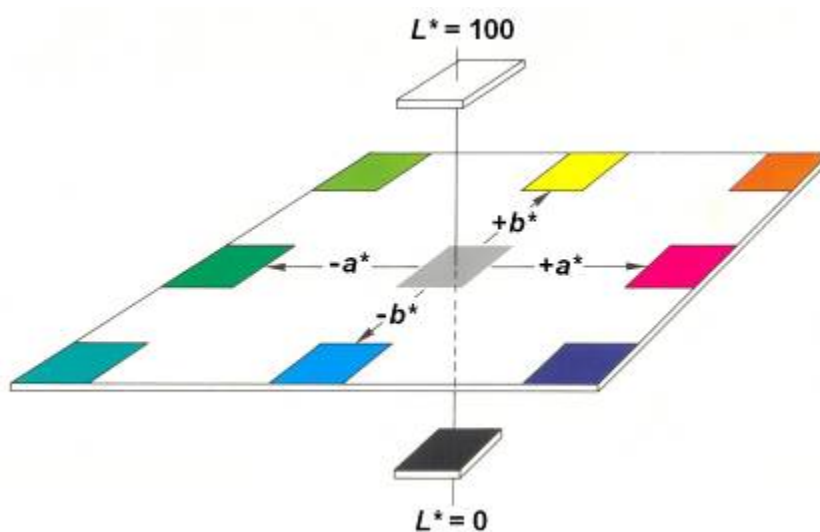


Slika 8: Stereo mikroskop za merjenje debeline filma

Debelino filma premaznega sredstva smo izmerili na treh stičnih točkah vsakega vzorca. Letve vzorcev smo križno naložili eno na drugo in odčitali debelino filma na spoju.

3.3.4 Merjenje barve

Barve naših vzorcev smo merili po sistemu CIELAB. Pri tem sistemu je barvni prostor organiziran v obliki krogle. Je torej kombinacija kartezijskega in cilindričnega koordinatnega sistema. Os L^* predstavlja svetlost barve, od bele do črne. Minimum za L^* predstavlja črno. Pozitivna vrednost a^* je rdeče barve, negativna a^* pa zelena. Pozitivna vrednost b^* je rumena in negativna modre barve (Pavlič in Petrič, 2002, slika 10).



Slika 9: Sistem CIELAB (Korak, 2008)

Merjenje barve smo izvedli na vzorcih, ki so bili namenjeni umetnemu pospešenemu staranju. Merili smo na vsakem od 16 vzorcev, na treh mestih, in sicer na začetku letve, v sredini ter na koncu (slika 11). Barvo smo merili s kolorimetrom X-Rite. Iz meritev pred umetnim pospešenim staranjem in po njem smo izračunali spremembe barve, do katerih je prišlo zaradi izpostavitve umetnemu pospešenemu staranju.



Slika 10: Naprava za merjenje barve-kolorimeter

3.3.5 Merjenje sijaja

Sijaj smo merili z merilnikom sijaja AcuGloss, pri 60° vpadnem kotu svetlobe v vzdolžni smeri, vzporedno na lesna vlakna (slika 12). Meritve smo izvedli na treh mestih vsakega vzorca.



Slika 11: Instrument za merjenje sijaja

3.3.5 Ugotavljanje kredanja

Kredanje je posledica površinske razgradnje veziva. Vidno je v obliki prašnih delcev na površini premaza, ki nastanejo pri njegovi razgradnji. Drobni delci premaza v obliki prahu odstopajo od površine. To se zgodi, ker premaz izgublja svojo vezivnost, zaradi izpostavitve vremenskim vplivom, predvsem izpiranju ob dežju in snegu. Pride do izgube nianse, sijaja in pojavi se rahlo odstopanje prahu premaza. Premaz popoka in se odlušči od podlage (Pavlič in Mihevc, 2001).

Pojav preučujemo po standardu ISO 4628-6:2002 "Paints and varnishes - Evaluation of degradation of paint coating - Designation of intensity, quantity and size of common types of defects" (Barve in premazi – Vrednotenje propadanja premazov. Ocenjevanje intenzitete, količine in velikosti običajnih vrst poškodb. Določanje stopnje kredanja po

metodi z lepilnim trakom). Ta standard omogoča določitev ocene stopnje kredanja barve premazov.

Vzorci za ocenitev kredanja so bili dolžine 300 mm, širine 80 mm in debeline 20 mm. Ocenovanje kredanja smo opravili z metodo lepilnega traku. Prozorni lepilni trak, dolžine 200 mm, širine 25 mm, smo dali na površino premaza, ter ga z močnim pritiskom in drgnjenjem s prstom prilepili na premaz. Nato smo lepilni trak odstranili in ga položili na črno blago. Pogledali smo kontrast in sledi barve na lepilnem traku. Ocenili smo stopnjo kredanja, po standardu, z oceno od 1 do 5. Ocena 1 pomeni zelo močno vidno kredanje, ocena 5 pa, da ni sledu kredanja.

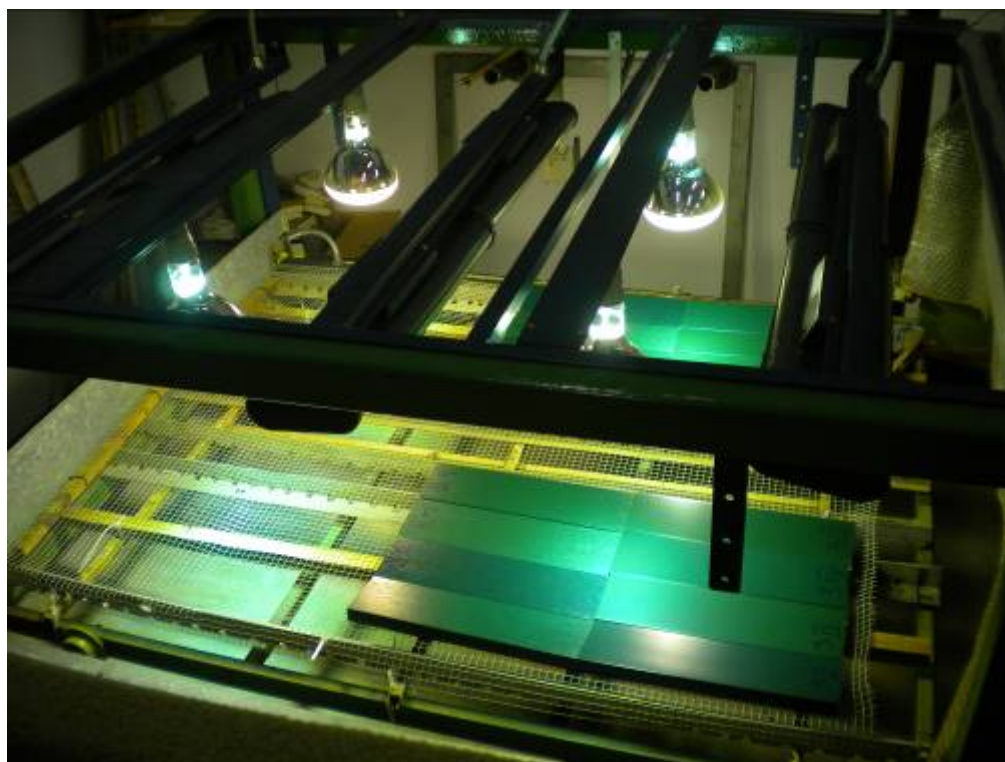
Kredanje smo preizkušali tudi s suho krpo. Površino premaza smo na suho čistili s krpo in pri tem bili pozorni na eventualne sledi barve. Sledi barve smo ocenjevali z ocenami od 1 do 5, pri čemer je 1 zelo vidna sled.

Na koncu smo stopnjo kredanja ocenili (izmerili) še s kolorimetrom. Merili smo na površini, ki ni bila kredana, ter na kredani površini in iz razlik rezultatov meritev tudi ocenili stopnjo kredanja.

3.3.6 Umetno pospešeno staranje

Lastnosti premaznih filmov se zaradi procesov staranja začno hitro spreminjati ter s tem filmi izgubljajo svoje zaščitne funkcije. Uničujoči vremenski dejavniki - sonce, veter, sneg, zrak, spreminjajoča se klima, degradirajo premazne sisteme, tako da začno propadati. S postopki umetnega pospešenega staranja v relativno kratkem času (npr. v nekaj mesecih) ustvarimo take razmere, kakršnim bi bil les v naravi izpostavljen v nekaj letih. Vzorce izpostavimo izmeničnim obremenitvam z vodo, povišano temperaturo in UV sevanjem, ki jih ponavljamo v kratkih časovnih intervalih. To privede do cikličnega raztezanja in krčenja lesa oziroma premaza. S temi cikli pospešimo staranje lesa, 1000 ur je približno enako dve letni izpostavitvi lesa vremenskim razmeram na prostem (Kričej, 1974).

Pripravljene vzorce za izpostavitve umetnemu pospešenemu staranju smo razžagali na preizkušance naslednjih dimenzij: dolžina 300 mm, širina 80 mm, debelina 20 mm. Tako smo za vsakega dobavitelja premaza pripravili po dva vzorca smrekovine in lesa merantija, premazana z lazuro ali s pokrivno barvo, skupno 16 vzorcev. Vse vzorce smo označili in izvedli merjenje barve po metodi CIELAB pred umetnim pospešenim staranjem in določili sijaj, kot je bilo že opisano. Izpostavitve umetnemu pospešenemu staranju je trajala 250 ur (slika 13), nato smo meritve barve in sijaja ponovili.



Slika 12: Komora za umetno pospešeno staranje, z vzorci

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Pri testiranju smo ocenjevali, kako se posamezni premazni sistem obnaša na zlepljanje, ki nastane na premaznem sredstvu pri odpiranju in zapiranju oken. Pri tem nastanejo vidne poškodbe premaznega sredstva, lahko pa tudi same površine lesa. Testirali smo tudi pojav, ko so se na površini, ki je prišla v stik z vodo, pojavile svetle lise (belitev), ki so po določenem času, ko se je površina posušila, izginile. Vzorčne plošče, premazane s sredstvom posameznega proizvajalca, smo izpostavili umetnemu pospešenemu staranju. Na premaznem sistemu je prihajalo do luščenja - kredanja. Pri tem je začel premaz izgubljati barvo in sijaj. To se je začelo pojavljati na površinah, ki so bile premazane s prekrivnimi barvami, pri katerih je prihajalo na površini do procesa razpada filma, zaradi izpostavitve sončnim žarkom in ultravijolični svetlobi.

4.1 ODPORNOST PROTI ZLEPLJANJU

Rezultati testov za določanje odpornosti proti zlepljanju so prikazani v preglednicah 4-7 in na slikah 14-17. V preglednicah so navedene tudi izmerjene debeline površinskih sistemov. Zaradi lažje predstave in primerjave rezultatov smo v preglednicah podali tudi vsote ocen odpornosti proti zlepljanju (a) in deformacij, ki so nastale pri razdružitvi površin (d).

Preglednica 4: Odpornost proti zlepljanju, 24 ur po nanosu, pri $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$
24 UR PO NANOSU T = 23 °C

OBREMENITEV	VZOREC, OCENA						VZOREC, OCENA					
	I. Laz/smreka			I. Laz/meranti			I. Pokr. premaz/smreka			I. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a1	a2	a1	a1	a1	a1	a2	a2	a2	a2	a2	a3
	d0	d1	d0	d0	d0	d0	d1	d2	d1	d1	d1	d1
vsota "a"	4			3			6			7		
vsota "d"	1			0			4			3		
vsota "a + d"	5			3			10			10		
končna vsota	8						20					
debelina filma/ μm	126			113			128			118		
OBREMENITEV	II. Laz/smreka			II. Laz/meranti			II. Pokr. premaz/smreka			II. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a0	a0	a0	a2	a2	a2
	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d1	d1	d1	d0	d0	d0
vsota "a"	6			6			0			6		
vsota "d"	0			0			3			0		
vsota "a + d"	6			6			3			6		
končna vsota	12						9					
debelina filma/ μm	96			103			78			91		
OBREMENITEV	III. Laz/smreka			III. Laz/meranti			III. Pokr. premaz/smreka			III. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0
vsota "a"	3			3			3			3		
vsota "d"	0			0			0			0		
vsota "a + d"	3			3			3			3		
končna vsota	6						6					
debelina filma/ μm	132			122			82			86		
OBREMENITEV	IV. Laz/smreka			IV. Laz/meranti			IV. Pokr. premaz/smreka			IV. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0
vsota "a"	2			3			3			3		
vsota "d"	0			0			0			0		
vsota "a + d"	2			3			3			3		
končna vsota	5						6					
debelina filma/ μm	104			105			83			91		

SA-SC spoj A, spoj B, spoj C

a ... ADHEZIJA/ZLEPLENJE – ocene:

a0 ... po razbremenitvi ni oprijema med vzorcema, ki sta tvorila spoj

a1 ... vzorca se rahlo držita skupaj, ločimo ju brez napora

a2 ... vzorca se rahlo držita skupaj, ločimo ju z obema rokama in brez napora

a3 ... ZLEPLENJE: vzorca se držita skupaj, ločimo ju s silo

a4 ... ZLEPLENJE: vzorca se rahlo držita skupaj, ločimo ju z veliko silo

a5 ... ZLEPLENJE: vzorca ne moremo ločiti z rokama

d ... NAPAKE – ocene:

d0 ... kontaktna površina ni vidno poškodovana

d1 ... na kontaktni površini so vidne spremembe (sprememba barve, sprememba sijaja), film premaza ni poškodovan

d2 ... na kontaktni površini so zelo vidne spremembe (n.pr.: sprememba barve, sprememba sijaja), oz. sledi pritiska. Film premaza je brez poškodb, ki bi zmanjšale njegovo uporabnost

d3 ... ZLEPLENJE: na kontaktni površini so zelo vidne spremembe (n.pr.: sprememba barve, sprememba sijaja), oz. sledi pritiska. Točkasto so vidna mesta odstopanja filma od podlage, film se ni odluščil od podlage

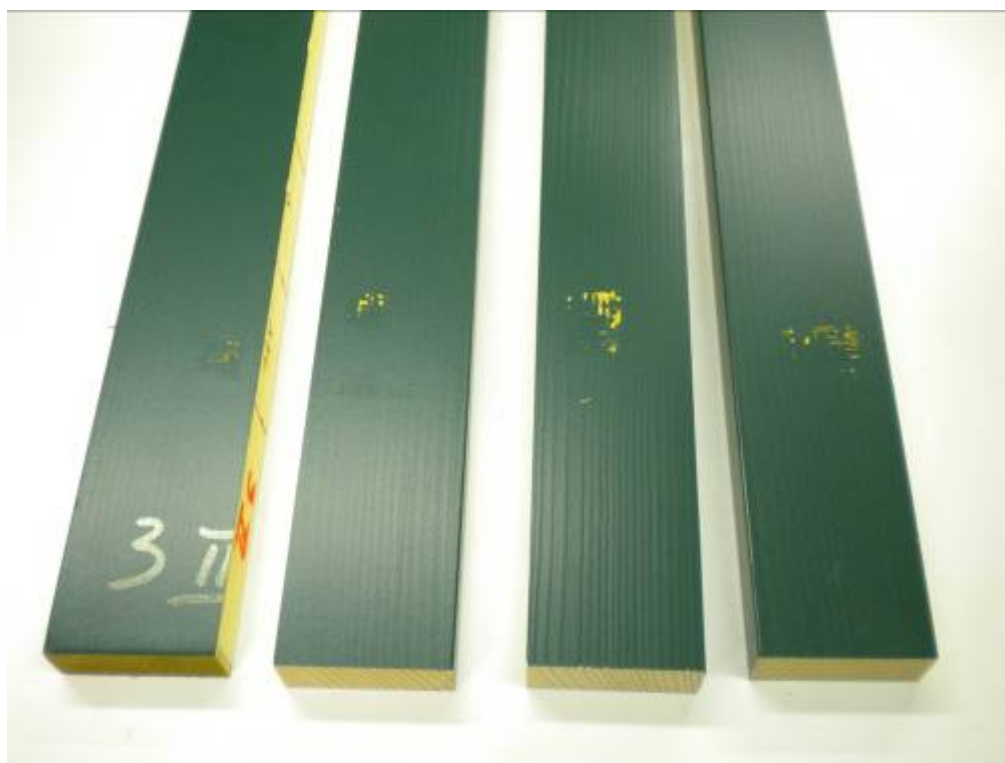
d4 ... ZLEPLENJE: na kontaktni površini so zelo vidne spremembe (n.pr.: sprememba barve, sprememba sijaja), oz. sledi pritiska. Točkasto so vidna mesta odstopanja filma od podlage (v večjem obsegu), film se ni odluščil od podlage

d5 ... ZLEPLENJE: na kontaktni površini so zelo vidne spremembe (n.pr.: sprememba barve, sprememba sijaja), oz. sledi pritiska. Točkasto so zelo vidna mesta odstopanja filma od podlage, film se je odtrgal od podlage.

Iz preglednice 4 je razvidno, da smo najmanjše zlepljanje opazili na vzorcih IV. dobavitelja premaznih sredstev. Prav tako je razvidno, da je bilo zlepljanje manjše na vzorcih, ki so bili premazani z lazuro.



Slika 13: Rezultati določanja odpornosti proti zlepljanju po 24 urah, $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (smrekovina, premazana z lazuro)



Slika 14: Rezultati določanja odpornosti proti zlepljanju po 24 urah, pri $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (smrekovina, prebarvana s prekrivnim premazom)

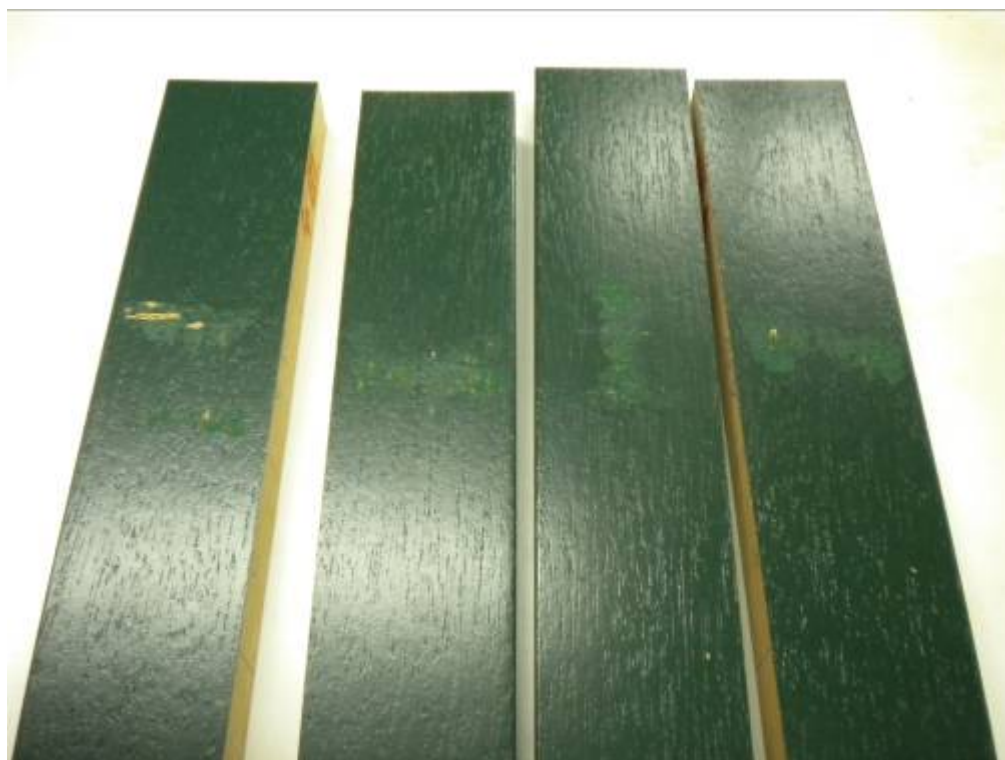
Preglednica 5: Ocene odpornosti proti zlepljanju, 24 ur po nanosu, pri T = 50 °C

24 UR PO NANOSU, T = 50°C												
OBREMENITEV	VZOREC, OCENA						VZOREC, OCENA					
	I. Laz/smreka			I. Laz/meranti			I. Pokr. premaz/smreka			I. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24$ ur, $T = 50$ °C	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a3	a3	a3	a3	a3	a3	a4	a4	a4	a4	a4	a4
	d2	d2	d2	d3	d2	d2	d4	d3	d4	d4	d4	d4
vsota "a"	9			9			12			12		
vsota "d"	6			7			11			12		
vsota "a + d"	15			16			23			24		
končna vsota debelina filma/ μm	126			113			128			118		
	31			47								
OBREMENITEV	II. Laz/smreka			II. Laz/meranti			II. Pokr. premaz/smreka			II. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24$ ur, $T = 50$ °C	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a4	a4	a4	a3	a3	a3	a3	a3	a3	a2	a3	a3
	d3	d3	d3	d3	d3	d3	d3	d4	d4	d3	d4	d4
vsota "a"	12			9			9			8		
vsota "d"	9			9			11			11		
vsota "a + d"	21			18			20			19		
končna vsota debelina filma/ μm	86			103			78			91		
	39			39								
OBREMENITEV	III. Laz/smreka			III. Laz/meranti			III. Pokr. premaz/smreka			III. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24$ ur, $T = 50$ °C	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a4	a4	a4	a4	a4	a4
	d2*	d2*	d2*	d1*	d1*	d1*	d4**	d4***	d4****	d4****	d4****	d3***
vsota "a"	6			6			12			12		
vsota "d"	6			3			12			11		
vsota "a + d"	12			9			24			23		
končna vsota debelina filma/ μm	132			122			82			86		
	21			47								
OBREMENITEV	IV. Laz/smreka			IV. Laz/meranti			IV. Pokr. premaz/smreka			IV. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24$ ur, $T = 50$ °C	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a2	a1	a2	a1	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	d3*****	d2	d2	d2	d4****	d1	d2*	d2*	d2*	d1*	d1*	d1*
vsota "a"	5			5			3			3		
vsota "d"	7			7			5			3		
vsota "a + d"	12			12			8			6		
končna vsota	24			14								
debelina filma/ μm	104			105			83			91		

- * rahli sledovi odtisov
- ** odtrgal vrhnji sloj, močno načet film
- *** les odtrgal od vrhnjega sloja
- **** film odtrgal od vrhnjega sloja
- ***** film rahlo odtrgal od podlage

Simboli v preglednici imajo enak pomen kot je opisano pod preglednico 4.

Iz ocen v preglednici 5 je razvidno, da je bilo zlepljanje premazov, ki so bili izpostavljeni temperaturi 50 °C, spet najmanj izrazito pri vzorcih s premazi IV. dobavitelja premaznih sredstev. Prav tako je bilo zlepljanje manjše pri vzorcih, ki so bili premazani z lazuro.

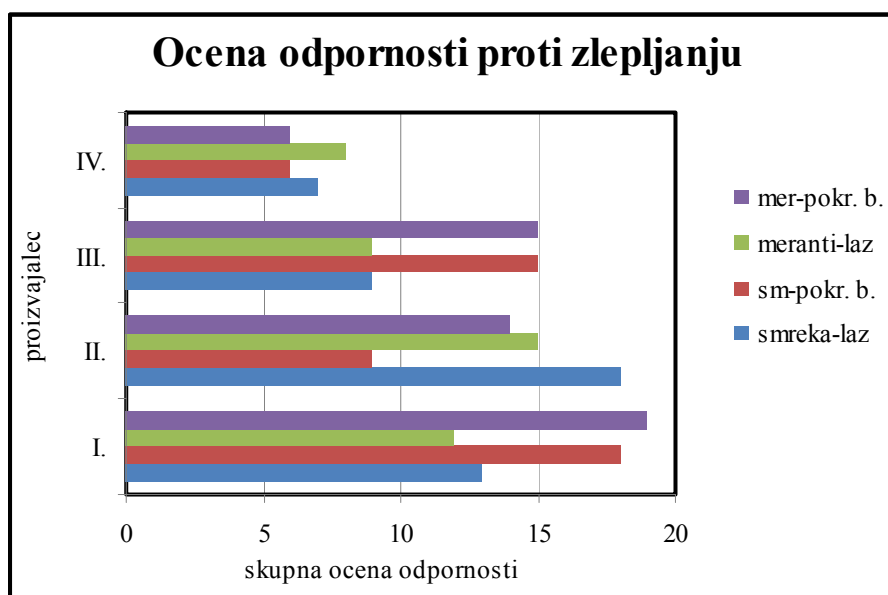


Slika 15: Rezultati testa odpornosti proti zlepljanju lesa merantija, prebarvanega s prekrivnim premazom, po 24 urah pri $T = 50\text{ °C}$

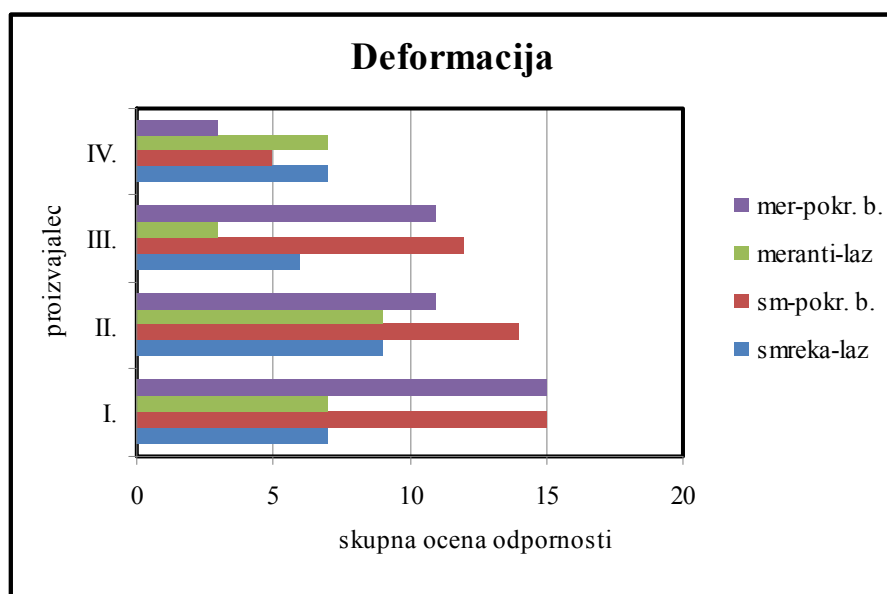


Slika 16: Rezultati testa za določanje odpornosti proti zlepljanju lesa merantija, premazanega z lazuro, po 24 urah pri $T = 50\text{ °C}$

Predstavitev rezultatov z grafoma na slikah 18 in 19, nam nazorno pokaže, kako dobro sta se obnesla premaza IV. proizvajalca premaznih sredstev. Zanimivo je, da se rezultati ponavljajo pri obeh vrstah lesa, tako v primeru pokrivne barve kot lazure.



Slika 17: Primerjava ocen odpornosti proti zlepljanju



Slika 18: Ocena deformacij po razdružitvi

Preglednica 6: Rezultati zlepljanja, 90 dni po nanosu, pri $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$

90 DNI PO NANOSU, $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$												
OBREMENITEV	VZOREC, OCENA						VZOREC, OCENA					
	I. Laz/smreka			I. Laz/meranti			I. Pokr. premaz/smreka			I. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0
	d0	d0	d1	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d1	d0
vsota "a"	0			0			0			0		
vsota "d"	1			0			0			1		
vsota "a + d"	1			0			0			1		
končna vsota debelina filma/ μm	126			113			128			118		
OBREMENITEV	II. Laz/smreka			II. Laz/meranti			II. Pokr. premaz/smreka			II. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0
	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0
vsota "a"	0			0			0			0		
vsota "d"	0			0			0			0		
vsota "a + d"	0			0			0			0		
končna vsota debelina filma/ μm	96			103			78			91		
OBREMENITEV	III. Laz/smreka			III. Laz/meranti			III. Pokr. premaz/smreka			III. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0
	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0
vsota "a"	0			0			0			0		
vsota "d"	0			0			0			0		
vsota "a + d"	0			0			0			0		
končna vsota debelina filma/ μm	132			122			82			86		
OBREMENITEV	IV. Laz/smreka			IV. Laz/meranti			IV. Pokr. premaz/smreka			IV. Pokr. premaz/meranti		
$t_1 = 24\text{ ur,}$ $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0
	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0	d0
vsota "a"	0			0			0			0		
vsota "d"	0			0			0			0		
vsota "a + d"	0			0			0			0		
končna vsota debelina filma/ μm	104			105			83			91		

Preglednica 7: Rezultati zlepljanja, 90 dni po nanosu, pri $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

90 DNI PO NANOSU, $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$												
OBREMENITEV	VZOREC, OCENA						VZOREC, OCENA					
	I. Laz/smreka			I. Laz/meranti			I. Pokr. premaz/smreka			I. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24\text{ ur,}$ $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a1	a0	a0	a1	a0	a0	a0	a0	a0	a1	a0	a0
	d1	d0	d0	d1	d0	d0	d1	d1	d1	d1	d1	d1
vsota "a"	1			1			0			0		
vsota "d"	1			1			3			3		
vsota "a + d"	2			2			3			3		
končna vsota debelina filma/ μm	126			113			128			118		
	4						6					
OBREMENITEV	II. Laz/smreka			II. Laz/meranti			II. Pokr. premaz/smreka			II. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24\text{ ur,}$ $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0
	d1	d1	d1	d0	d1	d1	d1	d1	d1	d1	d0	d0
vsota "a"	0			0			0			0		
vsota "d"	3			2			3			1		
vsota "a + d"	3			2			3			1		
končna vsota debelina filma/ μm	86			103			78			91		
	5						4					
OBREMENITEV	III. Laz/smreka			III. Laz/meranti			III. Pokr. premaz/smreka			III. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24\text{ ur,}$ $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a1	a0	a1
	d1	d1	d1	d0	d0	d0	d1	d1	d1	d1	d0	d1
vsota "a"	0			0			0			2		
vsota "d"	3			0			3			2		
vsota "a + d"	3			0			3			4		
končna vsota debelina filma/ μm	132			122			82			86		
	3						7					
OBREMENITEV	IV. Laz/smreka			IV. Laz/meranti			IV. Pokr. premaz/smreka			IV. Pokr. premaz/meranti		
$t_2 = 24\text{ ur,}$ $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC	SA	SB	SC
	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a0	a1	a0	a1	a0	a1
	d1	d1	d0	d0	d0	d1	d1	d0	d1	d0	d0	d1
vsota "a"	0			0			1			3		
vsota "d"	2			1			2			3		
vsota "a + d"	2			1			3			6		
končna vsota debelina filma/ μm	104			105			83			91		
	3						9					

Iz ocen v preglednicah 6 in 7, v katerih so prikazani rezultati ponovljenega preizkusa odpornosti proti zlepljanju po 90 dneh, je videti, da se zlepljanje ni pojavilo pri vseh vzorcih. Razvidno je tudi, da se je zlepljanje pri vseh vzorcih močno zmanjšalo, tako pri

sobni kot pri povišani temperaturi. Odpornost proti zlepljanju je bila primerljiva za premaze vseh štirih proizvajalcev. Ugotovili smo, da s časom od utrditve premaznega sredstva odpornost proti zlepljanju narašča. To lahko pripišemo nadaljnjim procesom dokončnega utrjevanja premazov.

4.2 POJAVLJANJE SVETLIH LIS (»BELITVE«) PO IZPOSTAVITVI PREMAZNIH SISTEMOV VLAGI

Rezultati preskusov za ugotavljanje pojavljanja svetlih, belih lis (preglednice 8-11, slik 20-24), so pokazali, da sta premazna sistema III. proizvajalca najboljša. Pri obeh premaznih sredstvih, na obeh vrstah lesa, ni prihajalo do nastanka belih lis, prav tako po izpostavitvi v vodi namočenim tamponom ni prihajalo do nobenih poškodb. Med premaznimi sredstvi ni bilo velikih razlik z vidika nagnjenosti k nastanku svetlih – belkastih oz. mlečnih lis, se pa je v splošnem več lis pojavljalo pri smrekovini ter pri prekrivni barvi. Vendar, kot že omenjeno, so bile razlike tako glede na vrsto lesa kakor tudi glede na tip premaza (prekrivni premaz ali lazura) zelo neizrazite, le za točko, ali največ dve. Najslabše se je obnesel premaz I. proizvajalca, pri katerem so bile jasno vidne svetle lise pri smrekovini, premazani z lazuro (sliki 23 in 24).

Ugotovili smo tudi, da se je nastanek svetlih mlečnih lis po 90 dneh utrjevanja na vseh vzorcih zmanjšal ali pa lise niso več nastajale.

Preglednica 8: Ocena nastanka svetlih mlečno-belkastih lis, pri premazu I. proizvajalca

VZOREC	I. Laz/smreka	I. Laz/meranti	I. Pokr. premaz/smreka	I. Pokr. premaz/meranti
48 ur po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	2	2	2	2/3
ocenjevanje po 1 uri	4/3	5	5/4	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
7 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	3	3	3	3*
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
90 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	3**	3**	3**	4**
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5

** takoj po razbremenitvi smo opazili rahlo belino, lise pa so po 2. minutah na vzorcih 3I. in 4I. izginile

Ocene nastajanja svetlih, belkastih lis:

5 ... ni lis

4 ... komaj vidne belkaste lise

3 ... jasno vidni svetli madeži

2 ... jasno vidni svetli madeži, bolj izraziti kot pri oceni 3

1 ... zelo jasno razvidni madeži, bolj izraziti kot pri oceni 2

Preglednica 9: Ocena belitve/mlečnosti, pri premazu II. proizvajalca

VZOREC	II. Laz/smreka	II. Laz/meranti	II. Pokr. premaz/smreka	II. Pokr. premaz/meranti
48 ur po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	4	5**
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
7 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	3*	3*
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
90 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	4**	5	3**	3**
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5

* takoj po razbremenitvi je bila ocena nastanka svetlih lis 3, po 5. minutah pa so na vseh vzorcih lise izginile

** takoj po razbremenitvi smo opazili rahlo belino, lise pa so po 2. minutah na vzorcih 3II. in 4II. izginile
 Ocene imajo enak pomen, kot je bilo opisano pod preglednico 8

Preglednica 10: Ocena belitve/mlečnosti, pri premazu III. proizvajalca

VZOREC	III. Laz/smreka	III. Laz/meranti	III. Pokr. premaz/smreka	III. Pokr. premaz/meranti
48 ur po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	5	5
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
7 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	5	5
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
90 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	5	5
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5

Ocene imajo enak pomen, kot je bilo opisano pod preglednico 8.

Preglednica 11: Ocena belitve/mlečnosti, pri premazu IV. proizvajalca

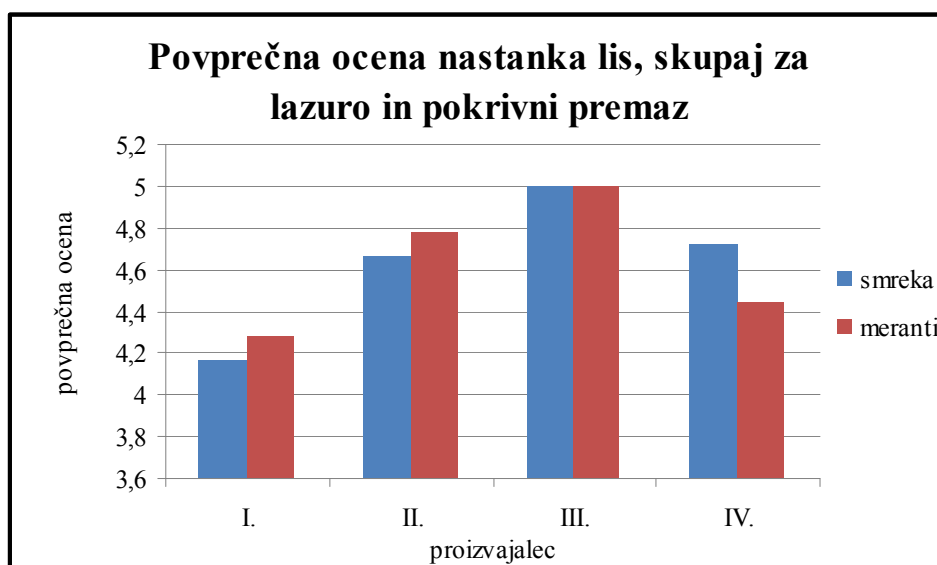
VZOREC	IV. Laz/smreka	IV. Laz/meranti	IV. Pokr. premaz/smreka	IV. Pokr. premaz/meranti
48ur po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5***	5***	3	3
ocenjevanje po 1uri	5	5	4	4
ocenjevanje po 24urah	5	5	5	5
7 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	5	5
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5
90 dni po nanosu, 1 ura/ocenjevanje takoj po razbremenitvi	5	5	3**	3**
ocenjevanje po 1 uri	5	5	5	5
ocenjevanje po 24 urah	5	5	5	5

** takoj po razbremenitvi smo opazili rahlo belino, lise pa so po 2. minutah na vzorcih 3IV. in 4IV. izginile

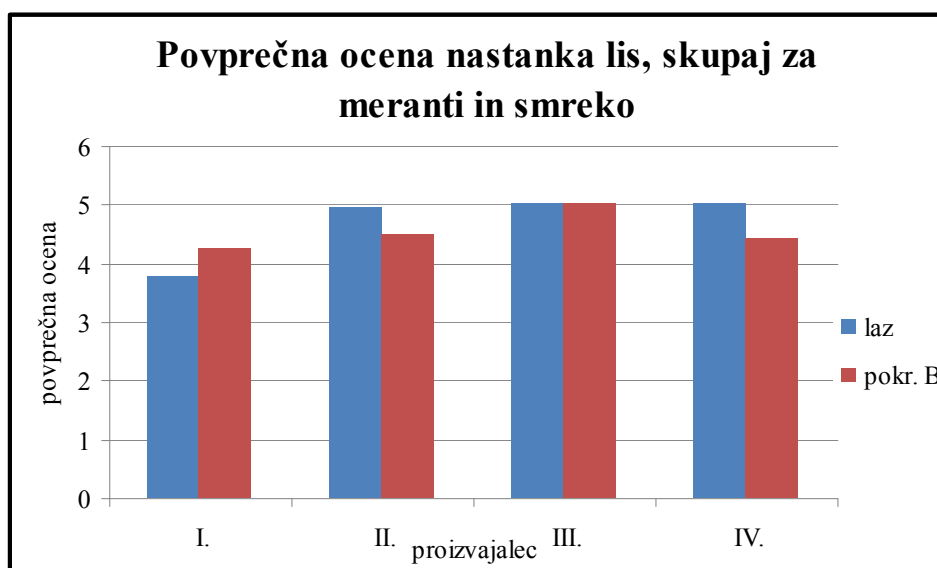
*** po razbremenitvi komaj vidni rahli svetli madeži, ki takoj izginejo.

Ocene imajo enak pomen, kot je bilo opisano pod preglednico 8

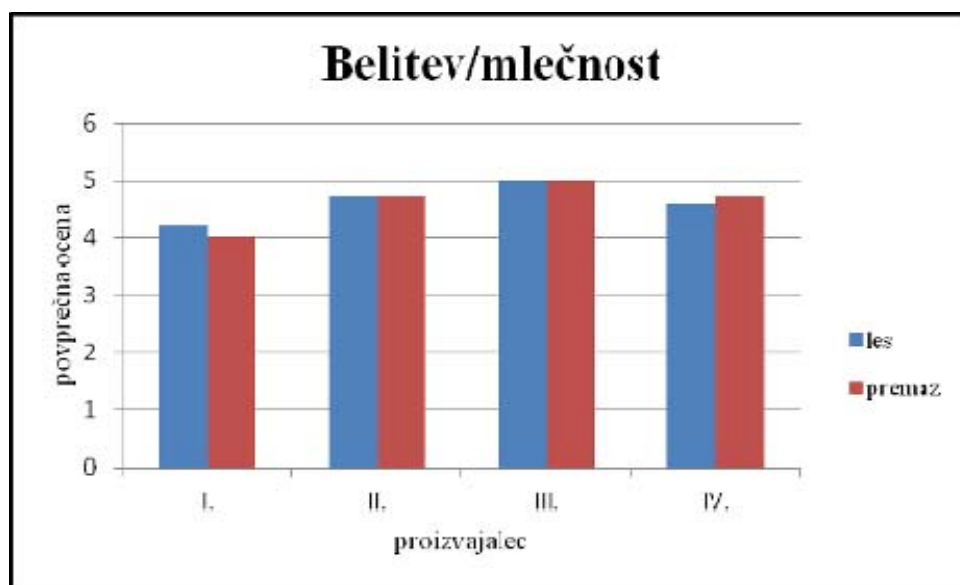
Iz predstavitve v grafih na slikah 20, 21 in 22 se vidi, da sta bila z vidika odpornosti proti nastajanju svetlih madežev pri izpostavitvi vodi premaza III. proizvajalca najboljša. Vendar pa med premaznimi sredstvi ni bilo prav izrazitih razlik, morda sta se nekoliko slabše obnesla premaza I. proizvajalca.



Slika 19: Ocene nastajanja belih lis na smrekovini in lesu merantija. Na sliki so prikazana povprečja rezultatov za lazuro in prekrivni premaz



Slika 20: Ocene nastajanja svetlih lis na lazurnem in na pokrivnem premazu. Prikazana so povprečja rezultatov, ki smo jih dobili pri smrekovini in pri lesu merantija



Slika 21: Povprečna ocena belitve/mlečnosti



Slika 22: Svetli madeži na smrekovini (zgoraj) in lesu merantija (spodaj), premazanem z lazuro, po dveh dneh



Slika 23: Svetli madeži na lesu smreke (zgoraj) in merantija (spodaj), premazanem s pokrivno barvo, po dveh dneh

4.3 DEBELINA FILMA

Meritve so pokazale, da je bil najdebelejši film utrjenega premaznega sistema pri I. proizvajalcu (preglednica 12, slika 25), tako na smrekovini kot na lesu merantija. Najmanjše debeline smo izmerili pri premazih II. proizvajalca. Če te rezultate povežemo z ocenami odpornosti proti zlepljanju in deformacijami, ki nastanejo pri razdružitvi površin, kakor tudi z nastajanjem svetlih madežev po izpostavitvi vodi, lahko ugotovimo, da so napake bolj vidne pri sistemih z debelejším filmom. Debeloslojni lazurni premazi imajo debelejši film od prekrivnih barv, ki obremenitve prenašajo bolje od lazurnih premazov.

Preglednica 12: Debelina utrjenih filmov (μm)

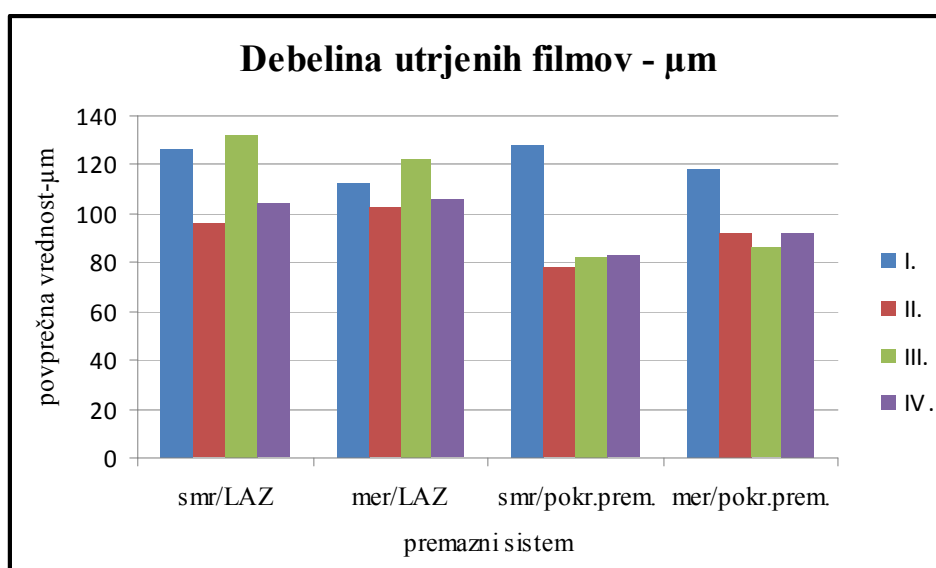
spoj/vzorec	I/smrekovina/LAZ	I/meranti/LAZ	I/smrekovina/pokr. premaz	I/meranti/pokr. premaz
SA	125	109	108	116
SA	116	125	133	108
SB	149	100	149	116
SB	125	108	116	125
SC	133	116	146	125
SC	108	117	116	116
povprečje	126	113	128	118
min	108	100	108	108
maks	149	125	149	125

spoj/vzorec	II/smrekovina/LAZ	II/meranti/LAZ	II/smrekovina/pokr. premaz	II/meranti/pokr. premaz
SA	83	100	75	100
SA	75	108	75	91
SB	108	100	83	83
SB	126	100	100	83
SC	83	100	66	100
SC	100	108	66	91
povprečje	96	103	78	91
min	75	100	66	83
maks	126	108	100	100

spoj/vzorec	III/smrekovina/LAZ	III/meranti/LAZ	III/smrekovina/pokr. premaz	III/meranti/pokr. premaz
A	116	108	83	83
A	133	124	91	75
B	124	133	83	83
B	116	100	83	83
C	150	133	75	91
C	150	133	75	100
povprečje	132	122	82	86
min	116	100	75	75
maks	150	133	91	100

spoj/vzorec	IV/smrekovina/LAZ	IV/meranti/LAZ	IV/smrekovina/pokr. premaz	IV/meranti/pokr. premaz
SA	83	100	83	83
SA	116	108	91	83
SB	100	108	75	91
SB	116	100	91	91
SC	108	108	83	100
SC	100	108	75	100
povprečje	104	105	83	91
min	83	100	75	83
maks	116	108	91	100

Za bolj nazoren prikaz so povprečja debelin premaznih filmov, vsakega proizvajalca, na smrekovini in lesu merantija prikazane še v grafu na sliki 25.



Slika 24: Debelina utrjenih filmov

4.4 VPLIV UMETNEGA POSPEŠENEGA STARANJA NA BARVO IN SIJAJ

Vplivi umetnega pospešenega staranja (250 ur) na barvo premaznih sistemov različnih proizvajalcev na obeh vrstah podlage ter na njihov sijaj so prikazani v preglednicah 13 in 14.

Preglednica 13 prikazuje merjenje barve premaza, ob času 0 ur pred umetnim pospešenim staranjem in po končanem umetnem pospešenem staranju, ki je trajalo 250 ur. Iz teh dveh

meritev smo izračunali spremembo barve, ki je nastala v procesu umetno pospešenega staranja. Razvidno je, da je najmanjša sprememba barve nastala na vzorcu II. premaznega sredstva, sledita III. in IV. ter največja na vzorcu I. premaznega sredstva.

Preglednica 14 prikazuje merjenje sijaja barve pred umetnim pospešenim staranjem in po njem. Ugotovitve kažejo, da je sijaj na smrekovini manjši kot na lesu merantija. Vzorci II. proizvajalca premaznega sredstva pa so v obeh primerih pridobili na sijaju.

Preglednica 13: Barva premazov na smrekovini in na lesu merantija, pred umetnim pospešenim staranjem in po njem

Prekrivni premaz/smreka	<i>t</i> (h)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
I.	0	31,35	-13,48	3,59	0,00	0,00	0,00	0
	250	30,90	-11,76	2,34	-0,45	1,72	-1,25	2,17
II.	0	32,52	-12,25	2,41	0,00	0,00	0,00	0
	250	32,53	-12,36	2,57	0,01	-0,11	0,16	0,19
III.	0	31,64	-12,80	3,04	0,00	0,00	0,00	0
	250	32,19	-12,49	2,93	0,55	0,31	-0,11	0,64
IV.	0	32,21	-12,84	2,35	0,00	0,00	0,00	0
	250	31,84	-11,89	1,70	-0,37	0,95	-0,65	1,21

Prekrivni premaz/meranti	<i>t</i> (h)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
I.	0	31,03	-13,66	3,59	0,00	0,00	0,00	0
	250	30,83	-13,06	3,03	-0,20	0,60	-0,56	0,84
II.	0	32,19	-12,46	2,47	0,00	0,00	0,00	0
	250	32,10	-12,40	2,49	-0,09	0,06	0,02	0,11
III.	0	31,98	-12,65	2,94	0,00	0,00	0,00	0
	250	32,24	-12,27	2,76	0,26	0,38	-0,18	0,49
IV.	0	32,00	-12,94	2,39	0,00	0,00	0,00	0
	250	31,83	-12,18	1,96	-0,17	0,76	-0,43	0,89

Preglednica 14: Sijaj površinsko obdelane smrekovine in lesa merantija pred umetnim pospešenim staranjem in po njem

Prekrivni premaz/smreka	<i>t</i> (h)	<i>sijaj</i>	Δs
I.	0	28,20	0,00
	250	27,00	-1,20
II.	0	15,20	0,00
	250	16,40	1,20
III.	0	32,00	0,00
	250	29,40	-2,60
IV.	0	23,10	0,00
	250	20,30	-2,80
Prekrivni premaz/meranti	<i>t</i> (h)	<i>sijaj</i>	Δs
I.	0	22,10	0,00
	250	24,10	2,00
II.	0	10,90	0,00
	250	11,90	1,00
III.	0	24,40	0,00
	250	20,90	-3,50
IV.	0	20,50	0,00
	250	20,20	-0,30

4. 5 KREDANJE

Vsi vzorci, pri katerih smo ugotavljali kredanje z lepilnim trakom, so bili ocenjeni z oceno 1. To pomeni, da na nobenem vzorcu ni bilo opaziti sledi kredanja oz. luščenja premazov.

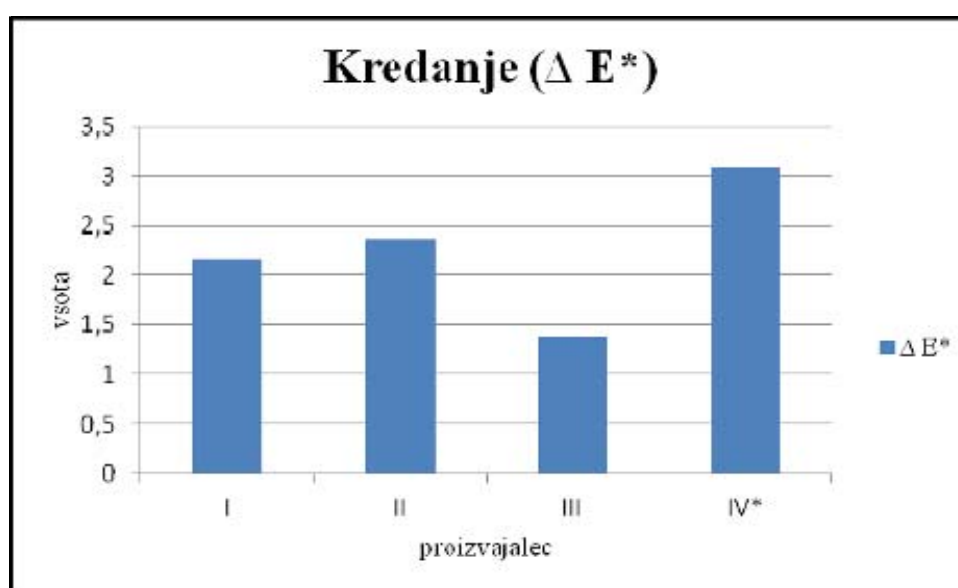
Vendar smo pojav kredanja vseeno opazili, in sicer pri preizkusu s krpo. Vsi vzorci, ki smo jih obrisali s krpo, so na njej pustili sledi barve. Torej se je kredanje očitno pojavilo, vendar ga s standardno metodo ugotavljanja nismo zaznali. Najmanj sledi je bilo vidno na vzorcu proizvajalca III, nekoliko več pri premazih proizvajalcev I in II, največ sledi pa je bilo na vzorcu s premazom IV. proizvajalca. Pri premazu IV. proizvajalca smo po izpostavitvi v komori za umetno pospešeno staranje opazili tudi preboj smol na površino premaza.

Stopnjo kredanja smo ocenili tudi na osnovi izmerjenih barvnih razlik (preglednica 15 in slika 26). Oceno kredanja smo dobili tako, da smo na vzorcih izmerili barvo, preden smo jih dali v komoro za umetno pospešeno staranje in po umetnem pospešenem staranju, ki je trajalo 250 ur. Po preteku tega časa je bila ponovno izmerjena barva in iz teh dveh meritev smo izračunali spremembo barve. Iz tega je razvidna sprememba barve, ki nastane v procesu umetno pospešenega staranja, ki je osnova za kredanje. Tako smo dobili rezultat iz katerega smo določili kredanje.

Preglednica 15 prikazuje rezultate meritev barve pred umetnim pospešenim staranjem in po njem ter izračun spremembe barve po končanem umetno pospešenem staranju. Pri tem je prišlo do spremembe barve, kar je razvidno iz vrednosti ΔE^* .

Preglednica 15: Ocena kredanja na osnovi meritev barve pred umetnim pospešenim staranjem in po njem

Premaz	t(h)	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
I.	0	95,51	-0,93	2,79	0,00	0,00	0,00	0
	250	94,40	-2,16	3,33	-1,11	-1,23	0,55	1,74
II.	0	96,22	-0,92	3,66	0,00	0,00	0,00	0
	250	94,46	-2,32	2,90	-1,76	-1,41	-0,76	2,37
III.	0	95,25	-0,96	2,77	0,00	0,00	0,00	0
	250	94,01	-1,47	3,14	-1,25	-0,51	0,37	1,39
IV.	0	95,44	-0,87	2,90	0,00	0,00	0,00	0
	250	93,74	-2,69	4,74	-1,69	-1,82	1,84	3,09



Slika 25: Ocena kredanja pri testu s papirnato brisačo, na osnovi meritev barve

*preboj smole.

Slika 26 prikazuje oceno kredanja, ki je nastala pri testiranju z brisanjem papirnate brisače. Prikazuje spremembo barve, ki je nastala pri brisanju s papirnato brisačo, ki je nastala pred in po brisanju.

4. 6 OCENA POTRDITVE ALI ZAVRNITVE POSTAVLJENIH HIPOTEZ

Na začetku diplomskega dela smo postavili nekaj hipotez, ki jih naši rezultati potrjujejo ali pa tudi ne. V nadaljevanju so najprej postavljene hipoteze še enkrat izpisane, pod njimi pa je ocena, ali rezultati naših raziskav hipotezo potrjujejo ali ne.

- I. Predvidevamo, da bo vsaj eno izmed preizkušenih premaznih sredstev zadostilo vsem pogojem izpostavitve in da se pri izbrani kombinaciji napake zlepljanja, pojava svetlejših lis in kredanja ne bodo pojavljale.

Na žalost zgornje hipoteze nismo mogli potrditi. Pri preizkušanju različnih premaznih sredstev se je pokazalo, da nobeden od preizkušenih premaznih sistemov ni odporen v celoti proti izbranim izpostavitvenim pogojem, z vidika odpornosti proti zlepljanju, nastanka svetlih, belkastih lis, kredanja in večjih sprememb barve in sijaja med izpostavitvijo umetnemu pospešenemu staranju. To pomeni, da se bo moral proizvajalec oken – uporabnik premaznih sredstev od vseh štirih proizvajalcev odločiti za optimalnega.

- II. Predvidevamo, da bodo sistemi s smrekovino dali slabše rezultate kot sistemi na lesu merantija.

Hipotezo smo z rezultati naših poskusov potrdili. Na vzorcih smrekovine je prihajalo do večjih napak pri zlepljanju. To se je še zlasti pokazalo pri preizkušanju pri povišani temperaturi 50 °C, ko so bile poškodbe veliko bolj izrazite. Ravno tako se je na površinsko obdelanem smrekovem lesu, ne glede na vrsto premaznega sredstva, pri izpostavitvi vodi, pojavljalo več svetlih lis kot na lesu merantija. Tudi kredanje je bilo izrazitejše kot na lesu merantija.

- III. Predvidevamo, da bo problem zlepljanja bolj izrazit pri prekrivni barvi, kot pa pri debeloslojni lazuri.

Tudi to hipotezo smo potrdili. Iz rezultatov je razvidno, da je bilo zlepljanje bolj izrazito, deformacije po razdružitvi pa so bile tudi bolj vidne na vzorcih, ki so bili premazani s pokrivno barvo. Nekoliko v pozitivno smer odstopajo rezultati za premaz II. proizvajalca, a v splošnem lahko trdimo, da so se boljše odrezali lazurni premazi.

5 SKLEPI

Ugotovili smo, da je bila odpornost testiranih lazurnih premazov proti zlepljanju boljša od odpornosti prekrivnih premazov. Lazurni premazi so se od prekrivnih izkazali kot bolj kakovostni tudi z vidika nagnjenosti k nastanku svetlih, belkastih madežev pri izpostavitvi vodi, kakor tudi pri verjetnosti pojava kredanja.

Na površinah vzorcev, ki so bili premazani s prekrivnimi površinskimi sistemi, se je v primerjavi z lazurami pri izvedenih testih pojavljalo več poškodb; prihajalo je do bolj izrazitega zlepljanja površin in posledično do bolj vidnih poškodb pri razdružitvi površin, ki smo jih stiskali z izbrano obremenitvijo. Pri stiku z vodo je prihajalo do nastajanja izrazitih svetlih lis, kar je zelo vplivalo na estetski videz obdelanih površin.

Zaradi staranja premaznih sredstev se je na površinah pojavilo kredanje, barva in sijaj sta se spremenila.

V splošnem lahko sklenemo, da niti eden od testiranih premaznih sistemov ni bil v celoti odporen proti izbranim izpostavitvenim pogojem. To pomeni, da se bo moral proizvajalec oken odločiti za kompromis in izbrati premazni sistem, ki se bo še najbolj približal pričakovanim odpornostnim lastnostim.

6 POVZETEK

V nalogi smo proučevali, kako med dvema vrstama lesa (smrekovine in meranti) in premazi štirih različnih proizvajalcev izbrati najbolj primeren površinski sistem, ki bi zadostoval zahtevanim kriterijem: odpornost proti zlepljanju, kredanju, čim manj izrazitemu nastajanju svetlih lis pri izpostavitvi vodi tem čim manjšim spremembam barve zaradi staranja sistema. Les je bil premazan z lazurami ali s prekrivnimi barvami. Pri delu smo uporabili premaze naslednjih proizvajalcev: Adler, Renner, Sigma ter Teknos.

Odpornost proti zlepljanju smo ugotavljali po standardni metodi. Testne vzorce smo zlagali križno enega na drugega in jih na koncu obremenili. Po preteku časa, zapisanega v standardu, smo ocenili poškodbe na premaznem sredstvu. Pojav svetlih lis – »belitev« smo ugotavljali s spremembo barve po stiku z vodo. Ugotovili smo, da se vse lise po določenem času, ko se površina posuši, izginejo. Z določanjem stopnje kredanja smo ugotavljali staranje premaza. Vzorci so bili izpostavljeni podobnim zunanjim vremenskim razmeram.

Lazurni premazi so na splošno izkazali boljše lastnosti od prekrivnih barv. V splošnem smo ugotovili, da niti eden od testiranih premaznih sistemov ni bil v celoti odporen proti izpostavljenim pogojem. To pomeni, da se bo moral proizvajalec oken odločiti za kompromis in izbrati premazni sistem, ki se bo najbolj približal pričakovanim odpornostim lastnostim.

7 VIRI

Adler-Werk Lackfabrik, 2011

<http://www.adler-lacke.com/> (10. nov. 2011)

CEN/TC 139/WG 2 N 658. Resistance to blocking of paints and vanishes on wood – Blocking 2002:22. str.

Eckhard M., Ehrmann W., Hammerl D., Nastle H., Nutsch T., Nutsch W., Schulz P., Willgerodt F. 2008. Fachkunde Holztechnik. Nourney: Verlag Europa-Lehrmittel: 615 str.

Glin Nazarje 2007-2012

http://www.glin.si/index1/barvna_karta.aspx (7. apr. 2012)

ISO 4628-6:2002. Paints and vanishes - Evaluation of degradation of paint coating - Designation of intensity, quantity and size of common types of defects: 2002:3 str.

Korak, 2008

<http://www.korak.ws/clanki/barva-lesa.html> (10. feb. 2012)

Kotnik D. 2003. Površinska obdelava v izdelavi pohištva. 2. dopolnjena izd. Brezovica, Fanitura: 184 str.

Kričej B. 1974. Postopki umetnega pospešenega staranja premazov, namenjenih za površinsko obdelavo lesnih konstrukcij, izpostavljenih na prostem. V: Les. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 26, 4: 131-146

Malaysian Timber Council, 1992-2012

<http://www.mtc.com.my/info/images/stories/pdf/slovenian/SLOVENIAN-YELLOW-MERANTI.pdf> (8. feb. 2012)

Okna Kli Logatec d.o.o. 2011. Katalogi in navodila: 40. str.

Okna Kli Logatec, d.o.o. 2011

<http://www.oknakli.si/sl/> (10. nov. 2011)

Pavlič M. 2010. Površinska obdelava lesa v eksterieru. V: Nove tehnologije v gradnji z lesom. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 50-61

Pavlič M., Mihevc V. 2001. Zaščita lesa pred vremenskimi vplivi. V: Les. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 53, 1/2: 15-20

Pavlič M., Petrič M. 2002. Površinska obdelava – laboratorijske vaje (kopije prosojnic in nekaj relevantnih prispevkov). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Petrič M. 2008. Površinska obdelava gradbenega lesa. V: Gradnja z lesom – izzivi in priložnosti za Slovenijo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 108-112

Pohleven F. 2008. Konstrukcijska zaščita lesa pred škodljivci. V: Gradnja z lesom – izzivi in priložnosti za Slovenijo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 96-100

Renner Italia, 2011

<http://www.renneritalia.com/home.html> (10. nov. 2011)

Sigma paints, 2011

<http://www.sigmapaints.com/> (10. nov. 2011)

Taborniki II. SNOUB Ljubo Šercer, 2009

<http://www.taborniki-ii-snoub.org/smreka.htm> (8. feb. 2012)

Teknos Group, 2010

<http://www.teknos.si/> (10. feb. 2012).

Teknos trgovina z barvami d.o.o., 2010

<http://www.wood.teknos.si/?pageid=H2416> (8. feb. 2012)

Wikipedija-Smreka, 2011

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Smreka> (5. nov. 2011)

ZAHVALA

Hvala vsem, ki ste mi pomagali pri tej diplomski nalogi.

Metod Peterlin