

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Igor KOVAČEVIČ

**ODPORNOST IZBRANIH POVRŠINSKIH
SISTEMOV STAVBNEGA POHIŠTVA PROTI
UDARCU**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Igor KOVAČEVIČ

**ODPORNOST IZBRANIH POVRŠINSKIH SISTEMOV
STAVBNEGA POHIŠTVA PROTI UDARCU**

DIPLOMSKI PROJEKT
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**RESISTANCE OF SELECTED SURFACE JOINERY
SYSTEMS AGAINST IMPACT**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2013

Diplomski projekt je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov – 1. stopnja. Eksperimentalno delo je bilo v celoti izvedeno v Laboratoriju za obdelavo površin, Katedre za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin, Oddelka za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof. dr. Marka Petriča, za somentorja asist. dr. Matjaža Pavliča in za recenzentko doc. dr. Manjo Kitek Kuzman

Mentor: prof. dr. Marko Petrič

Somentor: asist. dr. Matjaž Pavlič

Recenzentka: doc. dr. Manja Kitek Kuzman

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je projekt, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identičen tiskani verziji.

Igor Kovačevič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK UDK 630*829.1
- KG premazi za les/eksterier/odpornost proti udarcu
- AV KOVAČEVIČ, Igor
- SA Petrič, Marko (mentor)/PAVLIČ, Matjaž (somentor)/KITEK KUZMAN, Manja
(recenzentka)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- LI 2013
- IN ODPORNOST IZBRANIH POVRŠINSKIH SISTEMOV STAVBNEGA
POHIŠTVA PROTI UDARCU
- TD Diplomski projekt (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
- OP VII, 26 str., 9 pregl., 12 sl., 14 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Ustrezna odpornost premaza proti udarcem igra velik pomen pri zaščiti lesa, saj v primeru slabe odpornosti filma proti udarcu le-ta ob udaru razpoka in tako se odpre pot za intenziven prodor vlage v lesno podlago. Da bi ugotovili, kakšna je odpornost površinskih sistemov stavbnega pohištva proti udarcu, smo proučili 12 površinskih sistemov oken slovenskega proizvajalca, ki so se med seboj razlikovali v različni podlagi in premaznem sistemu. Rezultate smo primerjali z že znanimi podatki o odpornosti proti udarcu premaznih sistemov za zaščito lesa v zunanji uporabi, namenjenih za široko potrošnjo. Ugotovili smo, da je odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken zaradi različnih podlag, premaznih sistemov in načinov obdelave zelo različna. Dokazali smo, da je odpornost površinskega sistema proti udarcu odvisna tako od podlage kot tudi od premaznega sistema. Prav tako smo ugotovili, da je odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken boljša od odpornosti proti udarcu primerljivih premaznih sistemov, namenjenih za široko potrošnjo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dv1
- DC UDC 630*829.1
- CX wood coatings/exterior/resistance to impact
- AU KOVAČEVIČ, Igor
- AA PETRIČ, Marko (supervisor)/PAVLIČ, Matjaž (co-advisor)/KITEK KUZMAN, Manja (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
- PY 2013
- TY RESISTANCE OF SELECTED SURFACE JOINERY SYSTEMS AGAINST IMPACT
- DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
- NO VII, 26 p., 9 tab., 12 fig., 14 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB A suitable coating resistance against impact plays an important role in the protection of wood, as in the case of low film resistance against impact the film cracks and thus opens the way for intensive penetration of moisture into the wood substrate. Therefore, we examined the impact resistance of 12 different surface joinery systems of a Slovenian manufacturer. The systems differ from each other in different substrates and coating systems. Results were compared with the already known data on the impact resistance of coating systems for protection of wood in exterior use, intended for wide consumption. The results show that the resistance against impact of selected surface systems for wooden windows depends on a substrate, coating system and finishing. It has been proved that the resistance against impact of a surface system depends on both the substrate as well as on the coating system. We have also found that the impact resistance of selected surface systems of wooden windows is better than the resistance against impact of comparable coating systems intended for general consumption.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	Str. II
	KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
	KAZALO VSEBINE	V
	KAZALO PREGLEDNIC	VI
	KAZALO SLIK	VII
1	UVOD	1
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2	CILJI NALOGE	1
1.3	METODA DELA	1
1.4	HIPOTEZA	2
2	ZNAČILNOSTI PREMAZOV ZA ZUNANJO UPORABO	3
3	MATERIALI IN METODE	6
3.1	PRIPRAVA TESTNIH VZORCEV	6
3.2	OPIS UPORABLJENIH DREVESNIH VRST	8
3.3	PREMAZNA SREDSTVA	11
3.4	DEBELINA SUHEGA FILMA PREMAZNEGA SISTEMA	13
3.5	ODPORNOST PREMAZNEGA SISTEMA PROTI UDARCU	15
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	20
4.1	DEBELINA SUHEGA FILMA LAKA	20
4.2	ODPORNOST PREMAZNEGA SISTEMA PROTI UDARCU	21
4.2.1	PRIMERJAVA ODPORNOSTI POVRŠINSKEGA SISTEMA PROTI UDARCU	24
5	ZAKLJUČEK	26
6	VIRI	27
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Pregled uporabljenih premazov	11
Preglednica 2: Povprečnih vrednosti debelin suhih filmov premaznih sistemov	20
Preglednica 3: Ocena odpornosti površinskih sistemov proti udarcu z različnih višin (<i>h</i>)	22
Preglednica 4: Ocene odpornosti površinskih sistemov za široko potrošnjo proti udarcu z različnih višin (<i>h</i>) (Vidergar, 2012)	24

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Certifikat za ekoinovacijo	7
Slika 2: Merjenje debeline suhega filma premaznega sistema v prečnem prerezu	14
Slika 3: Prikaz prečnega prereza, belo prekrivni pigmentiran premaz na hrastovi podlagi	14
Slika 4: Prikaz prečnega prereza, poltransparentni rumenorjavi pigmentirani premaz na hrastovi podlagi	14
Sliki 5: Prikaz metode določanja odpornosti površinskega sistema proti udarcem	15
Slika 6: Prikaz mesta udarca na površini	16
Slika 7: Ocena velikosti deformacije na površinskem sistemu	17
Slika 8: Prikaz ocenjevanja udarcev s pomočjo okularja	18
Slika 9: Prikaz poškodbe na mestu in izven mesta udarca	18
Sliki 10: Prikaz poškodbe na mestu udarca	18
Slika 11: Prikaz udrtine na mestu udarca	19

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Ustrezna odpornost filma premaza proti udarcem igra velik pomen pri zaščiti lesa, saj v primeru slabe odpornosti filma proti udarcu le-ta ob udaru razpoka in tako se odpre pot za intenziven prodor vlage v lesno podlago. Zaradi tega so v Laboratoriju za obdelavo površin razvili ustrezno metodo in preskusili premazne sisteme namenjene za široko potrošnjo (Vidergar, 2012). Nič pa še ni znanega kako je z odpornostjo proti udarcem površinskih sistemov industrijskih izdelkov v zunanji uporabi, kot so npr. lesena okna.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj naloge je določiti odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken pri večjem slovenskem proizvajalcu. Pri tem bomo skušali pridobiti realne sisteme, ki se bodo med sabo razlikovali po vrsti podlage, premaznem sistemu in načinu obdelave. Dobljene rezultate bomo primerjali z že znanimi rezultati odpornosti proti udarcu premaznih sistemov namenjenih za široko potrošnjo (Vidergar, 2012).

1.3 METODA DELA

Za določanje odpornosti proti udarcu bomo uporabili metodo, ki jo je v svoji diplomski nalogi razvil Vidergar (2012). Ker je ta metoda v postopku razvoja novega standarda, bomo ob njeni uporabi upoštevali tudi vse do tedaj sprejete spremembe.

1.4 HIPOTEZA

Predvidevamo, da bodo dobljene vrednosti določanja odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken zaradi različnih podlag, premaznih sistemov in načinov obdelave zelo različne. Prav tako predvidevamo, da bo odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken boljša od odpornosti proti udarcu premaznih sistemov namenjenih za široko potrošnjo.

2 ZNAČILNOSTI PREMAZOV ZA ZUNANJO UPORABO

Les je prijazen in topel material, ki v nas vedno znova vzbuja ugodne estetske občutke. Le stežka si predstavljamo, da v našem domu in njegovi okolici ne bi srečevali in uporabljali lesa in izdelkov iz tega plemenitega materiala. Za les prav gotovo dobesedno velja, da nas spremlja od zibelke do groba.

Les kot občutljiv proizvod narave, kot organski material, pri določenih pogojih zelo hitro propade. Les propada zaradi različnih abiotskih dejavnikov (padavine in vlaga, sončna svetloba, nihanje temperature, tudi ogenj), prav tako veliko škodo pa povzročajo tudi biološki organizmi: bakterije, alge, glive in različni insekti. Proces propadanja lesa je v naravi sicer nujno pomemben del življenjskega cikla, za človeka pa prehitro in ga zato želimo kar se da upočasniti. Pravimo, da les zaščitimo.

Če nezaščiten les pustimo na prostem, da je izpostavljen padavinam in obsevanju s sončno svetlobo, se prične takoj nepovratno spreminjati, propadati, in že po nekaj dneh lahko opazimo prve spremembe: površina lesa spremeni barvo, prej ali slej se pojavijo tudi prve razpoke. Proces spreminjanja lesa zaradi vremenskih vplivov imenujemo naravno staranje.

Bistveni dejavniki, ki povzročajo staranje lesa na prostem so:

- sončna svetloba (ultravijolični žarki)
- voda (vlaga in padavine)
- kisik iz zraka

Najbolj škodljivi so ultravijolični žarki (UV), ki so očem nevidni del spektra sončne svetlobe. Les UV žarke zelo dobro vpija, pri tem pa nastajajo zelo škodljive kemijske zvrsti, tim. prosti radikali. Le-ti sprožijo procese depolimerizacije oz. razkroja naravnih polimerov – lignina in celuloze, pri kateri igra pomembno vlogo tudi kisik. Poteka fotooksidativna degradacija lesa. Kot produkt tega razkroja nastajajo nove, obarvane snovi, zato les pod vplivom sončne svetlobe spremeni svojo naravno barvo. Svetlejši lesovi potemnejo, temnejši pa postanejo nekoliko bolj svetli. Produkti razkroja lignina in celuloze niso odporni proti vodi in ob močnejših padavinah se izpirajo s površine. Končni rezultat je hrapava, sivo obarvana površina. Zaradi nihanja zunanje temperature, spreminjanja vlažnosti in s tem povezanega nabrekanja in krčenja, pozimi celo zaradi zmrzovanja vode, se pojavijo še razpoke, ki proces propada lesa zaradi vremenskih vplivov samo še pospešijo.

Premazi, s katerimi ščitimo les, ki je občasno ali stalno izpostavljen vremenskim vplivom, se zaradi posebnosti zunanje izpostavitve po svoji sestavi in lastnostih močno ločijo od premazov za notranjo uporabo. Zapomnimo si, da so različni klasični transparentni laki, kot je npr. parketni lak, popolnoma neprimerni za nanašanje na les, ki bo v uporabi na prostem. Po drugi strani pa premaze, ki so prvenstveno namenjeni za eksterier, lahko uporabljamo tudi za lesne izdelke znotraj stavb, če le niso njihove površine mehansko preveč obremenjene.

Lak (*varnish*) po utrditvi na površini lesa tvori brezbarven transparenten sloj. Ker ne vsebuje pigmentov in dodatkov, ki bi preprečili poškodbe zaradi delovanja UV-žarkov, ni primeren za premazovanje lesa, ki ga bomo uporabljali na prostem.

Lazure so transparentni ali pol-transparentni, obarvani in delno pigmentirani premazi za les, ki je v uporabi na prostem. Vsebujejo nekoliko nižjo koncentracijo veziv ter v primerjavi z običajnimi laki nekoliko globlje prodrejo v les. Poudariti pa je potrebno, da kot pove že njihovo ime, vsi površinski premazi praktično ostanejo na površini lesa. Ko govorimo o globini prodora premaza v les, pri tem mislimo le na nekaj vrhnjih plasti celic. Lazure tvorijo na površini lesa zelo tanke filme. Ker so delno prepustne za vodno paro, omogočajo, da les pod njimi »diha«. Ali je to dobro ali ne, je predmet obširnih razprav, česar se bomo v nadaljevanju še dotaknili.

Lak-lazure so po svojih lastnostih zelo podobne lazuram, le da je koncentracija veziv pri njih nekoliko višja. Posledica je, da dajejo v primerjavi z lazurami nekoliko debelejšje filme, ki so manj prepustni za vodno paro.

Kot smo že opisali, UV-žarki, še posebej v kombinaciji z vlago, povzročajo nepopravljive poškodbe strukture in sestave lesa. Ena izmed najpomembnejših nalog dobrega zunanjega premaza za les je zato prav zaščita pred UV-sevanjem.

Ko ultravijolični žarki padejo na površino utrjenega filma, se del vpadlih žarkov odbije, del pa prodre v premaz. Tako kot na les, UV-svetloba škodljivo vpliva tudi na sam premaz, predvsem na vezivo, ki bodisi depolimerizira (razpada) ali pa poteče naknadno in neželjeno premreženje, zaradi česar se poveča njegova krhkost, to pa vodi do povečane verjetnosti nastanka razpok. UV-žarki seveda lahko prodrejo tudi do lesa pod premazom. Zaradi fotooksidativne degradacije lesa se spremenijo njegove lastnosti in ena izmed posledic je, da se lahko spremeni oprijemnost premaza. Razpokan premaz se lušči in odstopa od podlage. Vse opisano velja za premaz, ki ni odporen proti UV žarkom. Dobro zaščito lahko

dosežemo na več načinov: z zadostno koncentracijo pigmentov, z dodatkom UV-absorberjev, lovilcev radikalov in/ali antioksidantov.

Pigmenti so trdni (največkrat) anorganski delci, ki premaz obarvajo. Pigment pri belih pokrivnih premazih je zelo pogosto titanov dioksid, TiO_2 . UV-žarki, ki padejo na delce pigmenta, se od njih odbijejo ali pa se absorbirajo ter pretvorijo v toploto. Pri pokrivnih premazih je koncentracija pigmentov tako visoka, da skozi plast opleska UV-svetloba do lesa ne more prodreti. Les pod takim premazom tudi po dolgoletni izpostavitvi vremenskim vplivom ostane nepoškodovan. To velja seveda samo v primeru, če premaz med uporabo ne razpoka, se ne lušči ali kako drugače poškoduje. Pri lazurah in lak-lazurah, ki so transparentne ali pol-transparentne pa del UV svetlobe še vedno prodre do lesa pod premazom. Za učinkovito zaščito pred UV-sevanjem zato tem vrstam prevlek dodajamo UV-absorberje in lovilce radikalov.

UV-absorberji so organske snovi, ki vpijajo ultravijolične žarke in jih pretvorijo v neškodljivo toploto. Sredstva imajo take kemijske lastnosti, da se ne morejo »porabiti«. Ko oddajo toploto, se spet spremenijo v prvotno obliko, ki lahko vpija UV-sevanje. Kljub temu pa se sčasoma del UV-absorberjev lahko iz premaza izpere ali postopoma razpade. Zato z leti njihova koncentracija v utrjenem filmu upada in premaz izgublja svojo zaščitno učinkovitost.

Prosti radikali so snovi, pri katerih en ali več elektronov nima svojega para. Take spojine nastajajo v premazu in v lesu pod vplivom obsevanja z ultravijolično svetlobo. Tako na vezivo premaza kot na les imajo zelo škodljiv, razdiralen učinek, saj povzročajo njun hiter in intenziven razpad. Lovilci radikalov (UV filtri) s prostimi radikali reagirajo tako, da jih spreminjajo v neškodljivo obliko, pri čemer se podobno kot pri UV-absorberjih sprošča toplota.

Zelo pomembna je tudi prepustnost za vodno paro. Lazure in lak-lazure delno prepuščajo vodno paro. Les pod takimi premazi »deluje«, se krči in nabreka, ob daljših vlažnih vremenskih obdobjih lahko precej naraste tudi vlažnost z lazurami zaščenega lesa. Ob lepem vremenu pa lahko vlaga iz lesa relativno hitro izhaja – premazan les se »posuši«. Nekatere raziskave so pokazale, da so se delno prepustni premazi za les v naših klimatskih razmerah izkazali primernejši od neprepustnih pokrivnih premazov.

(Petrič M., 2013)

3 MATERIALI IN METODE

3.1 PRIPRAVA TESTNIH VZORCEV

Po standardu mora imeti les iz katerega izdelamo vzorce normalno stopnjo rasti (3 do 8 letnic na 10 mm), gostoto med $0,4 \text{ g/cm}^3$ in $0,5 \text{ g/cm}^3$ (merjeno po kondicioniranju) in raven potek lesnih vlaken. Les/vzorci morajo biti brez napak. To pomeni, da ne sme biti nobenih sledi okužb z glivami in brez modrivosti. Prekomerni poroznosti (zaradi napada bakterij) se je potrebno izogniti po predpisanem standardu EN 927-3:2006-12, B.9. Vzorci dimenzije $170 \text{ mm} \times \text{min. } 70 \text{ mm} \times (20 \pm 2) \text{ mm}$ morajo biti brez razpok, zavite rasti in smolnih kanalov. Naklon letnic glede na preskušano površino je med 60° in 90° . Pred nanosom premaza na podlago je potrebno les pobrusiti s papirjem granulacije 150. Les mora biti kondicioniran pri temperaturi $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ in relativni zračni vlažnosti $(65 \pm 5) \%$. Po kondicioniranju se gostota lesa določi po standardu ISO 3131:1995.

Naši vzorci so bili že vnaprej pripravljeni v podjetju M Sora d.d. Leta 1948 je bila ustanovljena Kmetijska zadruga z o.j. Žiri za namen združništva (odkup kmetijskih in gozdnih izdelkov). V letih svojega delovanja se je spreminjala, prilagajala okolju, novim družbenim, gospodarskim in tržnim razmeram. Do leta 2002 je bila del njene poslovne dejavnosti tudi hranilno-kreditna služba. V današnji pravno organizacijski obliki deluje M Sora d.d. od oktobra 2006 dalje. Dejavnosti M Sore d.d. so lesena dejavnost (proizvodnja in prodaja oken) in trgovska dejavnost (veleprodaja materialov za stavbno pohištvo, prodaja gradbenega materiala in repromateriala za kmetijstvo...). Podjetje M Sora d.d. ima 5 hčerinskih firm: Noriva Radovljica, M Sora Zagreb, M Sora Priština, M Sora Tirana in M Sora Fenster.

(M Sora d.d., 2013)

Okna M Sora nosijo certifikat za ekoinovacijo na evropskem nivoju (slika 1). Njihova lesena izolativna obloga z zračnimi režami uspešno nadomešča umetne izolativne materiale, kar občutno zmanjša količino izpustov CO₂ v okolje in močno povečuje toplotno izolativnost.



Slika 1: Certifikat za ekoinovacijo (M Sora d.d., 2013)

M Sora d.d. se je v letu 2013 pridružila mednarodnemu projektu ENERGYViLLab, katerega cilj je vzpostaviti mrežo »živih« laboratorijev, poimenovanih »EnergyViLLab« (Energy Virtuos Living Lab), oziroma virtualnih laboratorijev, v katerih sodelujejo različni akterji, javni in zasebni, ki jih zanima testiranje aplikacij in inovativnih rešitev v zvezi z uporabo obnovljivih virov energije, varčevanjem z energijo in trajnostno mobilnostjo.

(M Sora d.d., 2013)

Ker so bili naši vzorci industrijske proizvodnje, nismo pričakovali, da bodo imeli vsi vzorci les s podobnimi lastnostmi (potek letnic, gostota lesa, razmerje med kasnim in ranim lesom ...), zaradi česar bi lahko prihajalo do razlik v meritvah med vzorci iste drevesne vrste in premazom. Kljub temu so bili vzorci skrbno pripravljani.

V naši raziskavi smo tako proučili 12 različnih površinskih sistemov stavbnega pohištva. Izdelani so bili iz lesa štirih različnih drevesnih vrst, hrasta (*Quercus spp.*), smreke (*Picea abies* (L.) Karst.), macesna (*Larix decidua* Mill.) in evkaliptusa (*Eucalyptus grandis*). Za njihovo površinsko obdelavo pa so bili izbrani trije različni premazni akrilni sistemi na vodni osnovi, transparenten nepigmentiran, poltransparenten rumenorjavo pigmentiran in prekrivni belo pigmentiran sistem. Vsi premazi, ki so bili uporabljeni za tvorbo navedenih premaznih sistemov, so v nadaljevanju na kratko opisani.

Odpornost površinskih sistemov proti udarcu smo določali 21 dni po končani površinski obdelavi. Za vsak sistem smo prejeli dva vzorca dimenzije (600 × 120 × 6) mm. Le-te smo prežagali na polovico, sredinski del pa smo uporabili za določanje debeline suhega filma premaznega sistema. Tako smo za vsak sistem pripravili štiri vzorce za določanje njihove odpornosti proti udarcu in po dva vzorca za določanje debeline suhega filma.

3.2 OPIS UPORABLJENIH DREVESNIH VRST

SMREKA (*Picea Abies*)

Opis drevesa: Do 50 m visoko drevo z ravnim in polnolesnim deblom. Skorja je rjavkastordeča in luskasto razpokana. Igllice so razporejene okoli vej, oglate in ostre. Storži visijo in odpadejo celi.

Lastnosti lesa: Smrekovina je rumenkastobelega barve, svilnatega sijaja, nima obarvane jedrovine. Branike so izrazite, les vonja po smoli, smolni kanali pa so maloštevilni. Trakovi so drobni in nevidni. Les je lahek (gostota $\rho_{12...15} = 470 \text{ kg/m}^3$) trden, elastičen, lahko cepljiv, zmerno se krči, na prostem je srednje trajen, ni odporen proti glivam in insektom.

Obdelava: Dobro se obdeluje, lepi, enostavno se suši in impregnira. Težave povzročajo več smole, zato smolnice in grče po potrebi »krpamo«.

Uporaba: Zaradi nizke gostote in dobrih mehanskih lastnosti smrekovino uporabljamo kod gradbeni in konstrukcijski les (ostrešja, tramovi, opaži ipd.), za izdelavo električnih in drugih drogov ter za stavbno pohištvo (okna, vrata, stenske, stropne in podne celuloze in papirja, športnega orodja, plovil ...).

(Čermak in Kovačič, 1998)

MACESEN (*Larix decidua*)

Opis drevesa: Drevo zraste do 30, izjemoma tudi do 50 m visoko. Skorja je debela in razpokana, temnosiva, v razpokah pa rdečkastorjava. Igllice rastejo v šopkih, v jeseni zlato porumenijo in odpadejo.

Lastnosti lesa: Macesen ima obarvano jedrovino. Beljava je ozka in rumenkasta, jedrovina rdečerjava. Branike so izrazite, prehod iz ranega v temen kasni les je oster. Macesnovina vsebuje veliko smole, je srednje gosta (gostota $r_{12...15} = 470 \text{ kg/m}^3$), mehka, srednje trdna, elastična in cepljiva. Črnjava je zelo trajna.

Obdelava: Težko se žaga, dobro se suši, obdeluje, vijači in lepi. Smola lahko povzroča težave, zato jo moramo pred luženjem odstraniti.

Uporaba: Macesnovina je odličen gradbeni les, posebno primeren za vodne in mostne konstrukcije, za stavbno in masivno pohištvo, stopnice, obloge, furnir, skodle, pragove, jamski les, stružene izdelke itd.

(Čermak in Kovačič, 1998)

HRAST (*Quercus*)

Opis drevesa: Hrastova drevesa dosežejo 40 m in več metrov ter doživijo visoko starost. V gozdu rastoča drevesa tvorijo visoko, ravno in polnolesno deblo. Skorja je siva in razbrazdana.

Lastnosti lesa: Hrastovina spada med venčasto porozne lesove z obarvano jedrovino. Beljava je ozka in rumenkasto-bela ter se ostro loči od rumenkastorjave črnjave. Traheje so na prečnem prerezu vidne s prostim očesom kot pore. Les je gost (gostota $r_{12...15} = 700 \text{ kg/m}^3$), trden in trd, zelo elastičen in cepljiv.

Obdelava: Dobro se obdeluje, skoblja in rezka ter površinsko obdeluje z različnimi premazi in dobro lepi. Sušenje je zelo počasno in težavno. Črnjave praktično ni mogoče impregnirati z zaščitnimi sredstvi, ker pa je že naravno zelo trajna, zadostuje le impregnacija beljave.

Uporaba: Zaradi izrednih lastnosti je hrastovina zelo cenjen in vsestransko uporaben les. Hrastov les z ožjimi branikami je manj gost in je zato primeren za izdelavo furnirja, pohištva, notranjo opremo, stružene izdelke itd. Les s širšimi branikami je gostejši, bolj trd in trden ter zato bolj primeren kot gradbeni in konstrukcijski les (zgradbe, mostovi, rudniške konstrukcije, piloti, ladjedelnštvo). Hrastovino uporabljamo za parkete, stopnice, drogove, železniške pragove, stavbno pohištvo itd.

(Čermak in Kovačič, 1998)

EVKALIPTUS (*Eucalyptus grandis*)

Opis drevesa: Zimzeleno drevo, eno izmed najbolj razširjenih gojenih dreves v Avstraliji. Drevo zraste od 20 m do 70 m. Deblo je gladko in vitko. Skorja je sivkastorumena.

Lastnosti lesa: Eukaliptus je difuzno porozna vrsta, jedrovina je malce temnejše rjava od beljave. Eukaliptus je srednje gost ((380–650) kg/m³). Na prostem je malo trajen. Zaradi velike absorpcije vode je primeren za gojenje na močvirnatih tleh.

Uporaba: Eukaliptus se uporablja za izdelavo težkih konstrukcij, ograj, pilotov, železniških pragov, za izdelavo celuloze, lesenih kompozitov. Iz cvetja evkaliptusa proizvajajo nektar za med. Cvetni prah je odličen za čebelarstvo.

(Florabank, 2013)

3.3 PREMAZNA SREDSTVA

Pri naši nalogi smo uporabili več vrst premazov. Razlike med premazi so v sestavi, vrsti in količini pigmenta ter dekorativnem učinku. Vsi premazi so učinkoviti za zaščito lesa v zunanji uporabi (eksterier), so na isti osnovi (voda), vezivu in istega proizvajalca.

Zaradi poslovnih skrivnosti podjetja natančnega postopka izdelave že omenjenih premaznih sistemov ne navajamo, so pa v nadaljevanju vsi premazi, ki smo jih za to uporabili, krajše opisani (preglednica 1).

Preglednica 1: Pregled uporabljenih premazov

Temeljni biocidni impregnacijski premaz z vsebnostjo lanenega olja
Osnovni transparentni nepigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi
Končni transparentni nepigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi
Osnovni poltransparentni rumenorjavo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi
Končni poltransparentni rumenorjavo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi
Osnovni prekrivni belo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi
Končni prekrivni belo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

Kot vidimo iz preglednice 1 smo za površinsko obdelavo naših vzorcev uporabili temeljni, osnovni in končni premaz. Temeljni premaz je bil za vse vzorce enak, medtem ko sta se osnovni in končni premaz razlikovala v dekorativnem in pigmentnem učinku.

Da bi bolj natančno vedeli kakšne so lastnosti posameznih premazov smo jih v nadaljevanju bolj natančno opisali.

Temeljni biocidni impregnacijski premaz z vsebnostjo lanenega olja

- premaz je transparenten, na vodni osnovi, vsebuje laneno olje za zaščito lesa proti glivam razkrojevalkam in modrivkam. Premaz uporabljamo za zaščito lesa proti zunanjim vplivom, pri dimenzijsko nestabilnih lesovih, ki so stalno podvrženi raztezanju in krčenju, kot so okna, vrata, oglaševalne table ...

Osnovni transparentni nepigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

- premaz je transparenten, na vodni osnovi, uporablja se za premazovanje oken, zunanjih vrat in druge dimenzijsko stabilne lesove. Uporablja se za točno določene drevesne vrste, kot je smreka, hrast, meranti, bor.

Končni transparentni nepigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

- premaz je transparenten, na vodni osnovi, uporablja se za premazovanje oken, zunanjih vrat in druge dimenzijsko stabilne lesove. Premaz uporabljamo za zaščito lesa pred zunanjimi vplivi.

Osnovni poltransparentni rumenorjavo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

- premaz je rumenorjavo pigmentiran, na vodni osnovi, uporablja se za premazovanje oken, zunanjih vrat in druge dimenzijsko stabilne lesove. Premazujejo se točno določene drevesne vrste, kot je smreka, hrast, meranti, bor.

Končni poltransparentni rumenorjavo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

- premaz je rumenorjavo pigmentiran, na vodni osnovi, uporablja se za premazovanje oken, zunanjih vrat in druge dimenzijsko stabilne lesove. Premaz uporabljamo za zaščito lesa pred zunanjimi vplivi.

Osnovni prekrivni belo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

- premaz vsebuje beli prekrivni pigment, je na vodni osnovi, vsebuje konzervanse proti mikroorganizmom, kot so plesni. Premaz uporabljamo za zaščito lesa proti zunanjim vplivom, za dimenzijsko stabilne in dimenzijsko nestabilne lesove, kot so okna, vrata ...

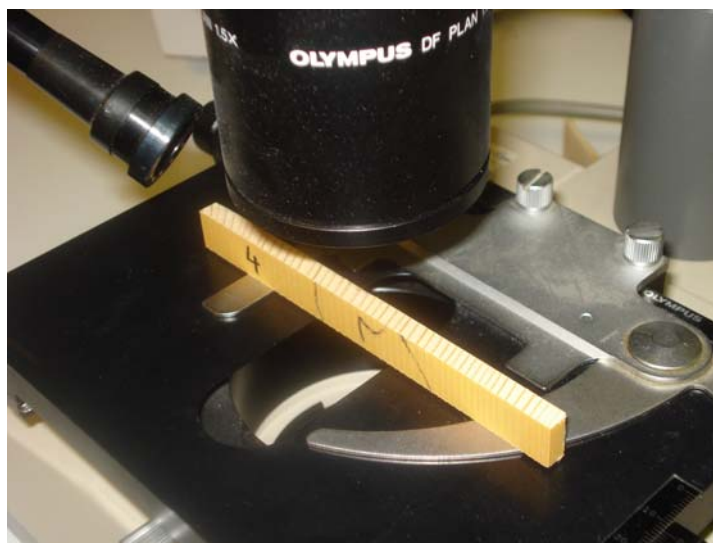
Končni prekrivni belo pigmentiran akrilni premaz na vodni osnovi

- premaz vsebuje beli prekrivni pigment, je na vodni osnovi, uporablja se za premazovanje oken, vrat in druge dimenzijsko stabilne lesove. Zaradi svoje kvalitete je dovolj en sam nanos, odporen je na UV-svetlobo in vremenske vplive. Ker je odporen na UV-svetlobo, premaz ne porumeni in tvori elastičen film.

3.4 DEBELINA SUHEGA FILMA PREMAZNEGA SISTEMA

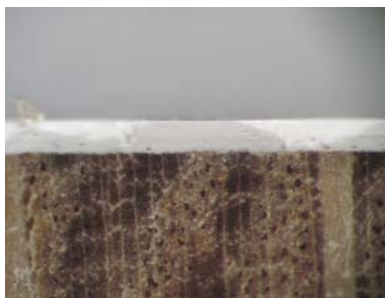
Pri nanašanju premaza na podlago moramo biti zelo previdni. Če na površino nanese mo debel film laka, potem imamo pogosto težave z napetostjo znotraj filma. To lahko povzroči vidne razpoke po celotni površini. Zaradi večje debeline je premaz lahko tudi bolj krhek, tako da lahko že ob manjšem udarcu pride do luščenja premaza in s tem ima voda prost vstop do lesa, poleg tega pri debelejših filmih pride do večje porabe premaznega sredstva. Tanjši premazi pa povzročijo nezadostno zaščito lesa, predvsem pri lesovih, ki imajo odprte pore, kot je hrast. Prav zaradi tega in dodatne podkrepitve rezultatov odpornosti površinskih sistemov proti udarcu smo se odločili, da vsem sistemom izmerimo še debelino suhega filma premaznega sistema.

Debelino suhega filma smo določili z mikroskopsko metodo SIST EN ISO 2808:1997. Ker smo za določanje suhega filma laka uporabljali stereo-lupo Olympus SZH (slika 2), smo morali iz vzorcev prečno na potek vlaken izžagati 1 cm širok trak. Na vsakem vzorcu smo opravili 5 meritev. Za vsak sistem smo imeli po dva vzorca za merjenje debeline in tako smo le-to navedli kot povprečje skupaj 10 meritev.

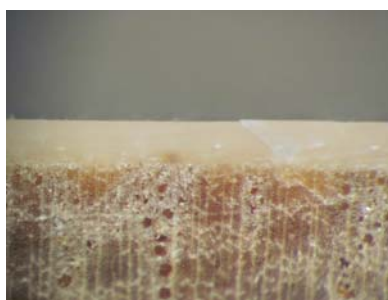


Slika 2: Merjenje debeline suhega filma premaznega sistema v prečnem prerezu

Za lažjo predstavo kako zgleda debelina premaznega sistema na podlagi v prečnem prerezu, smo dodali nekaj fotografij (slika 3 in 4).



Slika 3: Prikaz prečnega prereza, belo prekrivni pigmentiran premaz na hrastovi podlagi



Slika 4: Prikaz prečnega prereza, poltransparentni rumenorjavi pigmentiran premaz na hrastovi podlagi

3.5 ODPORNOST PREMAZNEGA SISTEMA PROTI UDARCU

S pripravo standardov za preskušanje in vrednotenje kakovosti premazov in premaznih sistemov za zaščito lesa v zunanji uporabi se ukvarja druga delovna skupina 139 tehničnega odbora Evropskega komiteja za standardizacijo (CEN TC 139 WG2 – *Coating materials and coating systems for exterior wood*). Do sedaj je ta skupina, katere član kot predstavnik slovenskega standardizacijskega odbora je tudi asist. dr. Matjaž Pavlič, pripravila pet standardov in tri tehnične specifikacije. Ena izmed nastajajočih tehničnih specifikacij je tudi metoda, ki smo jo uporabili v naši raziskavi.

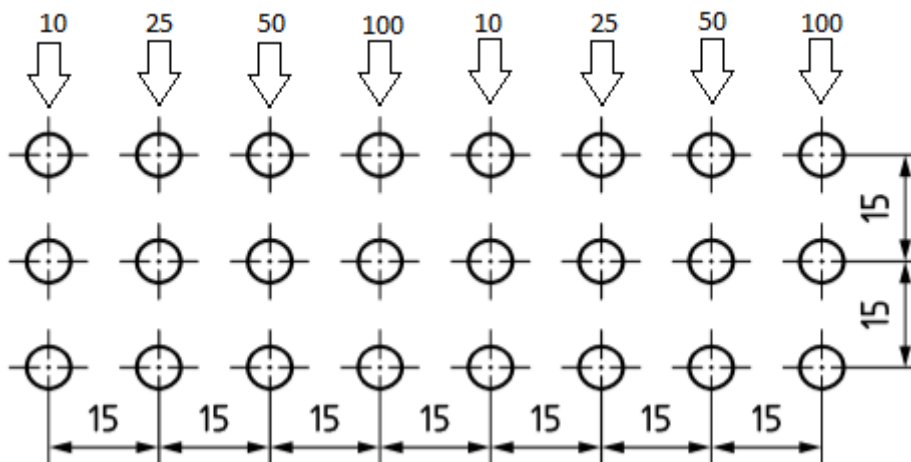
Za določanje odpornosti površinskih sistemov proti udarcu smo tako kot osnovo uporabili metodo, ki jo je v svoji diplomski nalogi razvil Vidergar (2012), ob tem pa smo upoštevali vse do tedaj sprejete spremembe (CEN/TC 139/WG 2 N 750. *Paints and varnishes-Coating materials and coating systems for exterior wood-Assessment of resistance to impact of a coating on a wooden substrate*.2012) in pa seveda pripravo vzorcev, kot smo že opisali, prilagodili, saj smo proučevali industrijske sisteme stavbnega pohištva.

Za preskušanje smo uporabili poseben valj z utežjo, mase 500 g in jekleno kroglo premera 14 mm, ki je tekom preskusa obenem ležala na površini vzorca (slika 5). Utež smo spuščali iz standardizirane višine 10 mm, 25 mm, 50 mm in 100 mm.



Sliki 5: Prikaz metode določanja odpornosti površinskega sistema proti udarcem

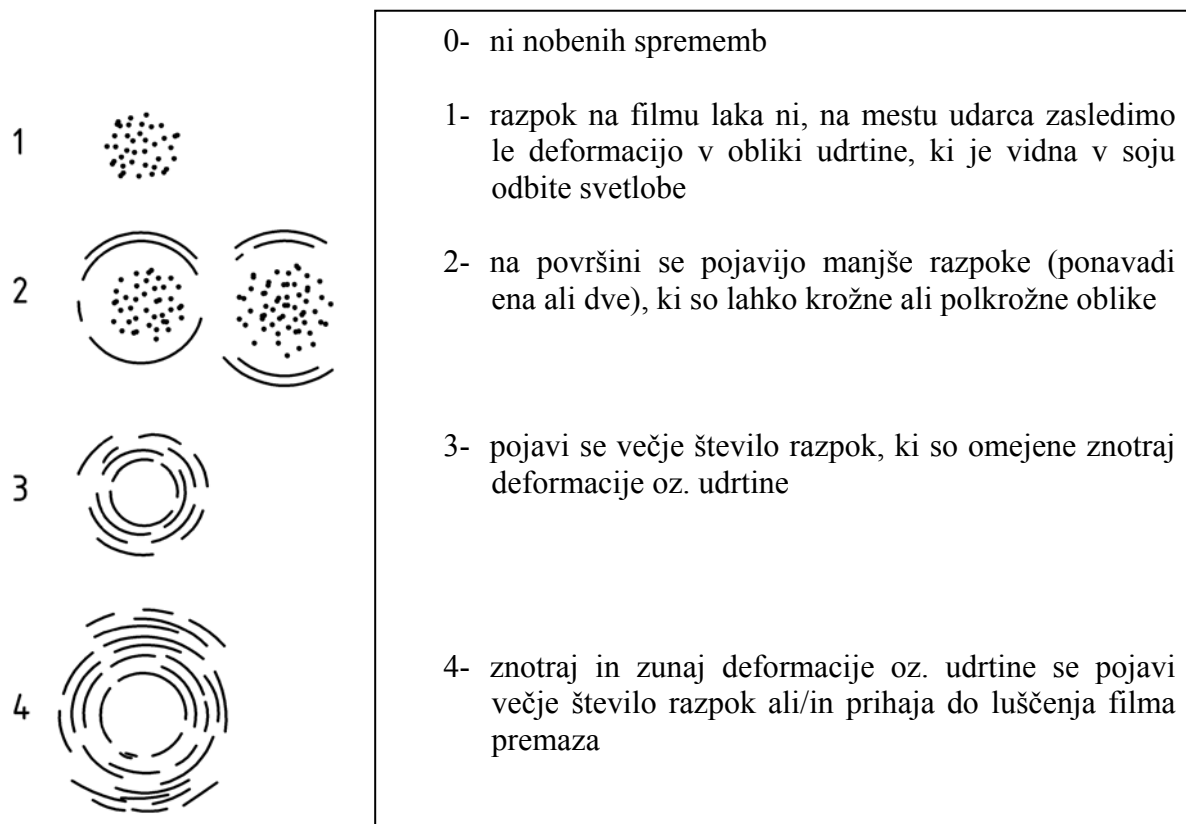
Metoda predpisuje, da morata biti mesti udarca oddaljeni najmanj 15 mm. Poleg tega mora biti mesto udarca oddaljeno 15 mm od roba vzorca. Udarce smo opravili po stolpcih, tri ponovitve iz vsake višine, tako kot je shematsko prikazano na sliki 6.



Slika 6: Prikaz mesta udarca na površini (CEN/TC 139/WG 2 N 750, 2012)

Udarce je bilo potrebno opraviti na ravni površini. Pri zavutih vzorcih smo morali paziti, da je po celotni dolžini nalegal na delovni pult, da ne bi prišlo do neustreznega naleganja naprave med samim izvajanjem udarca.

Mesto udarca na površinskem sistemu smo opazovali s prostim očesom in ročno lupo z 10-kratno povečavo ter glede na nastalo deformacijo ocenili odpornost površinskega sistema proti udarcem z oceno od 0 do 4. Ocena 0 je najboljša ocena in pomeni, da na mestu udarca ni nobenih sledi oz. ni nikakršne spremembe na površini. Ocena 4 pa je najslabša ocena in pomeni, da se znotraj in zunaj deformacije oz. udrtine pojavi večje število razpok ali/in prihaja do luščenja filma laka. Skice in opis ostalih ocen je prikazan na sliki 7.



Slika 7: Ocena velikosti deformacije na površinskem sistemu (CEN/TC 139/WG 2 N 750, 2012)

Za lažjo predstavo kako smo ocenjevali mesto udarca, smo dodali še nekaj fotografij. Na sliki 8 lahko vidimo kako smo si pomagali z okularjem. V primerih, kjer udarci niso bili povsem očitni smo si pomagali s flomastrom ali črnilom in s tem lažje ocenili, če je prišlo do razpok v smeri vlaken in na mestu udarca.



Slika 8: Prikaz ocenjevanja udarcev s pomočjo okularja

Poškodba z oceno 4 je prikazana na sliki 9, kjer lahko vidimo večje število razpok na mestu in izven mesta udarca.



Slika 9: Prikaz poškodbe na mestu in izven mesta udarca

Poškodba z oceno 2 je prikazana na sliki 10, kjer lahko vidimo polkrožno razpoko na mestu udarca.



Sliki 10: Prikaz poškodbe na mestu udarca

Poškodba z oceno 1 je prikazana na sliki 11, kjer lahko vidimo manjšo udrtino na mestu udarca.



Slika 11: Prikaz udrtine na mestu udarca

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 DEBELINA SUHEGA FILMA PREMAZNEGA SISTEMA

Vrednosti izmerjenih debelin suhih filmov premaznih sistemov so podane v preglednici 2, in sicer za vsako podlago posebej.

Preglednica 2: Povprečnih vrednosti debelin suhih filmov premaznih sistemov

Premazni sistem	Debelina suhega filma			
	Hrast	Evkaliptus	Macesen	Smreka
Transparentni nepigmentiran	195 µm	208 µm	170 µm	145 µm
Prekrivni belo pigmentiran	166 µm	170 µm	116 µm	90 µm
Poltransparentni rumenorjavo pigmentiran	145 µm	158 µm	79 µm	75 µm

Čeprav je bil pri vseh podlagah postopek tvorbe premaznega sistema enak (temelj, osnovni premaz, končni premaz), so meritve pokazale velike razlike v debelini suhih filmov premaznih sistemov (preglednica 2). Kot lahko vidimo pri vseh premaznih sistemih je največ premaza ostalo na podlagi lesa evkaliptusa, nato mu sledi hrastov, macesnov in smrekov sistem. Razlike v količini premaznega sredstva na površini bi lahko iskali v različni anatomski zgradbi in kemični sestavi lesa. Zanimivo, da je bila večja debelina suhega filma premaznega sredstva ravno na podlagi lesa hrasta in evkaliptusa. Verjetno bi to prej pričakovali pri lesu smreke in macesna, zaradi manjših premerov lumnov in trakov v primerjavi s lesom hrasta, ki ima velike traheje in zato veliko bolj grobo. Kljub temu sta hrast in evkaliptus evolucijsko bolj razvita kot smreka in macesen. Pri hrastu lahko najdemo libriformska vlakna, ki so v primerjavi z ostalimi vlakni krajša in imajo manjše število obokanih pikenj. Menimo, da je lahko tudi to vzrok zakaj premaz ni penetriral v podlago v tej meri kot pri macesnovini in smrekovini. Pri hrastovini pa je lahko penetracija premaza še bolj otežena zaradi številnih til, ki so značilne za les te drevesne vrste. Dodatno libriformska vlakna najdemo v skupkih, ki tako na površini lahko tvorijo bolj homogeno in manj prepustno plast za penetracijo premaza v globino lesa. Razliko v penetraciji premaza v les uporabljenih iglavcev, bi lahko pripisali tudi razmerju med ranim in kanim lesom. Pri

lesovih z večjo količino kasnega lesa lahko pričakujemo več premaza na površini kot pri lesovih z več ranega lesa. Kasni les ima ožje lumne in debelejšo celično steno v primerjavi z ranim lesom. Premaz tako težje penetrira v lumen kasnega lesa kot v lumen ranega lesa. Ker je bil pri macesnovini delež kasnega lesa večji kot pri smrekovini, je tako izmerjena večja debelina suhega filma premaznega sistema na macesnovini smiselna.

Različno debelino suhega filma premaznega sistema lahko pripišemo tudi različni sestavi uporabljenih premaznih sredstev. Iz preglednice 2 lahko vidimo, da je debelina premaznega sistema na vseh podlagah največja pri transparentnem nepigmentiranem premazu, nato mu sledita prekrivni pigmentiran premaz in poltransparentni rumenorjavi pigmentiran premaz. Sestava premaza močno vpliva na končne lastnosti premaza, kot so viskoznost, delež suhih snovi, površinska napetost, velikost in količina pigmentnih delcev ..., od katerih je seveda močno odvisna tudi njegova penetracija v podlago.

Čeprav je bil postopek tvorbe premaznega sistema enak, pa je bila količina nanosa med različnimi premazi po vsej verjetnosti tudi drugačna. Predvidevamo, da je bila količina nanosa premaza večja pri transparentnem nepigmentiranem premazu kot pa pri poltransparentnem rumenorjavem pigmentiranem ali prekrivnem belo pigmentiranem premazu.

4.2 ODPORNOST POVRŠINSKEGA SISTEMA PROTI UDARCU

Povprečne ocene odpornosti proti udarcu za transparentne nepigmentirane, poltransparentne rumenorjavo pigmentirane in prekrivno belo pigmentirane površinske sisteme so podane v preglednici 3. Pri analizi ocen je najpomembneje, kdaj je kateri izmed sistemov dobil oceno višjo od 1, saj to pomeni, da je film premaznega sistema že bolj ali manj razpokan in s tem bolj dovzeten za prehod vode. Za lažjo preglednost smo pri rezultatih, kjer se je po udarcu pojavila razpoka (povprečna ocena več kot 1), polje z oceno obarvali.

Iz preglednice 3 lahko vidimo da je odpornost površinskih sistemov proti udarcu ne glede na podlago, vrsto premaznega sistema in debelino suhega filma pri višinah 10 mm in 25 mm ocenjena z oceno 1. Prve razlike med sistemi so se tako pojavile pri udarcu z višine 50 mm.

Preglednica 3: Ocene odpornosti površinskih sistemov proti udarcu z različnih višin (h)

Podlaga	Premazni sistem	Deb. suh. filma (μm)	Povprečna ocena odpornosti proti udarcu			
			$h = 10 \text{ mm}$	$h = 25 \text{ mm}$	$h = 50 \text{ mm}$	$h = 100 \text{ mm}$
Hrast	Transparentni nepigmentiran	195 μm	1	1	1,17	1,58
	Poltransparentni rumenorjavo pigm.	145 μm	1	1	1,17	1,71
	Prekrivni belo pigmentiran	166 μm	1	1	1,13	1,5
Evkaliptus	Transparentni nepigmentiran	208 μm	1	1	1,29	2,08
	Poltransparentni rumenorjavo pigm.	158 μm	1	1	1	3,13
	Prekrivni belo pigmentiran	170 μm	1	1	1,13	1,63
Macesen	Transparentni nepigmentiran	170 μm	1	1	1	1,13
	Poltransparentni rumenorjavo pigm.	79 μm	1	1	1,37	4
	Prekrivni belo pigmentiran	116 μm	1	1	1,13	2,25
Smreka	Transparentni nepigmentiran	145 μm	1	1	1	2,17
	Poltransparentni rumenorjavo pigm.	75 μm	1	1	1,17	3,54
	Prekrivni belo pigmentiran	90 μm	1	1	1	2,25

Če primerjamo vse transparentne nepigmentirane premazne sisteme (obarvane z rumeno barvo) (preglednica 3), lahko vidimo da je pri podlagah lesa hrasta in evkaliptusa prišlo do razpok v premaznem sistemu pri višini 50 mm, medtem ko na podlagah lesa macesna in smreke do tega ni prišlo. Do razpok je na teh dveh površinskih sistemih prišlo šele pri udarcu z višine 100 mm, in sicer so-le te bile obsežnejše pri sistemu iz lesa smreke (ocena 2,17). Pri poltransparentnih rumenorjavih pigmentiranih površinskih sistemih (obarvani z oranžno barvo) se je izkazalo, da je proti udarcem še najbolj odporen sistem s podlago iz lesa evkaliptusa, saj je razpokal šele pri udarcu z višine 100 mm (ocena 3,13). Sledila sta mu sistema iz lesa hrasta in smreke, najslabše pa se je obnesel sistem iz macesnovine, saj je pri udarcu z višine 50 mm dobil najslabšo oceno (1,37). Pri prekrivnih belo pigmentiranih sistemih pa je zopet prišlo do čisto drugačne situacije. Tako se je za najbolj odpornega proti udarcu izkazal sistem iz smrekovine, saj je razpokal šele pri udarcu z višine 100 mm (ocena 2,25), za najmanj pa sistem iz macesnovine, ki je razpokal že pri

višini udara 50 mm (ocena 1,13) in dobil pri udarcu z višine 100 mm tudi najslabšo oceno (2,25).

Če primerjamo različne sisteme na hrastovini (preglednica 3), vidimo, da je najbolj odporen proti udarcu sistem s prekrivnim belo pigmentiranim premaznim sistemom, saj je imel pri vseh višinah udara najnižje ocene. Sledil mu je transparenten nepigmentiran sistem in nenazadnje poltransparentni rumenorjavo pigmentiran sistem. Podobno primerjavo lahko zopet naredimo med sistemi na ostalih podlagah, a že iz hitrega pregleda lahko ugotovimo, da podobno kot pri primerjavi sistemov istega premaznega sistema na različnih podlagah, tudi pri tej primerjavi ne obstaja nobena korelacija med dobljenimi rezultati. Na primer, prekrivni belo pigmentiran premazni sistem, ki se je na hrastovini izkazal za najodpornejšega proti udarcu se je na macesnovini izkazal za najslabšega.

Prav tako ne moremo reči, da na podlagi dobljenih rezultatov (preglednica 3) obstaja kakšna korelacija med odpornostjo proti udarcu površinskih sistemov in debelino suhega filma premaznih sistemov. Odpornost proti udarcem sistemov z debelejším filmom premaznega sistema je pri nižji višini udarca (50 mm) slabša kot je odpornost pri sistemih s tanjšim filmom premaznega sistema. Vendar, ko se višina udarca povečuje (100 mm), lahko vidimo, da so sistemi z večjo debelino premaznega sistema dosegli boljše rezultate.

Iz rezultatov (preglednica 3) lahko še vidimo, da so imeli najboljšo odpornost proti udarcem sistemi s transparentnim nepigmentiranim premaznim sistemom, saj je pri teh sistemih še najmanj obarvanih polj (6), ki označujejo pokanje premaznega sistema. Če pa pogledamo pri kateri podlagi smo dobili boljše rezultate, pa lahko rečemo, da so to smrekovi sistemi, pri katerih je prav tako še najmanj obarvanih polj (4), ki označujejo pokanje premaznega sistema. Na podlagi tega lahko sklepamo, da preskušeni premazni sistemom za stavbno pohištvo glede njihove odpornosti proti udarcu bolj odgovarja mehkejša podlaga, saj ima smreka po podatkih iz literature najmanjšo trdoto (Wagenführ, 1996).

4.2.1 PRIMERJAVA ODPORNOSTI POVRŠINSKEGA SISTEMA PROTI UDARCU

Da bi lahko ugotovili ali so industrijski premazni sistemi boljši od premaznih sistemov za široko potrošnjo ali pa so lahko le-ti njim enakovredni smo dobljene rezultate primerjali z že znanimi rezultati odpornosti proti udarcu premaznih sistemov namenjenih za široko potrošnjo, ki jih je v svoji diplomski nalogi proučeval Vidergar (2012). Ker so bili ti rezultati dobljeni na podlagi metode, ki je imela nekoliko drugačen sistem za ocenjevanje nastalih poškodb, smo te rezultate pretvorili v novejši način, ki smo ga tudi uporabili v naši raziskavi (preglednica 4). Vidergar (2012) je v svoji diplomski nalogi proučeval premazne sisteme na vodni osnovi in osnovi organskih topil na smrekovini. Ker smo v naši raziskavi dokazali, da je dobljen rezultat odpornosti površinskega sistema proti udarcu močno odvisen od podlage kot tudi od premaznega sistema, smo se odločili da za primerjavo vzamemo samo podobne površinske sisteme s premaznim sistemom na vodni osnovi.

Preglednica 4: Ocene odpornosti površinskih sistemov za široko potrošnjo proti udarcu z različnih višin (h) (Vidergar, 2012)

Oznaka sistema*	Odpornost proti udarcu (višina v mm)			
	$h = 10$ mm	$h = 25$ mm	$h = 50$ mm	$h = 100$ mm
BV1	1	1,3	1,8	2,4
BV2	1	1,1	1,8	3,1
BV99	1	1,2	1,6	3,3

*BV1 – transparentni nepigmentiran premazni sistem na vodni osnovi, BV2 – poltransparentni pigmentiran premazni sistem na vodni osnovi, BV99 – prekrivni pigmentiran premazni sistem na vodni osnovi

Kot lahko vidimo iz preglednice 4, je pri vseh premaznih sistemih za široko potrošnjo prišlo do razpok že pri višini udarca 25 mm. V naši raziskavi pa smo ugotovili (preglednica 3), da so proučevani industrijsko izdelani površinski sistemi začeli pokati šele pri višini udarca 50 mm, ne glede na podlago, vrsto premaznega sistema in debelino suhega filma

premaznega sistema. Še več, transparentni nepigmentiran premazni sistem na smrekovini, ki je primerljiv s sistemom BV1 (preglednica 4), in prekrivni belo pigmentiran sistem na smrekovini, ki je primerljiv s sistemom BV99 (preglednica 4), sta razpokala šele pri udarcu z višine 100 mm. Na podlagi tega lahko trdimo, da so v naši raziskavi proučevani industrijsko pripravljene površinski sistemi za stavbno pohištvo odpornejši proti udarcu kot primerljivi sistemi namenjeni za široko potrošnjo. To pa po vsej verjetnosti lahko pripišemo boljši kakovosti industrijskih premaznih sistemov.

5 ZAKLJUČEK

Predvidevali smo, da bodo dobljene vrednosti določanja odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken zaradi različnih podlag, premaznih sistemov in načinov obdelave zelo različne. V naši raziskavi smo to potrdili in dokazali, da je odpornost površinskega sistema proti udarcu odvisna tako od podlage kot tudi od premaznega sistema. Dejansko gre za sinergijo med tema dvema dejavnikoma, od katere so odvisne lastnosti površine oz. tako imenovanega površinskega sistema.

Naša naslednja hipoteza je bila, da bo odpornost proti udarcu izbranih površinskih sistemov lesenih oken boljša od odpornosti proti udarcu premaznih sistemov namenjenih za široko potrošnjo. Tudi to hipotezo smo v celoti potrdili, to pa lahko pripišemo boljši kakovosti industrijskih premaznih sistemov.

6 VIRI

CEN/TC 139/WG 2 N 750. Paints and varnishes – Coating materials and coating systems for exterior wood – Assessment of resistance to impact of a coating on a wooden substrate. 2012

Čermak M., Kovačič B. 1998. Tehnologija lesa 1. Železniki, Pami: 95-108

Florabank. 2013

http://www.florabank.org.au/lucid/key/species%20navigator/media/html/Eucalyptus_grandis.htm (9. sep. 2013)

ISO 2808. Merjenje debeline suhega filma laka - mikroskopska metoda. 1997

M Sora d.d. Žiri, M Sora lesena in trgovska dejavnost

<http://www.m-sora.si/si/> (7. sep. 2013)

Pavlič M. 2003. Lastnosti premaznih sistemov za zunanjo zaščito lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo

http://les.bf.uni-lj.si/fileadmin/datoteke_asistentov/mpavlic/POVRSINSKA_VAJE/Lastnosti_premazov.pdf
(9. sep. 2013)

Petrič M. 2013. Predavanja in vaje. Učinkovita zaščita lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo

SIST ISO 4211- 4. Odpornost premaznega sistema proti udarcem. 1988

Vidregar M. 2012. Razvoj metode za določanje odpornosti proti udarcu pri premazih za zaščito lesa v zunanji uporabi. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo: 39 str.

Wagenführ R. 1996. HOLZatlas, 4., neubearbeitete Auflage. Fachbuchverlag Leipzig: 688 str.

ZAHVALA

Zahvala gre mentorju prof. dr. Marku Petriču ter asist. dr. Matjažu Pavliču za pomoč pri iskanju literature ter svetovanju pisanja diplomskega dela.

Za recenzijo se zahvaljujem doc. dr. Manji Kitek Kuzman

Zahvala gre tudi strok. svet. Borutu Kričju za pomoč pri laboratorijskem delu.