

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matjaž ČERNE

**UVAJANJE VODNIH POVRŠINSKIH PREMAZOV
V PROIZVODNJI KUHINJSKIH ELEMENTOV
IZ MASIVNEGA LESA**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matjaž ČERNE

**UVAJANJE VODNIH POVRŠINSKIH PREMAZOV
V PROIZVODNJI KUHINJSKIH ELEMENTOV
IZ MASIVNEGA LESA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**INTRODUCTION OF WATER-BORNE SURFACE COATINGS INTO
PRODUCTION OF KITCHEN ELEMENTS
MADE OF MASSIVE WOOD**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo v podjetju SVEA Lesna industrija Litija d.d. in v Laboratoriju za površinsko obdelavo na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja visokošolske diplomske naloge imenoval prof. dr. M. Petriča, za recenzenta pa prof. dr. Milana Šerneka

Mentor: prof. dr. Marko Petrič

Recenzent: prof. dr. Milan Šernek

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Matjaž Černe

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 630*829.1
- KG les/površinska obdelava/emisije HOS/uredba/poliuretanski lak/vodni lak/
oprijemnost/sijaj/trdota
- AV ČERNE, Matjaž
- SA PETRIČ, Marko (mentor)/ŠERNEK, Milan (recenzent)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- LI 2008
- IN **UVAJANJE VODNIH POVRŠINSKIH PREMAZOV V PROIZVODNJI
KUHINJSKIH ELEMENTOV IZ MASIVNEGA LESA**
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP IX, 42 str., 26 pregl., 10 sl., 22 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Z vstopom Slovenije v Evropsko zvezo smo tudi pri nas uveljavili strogo okoljsko zakonodajo. Za lesnoindustrijska podjetja je še posebej pomembna direktiva VOC o omejevanju emisij hlapnih organskih spojin (HOS). Uredba o emisiji HOS iz naprav, ki uporabljajo organska topila, zahteva drastično zmanjšanje emisij HOS tudi iz lakirniških obratov v lesnopredelovalni industriji. Izkazalo se je, da je v večini primerov edina realna možnost za implementacijo uredbe prehod na vodne premazne sisteme. V lesnopredelovalnem podjetju smo z vodnimi premaznimi sredstvi obdelali elemente 3 najbolj pogostih proizvodnih programov in njihove lastnosti primerjali z lastnostmi premazov na osnovi organskih topil. Rezultati so obetavni, vendar pa so vodni površinski sistemi še vedno v fazi razvoja in večinoma ne omogočajo doseganja najvišje kakovosti površinske obdelave, kot to velja za premaze na osnovi organskih topil.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Vs
- DC UDC 630*829.1
- CX wood/surface finishing/VOC emissions/directive /polyurethane coating/water-borne coating/adhesion/gloss/hardness
- AU ČERNE, Matjaž
- AA PETRIČ, Marko (supervisor)/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 2008
- TY **INTRODUCTION OF WATER-BORNE SURFACE COATINGS INTO PRODUCTION OF KITCHEN ELEMENTS MADE OF MASSIVE WOOD**
- DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
- NO IX, 42 p., 26 tab., 10 fig., 22 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Strict environment legislation was introduced in Slovenia due to joining the European Union (EU). For wood industry the VOC directive on restriction of volatile organic compounds emissions are especially important. The decree on emissions of volatile organic compounds (VOC) from installations using organic solvents requires a drastic reduction of VOC emissions also from lacquer plants in the timber-reworking industry. In most cases the only realistic possibility for implementation of the decree is a transition to water-borne coating systems. In the Slovenian producer of furniture, we treated elements of 3 most important production programmes with water-borne coating systems, and compared their characteristics with the characteristics of solvent-borne finishes. The results are promising. But the water-borne surface systems are still in the stage of development, and therefore, they do not enable reaching the top-quality surface treatment as the coatings on the basis of organic solvents do.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key worlds documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA	1
2 SPLOŠNI DEL	2
2.1 OKOLJEVARSTVENE ZAHTEVE EVROPSKE UNIJE.....	2
2.2.1 Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzoru nad industrijski obremenjevanju okolja – 1996/61/ES (IPPC direktiva).....	2
2.2.2 Direktiva o omejevanju emisij hlapnih organskih snovi (Volatile Organic Compounds, VOC) in uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila	2
2.2.2.1 Splošne določbe	3
2.2.2.2 Dejavnosti na katere se Uredba nanaša.....	3
2.2.2.3 Mejne vrednosti	4
3 POVRŠINSKI PREMAZI IN NJIHOVE LASTNOSTI	6
3.1 DELITEV POVRŠINSKIH PREMAZNIH SREDSTEV	6
3.2 LUŽILA.....	6
3.2.1 Lužila na osnovi organskih topil	6
3.2.2 Kemična lužila	7
3.2.3 Vodna lužila	7
3.3 POVRŠINSKI PREMAZI.....	8
3.4 LASTNOSTI POVRŠINSKIH PREMAZOV.....	8
3.5 VRSTE LAKOV	8
3.5.1 Nitrocelulozni laki (CN)	8
3.5.2 Poliuretanski laki (PU).....	9
3.5.3 Poliestrski laki (PE).....	9

3.5.4 Poliakrilatni laki (A)	10
3.5.5 Sestava in lastnosti A lakov	10
3.5.6 Vodni laki (V)	11
3.5.6.1Prednosti vodnih lakov.....	12
3.5.6.2Slabosti vodnih lakov	12
3.6 RAZVOJ PREMAZOV ZA POHIŠTVO V PRIHODNOSTI.....	14
4 MATERIALI IN METODE	15
4.1 MATERIALI.....	15
4.2 PRIPRAVA VZORCEV	16
4.3 METODE DELA.....	17
4.4 MERITVE	17
4.4.1 Določanje debeline premaznega sistema z mikroskopsko metodo (SIST EN ISO 2808, 1999)	18
4.4.2 Oprijemljivost premaznega sredstva na podlago	19
4.4.3 Trdota površinskega sistema (odpornost proti razenju)	20
4.4.4 Odpornost površinskega sistema proti udarcem	20
4.4.5 Odpornost površine proti hladnim tekočinam (SIST EN 12720)	22
4.4.6 Odpornost površine proti olju na razi (SS 83 91 22)	23
4.4.7 Sijaj	23
5 REZULTATI	25
5.1 NANOS PREMAZNEGA SREDSTVA	25
5.2 DEBELINA PREMAZNEGA SREDSTVA	26
5.2.1 Debelina suhega filma laka (mikroskopska metoda)	26
5.3 OPRIJEMNOST PREMAZNEGA SREDSTVA	28
5.4 TRDOTA POVRŠINSKEGA SISTEMA (ODPORNOST PROTI RAZENJU) ..	29
5.5 ODPORNOST PREMAZNEGA SREDSTVA PROTI UDARCEM	30
5.6 ODPORNOST PREMAZNEGA SISTEMA PROTI IZBRANIM TEKOČINAM	32
5.7 OLJE NA RAZI.....	33

5.8	SIJAJ	33
6	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	35
6.1	RAZPRAVA	35
6.2	SKLEPI	36
7	POVZETEK.....	38
8	VIRI.....	40
8.1	CITIRANI VIRI	40
8.2	DRUGI VIRI.....	41

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Mejne koncentracije hlapnih organskih spojin za zajete očiščene odpadne pline (Ur. l. RS, št. 46/02).....	4
Preglednica 2: Mejne količine nezajetih emisij (Ur. l. RS, št. 46/02)	5
Preglednica 3: Poraba pohištvenih premazov v Zahodni Evropi po regijah – stanje 1.2000 (Flajs in Knehtl, 2003).....	14
Preglednica 4: Ocenjevanje poškodb po SIST ISO 4211-4.....	21
Preglednica 5: Ocene za določanje odpornosti proti tekočinam.....	22
Preglednica 6: Nanos premaznega sredstva (podlaga hrast)	25
Preglednica 7: Nanos premaznega sredstva (podlaga akacija)	25
Preglednica 8: Nanos premaznega sredstva (podlaga javor).....	26
Preglednica 9: Debelina suhega filma (podlaga hrast)	26
Preglednica 10: Debelina suhega filma (podlaga akacija).....	27
Preglednica 11: Debelina suhega filma (podlaga javor).....	27
Preglednica 12: Oprijemnost premaznega sredstva (podlaga hrast).....	28
Preglednica 13: Oprijemnost premaznega sredstva (podlaga akacija)	28
Preglednica 14: Oprijemnost premaznega sredstva (podlaga javor)	29
Preglednica 15: Trdota površinskega sistema (podlaga hrast)	29
Preglednica 16: Trdota površinskega sistema (podlaga akacija).....	30
Preglednica 17: Trdota površinskega sistema (podlaga javor).....	30
Preglednica 18: Odpornost proti udarcem (podlaga hrast).....	30
Preglednica 19: Odpornost proti udarcem (podlaga akacija)	31
Preglednica 20: Odpornost proti udarcem (podlaga javor)	31
Preglednica 21: Odpornost premaznega sredstva proti izbranim tekočinam (podlaga hrast)	32
Preglednica 22: Odpornost premaznega sredstva proti izbranim tekočinam (podlaga akacija)	32
Preglednica 23: Odpornost premaznega sredstva proti izbranim tekočinam (podlaga javor).....	32
Preglednica 24: Sijaj (podlaga hrast).....	33
Preglednica 25: Sijaj (podlaga akacija)	33
Preglednica 26: Sijaj (podlaga javor)	34

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Mikroskop za merjenje debeline premaznega sistema, ter pogled skozi okular (podlaga hrast)	18
Slika 2: Nož (kronsko rezilo) za obrez pečata	19
Slika 3: Naprava za merjenje oprijemnosti premaznega sredstva na podlago	19
Slika 4: Vzmetni svinčnik za določanje trdote s preskusom z razenjem po SIST EN ISO 1518	20
Slika 5: Naprava za izvrševanje udarcev po SIST ISO 4211-4, 1995	21
Slika 6: Vrednotenje nastalih poškodb po standardu SIST ISO 4211-4, 1995	21
Slika 7: Preizkušanje odpornosti površine proti hladnim tekočinam (podlaga akacija in javor)	22
Slika 8: Ocenjevanje odpornosti proti olju na razi po SS 83 91 22	23
Slika 9: Naprava za merjenje sijaja	24
Slika 10: Točke opravljenih meritev sijaja na posameznem vzorcu	24

1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

Ob vstopu republike Slovenije v Evropsko unijo smo bili primorani spremeniti in prilagoditi tudi našo zakonodajo na področju varovanja okolja. Zaradi uvajanja evropskih direktiv so se spremenili pogoji delovanja gospodarskih družb, zato je dobro poznati nove okoljske zahteve in se jim tudi čim bolj uspešno prilagoditi. Na področju površinske obdelave lesa sta najpomembnejši direktiva IPPC (Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control), ki bo pri nas začela veljati leta 2011 in direktiva VOC (Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations), ki je v veljavo stopila leta 2007. Leta 1999 je Slovenija sprejela Nacionalni program varstva okolja, NPVO (Ur. l. RS, št. 83/99), katerega prioritetni cilj je boljše okolje v državi, ter uveljavitev okolja kot omejitvenega in spodbujevalnega razvojnega dejavnika. V omenjenem programu so okoljski cilji razvrščeni po pomembnosti posameznega dejavnika, med njimi pa so za lesno dejavnost še posebej pomembni naslednji cilji:

- a) vodno okolje: zmanjševanje emisij iz točkovnih virov – predvsem gre za odpadne industrijske vode
- b) ravnanje z odpadki: zmanjševanje nastajanja nevarnostnega potenciala odpadkov na izvoru samem, povečanje snovne in energetske izrabe odpadkov ter zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, vzpostavitev učinkovitega sistema ravnanja z odpadki, postopna odprava starih bremen
- c) zrak: zmanjševanje onesnaževanja zraka iz industrijskih virov, zmanjševanje emisij iz kotlovnice, zmanjševanje emisij toplogrednih plinov
- d) tla: omejitev kemičnega onesnaževanja tal
- e) hrup: zmanjševanje hrupa iz ostalih virov
- f) tveganja: uveljavitev ustreznega skladiščenja, transporta in odlaganja kemikalij.

Uredba HOS (Ur.l. RS, št. 46/02), ki govori o emisiji hlapnih organskih snovi (HOS) iz naprav, ki uporabljajo organska topila, zahteva drastično zmanjšanje emisij HOS tudi iz lakirnic v lesno-predelovalni industriji. Po raziskavah sodeč je v večini primerov edina realna možnost za implementacijo te uredbe prehod na premazne sisteme na vodni osnovi. Ker so le-ti še vedno v fazi razvoja, večinoma ne omogočajo doseganja kvalitete površinske obdelave v tolikšni meri, kot to velja za premaze na osnovi organskih topil. Poleg slabše kvalitete premazov samih pa prehod na vodne sisteme zahteva tudi relativno velike tehnološke spremembe kot so prilagoditev sušilne linije, samega postopka sušenja in zamenjavo elementov opreme za nanašanje, kar pa je povezano z velikimi stroški za podjetje.

S primerjavo lastnosti utrjenih filmov vodnih premazov, ki jih trenutno ponuja tržišče in lastnostmi premazov na osnovi organskih topil, smo poskušali poiskati najboljšo možno alternativo za obdelavo kuhinjskih elementov, ki bo hkrati zadostila zahtevam uredbe o emisijah HOS.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 OKOLJEVARSTVENE ZAHTEVE EVROPSKE UNIJE

2.2.1 Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzoru nad industrijski obremenjevanju okolja – 1996/61/ES (IPPC direktiva)

Direktiva Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) je ena ključnih direktiv Evropske unije na področju varovanja okolja. Uvaja integralna okoljska dovoljenja, zahteva uvajanje najboljših tehnik, ki so v danem trenutku na razpolago (Best Available Technology) in preprečuje prenos obremenitve okolja iz enega na drug medij. Izvajanje te direktive dejansko pomeni tudi spoštovanje in izvajanje drugih direktiv Evropske unije s področja okolja (zrak, voda, hrup, odpadki, nevarne snovi...). Ta direktiva je izredno pomembna za industrijo, saj brez integralnega okoljskega dovoljenja gospodarske družbe ne bodo smele opravljati svoje dejavnosti. V direktivi je določena tudi vsebina in pogoji za izdajo celovitih okoljskih dovoljenj. Med zavezance tej direktivi prištevamo obrate za površinsko obdelavo, ki uporabljajo materiale na osnovi organskih topil s porabo več kot 150 kg na uro ali več kot 200 ton na leto.

2.2.2 Direktiva o omejevanju emisij hlapnih organskih snovi (Volatile Organic Compounds, VOC) in uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila

Direktiva VOC in slovenska Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, katere uporabljajo organska topila obravnavata zahteve v povezavi s preprečevanjem in zmanjševanjem emisij v okolje, predvsem v zrak pri točno določenih dejavnostih in v točno določenih obratih. Ta direktiva je namenjena predvsem preprečevanju in zmanjševanju direktnih in indirektnih vplivov emisij hlapnih organskih snovi na okolje, predvsem na zrak in zdravje ljudi. Direktiva zahteva omejevanje emisij HOS iz industrijskih postopkov, pri katerih se uporabljajo organska topila. Med zavezance direktive sodi tudi lesna industrija, predvsem s svojimi postopki impregnacije, zaščite lesa ter površinske obdelave izdelkov. Omejitve se nanašajo na obrate, ki so posebej definirani, če pa podjetje porabi več kot 200 ton organskih topil na leto ali več kot 150 kg omenjenih topil na uro, pa mora upoštevati tudi določila direktive IPPC o celovitem preprečevanju obremenjevanja okolja. Obrati, ki so zavezani tej direktivi, bodo morali imeti ustrezno dovoljenje za opravljanje svoje dejavnosti. Rok do katerega so se morali obstoječi obrati prilagoditi zahtevam VOC je bil oktober 2007. Pri nas je bila Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila (v nadaljevanju Uredba) sprejeta v mesecu maju leta 2002.

2.2.2.1 Splošne določbe

V uredbi je določena vrsta dejavnosti in z njimi povezane naprave, ki uporabljajo organska topila in za katere veljajo določbe te uredbe. Določene so mejne vrednosti koncentracij hlapnih organskih spojin in mejne vrednosti koncentracij rakotvornih, mutagenih, za reprodukcijo strupenih hlapnih organskih spojin. Podana so merila za potrditev načrta zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin, za vrednotenje snovi le-teh in ugotavljanje prekomerne obremenitve, za obseg obratovalnega monitoringa in predlagani posebni ukrepi v zvezi z zmanjšanjem tveganja za zdravje ljudi, ki ga povzročajo emisije hlapnih organskih spojin v okolje.

2.2.2.2 Dejavnosti na katere se Uredba nanaša

V spodnjem seznamu so naštetje dejavnosti, pri katerih so uporabljena organska topila. Pri posamezni dejavnosti je upoštevano tudi čiščenje opreme, ne pa tudi čiščenje končnih izdelkov in vzdrževanje naprav.

Dejavnosti na katere se Uredba nanaša so:

- tiskarska in grafična dejavnost,
- čiščenje površin materialov ali proizvodov,
- kemično čiščenje tekstila,
- serijsko lakiranje motornih vozil, vozniških kabin, gospodarskih vozil, avtobusov ali tirnih vozil,
- ličanje vozil,
- površinska zaščita kovinskih kolobarjev,
- površinska zaščita žičnih navitij,
- površinska zaščita drugih kovinskih in plastičnih površin,
- površinska zaščita lesnih površin,
- površinska obdelava tekstilij, tkanin, folij ali papirja,
- površinska obdelava usnja,
- proizvodnja lesnih in plastičnih laminatov,
- nanašanje lepil,
- proizvodnja obutve,
- proizvodnja premaznih sredstev, sredstev za zaščito lesa in zgradb, lepil ali tiskarskih barv,
- predelava kavčuka,
- ekstrahiranje rastlinskih olj ali živalskih maščob ter rafiniranje rastlinskih olj,
- proizvodnja farmacevtskih izdelkov.

Iz spiska je razvidno, da je površinska obdelava lesa uvrščena v dejavnost »Površinska zaščita lesnih površin« in je v Uredbi definirana kot »vsaka dejavnost, pri kateri se na površine lesa ali lesnih proizvodov nanaša zaščitni premaz z enkratnim ali večkratnim nanosom«

2.2.2.3 Mejne vrednosti

V Uredbi je hlapna organska spojina definirana kot katera koli organska spojina s parnim tlakom, večjim od 0,01 kPa pri 293,15 K, ali spojina z enako hlapnostjo pri določenih pogojih uporabe. Za namene Uredbe se šteje, da je frakcija kreozota, katere parni tlak pri 293,15 K presega vrednost, opredeljeno v prejšnjem stavku, hlapna organska spojina.

Emisija pomeni kakršen koli izpust hlapnih organskih spojin iz naprave v okolje. Nezajete emisije so emisije hlapnih organskih spojin v zrak, vodo ali tla, ki niso zajete v odpadnih plinih in če ni drugače določeno s to Uredbo, tudi topila v katerih koli izdelkih. Med nezajete emisije so vključene tudi difuzne emisije, ki se izpuščajo v okolje skozi zračnike, okna, vrata in druge odprtine. Odpadni plini so s hlapnimi organskimi spojinami in drugimi snovmi onesnaženi plini, ki se izpuščajo v zrak iz čistilnih naprav za čiščenje odpadnih plinov (zajeti očiščeni odpadni plini) in drugih odvodnikov odpadnih plinov brez predhodnega čiščenja (zajeti neočiščeni odpadni plini). Volumski pretok odpadnih plinov se izraža v m³/h ob predpostavki normalnih pogojev. Celotne emisije so definirane kot seštevek nezajetih emisij in emisij v odpadnih plinih. Osnutek Uredbe za področje površinske obdelave lesa zahteva, da je potrebno pri načrtovanju, gradnji ali rekonstrukciji ter pri obratovanju naprav ali obratov zagotoviti, da koncentracija hlapnih organskih spojin v odpadnih plinih, izražena kot koncentracija celotnega organskega ogljika (v preglednici 1) v odpadnih plinih in vrednost nezajetih emisij hlapnih organskih spojin, izražena v odstotkih vnosa organskih topil, ne presega mejnih vrednosti, ki so prikazane v preglednicah 1 in 2.

Preglednica 1: Mejne koncentracije hlapnih organskih spojin za zajete očiščene odpadne pline (Ur. l. RS, št. 46/02)

Poraba topil (t/leto)	Mejna koncentracija (mg C/m ³)	Opombe
15 – 25	100 ⁽¹⁾	⁽¹⁾ velja za postopke premazovanja in sušenja pri zaprtih pogojih
več kot 25	50 ⁽²⁾	⁽²⁾ velja za postopke sušenja premaznega sredstva pri zaprtih pogojih
	75 ⁽³⁾	⁽³⁾ velja za postopke nanašanja premaznega sredstva pri zaprtih pogojih
	20 ⁽⁴⁾	⁽⁴⁾ velja pri naknadnem sežigu

Preglednica 2: Mejne količine nezajetih emisij (Ur. l. RS, št. 46/02)

Poraba topil (t/leto)	Mejna količina ⁽¹⁾ izražena v % vnosa organskih topil	Opombe
15 – 25	25	⁽¹⁾ pri zaprtih pogojih, hlapne organske spojine, vsebovane v zajetih neočiščenih odpadnih plinih, se prištevajo k nezajetim emisijam
več kot 25	20	

Dodatno velja tudi zahteva, da je mejna koncentracija rakotvornih, mutagenih in strupenih za reprodukcijo hlapnih organskih spojin z oznakami R 45, R 46, R 49, R 60 ali R 61 pri emisiji, ki je enaka ali večja od mejne količine 10g/h enaka 2 mg/m³. Če je v odpadnih plinih iz posameznih naprav prisotnih več hlapnih organskih spojin iz prejšnjega stavka, veljata mejna količina in mejna koncentracija za vsoto teh hlapnih organskih spojin. Izjemoma pa zahtev Uredbe glede mejnih vrednosti emisij hlapnih organskih spojin ni potrebno upoštevati in sicer v primeru, ko je bil potrjen načrt zmanjševanja emisij VOC. S tem načinom se zagotovi, da bodo v roku, ki je predpisan, izpolnjene zahteve o mejnih vrednostih.

3 POVRŠINSKI PREMAZI IN NJIHOVE LASTNOSTI

3.1 DELITEV POVRŠINSKIH PREMAZNIH SREDSTEV

Osnovne vrste premaznih sredstev (Kotnik, 2003) so:

- lužila,
- temeljne barve,
- kiti in polnilci por,
- brezbarvni temeljni in končni laki,
- brezbarvni in lazurni temeljni ter končni laki.

3.2 LUŽILA

Lužila so najpomembnejša dekorativna sredstva za polepšanje in oplemenitenje površine lesnih izdelkov (Kotnik, 2003). Z njimi zmanjšamo preveliko ali povečamo premajhno barvno raznolikost, poživimo teksturo lesa in povečamo obstojnost oz. trajnost barve izdelka, in sicer zaradi obstojnosti lastne barve ter zaščitnega delovanja na lesno površino pred škodljivim delovanjem svetlobe (UV sevanja).

3.2.1 Lužila na osnovi organskih topil

Lužila na osnovi organskih topil so raztopine sintetičnih barvil (0,5 % do 3 %) in/ali disperzije transparentnih pigmentov (3 % do 10 %) v zelo razredčeni raztopini veziva v organskih topilih, z dodatki raznih pomožnih sredstev (Kotnik, 2003). Večinoma jih dobavljajo že pripravljene za nanašanje ali pa jih izdelajo v višji koncentraciji, nakar jih pred uporabo po potrebi razredčimo. Z medsebojnim mešanjem različnih tonov istovrstnih lužil je možno pripraviti vmesne, individualne odtenke. Izdelujejo jih v številnih različnih vrstah, kot so npr.:

- pigmentna lužila za enakomerno in čisto barvanje trdih lesov, ki imajo manj izrazito teksturo,
- oljna lužila za rustikalno obarvanje hrasta, z oljnim vezivom in topili, ki zelo malo dvigajo lesna vlakna,
- alkoholna lužila, zelo primerna za luženje kosovnih izdelkov iz masivnega lesa, hitro se sušijo in malo dvigajo lesna vlakna.

3.2.2 Kemična lužila

Enokomponentna in dvokomponentna kemična lužila uporabljamo za doseganje pozitivne barvne slike na strukturiranih in/ali primerno brušenih izdelkih iz mehkih lesov (Kotnik, 2003). Pri dvokomponentnem lužilu se komponenti nanašata ločeno z brizganjem ali mazanjem; najprej predlužilo, ki vsebuje tanin ali podobne sintetične snovi, nato pa še lužilo, ki vsebuje kovinske soli (Cu, Zn), oksidant (vodikov peroksid) in amoniak. V kemijski reakciji s predlužilom nastaja barvilo na površini lesnih vlaken. Ta lužila se zaradi škodljivosti okolju opuščajo.

Sodobnejša so enokomponentna lužila s pozitivnim barvnim učinkom ali videzom »dimljene« površine, ki jih nanašamo z brizganjem s prebitkom (na mokro) in ne vsebujejo soli težkih kovin. Ker se barvilo pri teh lužilih razvije s kemijsko reakcijo šele na površini izdelka, teh lužil do nekaj ur (3-4) ne smemo pospešeno sušiti.

3.2.3 Vodna lužila

Vodna lužila so disperzije sintetičnih barvil (5 % do 10 %), eventualno z dodatkom transparentnih pigmentov in v vodni raztopini zelo razredčenega vezivnega sredstva (Kotnik, 2003). Vsebujejo tudi pomožna sredstva za izboljšanje dispergiranja, za zmanjšanje usedanja in za upočasnenje biološkega razkroja.

Vodna lužila dobavljajo proizvajalci v prahu, ki ga pred uporabo po navodilih raztopimo v hladni ali vroči vodi. Zelene barvne učinke dosežemo z uporabo ustrezne vrste lužila in tehnike nanašanja.

Prednosti vodnih lužil:

- ekonomičnost (topilo je voda),
- manjše onesnaževanje okolja,
- zelo dobro barvanje in doseganje različnih barvnih slik,
- enostavno čiščenje nanašalne opreme (voda).

Pomanjkljivosti vodnih lužil:

- kratkotrajna uporabnost pripravljenih lužil,
- močno dvigajo lesna vlakna in povečujejo hrapavost (potrebno brušenje temeljnega laka),
- slaba oprijemljivost laka, če obdelovancev po luženju ne osušimo dovolj,
- pogosto slabša svetlobna obstojnost barve,
- posode in delovne naprave morajo biti iz nerjavečega jekla ali plastike.

3.3 POVRŠINSKI PREMAZI

Površinski premaz je material, ki ga naneseemo na površino, kjer tvori film z namenom polepšanja in/ali zaščite površine. Med premaze štejemo materiale kot so zaključni laki, barve, utrjevalci, polnila, pigmentirani laki, raznobarvni laki in tonerji.

Laki, ki se danes uporabljajo v površinski obdelavi pohištva iz lesa ali lesnih tvoriv, so tekoča filmogena premazna sredstva. Po svojem dekorativnem učinku – barvi, ki jo izkazuje suh film premaza na obdelani površini, lahko premaze razdelimo v tri osnovne skupine: brezbarvni laki, transparentni ali lazurni laki in barvni pokrivni laki (Kotnik, 2003).

3.4 LASTNOSTI POVRŠINSKIH PREMAZOV

Pri iskanju optimalne kakovosti lakov se vedno gibljemo v trikotniku lastnosti, ki so si po svoje nasprotujoče. Gre za lastnosti, kot so odpornost na obrabo, primerna trdota in primerna elastičnost. Bolj trdi filmi so odpornejši proti obrabi. Trdota in elastičnost sta si nasprotujoči lastnosti. Zelo trd film je navadno krhek vendar bolj odporen proti obrabi. Prav tako pa je pomembna tudi odpornost na kemikalije. Običajno je potrebno poiskati kompromis med temi lastnostmi ali pa pripraviti končne izdelke s poudarjenimi določenimi lastnostmi, kar pomeni pripravo izdelka za posebne namene. (Podobnik, 2006).

3.5 VRSTE LAKOV

3.5.1 Nitrocelulozni laki (CN)

Celulozni nitrat oziroma nitroceluloza je celulozni ester dušikove kisline, ki nastane pri nitriranju bombaža ali lesne celuloze. Nitriranje je uvajanje nitro skupine (NO_2) v organsko substanco z zmesjo koncentrirane žveplove in dušikove kisline. Zaradi krhkosti nitroceluloznega filma lakom dodajajo mehčala, dodatno pa CN lake izboljšujejo z alkidnimi in drugimi smolami. Naštetim sestavinam dodajajo še topila in sredstva za povečanje brusnosti, za motnenje laka. Pomembne lastnosti teh lakov so dobro omakanje površine, s čimer poživijo tako teksturo kot tudi barvo lesa, hitrost sušenja, brusnost, enostavnost priprave in enostavnost popravila lakiranih površin. Slabe lastnosti teh lakov pa so pomanjkljivo doseganje danes zahtevanega nivoja kvalitete površine in zelo velika vsebnost topil, ki med utrjevanjem izhajajo v ozračje.

3.5.2 Poliuretanski laki (PU)

Poliuretanski laki so danes najpomembnejša skupina dvokomponentnih in enokomponentnih reakcijskih lakov s srednje visoko vsebnostjo filmotvorne snovi (30 % do 60 %). Poliuretanski brezbarvni laki na lesni površini tvorijo polne filme z zelo dobro oprijemljivostjo, trajno elastičnostjo, površinsko trdoto in žilavostjo. Motni laki imajo zelo lep in enakomeren lesk, ter mehak in gladek otip. Temeljni laki se dobro brusijo, sijajni laki imajo zelo visok sijaj, po trdoti pa zaostajajo za poliestrskimi laki. Z dvokomponentnimi poliuretanskimi laki obdelujemo najbolj kakovostno pohištvo iz furniranih plošč, MDF plošč in masivnega pohištva (sobno in kuhinjsko pohištvo, mizne plošče, stole, mizna podnožja...). Enokomponentni PU laki pa se zaradi enostavne priprave uporabljajo za lakiranje vrat iz masivnega lesa, parketa in v mizarških delavnicah. Na splošno so PU laki trajno elastični, imajo dobro adhezijo na les, so zelo obstojni, nezahtevni za utrjevanje, radi pa spremenijo barvo – porumenijo zaradi UV svetlobe, včasih počasi utrjujejo in so precej dragi.

PU izolacije so nizkoviskozni brezbarvni laki, ki imajo manjšo vsebnost suhe snovi in katere nanašamo na nekatere vrste lesa pred nadaljnjo obdelavo s poliestrskimi laki. S tem se zmanjša škodljiv vpliv nekaterih sestavin lesa na sam potek utrjevanja poliestrskih lakov oz. izboljša oprijem le-teh na obdelovalno površino.

3.5.3 Poliestrski laki (PE)

Poliestrski laki so v površinski obdelavi pohištva ena iz pomembnejših skupin reakcijskih lakov, pri katerih nastaja iz nizkoviskoznih izhodiščnih tekočih komponent, ki vsebujejo le malo izparljivih topil, na površini obdelovancev debel, netopen, mehansko in kemijsko zelo odporen film polimera, kateri nastane z reakcijo kopolimerizacije. Parafinski tipi poliestrskih lakov vsebujejo PE smolo, stiren, parafin,... Parafin v začetku utrjevanja izplava na površje, kjer tvori tanek, moten parafinski film, ki preprečuje dostop zračnega kisika do utrjujočega polimera. Zračni kisik zavira reakcijo utrjevanja, površina filma pa bi ostala mehka, lepljiva in neutrjena. Parafinski film prav tako zmanjša izgubo stirena. Za obdelavo pri različnih temperaturah uporabljajo parafine z različnim tališčem. Pri brezparafinskih poliestrskih lakih so poleg nenasičene PE smole dodana še razna veziva (nitroceluloza), stiren in druga topila ter pomožna sredstva za izboljšanje površinskih lastnosti. Pri PE lakih tvori fizikalno sušeči se del veziva zaščitni film pred zaviralnim delovanjem zračnega kisika na potek reakcije kopolimerizacije in izboljša tudi sijaj filma. Poliestrski laki imajo podobno sestavo kot ostali PE laki, le da imajo poleg PE smol, stirena, polnil, dodan še fotoiniciator, ki pri obsevanju z UV svetlobo povzroči v obsevanem filmu reakcijo kopolimerizacije. Ti laki imajo dobro oprijemljivost (razen na

nekaterih temno obarvanih lesnih površinah, kot so oreh, mahagoni, palisander ter pri lesnih površinah z mastno (tik) ali smolnato površino (iglavci), ugodne mehanske lastnosti (zlasti trdoto) in kemijske lastnosti. Problematična je le odpornost filma proti svetlobi. Večkrat se uporabljajo za zelo sijajno pohištvo ali pa se kot barvni filmi nanašajo na lesna tvoriva. Pri večjih nanosih sveže lakirane površine nikakor ne smemo postavljati v vertikalni položaj, ker lak odteka.

3.5.4 Poliakrilatni laki (A)

Poliakrilatni (skrajšano akrilni) laki spadajo v novejšo skupino lakov. Akrilne in akrilkopolimerne smole v sestavi lakov lahko občutno izboljšajo tehnične lastnosti le-teh. Tudi pri CN lakih dodatek akrilne smole ali uporaba z akrilatom modificirane alkidne smole izboljša številne lastnosti filma.

3.5.5 Sestava in lastnosti A lakov

V akrilnih lakih je bistvena sestavina poliakrilna smola, ki je lahko različno sestavljena. Čiste poliakrilne smole so polimeri akrilnih ali/in metakrilnih spojin, običajno so to estri. Pogosto pa poliakrilatne smole vsebujejo še druge monomere, npr. stiren in viniltoluen. Tehnične lastnosti poliakrilatne smole so odvisne od tipa uporabljenih izhodnih snovi. Polimer akrilne kisline je veliko mehkejši od polimera metakrilne kisline. Trdota polimera je odvisna od dolžine in razvejanosti alkohola v estru: polimetilmetakrilat je najtrši in ni topen v bencinu, polietilheksilmetakrilat pa je mehak in v bencinu topen polimer, ki tvori celo lepljiv film. Z ustrezno kombinacijo monomerov je možno izdelati zelo raznovrstne poliakrilate.

Izredno kemijsko in svetlobno odpornost imajo čisti poliakrilatni filmi, saj podobno kot pleksi steklo ne absorbirajo UV svetlobe in praktično ne porumenijo. V alkoholnih medijih in v vodi

ne hidrolizirajo. Nizkomolekularne poliakrilatne smole se uporabljajo v obliki raztopin in so prisotne v organskih topilih. Sposobne so samozamreženja pri povišani temperaturi ali z dodatkom kisline (akrilamidni tipi) in so termoplastične. V dvokomponentnih lakih se kot

reakcijske komponente v utrjevalcih uporabljajo melaminske smole ali izocianati. Akrilnosmolne disperzije imajo veliko nižjo stopnjo viskoznosti od raztopin v organskih topilih. Iz omenjenega razloga je to tudi najpomembnejše vezivo v vodnih lakih, ki jih vse hitreje razvijajo. Z dodajanjem ustreznega monomera in fotoiniciatorja se izdelujejo zelo reaktivni barvni in tudi brezbarvni laki za utrjevanje s pomočjo UV sevanja, ki vsebujejo zelo malo izparljivih organskih topil (3 % do 10 %).

3.5.6 Vodni laki (V)

Kot že samo ime pove, so vodni laki skupina z vodo razredčljivih lakov, pri katerih se uporabljajo najrazličnejše vrste veziv, z manjšo vsebnostjo organskih topil ali celo brez njih, ki so dispergirana v razredčilu – v tem primeru vodi. Disperzijske lake redčimo z vodo. Stopnja redčenja je pri nekaterih omejena na določeno razmerje, pri drugih pa je neomejena. Vsi vodni laki vsebujejo v svoji sestavi od 2 % do 10 % težje hlapnih organskih topil, od 30 % do 70 % snovi, ki tvorijo filme, ostalo pa je ceneno in okolju prijazno redčilo – voda.

Po velikosti delcev veziva se laki razvrščajo v tri skupine:

- raztopinske, z velikostjo do (1×10^{-9}) m,
- koloidne disperzije, z velikostjo pod (1×10^{-4}) m,
- emulzijske, z delci nad (1×10^{-4}) m.

V vodnih lakih, namenjenih površinski obdelavi lesnih tvoriv, papirja in umetnih mas, se najpogosteje uporabljajo naslednje vrste veziv oziroma disperzij:

- poliakrilatne,
- poliuretanske,
- akril-stiren kopolimerne,
- nenasičene poliestrske,
- vinil-propionat-akrilne,
- akril-poliuretan kopolimerne,
- polikondenzacijske s kislim utrjevalcem.

Po načinu sušenja in utrjevanja so vodni laki fizikalno se sušeči, z eventualnim nadaljnjim sevalnim (UV, IR) ali kemijskim utrjevanjem. Pri fizikalno sušečih se lakih v prvi fazi sušenja izparevajo organska topila, v drugi fazi pa voda. Ob koncu prve in začetku druge faze sušenja poteka poleg izparevanja še zelo pomemben proces zlivanja vedno bolj koncentriranih kapljic dispergirane polimernega veziva v homogen film. Za pravilen potek samega procesa je potrebna določena minimalna temperatura laka, zraka in obdelovanca, ki je za večino vodnih lakov vsaj 18 °C. Pri nižjih temperaturah ostanejo v filmu vključki vode, kar povzroči sivo motnost filma. Zaradi tega in zaradi znatnega pospeševalnega učinka je najprimernejše sušenje pri povišani temperaturi in s pomočjo IR sevanja. Za hitro sušenje se uspešno uporablja tunele z mikrovalovnimi (MV) generatorji ali z agregati, ki sušijo zrak v sušilniku na relativno vlažnost pod 10 %. Najbolj primerna količina posameznega nanosa laka znaša med 80 g/m² in 100 g/m². Sušenje ob predpostavki normalnih pogojev traja za posamezni nanos 2 h do 3 h. Pri povečani relativni vlažnosti se hitrost sušenja zmanjša. Hitrost sušenja se ob normalni in povišani

temperaturi znatno poveča, če je površina obdelovanca predhodno segreti na temperaturo 40 °C do 50 °C.

Predogrevanje lesnih obdelovancev ima ugoden učinek tudi pri zmanjševanju hrapavosti temeljnega filma, saj se zaradi hitrejšega sušenja prosta lesna vlakna manj dvignejo nad površino, izboljša pa se tudi razlivanje vodnega laka.

3.5.6.1 Prednosti vodnih lakov

Prednosti, ki jih nudijo premazi na vodni osnovi, so: ekološko prijaznejši, eksplozijsko in požarno varnejši, možnost čiščenja in redčenja z vodo, so skoraj pH nevtralni, imajo blag vonj in med staranjem ne porumenijo.

Zadnji razvojni dosežki na področju vodnih premazov kažejo, da je slabosti, povezane s sušenjem vodnih premazov v primerjavi s sušenjem konvencionalnega sistema lahko premagati. Rešitev je uvedba sušilnikov različnih vrst. Novost na področju sušenja vodnih lakov predstavlja mikrovalovni sušilnik, ki tako hitro posuši film od znotraj, da se lesna vlakna ne uspejo dvigniti in faza brušenja sploh ni potrebna. Slabost takega sušenja je, da lahko zaradi poznejšega izparevanja vode padejo odpornostne lastnosti premaza.

3.5.6.2 Slabosti vodnih lakov

3.5.6.2.1 Površinska napetost

Razlivanje tekočin na lesu je močno povezano z njihovo površinsko napetostjo, ki je rezultat delovanja medmolekularnih sil v tekočini. Medfazna napetost se pojavlja na mejni površini med dvema različnima kapljevina, med kapljevino in plinom ter med kapljevino in trdno snovjo. Napetost na meji med površino in plinsko fazo (zrakom) imenujemo površinska napetost tekočine. Van der Waalove sile in visoka polarnost silita vodo, da tvori kapljice. Močno polarne tekočine imajo visoko površinsko napetost, nepolarne tekočine pa ne težijo k tvorbi kapljic. Voda ima, kot pomembna komponenta emulzij in disperzij, vpliv na lastnosti tekočih lakov in je lahko vzrok velikih problemov za proizvajalca. Voda številne substrate slabo omaka. Njeno površinsko napetost, približno 72 mN/m, je potrebno zmanjšati, če želimo doseči dobro omakanje površine in razlivanje tekočih vodnih premaznih pripravkov na substratu. Slabo omakanje, stekanje barve, napaka poimenovana »pomarančna koža« in celo koagulacija veziva, so pogost pojav pri transparentnih lakih na vodni osnovi.

3.5.6.2.2 Dvigovanje lesnih vlaken

Dvig vlaken lesa zaradi stika z vodo je dobro znan, a nezaželen učinek v lesni industriji. Nabrekanje lesnih vlaken vodi do nastanka hrapave površine, kar zahteva posebno nadaljnjo obdelavo z natančnim ter kvalitetnim brušenjem v najmanj treh fazah pred površinsko obdelavo. V teh treh fazah pa ima velik pomen pravilen izbor granulacije brusnih papirjev. Če lak brusimo premočno ali izberemo brusno sredstvo z nepravo granulacijo, je velika možnost odbrušenja lesnih vlaken. Pri brezbarvni obdelavi je to razmeroma nevidno. Pri obarvani površini pa se z vlaknom odbrusi tudi barva, ki je bila na vlaknu. Na površini je viden bel odbruisek, kar je nesprejemljivo za kupca. S prešibkim brušenjem ali prefinim papirjem pa se vlaken ne pobrusi dovolj, kar prinaša neravno površino.

Vlakna se najbolj dvigujejo pri hrastu ter jesenu, pri mahagoniju ter boru pa tega učinka skoraj ni zaznati. Vpliv na dvig vlaken imajo tudi topilo v laku, tip in hitrost sušenja laka, viskoznost, topnost polimera, vsebnost trdnih snovi, metoda nanosa.

Zaenkrat ni znanih standardnih testnih postopkov niti posebne laboratorijske opreme, s katero bi lahko ovrednotili dvigovanje lesnih vlaken. Kvaliteta lesa in tip lesnih vlaken se preveč razlikujeta v različnih vzorcih, da bi lahko uporabili opremo, ki meri hrapavost

lakiranega lesa s pomočjo npr. laserske tehnologije, interferometrije ali konfokalne mikroskopije. Sestava lesa namreč ni dovolj konsistentna in se lahko razlikuje že na površini enega vzorca (Van Ginkel, 2002).

3.5.6.2.3 Delež suhe snovi

Na kakovost zaščitene površine močno vpliva tudi debelina suhega filma. Leseno podlago ščiti prav ta film. Če je pretanek, je bolj občutljiv za mehanske poškodbe in se hitro obrabi. Vodni laki imajo nižjo vsebnost suhe snovi kot laki na osnovi topil. Volumski delež suhe snovi dvokomponentnega poliuretanskega laka na osnovi topil je približno 34 %, pri dvokomponentnem poliuretanskem laku na vodni osnovi pa 26 %. To pomeni, da je treba pri vodnem laku nanesti okoli 25 % debelejši film. To lahko dosežemo z uporabo drugačne nanašalne opreme ali z dodatnim nanosom vodnega laka. V Sloveniji ni standarda, ki bi predpisoval končno debelino filma, vendar debelina običajno znaša med 95 μm in 120 μm (Podobnik, 2006).

3.6 RAZVOJ PREMAZOV ZA POHIŠTVO V PRIHODNOSTI

Razvoj premazov za potrebe pohištvene industrije bo v prihodnosti pogojen s tremi parametri in sicer s kvaliteto površinske zaščite, učinkovitostjo, ter z zakonodajo, ki skrbi za zaščito in varovanje okolja. Parameter varovanja okolja se nanaša predvsem na kemijsko industrijo. V zadnjem času je razvoj skladno s temi tremi parametri pripeljal do radikalnih sprememb in izboljšav na področju premaznih sredstev za les. Rešitve, kako zadostiti direktivi VOC pa se razlikujejo prav zaradi posameznih državnih in regionalnih uredb (Steinhilber, 2001).

Razvoj premazov za les pogojuje naraščajoča zahteva po vedno višjih estetskih in odpornostnih lastnostih površin ter okoljevarstvena zakonodaja. Iz tega lahko sklepamo, da bodo ekonomsko uglaseni sistemi zamenjali stare, pretežno topilne sisteme. Predpisi nove okoljske zakonodaje bodo pomagali podjetjem pri uvajanju ustrežnejših novih tehnologij, na drugi strani pa lahko to pospeši preseljevanje pohištvene proizvodnje v države izven Evropske unije (Flajs in Knehtl, 2003).

Preglednica 3: Poraba pohištvenih premazov v Zahodni Evropi po regijah - stanje l. 2000 (Flajs in Knehtl, 2003)

Delež v % Država	Vrsta premaza					
	Nitrocelulozni premazi	Kislinski premazi	Poliuretanski premazi	Poliestrski premazi	UV utrjujoči premazi	Vodni premazi
Nemčija	15	3	37	2	25	18
Italija	8	1	58	13	18	2
Francija	47	5	22	4	16	6
Španija	1	4	53	20	10	3
Skandinavija	3	54	2	0	23	17
Smer	↓	↓	↓↑	↓↑	↑↑	↑↑

Cilj raziskav je priprava najboljšega premaza na vodni osnovi za pohištvo in notranje elemente, ki bi zadostil potrebam in zahtevam industrije v smislu izgleda in odpornostnih lastnosti. Hkrati pa naj bi z raziskavami razvili tudi naprave, ki bi jih lahko prilagodili za uporabo tovrstnih premazov v industrijskih pogojih. Razvoj vezivnih in premaznih sredstev danes poteka predvsem v smeri razvoja eno in dvokomponentnih poliuretanskih lakov na vodni osnovi. Le – ti naj bi izboljšali poglobitve pomanjkljivosti vodnih premazov, kot so: zapiranje por, slabša odpornost proti obrabi in razenju ter slabša transparentnost lakiranih površin.

4 MATERIALI IN METODE

Vse materiale, ki smo jih uporabili, smo vzeli iz redne proizvodnje podjetja SVEA Lesna Industrija Litija. Za pripravo vzorcev smo izbrali les, ki ima v proizvodnji največji delež in iz katerega so izdelani najbolj prodajani izdelki. Vse standardne preizkuse smo izvedli v laboratoriju za površinsko obdelavo lesa na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

4.1 MATERIALI

Za pripravo vzorcev smo uporabili:

- Polnilo masivnih hrastovih kuhinjskih vrat, dimenzije polnila 570 mm x 275 mm,
- Polnilo masivnih akacijevih kuhinjskih vrat, dimenzije polnila 360 mm x 323 mm,
- Polnilo masivnih javorjevih kuhinjskih vrat, dimenzije polnila 300 mm x 400 mm.

Materiali pri obstoječem površinskem sistemu (organska topila)

Podlaga hrast:

- Temeljna bela barva, šifra: 714460, proizvajalec Valspar, delež suhe snovi 30 %,
- Končni lak, šifra: 236, proizvajalec Valspar, delež suhe snovi 32%,
- Katalizator, šifra: 248, proizvajalec Valspar.

Podlaga akacija:

- Nitro lužilo, šifra: 18893, proizvajalec Helios, delež suhe snovi 4 %,
- Temeljni akrilni lak, šifra: 452053, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 29 %,
- Končni akrilni lak, šifra: 452053, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 29%,
- Katalizator, šifra: 46000, proizvajalec Croma,
- Redčilo, šifra: 47001, proizvajalec Croma.

Podlaga javor:

- Vodno lužilo, šifra: E-263, proizvajalec: Henelit, delež suhe snovi 10 %,
- temeljni poliuretanski lak, šifra: 14917, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 36 %,
- končni poliuretanski lak, šifra: 452145, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 36 %,
- katalizator, šifra: 46328 in 46303, proizvajalec Croma,
- redčilo, šifra: 57028, proizvajalec Croma.

Materiali pri predlaganem površinskem sistemu (vodna topila)

Podlaga hrast:

- Temeljna bela barva, šifra: 153FA0766, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 30 %,
- Končni lak, šifra: 152093 proizvajalec Croma, delež suhe snovi 32 %,
- Katalizator, šifra: 16000, proizvajalec Croma,
- Vodno redčilo, šifra: 17005, proizvajalec Croma.

Podlaga akacija:

- Vodno lužilo, šifra: E-263, proizvajalec: Henelit, delež suhe snovi 10 %,
- Temeljni vodni lak, šifra: 152093, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 32 %,
- Končni vodni lak, šifra: 152093, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 32 %,
- Katalizator, šifra: 16000, proizvajalec Croma,
- Vodno redčilo, šifra: 17005, proizvajalec Croma.

Podlaga javor:

- vodno lužilo, šifra: E-263, proizvajalec: Henelit, delež suhe snovi 10 %,
- Končni vodni lak, šifra: 152093, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 32 %,
- Končni vodni lak, šifra: 152093, proizvajalec Croma, delež suhe snovi 32 %,
- Katalizator, šifra: 16000, proizvajalec Croma,
- Vodno redčilo, šifra: 17005, proizvajalec Croma.

4.2 PRIPRAVA VZORCEV

Poizkus smo zasnovali tako, da smo za vsako podlago vzeli po šest naključno izbranih polnil kuhinjskih vrat. Vzeli smo po tri polnila za vsak nanos premazov na osnovi organskih topil in po tri za nanos vodnih premazov. Elementi so bili pripravljene v podjetju SVEA Lesna Industrija Litija po običajnem proizvodnem postopku. Pred začetkom površinske obdelave smo morali elemente zbrusiti, da smo odstranili nečistoče in dobili aktivno površino. Elemente smo zbrusili na širokotračnem brusilnem stroju z granulacijo brusnega papirja 180.

Polnila iz lesa hrasta smo najprej lakirali z belim lakom na osnovi organskih topil. Sledilo je sušenje, ki je potekalo v vertikalnem tračnem sušilniku. Po sušenju je sledilo brušenje na kontaktnem brusilnem stroju z granulacijo brusnega papirja 240. Nato je sledil drugi nanos belega laka, ter ponovno sušenje v sušilniku, po končanem sušenju je sledilo brušenje z brusnim papirjem 240. Sledil je še nanos brezbarvnega končnega laka, tudi ta na osnovi organskih topil. Obdelava ostalih treh vzorcev je bila enaka, s tem, da smo tokrat uporabili

premaze na vodni osnovi. Brizgali smo z zračno brizgalno pištolo proizvajalca Sata s premerom brizgalne šobe 1,3 mm pri temperaturi 22 °C in relativni zračni vlagi 50 %.

Polnila iz lesa akacije smo najprej lužili z nitro lužili, po luženju in sušenju, ki je potekalo v vertikalnem tračnem sušilniku, smo vzorce lakirali z akrilnim lakom in sicer najprej s temeljnim, nato pa še s končnim lakom. Vmesno brušenje je potekalo na kontaktnem brusilnem stroju s papirjem granulacije 240. Obdelava ostalih treh vzorcev je zopet potekala po istem postopku, le da smo uporabili premaze na vodni osnovi.

Polnilo iz lesa javorja smo najprej lužili z vodnimi lužili, nato pa smo na tri vzorce nanесли brezbarvni temeljni lak, ter končni poliuretanski lak. Na ostala tri polnila pa smo nanесли temeljni in končni lak na vodni osnovi. Vmesno brušenje je potekalo na kontaktnem brusnem stroju z brusnim papirjem granulacije 240.

Vsem preizkušancem smo določili količino nanosa premaznega sredstva, takoj po nanosu le-tega. Količino nanosa smo določili s tehtanjem. Najprej smo stehali suh vzorec brez premaza, nato pa takoj, ko smo nanj nanесли premazno sredstvo. Razlika nam je pokazala nanos premaznega sredstva v g/m^2 . Po končani površinski obdelavi smo vzorce še 21 dni kondicionirali v klimi s temperaturo 22 °C in relativno zračno vlago 50 %, da so premazi dokončno utrdili.

4.3 METODE DELA

V omenjenem podjetju smo z različnimi vodnimi lužili in laki obdelali realne vzorce kuhinjskih elementov in primerjali lastnosti tako obdelanih površin z lastnostmi površinskih sistemov na osnovi organskih topil, ki so trenutno v redni proizvodnji. Lastnosti, ki smo jih preizkušali, smo izbrali glede na specifičen namen uporabe obdelanih elementov. Preizkušanje je potekalo po različnih standardnih metodah.

4.4 MERITVE

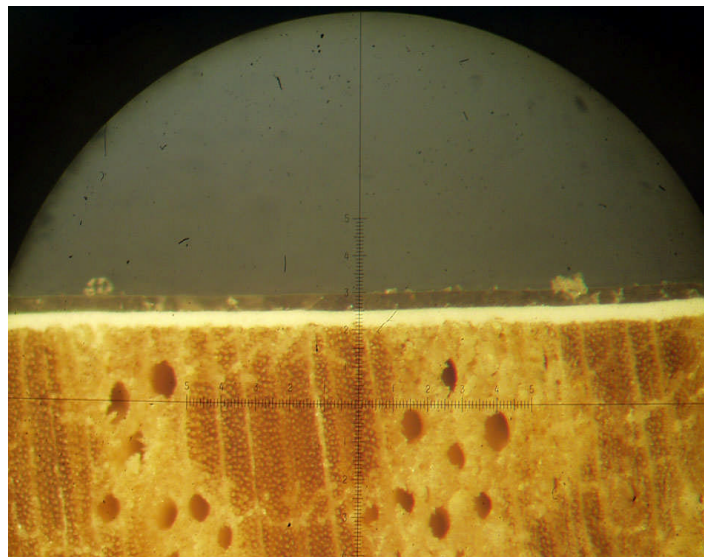
Kvaliteto posameznih premaznih sistemov smo ugotavljali iz rezultatov naslednjih meritev oziroma preizkusov:

- Debelina suhega premaznega sistema (mikroskopska metoda),
- Oprijemnost premaznega sistema na podlago,
- Trdota površinskega sistema (odpornost proti razenju),
- Odpornost proti udarcem površinskega sistema,

- Odpornost proti izbranim tekočinam:
 - Voda 24 h,
 - Alkohol 48 %, 1 h,
 - Olje 24 h,
 - Čistilno sredstvo (koncentrat), 1 h,
- Olje na razi,
- Sijaj.

4.4.1 Določanje debeline premaznega sistema z mikroskopsko metodo (SIST EN ISO 2808, 1999)

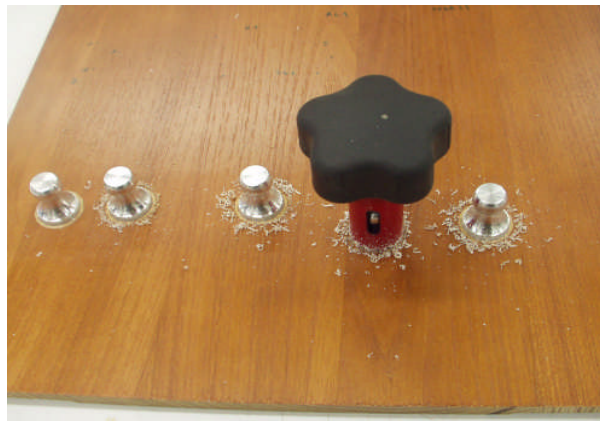
Za merjenje debeline suhega filma laka smo se posluževali mikroskopske metode (SIST EN ISO 2808, 1999). Iz vzorca smo najprej izžagali (prečno na potek vlaken) približno 20 cm dolg in 1 cm širok manjši vzorec, za vsak sistem po enega. S stereolupo (slika 1) smo določili debelino suhega filma premaza v prečnem prerezu. Izvedli smo po nekaj meritev na reprezentativnih delih celotnega filma. Rezultate smo izrazili v μm in dodali minimalno, maksimalno ter povprečno vrednost.



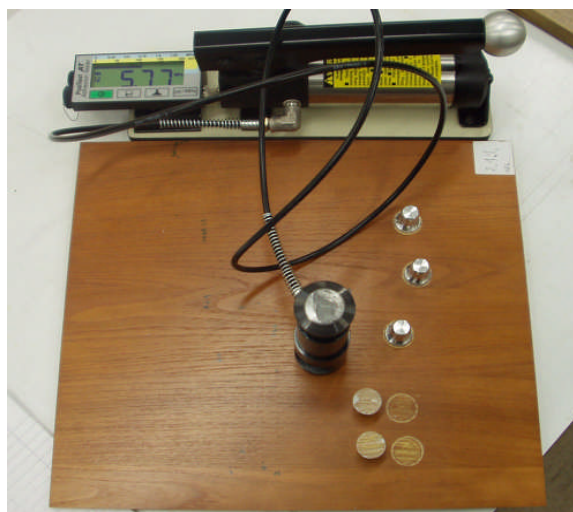
Slika 1: Mikroskop za merjenje debeline premaznega sistema, ter pogled skozi okular (podlaga hrast)

4.4.2 Oprijemljivost premaznega sredstva na podlago

Oprijemljivost premaznega sredstva na podlago smo določali po standardni metodi z odtrgovanjem pečatov (SIST EN 24624, 1997). Najprej smo površino vzorca in pečata pobrusili, da smo dobili čisto površino. Nato smo pripravili dvokomponentno lepilo (proizvajalec Uhu, Nemčija), s katerim smo na lakirano površino prilepili pečate. Površina nalegajočega pečata je 1 cm^2 . Pečati so ostali na vzorcih 24 h, da je lepilo dokončno utrdilo. Potem smo s posebnim nožem (kronsko rezilo, slika 2) obrezali premazni sistem vse do podlage. Nato pa smo z enakomernim pritiskom na vzvod povečevali tlak olja v batu, kar je povzročilo premik bata in s tem odtrganje pečata (slika 3). Silo za odtrganje pečata smo odčitali s prikazovalnika in jo podali v MPa. Poleg sile smo ocenjevali še vrsto loma in sicer adhezijski lom med podlago in lakom ali kohezijski lom bodisi po lesu bodisi v premazu.



Slika 2: Nož (kronsko rezilo) za obrez pečata



Slika 3: Naprava za merjenje oprijemnosti premaznega sredstva na podlago

4.4.3 Trdota površinskega sistema (odpornost proti razenju)

Odpornost proti razenju smo določali po metodi (SIST EN ISO 1518, 2001). Uporabljali smo tako imenovani vzmetni svinčnik (slika 4), v katerem je vstavljena igla s poloblasto konico premera 1 mm. Obremenitev na to konico je lahko različna, kar nastavljamo s premikanjem drsnega obroča, s katerim stiskamo ali raztegujemo vstavljeno vzmet. Razili smo prečno na potek vlaken (do 10 cm). Trdoto preizkušene površine definiramo s silo, ki je bila nad zaokroženo iglo potrebna za tvorbo sledi, vidne s prostim očesom.

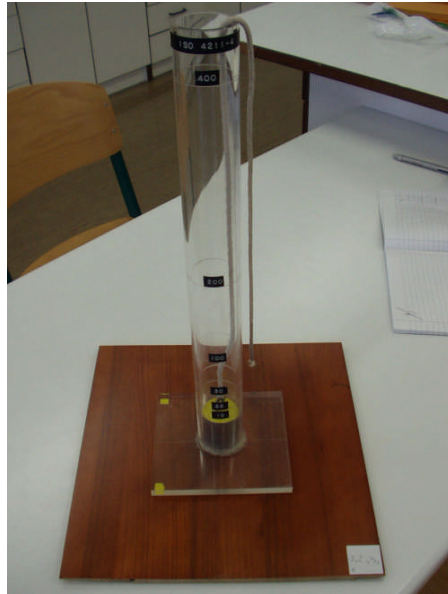


Slika 4: Vzmetni svinčnik za določanje trdote s preskusom z razenjem po SIST EN ISO 1518

4.4.4 Odpornost površinskega sistema proti udarcem

Odpornost proti udarcem smo izvedli po standardni metodi (SIST ISO 4211-4, 1995). Utež, ki je tehtala 500 g, smo spuščali z dveh različnih višin (10 mm in 25 mm) na jekleno kroglico premera 14 mm (slika 5). Ker je bila razvidna poškodba že pri udarcu z višine 10 mm, smo v nadaljevanju izvajali poizkuse le pri tej višini. Na vsakem vzorcu smo izvedli po 5 ponovitev poizkusa. Linija udarcev je potekala pravokotno na usmeritev vlaken. Po opravljenih poizkusih smo površino pazljivo pregledali in ocenili odpornost proti udarcem s številčnimi vrednostmi, kot je to opisano v preglednici 4 (slika 6).

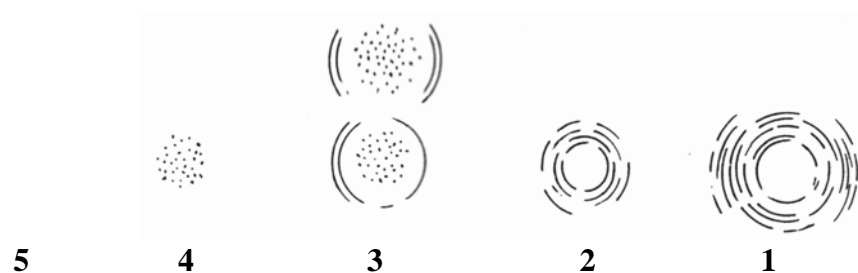
Poleg številčne ocene smo po standardu izmerili tudi premer nastalih deformacij oz. udrtine, če je le-ta nastala.



Slika 5: Naprava za izvrševanje udarcev po SIST ISO 4211-4, 1995

Preglednica 4: Ocenjevanje poškodb po SIST ISO 4211-4

Ocena	Opis
5	Ni nobenih sprememb.
4	Razpok v filmu laka ni, na mestu udara zasledimo le deformacijo v obliki udrtine, ki je vidna v soju odbite svetlobe.
3	Na površini se pojavljajo manjše razpoke (ponavadi ena ali dve), ki so lahko krožne ali polkrožne oblike.
2	Pojavi se večje število razpok, ki so omejene znotraj deformacije oz. udrtine.
1	Znotraj in zunaj deformacije oz. udrtine se pojavi večje število razpok in prihaja do luščenja filma laka.



Slika 6: Vrednotenje nastalih poškodb po standardu SIST ISO 4211-4, 1995

4.4.5 Odpornost površine proti hladnim tekočinam (SIST EN 12720)

Odpornost proti tekočinam (tekočim reagentom) smo določili na podlagi standarda SIST EN 12720, 1997. Filtrirni papir z gramaturo 450 g/m² in premerom 25 mm smo za 30 s pomočili v izbrano preizkusno tekočino s temperaturo (23 ± 2) °C. Izbrane tekočine so bile voda, vodna raztopina alkohola (48%), olje in koncentrirano čistilno sredstvo. Po 30 s smo papir s pinceto vzeli iz tekočine, rahlo obrisali in položili na površino, katero smo testirali. Disk smo takoj pokrili s stekleno čašo z ravnim robom, premera 40 mm in višino 25 mm (slika 7). Po pretečenem času, ki smo ga določili za izpostavitve, smo vse skupaj odstranili, preostanek tekočine pa smo brez drgnjenja popivnali z vpojnim papirjem. Po pretečenem času (1 h – 24 h) smo površino očistili z rahlim drgnjenjem. Uporabili smo belo krpo, ki smo jo pri prvem čiščenju omočili v raztopini standardiziranega čistilnega sredstva, pri drugem pa samo v vodi. Na koncu smo površino le še obrisali s suho krpo. Pol ure po končanem čiščenju vzorcev smo površino pregledali in na podlagi poškodb s številčnimi vrednostmi ocenili njeno odpornost proti izbrani hladni tekočini pri izbranem času postavitve (preglednica 5).

Preglednica 5: Ocene za določanje odpornosti proti tekočinam

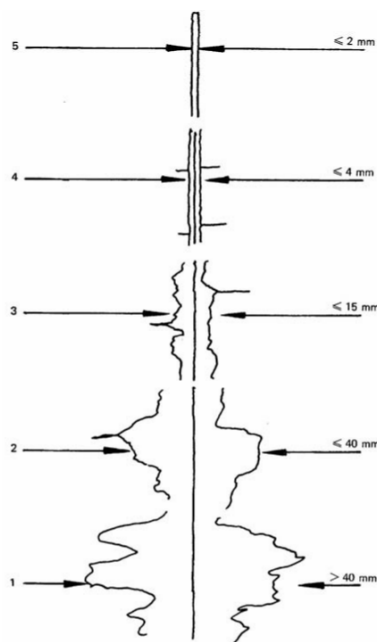
Ocena	Opis
5	Ni nobenih sprememb.
4	Majhne spremembe v sijaju ali barvi, vidne le v soju odbite svetlobe ali nekaj izoliranih manj poškodovanih mestih.
3	Manjše poškodbe, vidne iz več zornih kotov, npr. vidno celotno mesto izpostavitve filtrirnega tampona ali čaše.
2	Večja poškodba, struktura površine večinoma nespremenjena.
1	Večja poškodba s spremenjeno strukturo površine ali popolnoma ali delno odstranjen površinski sloj ali pa se filtrirni papir lepi na površino.



Slika 7: Preizkušanje odpornosti površine proti hladnim tekočinam (podlaga akacija in javor)

4.4.6 Odpornost površine proti olju na razi (SS 83 91 22)

Test smo opravili po metodi SS 83 91 22. Z vzmetnim svinčnikom s silo 5 N smo na površini vzorca (prečno na potek vlaken) razili v dolžini 7 cm. Nato smo filtrirni papir z gramaturo 450 g/m² in premerom 25 mm, za 30 s pomočili v olje (tekoči parafin). Po 30 s smo papir s pinceto vzeli iz olja, rahlo obrisali in položili na predhodno razeno površino. Filtrirni papir smo takoj pokrili s stekleno čašo in pustili pokrito 24 h. Po preteku tega časa smo odstranili tampon in očistili površino z vlažno krpo. Na podlagi ocenjene širine prodora olja v podlago skozi razo po standardu SS 83 91 22 smo številčno ocenili vrednost odpornosti površinskega sistema proti olju na razi (slika 8).



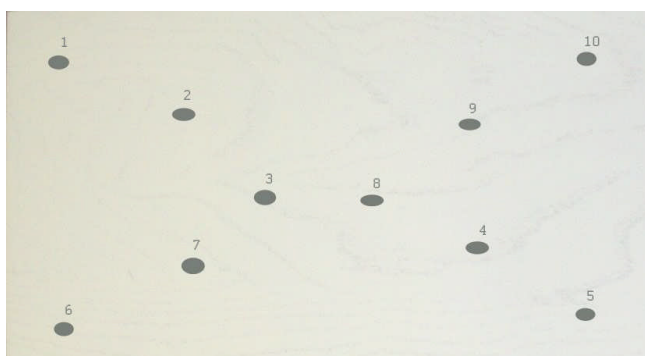
Slika 8: Ocenjevanje odpornosti proti olju na razi po SS 83 91 22

4.4.7 Sijaj

Stopnjo sijaja oziroma motnosti merimo pri popolnoma suhih/utrjenih filmih končnih lakov. Sijaj smo merili po metodi (SIST EN ISO 2813, 1999). Merili smo ga z ročnim merilcem Acugloss (slika 9) pri vpadnem in odbojnem kotu 60° ter 85°. Na vsakem vzorcu smo izvedli po 10 meritev. S slike 10 je razvidna pozicija meritev, ki smo jih izvedli na vsakem posameznem vzorcu.



Slika 9: Naprava za merjenje sijaja



Slika 10: Točke opravljenih meritev sijaja na posameznem vzorcu

5 REZULTATI

5.1 NANOS PREMAZNEGA SREDSTVA

Preglednica 6: Nanos premaznega sredstva (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Nanos temeljna barva (g/m ²)	Nanos končna barva (g/m ²)	Nanos končni lak (g/m ²)	Povp. nanos tem. barva (g/m ²)	SD	Povp. nanos kon. barva (g/m ²)	SD	Povp. nanos končni lak (g/m ²)	SD
Organsko	1,1,1	74,64	72,73	57,42	65,5	8,4	64,6	7,4	65,9	8,3
	1,1,2	58,05	58,05	74,00						
	1,1,3	63,80	63,16	66,35						
Voda	1,2,1	55,50	55,50	121,21	64,6	8,0	73,2	15,4	109,9	10,0
	1,2,2	70,18	79,74	106,54						
	1,2,3	68,26	84,21	102,07						

Če primerjamo količino nanosa premaznega sredstva na osnovi organskih topil ter vodnega premaznega sistema na hrastovi podlagi (preglednica 6), lahko ugotovimo, da se rezultati bistveno razlikujejo. Pri nanosu temeljne barve sicer ni opaziti velikih razlik, zato pa lahko bistveno razliko opazimo pri količinah nanosa končne barve ter končnega laka. Že na prvi pogled lahko opazimo, da sta bili količini nanosa premaza na osnovi organskih topil v obeh primerih, tako pri končni barvi, kot tudi pri končnem laku, bistveno nižji kot pri vodnih premazih.

Preglednica 7: Nanos premaznega sredstva (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Nanos lužila (g/m ²)	Nanos temeljni lak (g/m ²)	Nanos končni lak (g/m ²)	Povp. nanos lužilo (g/m ²)	SD	Povp. nanos tem. lak (g/m ²)	SD	Povp. nanos končni lak (g/m ²)	SD
Organsko	2,1,1	32,11	67,94	69,66	32,1	0,2	68,5	6,0	72,0	2,6
	2,1,2	31,93	62,78	74,82						
	2,1,3	32,32	74,82	71,38						
Voda	2,2,1	35,84	93,74	67,94	36,8	0,9	86,9	7,9	67,4	1,0
	2,2,2	36,90	78,26	66,22						
	2,2,3	37,72	88,58	67,94						

Pri primerjavi nanosov posameznih premaznih sredstev na akacijevo podlago (preglednica 7) je prav tako opaziti razlike. Količine nanosov lužil se ne razlikujejo bistveno, medtem ko se nanosa temeljnega ter končnega laka pri obeh sistemih razlikujeta. Razvidno je, da je nanos vodnega temeljnega laka bistveno višji. Pri končnem laku pa je situacija obrnjena, vendar razlika ni velika.

Preglednica 8: Nanos premaznega sredstva (podlaga javor)

Topilo	Vzorec št.	Nanos lužila (g/m ²)	Nanos temeljni lak (g/m ²)	Nanos končni lak (g/m ²)	Povp. nanos lužilo (g/m ²)	SD	Povp. nanos tem. lak (g/m ²)	SD	Povp. nanos končni lak (g/m ²)	SD
Organsko	3,1,1	30,27	96,67	130,00	31,4	1,0	86,1	11,3	128,9	5,9
	3,1,2	31,99	74,17	134,17						
	3,1,3	32,05	87,50	122,50						
Voda	3,2,1	37,15	109,17	80,00	36,8	0,3	96,7	10,8	87,5	7,1
	3,2,2	36,83	90,83	94,17						
	3,2,3	36,49	90,00	88,33						

Pri primerjavi količin nanosov premaznih sredstev na javorjevo podlago (preglednica 8) je situacija podobna kot pri akaciji. Vendar je tu opaziti še večjo razliko v nanosu končnega laka. Nanos končnega laka na organski osnovi je znašal 128,9 g/m² med tem ko je imela količina nanosa končnega laka na vodni osnovi vrednost 87,5 g/m².

5.2 DEBELINA PREMAZNEGA SREDSTVA

5.2.1 Debelina suhega filma laka (mikroskopska metoda)

Preglednica 9: Debelina suhega filma (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Debelina (µm)		Min (µm)	Maks (µm)	Povp (µm)	SD
		od	do				
Organsko	1.1.1.	58,0	66,4	54,0	66,4	60,2	5,5
	1.1.2.	58,0	66,4				
	1.1.3.	54,0	66,4				
Voda	1.2.1.	58,0	74,7	58,0	74,7	66,3	9,2
	1.2.2.	58,0	74,7				
	1.2.3.	58,0	74,7				

Povprečna debelina suhega filma laka na hrastovem vzorcu, obdelanim po obstoječem sistemu obdelave, znaša 60,2 µm, med tem, ko je bila na vzorcu, obdelovanim z vodnim premaznim sistemom povprečna debelina premaznega sistema 66,3 µm (preglednica 9). Razlika v debelini je pričakovana, saj je bil nanos premaznega sistema na vodni osnovi bistveno večji.

Preglednica 10: Debelina suhega filma (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Debelina (μm)		Min (μm)	Maks (μm)	Povp (μm)	SD
		od	do				
Organsko	2.1.1.	34,0	41,5	29,0	41,5	35,2	5,3
	2.1.2.	34,0	41,5				
	2.1.3.	29,0	41,5				
Voda	2.2.1.	29,0	50,0	29,0	50,0	39,5	8,9
	2.2.2.	34,0	50,0				
	2.2.3.	34,0	41,5				

Pri primerjavi debeline premaznega sistema na akacijevi podlagi (preglednica 10) je prav tako razvidno, da je na vzorcu, obdelanim z vodnim premaznim sistemom debelina premaznega sredstva nekoliko večja. V obeh primerih pa je bila na vzorcih 2.1.3 in 2.2.1 minimalna debelina samo 29,0 μm .

Preglednica 11: Debelina suhega filma (podlaga javor)

Topilo	Vzorec št.	Debelina (μm)		Min (μm)	Maks (μm)	Povp (μm)	SD
		od	do				
Organsko	3.1.1.	66,4	83,0	66,4	83,0	74,7	10,1
	3.1.2.	74,7	91,3				
	3.1.3.	66,4	83,0				
Voda	3.2.1.	41,5	66,4	37,4	58,0	47,7	11,8
	3.2.2.	41,5	58,0				
	3.2.3.	37,4	58,0				

Če primerjamo debelino premaznega sistema na javorjevi podlagi (preglednica 11) vidimo, da je situacija ravno obratna kot pri hrastu in akaciji. Tako povprečna kot tudi minimalna debelina premaznega sistema sta bistveno višji kot pri omenjenih hrastovi in akacijevi podlagi. Iz preglednice 11 je prav tako razvidno, da debelina med posameznimi vzorci niha, saj je pri vzorcih z organskimi topili znašala debelina od 66,4 μm do 83,0 μm , pri vzorcih obdelanih z vodnimi sistemi pa se je gibala v območju od 37,3 μm do 58,0 μm .

5.3 OPRIJEMNOST PREMAZNEGA SREDSTVA

Preglednica 12: Oprijemnost premaznega sredstva (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Min. (MPa)	Maks. (MPa)	Povp. (MPa)	Opombe
Organsko	1.1.1.	2,19	3,18	2,80	A
	1.1.2.	2,36	3,64	2,89	A
	1.1.3.	2,55	3,46	2,84	A
Voda	1.2.1.	2,01	2,13	2,05	K/T
	1.2.2.	2,02	2,74	2,55	K/T
	1.2.3.	2,86	3,80	3,22	K/T

Iz preglednice 12 je razvidno, da se na hrastovih vzorcih, obdelanih s premazi z organskimi topili, povprečna oprijemnost giblje med 2,80 MPa in 2,89 MPa. Prav tako je razvidno, da je prišlo do adhezijskega tipa loma (A), kar pomeni, da se je od podlage odluščilo več kot 60 % premaza. Pri vzorcih z vodnimi premazi pa se je povprečna oprijemnost gibala med 2,05 MPa in 3,22 MPa. V tem primeru pa je prišlo do razslojevanja premaznega sistema oz. do loma med končnim in temeljnim lakom oz. belo barvo (K/T). Tako pri vodnih sistemih v bistvu nismo izmerili oprijemnosti premaza na les temveč razslojno trdnost premaznega sistema.

Preglednica 13: Oprijemnost premaznega sredstva (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Min. (MPa)	Maks. (MPa)	Povp. (MPa)	Opombe
Organsko	2.1.1.	4,69	6,21	5,51	A
	2.1.2.	4,96	5,89	5,39	A
	2.1.3.	5,43	6,34	5,77	A
Voda	2.2.1.	2,84	3,67	3,34	A
	2.2.2.	2,59	3,33	3,09	A
	2.2.3.	3,18	3,79	3,41	A

Iz preglednice 13 je razvidno, da so na akacijevi podlagi, obdelani s premazi na osnovi organskih topil, povprečne vrednosti oprijemnosti nekoliko višje kot pa pri sistemu z vodnimi premazi. V obeh primerih je prišlo do adhezijskega tipa loma, kar pomeni, da se je od podlage odluščilo več kot 60 % premaza.

Preglednica 14: Oprijemnost premaznega sredstva (podlaga javor)

Topilo	Vzorec št.	Min. (MPa)	Maks. (MPa)	Povp. (MPa)	Opombe
Organsko	3.1.1.	2,01	2,17	2,10	A
	3.1.2.	2,33	2,63	2,45	A
	3.1.3.	2,17	2,52	2,35	A
Voda	3.2.1.	1,78	1,94	1,83	N
	3.2.2.	1,61	2,05	1,82	N
	3.2.3.	1,68	1,77	1,71	N

Pri vzorcih, izdelanih iz javorjevega lesa (preglednica 14), obdelanih s sredstvi z organskimi topili vidimo, da je povprečna oprijemnost med 2,10 MPa in 2,45 MPa. Tudi v tem primeru je prišlo do adhezijskega tipa loma. Pri vzorcih, obdelanih z vodnimi sistemi so bile sile, pri katerih je prišlo do loma zelo nizke kar nam pove, da je imel premaz zelo slabo razslojno trdnost. V tem primeru je namreč prišlo do loma med luženo plastjo in temeljnim lakom (N). Torej nismo izmerili oprijemnosti temveč razslojno trdnost sistema. Oprijemnost na les je od določene vrednosti gotovo višja. Iz praktičnih izkušenj laboratorija za površinsko obdelavo lesa je zadovoljiva spodnja meja oprijemnosti na podlago 2,0 MPa.

5.4 TRDOTA POVRŠINSKEGA SISTEMA (ODPORNOST PROTI RAZENJU)

Preglednica 15: Trdota površinskega sistema (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Ni poškodbe, sila (N)	Vidna poškodba, sila (N)	Poškodba, premer (mm)
Organsko	1.1.1.	1	2	0,4
	1.1.2.	1	2	0,4
	1.1.3.	1	2	0,5
Voda	1.2.1.	1	2	0,4
	1.2.2.	1	2	0,4
	1.2.3.	1	2	0,4

Iz preglednice 15 je razvidno, da ni razlik med sistemoma. Pri vseh vzorcih je prišlo do razpok v filmu laka že pri sili 2 N. Premer nastalih poškodb je 0,4 mm, izjema je le vzorec 1.1.3, kjer je premer nastale poškodbe 0,5 mm.

Preglednica 16: Trdota površinskega sistema (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Ni poškodbe, sila (N)	Vidna poškodba, sila (N)	Poškodba, premer (mm)
Organsko	2.1.1.	2	3	0,5
	2.1.2.	3	4	0,4
	2.1.3.	3	4	0,4
Voda	2.2.1.	1	2	0,4
	2.2.2.	1	2	0,4
	2.2.3.	1	2	0,4

V preglednici 16 vidimo, da je obstoječi sistem na osnovi organskih topil bolj odporen proti razenju, kot akacijini vzorci, obdelani z vodnimi premazi. Povprečna sila razenja pri obstoječem sistemu je znašal 4 N, premer poškodb pa 0,4 mm, pri vzorcih, obdelanih z vodnim sistemom pa so se poškodbe pojavile že pri sili 2 N.

Preglednica 17: Trdota površinskega sistema (podlaga javor)

Topilo	vzorec št.	Ni poškodbe, sila (N)	Vidna poškodba, sila (N)	Poškodba, premer (mm)
Organsko	3.1.1.	8	9	0,5
	3.1.2.	8	9	0,5
	3.1.3.	8	9	0,5
Voda	3.2.1.	1	2	0,3
	3.2.2.	1	2	0,3
	3.2.3.	1	2	0,3

Iz preglednice 17 lahko razberemo, da je obstoječi javorjev površinski sistem s premazi na osnovi topil bistveno bolj odporen na razenje kot sistem obdelave z vodnimi sredstvi. Pri razenju vzorcev, obdelanih s premazi z organskimi topili je prišlo do vidnih poškodb šele pri sili 9 N, med tem ko je prišlo do poškodb pri uporabi sredstev na vodni osnovi že pri sili 2N.

5.5 ODPORNOST PREMAZNEGA SREDSTVA PROTI UDARCEM

Preglednica 18: Odpornost proti udarcem (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Ocena	Notranji prem. poškodbe (mm)
Organsko	1.1.1.	2	1,78
	1.1.2.	3	1,88
	1.1.3.	2	1,74
Voda	1.2.1.	2	1,84
	1.2.2.	2	1,82
	1.2.3.	3	1,76

V preglednici 18 vidimo, da med sistemoma glede odpornosti proti udarcem ni bistvene razlike. Oba sistema sta namreč ocenjena s povprečno oceno 2. Na površini se je pojavilo večje število razpok, ki so omejene znotraj deformacije oz. udrtine. Notranji premer poškodb se giblje med 1,76 mm in 1,88 mm.

Preglednica 19: Odpornost proti udarcem (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Ocena	Notranji prem. poškodbe (mm)
Organsko	2.1.1.	3	1,52
	2.1.2.	3	1,54
	2.1.3.	3	1,54
Voda	2.2.1.	3	1,82
	2.2.2.	3	1,76
	2.2.3.	3	1,80

Iz preglednice 19 lahko razberemo, da sta oba akacijina sistema enako odporna na udarce, ocena je v vseh primerih 3, notranji premer pa se giblje od 1,52 mm do 1,8 mm. Ocena 3 označuje površino, na kateri se pojavijo manjše razpoke (ponavadi ena ali dve), ki so lahko krožne ali polkrožne oblike.

Preglednica 20: Odpornost proti udarcem (podlaga javor)

Topilo	Vzorec št.	Ocena	Notranji prem. poškodbe (mm)
Organsko	3.1.1.	4	ni poškodbe
	3.1.2.	3	2,70
	3.1.3.	3	2,70
Voda	3.2.1.	3	2,06
	3.2.2.	3	1,90
	3.2.3.	3	1,96

Iz preglednice 20 je razvidno, da tudi pri javorju ni bistvenih razlik med primerjanima sistemoma. Le vzorec 3.1.1 je dosegel oceno 4. Pri ostalih vzorcih pa se giblje notranji premer poškodbe od 1,9 mm do 2,7 mm. Ocena 4 pomeni, da v filmu laka ni razpok, na mestu udara zasledimo le deformacijo v obliki udrtine, ki je vidna v soju odbite svetlobe.

5.6 ODPORNOST PREMAZNEGA SISTEMA PROTI IZBRANIM TEKOČINAM

Preglednica 21: Odpornost premaznega sredstva proti izbranim tekočinam (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Voda 24h	Alkohol 1h	Kava 1h	Olje 24h	Čist. sredstvo	Olje na razli	Opomba
Organsko	1.1.1.	5	2	5	5	5	5	
	1.1.2.	5	2	5	5	5	5	
	1.1.3.	5	2	5	5	5	5	
Voda	1.2.1.	4	3	5	5	5	5	
	1.2.2.	4/3	3	5	5	5	5	
	1.2.3.	4	3	5	5	5	5	

Iz preglednice 21 je razvidno, da je na hrastu obstoječi površinski sistem odpornejši na vodo, kot vodni površinski sistem, saj je dobil oceno 5. Pri preizkusu na alkohol pa se je bolje izkazal vodni površinski sistem. Pri vseh ostalih testih pa ni opaziti razlik.

Preglednica 22: Odpornost premaznega sredstva proti izbranim tekočinam (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Voda 24h	Alkohol 1h	Kava 1h	Olje 24h	Čist. sredstvo	Olje na razli	Opomba
Organsko	2.1.1.	5	3	5	5	5	5	
	2.1.2.	5	3	5	5	5	5	
	2.1.3.	5	3	5	5	5	5	
Voda	2.2.1.	5	2	5	5	5	5	
	2.2.2.	3/2	2	5	5	5	5	R
	2.2.3.	3/2	1	5	5	5	5	R

Tudi v primeru lesa akacije (preglednica 22) je obstoječi sistem odpornejši na vodo, saj je vodni površinski sistem dosegel oceno le 3/2. Prav tako je obstoječi sistem odpornejši na izpostavitve alkoholu, dosegel je oceno 3. Vzorci, obdelani z vodnim površinskim sistemom so ocenjeni z ocenama 2 in 1. Poleg tega pa je prišlo pri vzorcih 2.2.2 in 2.2.3 do razpok v filmu premaza vse do podlage. Pri ostalih testih ni bilo opaznih razlik.

Preglednica 23: Odpornost premaznega sredstva proti izbranim tekočinam (podlaga javor)

Topilo	Vzorec št.	Voda 24h	Alkohol 1h	Kava 1h	Olje 24h	Čist. sredstvo	Olje na razli	Opomba
Organsko	3.1.1.	5	3/4	5	5	5	5	
	3.1.2.	5	3	5	5	5	5	
	3.1.3.	5	3	5	5	5	5	
Voda	3.2.1.	3	1	5	5	5	5	
	3.2.2.	3	1	5	5	5	5	
	3.2.3.	3	1	5	5	5	5	

Iz preglednice 23 (podlaga javor) je razvidno, da je obstoječi sistem površinske obdelave odpornejši na vodo in alkohol, ocenjen je z ocenama 5 in 3. Vzorci, obdelani z vodnimi sredstvi so na testih odpornosti na vodo in alkohol dosegli oceni 3 in 1. Pri ostalih testih, kava, olje in čistilno sredstvo, ni bilo opaznih razlik.

5.7 OLJE NA RAZI

Iz preglednic 21, 22 in 23 je razvidno, da pri preizkušanju premaznih sistemov na odpornost olja na razi ni prišlo do vidnih poškodb. Vseh šest sistemov se je izkazalo za zelo odporne. Dobili so povprečno oceno 5, kar pomeni, da na površini ni vidnih sprememb, ki bi bile posledica delovanja parafinskega olja.

5.8 SIJAJ

Preglednica 24: Sijaj (podlaga hrast)

Topilo	Vzorec št.	Kot 60°				Kot 85°			
		Min.	Maks.	Povp.	SD	Min.	Maks.	Povp.	SD
Organsko	1.1.1.	22	30	27	3	40	50	46	3
	1.1.2.	23	31	27	3	42	51	47	3
	1.1.3.	26	30	28	1	44	50	48	2
Voda	1.2.1.	16	21	19	1	40	48	42	2
	1.2.2.	17	23	20	2	36	49	43	4
	1.2.3.	20	22	21	1	41	46	44	1

V preglednici 24 lahko vidimo, da je v obeh primerih na hrastovem lesu pri kotu 60° in 85° višji povprečni sijaj pri obstoječem površinskem sistemu in sicer je pri 60° povprečen sijaj znašal 27,2 %, pri 85° pa je bil sijaj 46,8 %. Pri vzorcu, obdelovanim z vodnim površinskim sistemom pa je povprečen sijaj dosegel vrednosti 20 % ter 43 %.

Preglednica 25: Sijaj (podlaga akacija)

Topilo	Vzorec št.	Kot 60°				Kot 85°			
		Min.	Maks.	Povp.	SD	Min.	Maks.	Povp.	SD
Organsko	2.1.1.	15	22	18	2	29	45	39	5
	2.1.2.	17	23	20	2	31	48	41	6
	2.1.3.	17	23	21	2	32	50	41	5
Voda	2.2.1.	19	23	20	1	39	46	42	2
	2.2.2.	18	24	22	2	29	46	39	7
	2.2.3.	19	24	22	1	35	47	43	4

V preglednici 25 vidimo, da je situacija pri podlagi iz lesa akacije obrnjena, saj se je vodni površinski sistem izkazal za sistem, ki daje boljši sijaj. Povprečna vrednost sijaja pri kotu 60° je bila 21,3 %, pri kotu 85° pa 41,3 %.

Preglednica 26: Sijaj (podlaga javor)

Topilo	Vzorec št.	Kot 60°				Kot 85°			
		Min.	Maks.	Povp.	SD	Min.	Maks.	Povp.	SD
Organsko	3.1.1.	33	43	38	3	63	74	68	3
	3.1.2.	35	39	37	2	66	73	70	2
	3.1.3.	32	37	36	1	61	74	69	3
Voda	3.2.1.	21	24	23	1	42	49	46	2
	3.2.2.	20	22	22	1	41	46	44	2
	3.2.3.	18	22	20	1	33	47	41	4

Iz preglednice 26 je razvidno, da je sijaj na javorjevih vzorcih bistveno višji pri vzorcih, obdelanih z obstoječim sistemom. Povprečna vrednost sijaja znaša 37,0 %, pri kotu 60° pri kotu 85° pa 69 %. Obdelovanci, obdelani z vodnimi sredstvi pa imajo pri kotu 60° povprečno vrednost 21,4 %, pri kotu 85° pa 44,0 %.

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

6.1 RAZPRAVA

Pri primerjavi količin nanosov premaznih sredstev (preglednice 6, 7, 8) lahko vidimo, da je prišlo do razlik med nanosi na različne podlage in tudi do razlik med sredstvi z organskimi topili in vodnimi premazi. Možnih vzrokov je več, npr.: različna površina, viskoznost premaznega sredstva, razpršenost (velikost kapljic) premaznega sredstva, gostota sredstva, kot tudi neenakomernost pri nanašanju.

Debelino suhega filma laka smo merili po mikroskopski metodi SIST EN 2808. Tudi pri merjenju debeline premaznega sredstva je prišlo do razlik, kar nas ni presenetilo. Debeline so namreč povezane s količinami nanosov premaznih sredstev, še posebej če upoštevamo, da so deleži suhih snovi pri vseh sistemih primerljivi med seboj. Iz preglednic 9, 10 in 11 lahko razberemo, da je bila debelina premaznega sistema najmanjša na akacijevi podlagi, pri sistemu na osnovi organskih topil je znašala le 35,2 μm .

Preizkus oprijemnosti premaznih sredstev smo izvedli po standardni metodi z odtrgovanjem pečatov. Iz preglednice 12 je razvidno, da se je pri novem vodnem premaznem sistemu na hrastovi podlagi pojavil problem razslojevanja. Zato so bile izmerjene vrednosti, ki pa ne pomenijo vrednosti oprijemnosti na podlago, nižje od vrednosti za oprijemnost pri sistemu z organskimi topili. Iz podatkov v preglednici 13 pa lahko brez dvoma sklepamo, da se na akacijevi podlagi bolje obnese obstoječi sistem, kar dokazujejo višje povprečne sile za odtrgavanje pečatov od podlage kot v primeru vodnega premaznega sistema. Iz preglednice 14 je razvidno, da se je na javorjevi podlagi prav tako bolje izkazal obstoječi sistem. Na vzorcih, obdelanih z vodnimi sistemi smo zabeležili povprečno vrednost pod 2 MPa, vendar je le-ta odražala razslojitev med lužilom in temeljnim lakom.

Preizkus trdote smo opravili po metodi SIST EN ISO 1518, 2001. Rezultati so pokazali, da na hrastovi podlagi ni razlike med sistemoma, saj v obeh primerih pride do vidne poškodbe že pri 2 N. Na akacijevi podlagi pa je bil vodni sistem bistveno manj odporen proti razenju, saj je bila potrebna pol manjša sila, da je na podlagi prišlo do nastanka vidnih poškodb. Na javorjevi podlagi je bil vodni sistem prav tako manj trd, s tem da je bila v tem primeru razlika še veliko večja.

Test odpornosti premazov proti udarcem smo izvedli po metodi SIST ISO 4211-4. Pri vseh obdelovancih smo izvedli poizkus s spuščanjem uteži le z višine 10 mm, saj je pri višini 25

mm prišlo do prevelikih deformacij in bi bili tako vsi vzorci ocenjeni z oceno 1. Iz preglednic 18, 19 in 20 je razvidno, da ni bilo bistvenih razlik med posameznimi sistemi. Ocenjeni so bili z ocenama 2 in 3.

Primerjava odpornosti premaznega sistema proti izbranim tekočinam je pokazala, da je vodni površinski sistem na hrastovi podlagi slabše odporen proti vodi in alkoholu. Prav tako se je kot neodporen na alkohol izkazal tudi obstoječi sistem. Skupna ocena poškodb po izpostavitvi je imela vrednost 2. Na akacijevi podlagi je vodni površinski sistem prav tako dobil slabše ocene. Pri izpostavitvi alkoholu (1 h) je dobil celotno oceno 1, kar pomeni, da je prišlo do večje poškodbe s spremenjeno strukturo površine oziroma do popolnoma odstranjenega površinskega sistema od podlage. Pri ostalih izpostavitvah (na kavo, olje in čistilno sredstvo) ni prišlo do sprememb pri nobenem vzorcu, dobili so oceno 5. Rezultati testa odpornosti proti olju na razi so bili zelo dobri, saj na površinah ni bilo nobenih sprememb.

Primerjava sijaja je pokazala, da je obstoječi površinski sistem bolj sijajen. Le v primeru akacijeve podlage se je za malenkost višji sijaj pokazal pri vodnem sistemu.

6.2 SKLEPI

Pri testiranju vodnih premaznih sistemov na vzorcih iz hrastovega, akacijevega in javorjevega lesa smo ugotovili, da zaradi specifičnosti uporabljenih vrst lesa in zahtevnosti same površinske obdelave, zaenkrat v podjetju Svea Lesna industrija Litija še ne morejo v celoti preiti z uporabe premaznih sistemov na osnovi organskih topil na sisteme na vodni osnovi. V nekaterih primerih so bili rezultati primerljivi v drugih zopet ne.

Naj omenimo le nekaj slabosti, ki jih bo na novih vodnih premaznih sistemih potrebno v prihodnosti še odpraviti. Pri preizkušanju oprijemljivosti premaznega sredstva na hrastovi podlagi z vodnimi premaznim sistemom se je pojavil problem razslojne trdnosti. Prišlo je do razslojevanja med temeljno barvo in končnim lakom. Tako so bile izmerjene vrednosti, ki pa ne pomenijo vrednosti oprijemnosti na podlago, nižje od vrednosti za oprijemnost pri sistemu z organskimi topili. Do podobnega zaključka smo prišli pri javorjevih vzorcih, v tem primeru je prišlo do razslojitve med luženo plastjo in temeljnim lakom. Pri preizkusu trdote premaznega sistema na hrastovi podlagi nismo opazili bistvenih razlik, med tem ko je bil na akacijevi in javorjevi podlagi novi vodni premaz bistveno manj odporen. S primerjavo odpornosti premaznega sistema proti izbranim tekočinam smo prav tako opazili, da se vodni premazni sistem na akacijevi ter na javorjevi podlagi ni dobro obnesel, dobil je skupno oceno 1. Novi vodni sistemi za enkrat še ne dosegajo zadovoljivega sijaja, to se je izkazalo predvsem na hrastovi in javorjevi podlagi.

Obstoječa tehnologija sicer omogoča uporabo vodnih premazov, vendar lahko izmenična uporaba obeh sistemov privede do problema pri kemični obdelavi tehnološke vode v brizgalni kabini, saj se postopki in sredstva razlikujejo. Kljub temu, da se v podjetju še ne morejo v celoti posluževati premaznih sredstev na vodni osnovi, z vsemi dobavitelji pri razvoju površinskih materialov na vodni osnovi intenzivno sodelujejo. Cilj je omogočiti prehod na lakiranje s premazi na vodni osnovi podlag iz vseh drevesnih vrst in s tem doseganje ciljnih emisij, ki bodo v skladu z uredbo o emisijah hlapnih organskih snovi.

7 POVZETEK

Z vstopom Slovenije v EU se je tudi pri nas začela uveljavljati vedno strožja okoljska zakonodaja. Za lesnoindustrijska podjetja sta pomembni predvsem direktiva IPPC o celovitem preprečevanju in nadzoru nad industrijskim obremenjevanjem okolja in direktiva VOC o omejevanju emisij hlapnih organskih spojin. Na osnovi direktive VOC je bila pri nas že sprejeta Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila.

Najbolj primerna strategija za zmanjšanje emisij hlapnih organskih spojin (HOS) je zamenjava premazov na osnovi organskih topil s premaznimi sistemi na vodni osnovi. Površinski premazni sistemi na vodni osnovi se v svetu čedalje bolj uveljavljajo in postajajo uspešen in okolju bolj prijazen nadomestek nitroceluloznim in poliuretanskim lakirnim sistemom. Kljub temu, da je cena teh sistemov višja, njihove tehnične lastnosti pa še vedno slabše od lastnosti obstoječih sistemov, njihova uporaba narašča.

Glede na to, da kupci zahtevajo vsaj enako, če že ne boljšo kvaliteto, za enako ali celo nižjo ceno, kot je pri uporabi premazov z lahko hlapnimi organskimi spojinami, smo v omenjenem podjetju skušali ugotoviti, ali je ob takih pogojih popoln prehod na vodne sisteme sploh mogoč.

V diplomski nalogi smo primerjali lastnosti utrjenih filmov vodnih premazov z lastnostmi premazov na osnovi organskih topil. Za izvedbo takšnega poizkusa smo uporabili v proizvodnji tri najbolj udeležene lesne vrste (hrast, akacijo in javor). Hrastove vzorce smo najprej obdelali z dvema nanosoma bele, temeljne barve, nato pa še z zaključnim slojem s pokrivnim lakom. Na akacijeve in javorjeve vzorce pa smo najprej nanесли lužilo, nato temeljni in na koncu še končni lak.

Glede na specifičen namen uporabe obdelanih elementov smo po standardnih metodah izmerili naslednje lastnosti premaznega sistema:

- oprijemnost,
- trdoto,
- odpornost proti udarcem,
- odpornost proti izbranim hladnim tekočinam,
- odpornost proti olju na razi,
- sijaj.

Pri preizkušanju oprijemnosti premaznih sredstev smo prišli do zaključka, da se je pri novem vodnem premaznem sistemu na hrastovi ter javorjevi podlagi pojavil problem

razslojevanja. Preizkus trdote smo opravljali z vzmetnim svinčnikom. Izkazalo se je, da na hrastovi podlagi ni prišlo do razlik med sistemoma, med tem, ko se je na akacijevi ter javorjevi podlagi vodni sistem obnesel bistveno slabše. Test odpornosti premaznih sistemov proti udarcem ni pokazal bistvenih razlik med obstoječim topilnim in novim vodnim sistemom. Pri preizkusu premaznega sistema proti izbranim tekočinam smo ugotovili, da vodni sistemi niso dovolj odporni na izpostavljenost vodi in alkoholu. Novi vodni sistemi za enkrat še ne dosegajo zadovoljivega sijaja, to se je izkazalo predvsem na hrastovi in javorjevi podlagi.

Kljub obetavnim rezultatom smo ugotovili, da vodni površinski sistemi v tem trenutku še ne morejo povsem nadomestiti topilnih sistemov, saj imajo kar nekaj pomanjkljivosti, ki jih bo potrebno v prihodnje še odpraviti.

8 VIRI

8.1 CITIRANI VIRI

Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution
Prevention and control

Council Directive 1999/13/EC of March 1999 on the limitation of emissions of Volatile
Organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and
Installations

Flajs N., Knehtl B. 2003. Razvoj premazov za pohištvo v luči VOC - direktive
<http://www.bf.uni-lj.si/les/pohistvo/Files/Posvet%202003/referat%20helios.doc>
(10.dec. 2003)

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

Nacionalni program varstva okolja – NPVO. Ur.l. RS, št. 83/99

SIST EN 12720. Pohištvo – Ugotavljanje odpornosti površine proti hladnim tekočinam.
Furniture – Assessment of surface resistance to cold liquids (ISO 4211:1979 modified).
1997: 15 str.

SIST EN ISO 2808. Barve in laki – Ugotavljanje debeline plasti. 1999: 46 str.

SIST EN 24624. Barve in laki – Preizkušanje adhezije z odtrgovanjem filma
(ISO 4624: 1978). Paints and varnishes – pull off test (ISO 4624:1978). 1997: 9 str.

SIST EN ISO 1518. Barve In Laki – Preskus z razenjem (ISO 1518: 1992). Paints and
varnishes – Strach test (ISO 1518: 1992) 2001: 10 str.

SIST EN ISO 4211 – 4. Pohištvo – Preskusi površin – 4. del: Ugotavljanje odpornosti proti
udarcu. Furniture – Test of surfaces – Part 4: Assesment of resistance to impact. 1995:
4 str.

SIST EN ISO 2813. Paints and varnishes – Determination of specular gloss of nonmetallic
paint film at 20°, 60° and 85° (ISO 2813: 1994, Including Technical Corrigendum 1:
1997). 1999: 16 str.

Steinhilbert B.2001.The evolution of coatings reisns in changing environment.
Surface Coatings International Part A, Issue 2001/09 (str. 353 – 357)

SS 83 91 22. Möbel och inredningsenheter – Bedömning av repade ytos härdighet mot fett.
Furniture and fittings – Assessment of resistance to fat on surfaces with scratches.
1981: 3 str.

Podobnik M. 2006. Vodni laki za parket.

www.ditles.si/Files/DOM_06/Marta_PODOBNIK_vodni%20laki%20za%20parket.pdf
(15.4.2008)

Uredba o emisij hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila
Ur.l.RS, št.46/02

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o mejnih vrednostih emisije hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav, v katerih se uporabljajo organska topila. Uradni list RS 37/2007 z dne 23.4.2007

Van Ginkel M.J. 2003. New Development in Water Based Polymers for Industrial Wood Coatings. European coatings, 2: 2 1-28

8.2 DRUGI VIRI

Ljubič, Jagoda. 2006. BARVE – Novosti s področja vodnih premazov za pohištvo. Domžale, Helios. http://www.helios.si/pdf/barve_19.pdf (15.4.2008)

Kavčič, Marko. 2005. Možnosti za zmanjševanje emisij hlapnih organskih spojin iz lakirnic slovenskega lesnoindustrijskega podjetja. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 52 str.

Rozina, Primož. 2005. Vpliv parametrov toplozračnega sušenja na stopnjo utrjenosti poliuretanskega laka. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 43 str.

Petrič M. 2007. Površinska obdelava lesa: možnosti za zmanjšanje emisij HOS pod ciljne vrednosti do novembra 2007. Strokovna ocena. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 71 str.

Reihlen A., Tebert C., Jepsen D., Hackmack U. 2004. Priročnik za pomoč pri izvajanju direktive HOS iz naprav, ki uporabljajo hlapna organska topila na osnovi evropske direktive HOS o emisiji topil 1999/13/ES. Hamburg, Ökopol GmbH Nernstweg: 56 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Marku Petriču, za mentorstvo ter za vso pomoč in koristne napotke. Nadalje bi se rad zahvalil recenzentu prof. dr. Milanu Šerneku za opravljeno recenzentsko delo in dipl. ing. les. Borutu Kričejju za vso pomoč pri meritvah v laboratoriju za površinsko obdelavo lesa na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Prav tako bi se rad zahvalil podjetju SVEA Lesna industrija Litija, za material, ki sem ga potreboval pri izdelavi diplomske naloge.

Končno bi se rad zahvalil še mojima staršema za podporo in spodbudne besede in moji puncu Katarini, ter vsem, ki sem jih pozabil omeniti, pa so zaslužni zahvale.