

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Mitja GORENŠEK

LASTNOSTI PROSTIH UTRJENIH FILMOV PREMAZOV ZA LES

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

PROPERTIES OF FREE DRIED FILMS OF WOOD COATINGS

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Oddelku za lesarstvo in na Kemijskem inštitutu Slovenije v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja visokošolske diplomske naloge imenoval prof. dr. Marka Petriča in za recenzenta doc.dr. Matjaža Kunaverja.

Mentor: prof. dr. Marko Petrič

Recenzent: doc.dr. Matjaž Kunaver

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomska naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Mitja Gorenšek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 630*829.1
KG	premazi za les/prosti filmi/paroprepustnost/prožnost/higroskopnost/ temperatura steklastega prehoda
AV	GORENŠEK, Mitja
SA	PETRIČ, Marko (mentor)/KUNAVER, Matjaž (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2007
IN	LASTNOSTI PROSTIH UTRJENIH FILMOV PREMAZOV ZA LES
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	X, 44 str., 5 pregl., 11 sl., 7 pril., 22 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Proste filme 4 akrilnih in 4 alkidnih premazov za les smo uporabili za preučevanje njihove paroprepustnosti, prožnosti, higroskopnosti in temperature steklastega prehoda. Poleg tega smo posneli infrardeče spektre utrjenih premazov. Premaze smo izpostavili tudi umetnemu pospešenemu staranju. Ugotovili smo, da so alkidni premazi manj paroprepustni in manj higroskopni kot akrilni. Vsem premazom se s staranjem zmanjša paroprepustnost in zniža higroskopnost, poslabšajo pa se tudi prožnostne lastnosti. Temperatura steklastega prehoda je pri alkidnih premazih višja kot pri akrilnih, s staranjem pa se vsem premazom zviša. Na infrardečih spektrih po izpostavitvi staranju ni bilo opaznih sprememb.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Vs
DC	UDC 630*829.1
CX	wood coatings/free films/water-vapour permeability/elasticity/ hygroscopicity/glass transition temperature
AU	GORENŠEK, Mitja
AA	PETRIČ, Marko (supervisor)/KUNAVER, Matjaž (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY	2007
TI	PROPERTIES OF FREE DRIED FILMS OF WOOD COATINGS
DT	Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO	X, 44 p., 5 tab., 11 fig., 7 ann., 22 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Free films of 4 acrylic and 4 alkyd wood coatings were used to study their water-vapour permeability, elasticity, hygroscopicity and the glass transition temperature. The FTIR spectra of hardened coatings were also recorded. The coatings were exposed to accelerated artificial weathering as well. It was found out that the alkyd coatings had lower water-vapour permeability and hygroscopicity than the acrylic ones. Using the weathering process the water-vapour permeability and the hygroscopicity decreased, and the elastic properties aggravated for all the coatings. The glass transition temperature of the alkyd coatings increased more than that of the acrylic ones, and after the weathering process the temperature of all the coatings raised. After weathering, there were no visible changes in infrared spectra.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD IN PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
2 SPLOŠNI DEL	2
2.1 ZAŠČITA LESA PRED VREMENSKIMI VPLIVI	2
2.1.1 Konstrukcijska zaščita	2
2.1.2 Kemična zaščita lesa	2
2.1.3 Površinska zaščita lesa	3
2.2 PREMAZNA SREDSTVA	3
2.2.1 Lak emajli	4
2.2.2 Laki	4
2.2.3 Lazure	4
2.2.3.1 Vrste lazur glede na vezivo in topilo	4
2.2.3.2 Delitev lazur glede na debelino suhega filma	6
2.3 LASTNOSTI PREMAZOV	6
2.3.1 Debelina suhega premaznega filma	7

2.3.2	Oprijemnost oz. adhezija	7
2.3.3	Prožnost oz. elastičnost	7
2.3.4	Trdota premaznega sistema	8
2.3.5	Odpornost proti udarcem	8
2.3.6	Odpornost proti tekočinam⁸	8
2.3.7	Prepustnost premazov	8
2.3.8	Vpliv staranja na lastnosti premazov	9
2.4	TEMPERATURA STEKLASTEGA PREHODA (T_g)	9
3	MATERIALI IN METODE	11
3.1	MATERIALI IN PRIPRAVA VZORCEV	11
3.1.1	Premazna sredstva	12
3.1.1.1	Premaz 1	12
3.1.1.2	Premaz 2	13
3.1.1.3	Premaz 3	14
3.1.1.4	Premaz 4	15
3.1.1.5	Premaz 5	16
3.1.1.6	Premaz 6	17
3.1.1.7	Premaz 7	18
3.1.1.8	Premaz 8	19
3.1.1.9	Premaz 9	19
3.2	MERJENJE DEBELINE FILMA PREMAZA	19
3.3	MERJENJE PAROPREPUSTNOSTI PREMAZOV	20
3.3.1	Priprava vzorcev	20
3.3.2	Merjenje paroprepustnosti	21

3.4	MERJENJE PROŽNOSTI UTRJENEGA FILMA	22
3.4.1	Priprava vzorcev	22
3.4.2	Merjenje prožnosti lak filma po SIST EN ISO 1519	23
3.5	MERJENJE HIGROSKOPNOSTI PREMAZNEGA FILMA	24
3.6	SNEMANJE INFRARDEČIH SPEKTROV UTRJENIH FILMOV	24
3.6.1	Splošno o infrardeči spektroskopiji (FT-IR)	24
3.7	MERJENJE TEMPERATURE STEKLASTEGA PREHODA	25
3.8	UMETNO POSPEŠENO STARANJE	26
3.8.1	Cikel umetnega pospešenega staranja	26
4.	REZULTATI	27
4.1	DEBELINA FILMOV	27
4.2	PAROPREPUSTNOST FILMOV	28
4.3	PROŽNOST FILMOV	31
4.4	HIGROSKOPNOST FILMOV	33
4.5	INFRARDEČI SPEKTRI PREMAZOV PRED STARANJEM IN PO NJEM	35
4.6	TEMPERATURA STEKLASTEGA PREHODA UTRJENEGA FILMA	36
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	37
5.1	RAZPRAVA	37
5.2	SKLEPI	40
6	POVZETEK	41
7	VIRI	43
8	ZAHVALA	
9	PRILOGE	

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1	Merjenje debeline filma premaza po standardu SIST EN ISO 2808:1999 20
Slika 2	Čaša za določanje paroprepustnosti premazov (po Mihevc in sod., 1995) 21
Slika 3	Merjenje prožnosti premaza po standardu SIST EN ISO 1519 23
Slika 4	Vstavljanje vzorca v aparat za merjenje Tg z metodo DSC 25
Slika 5	Vzorci, izpostavljeni umetnemu pospešenemu staranju 26
Slika 6	Primerjava povprečnih vrednosti prepustnosti premazov pred izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju (UPS) in po izpostavitvi 30
Slika 7	Primerjava prožnosti filmov premaza po SIST EN ISO 1519 po staranju 32
Slika 8	Povečanje mase premazov pri izpostavitvi od 3 % do 98 % relativne zračne vlažnosti pred umetno pospešenim staranjem 33
Slika 9	Povečanje mase nestaranih in staranih filmov premaza pri izpostavitvi 98 % relativni zračni vlažnost 34
Slika 10	Primerjava FT-IR spektrov filma premaza (premaz 3) pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter) 35
Slika 11	Primerjava temperatur steklastega prehoda (Tg) filmov premaza pred izpostavitvijo UPS in po njej 36

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1	Debelina filmov premaza 27
Preglednica 2	Rezultati meritev paroprepustnosti nestaranih vzorcev 28
Preglednica 3	Rezultati meritev paroprepustnosti vzorcev, izpostavljenih umetno pospešenemu staranju 29
Preglednica 4	Merjenje prožnosti premaza po določenem času 31
Preglednica 5	Rezultati meritev prožnosti lak filma po metodi z ovijanjem SIST EN ISO 1519 31

KAZALO PRILOG

Priloga A: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 1 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

Priloga B: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 4 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

Priloga C: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 5 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

Priloga D: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 6 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

Priloga E: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 7 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

Priloga F: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 8 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

Priloga G: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 9 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter)
in po njej (moder spekter)

1 UVOD IN PREDSTAVITEV PROBLEMA

Uporaba lesa danes nenehno narašča in zaradi tega les postaja vedno bolj dragocen. Prav tako je na svetu poraba lesa večja kot je letni prirast, tako da moramo z njim ravnati smotrno. Slabost lesa predstavlja slaba odpornost lesa proti abiotičnim in biotičnim dejavnikom. Med glavne predstavnike abiotičnih dejavnikov spadajo vremenski vplivi (vlaga, veter, visoka in nizka temperatura, UV svetloba,...). Biotični dejavniki pa so glive, insekti, bakterije...

Pohištvo lahko izdelamo iz najboljšega lesa, vendar zaradi slabe izbire zaščite ne bo kvalitetno in ne bo imelo dolge življenjske dobe, prav tako bo imelo nizko vrednost. Lahko pa slab les zaščitimo z najustreznejšim zaščitnim sredstvom oziroma ga oplemenitimo in mu s tem povečamo vrednost in ga uvrstimo v višji cenovni razred.

Pri vseh utrjenih filmih premaza je pomembno, da zaščitijo les pred vremenskimi vplivi in mu hkrati dajo tudi dober estetski izgled. To je mogoče samo, če utrjeni filmi sledijo delovanju podlage brez poškodb, ki bi lahko povzročile izgubo zaščitne funkcije (luščenje, nastanek razpok...). Da lahko sledijo delovanju podlage, morajo biti filmi premaza dovolj prožni. Zelo pomembna je tudi paroprepustnost filma, saj mora prepuščati vlago enakomerno v obe smeri, da ne pride do prevelikih in prehitrih dimenzijskih sprememb v podlagi.

Večina literaturnih podatkov o lastnostih utrjenih lesnih premazov se nanaša na premaze na lesnih podlagah oz. na sistemih substrat-premaz. Podatkov o lastnostih prostih utrjenih filmov (v obliki folij) je v literaturi, ki obravnava lesne premaze, zelo malo. Ker so značilnosti sistema les-premaz močno odvisne tudi od lastnosti prostih filmov, je bil namen diplomskega dela proučiti nekatere lastnosti prostih utrjenih filmov (paroprepustnost, prožnost, higroskopnost, temperatura steklastega prehoda) ter oceniti vpliv staranja na te lastnosti.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 ZAŠČITA LESA PRED VREMENSKIMI VPLIVI

Les, ki je izpostavljen zunanjim vplivom, je podvržen hitrejšemu propadanju kot les v suhih, zaprtih prostorih. Njegovo uporabnost lahko podaljšamo z različnimi metodami zaščite:

- konstrukcijska zaščita,
- kemična zaščita in
- površinska zaščita.

2.1.1 Konstrukcijska zaščita

Konstrukcijska zaščita lesa zajema rešitve, s katerimi poizkušamo preprečiti navlaževanje lesa, ki je vgrajen na prostem. Vlažnost izdelka, ki ga bomo vgradili, je zelo pomembna. Ta naj bo čim bližja ravnovesni vlažnosti, ki ustreza povprečnim klimatskim razmeram in mestu vgradnje. Ukrepi konstrukcijske zaščite so:

- zagotovljen prost odtok vode,
- zatesnitev prečnih prereзов in ustrezne konstrukcijske rešitve na teh mestih,
- vgradnja oken in vrat čim globlje v fasado,
- strešni napušči naj bodo široki,
- celotna konstrukcija naj bo zasnovana tako, da ne prihaja do mehanskih poškodb in
- preprečiti direkten stik neimpregniranega lesa s tlemi.

2.1.2 Kemična zaščita lesa

Kemični ukrepi za zaščito lesa so ukrepi umetnega konzerviranja lesa, s katerimi v les pred njegovo uporabo vnesemo potrebno količino kemičnih snovi, ki varujejo les pred škodljivimi dejavniki. Ker je les za številne lesne škodljivce bivališče in hrana, ga s kemično zaščito zastrepimo oz. postane za škodljivce strupen ali vsaj odbijajoč.

Vnašanje kemičnih snovi v les pred njegovo uporabo imenujemo preventivna kemična zaščita, če pa jih vnesemo po napadu lesnih škodljivcev, pa to imenujemo represivna

kemična zaščita lesa. Sredstva se vnašajo na več načinov: premazovanje, potapljanje, oblikovanje, brizganje in kotelski postopki.

Pri izbiri kemičnega sredstva za zaščito lesa moramo dobro poznati njegove osnovne lastnosti, strupenost in postopke pravilne uporabe.

2.1.3 Površinska zaščita lesa

Površinska zaščita ima poleg zaščitne tudi dekorativno vlogo. Običajno sledi konstrukcijski in kemični zaščiti. Površinski premaz lahko zaradi delovanja zunanjih sil razpoka. Če les prvotno ni bil kemično zaščiten, je škodljivcem odprta prosta pot do nezaščitenega lesa.

Trajnost premaza, ki les ščiti pred vremenskimi vplivi, je odvisna od lastnosti in priprave lesa, od ustrezne izbire premaznega sredstva glede na namen uporabe izdelka, od načina in kvalitete nanašanja, od uporabe konstrukcijske zaščite in pa od vplivov okolja, v katerem se premazan izdelek nahaja. Takoj, ko se na premazu pojavijo prve poškodbe, ga moramo obnoviti, saj lahko samo tako zagotovimo dolgotrajno zaščito lesa.

2.2 PREMAZNA SREDSTVA

Premazna sredstva tvorijo na površini lesa film. V primeru, da jih uporabljamo kot edino vrsto zaščite pred abiotičnimi in biotičnimi dejavniki razkroja, so jim lahko dodani fungicidi in insekticidi. Zajemajo široko paleto izdelkov kemijske industrije, bolj ali manj viskoznih ali pastoznih, brezbarvnih, transparentno obarvanih ali prekrivnih izdelkov.

Premazna sredstva, ki so primerna za zaščito lesa pred vremenskimi vplivi, delimo na naslednje štiri tipe (Pečenko, 1987):

- sredstva za kemično zaščito lesa,
- lak emajli,
- lazure in
- laki.

2.2.1 Lak emajli

Lak emajli so premazna sredstva, s katerimi je mogoče popolnoma prekriti teksturo lesa in možne napake. So debeloslojni premazi, ki vsebujejo veliko količino pigmentov in jih je mogoče na trgu dobiti v raznih barvnih odtenkih (Feist, 1996). Njihova dobra lastnost je dobra vodoobojnost in nizka paroprepustnost, ki je obenem tudi njihova največja pomanjkljivost. To pomeni, da skozi film premaza vlaga težko preide v les in prav tako težko preide voda, ki je v lesu, iz njega. Zaradi tega lahko pride do poškodb premaznega filma, saj se lahko pojavijo mehurji ali pride do luščenja premaza.

2.2.2 Laki

Laki so zelo podobni lak emajlom in se uporabljajo takrat, kadar želimo zadržati naravni videz lesa. Vendar uporaba lakov za zaščito lesa pred vremenskimi vplivi ni priporočljiva, saj so slabo odporni proti sončni svetlobi, ker ne vsebujejo pigmentov. Lahko jih uporabljamo za zunanjo zaščito, vendar moramo zagotoviti pogosto in redno vzdrževanje.

2.2.3 Lazure

Lazure so manj pigmentirani transparentni premazi, ki na lesu tvorijo tanek film in površino obarvajo tako, da ne prekrijejo teksture. Njihova značilnost je permeabilnost, so torej dobro prepustne za vodno paro. Vlažnost lesa, premazanega z lazurami, veliko bolj niha kot pri neprepustnih ali malo prepustnih premazih, vendar se vlaga v lesu ne akumulira. V zadnjih letih se je uporabnost lazur povečala zaradi enostavnega nanosa in vzdrževanja, saj zadostuje, če postarano površino skrtamo, očistimo ter nanesemo en ali dva nanosa iste lazure.

2.2.3.1 Vrste lazur glede na vezivo in topilo

Lazurne premaze delimo na alkidne, ki so običajno na osnovi organskih topil, in na akrilne, ki so običajno na vodni osnovi.

Sestavine **alkidnih lazurnih premazov na osnovi organskih topil** (Žepič, 1993)

- **Topilo:** je hlapna komponenta premaza, ki zagotavlja ustrezno viskoznost in po nanosu izpari.
- **Vezivo:** povezuje vse nehlapne dodatke v film in uravnava želene lastnosti filma. Od vrste in deleža vezivnega sredstva so odvisne debelina filma, globina penetracije ter paroprepustnost premaza.
- **Osnovni pigmenti:** dajo premazu barvo in ščitijo les pred UV sevanjem.
- **Sušila:** pospešujejo oksidacijo in polimerizacijo alkidne smole.
- **Snovi za dispergiranje:** preprečujejo sedimentacijo pigmentov ter povečujejo stabilnost sistema.
- **Matirna sredstva:** uravnavajo sijaj.
- **Hidrofobna sredstva:** povečujejo vodoodbojnost utrjenega filma. To so različne voskaste emulzije.
- **Biocidi:** preprečujejo okužbo lesa z glivami modrivkami in plesnijo.

Vodne akrilne lazurne premaze so začeli praktično preizkušati v začetku osemdesetih let. Kopolimerne disperzije na osnovi estrov akrilne kisline brez mehčal so najprimernejše za uporabo.

Sestavine **vodnih akrilnih lazurnih premazov** (Schmitz in Emmerich, 1988):

- **topilo:** voda,
- **vezivo:** vodotopne akrilne disperzije,
- **pigmenti:** železovi oksidi,
- **sredstva za matiranje,**
- **omakala,**
- **hidrofobna sredstva,**
- **regulator vrednosti pH** – pufer,
- **sredstva za zgoščevanje,**
- **konzervansi,**
- **sredstva proti penjenju in**
- **snovi za dispergiranje.**

2.2.3.2 Delitev lazur glede na debelino suhega filma

Lazure ločimo glede na več lastnosti. Nekatere lazure tvorijo na lesu zaprt, homogen sloj, druge pa v les penetrirajo. Tako Miller (1980) deli lazurne premaze na:

- **Impregnacijske lazure:** prodirajo globoko v les in tudi po večkratnem nanosu tvorijo le do 10 µm debel film, ki ni popolnoma zaprt. Trajnost teh premazov je majhna, imajo pa visoko paroprepustnost. Poleg običajnih sestavin vsebujejo še sredstva, ki na površini preprečujejo rast plesni in ščitijo les pred glivami in insekti. Lahko služijo tudi kot temelj za nadaljnjo obdelavo.
- **Tankoslojne lazure:** debelino suhega filma od 30 µm do 40 µm dosežemo po treh nanosih. Imajo manjšo paroprepustnost kot impregnacijske lazure. Trajnost teh premazov znaša od dveh do štirih let, po tem času je potrebna njihova obnova.
- **Debeloslojne lazure:** trajnost teh premazov znaša od štirih do šest let, odvisno od pogojev izpostavitve. Debelina suhega filma po treh nanosih znaša od 60 µm do 75 µm. Premazi imajo zelo majhno paroprepustnost in zato moramo biti pred premazovanjem pozorni na vlažnost lesa, saj lahko visoka vlažnost povzroči mehurjenje in luščenje premaza.
- **Prekrivne lazure:** popolnoma prekrijejo lesno teksturo in dajejo bolj svilnat videz. Z enkratnim nanosom dosežemo končno debelino suhega filma.

2.3 LASTNOSTI PREMAZOV

Premazi na lesu so neprestano izpostavljeni spreminjajoči se klimi, ki se ji morajo s svojimi fizikalnimi lastnostmi stalno prilagajati. Najpomembnejše lastnosti suhih premaznih filmov so:

- debelina suhega premaznega filma,
- oprijemnost oz. adhezija,
- prožnost oz. elastičnost,
- trdota premaznega sistema,
- odpornost proti udarcem,
- odpornost proti tekočinam,
- prepustnost za vlago in vodo.

2.3.1 Debelina suhega premaznega filma

Od debeline premaznega filma so v veliki meri odvisne njegove lastnosti. Zelo pomembno je, da je debelina filma enakomerna po celotni obdelani ploskvi. Tanki filmi nimajo lastnosti, ki bi ustrezale vsem zahtevam. Pri debelih filmih se porabi več materiala, poleg tega pa so ti filmi krhki in nagnjeni k luščenju. Optimalni nanosi v površinski obdelavi imajo najboljše lastnosti.

2.3.2 Oprijemnost oz. adhezija

Fizikalno-kemični pojav medsebojnega oprijemanja različnih snovi imenujemo adhezija oz. oprijemnost, kar predstavlja interakcijo med podlago in premazom. V lesni industriji je adhezija pomembna posebno v procesih lepljenja in površinske obdelave izdelkov. Od nje je v veliki meri odvisna trdnost lepljenih slojev oziroma oprijemanje premazov na površine proizvodov. Pri oprijemnosti ima veliko vlogo razmerje med kohezijskimi silami (sile v notranjosti filmov) in adhezijskimi silami (sile med filmom in podlago). Večja kot je debelina filma, večje je razmerje med kohezijskimi in adhezijskimi silami v podlagi in v filmu.

2.3.3 Prožnost oz. elastičnost

Ker so površine izdelkov izpostavljene nateznim in upogibnim silam, so prožni filmi veliko bolj obstojni kakor togi. Prožnost premazov za les je potrebna zato, ker je les material, ki s spreminjanjem klimatskih pogojev spreminja svoje dimenzije. Ta nihanja pri normalni uporabi niso velika, vendar jih prenesejo le prožni materiali. Taki premazi les dalj časa ščitijo, kar je tudi njihov osnovni namen. Premazi morajo, če so namenjeni zunanji izpostavitvi, prenašati tudi nizke in visoke temperature.

2.3.4 Trdota premaznega sistema

Trdota je fizikalen pojav in označuje odpornost nekega telesa proti prodiranju drugega tršega telesa v njegovo maso. Trdota je ena najpomembnejših lastnosti lakov, saj določa njihovo odpornost proti obrabi in proti razenju.

2.3.5 Odpornost proti udarcem

Pomembna je predvsem za premaze, ki so na posebej izpostavljenih izdelkih (talne obloge, delovni pulti...). Za take izdelke moramo posebej pazljivo izbrati primerno sredstvo za površinsko obdelavo.

2.3.6 Odpornost proti tekočinam

Odpornost proti tekočinam (voda, kava, alkohol...) je zelo pomembna v gospodinjstvu in gostinskih lokalih (mize, pulti...). Odvisna je od vrste premaznega sredstva in vrste podlage.

2.3.7 Prepustnost premazov

Trajnost premaza, še posebej lesa pod njim, je močno odvisna od paroprepustnosti utrjenega premaznega filma, s katerim je les površinsko obdelan. Negativna posledica premajhne prepustnosti je nastanek razpok in luščenje.

Dejavniki, ki vplivajo na prepustnost premaza:

- **Vezivo:** kemijska in fizikalna zgradba veziva imata zelo velik vpliv na prepustnost. Polimerni materiali z nizko prepustnostjo vsebujejo molekule brez hidrofilnih substituent. Podobno velja za polimere, ki vsebujejo majhne hidrofobne substituent. Razlogi majhne prepustnosti so tudi urejenost strukture in odsotnost bolj polarnih skupin. Veliko prepustnost pa imajo nezamreženi in manj zamreženi polimerni materiali, pri katerih je segmentna mobilnost velika.
- **Stopnja pigmentacije:** Vpliv pigmentov v pigmentiranem premazu je dokaj zapleten. Povečanje deleža pigmentov lahko prepustnost povečuje, zmanjšuje ali pa le-ta ostane konstantna. Nad kritičnim deležem volumske koncentracije pigmentov

se prepustnost za vlago poveča. Med delci pigmenta je prazen prostor in premaz postane porozen. Pomembna je tudi geometrija pigmenta, stopnja dispergiraniosti ter interakcije med vezivom, pigmentom in vodo.

- **Debelina filma:** tankoslojni premazi so precej bolj prepustni kot debeloslojni in prekrivni premazi.
- **Predhodna impregnacija:** impregnacija lesa na osnovi bora vpliva na sistem les-premaz tako, da še poveča njegovo prepustnost (Ostruh, 2001, Tominšek, 2001).

2.3.8 Vpliv staranja na lastnosti premazov

Premazi so večino svoje življenjske dobe podvrženi procesom staranja, kar močno vpliva na njihove lastnosti. Velika večina veziv premazov kaže porast v stopnji zamreženja polimera pod vplivom staranja, o čemer poročajo številni raziskovalci (Ljuljka, 1990). Nekateri avtorji so opazili tudi začasno rast prepustnosti za vlago po nekaj sto urah umetnega pospešenega staranja, kar pripisujejo efektu plastifikacije veziva zaradi absorbirane vode. Eden pomembnejših problemov, povezanih s kakovostjo zunanjih premazov, je pojav razpok po določenem času zaradi slabše prožnosti premaza. Vsekakor prepustnost premaza za vodno paro narašča z naraščanjem pokanja premaza. Vplivi pokanja in končno luščenja lahko zdaleč presežejo pojav upadanja prepustnosti zaradi sprememb v vezivu premaza.

2.4 TEMPERATURA STEKLASTEGA PREHODA (T_g)

Skoraj vsa veziva, ki jih uporabljamo v površinski obdelavi lesa, so polimeri in so kristalinične ali amorfne tvorbe. To je še posebej pomembno pri utrjevanju filma laka in nastanka napetosti v njem. Temperatura steklastega prehoda je točka, ki v praksi zavzema neko ozko območje, saj sprememba viskoznosti in drugih lastnosti ni skokovita. Prehod v steklasto stanje pri nižanju temperature je sprememba gibljive tekočine v negibljivo. Ko tekočino hladimo, se njena viskoznost večja, energija termičnega gibanja pa se manjša, kar omogoča »pregrupacijo« makromolekul v kristalno obliko. Včasih se viskoznost toliko poveča, da odgovarja viskoznosti trdne snovi. Snov preide v steklasto stanje, v katerem segmenti molekule nimajo več sposobnosti gibanja, vendar še ne kristalizira. Temperaturo,

pri kateri snov doseže to viskoznost, imenujemo temperatura steklastega prehoda (po Ljuljka, 1990).

Če je temperatura steklastega prehoda premaza pod temperaturo, pri kateri premaz uporabljamo, je premaz mehkejši, ima manjšo odpornost proti udarcem, je bolj prožen in ima povečano absorpcijo vlage in večji nabrek.

V primeru, da je temperatura steklastega prehoda nad temperaturo, pri kateri ga uporabljamo, je premaz bolj trd, vendar tudi bolj krhek, ima nižjo adsorpcijo vlage in manjši nabrek (Zorll, 2000).

Tg pri premazih običajno zanaša med 10 °C in 125 °C in je odvisen od sestave premaza in od načina utrjevanja. Pri izpostavitvi vremenskim vplivom in staranju pri alkidnih premazih pride do postopne zamrežitve makromolekul in s tem posledično premaz izgublja prožnost in postane bolj krhek. Vrednost temperature steklastega prehoda pa mu naraste od vrednosti pod 0 °C pa do 50 °C. To pomeni, da v zimskem času pri nizkih temperaturah premaz ne more slediti delovanju podlage in posledično pride do pokanja in luščenja od podlage. Pri akrilnih premazih pa s staranjem pride do manjšega zamreženja in temperatura steklastega prehoda naraste od 5 °C do 10 °C, zato imajo boljše lastnosti pri nižjih temperaturah (Jaić, 2000).

3 MATERIAL IN METODE

V nalogi smo raziskali lastnosti devetih lazurnih premaznih sredstev. Meritve smo izvajali na nestaranih vzorcih in vzorcih, ki smo jih izpostavili umetnemu pospešenemu staranju.

3.1 MATERIALI IN PRIPRAVA VZORCEV

Na podlago iz PVC folije in na papirno podlago smo nanесли predhodno pripravljene tekoče premaze, ki smo jih dobro premešali in ohladili/segreli na ustrezno temperaturo ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Nanašali smo jih z ročnim nanašalcem, odprtina reže je znašala $240\text{ }\mu\text{m}$. Za vsak premaz smo naredili po osem premaznih filmov.

Tako pripravljene vzorce smo pustili 21 dni pri sobni temperaturi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in relativni zračni vlažnosti 65 %, da so se filmi posušili in utrdili. Vendar alkidnih premazov nismo mogli odstraniti s folije, ker so bili filmi premaza pretanki. Zato smo morali proste alkidne filme izdelati drugače: na foliji smo s selotejpom naredili rob debeline 0,6 mm. V tako pripravljen okvir smo potem nanašali premaz z nanašalcem z odprtino reže $480\text{ }\mu\text{m}$. Potem smo ponovno pustili vzorce 21 dni, da so se posušili in utrdili. Po sušenju smo jih lahko odstranili s folije.

Iz premazov, ki smo jih pripravili na papirni podlagi, smo izrezali trakove, široke 2,6 cm in dolge 31 cm, ki smo jih uporabili za raziskavo prožnosti premaza.

Premaze, ki smo jih nanесли na folijo, smo morali po klimatizaciji najprej previdno odstraniti s folije, da smo dobili proste filme premaza. Potem smo za vsak premaz izdelali po 3 vzorce za merjenje paroprepustnosti (premer 45 mm), po 3 vzorce za merjenje higroskopnosti premaza, vzorce za snemanje infrardečih (FT-IR) spektrov ter vzorce za merjenje temperature steklastega prehoda (T_g). Ostale preizkušance pa smo izpostavili umetnemu pospešenemu staranju.

Uporabljeni premazi so opisani v poglavju 3.1.1.

3.1.1 Premazna sredstva:

3.1.1.1 Premaz 1

- **Ime premaza:** RN 49/03 LAZURIND (top) ICP
- **Opis izdelka:** Lazurind Top je enokomponentno premazno sredstvo debeloslojna lazura, zgrajeno na osnovi specialnega alkidnega veziva, transparentnih pigmentov, hidrofobnega sredstva in organskih topil.
- **Namen uporabe:** lazura je namenjena kot končni premaz v Heliosovem lazurnem sistemu površinske obdelave stavbnega pohištva, ki izboljša vremensko obstojnost in dimenzijsko stabilnost lesenih izdelkov.
- **Tehnični podatki:**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	20 s – 27 s
suha snov v dobavni obliki:	38 % - 40 %
gostota DIN 53217, 20 °C :	okrog 0,9 kg/l
odtenek:	rdeče rjav
- **Način uporabe:** nanaša se lahko s čopičem, valjčkom ali brizganjem. Lazurind Topa pred normalno uporabo ni potrebno razredčevati, po potrebi mu dodamo Lazurind razredčilo.
- **Priprava površine:** lesno površino pripravimo s skobljanjem ali brušenjem. Pred nanosom Lazurinda jo je potrebno očistiti. Vlažnost lesa naj ne presega 20 %. Za zunanjo uporabo les predhodno zaščitimo z Impregnalom. Pri nanosu dveh slojev Lazurinda opravimo rahlo vmesno brušenje posušenega sloja z granulacijo brusilnega papirja 180 – 220.
- **Poraba:** odvisna je od predobdelave lesa ter načina aplikacije. V poprečju znaša 80 g/m² - 120 g/m² v enem nanosu. Priporočajo 1- 2 tanjša nanosa.
- **Sušenje:** sušenje je zelo odvisno od količine nanosa ter zunanjih pogojev (temperature...) in znaša pri enkratnem nanosu pri normalnih pogojih 4-6 ur. Pri pospešenem sušenju (40 °C do 60 °C) se čas skrajša približno za polovico.
- **Rok uporabnosti:** Lazurind Top je uporaben 12 mesecev od dneva proizvodnje, skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi od –5 °C do +25 °C. Skladiščni prostori morajo ustrezati predpisom o skladiščenju vnetljivih snovi (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.2 Premaz 2

- **Ime premaza:** LAZURIND
- **Opis izdelka:** Lazurind je enokomponentna tankoslojna lazura, izdelana iz alkidnega veziva, transparentnih pigmentov hidrofobnega sredstva in organskih topil.
- **Namen uporabe:** lazura je namenjena za zaščito in dekoracijo lesenih izdelkov iz domačih in tujih lesenih vrst zunaj in znotraj stavb.
- **Tehnični podatki:**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	52 s – 62 s
suha snov v dobavni obliki:	20 % - 24 %
gostota DIN 53217, 20 °C :	0,84 kg/l – 0,87 kg/l
odtenek:	11 odtenkov po barvni paleti

Izgled na lesu lahko nekoliko odstopa od barvne karte HELIOSA zaradi variabilnosti anatomske strukture lesa, načina obdelave in količine nanosa.

- **Način uporabe:** nanašamo jo lahko s čopičem, valjčkom, oblivanjem, umakanjem ali z ročnim brizganjem. Lazurind pred normalno uporabo ni potrebno razredčevati, po potrebi mu dodamo Lazurind razredčilo.
- **Priprava površine:** lesno površino pripravimo s skobljanjem ali brušenjem. Pred nanosom Lazurinda jo je potrebno očistiti. Vlažnost lesa naj ne presega 20 %. Za zunanjo uporabo les predhodno zaščitimo z Impregnalom. Pri nanosu dveh slojev Lazurinda opravimo rahlo vmesno brušenje posušenega sloja z granulacijo brusilnega papirja 180 – 220.
- **Poraba:** odvisna je od predobdelave lesa ter načina aplikacije. V poprečju znaša 70 g/m² - 100 g/m² v enem nanosu. Število nanosov je odvisno od namembnosti izdelka.
- **Sušenje:** sušenje je zelo odvisno od količine nanosa ter zunanjih pogojev (temperature...) in znaša pri enkratnem nanosu pri normalnih pogojih 3 - 5 ur.
- **Rok uporabnosti:** Lazurind Top je uporaben 12 mesecev od dneva proizvodnje, skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi od –5 °C do +25 °C. Skladiščni prostori morajo ustrezati predpisom o skladiščenju vnetljivih snovi (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.3 Premaz 3

- **Ime premaza:** 18469 LAZURIND AQUATOP S23

- **Opis izdelka:** Lazurind Aquatop je debeloslojna lazura, izdelana iz specialnega akrilnega veziva, transparentnih pigmentov vode in z dodatkom vodoodbojnega sredstva.
- **Namen uporabe:** lazura se uporablja kot končna zaščita pri površinski obdelavi stavbnega pohištva in ostalega lesa, ki je izpostavljen vremenskim vplivom.
- **Tehnični podatki:**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	tiksotropno
suha snov v dobavni obliki:	37 % - 40 %
gostota DIN 53217, 20 °C :	okrog 1 kg/l
odtenek:	rjava p.v. S23
- **Način uporabe:** nanaša se lahko z airles ali airmix brizganjem: 1 x 225 g/m² - 275 g/m² ali 2 x 150 g/m² - 200 g/m².
- **Priprava:** lesno površino pripravimo s skobljanjem ali brušenjem. Pred nanosom Lazurinda jo je potrebno očistiti. Vlažnost lesa naj ne presega 20 %. Pri nanosu dveh slojev Lazurinda opravimo rahlo vmesno brušenje posušenega sloja z granulacijo brusilnega papirja 180 – 220.
- **Poraba:** odvisna je od količine nanosa in načina aplikacije. V povprečju znaša 225 g/m² - 275 g/m².
- **Sušenje:** sušenje je zelo odvisno od količine nanosa ter zunanjih pogojev (temperature...) in znaša pri enkratnem nanosu pri normalnih pogojih 45 min (suha na otip) in 3 - 4 ure za vmesno brušenje in po potrebi drugi nanos. Zlaganje lakiranih elementov priporočamo po 16 – 24 urah.
- **Rok uporabnosti:** Lazurind Aquatop je uporaben 8 mesecev od dneva proizvodnje, skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi od 5 °C do +25 °C. Pred uporabo ga je potrebno obvezno premešati (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.4 Premaz 4

- **Ime premaza:** TESSAROL emajl

- **Opis izdelka:** Tessarol emajl je premaz, ki ima dobro kritnost. Izdelan je iz alkidnega veziva, topila in pigmentov.
- **Namen uporabe:** uporablja se kot impregnacijski in temeljni premaz.
- **Tehnični podatki:**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	okrog 30 s
suha snov v dobavni obliki:	37 % - 40 %
gostota DIN 53217, 20°C :	0,9 g/ml – 1,1 g/ml (odvisno od nianse)
odtenek:	več tisoč barvnih tonov in odtenkov
- **Način uporabe:** nanaša se lahko s čopičem, valjčkom ali z brizganjem (airless, zračno).
- **Priprava površine:** lesno površino pripravimo z brušenjem in odstranimo nečistoče. Površino očistimo z Nitro razredčilom.
- **Poraba:** odvisna je od količine nanosa in načina aplikacije. V povprečju z enkratnim nanosom z 1 l premaznega sredstva pokrijemo 8 m² - 10 m² površine.
- **Sušenje:** sušenje je zelo odvisno od količine nanosa ter zunanjih pogojev (temperature...). Površina je suha za prah po okrog 5 urah, za otip po približno 6 urah in za nanos naslednjega sloja po približno 24 urah.
- **Rok uporabnosti:** Tessarol emajl je uporaben do datuma, ki je označen na embalaži v primeru, če je skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi od +5 °C do +35 °C v suhem prostoru (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.5 Premaz 5

- **Ime premaza:** 17314 LAZURIND AQUATOP BELI

- **Opis izdelka** izdelek je premazno sredstvo, izdelano iz specialne polimerne smole, vremensko obstojnih pigmentov, voska in vode.
- **Namen uporabe:** proizvajalec izdelek priporoča za zunanjo in notranjo uporabo. Uporablja se kot vmesni in končni premaz pri površinski obdelavi stavbnega pohištva in ostalega lesa, ki je izpostavljen vremenskimi vplivom.
- **Tehnični podatki**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	tiksotropno
suha snov v dobavni obliki:	49 % - 52 %
gostota DIN 53217, 20 °C :	okrog 1,2 kg/l
odtenek:	bela
sijaj:	polmat
pH:	okrog 8,6
- **Način uporabe:** nanaša se lahko z airless ali airmix brizganjem. Minimalna temperatura materiala in prostora pri aplikaciji naj bo vsaj 10 °C.
- **Priprava površine:** izdelek nanašamo na predhodno impregnirano in z belim temeljem obdelano leseno podlago. Vmesno brušenje naj bo s fleksibilnim brusilnim sredstvom, granulacije 220 – 260.
- **Poraba:** odvisna je od načina aplikacije. V povprečju znaša 220 g/m² - 275 g/m².
- **Sušenje:** sušenje je odvisno od aplikacije ter zunanjih pogojev (temperature...) in znaša pri enkratnem nanosu pri normalnih pogojih 4-5 ur. Pri pospešenem sušenju (T = 30 °C – 45 °C) se čas sušenja skrajša na 1,5 - 2,5 ure. Potrebna presušitev za zlaganje je dosežena po 16 – 24 ur.
- **Rok uporabnosti:** material je uporaben 8 mesecev od dneva proizvodnje, skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi +5 °C do +25 °C. Pred uporabo ga je potrebno obvezno premešati (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.6 Premaz 6

- **Ime premaza:** 3017 LAZURIND (Top) bb

- **Opis izdelka:** Lazurind Top je enokomponentno premazno sredstvo, debeloslojna lazura, izdelana iz alkidnega veziva, hidrofobnega sredstva in organskih topil.
- **Namen uporabe:** Lazuro uporabljamo kot končni notranji premaz v Heliosovem lazurnem sistemu površinske obdelave stavbnega pohištva.
- **Tehnični podatki:**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	18 s – 25 s
suha snov v dobavni obliki:	38 % - 40 %
gostota DIN 53217, 20 °C :	0,86 kg/l – 0,89 kg/l
odtenek:	rahlo rumenkast
- **Način uporabe:** nanaša se lahko s čopičem, valjčkom ali brizganjem. Lazurind Topa pred normalno uporabo ni potrebno razredčevati, vendar mu lahko dodamo Lazurind razredčilo.
- **Priprava površine:** lesno površino pripravimo, kot je navedeno pri obdelavi z lazuro Lazurind. Nanašamo ga na posušen sloj Lazurinda ali Lazurind Topa, ki ga rahlo obrusimo z brusilnim papirjem granulacije 220 – 260.
- **Poraba:** odvisna je od predobdelave lesa ter načina aplikacije. V poprečju znaša 80 g/m² - 120 g/m² v enem nanosu. Priporočamo 1- 2 tanjša nanosa.
- **Sušenje:** sušenje je zelo odvisno od količine nanosa ter zunanjih pogojev (temperature...) in znaša pri enkratnem nanosu pri normalnih pogojih 4-6 ur. Pri pospešenem sušenju (40 °C – 60 °C) se čas skrajša približno za polovico.
- **Rok uporabnosti:** Lazurind Top je uporaben 12 mesecev od dneva proizvodnje, skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi od –5 °C do +25 °C. Skladiščni prostori morajo ustrezati predpisom o skladiščenju vnetljivih snovi (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.7 Premaz 7

- **Ime premaza:** 71309 LAZURIND AQUATOP bb

- **Opis izdelka:** debeloslojna lazura, izdelana iz specialnega akrilnega veziva, transparentnih pigmentov vode in z dodatkom vodoodbojnega sredstva.
- **Namen uporabe:** uporablja se za končno lakiranje lesenih izdelkov znotraj stavb in posvetlitev nianse Lazurind aquatopa pri površinski obdelavi stavbnega pohištva. Ker ne vsebuje pigmentov, nudi manjšo zaščito pred UV žarki in ga proizvajalec ne priporoča za samostojno uporabo za lesene izdelke, ki so direktno izpostavljeni vremenskim vplivom.
- **Tehnični podatki:**

dobavna viskoznost DIN 4/20 °C:	tiksotropno
suha snov v dobavni obliki:	37 % - 40 %
gostota DIN 53217, 20 °C :	okrog 1 kg/l
odtenek:	brezbarvna
- **Način uporabe:** nanaša se lahko z airles ali airmix brizganjem v enkratnem ali dvakratnem nanosu. V kombinaciji z ostalimi niansami Lazurind aquatop naj bo največ do 50 % dodatka tega izdelka
- **Priprava:** lesno površino pripravimo, kot je navedeno pri impregnacijski lazuri Lazurind Aqua. Pred nanosom tega izdelka rahlo zgladimo površino z brusnim papirjem granulacije 200 – 250 ali mehko gobico.
- **Poraba:** je odvisna od količine nanosa in načina aplikacije. V povprečju znaša 200 g/m² - 250 g/m².
- **Sušenje:** je zelo odvisno od količine nanosa ter zunanjih pogojev (temperature...) in znaša pri enkratnem nanosu pri normalnih pogojih 3 - 4 ure za vmesno brušenje in po potrebi drugi nanos. Zlaganje lakiranih elementov priporočamo po 16 – 24 urah.
- **Rok uporabnosti:** uporaben je 8 mesecev od dneva proizvodnje, skladiščen v originalni embalaži pri temperaturi od 5 °C do +25 °C. Pred uporabo ga je potrebno obvezno premešati (Helios d.o.o., 2002).

3.1.1.8 Premaz 8

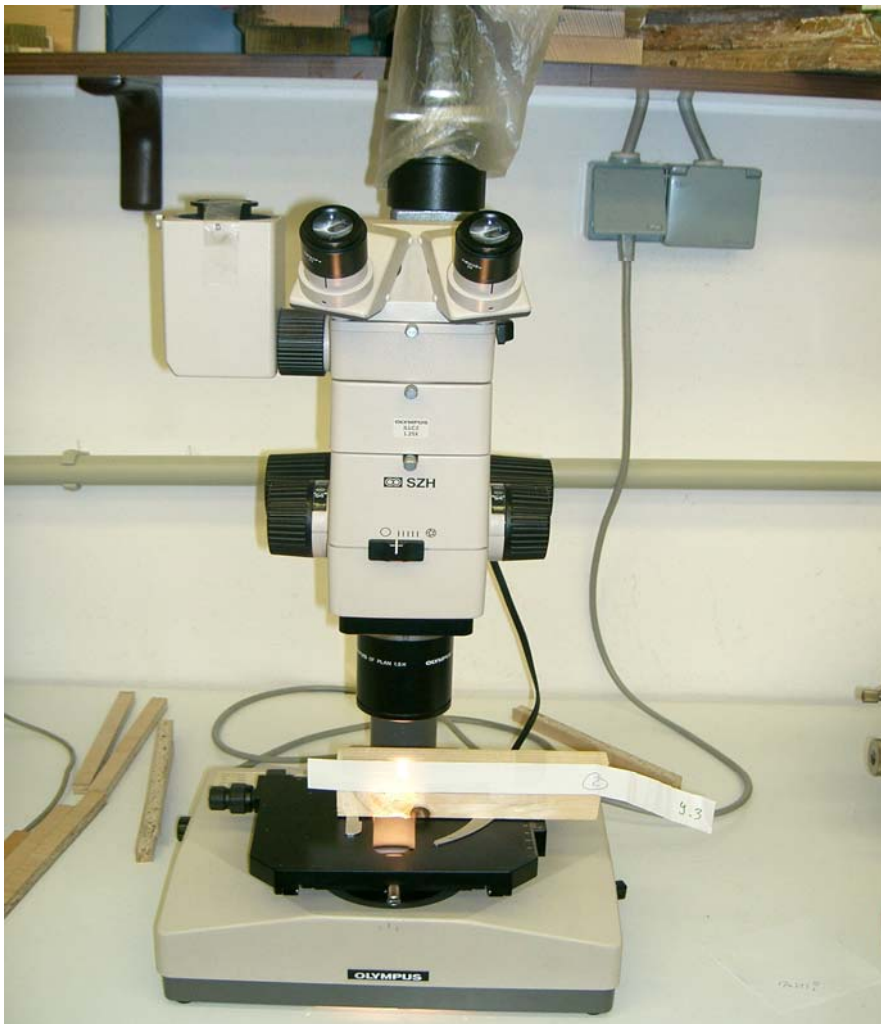
Premaz 8 je bil enak premazu 6, s to razliko, da vsebuje tudi dodatke za zaščito pred UV žarki (fotostabilizatorje).

3.1.1.9 Premaz 9

Premaz 9 je bil enak premazu 7, s to razliko, da vsebuje tudi dodatke za zaščito pred UV žarki (fotostabilizatorje).

3.2 MERJENJE DEBELINE FILMA PREMAZA

Debelino suhega filma smo izmerili na vzorcih, ki smo jih predhodno uporabili za merjenje paroprepustnosti in na vzorcih, ki smo jih imeli za merjenje prožnosti. Vzorce smo prerezali na pol in izmerili debeline filma z mikroskopsko metodo za merjenje utrjenih filmov premaza SIST EN ISO 2808:1999. Debelino vsakega premaza smo izmerili na petih mestih, nato pa smo izračunali srednjo vrednost in jo zapisali v mikrometrih.



Slika 1: Merjenje debeline filma premaza po standardu SIST EN ISO 2808:1999.

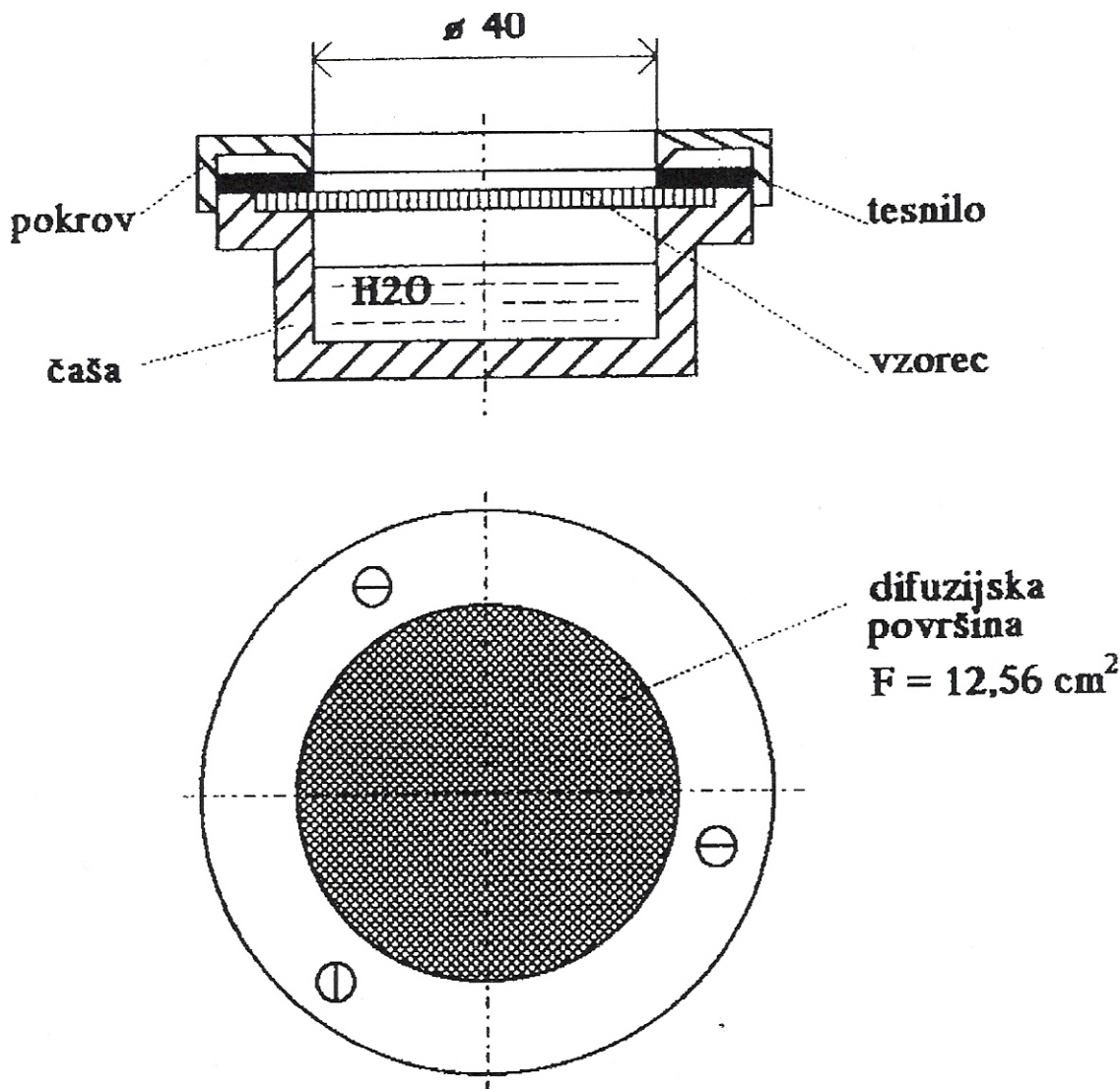
3.3 MERJENJE PAROPREPUSTNOSTI PREMAZOV

3.3.1 Priprava vzorcev

Vzorci za merjenje paroprepustnosti smo izdelali iz nestaranih vzorcev in vzorcev, ki so bili izpostavljeni umetnemu pospešenemu staranju. Iz prostih premaznih filmov smo izrezali kroge s premerom 45 mm. Za vsak tip premaza smo izdelali po 3 vzorce.

3.3.2 Merjenje paroprepustnosti

Za merjenje paroprepustnosti smo uporabili metodo s čašo (Cup Method) in pri tem upoštevali standard EN - ISO 7783. Čaše, ki smo jih uporabili, so okrogle oblike, imajo pokrov za pritrditev vzorca s tesnilom in posodico za vodo. Izdelane so iz aluminija, konstrukcija pa je razvidna s slike 2.



Slika 2: Čaša za določanje paroprepustnosti premazov (po Mihevc in sod., 1995).

Najprej smo v čaše injicirali približno 5 ml nasičene vodne raztopine soli – ZnSO₄, vstavili vzorce ter privili pokrov s tesnilom. Nato smo vse čaše stehali na 0,001 g natančno.

Poizkuse smo izvajali v klimatiziranem prostoru (komori), v kateri je bila nasičena vodna raztopina soli – K_2CO_3 in s konstantno relativno zračno vlažnostjo in temperaturo 23 °C. V komori je pri konstantni temperaturi relativna zračna vlažnost 44 %, v čaši z vzorcem pa približno 88 %. Zaradi razlike parnih tlakov (1028 Pa) se je pričela difuzija vodne pare skozi prosti premazni film. Vodna para je difundirala iz čaše, kjer je višja relativna zračna vlažnost v komoro z nižjo vlažnostjo zraka. Poizkus je trajal 10 dni oz. toliko časa, da se je vzpostavil stalen in konstantni difuzijski tok vodne pare. Tehtanje smo ponavljali v razmaku 24 ur, nato smo vzorce vrnili v klimatizirano komoro. Iz dobljenih podatkov smo izračunali količino difundirane vodne pare v gramih v času poizkusa, za kar smo uporabili naslednjo formulo:

$$WWD = \frac{240 \times m}{A \times t}$$

WWDprepustnost vodne pare ($g/m^2 \cdot 24h$)

m sprememba mase čaše v času poizkusa (g)

t čas difuzije (h)

A površina vzorca (m^2)

3.4 MERJENJE PROŽNOSTI UTRJENEGA FILMA

3.4.1 Priprava vzorcev

Vzorci za merjenje prožnosti utrjenega filma smo pripravili tako, da smo posamezen premaz nanесли na ustrezno papirno podlago. Tako pripravljeni vzorci so se klimatizirali 21 dni pri temperaturi 20 °C in relativni zračni vlažnosti 65 %. Iz kondicioniranih preizkušancev smo izdelali 2,6 cm in 31 cm dolge trakove.

3.4.2 Merjenje prožnosti filma po SIST EN ISO 1519



Slika 3: Merjenje prožnosti premaza po standardu SIST EN ISO 1519.

Osnova za izvajanje meritve je bila papirnata podlaga oz. trak z utrjenim premaznim filmom. Med temi trakovi smo od vsakega premaza izbrali po en trak in preizkusili prožnost premaznega filma. Z umetno pospešenim staranjem in povišano temperaturo smo vplivali na lastnosti premazov (preglednica 4), obenem pa smo preizkušali prožnost. Preizkušance smo ovijali okoli trnov različnih premerov: 32, 25, 20, 16, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3 in 2 mm. Ovijanje okoli trnov smo izvajali v normalnih klimatskih pogojih. Pri tem smo morali preprečevati ogrevanje preizkušancev z rokami. Premaz smo postavili vedno na zunanjo stran zavoja in ovijali premaz najprej na najdebelejšem trnu in ga postopoma ovijali okoli trnov vedno manjšega premera.

Preizkušance tesno ovijamo okoli trnov za 180°. Ko opazimo na njih razpoke ali odlučenje premaza (z lupo desetkratne povečave), je preizkus končan. Kot rezultat navajamo premer trna, na katerem je prišlo do prvega razpokanja premaznega filma.

3.5 MERJENJE HIGROSKOPNOSTI PREMAZNEGA FILMA

Po končani klimatizaciji prostih filmov smo po tri preizkušance vsakega premaznega sistema stehali na 0,001 g natančno in jih vstavili v eksikator, v katerem je bila relativna zračna vlažnost 3 %. V eksikatorju smo vzorce klimatizirali tako dolgo, dokler ni bila vzpostavljena njihova konstantna masa.

Po končanem klimatiziranju smo vzorce ponovno stehali in zabeležili začetno maso m_0 , nato pa smo jih vstavili v komoro, v kateri je bila nasičena raztopina $MgCl_2$ z relativno zračno vlažnostjo 33 %. V tej komori smo jih pustili 7 dni, jih stehali in vstavili v komoro, v kateri je bila raztopina $K_2CO_3 \times 2H_2O$ z relativno zračno vlažnostjo 44 % in ponovili postopek. Postopek smo ponovili v komorah z raztopinami $NaNO_2$ s 66% relativno zračno vlažnostjo in $ZnSO_4 \times 7H_2O$ z 88 % relativno zračno vlažnostjo ter komoro z vodno paro in 98 % relativno zračno vlažnostjo. Pri tehtanju vzorcev in menjavi komor smo morali biti zelo pazljivi, da je postopek potekal čim hitreje, da ni bila motnja klime prevelika. Temperatura v vseh komorah je bila 20°C.

3.6. SNEMANJE INFRARDEČIH SPEKTROV UTRJENIH FILMOV

3.6.1 Splošno o infrardeči spektroskopiji (FT-IR)

Snemanje infrardečih spektrov (Fourier transform infrared spectroscopy – FT-IR) smo izvedli na spektrometru Spectrum One (Perkin Elmer, ZDA) z metodo HATR. Metoda FTIR temelji na presevanju vzorca s svetlobo z valovnim številom med 450 cm^{-1} in 4000 cm^{-1} , pri HATR pa analiziramo odbito svetlobo. Energijo svetlobe točno določene valovne dolžine absorbirajo določene kemijske vezi ali sistemi kemijskih vezi, ki zato zanihajo oz. se deformirajo. Vsak absorpcijski trak ustreza deformaciji določene vezi in je značilen za posamezno vez (podatki so zbrani v tabelah). Tako dobimo informacije o prisotnosti določenih funkcionalnih skupin v molekuli, zmesi, snovi...

3.7 MERJENJE TEMPERATURE STEKLASTEGA PREHODA (T_g)

Temperature steklastega prehoda smo izmerili na Kemijskem inštitutu s Perkin Elmerjevim aparatom Pyris 1 z metodo DSC (Differential Scanning Calorimeter). Zatehtali smo 20 mg vsakega premaza v 50 ml aluminijasto posodico, ki smo jo zavarili s hladnim zvarom. Merjenje je potekalo v območju od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (slika 4).

Hitrost segrevanja je znašala $20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$. En vzorec lahko uporabimo večkrat, vendar moramo počakati med posameznimi merjenji vsaj 10 min, da se vzorec ustali, potem pa lahko ponovimo cikel. Kot rezultat meritve se upošteva drugo merjenje, saj pri prvem izparijo še različni ostanki topil in vlaga.



Slika 4: Vstavljanje vzorca v aparat za merjenje T_g z metodo DSC.

3.8 UMETNO POSPEŠENO STARANJE

Umetno pospešeno staranje smo izvedli na napravi, ki je prostorsko razdeljena na dva dela. V enem delu vzorce obsevamo z UV svetlobo, v drugem pa lahko vzorce izpostavimo umetnemu dežju. Izmenjava sevanja in dežja je omogočena z avtomatskim pomičnim vozičkom, ki vzorce avtomatsko transportira v prvi ali drugi del naprave.

3.8.1 Cikel umetnega pospešenega staranja

Cikel, ki je trajal 1 uro, je bil sestavljen iz:

- 33 min mirovanja
- 27 min UV obsevanja

Umetno pospešeno staranje je trajalo 1000 ciklov. Vzorci so bili izpostavljeni samo UV obsevanju. Prosti filmi in papirnati trakovi s premazi bi se v stiku z vodo odlepili oziroma bi se uničili premazi na papirnati podlagi.

Premazni film se je (odvisno od barve) med UV obsevanjem segrel od 50 °C pa vse do 80 °C, med mirovanjem pa se je ohladil na sobno temperaturo 20 °C. To je povzročilo nastanek napetosti v filmu in pokanje ter zvijanje filma premaza, kot je razvidno s slike 5.



Slika 5: Vzorci, izpostavljeni umetnemu pospešenemu staranju.

4 REZULTATI

4.1 DEBELINA FILMOV

Debelino smo določili trem vzorcem vsakega prostega premaznega filma. Na vsakem vzorcu smo petkrat izmerili debelino in potem izračunali povprečno debelino za vsak premaz.

V preglednici 1 lahko vidimo, da je imel najnižjo debelino utrjenega prostega filma premaz 5, sledil pa mu je premaz 3. Utrjenih filmov, premazov 1, 6 in 8 pri prvotnem nanosu 240 z ročno nanašalko nismo mogli odstraniti s folije, zato smo morali izdelati nove filme. Debelina filmov je pri teh premazih višja, kot pri ostalih premazih. Najnižjo debelino utrjenih filmov na papirni podlagi je imel premaz 8, sledil pa mu je premaz 7.

Preglednica 1: Debelina filmov premaza

OZNAKA	TIP PREMAZNEGA SREDSTVA	DEBELINA FILMOV	
		¹ h (μm)	² h (μm)
1	RN 49/03 LAZURIND (top) ICP (alkid)	143	70
3	18469 LAZURIND AQUATOP S23 (akril)	60	63
4	TESSAROL emajl (alkid)	64	78
5	17314 LAZURIND AQUATOP BELI (akril)	55	81
6	3017 LAZURIND (Top) bb (alkid)	120	71
7	71309 LAZURIND AQUATOP bb (akril)	67	60
8	3017 LAZURIND (Top) bb + fotostabilizator (alkid)	146	56
9	71309 LAZURIND AQUATOP bb + fotostabilizator (akril)	82	61

¹h ... debelina prostih utrjenih premazov

²h ... debelina utrjenih premazov na papirni podlagi

4.2 PAROPREPUSTNOST FILMOV

Meritve prepustnosti za vodno paro smo izvedli na nestaranih vzorcih in vzorcih, ki so bili izpostavljeni umetno pospešenemu staranju. Opazili smo razlike med alkidnimi in akrilnimi premazi. Ugotovljeno je bilo, da imajo alkidni premazi manjšo paroprepustnost kot akrilni premazi. Rezultati meritev paroprepustnosti nestaranih vzorcev so podani v preglednici 2.

Preglednica 2: Rezultati meritev paroprepustnosti nestaranih vzorcev

št. čaše	Oznaka vzorca	Ure poizkusa							WWD [g/m ²]	Povprečje WWD	h ¹ [μm]
		24	48	72	144	168	192	216			
1	1.1	0,025	0,023	0,024	0,063	0,022	0,021	0,021	175,9		
2	1.2	0,028	0,026	0,028	0,073	0,028	0,024	0,028	207,8	180,1	143
3	1.3	0,020	0,022	0,019	0,055	0,023	0,015	0,023	156,5		
4	3.1	0,153	0,143	0,145	0,421	0,145	0,142	0,138	1137,9		
5	3.2	0,130	0,120	0,121	0,363	0,128	0,121	0,120	975,3	1024,5	60
6	3.3	0,133	0,120	0,121	0,355	0,122	0,120	0,115	960,2		
7	4.1	0,028	0,023	0,025	0,070	0,025	0,019	0,022	187,4		
8	4.2	0,027	0,024	0,027	0,069	0,026	0,022	0,025	194,5	195,1	72
9	4.3	0,029	0,025	0,029	0,073	0,027	0,023	0,024	203,3		
10	5.1	0,151	0,123	0,127	0,360	0,120	0,115	0,109	977,1		
11	5.2	0,151	0,132	0,133	0,378	0,125	0,120	0,114	1019,5	1016,8	55
12	5.3	0,156	0,137	0,137	0,389	0,130	0,123	0,120	1053,9		
13	6.1	0,025	0,023	0,024	0,065	0,028	0,015	0,020	176,8		
14	6.2	0,024	0,026	0,026	0,068	0,026	0,019	0,023	187,4	188,3	120
15	6.3	0,026	0,029	0,025	0,076	0,029	0,020	0,022	200,7		
16	7.1	0,082	0,074	0,076	0,218	0,075	0,072	0,073	592,4		
17	7.2	0,070	0,066	0,065	0,191	0,064	0,063	0,062	513,7	560,0	67
18	7.3	0,083	0,071	0,072	0,213	0,071	0,071	0,068	573,8		
19	8.1	0,031	0,030	0,027	0,080	0,032	0,021	0,025	217,5		
20	8.2	0,024	0,023	0,024	0,066	0,025	0,017	0,021	176,8	244,9	124
21	8.3	0,040	0,046	0,048	0,130	0,050	0,034	0,037	340,4		
22	9.1	0,089	0,077	0,075	0,218	0,071	0,070	0,066	588,8		
23	9.2	0,081	0,072	0,072	0,210	0,072	0,070	0,066	568,5	556,4	82
24	9.3	0,074	0,066	0,063	0,192	0,064	0,061	0,059	511,9		

Δm [g] ... razlika mase

¹ h ... debelina filma

Rezultati meritev paroprepustnosti vzorcev, ki so bili izpostavljeni umetnemu pospešenemu staranju, so podani v preglednici 3.

Preglednica 3: Rezultati meritev paroprepustnosti vzorcev, izpostavljenih umetno pospešenemu staranju

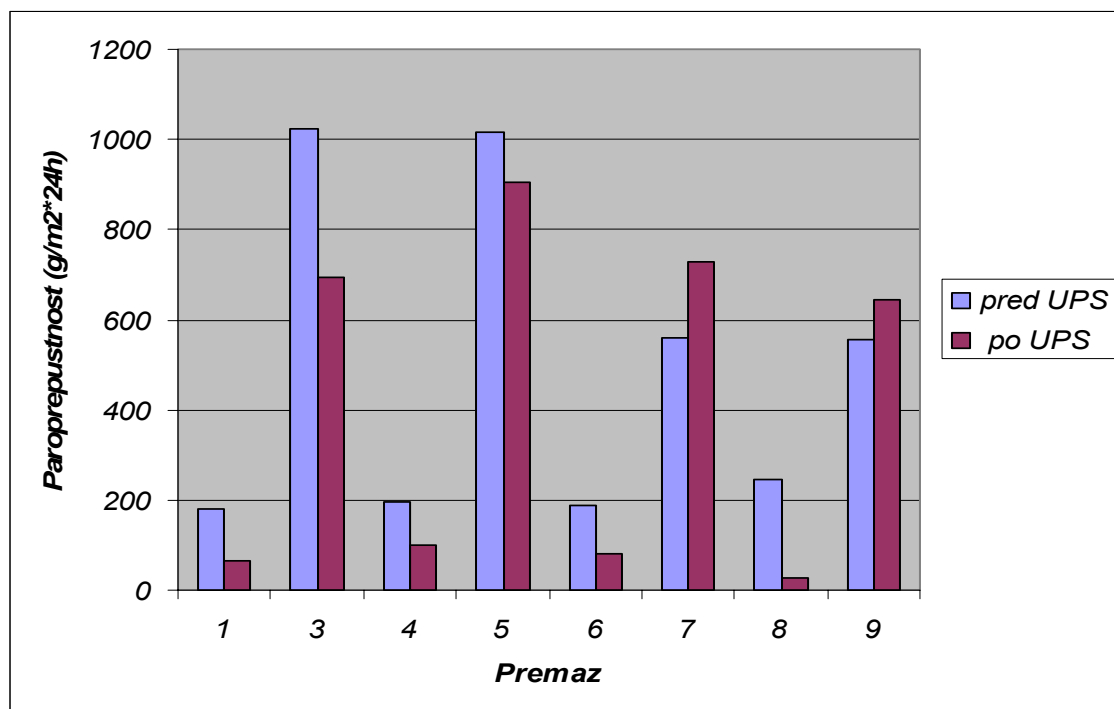
št. čaše	oznaka vzorca	Ure poizkusa							WWD [g/m ²]	Povprečje	h ¹ [μm]
		24	48	72	144	168	192	216			
1	1.1	0,009	0,008	0,009	0,022	0,007	0,006	0,009	61,9		
2	1.2	0,011	0,010	0,011	0,022	0,008	0,008	0,007	68,1	65,4	156
3	1.3	0,008	0,009	0,008	0,025	0,008	0,008	0,009	66,3		
4	3.1	0,108	0,098	0,100	0,269	0,082	0,085	0,087	733,0		
5	3.2	0,095	0,091	0,087	0,244	0,074	0,078	0,080	662,3	695,3	52
6	3.3	0,100	0,092	0,093	0,253	0,079	0,081	0,083	690,6		
7	4.1	0,012	0,014	0,013	0,033	0,013	0,012	0,011	95,5		
8	4.2	0,017	0,014	0,016	0,049	0,016	0,013	0,015	123,8	100,5	64
9	4.3	0,010	0,012	0,011	0,028	0,010	0,012	0,010	82,2		
10	5.1	0,174	0,160	0,148	0,427	0,135	0,134	0,136	1161,8		
11	5.2	0,115	0,112	0,106	0,281	0,092	0,096	0,092	790,5	905,7	55
12	5.3	0,108	0,103	0,106	0,218	0,148	0,093	0,089	764,8		
13	6.1	0,009	0,010	0,009	0,011	0,028	0,006	0,008	71,6		
14	6.2	0,012	0,011	0,013	0,009	0,030	0,008	0,010	82,2	81,1	120
15	6.3	0,011	0,012	0,009	0,011	0,035	0,011	0,012	89,3		
16	7.1	0,091	0,090	0,089	0,238	0,071	0,078	0,077	649,0		
17	7.2	0,101	0,099	0,096	0,261	0,077	0,080	0,085	706,5	729,7	67
18	7.3	0,125	0,110	0,103	0,314	0,095	0,098	0,098	833,8		
19	8.1	0,002	0,003	0,005	0,009	0,002	0,003	0,002	23,0		
20	8.2	0,006	0,004	0,006	0,009	0,004	0,003	0,001	29,2	27,1	145
21	8.3	0,003	0,004	0,003	0,011	0,005	0,004	0,003	29,2		
22	9.1	0,096	0,094	0,090	0,234	0,070	0,072	0,073	644,6		
23	9.2	0,091	0,092	0,089	0,216	0,067	0,080	0,072	625,1	642,8	82
24	9.3	0,099	0,097	0,091	0,234	0,072	0,078	0,074	658,7		

Δm [g] ... razlika mase

¹ h ... debelina filma

Z analizo rezultatov paroprepustnosti smo ugotovili, da ima pred izpostavitvijo umetnemu pospešenemu staranju najnižjo paroprepustnost alkidni premaz 1 in sicer njegova prepustnost za vodno paro znaša 180,08 g/m²24h. Vendar zaradi večje debeline premaza nismo mogli primerjati podatkov z akrilnimi premazi. Zato smo lahko, upoštevajoč debelino premaza, primerjali paroprepustnost alkidnega premaza 4 in akrilnega premaza 5. Ugotovili smo, da znaša prepustnost za vodno paro pri premazu 4 pred staranjem 195,1 g/m²24h, pri premazu 5 pa 1016,8 g/m²24h, kar pomeni, da alkidni premazi veliko manj prepuščajo

vodno paro kot akrilni premazi. Po izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju pa smo ugotovili, da se je paroprepustnost v večini primerov premazom zmanjšala. Razlika v paroprepustnosti med alkidnimi in akrilnimi premazi se tudi po staranju ni veliko spremenila, saj je znašala prepustnost premaza 4 po staranju 100,5 g/m²24h, premaza 5 pa 905,7 g/m²24h. Ostali podatki meritev so razvidni s slike 6.



Slika 6: Primerjava povprečnih vrednosti prepustnosti premazov pred izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju (UPS) in po izpostavitvi.

- Legenda:
- 1 RN 49/03 LAZURIND (top) ICP (alkid)
 - 3 18469 LAZURIND AQUATOP S23 (akril)
 - 4 TESSAROL emajl (alkid)
 - 5 17314 LAZURIND AQUATOP BELI (akril)
 - 6 3017 LAZURIND (Top) bb (alkid)
 - 7 71309 LAZURIND AQUATOP bb (akril)
 - 8 3017 LAZURIND (Top) bb + fotostabilizator (alkid)
 - 9 71309 LAZURIND AQUATOP bb + fotostabilizator (akril)

4.3 PROŽNOST FILMOV

Izvedli smo sedem meritev prožnosti filmov premaza v različnih časovnih intervalih (preglednica 4). Med cikli pospešenega staranja ni pri nobenem premazu prišlo do nastanka razpok. Po umetno pospešenem staranju smo ugotovili, da se po daljšem staranju močno spremeni prožnost premaznega sredstva. Rezultati meritev so podani v preglednici 5.

Preglednica 4: Merjenje prožnosti premaza po določenem času

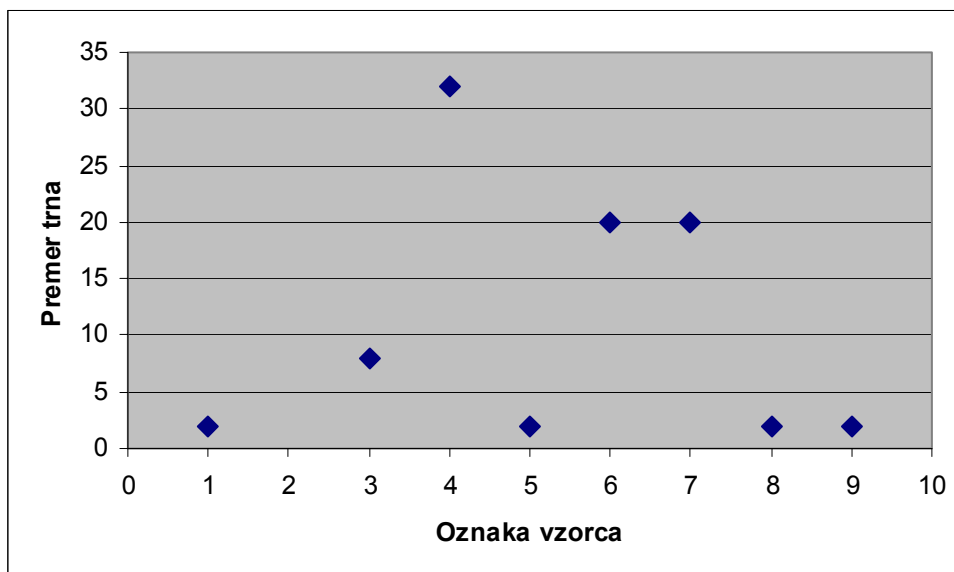
Sušenje premaza	Umetno pospešeno staranje					
1 test	2 test	3 test	4 test	5 test	6 test	7 test
Po 21 dneh utrjevanja	24 h = 80 °C	72 h = 80 °C	24 h = 80 °C	24 h = 80 °C	24 h = 80 °C	27.min UV obsevanja
	24 h = -22 °C	24 h = -22 °C	2 h = -22 °C	1 h = -22 °C	24 h = -22 °C	33 min. mirovanja
	1 cikel	1 cikel	1 h = 80 °C	1 h = 80 °C		1000 ciklov
			1 h = -22 °C	2 h = -22 °C		
			1 cikel	1 h = 80 °C		
				23 h = -22 °C	1 cikel	

Preglednica 5: Rezultati meritev prožnosti lak filma po metodi z ovijanjem SIST EN ISO 1519

premaz	h ¹ [μm]	Premer trnov pri prvem pojavu razpok						
		1 test	2 test	3 test	4 test	5 test	6 test	7 test
1	0,70	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2
3	0,63	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	Φ 8
4	0,78	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	Φ 32
5	0,81	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2
6	0,71	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	Φ 20
7	0,60	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	Φ 20
8	0,56	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2
9	0,61	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2	<Φ 2

¹ h ... debelina filma

Po končanih meritvah smo ugotovili, da imajo testirani premazi dobre prožnostne lastnosti, saj pride do razlik v prožnosti šele po 1000 ciklih UPS. Tako je iz rezultatov tudi razvidno, da imajo najboljše prožnostne lastnosti premazi, ki imajo dodane fotostabilizatorje (premaza 8 in 9) in premaza 1 in 5. Razlik med alkidnimi in akrilnimi premazi nismo opazili. Ostale podrobnosti so razvidne s slike 7.

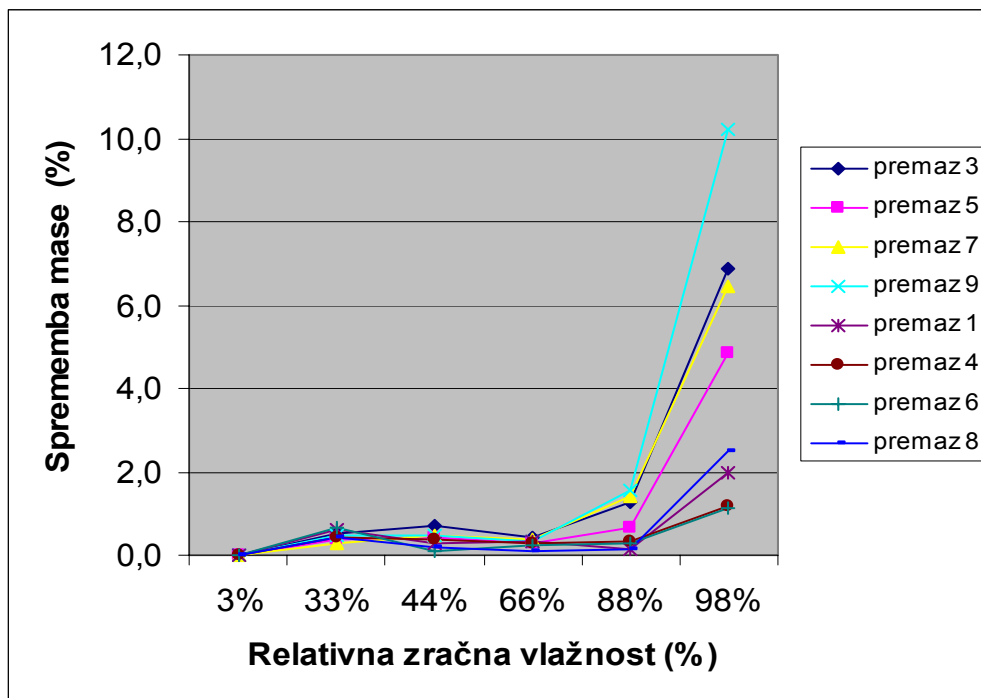


Slika 7: Primerjava prožnosti filmov premaza po SIST EN ISO 1519 po staranju.

- Legenda:
- 1 RN 49/03 LAZURIND (top) ICP (alkid)
 - 3 18469 LAZURIND AQUATOP S23 (akril)
 - 4 TESSAROL emajl (alkid)
 - 5 17314 LAZURIND AQUATOP BELI (akril)
 - 6 3017 LAZURIND (Top) bb (alkid)
 - 7 71309 LAZURIND AQUATOP bb (akril)
 - 8 3017 LAZURIND (Top) bb + fotostabilizator (alkid)
 - 9 71309 LAZURIND AQUATOP bb + fotostabilizator (akril)

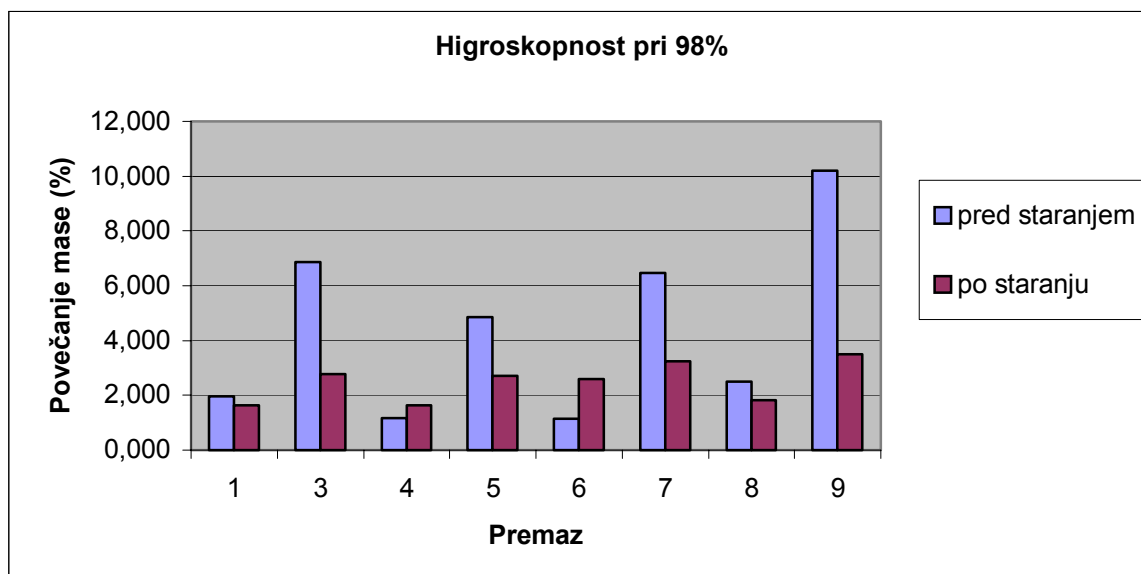
4.4 HIGROSKOPNOST FILMOV

Tehtanje oz. meritve smo izvedli pri nestaranih vzorcih in pri vzorcih, ki so bili izpostavljeni umetno pospešenemu staranju. Iz meritev smo izračunali povečanje mase v % glede na začetno maso premazov pri 3 % relativni zračni vlažnosti. Navzem vlage je bil skoraj konstanten do izpostavitve 88 % relativni zračni vlažnosti, do večjega navzema vlage pa je prišlo šele pri izpostavitvi 98 % relativni zračni vlažnosti (slika 8).



Slika 8: Povečanje mase premazov pri izpostavitvi od 3 % do 98 % relativne zračne vlažnosti pred umetno pospešenim staranjem.

Po končanih meritvah smo ugotovili, da so akrilni premazi bolj higroskopni kot alkidni premazi, od teh pa je največ vlage navzel premaz 9, saj se mu je masa povečala za več kot 10 %. Ostali rezultati povečanja mase so razvidni s slike 9.

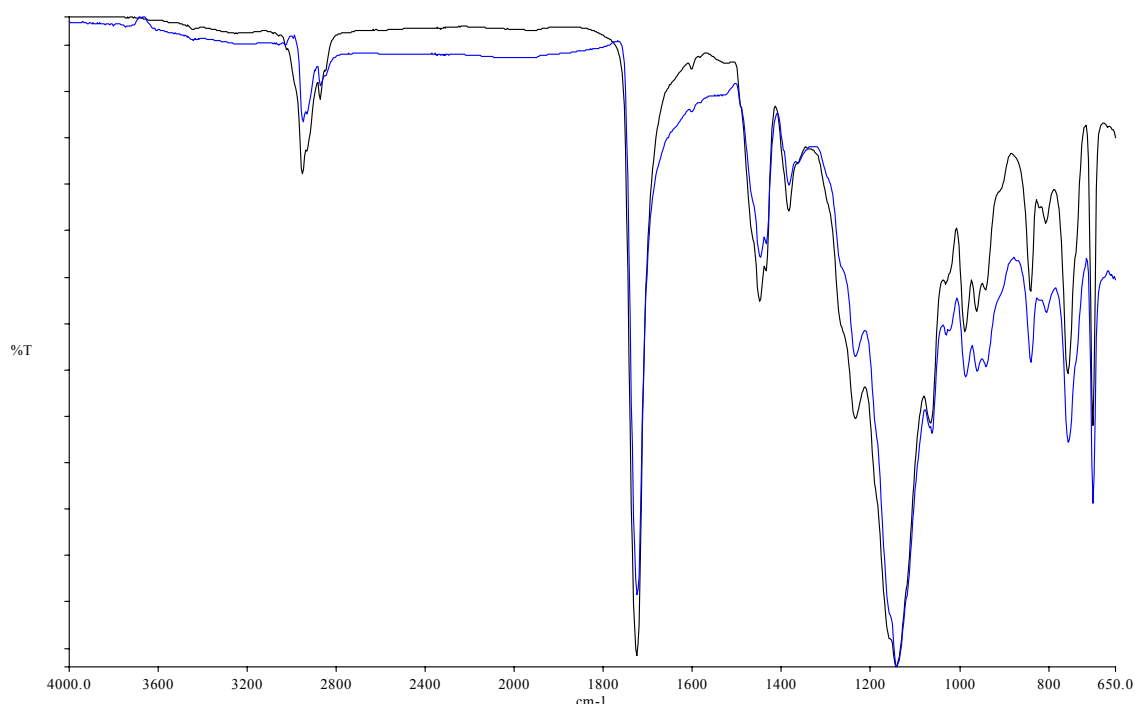


Slika 9: Povečanje mase nestaranih in staranih filmov premazov pri izpostavitvi 98 % relativni zračni vlažnosti.

4.5 INFRARDEČI SPEKTRI PREMAZOV PRED STARANJEM IN PO NJEM

Vpliv umetnega pospešenega staranja smo za akrilne in alkidne premaze ugotavljali tudi z metodo infrardeče spektroskopije (FT-IR). Med seboj smo primerjali FT-IR spektre nestaranih vzorcev in vzorcev, ki so bili izpostavljeni umetno pospešenemu staranju.

Na sliki 10 so prikazane pozicije trakov v območju od 4000 do 650 cm^{-1} .

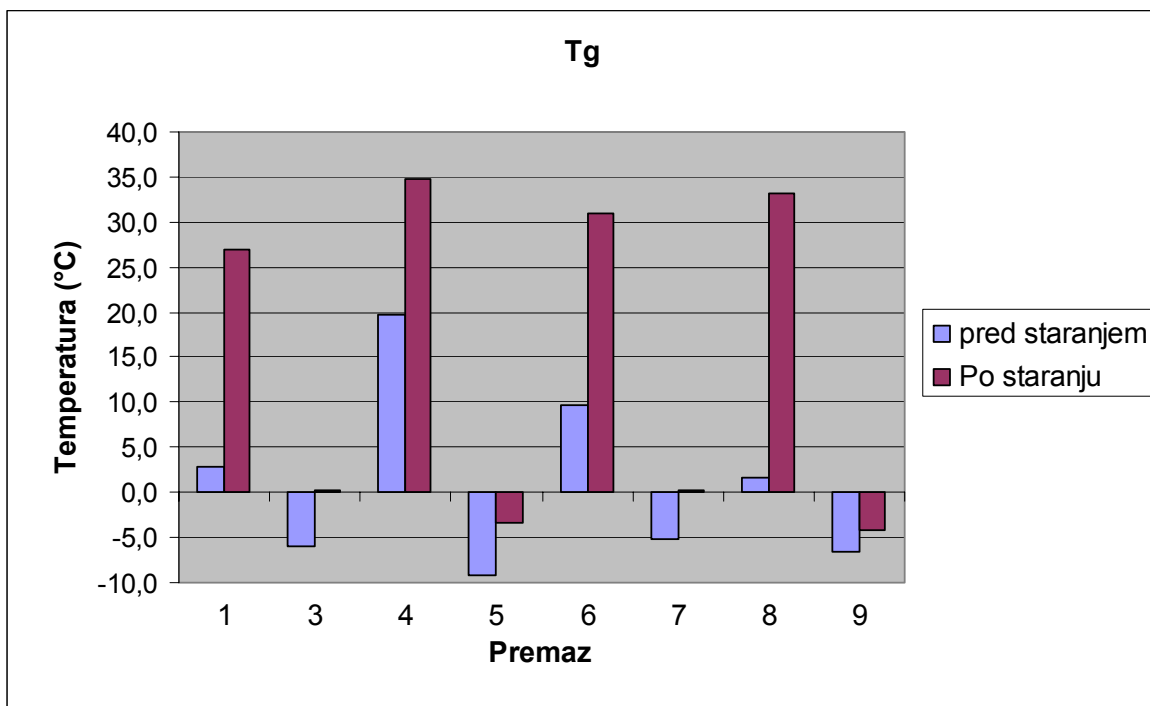


Slika 10: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza (premaz 3) pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter).

Kot je razvidno s slike 10 se spekter premaza zaradi izpostavitve umetno pospešenemu staranju bistveno ne spremeni. Spektri ostalih premazov so v prilogah. Opazili smo nekoliko manjšo intenziteto trakov, ki so značilni za hidroksilno skupino, za C-C vezi pri alkidnih premazih, posebej pri tistih, ki niso imeli fotostabilizatorja. Akrilni premazi so ostali v glavnem nespremenjeni.

4.6 TEMPERATURA STEKLASTEGA PREHODA UTRJENEGA FILMA

Izmerjene temperature steklastega prehoda so pokazale razlike med alkidnimi in akrilnimi premazi. Ugotovili smo, da imajo alkidni premazi višji Tg kot akrilni premazi. Temperatura steklastega prehoda se je po izpostavitvi UPS vsem premazom zvišala, vendar alkidnim premazom bolj kot akrilnim. Rezultati so prikazani na sliki 11.



S

lika 11: Primerjava temperatur steklastega prehoda (Tg) filmov premaza pred izpostavitvijo UPS in po njej.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V nalogi smo preučevali prepustnost prostih utrjenih filmov premazov za vlago, prožnost in higroskopskost filmov, izmerili smo temperaturo steklastega prehoda in posneli infrardeče spektre utrjenih premazov. Proste filme premazov smo nato izpostavili umetnemu pospešenemu staranju in preučevali posledice staranja na preučevane lastnosti.

Na osnovi meritev prepustnosti prostih filmov za vodo po standardnem postopku z metodo s čašo EN ISO 7783 – 1 smo ugotovili, da je bil pred izpostavitvijo UPS najmanj prepusten premaz 1 na osnovi alkidnih smol, vendar je bil vzrok za to večja debelina premaza. Zato smo primerjali prepustnosti alkidnega premaza 4 in akrilnega premaza 5 in ugotovili, da so akrilni premazi veliko bolj prepustni kot alkidni. Po izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju se je po večini vsem premazom prepustnost zmanjšala, vendar se razlika med akrilnimi in alkidnimi premazi ni spremenila. Takšne rezultate pa smo tudi pričakovali, saj so do podobnih rezultatov prišli pri preučevanju premaznih sistemov v svojih diplomskih nalogah Kovačič (1998), Tominšek (2001) in Rakuša (2004). Dejstvo, da je premaz 4, ki je na osnovi alkidnih smol, najmanj prepusten, je v nasprotju s trditvijo, da so tankoslojni premazi bolj prepustni od debeloslojnih (Feist in sod. 1985, cit. po Rakuša 2004). Sestava premaza ima torej večji vpliv na prepustnost kakor debelina premaza. Da so akrilne lazure bolj prepustne za vodno paro od alkidnih, je navedeno v različnih virih. Ahola (1991, cit. po Mihevc in sod., 1995) je pri proučevanju razlik izmerila za okoli 15 % višje vrednosti prepustnosti vodne pare pri akrilnih premazih.

Ugotovili smo, da imajo preizkušani premazi tudi zelo dobre prožnostne lastnosti, saj smo na osnovi meritev po metodi z ovijanjem SIST EN ISO 1519 ugotovili, da je do razlik med premazi prišlo šele po 1000 ciklih umetno pospešenega staranja. Pričakovali smo, da se s staranjem prožnost premaza poslabša, saj je v svoji diplomski nalogi do takšnih rezultatov prišel tudi Klemenc (1998). Kot najslabši premaz po izpostavitvi UPS se je izkazal alkidni premaz 4, saj je razpokal že pri največjem trnu premera 32 mm. Boljšo prožnost pa imajo

premazi, ki imajo dodane fotostabilizatorje (premaz 8 in 9), saj ne razpokajo niti pri trnu premera 2 mm. Razlike med akrilnimi in alkidnimi premazi pa niso opazne.

Kot sta v raziskavi o sorpcijskih lastnostih sistema les - premaz in tudi prostih filmov premaza ugotovila že Meijer in Militz (1999), so tudi naši rezultati pokazali, da do večjega navzema vlage pride šele, ko izpostavimo premaz 98 % relativni zračni vlažnosti. Pred izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju je bila večja razlika v navzemu vlage med akrilnimi in alkidnimi premazi. Po izpostavitvi se je navzem pri vseh akrilnih premazih zmanjšal, pri alkidnih premazih 4 in 6 pa se je povečal.

Temperatura steklastega prehoda je temperatura, pri kateri preide snov iz viskozne v steklasto stanje, v katerem molekule nimajo več sposobnosti gibanja. Meritve smo izvedli za alkidne in akrile premaze pred izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju in po njej. Pred izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju so se pokazale višje temperature steklastega prehoda pri alkidnih premazih. Po umetnem pospešenem staranju se je pri vseh premazih temperatura steklastega prehoda zvišala. Do takšnih ugotovitev so prišli tudi Aloui in sod. (2006). Alkidnim premazom se je T_g zvišal bolj kot akrilnim, saj je znašal pred izpostavitvijo UPS povprečna T_g alkidnih premazov $8,49^{\circ}\text{C}$, po UPS pa $31,48^{\circ}\text{C}$. Povprečna temperatura steklastega prehoda pri akrilih premazih pa je bila pred izpostavitvijo UPS - $6,76^{\circ}\text{C}$, po izpostavitvi pa $-1,8^{\circ}\text{C}$. Iz teh rezultatov pa lahko sklepamo, da so alkidni premazi primernejši za izpostavitve višji delovni temperaturi, kot akrilni premazi, saj Zorll (2000) navaja, da so premazi, pri katerih je T_g pod delovno temperaturo, bolj mehki, prožni in tudi bolj slabo odporni na udarce. Medtem pa so premazi, katerih T_g je nad delovno temperaturo, bolj trdi, vendar tudi bolj krhki, zanje je značilno tudi manjše navzemanje vode.

Na osnovi testiranja različnih lastnosti premazov se z izpostavitvijo umetnemu pospešenemu staranju večina lastnosti premazov spremeni, saj se zmanjša prepustnost premazov za vodno paro, poslabša se prožnost premazov, poviša se temperatura steklastega prehoda. Ko smo želeli morebitne kemijske spremembe veziv zaradi staranja potrditi tudi s primerjavo spektrov, posnetih z infrardečo spektroskopsko metodo (FTIR) pred izpostavitvijo vzorcev UPS in po njej, smo ugotovili, da spektri ne pokažejo bistvenih kemijskih sprememb pri akrilnih premazih. Pri alkidnih premazih brez fotostabilizatorja se zmanjša intenziteta

trakov, ki so značilne za polarne skupine, kot sta hidroksilna in karboksilna. Nekoliko manjšo spremembo smo opazili pri alkidnih premazih z dodanim fotostabilizatorjem.

5.2 SKLEPI

Z analizo rezultatov smo prišli do naslednjih rezultatov:

- akrilni premazi so bolj prepustni za vodo in vodno paro kot alkidni premazi
- sestava premaza ima večji vpliv na prepustnost kakor debelina premaza
- po izpostavitvi umetno pospešenemu staranju se prepustnost premazov zmanjša, poslabša se tudi prožnost premaza
- najboljše prožnostne lastnosti imajo alkidna premaza 1 in 8 ter akrilna premaza 5 in 9, pri katerih tudi po izpostavitvi umetno pospešenemu staranju ni opaznih razpok po ovijanju okrog trna premera 2 mm tako kot tudi ni opaznih razlik med akrilnimi in alkidnimi premazi
- debelina premaza ne vpliva na prožnost premaza
- akrilni premazi so bolj higroskopni kot alkidni premazi
- z izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju se zmanjša higroskopnost premazov
- premazi, ki imajo nižjo higroskopnost, izkazujejo tudi nižjo paroprepustnost
- spremembe v strukturi premaza se pojavijo pri alkidnih premazih brez fotostabilizatorja, medtem ko se pri alkidnih premazih s fotostabilizatorjem in akrilnih premazih ne pojavijo bistvene spremembe
- alkidni premazi imajo višjo temperaturo steklastega prehoda kot akrilni premazi
- temperatura steklastega prehoda se z izpostavitvijo UPS zviša

6 POVZETEK

Večino raziskav so naredili na premazih, ki so bili nanešeni na leseno podlago, zelo malo pa je podatkov o prostih filmih premaza. Zato smo v raziskavi naredili proste filme premazov in raziskali njihovo prepustnost, prožnost, higroskopnost ter posneli infrardeče spektre filmov in izmerili temperaturo steklastega prehoda. Filme smo izpostavili tudi umetnemu pospešenemu staranju, da bi preučili vpliv staranja na premaze.

Meritve smo izvajali s štirimi alkidnimi in štirimi akrilnimi premazi. Paroprepustnost premazov smo določali po metodi s čašo EN-ISO 7783. Poizkuse smo izvajali v komori pri konstantni temperaturi 23 °C in relativni zračni vlažnosti 44 %, v čašah pa je vlažnost znašala 88 %. Meritve smo izvajali deset dni oz. tako dolgo, dokler se ni vzpostavil stalen in konstanten difuzijski tok vodne pare. Tehtanje smo ponavljali vsakih 24 ur, nato pa smo iz podatkov izračunali količino difundirane vodne pare. Dobljeni rezultati so pokazali, da so akrilni premazi bolj paroprepustni kot alkidni premazi. Prav tako smo pri merjenju higroskopnosti filmov, ko smo jih izpostavili v komore z relativnimi zračnimi vlažnostmi 3 %, 33 %, 44 %, 66 %, 88 % in 98 % ugotovili, da so alkidni premazi manj higroskopi in da po izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju higroskopnost pade.

Pri merjenju prožnosti premazov po metodi z ovijanjem SIST EN ISO 1519 smo ugotovili, da se s staranjem prožnost premazov poslabša in da debelina filma nima bistvenega vpliva na prožnost premaza. Razlike med alkidnimi in akrilnimi premazi pa niso bile opazne, saj se razpoke pri alkidnih premazih 1 in 8 ter pri akrilnih premazih 5 in 9 niso pojavile niti pri trnu premera 2 mm.

Temperaturo steklastega prehoda smo izmerili z metodo DSC vzorcem pred izpostavitvijo UPS in po izpostavitvi. Meritve so pokazale, da imajo akrilni premazi nižjo Tg kot pa alkidni premazi. S staranjem pa se premazom temperatura steklastega prehoda zviša.

S pomočjo infrardeče spektroskopske metode smo primerjali spektre vzorcev pred izpostavitvijo umetno pospešenemu staranju in po njej. Pri alkidnih premazih brez fotostabilizatorja se zmanjša intenziteta trakov, ki so značilne za polarne skupine, kot sta hidroksilna in karboksilna. Nekoliko manjšo spremembo smo opazili pri alkidnih premazih z

dodanim fotostabilizatorjem. Pri akrilnih premazih pa spektri ne pokažejo bistvenih kemijskih sprememb.

7 VIRI:

- Ahola P. 1991. Moisture transport in wood coated with joinery paints. Holz als Roh – und Werkstoff, 49: 428 – 432
- Aloui F., Ahajji A., Irmouli Y., George B., Charrier B., Merlin A. 2006. Inorganic UV absorbers for the photostabilisation of wood – clearcoating systems: Comparison with organic UV absorbers. Applied Surface Science, 253: 3737 - 3745
- Eksted J. 2002. Influence of coating additives. Holzforschung 56: 663 - 668
- EN ISO 7783 – 1, Paints and varnishes – Determination of water -vapour transmission rate – Part 1: Dish method for free films: 1996, including Technical Corrigendum 1 : 1998
- Feist W. 1996. Finishing exterior wood. Blue Bell, Federation of Societies for Coatings Technology: 44 str.
- Jaić M. 2000. Površinska obrada drveta. Beograd, Zavod za grafičku tehniko Tehnološko – metalurškog fakulteta: 400 str.
- Ljuljka B. 1990. Površinska obrada drva. Zagreb, Sveučelišna naklada d.o.o.: 28 - 45, 216 - 226
- Klemenc I. 1998. Vpliv prožnosti in paroprepustnosti laka na njegovo pokanje. Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 47 str.
- Kovačič B. 1998. Prepustnost lazurnih premaznih sistemov za vodo. Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 71 str.
- Meijer M., Militz H. 1999. Sorbtion Behaviour and Dimensional Changes of Wood – Coating Composites. Holzforschung, 53: 553 – 560
- Mihevc V., Knehtl B., Žepič R. 1995. Water – vapour permeability of wood – coating systems. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 46: 177 – 190
- Miller ER. 1980. Exterior Wood Stains. Document 3135, IRG / WP : 5 str.

Ostruh K. 2001. Prepustnost sistema impregniran les – premaz za vodno paro. Visokošolska diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 50 str.

Pečenko G. 1987. Lazurni premazi za les. Les, 39, 11 / 12: 335 – 337

Rakuša S. 2004. Primerjava prepustnosti premaznih sistemov za vodo in vodno paro. Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 45 str.

Schmitz G., Emmerich D. 1988. Umweltfreundliche Lack und Lasursysteme. Bau und Mobelschreiner, Teil 1: 31 – 33, 84, Teil 2: 94 – 95

SIST EN ISO 1519:2002 - Barve in laki - Preskus s pregibom (cilindrični trn) (ISO 1519:2002), (modificirana metoda po SIST EN ISO 1519, uporaba papirnate podlage), 2002: 13 str.

SIST EN ISO 2808. Barve in laki – Ugotavljanje debeline plasti. 1999: 36 str.

Tehnična dokumentacija podjetja Helios, d.o.o. 2002.

Tominšek D. 2001. Prepustnost lazur na ipregniranem lesu za vodno paro. Visokošolska (strokovna) diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 36 str.

Zorll U. 2000. European Coatings Handbook. Hannover, Vincentz Verlag: s. 41 – 45

Žepič R. 1993 Korelacije med akrilnimi in alkidnimi premaznimi sredstvi z ozirom na umetno pospešeno staranje. Visokošolska diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 84 str.

8 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof.dr. Marku Petriču za njegovo pomoč pri oblikovanju in nastajanju diplomskega dela.

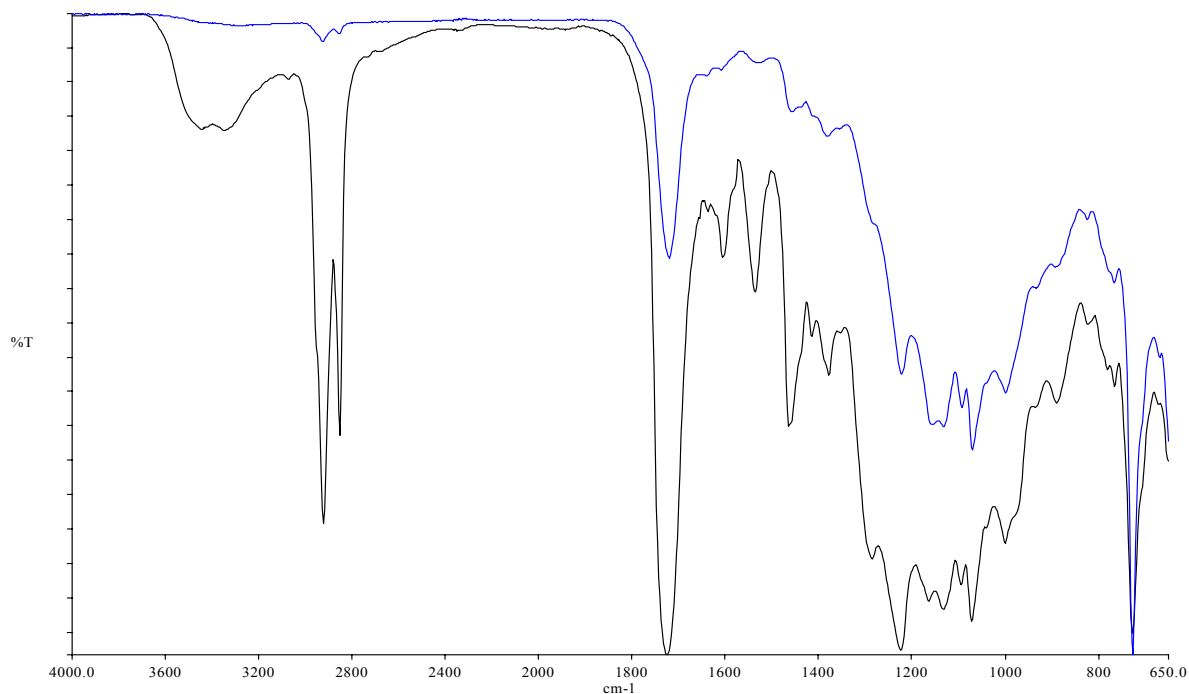
Za skrben pregled diplomskega dela in strokovne nasvete se zahvaljujem recenzentu doc.dr. Matjažu Kunaverju.

Zahvaljujem se delovnemu mentorju dr. Miru Tomažiču za pomoč pri eksperimentalnem delu diplomske naloge.

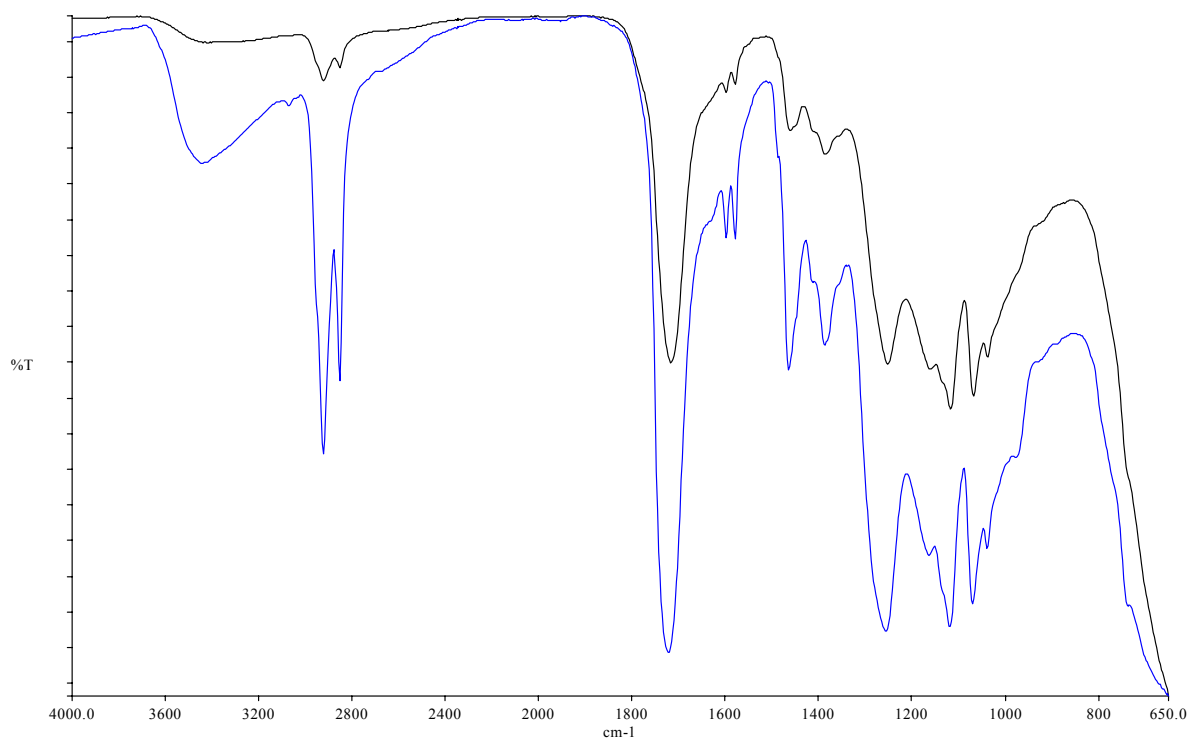
Zahvala tudi vsem ostalim, ki so mi pri nastanku diplomskega dela kakorkoli pomagali.

9 PRILOGE

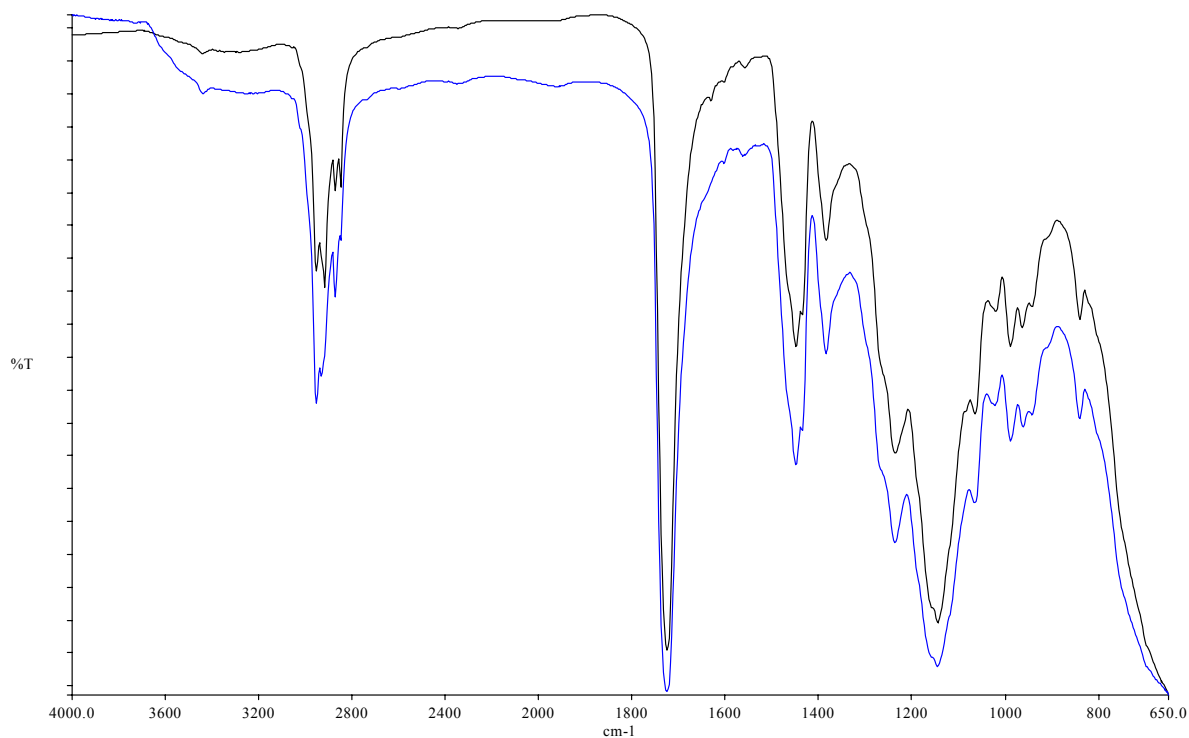
Priloga A: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 1 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)



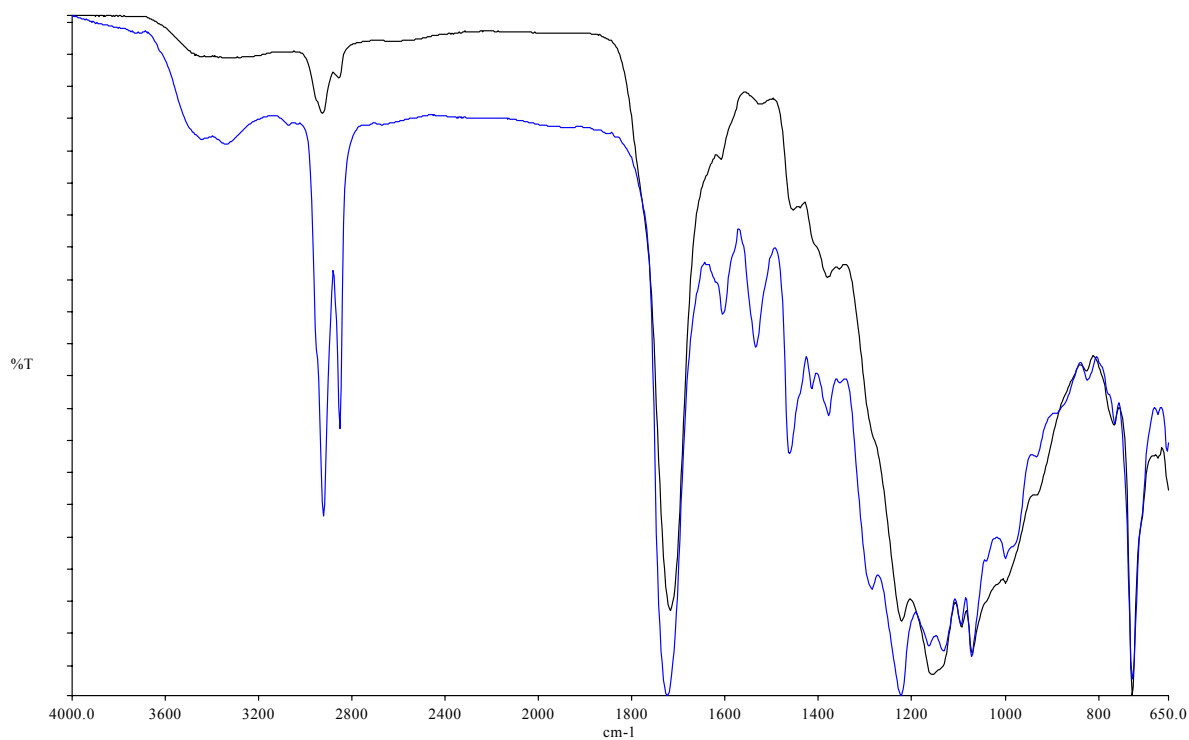
Priloga B: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 4 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)



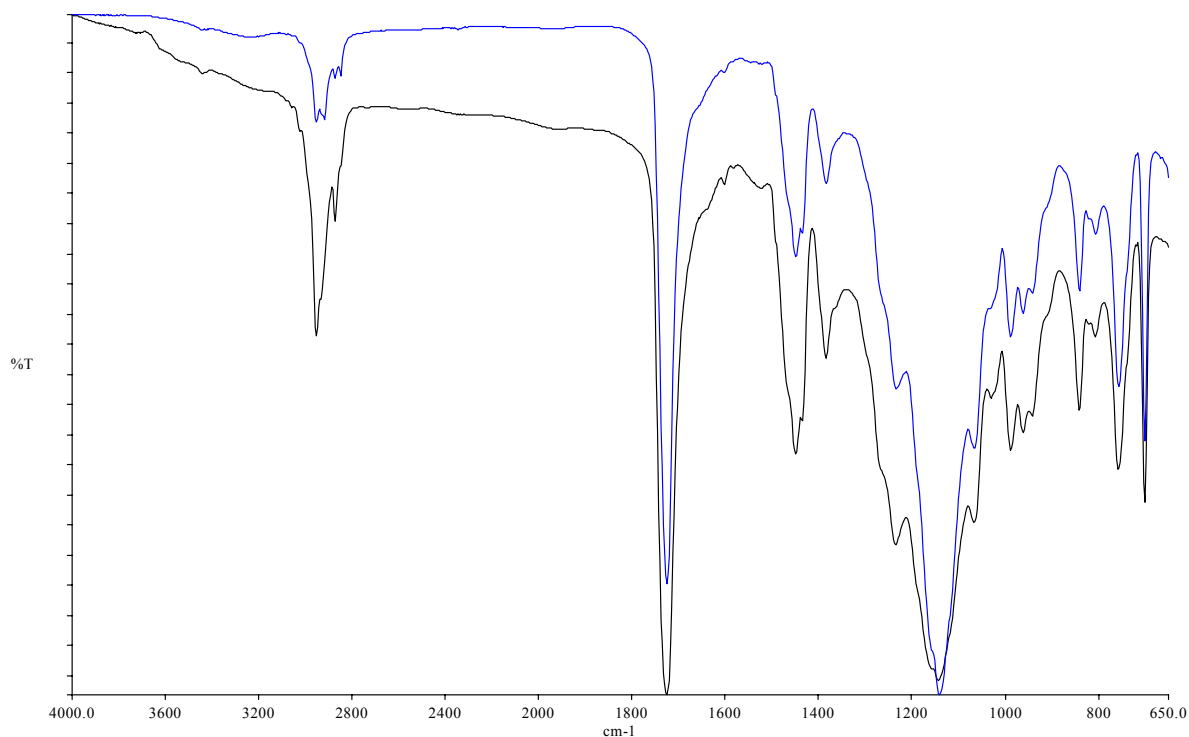
Priloga C: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 5 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)



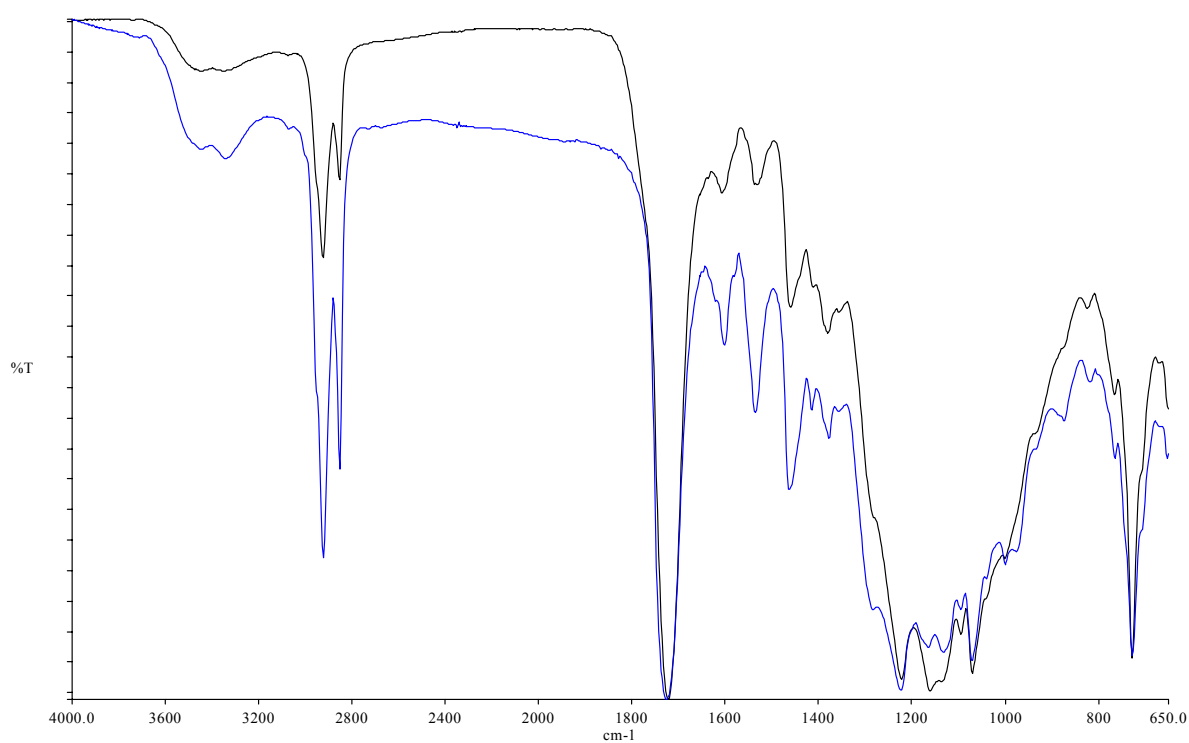
Priloga D: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 6 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)



Priloga E: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 7 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)



Priloga F: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 8 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)



Priloga G: Primerjava FT-IR spektrov filma premaza 9 pred izpostavitvijo UPS (črn spekter) in po njej (moder spekter)

