

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matic KETE

**VPLIV IZVEDBE KOTNE VEZI NA ODPORNOST POVRŠINSKO
OBDELANEGA OKENSKEGA PROFILA PROTI STARANJU**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**INFLUENCE OF THE CORNER JOINT CONSTRUCTION ON
RESISTANCE OF SURFACE FINISHED WINDOW PROFILES TO
AGEING**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo v laboratoriju za obdelavo površin Katedre za lepljenje, lesene kompozite in obdelavo površin Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorico diplomskega dela imenoval doc. dr. Jasno Hrovatin, somentorja asistenta dr. Matjaža Pavliča in recenzenta prof. dr. Marka Petriča.

Mentorica: doc. dr. Jasna Hrovatin

Somentor: asist. dr. Matjaž Pavlič

Recenzent: prof. dr. Marko Petrič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Član:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Član:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Matic Kete

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
DK UDK 674.07
KG okenski profil/vogalna vez/površinski premaz/staranje
AV KETE, Matic
SA HROVATIN, Jasna (mentorica)/PAVLIČ, Matjaž (somentor)/PETRIČ, Marko (recenzent)
KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI 2011
IN VPLIV IZVEDBE KOTNE VEZI NA ODPORNOST
POVRŠINSKO OBDELANEGA OKENSKEGA PROFILA PROTI STARANJU
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP IX, 55 str., 1 pregl., 49 sl., 4 pril., 23 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Izdelava in konstrukcija okenskih profilov se spreminja zaradi novih estetskih ter funkcionalnih zahtev. Vse več uporabnikov se odloča za okna, pri katerih obnavljanje površinskega premaza ni potrebno. Zaradi tega dejstva ter zaradi agresivnega reklamiranja PVC oken le-ta na tržišču prevzemajo vodilni delež. Les kot naravni material za izdelavo oken pa je treba do neke mere vzdrževati, saj se lahko hitro pojavijo poškodbe, ki so lahko posledica slabe površinske obdelave, mehanskih obremenitev, nepravilne vgradnje in ostalih nepravilnosti. Največ poškodb na površinsko obdelanih lesenih oknih se med uporabo pojavi na spodnjih delih okenskega krila in podboja, predvsem na kotnih vezeh oz. spojih. Preučevali smo vpliv izvedbe kotne vezi na odpornost površinsko obdelanega okenskega profila proti staranju. Uporabili smo 2 tipa kotne vezi in jih izdelali iz lesa treh različnih drevesnih vrst – smreke in domačega ter sibirskega macesna. Določali smo spremembe dimenzij, mase, sijaja in barve. Rezultati so pokazali prednost mozníčene vezi s čim več vodoravnimi spoji. Prav tako so vsi rezultati raziskave potrdili prednost površinsko obdelanih smrekovih profilov pred ostalimi. Na podlagi rezultatov in pregleda trga smo zaključili, da z vgradnjo lesenih smrekovih oken lahko prispevamo k znižanju CO₂ v ozračju, ob njihovi skrbni izdelavi, vgradnji in rednem vzdrževanju površinskega premaza pa okna lahko dosegajo dolgo življenjsko dobo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 674.07
CX window profile/corner joint/surface coating/ageing
AU KETE, Matic
AA HROVATIN, Jasna (supervisor)/PAVLIČ, Matjaž (co-supervisor)/PETRIČ, Marko (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2011
TI INFLUENCE OF THE CORNER JOINT CONSTRUCTION ON RESISTANCE OF SURFACE FINISHED WINDOW PROFILES TO AGEING
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO X, 55 p., 1 tab., 49 fig., 4 ann., 23 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Production and construction of window profiles are changing due to new aesthetic and functional requirements. More and more users choose windows which do not require any maintenance of a surface coating. Due to the mentioned fact, and because of the aggressive advertising of PVC windows, they are taking over a leading market share. Wood as a natural material for producing windows needs to be maintained, as defects may appear soon, caused by bad surface finishing, mechanical stress, incorrect installation and other irregularities. Defects on the surface finished wooden windows appear the most frequently on the lower parts of the window sash and frame, especially in corner joints. We studied the impact of corner joints on resistance of profiles of surface treated windows against ageing. We used 2 types of corner joints and produced them from wood of 3 different tree species: spruce, Siberian and Slovenian larch. We determined the changes of dimensions, weight, gloss, and colour. The results showed an advantage of dowel joints with many horizontal joints. Moreover, all the results of research confirmed that surface treated pine had some advantages comparing to other profiles. Based on the results and review of the market, we conclude that the installation of pine wood windows contributes to the reduction of CO₂ in the atmosphere. By a careful installation and regular maintenance of the surface finishing better durability can be achieved.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija	III
	Key words documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VIII
	Kazalo slik	IX
	Kazalo prilog	XI
1	UVOD	1
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2	CILJ RAZISKOVANJA	2
1.3	DELOVNE HIPOTEZE	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	SPLOŠNO O STAVBNEM POHIŠTVU	3
2.2	POMEMBNI DEJAVNIKI ZA TRAJNOST LESENIH OKEN	4
2.2.1	Poznavanje lastnosti lesa	4
2.2.1.1	Fizikalne lastnosti	4
2.2.1.2	Mehanske lastnosti	4
2.2.1.3	Estetske lastnosti	4
2.2.1.4	Fizikalno kemijske lastnosti	4
2.2.2	Izbira lesa	5
2.2.3	Lepljen les	6
2.2.3.1	Proizvodnja lepljencev	6
2.2.4	Oblika profila	7
2.2.4.1	Vezi	7
2.2.4.2	Smer spoja (vodoravni, pokončni)	7
2.2.4.3	Zaščita spoja V	8
2.2.5	Vloga zaokroženih robov	9
2.2.6	Pomen zaščite spoja z utrjevalci lesa pred sestavo	10
2.2.7	Izbira ustreznih lepil pri impregniranih čepih	11
2.2.8	Ustrezna končna površinska zaščita	11

2.2.8.1	Lazure	12
2.2.8.2	Obnova premaza	13
2.2.9	Pokrivanje najbolj obremenjenih delov okna	13
2.2.9.1	Odkapnik na spodnjem delu okvirja	13
2.2.9.2	Krilni odkapnik	14
2.2.9.3	Poškodbe ob neuporabi odkapnikov	15
2.2.10	Montaža profilov na leseni del	16
2.2.11	Tesnjenje med steklom in lesom ter aluminijem	17
2.2.11.1	Trdilna tesnilna sredstva	17
2.2.11.2	Tesnilni materiali, ki ostanejo plastični (trajno plastični kit)	17
2.2.11.3	Tesnilni materiali, ki ostanejo elastični (trajno elastični kit) oz. tako imenovane zaporne mase	18
2.2.11.4	Postopki pravilne priprave površine in nanosa tesnilnega materiala	18
2.2.12	Pravilna vgradnja stavbnega pohištva	19
2.2.12.1	Klasična vgradnja	20
2.2.12.2	Vgradnja po RAL smernicah	21
2.2.12.2.1	Standardni i3 sistem	22
2.2.12.2.2	Novejši TwinAktiv ali Duo Inteligentni sistem	23
2.2.12.2.3	Illbruck illmod Trio (najsodobnejši način vgradnje po smernicah RAL)	23
3	MATERIALI IN METODE	25
3.1	PRIPRAVA OKENSKIH KRIL	25
3.2	PRIPRAVA VZORCEV ZA POSTOPEK POSPEŠENEGA STARANJA	29
3.3	METODE DELA	30
3.3.1	Merjenje dimenzij vzorcev	30
3.3.2	Tehtanje	31
3.3.3	Merjenje sijaja	31
3.3.4	Merjenje barve	32
3.4	UMETNO POSPEŠENO STARANJE	33
4	REZULTATI	36
4.1	MERJENJE DIMENZIJ	36
4.2	SPREMEMBE MASE	37

4.3	SPREMEMBE SIJAJA	38
4.4	SPREMEMBE BARVE	39
4.4.1	Spremembe barvnih koordinat pri smreki z mozničeno vezjo (SM)	39
4.4.2	Spremembe barvnih koordinat pri smreki s čepno vezjo (SČ)	40
4.4.3	Spremembe barvnih koordinat pri domačem macesnu z mozničeno vezjo (MDM)	41
4.4.4	Spremembe barvnih koordinat pri sibirskem macesnu s čepno vezjo (MSČ)	42
4.4.5	Barvne spremembe vzorcev	43
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	44
5.1	RAZPRAVA	44
5.1.1	Dimenzijske spremembe	44
5.1.2	Spremembe mase	45
5.1.3	Sprememba sijaja	46
5.1.4	Sprememba barve	48
5.1.4.1	Sprememba barvnih koordinat smreke z mozničeno vezjo (SM)	48
5.1.4.2	Sprememba barvnih koordinat smreke s čepno vezjo (SČ)	48
5.1.4.3	Sprememba barvnih koordinat domačega macesna z mozničeno vezjo (MDM)	48
5.1.4.4	Sprememba barvnih koordinat sibirskega macesna s čepno vezjo (MSČ)	49
5.1.4.5	Sprememba barve vzorcev	49
5.1.5	Splošna ocena	50
5.2	SKLEPI	51
6	POVZETEK	52
7	VIRI	53
7.1	CITIRANI VIRI	53
7.2	DRUGI VIRI	55
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Časovni potek postopka umetnega pospešenega staranja	35
---	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Učinki krčivne anizotropije (Torelli, 1989)	5
Slika 2: Najpogostejši materiali za lepljen les (od leve proti desni: smreka, kombinacija smreka/macesen, sibirski macesen, meranti, bor, hrast) (Hechenblaickner Holz & Furniere, informativno gradivo, 2010)	6
Slika 3: Način nanosa zaščitnega sredstva na spoje (Remmers, informativno gradivo, 2002)	8
Slika 4: Poškodbe na oknu zaradi slabe zaščite spojev	8
Slika 5: Formiranje filma premaznega sredstva na ostrem robu (levo) in zaokroženem robu R6 (desno)	10
Slika 6: Impregnacija kosov lesa (Stavbno pohištvo Polskava, informativno gradivo, 2008)	10
Slika 7: Vgradnja odkapnega profila na spodnji del okvirja podboja (Stemeseder, informativno gradivo, 2009)	14
Slika 8: Krilni odkapni profil (levo) in širok krilni odkapni profil (desno) (Stemeseder, informativno gradivo, 2009)	14
Slika 9: Lesena letev za pokrivanje kovinskega dela (Stemeseder, informativno gradivo, 2009)	15
Slika 10: Poškodbe zaradi pomanjkanja odkapne letve	15
Slika 11: Plastični distančniki med lesom in aluminijem	16
Slika 12: Posledica direktnega stika les – aluminij	16
Slika 13: Aluminijasti profili in zaključne kape	17
Slika 14: Zaporna fuga za tesnilni material (Leitz, informativno gradivo, 1999)	18
Slika 15: Infrardeči posnetki (hladnejša mesta obarvana modro, toplejša rdeče) (Grobovšek, 2007)	20
Slika 16: Notranja paronepropustna ovira (levo), sredinska toplotna in zvočna izolacija (sredina), zunanja parodifuzna ovira (desno) (Nemanič, 2008)	21
Slika 17: Opcija standardnega i3 sistema (Illbruck, informativno gradivo, 2009)	22
Slika 18: Delovanje standardnega i3 sistema (Illbruck, informativno gradivo, 2009)	22
Slika 19: TwinAktiv ali Duo Inteligentni sistem (Illbruck, informativno gradivo, 2009)	23
Slika 20: Illbruck illmond Trio sistem (Illbruck, informativno gradivo, 2009)	24
Slika 21: Element za čepno vez (levo), element za mozničeno vez (desno)	26
Slika 23: Oblivalna kabina	27
Slika 24: Polnilo za spoje »Remmers Fugenschutz«	28
Slika 25: Lakirna stena	28
Slika 26: Wagner sistem airmix za nanos laka	29

Slika 27: Epoksi premaz in primer nanosa premaza	30
Slika 28: Priprava za merjenje dimenzij vzorcev	30
Slika 29: Tehtanje vzorcev	31
Slika 30: Merilnik za merjenje sijaja	31
Slika 31: Prikaz mest, na katerih smo merili sijaj	32
Slika 32: Merilnik za merjenje barve in mesta merjenja	33
Slika 33: CIELAB sistem (Kričej, 2006)	33
Slika 34: Komora za umetno pospešeno staranje lesa	34
Slika 35: Delovanje komore (svetloba in infrardeči grelci)	34
Slika 36: Delovanje komore (šobe za razprševanje vode)	35
Slika 37: Povprečne spremembe dimenzij vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ	36
Slika 38: Sprememba mase vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ.	37
Slika 39: Sprememba sijaja vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ	38
Slika 40: Sprememba barvnih koordinat vzorcev smreke z mozničeno vezjo	39
Slika 41: Sprememba barvnih koordinat vzorcev smreke s čepno vezjo	40
Slika 42: Sprememba barvnih koordinat vzorcev domačega macesna z mozničeno vezjo	41
Slika 43: Sprememba barvnih koordinat vzorcev sibirskega macesna s čepno vezjo	42
Slika 44: Barvna razlika vzorcev SM, SČ, MDM in MSČ	43
Slika 45: Večanje razpoke na vzorcu	44
Slika 46: Poškodba na površini domačega macesna (zgoraj levo), nepravilno zaščiten spoj (zgoraj desno), dimenzijske spremembe vzorcev (spodaj levo)	46
Slika 47: Smolne kapljice pri smreki	47
Slika 48: S prostim očesom vidne dimenzijske spremembe lesa (levo) in razpoke na površini (desno)	47
Slika 49: Smolni izcedek (levo) in razpoke (desno)	49

KAZALO PRILOG

Priloga A

Spremembe dimenzij vzorcev SM (smreka moznik)

Spremembe dimenzij vzorcev SČ (smreka čep)

Spremembe dimenzij vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Spremembe dimenzij vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

Priloga B

Sprememba mase vzorcev SM (smreka moznik)

Sprememba mase vzorcev SČ (smreka čep)

Sprememba mase vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Sprememba mase vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

Sprememba mase vzorcev SM, SČ, MDM, MSC

Priloga C

Spremembe sijaja vzorcev SM (smreka moznik)

Spremembe sijaja vzorcev SČ (smreka čep)

Spremembe sijaja vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Spremembe sijaja vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

Sprememba sijaja vzorcev SM, SČ, MDM, MSC

Priloga D

Barvne spremembe vzorcev SM (smreka moznik)

Barvne spremembe vzorcev SČ (smreka čep)

Barvne spremembe vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Barvne spremembe vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

1 UVOD

Les je naraven material in že od nekdaj so bila lesena okna odlična izbira. Lesena okna dihajo in dajo prostoru plemenit videz in toplino. Ker je les nastajal ob velikih temperaturnih nihanjih, je ta temperaturna nihanja sposoben prenašati, medtem ko lahko polivinil klorid (PVC) pri nizkih temperaturah in večjih silah poka. Znano je, da v Evropski uniji (EU) prepovedujejo vgradnjo PVC oken v objekte, kjer se zadržuje veliko ljudi, saj v primeru požara prihaja do sproščanja zdravju škodljivih snovi. Tudi pri recikliranju ima les kot naraven material veliko prednosti pred PVC in aluminijastimi okni.

Les oziroma gozdovi namreč predstavljajo ponor CO₂. Dolgoročno bo operativni program za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v celotno bilanco emisij vključeval tudi ogljik, ki je vezan v lesenih izdelkih, saj predstavlja bistveni zamik pri sproščanju CO₂ v ozračje. Zato je smiselno spodbujati tudi povečevanje vgradnje tovrstnih izdelkov, njihovo uporabo, kakovost in trajnost. Nenazadnje se pri proizvodnji 1 m³ PVC materiala, katerega surovina je fosilnega izvora, v ozračje spusti skoraj 5 ton CO₂, pri aluminiju pa več kot 25 ton. Nasprotno pa 1 m³ lesa med nastajanjem in fotosintezo veže 0,9 tone CO₂, izdelek v uporabi pa nadaljnjo 1,1 tona, torej 1 m³ lesenega izdelka zmanjša količino CO₂ v ozračju za 2 tona. Za izdelavo lesenih oken je potrebno kar sedemkrat manj energije kot za izdelavo PVC oken, katerih energijska bilanca in ocena izdelka v njegovem življenjskem krogu je bistveno slabša od lesenih. Leseni izdelki so trajnejši, imajo daljšo življenjsko dobo, kar pomeni, da med dolgoletno uporabo skladiščijo CO₂ in tako pripomorejo k njegovemu znižanju v ozračju (Eko sklad, 2010).

V tej nalogi bomo predstavili dejavnike, ki vplivajo na obstojnost vodnih barv in posledično tudi na trajnost lesenega okna. Raziskovalna hipoteza, ki jo želimo potrditi, je, da za obstojnost vodnih barv ni ključen samo kvaliteten tehnološki postopek nanašanja, temveč tudi ostali dejavniki. Ti se nanašajo na pravilno konstrukcijsko in površinsko pripravo za lakiranje, montažo profilov na leseni del, tesnjenje med lesom in ostalimi materiali okna, ustrezno vgradnjo (eden najpomembnejših dejavnikov) in pravilnim vzdrževanjem ter obnavljanjem vodnih barv.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Izdelava in konstrukcija okenskih profilov se spreminja zaradi novih estetskih ter funkcionalnih zahtev. Vse več uporabnikov se odloča za okna, pri katerih obnavljanje

površinskega premaza ni potrebno. Zaradi tega dejstva ter zaradi agresivnega reklamiranja PVC oken le-ta na tržišču prevzemajo vodilni delež. Les kot naravni material za izdelavo oken pa je potrebno do neke mere vzdrževati, saj se lahko hitro pojavijo poškodbe, ki so lahko posledica slabe površinske obdelave, mehanskih obremenitev, nepravilne vgradnje in ostalih nepravilnosti. Največ poškodb na površinsko obdelanih lesenih oknih se med uporabo pojavi na spodnjih delih okenskega krila in podboja, predvsem na kotnih vezeh oz. spojih.

1.2 CILJ RAZISKOVANJA

Cilj naše raziskave je, da ugotovimo, kako konstrukcija okna vpliva na oprijem in trajnost površinske zaščite stavbnega pohištva. Na podlagi rezultatov raziskave z umetnim staranjem bomo predlagali konstrukcijske rešitve kotnega spoja okenskega krila, ki bi lesenemu oknu podaljšale potrebne intervale med obnavljanjem premaznega sistema ter s tem življenjsko dobo izdelka. Zato bi bila lesena okna s predlaganimi konstrukcijskimi rešitvami kotnega spoja tudi v prihodnje zanimiva ter konkurenčna oknom iz ostalih materialov, tako funkcionalno kot tudi estetsko.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Menimo, da izvedba kotne vezi pri okenskem krilu močno vpliva na njeno odpornost proti umetnemu pospešenemu staranju. Predvidevamo, da se bo izmed več preskušanih vezi vsaj ena pokazala za ustrežnejšo. Predvidevamo, da se bodo kotne vezi iz macesnovega lesa boljše obnesle. Menimo tudi, da bodo čepne vezi pokazale prednosti pred možnično vezjo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SPLOŠNO O STAVBNEM POHIŠTVU

Osnovna naloga stavbnega pohištva, na podlagi katere izberemo tudi dimenzije, je dovajanje in vstopanje dnevne svetlobe v notranjost objekta, vizualen stik z okolico, zagotavljanje toplotnega ugodja, zaščita pred vodo in vlago, primerna raven hrupa, varnost, estetske (notranji, zunanji prostor) in mehansko tehnične zahteve (trajnost, odpornost), potreba po prehodnih odprtinah ter prezračevanju. Tehnologija izdelave, obdelave in oblikovanja stekel nam danes omogoča zelo bogato izbiro dimenzij, prosojnosti, toplotne izolativnosti, zvočne izolativnosti in barv. Praktično neomejeno možnosti imamo tudi pri izbiri materialov, dimenzij in oblik okenskih okvirjev, kot nosilcev okenskih stekel. Medtem ko je tehnologija izdelave okvirjev in stekel nekoč omogočala le lesene okvirje manjših dimenzij, lahko danes izbiramo med plastičnimi, kovinskimi, kombiniranimi, barvanimi in plastificiranimi okenskimi okvirji najrazličnejših oblik. Okovja, vgrajena v okenske okvirje, omogočajo odpiranja oken na različne načine, s tem pa lahko svetlobne odprtine v zunanji steni uporabimo tudi za prezračevanje prostorov ali kot servisno odprtino. S pomočjo tesnil na okvirjih preprečujemo vdor zunanjemu zraku v objekt, ko so okna ali vrata zaprta (Sora, informativno gradivo, 2009).

Kljub vsem prednostim, ki jih z okni na objektu pridobimo, pa ne smemo pozabiti tudi na negativne posledice njihove vgradnje. Glede toplotne izoliranosti objekta, predstavljajo okna (okvir in zasteklitev) določeno oslabitev. Pozimi so toplotne izgube večje kot skozi izolirano zunanjo steno, poleti pa skozi okna vstopa v prostore objekta več toplote, kot skozi ostale dele objekta. Čeprav je kakovost izdelave okenskih in vratnih okvirjev ter stekel vedno boljša, ta slabost še vedno ni popolnoma odpravljena. Oslabitev varnosti objekta predstavlja drugo pomanjkljivost oken, vrat in zastekljenih površin. Medtem ko običajna okovja za zapiranje oken in vrat nudijo zadovoljivo varnost, omogočajo običajna dvoslojna stekla relativno enostaven vstop nepovabljenim gostom. Naložba v neprebojna stekla oz. stekla odporna proti udarcem, pa je zaradi visoke cene še vedno ekonomsko vprašljiva (Eckhard in sod., 2008).

2.2 POMEMBNI DEJAVNIKI ZA TRAJNOST LESENIH OKEN

2.2.1 Poznavanje lastnosti lesa

2.2.1.1 Fizikalne lastnosti

Fizikalne lastnosti, ki vplivajo na trajnost lesenih oken so krčenje in nabrekanje (delovanje lesa), gostota in teža, trajnost lesa in vlažnost lesa. V času rasti ima les v sebi 40 % do 60 % proste in vezane vode, na zraku posušen približno 15 % in tehnično posušen les okoli 6 % do 12 % vlage, odvisno od namena uporabe. Nezaželena lastnost lesa pa je krčenje in nabrekanje. Zelo delujoči lesovi so bukev, češnja, srednje delujoči so hrast, kostanj; malo delujoči pa so smreka, macesen in topol. Poznamo pa tudi zelo malo delujoče vrste lesa, to so eksotične vrste (meranti, tik, agba). Običajno so lesena okna iz gostejših lesov trajnejša. Gostota zračno suhega lesa hrasta znaša 470 kg/m^3 , macesna 470 kg/m^3 , smreke 470 kg/m^3 , merantija od 450 kg/m^3 do 590 kg/m^3 . Hrast, meranti, macesen, domači kostanj, brest in drugi eksotični lesovi so zelo trajni, tako na zraku kot tudi v vodi. Malo manj trajni pa so smreka, javor, bukev in češnja (Gorišek, 2009).

2.2.1.2 Mehanske lastnosti

Mehanske lastnosti, ki vplivajo na trajnost lesenih oken so trdnost, trdota in cepljivost. Trdnost je odpor lesa pri lomu; trdota pa je odpor, ki ga lahko razumemo kot lastnost, če eno telo vtiskamo v drugo telo. Trdnost služi predvsem v namene gradbenih konstrukcij. Smreka spada med mehke lesove, sledita ji macesen in meranti, medtem ko med trde lesove štejemo hrast, oreh in javor. Cepljivost lesa je nezaželena lastnost lesa v mizarstvu. (Gorišek, 2009).

2.2.1.3 Estetske lastnosti

Vsi lesovi se med seboj razlikujejo po različnih teksturah in barvi. Med zelo estetske lesove za proizvodnjo stavbnega pohištva spadajo macesen, meranti in druge eksotične vrste (Gorišek, 2009).

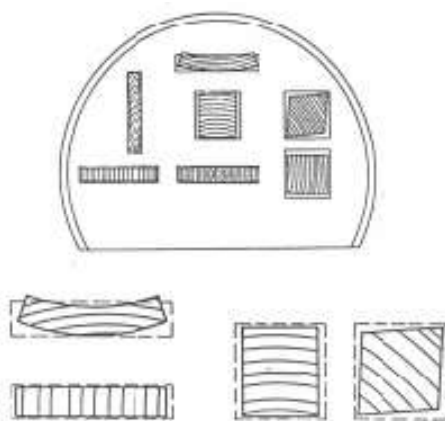
2.2.1.4 Fizikalno kemijske lastnosti

Fizikalno kemijske lastnosti, ki vplivajo na trajnost lesenih oken so gorljivost in odpornost lesa proti zunanjim vremenskim in kemičnim vplivom. Les v primerjavi z betonom nudi

boljšo odpornost proti ognju. Poogleneli del lesa naredi zaščitni obroč okoli nedotaknjene sredice, ki v primeru porušitve prevzame večje obremenitve v primerjavi z betonom. Les ima v primeru požara velike prednosti tudi pred PVC. Pri gorenju PVC namreč oddaja pline, ki škodljivo vplivajo na zdravje ljudi in okolje. Odpornost lesa proti zunanjim vremenskim in kemičnim vplivom dosežemo z ustrežno površinsko obdelavo lesa. Nekatere vrste lesa ne potrebujejo nobene površinske zaščite, saj sčasoma les sam ustvari zaščitni sloj. Spremeni se njegov zunanji videz, ostale mehanske lastnosti pa ostanejo nespremenjene. Take lastnosti ima macesen, ki ga po navadi barvamo le zaradi estetskih zahtev. Na podlagi poznavanja vseh teh lastnosti lesa, se lahko odločimo, kakšne vrste lesa bomo na določenem mestu uporabili za izdelavo okvirjev (Gorišek, 2009).

2.2.2 Izbira lesa

Za izdelavo lesenih okvirjev je treba upoštevati nestabilnost (delovanje) lesa, ki se kaže v spreminjanju oblike in dimenzije. Delovanje lesa temelji na različni vsebnosti vode, ki jo les veže, in temperature. Pri različni zračni vlagi in temperaturi les spreminja količino vezane vode, s tem pa tudi obliko in dimenzijo. Pravimo, da se krči oz. nabreka. Giblje se v aksialni, radialni in tangencialni smeri in sicer približno v razmerju 1:10:20. Krčenje lesa, kot posledica njegovega delovanja, je različno odvisno od vrste lesa, njegove rasti in je približno 0,3 % v aksialni, 5 % v radialni in 10 % v tangencialni smeri (slika 1) (Torelli, 1989).



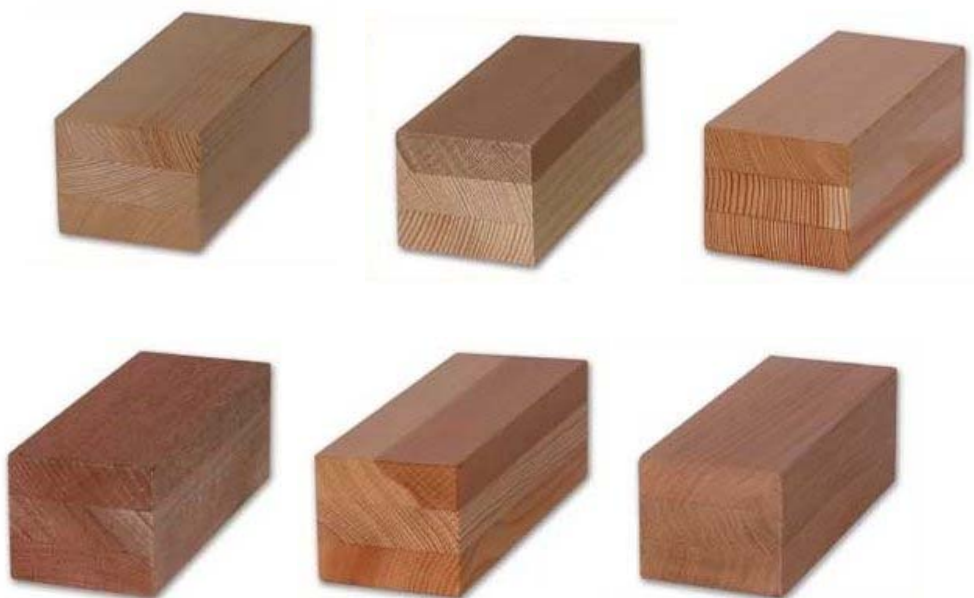
Slika 1: Učinki krčitvene anizotropije (Torelli, 1989)

Za izdelavo okvirjev je primeren samo les enakomerne rasti (ponavadi hlodovina velikih dimenzij), biti mora stabilen in čim bolj odporen proti glivam in insektom, vremenskim vplivom in mehanskim obremenitvam. Les mora biti zadosti trden, mora se ga dobro obdelovati, impregnirati in premazovati (brizgati). Poleg tega mora biti tudi v naravnem

stanju dobrega (zdravega) videza. V veliki meri imajo take lastnosti: smreka, macesen (sibirski), bor, meranti, tik, sekvoja, agba, lauan. Velik del lesa za okvirje izdelamo, predvsem zaradi oblikovne stabilnosti, iz slojnega lesa, ki je navadno sestavljen paralelno ali križno, vendar to bolj redko (Torelli, 1989).

2.2.3 Lepljen les

Lepljenec je kos zlepljenega lesa, ki ga zlepimo, da se les stabilizira (slika 2), pri tem pa pridobimo večjo trajnost in odpornost lesa, zato se izdelki iz takega lesa ob vremenskih spremembah ne krivijo, imajo večjo stabilnost, odpornost in lepši izgled (Hechenblaickner Holz & Furniere, informativno gradivo, 2010).



Slika 2: Najpogostejši materiali za lepljen les (od leve proti desni: smreka, kombinacija smreka/macesen, sibirski macesen, meranti, bor, hrast) (Hechenblaickner Holz & Furniere, informativno gradivo, 2010)

2.2.3.1 Proizvodnja lepljencev

Največ se proizvaja lepljen les iz lesa smreke, macesna (slovenski, sibirski), merantija, bora in hrasta. Običajne mere lepljenega lesa znašajo 72 mm, 82 mm, 88 mm, 96 mm po debelini in vse do 176 mm po širini. Zlepljeni so z vodoodpornim lepilom iz 3 lamel, 4 ali

celo več lamel. Namenjeni so predvsem za izdelavo oken in vrat, lahko pa jih uporabimo tudi v druge namene.

Pri lepljenem lesu za stavbno pohištvo moramo biti pozorni na ustrezno vlažnost lesa pred lepljenjem, pravilno izbiro lepila (pogosto v uporabi RAKOLL GXL 4), postopek lepljenja in pravilno postavitev strukture lesa (zunanja stran lepljenca naj bo gosta, medtem ko je notranja lahko redkejša). Lepljenec se mora pred nadaljnjo obdelavo (skobljanje) obvezno aklimatizirati, saj lahko v nasprotnem primeru pride do dimenzijske deformacije (krivljenje) (KAR-LES, informativno gradivo, 2009)

2.2.4 Oblika profila

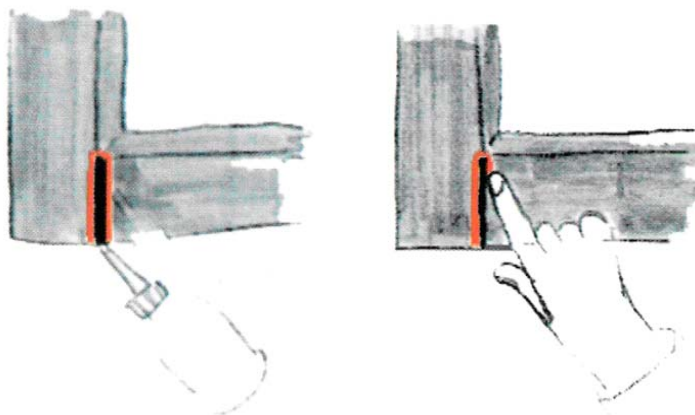
2.2.4.1 Vezi

Navadno pri oknih uporabljamo čepne vezi. Pri debelini okvirja več kot 50 mm predvidimo dva čepa, tako imenovano dvojno čepno vez. Pri zelo debelih profilih lahko naredimo tudi tri čepe. Vedno več pa se uporablja tudi mozničena vez, predvsem zaradi enostavne izvedbe ter prihranka lesa. Dobra lepila zagotavljajo zadostno trdnost lesa. Če profili za pokončnike in prečnike niso natančno izdelani, lahko pride do loma stekla in do netesne priključne fuge med krilom in podbojem. Na ravnost in natančnost kotne vezi okvirja vplivajo vrsta stika in zgornji sloj lesa za okvir, natančnost pri izdelovanju, uporabljeno orodje, kvaliteta orodja in kakovost stroja, ki ga uporabljamo (Eckhard in sod. 2008).

2.2.4.2 Smer spoja (vodoravni, pokončni)

Spoji se pri podbojih pojavljajo v prečni smeri, saj so utori za čepe navadno na prečnikih. Pri krilih se pojavljajo pokončni spoji, ker so utori za čepe na pokončnikih. Spoj v vodoravni smeri se je v preteklosti veliko uporabljal zaradi delitve čepov in zarez na podboju oziroma krilu. Danes se zaradi potrebe po kombinaciji fiksnih, polfiksnih in polodpirajočih oken pojavljajo navpični spoji. To pomeni, da lahko uporabljamo elemente krila in podboja v različnih kombinacijah, kot so fiksno okno v klasičnem oknu, razni naložni sestavi in križi. Zaradi tega lahko nastane problem odtekanja vode po spoju, kjer čelni les vpija vlago. Pri prečnem spoju voda hitro odteče, medtem ko pri navpičnem spolzi po celem spoju in je zato nevarnost vpijanja vlage večja. Zato moramo čelni les na spojih obvezno zaščititi s sredstvi, ki jih predpisuje proizvajalec površinskih premazov (slika 3). Nanesemo jih na vse spoje, še posebej na pokončne in nato s prstom porežemo, da oblikujemo spoj iz prvotnega (V spoja), v končni (U spoj), ki omogoča boljše prileganje

premaznega sredstva. Če čelni les ni zaščiten, lahko pride do vdora vlage v les, kar pomeni razvoj lesnih škodljivcev in odstopanje premaza (slika 4) (Knehtl, 1998).



Slika 3: Način nanosa zaščitnega sredstva na spoje (Remmers, informativno gradivo, 2002)



Slika 4: Poškodbe na oknu zaradi slabe zaščite spojev

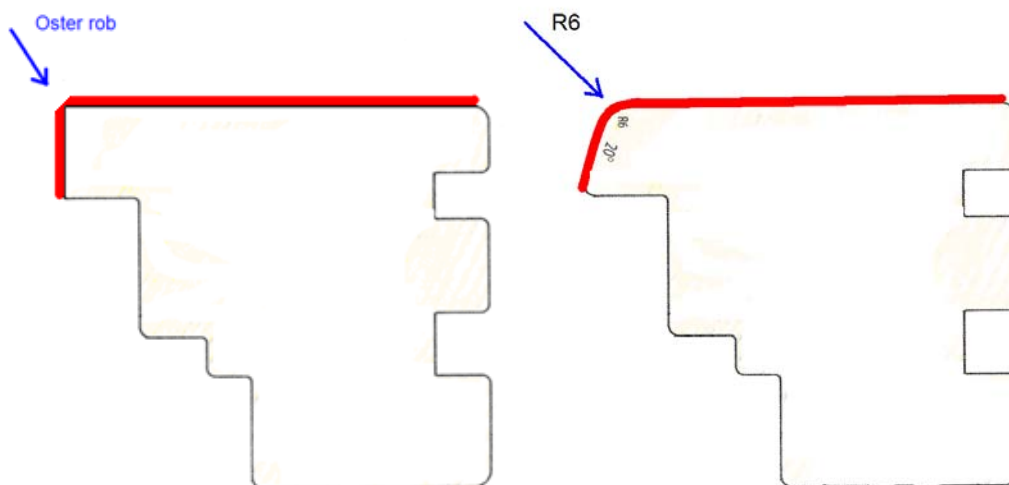
2.2.4.3 Zaščita spoja V

Za izboljšanje zaščite kotnega spoja V se v zadnjih letih uporablja različna sredstva, ki delujejo na principu tvorbe površinske polimerne mase na lesu ali lokalni impregnaciji ter zamašitvi transportnih poti za vodo na tem delu prečnega prereza lesa. Ta sredstva proizvajalci stavbnega pohištva nanašajo na kritično območje spoja po lepljenju, običajno ročno pred nanosom osnovnega premaza ali po njem (Knehtl, 1998).

Naravna izpostava okenskih okvirjev je potrdila pozitiven vpliv obdelave področja spoja V na trajnost lesenih oken, saj ta dodatna zaščita zmanjšuje nihanje lesne vlažnosti v bližini kotnega spoja tudi do 50 % v primerjavi z vzorci brez te zaščite. Ta pozitiven učinek se pokaže le v primeru, ko je bil kotni spoj v celoti strokovno zalepljen. Če je premalo ali celo nič lepila v območju prsnega stika med prečnikom in pokončnikom, tudi sama zaščita spoja V ne daje trajne zaščite pred odpiranjem kotnih spojev in nastankom predčasnih poškodb zaradi vode. Tudi pri nekaterih sredstvih za zaščito spojev V obstaja poleg vodoodbojne učinkovitosti problem kompatibilnosti s premaznim sredstvom (madeži), zato priporočajo sredstva, ki so ustrezno testirana in sodijo k določenemu proizvajalcu (Knehtl, 1998).

2.2.5 Vloga zaokroženih robov

Primerna in skrbna priprava površin je prvi pogoj za tehnično in estetsko neoporečno površinsko obdelavo. V prvi fazi imajo velik pomen postopki čiščenja površine, odstranjevanje in krpanje smol ter smolnih žepov, obdelava ostankov lepila, kiti in kitanje ter brušenje. Velik pomen za dober in kvaliteten oprijem premaznega sredstva pa imajo kvalitetno obdelani robovi. Standard DIN 68121 : 1993, predpisuje radij R6 ter kot 20° pri okenskem profilu. Pri obdelovancu, ki ima oster rob, se premazno sredstvo ne prime na rob oziroma ga zaradi premajhnega radija ni mogoče nanesti. Tak obdelovanec ni dobro zaščiten, saj je film premaznega sredstva na vogalu prekinjen. Tako je na tem delu pri izpostavitvi vremenskim razmeram popolnoma nezaščiten. Pri obdelovancu z večjim radijem pa je film premaznega sredstva lepo enakomerno razporejen po površini in robu. Zato je tak obdelovanec zaščiten v celoti in odporen proti vremenskim vplivom (slika 5) (Eckhard in sod., 2008).



Slika 5: Formiranje filma premaznega sredstva na ostrem robu (levo) in zaokroženem robu R6 (desno)

2.2.6 Pomen zaščite spoja z utrjevalci lesa pred sestavo

Eden od zelo pomembnih dejavnikov zaščite lesa je ta, da izvajamo impregnacijo lesa, ko je okno še v kosih, torej še ni zlepljeno. Vsak kos lesa impregniramo dvakrat oziroma kakor zahteva proizvajalec premaznega sredstva. S tem dosežemo, da je v celoti zaščiten tudi čep, kar pri starejših in večinoma tudi današnjih sistemih (okvirji se namakajo potem, ko so že zlepljeni) ni mogoče. Trajnost okna se s tem načinom proizvodnje zelo poveča. Prav tako pa moramo po sestavi nanesti zaščitno sredstvo na spoje, saj les kljub impregnaciji še vedno črpa vlago (slika 6) (Stavbno pohištvo Polskava, informativno gradivo, 2008).



Slika 6: Impregnacija kosov lesa (Stavbno pohištvo Polskava, informativno gradivo, 2008)

2.2.7 Izbira ustreznih lepil pri impregniranih čepih

Pri lepljenju okenskih okvirjev se pogosto uporablja lepilo RAKOLL GXL 4. To lepilo uporabljamo za lepljenje okvirjev, katerih čepi niso predhodno zaščiteni z zaščitnimi sredstvi. Če pa imamo čep impregniran, moramo paziti, da izberemo ustrezna lepila, ki so namensko izdelana za lepljenje površin, ki so predhodno impregnirane. Zelo veliko je v uporabi KLEIBERIT 303,0. To je visoko kvalitetno PVA lepilo odporno na vlago in se uporablja za lepljenje različnih vrst lesa z učinkom D3, z dodatkom trdilca doseže kvaliteto D4 (Kleiberit adhesives, informativno gradivo, 2010).

2.2.8 Ustrezna končna površinska zaščita

Na zunanjih straneh so okna in vrata izpostavljena vremenskim vplivom, dežju, UV žarkom in večjim ali manjšim temperaturnim spremembam. Neobdelana površina se zato postara. Proces staranja poznamo tudi pod imenom sivenje lesa. UV žarki poleg tega povzročajo razpad lesnih celic na površini, ki jih lahko tudi dež lažje izpira. Tak razpad lesnih celic je še najbolj opazen na ranem lesu. Tako dobimo s časom neenakomerno obdelano površino lesa. S stalnimi spremembami klimatskih sprememb nastajajo večji problemi pri oknih v kotih na spojih lesa. Les deluje, reže na spojih nezaščiteneh oken se vedno bolj odpirajo (Bitzinger, 2001).

Zahteve za pravilno površinsko obdelavo gradbenega pohištva so zaradi vplivov podnebja v glavnem v tem, da zaščitimo les pred propadanjem in da les kljub temu še lahko diha oziroma se razteza in krči. Od tu naprej lahko s pravilno konstrukcijo okenskega krila preprečimo vdor in zastajanje vode v lesnih kapilarah. Kite naj bi uporabljali čim manj, ker imajo le-ti kratkoročno delovanje in dolgoročno ne izboljšajo nobene konstrukcije. Da bi preprečili prodiranje vlage v les in njeno zastajanje pod površino, kjer je les zaščiten, mora biti tako zunanja kot notranja stran oken in vrat enakomerno površinsko zaščiteni. To velja tudi za okvire oken in vrat (Bitzinger, 2001).

Glavni kriteriji za izbor pravilne vrste površinske zaščite so obstojnost proti UV žarkom, vodoodbojnost, termoplastične lastnosti, da se material razteza skupaj z lesom, in možnost debelejšega nanosa za dolgoročno zaščito. Poleg tega ne smemo pozabiti dejstva, da morajo biti materiali tudi taki, da z njimi lahko delamo. Kupec si želi iz dneva v dan večjo izbiro barvnih tonov. Lazurni laki iz dneva v dan bolj izpodrivajo bele prekrivne zaključne premaze. Ti materiali morajo hkrati tudi preprečevati možno zlepljanje okenskih kril s podboji tudi pri visokih temperaturah (Bitzinger, 2001).

Če so izpolnjeni vsi pogoji, ki so potrebni za dober oprijem premaznega sredstva, lahko začnemo s postopkom površinske zaščite lesa. Sam postopek je seveda odvisen od proizvajalca, ki nam mora ob materialu posredovati tudi zaporedje postopkov nanašanja premaznega sredstva. Najprej je priporočljivo les impregnirati z biocidno raztopino, ki les ščiti pred lesnimi škodljivci. Površinsko pa okvirje oken in vrat obdelamo z okolju prijaznimi lazurami ali prekrivnimi premazi v različnih barvnih niansah. Pri obdelavi z lazurnimi premazi (les pod premazom je viden) se lahko posamezni deli okna in vrat nekoliko razlikujejo. Razlike nastanejo zaradi naravnih lastnosti lesa (barva, struktura, sposobnost vpijanja itd.). Vremensko najobstojnejši so beli prekrivni in srednje rjavi lazurni premazi. Zelo svetli in temni lazurni ali prekrivni premazi so vremensko slabše obstojni. Svetlejši zaradi slabega UV filtra, temnejši zaradi prevelikega segrevanja z UV svetlobo. Trajnost premaza je odvisna od kvalitete nanosa premaznega sredstva in izpostavljenosti oken vremenskim vplivom, barvnega tona ter rednega in pravočasnega vzdrževanja površine premaza. Ob ustrezni konstrukcijski zaščiti vgrajenih oken (umaknjenost v fasado, nadstrešek) ter rednem in pravočasnem vzdrževanju po navodilih za vzdrževanje, ohranijo okna dolga leta svojo funkcionalnost in lep estetski videz (Remmers, informativno gradivo, 2002).

2.2.8.1 Lazure

Lazure so transparentni, prosojni ali s pigmenti opremljeni premazi, ki so ali brezbarvni ali spreminjajo barvo lesa, pri čemer je tekstura lesa še prepoznavna. Pigmenti, ki jih vsebuje lazura, ščitijo les pred UV žarki oz. pred posivenjem. Zaščitna sredstva za les, ki jih lazura tudi deloma vsebuje, pa ščitijo les pred glivami in insekti. Premazna plast dobro odbija vodo in je elastična. Lazure so premazi, ki vsebujejo veziva na osnovi alkidnih smol ter oksidativno sušičih olj, naraščajoč pomen pa dobivajo z vodo razredčeni akrilati. Poznamo torej lazure, ki jih redčimo s topili in z vodo. Zadnje imenujemo tudi lazurne disperzije. Vsebnost suhe snovi je 20 % do 40 % in pogosto vodi k temu, da pri nanosu nastane samo tanek premazni film, ki pri zunanji uporabi odbija kapljajočo tekočo vodo (deževnico), prepušča pa vodne hlape. Ustrezno tankim slojem lazurnih premazov pravimo tudi premazi z odprtimi porami ali premazi, ki dihajo. Že pri majhni debelini filma sprejemajo vlago iz lesa v obliki vodne pare in jo spet oddajajo. Razlikujemo impregnacijske in lak lazure. Impregnacijske lazure, tako imenovane tankoslojne lazure ali lazure za zaščito lesa so praviloma nizkoviskozne lazure z nizko vsebnostjo suhe snovi. Penetracija teh lazur je dobra, prodirajo od 1 mm do 3 mm globoko v les, zaščitna sredstva za les se tako nahajajo v lesu in ne na površini. Sloj posušenega filma je po trikratnem nanosu lazure debel med 15 µm in 25 µm. Film tako ni zaprt, površina sicer vodo odbija, stavbni element pa ne obdrži svojih mer. Ponovna obdelava površine je potrebna po enem do dveh letih. Lak

lazure, tako imenovane debeloslojne lazure, so lazure z višjo viskoznostjo in višjo vsebnostjo suhe snovi. Debelina suhega filma je po trikratnem nanosu okoli 60 µm. Za stavbne elemente je debelina sloja najmanj 60 µm. Praviloma nanašamo 300 µm mokrega filma, to je 180 µm suhega filma. Premazni film teh lazur vremenski vplivi razmeroma počasi razgradijo, ponovna obdelava je potrebna po več letih.

Lazure na stavbno pohištvo praviloma nanašamo s čopičem, potapljanjem in končnim brizganjem. Nanašamo tri ali štiri plasti z vmesnim sušenjem in brušenjem. Pri tem je lahko maksimalna vsebnost vlage lesa ≤ 12 %. Površina lazurnih slojev je motna do svilnato motna. Oprijemanje, elastičnost, trdota, odpornost proti obrabi in obstojnost proti kemikalijam so zadovoljive (Eckhard in sod., 2008).

2.2.8.2 Obnova premaza

Obnova premaza je potrebna tedaj, ko je premaz zaradi erozije ali nezadostnega vzdrževanja izgubil zaščitno in estetsko funkcijo (premaz je razpokan, se lušči, vogalni spoji so odprti, les je razpokan). Obnova premaza zajema odstranitev premaza, ki je razpokan ali se lušči, pripravo lesa z brušenjem do zdrave, čvrste podlage, zapolnitev odprtih vogalnih spojev in razpok lesa z dvokomponentnim kitom, impregnacijo lesa z biocidno impregnacijo ustrezne nianse, barvanje poškodovane površine z debeloslojnim akrilnim premazom in barvanje celotne površine zunanjega dela okna z debeloslojnim akrilnim premazom (Remmers, informativno gradivo, 2002).

Nega premaza zajema:

Površinski premaz oken redno negujemo z negovalnim sredstvom, ki ga na očiščeno in osušeno površino premaza nanese s krpo ali gobo dvakrat letno. Negovalno sredstvo daje površini premaza tanek zaščitni sloj, premazu vrne sijaj, poveča vodoodbojnost površine in upočasni naravno razgradnjo premaza. Redna nega z negovalnim sredstvom podaljša presledke med vzdrževalnim premazovanjem (Remmers, informativno gradivo, 2002).

2.2.9 Pokrivanje najbolj obremenjenih delov okna

2.2.9.1 Odkapnik na spodnjem delu okvirja

Veliko pozornosti je treba posvečati tudi odkapnim profilom. Z vgradnjo odkapnega profila na spodnji del okenskega okvirja zaščitimo najbolj izpostavljene dele okna pred

neugodnimi vremenskimi vplivi. Starejši odkapni profili so bili ozki, okoli 17 mm, danes pa uporabljamo vse širše odkapne profile, široke tudi več kot 25 mm. Z večanjem širine odkapnih profilov se poveča vodna komora, kar omogoča hitrejše odtekanje vode in boljše zračenje steklitvene brazde. Lažje in enostavnejše je tudi čiščenje profila (slika 7) (Stemeseder, informativno gradivo, 2009).



Slika 7: Vgradnja odkapnega profila na spodnji del okvirja podboja (Stemeseder, informativno gradivo, 2009)

2.2.9.2 Krilni odkapnik

Krilni odkapnik vgrajujemo na krila okna in sicer na najbolj izpostavljen del krila, to je spodnji prečnik krila. Tako je spodnji rob prečnika okna zaščiten. Zaščita tega dela okna je zelo pomembna, saj tu voda s celotne površine stekla odteka na omenjeni del in v primeru, da tu ni aluminijastega odkapnika, izpira površinski premaz. Poleg tega ima voda zaradi velike površine stekla ob hudih nalivih še določeno hitrost in je izpiranje premaza še intenzivnejše. Širok krilni odkapnik pa zaščiti celoten spodnji prečnik krila in tudi pokončno fugo, ki nastaja na spoju pokončnika in prečnika. Tako je spodnji del okna v celoti zaščiten in govorimo lahko o tako imenovanem alu oknu v malem. Trajnost premaza in samega okna se s tem odkapnikom bistveno podaljšata in to z zanemarljivimi stroški (slika 8) (Stemeseder, informativno gradivo, 2009).



Slika 8: Krilni odkapni profil (levo) in širok krilni odkapni profil (desno) (Stemeseder, informativno gradivo, 2009)

Vse vrste odkapnikov so dobavljive v osnovni rjavo eloksirani, srebrno eloksirani in beli barvi. V posebnih primerih na željo kupcev so dobavljivi tudi odkapniki, lakirani po RAL barvni karti.

2.2.9.3 Poškodbe ob neuporabi odkapnikov

Za tiste, ki jih kovinska odkapna letev na lesenem oknu moti, pa obstaja rešitev v obliki odkapnika, ki se pokrije z leseno letvijo, tako da z zunanje strani kovinske letve ni videti (slika 9) (Stemeseder, informativno gradivo, 2009).



Slika 9: Lesena letev za pokrivanje kovinskega dela (Stemeseder, informativno gradivo, 2009)

Lesena odkapna letev je sicer dobra estetska rešitev, vendar se tu pojavi problem nezaščitenega lesa. Zato moramo v primeru, da nimamo vidnih krilnih odkapnikov, oziroma da imamo lesene odkapne letve, skrbeti za nezaščitene dele. Če nezaščitenih površin ne vzdržujemo redno, lahko pride do neljubih poškodb, ki vodijo v razpad okna (slika 10).



Slika 10: Poškodbe zaradi pomanjkanja odkapne letve

2.2.10 Montaža profilov na leseni del

Pri montaži odkapnih profilov moramo biti pazljivi, da ne pride do neposrednega stika med kovinskim in lesenim delom. To je potrebno zato, ker se kovinski del, ponavadi je temno rjave barve, občutno bolj segreje in dosega temperature tudi čez 60 °C. Če sistem ni ločen s posebnimi plastičnimi distančniki (slika 11), lahko pride do poškodbe površine premaznega sredstva in v takem primeru do večje poškodbe, kot če profila ne bi uporabili. (slika 12) (Stemeseder, informativno gradivo, 2009).

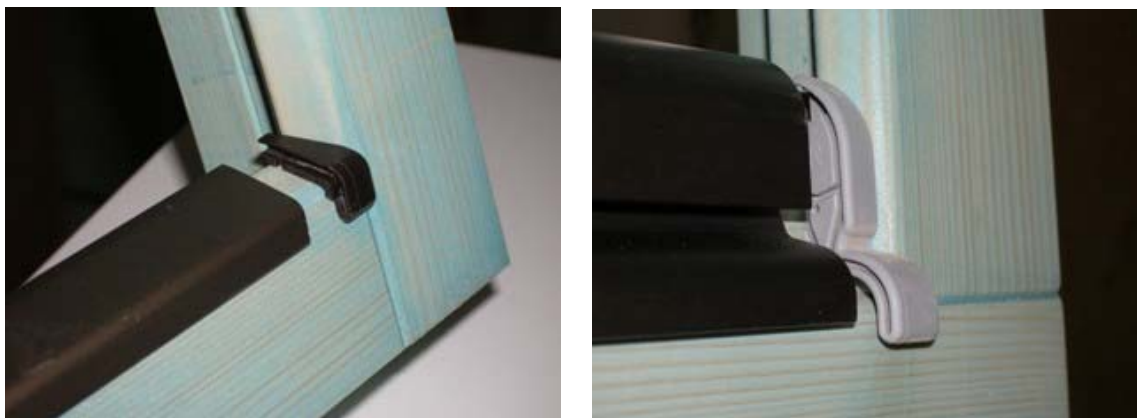


Slika 11: Plastični distančniki med lesom in aluminijem



Slika 12: Posledica direktnega stika les, aluminij

Prav tako moramo paziti, da nimamo direktnega nalega aluminij-les pri straneh. V ta namen se aluminijast profil zaključuje z lepo oblikovanimi, dobro prilegajočimi se zaključnimi kapami (slika 13), ki so ulite iz mehkega gumijastega materiala. Paziti pa moramo, da se kape lepo prilegajo na pokončnik podboja ali krila. To dosežemo tako, da odrežemo dovolj dolge odkapne profile, da pride do dobre zatesnitve med kapo in lesom (Stemeseder, informativno gradivo, 2009).



Slika 13: Aluminijasti profili in zaključne kape

2.2.11 Tesnjenje med steklom in lesom ter aluminijem

Tesnilni materiali za zasteklitve so mase brez oblike, ki se trdijo, ostanejo plastične ali elastične (Eckhard in sod., 2008).

2.2.11.1 Trdilna tesnilna sredstva

Trdilna tesnilna sredstva so izdelana na osnovi rastlinskih in sintetičnih olj in jih imenujemo tudi steklarski kiti ali kiti na osnovi lanenega olja. Oblikujemo jih lahko samo v svežem stanju. Trdijo se zaradi sprejemanja kisika in to v kratkem času po obdelavi. Tesnilni material, ki sprejme kisik in se torej trdi oksidativno, je trd in trden, torej ne omogoča nobenega gibanja. Zakitan posneti rob moramo premazovati, ker njegova zgornja površina ni odporna proti vremenskim vplivom. Danes ta sredstva zelo malo uporabljamo. Včasih pa je tak kit predstavljal nepogrešljiv pripomoček (Eckhard in sod., 2008).

2.2.11.2 Tesnilni materiali, ki ostanejo plastični (trajno plastični kit)

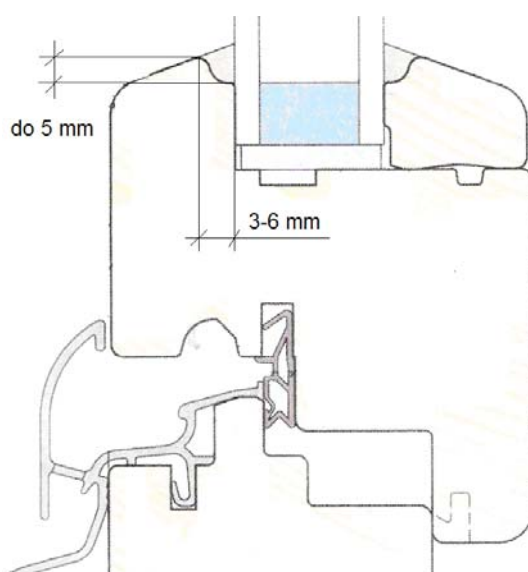
Tesnilni materiali, ki ostanejo plastični, so izdelani na osnovi rastlinskih in sintetičnih olj, bitumna in umetnih snovi in jih lahko sicer leta oblikujemo. Ker pa nimajo lastne zmožnosti vračanja, lahko sprejmejo le majhna gibanja. Strjevanje teh tesnilnih materialov je prav tako oksidativno. Povrhnjica, ki nastane na zgornji površini, v večini primerov ni odporna proti vremenskim vplivom, zato jo moramo premazati (Eckhard in sod., 2008).

2.2.11.3 Tesnilni materiali, ki ostanejo elastični (trajno elastični kit) oz. tako imenovane zaporne mase

Ti tesnilni materiali so izdelani na osnovi silikona, polisulfida, poliuretana, akrila in polizobutilena in imajo po vgradnji možnost vračanja. Deloma so enokomponentni, deloma dvokomponentni. Strjevanje poteče s kemičnim procesom ali s sprejemanjem vlage in kisika iz zraka. Združljivost s premazi mora biti zagotovljena. Tesnilni materiali morajo izpolniti določene zahteve oziroma imeti morajo določene lastnosti, da lahko sprejmejo obremenitve. Na tesnjenje stekla delujejo pod normalnimi pogoji: dež, veter, UV-žarki, delci iz ozračja, temperatura, čistilna sredstva in gibanje stekla v okvirju. Da bi lahko za posamezne zasteklitvene sisteme izbrali primeren tesnilni material, so tesnilni materiali razvrščeni v DIN 18545 : 2003 v skupine tesnilnih materialov od A do E (Eckhard in sod., 2008).

2.2.11.4 Postopki pravilne priprave površine in nanosa tesnilnega materiala

Pred zasteklitvijo morajo biti brazde za steklo suhe, čiste, brez masti. Paziti moramo na pravilne mere zaporne fuge (slika 14). Če uporabljamo več različnih tesnilnih materialov, morajo biti med seboj kemično združljivi. Zaporne mase nanašamo v fugo pod pritiskom pri suhem vremenu. Preden vstavimo steklo, ga moramo očistiti. Zaporna masa naj bi se pri lesenem oknu končala s poševno posnetim robom, da lahko voda bolje odteka (slika 14). Za poravnavanje tesnilne mase uporabljamo posebne gumijaste porezovalke (Eckhard in sod., 2008).



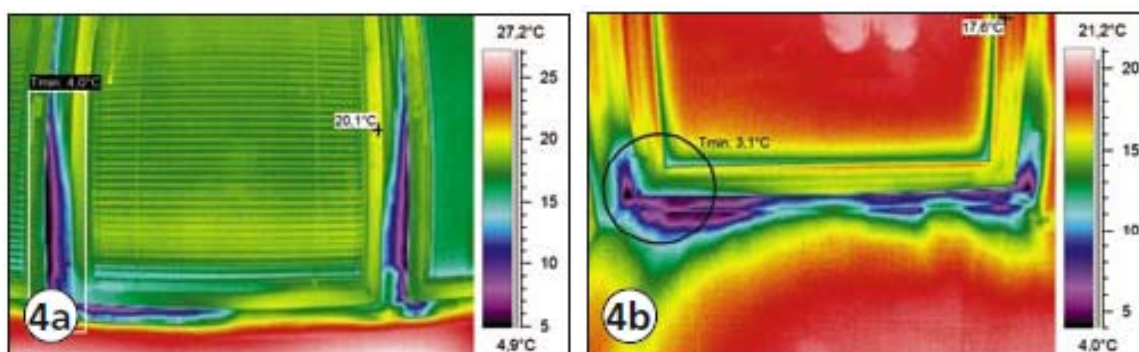
Slika 14: Zaporna fuga za tesnilni material (Leitz, informativno gradivo, 1999)

Tesnilne mase imajo pri oknu zelo velik pomen. Kljub brezhibnemu postopku izdelave okna do faze kitanja, se ob slabem nanosu kita lahko razvrednoti vse prejšnje faze. Zato moramo temu postopku posvetiti še posebno veliko pozornost (Eckhard in sod., 2008).

2.2.12 Pravilna vgradnja stavbnega pohištva

Tesnjenje oken in vrat ima velik vpliv na porabo energije za ogrevanje, zato je pomembno tesnjenje med okenskimi krili in tesnjenje med okvirjem in steno. Nepravilna vgradnja okna lahko pripelje do poškodb, ki nastanejo zaradi prehajanja vodne pare skozi stik okvirja in stene. S fasadno izolacijo lahko vpliv toplotnega mostu zmanjšamo, vendar samo vgradnja poliuretanske pene (PU-pene) dolgoročno ne zagotavlja zrakotesnosti, zato je treba zrakotesnost zagotoviti z ustreznimi tesnilnimi materiali (Grobvšek, 2007).

Spoji med oknom in konstrukcijo so po pravilu izjemno problematični, saj se način vgradnje oken v zadnjih 25 letih ni bistveno spremenil. Po drugi strani pa so se v želji po čim večjih prihrankih toplote in zvočne izolacije okna sama zelo spremenila. Danes na trgu praktično ni mogoče kupiti oken, ki ne bi sledila modernim tehnološkim trendom, estetiki in izolativnosti. Seveda pa presenetljivo šepa prva stran in sicer vgradnja le-teh. Kot rečeno, se v vseh teh letih način praktično ni spremenil, saj okna še vedno vgrajujejo le s pomočjo poliuretanskih montažnih pen. Povedati je potrebno, da s tem načinom sicer ni nič narobe, manjka mu le nekaj dodatnih faz obdelave, ni pa tudi skladen z modernimi smernicami RAL za vgradnjo oken in vrat, ki predvidevajo način vgrajevanja v treh slojih. Veljavni pravilnik natančno navaja, da je treba stavbe graditi tako, da je vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po toploti čim manjši, pri čemer se uporabijo vse znane tehnične in tehnološke možnosti. Žal se v praksi na te zahteve malokdo ozira. Toplotni mostovi so mesta v gradbeni konstrukciji, kjer pri ogrevanju uhaja neprimerno več toplote kot skozi ostale površine (slika 15). Posledice toplotnih mostov so poleg povečane porabe toplotne energije še moteno toplotno ugodje in higienske razmere bivanja ter seveda poškodbe objekta, ki se pojavijo po določenem času. Posebej moramo biti pozorni na stik okenskega podboja in izoliranega zidu. Reža med okenskim okvirjem in steno mora biti pravilno dimenzionirana in zatesnjena, pri čemer upoštevamo velikost oken in materiale, iz katerih so narejena okna in stene. Reža na zunanji strani mora biti zaščitena pred meteorno vodo in zunanjim hrupom, na notranji strani pa pred zračno vlago (Šetina, 2007).



Slika 15: Infrardeči posnetki (hladnejša mesta obarvana modro, toplejša rdeče) (Grobovšek, 2007)

2.2.12.1 Klasična vgradnja

Pri klasični vgradnji vmesni prostor zapolnimo s poliuretansko peno, vendar pa poliuretanska pena ni odporna proti UV-žarkom in vpija vodo, zato je priporočljivo vgraditi še ustrezna tesnila na notranji in zunanji strani. Pri tej vgradnji se pojavi problem, saj je pot hladnemu zraku in vlagi omogočena prav do notranjega roba okenskega okvirja. PU pene so namreč, tudi zaradi svoje strukture, še posebej pa, če se le-te porežejo ob vgradnji, zelo dovzetne za vlago. Tako se na tem delu nevede omogoči velik toplotni most in s tem povezane velike toplotne izgube, ki zaradi dolžine spojev na celotnem objektu lahko predstavljajo tudi do 30 % vseh toplotnih izgub. Problem pa ni le toplotni most, pač pa tudi plesnenje v tem delu, propad konstrukcije in okna ter izjemno slaba bivalna klima (Šetina, 2007).

Do toplotnega mostu pride, ker PU montažna pena veže nase vlago in je lahko v določenih primerih vlažna ali celo mokra. Takšna izolacija ne služi svojemu namenu, saj vodne kapljice spoj povezujejo v toplotni most. To pa v nadaljevanju pomeni izravnavo temperature notranjih in zunanjih površin, kar pripelje do večje porabe energije pri ogrevanju in ostalih že omenjenih nevšečnosti (Illbruck, informativno gradivo, 2009).

Klasična montaža oken in stavbnega pohištva je najpogostejši način vgradnje oken v Sloveniji. Okvirje pritrdimo v zid z vijaki, spoj med oknom in zidom pa zapolnimo s poliuretansko peno. Sistem montaže je preizkušen, vpeljan in enostaven. Ne ustreza pa zahtevam po izolativnosti v današnjem času. Zaradi nizkih stroškov vgradnje je ta sistem načina vgradnje najpogostejši. Prav tako pa se tudi pri obnovi starih objektov najpogostejše odločamo za ta sistem (Illbruck, informativno gradivo, 2009).

2.2.12.2 Vgradnja po RAL smernicah

V primeru montaže po sistemu RAL gre za tesnjenje reže po sistemu »znotraj bolj tesno kot zunaj« in sicer v desetkratnem razmerju tesnosti reže v korist notranjosti. Tesnjenje je tri nivojsko, sestavljeno iz notranje paroneprepustne ovire, zunanje parodifuzne ovire ter sredinske toplotne in zvočne izolacije (slika 16). Pri vgradnji oken je zelo pomembno, da se vlaga iz notranjih prostorov, ki bi kondenzirala, prepreči vstop v spoj med oknom in konstrukcijo. Na zunanji strani pa je potrebno v spoj preprečiti vdor hladnega zraka in vode, omogočimo pa prehod parne difuzije iz sredinskega dela, ki služi le kot toplotna in zvočna izolacija. Pri klasični montaži je to montažna poliuretanska pena (Illbruck, informativno gradivo, 2009).



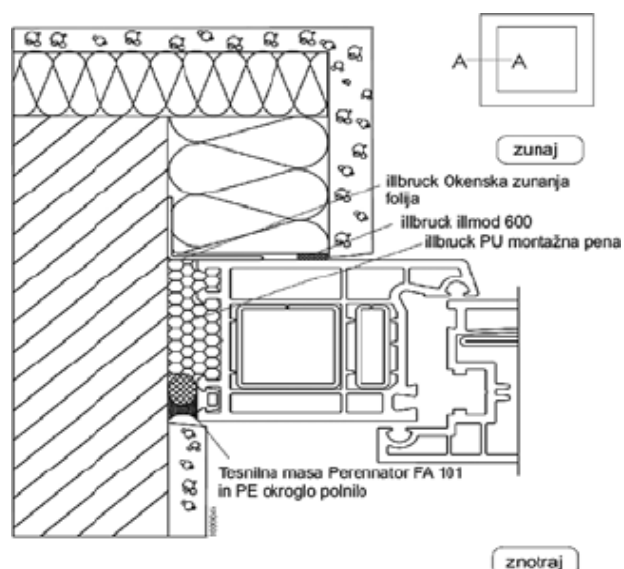
Slika 16: Notranja paronepropustna ovira (levo), sredinska toplotna in zvočna izolacija (sredina), zunanja parodifuzna ovira (desno) (Nemanič, 2008)

Vodilno nemško podjetje s področja tesnilnih sistemov za gradbeništvo Tremco illbruck, je že v nastajanju RAL smernic sodelovalo pri projektu in obenem razvijalo različne sisteme. Tako je z razvojem novih tehnologij in neprestanega izpopolnjevanja pripravilo več možnih rešitev oziroma sistemov in sicer: Standardni i3 sistem, TwinActiv ali Duo inteligentni sistem, časovno hiter in učinkovit sistem illmind Trioplex ali Trio ter Fasadni sistem. Znotraj teh sistemov pa je možno veliko število izvedb, glede na različne situacije s katerimi se na objektih srečujemo. Vsi sistemi praktično pokrivajo vse mogoče situacije vgradnje od novogradenj (modularni bloki, beton, siporeks, les, pločevina in podobni materiali), do renovacij oziroma sanacij. Zelo priporočljivo je, da so podlage konstrukcij čim bolj gladke, saj se s tem skrajša in poceni vgradnja, niso pa pogoj, saj sistemi nudijo

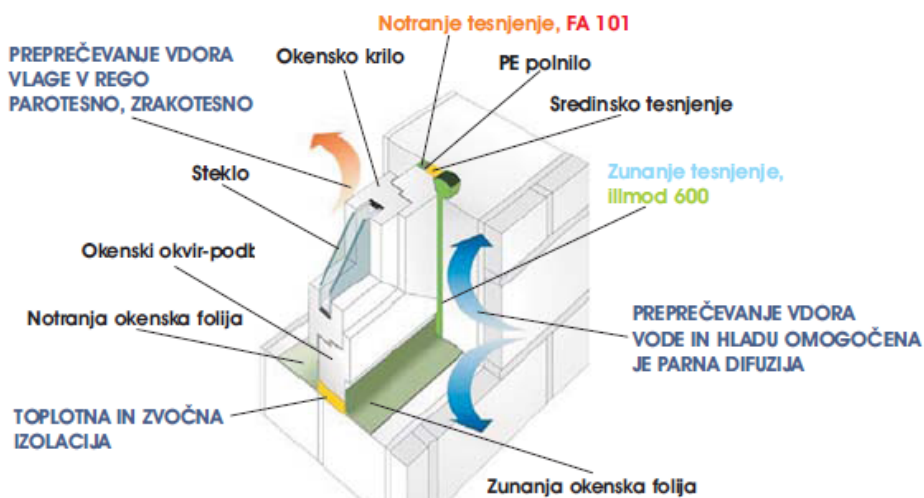
zelo široko uporabnost. Vsi sistemi so med seboj kompatibilni, kar je izjemnega pomena za izvajalce (Šetina, 2009).

2.2.12.2.1 Standardni i3 sistem

Standardni i3 sistem je najdlje na tržišču in se stalno izpopolnjuje. Zajema različne pred stisnjene trakove, folije in posebne ABS letve za zunanjo oviro, za notranjo oviro pa različne notranje folije, ABS letve, polnila in posebne tesnilne mase. Za funkcionalni del toplotne in zvočne izolacije je predvidena illbruck elastična ali standardna PU montažna pena (sliki 17 in 18) (Šetina, 2009).



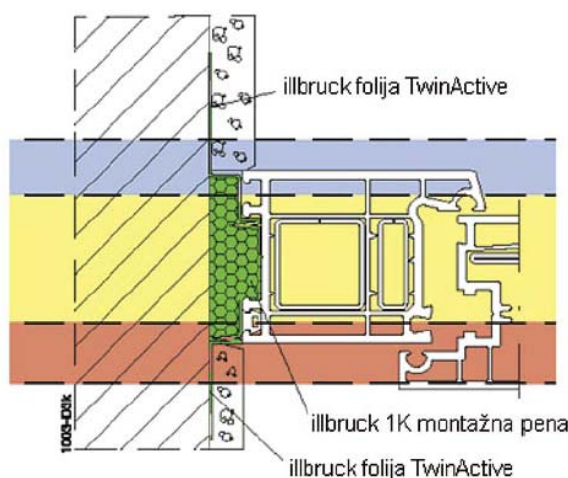
Slika 17: Opcija standardnega i3 sistema (Illbruck, informativno gradivo, 2009)



Slika 18: Delovanje standardnega i3 sistema (Illbruck, informativno gradivo, 2009)

2.2.12.2.2 Novejši TwinAktiv ali Duo Inteligentni sistem

Novejši TwinAktiv ali Duo Inteligentni sistem (slika 19) dopolnjuje standardni sistem in bistveno skrajšuje čas vgradnje stavbnega pohištva, saj eno folijo lahko nalepite tako na notranjo, kot na zunanjo stran podboja. Folija namreč inteligentno zaznava pozicijo postavitve in z njo skladno deluje. Zanimivo pa je, da deluje obojestransko, kar pomeni, da ne odpravlja vodne kondenzacije le navzven, temveč ob spremenljivih temperaturah in vlažnosti tudi navznoter, (na primer poleti klimatska naprava znotraj 23° C, zunaj pa 30° C). Kot toplotno in zvočno izolacijo se uporablja eno od illbruck PU montažnih pen (Šetina, 2009).

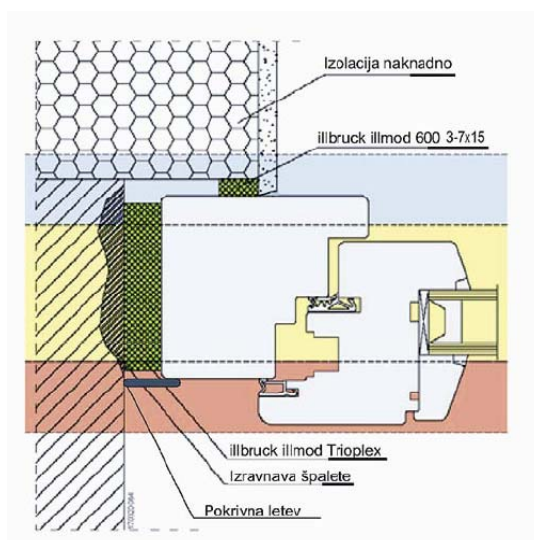


Slika 19: TwinAktiv ali Duo Inteligentni sistem (Illbruck, informativno gradivo, 2009)

2.2.12.2.3 Illbruck illmod Trio (najsodobnejši način vgradnje po smernicah RAL)

Zadnja dogajanja so strokovnjake pripeljala tako daleč, da so izdelali posebne predstisnjene trakove, ki se namestijo prek celotne širine okenskega podboja in že v osnovi zaradi posebnih impregnacij zagotavljajo vse tri pomembne nivoje, sloje oziroma ovire. Vsakršna dodatna toplotna in zvočna izolacija je zato odveč, pomembno je le kakovostno sidranje stavbnega pohištva. Sistem so poimenovali illmond Trio (slika 20).

Zanj je značilna montaža brez uporabe PU pene, uporaba le enega traku za tri sloje, 100 % izraba, brez odpadkov, brez vsebnosti škodljivih snovi, troslojni način vgradnje po RAL-u, preprečitev toplotnih mostov, velik prihranek pri energiji objekta in enostavna in hitra vgradnja (Šetina, 2009).



Slika 20: Illbruck illmond Trio sistem (Illbruck, informativno gradivo, 2009)

Kljub dobri klasični ali vgradnji po RAL-u pa je treba biti zelo pozoren pri vgradnji zunanjih in notranjih polic, saj le-ta pomeni zelo veliko pri življenjski dobi stavbnega pohištva. Zunanje police morajo imeti ustrezen padec, da voda čim prej odteče (staro pravilo: polica naj visi polovico mehurčka na merilni letvi). Prav tako moramo stike med policami in okenskim okvirjem zaščititi s silikonskimi kiti, saj bi kljub ustreznemu padcu police, ob dežju z vetrom, prišlo do zatekanja. Zato moramo biti pozorni na vgradnjo.

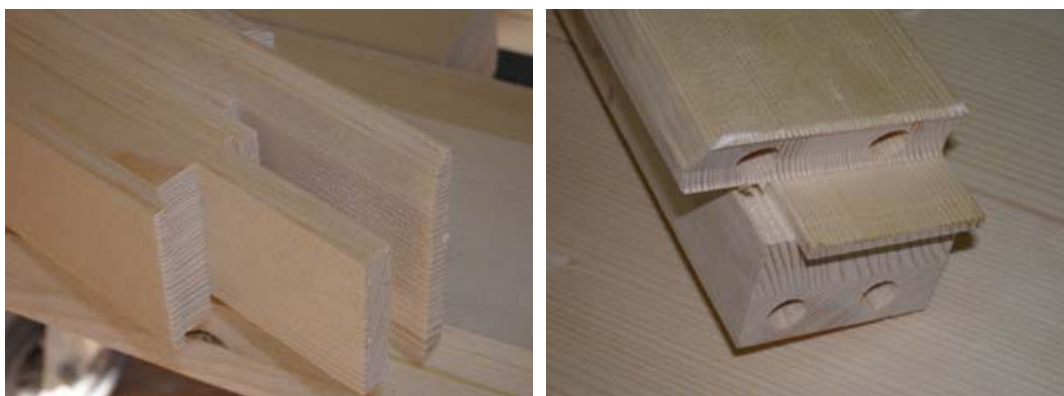
3 MATERIALI IN METODE

Izdelali smo okenska krila iz treh različnih vrst lesa in z dvema različnima vrstama vogalnih spojev. Vrste lesa smo izbrali na osnovi podatka o najpogosteje uporabljenih lesnih vrstah v Sloveniji. To so lepljen les smreke, lepljen les macesna in lepljen les sibirskega macesna. Za vez smo izbrali tradicionalno čepno vez in moznično vez, ki sta najpogosteje uporabljeni vezi v stavbnem pohištvu. Vzorce smo zlepili z lepilom Rakoll GXL 4. Po lepljenju smo površino obdelali, jo impregnirali ter končno polakirali z vodnimi premazi. Uporabljali smo lazurne premaze REMMERS, ki vsebujejo veziva na osnovi oksidativno sušičih alkidnih smol in v vodi razredčene akrilate. Za vse vzorce smo uporabili enak odtenek. Nanašali smo 300 µm mokrega filma, to je 180 µm suhega filma. Izdelali smo pet smrekovih vzorcev s čepno in pet z moznično vezjo ter pet vzorcev sibirskega macesna s čepno vezjo in pet vzorcev domačega macesna z moznično vezjo.

Izvedli smo postopek umetnega pospešenega staranja lesa v komori za umetno pospešeno staranje (UPS). Merili smo spreminjanje dimenzij, mase, barve in sijaja. Meritve smo izvajali pred začetkom umetnega pospešenega staranja, po vsakem vmesnem izklopu in po koncu umetnega pospešenega staranja.

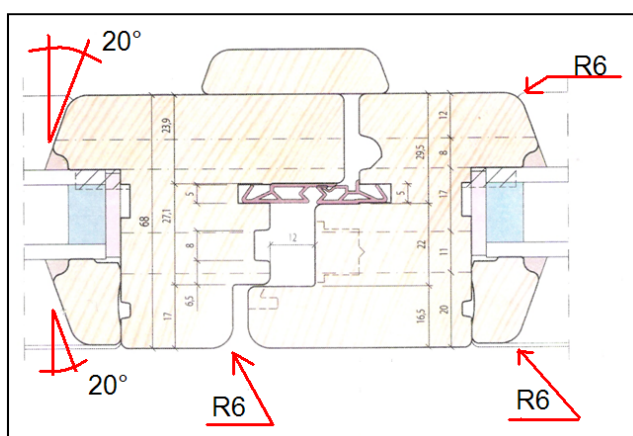
3.1 PRIPRAVA OKENSKIH KRIL

Za izdelavo okenskih kril smo izbrali kvalitetne kose lepljenega lesa smreke, macesna in sibirskega macesna. Lepljence smo izdelali tri-slojno iz letvic širine 90 mm in debeline 24 mm. Tako smo dobili lepljenec širine 90 mm in debeline 72 mm. Poskoblali smo jih na dimenzije 82 mm krat 68,8 mm. Na NC obdelovalnem stroju Weinig smo izdelali polizdelke s čepnimi vezmi, na CNC stroju Biesse pa polizdelke z mozničenimi vezmi. Za lepljenje mozničenih vezi smo uporabili akacijeve moznike premera 12 mm. Pri lepljenju mozničenih in čepnih vezi (slika 21) smo uporabili lepilo Rakoll GXL 4. Gre za enokomponentno vodoodporno lepilo, ki mu ni potrebno dodajati trdilca. Odporno je proti vodi in vročini. Vzorce smo premazali z lepilom tudi po čelih spoja in s tem pripomogli k zaščiti čelnega lesa. Stiskanje smo izvajali v okvirni stiskalnici. Odvečno lepilo smo odstranili in površino očistili z mokro krpo.



Slika 21: Element za čepno vez (levo), element za mozničeno vez (desno)

Po stiskanju smo površino pregledali, zakrpali smolne žepe ter površino pobrusili na kontaktnem brusilnem stroju z brusnimi papirji zrnatosti 150. Površino smo nato premazali z vodnim premaznim sredstvom Remmers SW 900, kot veleva proizvajalec tega premaza. Sestavljen je na bazi lanenega olja. Kot topilo služi voda in majhen delež organskih topil SW 900 služi za utrjevanje in egalizacijo lesnih vlaken, ki zaradi tega postanejo stabilnejša in jih je v nadaljnjem postopku brušenja lažje obdelovati. Z egalizacijo površine je v nadaljevanju omogočeno enakomerno vpijanje temeljnega premaza, kar pomeni, da ne nastajajo prevelike razlike v barvi zaradi različne strukture lesa. Ko se je material v petih urah posušil, smo vzorce zbrusili na končno dimenzijo 68 mm z brusilnim trakom zrnatosti 180. Sledilo je brušenje robov, ki smo jih izdelali po standardu DIN 68121 : 1993, ki predpisuje radij R6 ter kot 20° pri okenskem profilu (slika 22). Postopek smo izvajali ročno z brusilnimi gobicami zrnatosti 150. Robove in okrogline smo dobro obrusili zaradi funkcionalnega in estetskega vidika.



Slika 22: Standard DIN 68121, predpisuje radij R6 ter kot 20° (Leitz, informativno gradivo, 1999)

Spoje smo zbrusili s posebej za to namenjeno kladico. Po končanem brušenju smo obdelovance spihali in očistili. Vzorce smo namestili na namenska vešala za lakiranje oken ter jih enega za drugim spustili skozi oblivalno kabino, kjer smo jih oblivali z drugim nanosom, to je Remmers GW 390 (slika 23). Premaz je sestavljen iz akrilatnih smol. Kot topilo služi voda in majhen delež organskih topil. Gre za temeljni nanos ali »grundiranje«, ki obdelovancu zagotavlja osnovno impregnacijsko zaščito proti glivam in lesnim škodljivcem. Ta nanos pa ima velik pomen tudi pri barvnem odtenku, saj že vsebuje pigmente, s katerimi v kombinaciji s končno lazuro dosežemo zelen odtenek oziroma barvni ton.



Slika 23: Oblivalna kabina

Po nanosu smo vzorce 24 ur sušili. Nato smo površino na grobo pobrusili z brusilnimi gobicami za brušenje temeljnih premazov zrnatosti 250 ter vzorce pripravili na nov, tretji nanos. Postopek obdelave se je izvedel na isti oblivalni kabini, zamenjali smo samo material. Tokrat smo oblivali s premazom Remmers ZW 502, ki je sestavljen iz akrilatnih smol, poliuretanskih topil in vode. Gre za tankoslojno lazuro, ki zaradi svoje nizke viskoznosti prodre v vse še nezaščitene pore in jih tako zapolni. Premaz ima velik pomen tako pri trših kot tudi mehkejših lesovih, zato ga je potrebno obvezno nanesti pri vsakem izdelku. Zaradi gladke površine in slabega vpijanja, je končni nanos pri macesnu manjši kot pri smreki. Zato je ZW 502 tu obvezen.

Tudi ta nanos smo pustili, da se dobro vpije in utrdi, zato smo nadaljevali z delom šele čez 24 ur. Po tem smo površino pobrusili z gobicami zrnatosti 250. Površino smo dobro obrusili, prav tako tudi vse profile pri vzorcu. Pazili smo, da nismo prebrusili nanosov barve. Ko je bil vzorec v celoti pobrušen, smo ga spihali in očistili. Na to smo na spoje V

nanegli polnilo za spoje Remmers Fugenschutz (slika 24). Namen tega polnila je zaščita čelnega lesa na spoju.



Slika 24: Polnilo za spoje »Remmers Fugenschutz«

Površino smo tako pripravili za končni nanos, ki smo ga izvajali pred hladilno steno za lakiranje (slika 25). Namen te stene je ujeti »overspray« oziroma odvečno barvo. Hladilno steno nastavimo glede na relativno zračno vlažnost in temperaturo prostora. Ko se stena zarosi, lahko začnemo z brizganjem. Brizgamo pokončno in v smeri stene. Odvečna barva se tako prime na zarošeno steno in vrača v sistem.



Slika 25: Lakirna stena

Na vzorce smo tako z visokotlačnim sistemom airmix, proizvajalca Wagner (slika 26), nanесли končni lazurni premaz Remmers LW 715, ki je sestavljen iz akrilatov, poliuretanskih topil in vode. To je premaz, ki daje obdelovancu zaščito pred UV svetlobo in vremenskimi vplivi. Premazi so izjemno visokih viskoznosti. Nanos le-teh nam omogoča sistem airmix. Sistem je zelo učinkovit, saj nam omogoča tudi do 25 % manjše izgube laka, manjše onesnaženje, manjši šum in lažje čiščenje.



Slika 26: Wagner sistem airmix za nanos laka

Vzorci smo nato pustili najmanj 24 ur, da se je debeloslojni nanos popolnoma posušil. Tudi v nadaljnje smo pazili, da nismo vzorcev skladali enega na drugega, da se ti ne bi sprijeli.

3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA POSTOPEK POSPEŠENEGA STARANJA

Vzorci smo pustili dva tedna, da so se aklimatizirali. Po dveh tednih smo jih pripravili za izpostavitve v komori. Čela smo jim premazali z epoksi smolo. Tako smo se izognili vleku vlage čelnega lesa, kot mora biti tudi pri vgrajenem oknu čelni les zaščiten. EPOLOR HB je dvokomponentna debeloslojna epoksi barva za zaščito materiala. Nanesli smo jo pazljivo po celotnem čelnem lesu, tako da smo ga dobro zaščitili (slika 27). Nato smo vzorce teden dni pustili, da se je epoksi premaz dobro utrdil.



Slika 27: Epoksi premaz in primer nanosa premaza

Vzorci so bili tako pripravljani za izvedbo postopka umetnega pospešenega staranja. Pred izvedbo smo jim izmerili in določili vse potrebne parametre, ki smo jih v nadaljevanju spremljali, ter zabeležili vse vizualne napake na površini.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Merjenje dimenzij vzorcev

Merjenje dimenzij vzorcev smo izvajali v laboratoriju. Pripravili smo si mesto za merjenje, namestili merilno urico ter podlago (slika 28). Vse skupaj smo čvrsto pritrdili, da se rezultati meritve ne bi med seboj razlikovali zaradi slabe merilne priprave. En vzorec smo shranili kot »kaliber« za primer, če bi bilo potrebno, da znova nastavimo izhodiščno stanje oziroma nulo. Merili smo spreminjanje dimenzij preizkušancev glede na število ciklov med izpostavitvijo UPS. Podatke meritev smo zapisovali v preglednico in nato grafično prikazali.



Slika 28: Priprava za merjenje dimenzij vzorcev

3.3.2 Tehtanje

S tehtanjem smo ugotavljali spremembo vlažnosti lesa, glede na prvotno stanje. Tehtanje smo izvajali na laboratorijski tehtnici v laboratoriju na začetku pred postavitvijo v komoro, ko je bil les posušen na 10 % do 12 % (slika 29), in nadaljevali tedensko, tako kot smo tudi ustavljali komoro.



Slika 29: Tehtanje vzorcev

3.3.3 Merjenje sijaja

Za merjenje sijaja smo uporabili fotoelektrični merilec X-Rite AcuGloss TRI (slika 30).



Slika 30: Merilnik za merjenje sijaja

Meritve smo izvedli po standardu SIST EN ISO 2813 : 1994. Pred merjenjem smo merilec umerili s priloženim etalonom. Preden smo na površino postavili merilec, smo površino očistili s krpo. Merilec smo postavili na tri v naprej določena mesta na vzorcu (slika 31) in odčitali meritev, ki nam jo je sistem prek prenosnega računalnika vnesel v Microsoft Excelovo tabelo. Odčitali smo meritev pri kotu 60° . Sijaj se namreč najpogosteje meri, če ni drugače določeno, oziroma če ni drugačne potrebe, pri kotu vpadne svetlobe 60° . Tri merilna mesta smo izbrali zaradi različne strukture lesa, različne debeline filma in različne kvalitete obdelane površine lesa. Vse to so dejavniki, ki bi lahko vplivali na rezultat, zato smo jih s tovrstnim merjenjem skušali eliminirati.



Slika 31: Prikaz mest, na katerih smo merili sijaj

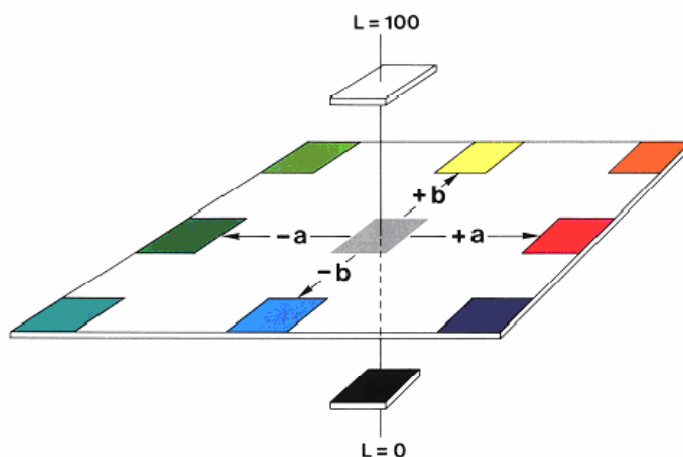
3.3.4 Merjenje barve

Barvo smo merili s spektrofotometrom X-Rite SP 62 (slika 32), po sistemu CIEL*a*b* (slika 33), ki je najbolj izpopolnjen in najpogosteje uporabljen sistem za numerično vrednotenje barve. Leta 1976 je bil definiran kot sistem z enakimi prostorskimi razmiki. Tridimenzionalni barvni prostor je definiran z osjo L^* in barvnima koordinatama a^* in b^* .



Slika 32: Merilnik za merjenje barve in mesta merjenja

Iz enakih razlogov kot pri merjenju sijaja, smo tudi merjenje barve vzorcev opravili na treh mestih (slika 32). Meritve smo opravili pred začetkom umetnega staranja, po vsakem vmesnem izklopu in po koncu umetnega pospešenega staranja.



Slika 33: CIELAB sistem (Kričej, 2006)

3.4 UMETNO POSPEŠENO STARANJE

Umetno pospešeno staranje smo izvajali v laboratorijski komori (slika 34). Pripravili smo ustrezne lege, ter pazili, da nismo poškodovali površine vzorcev. Vzorce smo postavili enega za drugim in jih ločevali med seboj s ščipalkami. Glede na to, da so bili vzorci označeni s številkami, smo si napisali mesta, kjer se določen kos nahaja, tako da smo jim prihodnjič zamenjali mesto. Tako so bili vsak teden na drugem mestu. S tem smo omogočili čim bolj podobne pogoje za vse vzorce.



Slika 34: Komora za umetno pospešeno staranje lesa

V posodo s črpalko smo nalili destilirano vodo. Vsak teden smo porabili še dodatnih 20 l zaradi izhlapevanja. Ko smo števec in vse ostalo pravilno nastavili in pripravili, smo napravo vklopili. Tako smo vzorce izpostavili umetnemu pospešenemu staranju za 500 ur, s ciklusom po eno uro. V enem ciklusu se po vrstnem redu zvrstijo naslednje faze: umetni dež, mirovanje, UV in IR sevanje in še enkrat mirovanje. UV svetlobo oddajajo 300 W žarnice ULTRA-VITALUX proizvajalca OSRAM, ki so nad površino preizkušancev. Tu imamo efekt sonca v naravi (slika 35).



Slika 35: Delovanje komore (svetloba in infrardeči grelci)

Med obratovanjem se vklaplajo tudi IR grelci, katerih delovanje je časovno določeno. Sevajo in segrevajo površino (slika 35). Efekt je primerljiv z delovanjem v naravi. Ta stran cikla deluje 27 min, nato se sistem ustavi in miruje 2 minuti. Po dveh minutah se sistem zapelje na drugo stran, kjer vzorce obliva umeten dež (slika 36). Vodo črpalka potiska skozi razpršilne šobe na površino vzorcev. Nato odteka nazaj v zbiralnik kjer je črpalka. Ta del cikla traja 22 min. Sledi 9 minutno mirovanje.



Slika 36: Delovanje komore (šobe za razprševanje vode)

Opravili smo 500 ciklov v 5 zaporednih tednih (preglednica 1). Po vsakem izklopu je komora čez konec tedna mirovala. Pred ponovnim zagonom pa smo vzorce pregledali in na njih opravili meritve.

Preglednica 1: Časovni potek postopka umetnega pospešenega staranja

Datum	20.9.2009	25.9.2009	2.10.2009	9.10.2009	16.10.2009	23.10.2009
Število ciklov	0 cikel	92 cikel	193 cikel	305 cikel	418 cikel	500 cikel

4 REZULTATI

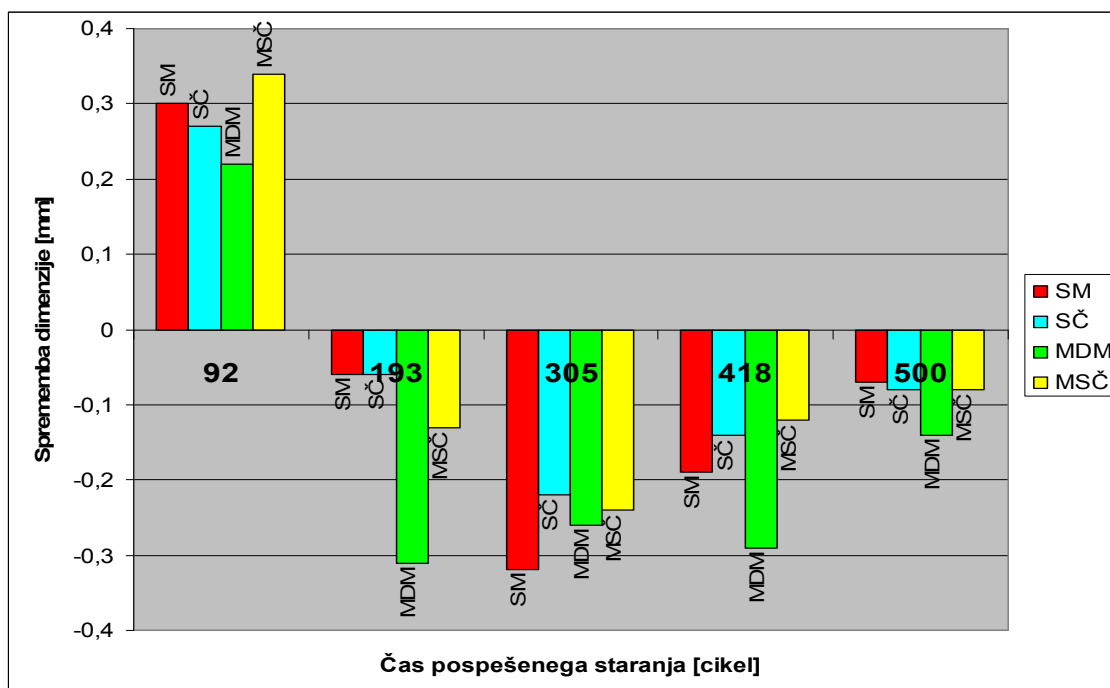
4.1 MERJENJE DIMENZIJ

Na sliki 37 so prikazani rezultati sprememb dimenzij v aksialni smeri, glede na začetno stanje, pred postavitvijo v komoro za umetno pospešeno staranje. Podrobnejši rezultati meritev spremembe dimenzij vzorcev so prikazani v prilogi A.

Po 92. ciklu se dimenzije največ povečajo pri sibirskem macesnu s čepno vezjo ($\Delta l = 0,34$ mm), po 193 ciklih pa se dimenzije zmanjšajo in sicer največ pri domačem macesnu z mozničeno vezjo ($\Delta l = -0,31$ mm). Smreka z mozničeno vezjo doseže najmanjšo vrednost po 305 ciklu ($\Delta l = -0,32$ mm). Po 418 in 500 ciklu pa od povprečja spet najbolj izstopa domači macesen z mozničeno vezjo ($\Delta l = -0,29$ mm) in ($\Delta l = -0,14$ mm).

Pomen kratic:

- SM (smreka, mozničena vez)
- MDM (macesen, domači, mozničena vez)
- MSČ (macesen, sibirski, čepna vez)
- SČ (smreka, čepna vez)



Slika 37: Povprečne spremembe dimenzij vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ

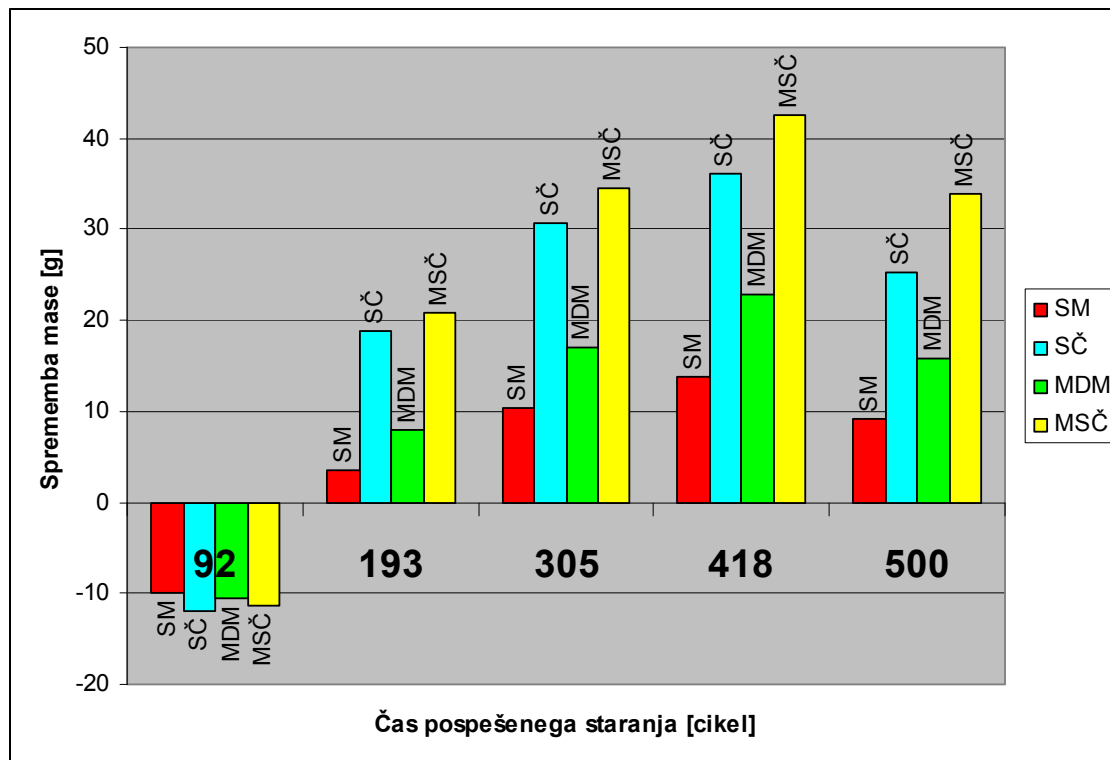
4.2 SPREMEMBE MASE

Na sliki 38 so prikazani rezultati sprememb mase vzorcev glede na začetno stanje, pred postavitvijo v komoro za umetno pospešeno staranje. Podrobnejši rezultati meritev spremembe mas vzorcev so prikazani v prilogi B.

Masa se po 92 ciklih enakomerno zmanjša pri vseh vzorcih, največ pri smreki s čepno vezjo ($\Delta m = -12,03$ g). Po 193. ciklu se masa najbolj poveča pri sibirskem macesnu s čepno vezjo ($\Delta m = 20,88$ g) in smreki s čepno vezjo ($\Delta m = 18,88$ g). Tudi po 305. in 418. ciklu dosežejo največjo vrednost vzorci smreke ($\Delta m = 36,13$ g) in macesna s čepno vezjo ($\Delta m = 42,58$ g). Po 500. ciklu pa vrednosti nekoliko upadajo. Največje odstopanje pa je še vedno pri smreki ($\Delta m = 25,35$ g) in macesnu z čepno vezjo ($\Delta m = 33,69$ g)..

Pomen kratic:

- SM (smreka, mozničena vez)
- MDM (macesen, domači, mozničena vez)
- MSČ (macesen, sibirski, čepna vez)
- SČ (smreka, čepna vez)



Slika 38: Sprememba mase vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ.

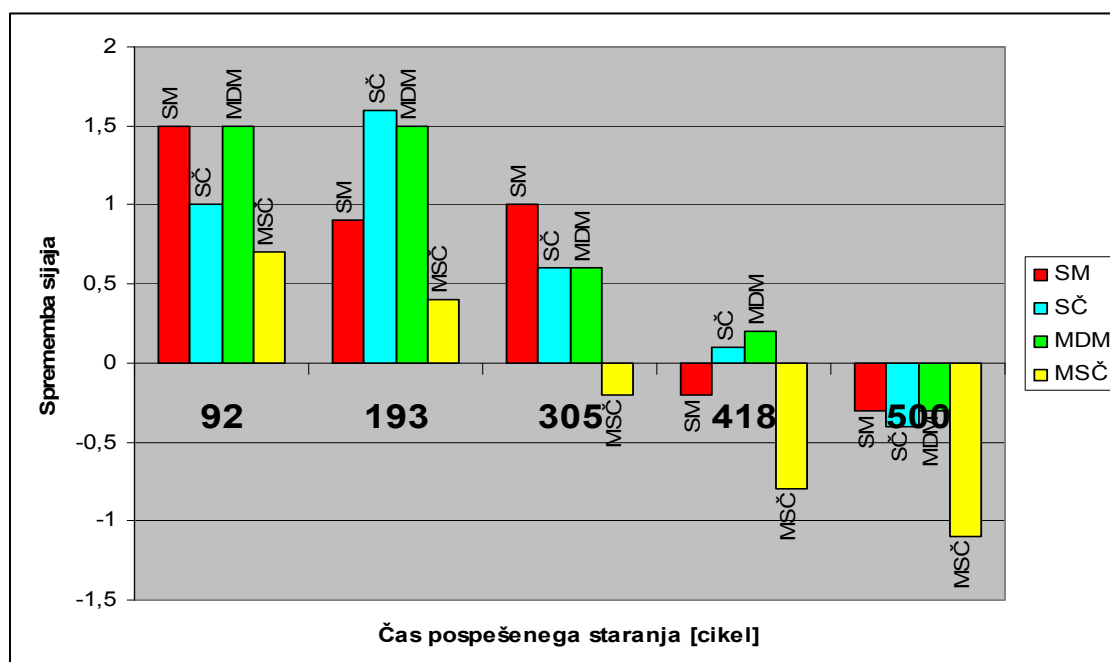
4.3 SPREMEMBE SIJAJA

Na sliki 39 so prikazani rezultati sprememb sijaja vzorcev glede na začetno stanje oziroma pred postavitvijo v komoro za umetno pospešeno staranje. Uporabljali smo povprečne vrednosti izmed treh meritev za vsak preizkušane. Podrobnejši rezultati meritev spremembe sijaja vzorcev so prikazani v prilogi C.

Po 92 ciklih se sijaj najbolj poveča pri domačem macesnu z mozničeno vezjo (Δ sijaja = 1,5) in smreki z mozničeno vezjo (Δ sijaja = 1,5). Vzorec smreke s čepno vezjo doseže po 193 ciklih največjo vrednost sijaja (Δ sijaja = 1,6). Po 305 ciklih se vsem vzorcem sijaj zmanjša največ pri sibirskem macesnu (Δ sijaja = -0,2) in se po 418 ciklih že niža glede na začetno vrednost, tudi tu največ pri sibirskem macesnu (Δ sijaja = -0,8). Največje odstopanje od začetne vrednosti se pojavi po 500. ciklu in sicer pri sibirskem macesnu s čepno vezjo (Δ sijaja = -1,1).

Pomen kratic:

- SM (smreka, mozničena vez)
- MDM (macesen, domači, mozničena vez)
- MSČ (macesen, sibirski, čepna vez)
- SČ (smreka, čepna vez)



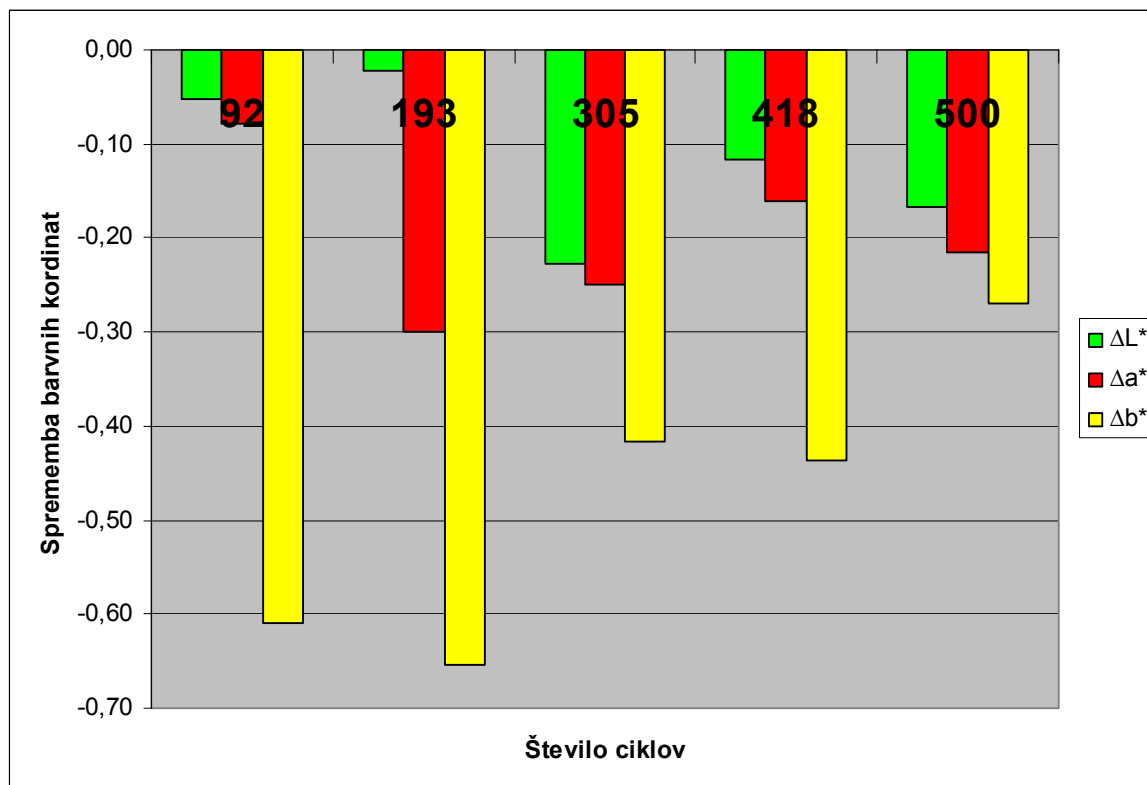
Slika 39: Sprememba sijaja vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ

4.4 SPREMEMBE BARVE

4.4.1 Spremembe barvnih koordinat pri smreki z mozničeno vezjo (SM)

Na sliki 40 so prikazani rezultati sprememb barve vzorcev smreke z mozničeno vezjo, glede na začetno stanje oziroma pred postavitvijo v komoro za umetno pospešeno staranje. Uporabljali smo povprečne vrednosti treh meritev za vsak preizkušaneec. Podrobnejši rezultati meritev barvne spremembe vzorcev so prikazani v prilogi D.

Pri vseh ciklih so vzorci smreke z mozničeno vezjo potemneli. Največja potemnitev se kaže po 305. ciklu ($\Delta L^* = -0,23$). Maksimalna razlika na rumeno/modri osi ($\Delta b^* = -0,65$) se pojavi po 193. ciklu, prav tako tudi na rdeče/zeleni osi ($\Delta a^* = -0,30$). Vzorci pomodrijo in pozelenijo.

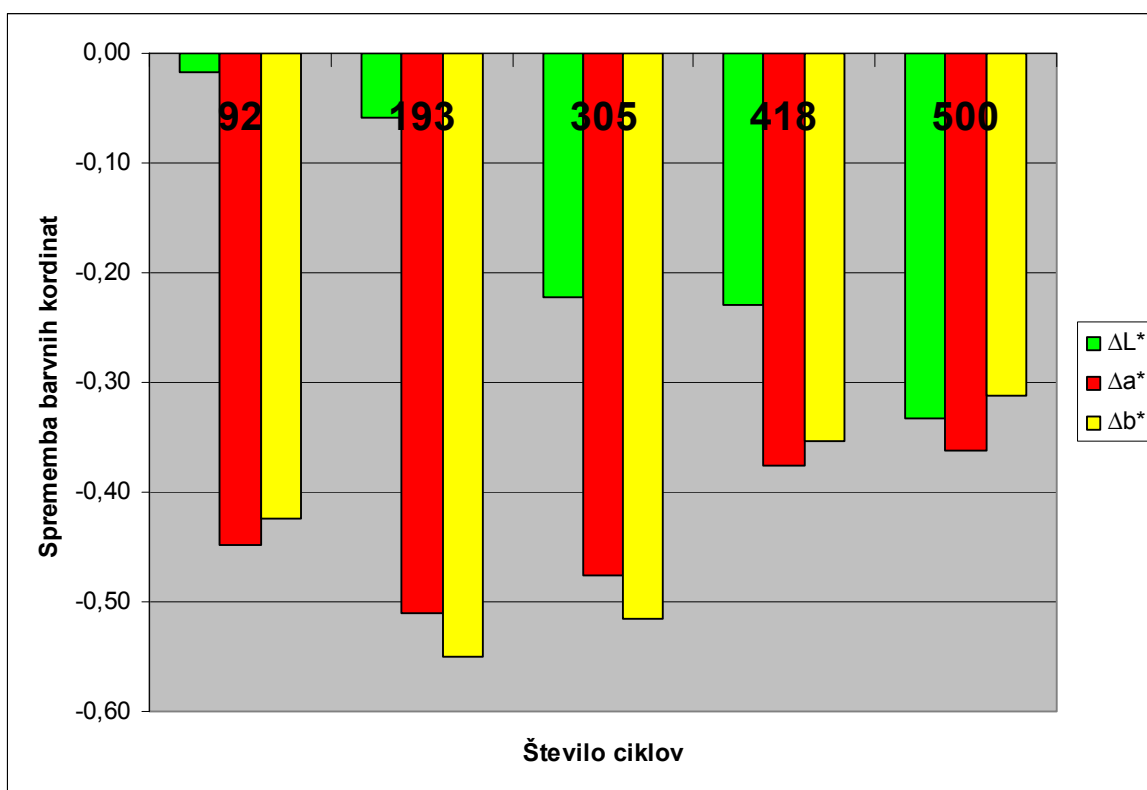


Slika 40: Sprememba barvnih koordinat vzorcev smreke z mozničeno vezjo

4.4.2 Spremembe barvnih koordinat pri smreki s čepno vezjo (SČ)

Na sliki 41 so prikazani rezultati sprememb barve vzorcev smreke s čepno vezjo, glede na začetno stanje oziroma pred postavitvijo v komoro za pospešeno staranje. Uporabljali smo povprečne vrednosti treh meritev za vsak preizkušanec. Podrobnejši rezultati meritev barvne spremembe vzorcev so prikazani v prilogi D.

Vsi vzorci so potemneli. Največjo vrednost dosežejo po 500. ciklu ($\Delta L^* = -0,33$). Razlika barve na rumeno/modri osi kaže, da je največja vrednost dosežena po 193 ciklih ($\Delta b^* = -0,55$), prav tako tudi na rdeče/zeleni osi ($\Delta a^* = -0,51$).

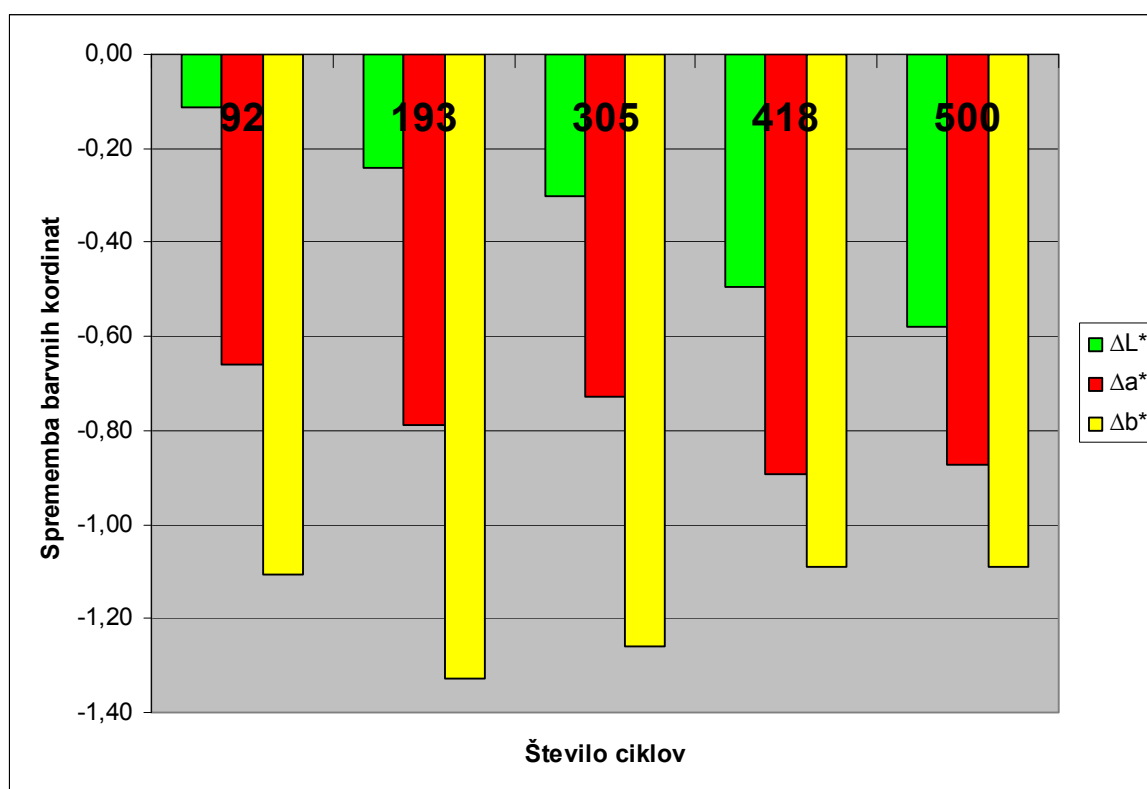


Slika 41: Sprememba barvnih koordinat vzorcev smreke s čepno vezjo

4.4.3 Spremembe barvnih koordinat pri domačem macesnu z mozničeno vezjo (MDM)

Na sliki 42 so prikazani rezultati sprememb barve vzorcev domačega macesna z mozničeno vezjo, glede na začetno stanje oziroma pred postavitvijo v komoro za pospešeno staranje. Uporabljali smo povprečne vrednosti treh meritev za vsak preizkušaneec. Podrobnejši rezultati meritev barvne spremembe vzorcev so prikazani v prilogi D.

Vsi vzorci so potemneli in to zelo enakomerno, od 92. proti 500. ciklu. Največjo vrednost dosežejo po 500. ciklu ($\Delta L^* = -0,58$). Največja sprememba na rumeno/modri osi se kaže po 193 ciklih ($\Delta b^* = -1,33$). Največja sprememba na rdeče/zeleni osi pa se kaže po 418 ciklih ($\Delta a^* = -0,89$).

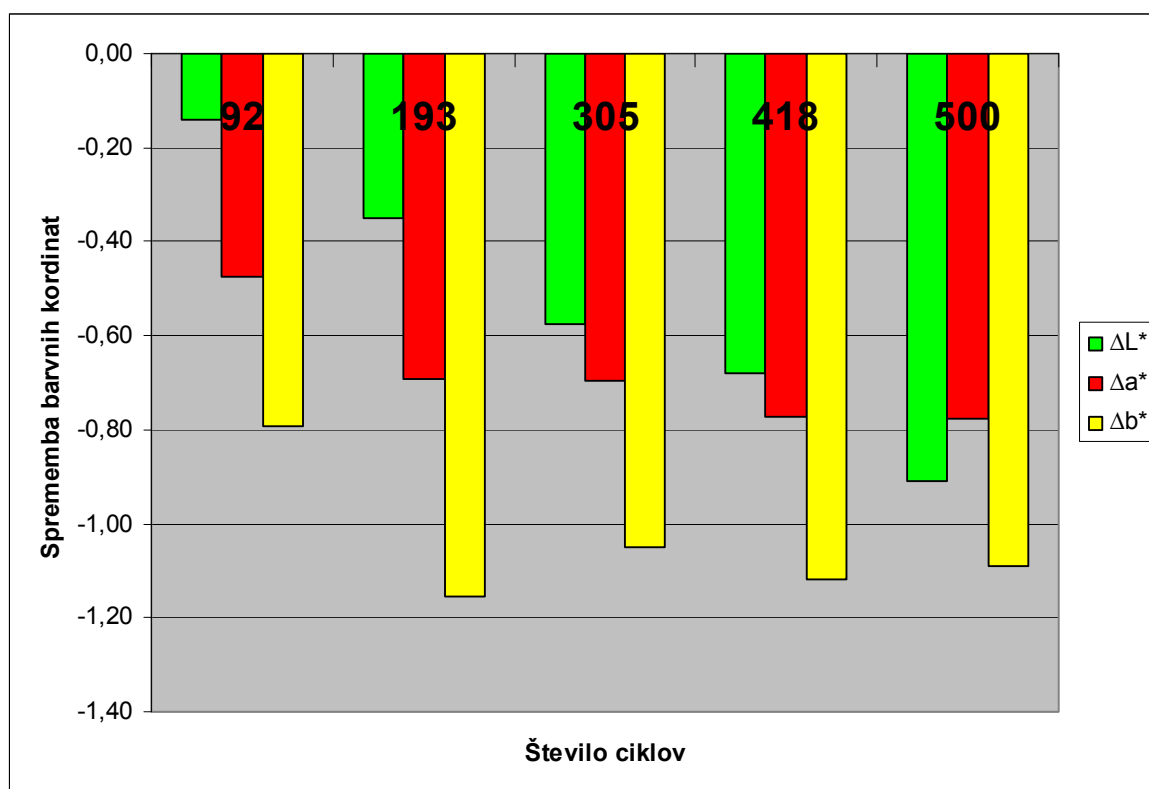


Slika 42: Sprememba barvnih koordinat vzorcev domačega macesna z mozničeno vezjo

4.4.4 Spremembe barvnih koordinat pri sibirskem macesnu s čepno vezjo (MSC)

Na sliki 43 so prikazani rezultati sprememb barve vzorcev sibirskega macesna s čepno vezjo, glede na začetno stanje oziroma pred postavitvijo v komoro za umetno pospešeno staranje. Uporabljali smo povprečne vrednosti treh meritev za vsak preizkušane. Podrobnejši rezultati meritev barvne spremembe vzorcev so prikazani v prilogi D.

Vsi macesnovi vzorci so potemneli. Največjo vrednost dosežejo po 500. ciklu ($\Delta L^* = -0,91$). Razlika barve na rumeno/modri osi kaže, da so vzorci sibirskega macesna največje odstopanje dosegli po 193. ciklu ($\Delta b^* = -1,16$). Največjo razliko na rdeče/zeleni osi pa dosežejo po 500 ciklih ($\Delta a^* = -0,78$).



Slika 43: Sprememba barvnih koordinat vzorcev sibirskega macesna s čepno vezjo

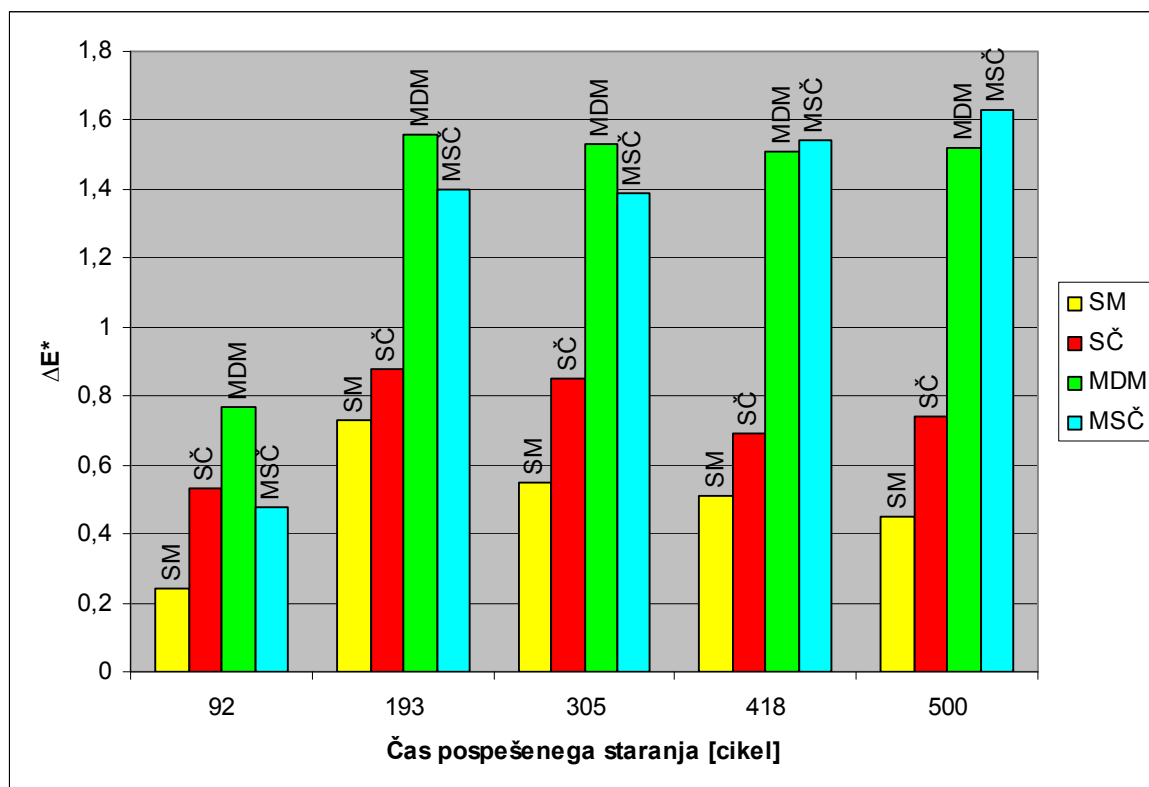
4.4.5 Barvne spremembe vzorcev

Na sliki 44 so prikazani rezultati barvne razlike vzorcev ΔE^* , glede na začetno stanje oziroma pred postavitvijo v komoro za umetno pospešeno staranje. Podrobnejši rezultati meritev barvne spremembe vzorcev so prikazani v prilogi D.

Po 92. ciklu največjo vrednost doseže domači macesen z mozničeno vezjo ($\Delta E^* = 0,77$). Prav tako največjo vrednost doseže tudi po 193. ($\Delta E^* = 1,56$) in 305. ciklu ($\Delta E^* = 1,53$). Po 418. ciklu doseže sibirski macesen s čepno vezjo največjo vrednost ($\Delta E^* = 1,54$). Tudi po 500. ciklu najvišje vrednosti dosega sibirski macesen ($\Delta E^* = 1,63$).

Pomen kratic:

- SM (smreka, mozničena vez)
- MDM (macesen, domači, mozničena vez)
- MSČ (macesen, sibirski, čepna vez)
- SČ (smreka, čepna vez)



Slika 44: Barvna razlika vzorcev SM, SČ, MDM in MSČ

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Dimenzijske spremembe

Po 92 ciklih smo ugotovili, da se dimenzije povečajo zaradi nizke začetne vlažnosti lesa (12 %). Največje dimenzijske spremembe smo opazili pri sibirskem macesnu ($\Delta l = 0,34$ mm). Predvidevamo, da je večja dimenzijska sprememba pri macesnu posledica manjšega vpijanja premaznega sistema in imamo zato posledično večje vpijanje vlage. To pomeni, da imamo obdelovance iz macesnovega lesa nekoliko manj zaščitene, zato opazamo večje vpijanje vlage. Najmanj pa so se spremenile dimenzije pri domačem macesnu. Predvidevamo, da zaradi velike zasičenosti lesa s smolo in s tem oteženega vpijanja in sproščanja vode. Vzorcem smreke se po 92 ciklih tudi poveča dimenzija, vendar pa med čepno in moznično vezjo ni večjih razlik.

Po 193 ciklih se dimenzije vzorcev zmanjšajo. Največje spremembe glede na 92. cikel se pojavijo pri domačem macesnu ($\Delta l = -0,31$ mm). Ta se po majhni spremembi pri 92. ciklu, tokrat močno spremeni. Pri sibirskem macesnu tudi opazimo večje spremembe, medtem ko se smreka še vedno spreminja enakomerno. Vse vrednosti, razen pri domačem macesnu, dosežejo svoj maksimum po 305 ciklih. Najbolj se spreminjajo vzorci smreke ($\Delta l = -0,32$ mm). Po 418 ciklih se vzorci počasi umirjajo in ne dosežajo več bistvenega odstopanja. Le pri domačem macesnu so še določena variiranja ($\Delta l = -0,29$ mm), verjetno so posledica smolnih žepov in razpok, ki so nastale zaradi napetosti v lesu, katere so za domači macesen zelo značilne, predvsem zaradi krive alpske rašče (slika 45).



Slika 45: Večanje razpoke na vzorcu

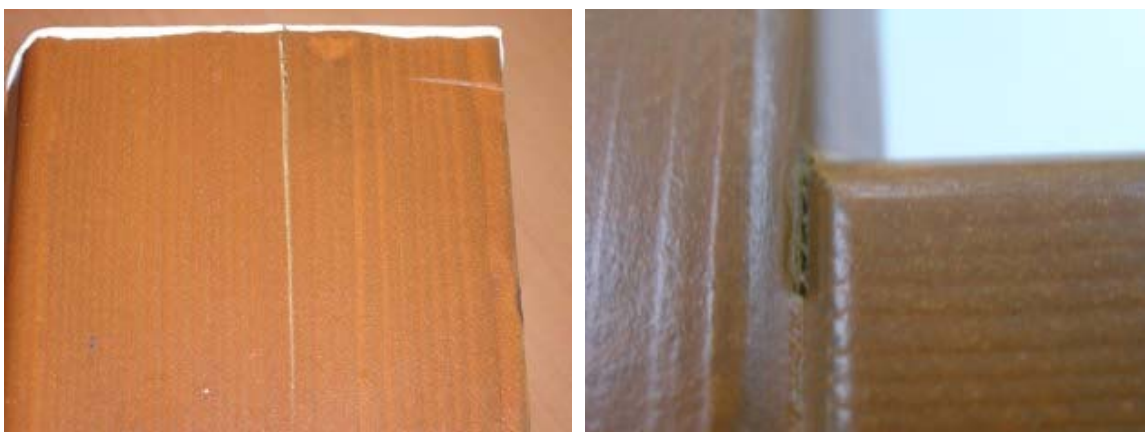
Vzorcem se dimenzije po 500 ciklih zelo približajo začetnim vrednostim. Na podlagi dobljenih rezultatov smo prišli do ugotovitve, da so dimenzijske spremembe pri površinsko obdelanem lesu smreke manjše kot pri površinsko obdelanem lesu macesna.

5.1.2 Spremembe mase

Kvaliteta premaza, konstrukcijska izvedba, zaščita čelnega lesa in zaščita spojev, je v prvih 92 ciklih pokazala, da smo preizkušance dobro zaščitili pred vlago. Zato so preizkušanci več vlage oddajali kot sprejeli ($\Delta m = -12,03$ g). Največ mase izgubijo vzorci s čepno vezjo, predvidevamo da je to zato, ker imamo pri čepni vezi čelni les prost, medtem, ko je pri mozničeni vezi čelni les enega segmenta v celoti zaprt.

Po 193. ciklu opazimo največje spremembe zopet pri čepni vezi ($\Delta m = 20,88$ g). Menimo, da izdelki s čepnimi vezmi bolj delujejo kot tisti z mozničeno vezjo, kar potrjujejo tudi rezultati sprememb dimenzij. Vzorcem se masa povečuje, to pomeni, da sprejemajo vlago. Opažamo tudi, da ima macesen velike odklone. Menim, da ima pri tem velik vpliv debelina barvnega filma. Na macesnovih vzorcih je ta tanjša zaradi manjšega vpijanja premaza. Zaradi tega je prepustnost za vodo po vsej verjetnosti nekoliko večja. S tem je povezano tudi bolj intenzivno naraščanje mase v primerjavi s tistim pri smrekovih vzorcih.

Od 193. pa do 418. cikla se masa enakomerno povečuje, po 500. ciklu pa pride do zmanjševanja, vendar razmerja med razliko mas vzorcev ostajajo enaka. Tudi po merjenju sprememb mase vzorcev sklepamo, da imajo površinsko obdelani smrekovi vzorci boljše lastnosti od površinsko obdelanih macesnovih vzorcev, kar potrjujejo tudi rezultati sprememb mas. Predvidevamo, da so slabši rezultati pri macesnovih vzorcih lahko tudi posledica poškodb na površini. Te poškodbe so razpoke, nepravilno zaščiten V spoj in poke zaradi dimenzijskih sprememb (slika 46).





Slika 46: Poškodba na površini domačega macesna (zgoraj levo), nepravilno zaščiten spoj (zgoraj desno), dimenzijske spremembe vzorcev (spodaj levo)

5.1.3 Sprememba sijaja

Po 92 ciklih se sijaj pri vseh vzorcih poveča. Najbolj se poveča pri smreki (Δ sijaja = 1,5) in domačem macesnu (Δ sijaja = 1,5), medtem ko pri sibirskem macesnu ne naraste veliko (Δ sijaja = 0,7). Razlog za to lahko iščemo v manjšem nanosu končne lazure, saj praviloma na sibirski macesen ne nanašamo toliko končnega premaznega sredstva kot na smreko, zaradi nevarnosti potekanja premaza. Po 193. ciklu se vrednosti pri SM (Δ sijaja = 0,9) in MSČ (Δ sijaja = 0,4) že nekoliko znižajo, medtem ko se pri SČ (Δ sijaja = 1,6) povečajo oziroma ostanejo nespremenjene pri MDM (Δ sijaja = 1,5). Po 305 ciklih se vse vrednosti znižajo, le SM se nekoliko poveča (Δ sijaja = 1). MSČ se po 418 ciklu še dodatno zniža (Δ sijaja = -0,8). Prav tako se SM vzorec spusti pod začetno vrednost (Δ sijaja = -0,2). Vsem vzorcem se po 500. ciklu sijaj zmanjša, kot smo tudi želeli. Najbolj se zniža vrednost pri vzorcu MSČ (Δ sijaja = -1,1).

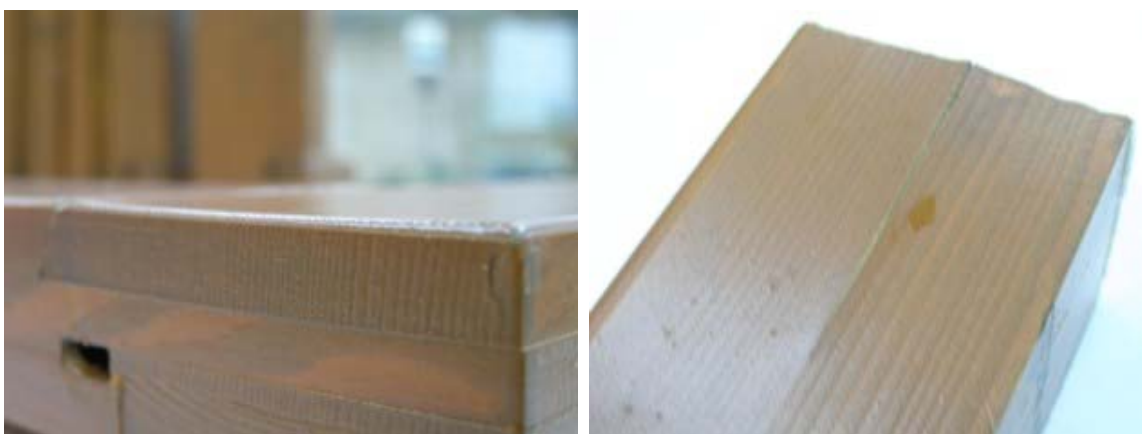
Predvidevali smo, da se bo sijaj zmanjšal pri vseh vzorcih, kar naši rezultati tudi potrjujejo. Rezultati kažejo največje izgube sijaja pri macesnovih vzorcih. Razlog za to lahko iščemo v manjših nanosih končne lazure, zaradi zahtevnosti nanašanja. Menimo, da k izgubi sijaja pripomorejo poškodbe površine premaza in nalaganje umazanije na površino. Zato proizvajalec premaznih sredstev predpisuje letni nanos sredstva za obnovo barvne površine in s tem podaljšanja življenjske dobe izdelka. Set za obnovo zajema čistilno sredstvo in sredstvo za obnovo površine (polish).

Pri merjenju so nas ovirale napake na površini vzorcev. To so majhni smolnati madeži na površini obdelanega smrekovega lesa, ki so zaradi visoke temperature med UPS prodrli na površino (slika 47).



Slika 47: Smolne kapljice pri smreki

Pri macesnovih vzorcih smo opazili določene napake in poškodbe, ki so posledica delovanja različnih dejavnikov v komori in napetosti v lesu. Te napake so dimenzijske spremembe in razpoke (slika 48).



Slika 48: S prostim očesom vidne dimenzijske spremembe lesa (levo) in razpoke na površini (desno)

Tudi pri sijaju ugotovimo manjše odstopanje od začetnih vrednosti pri smrekovih vzorcih. To lahko povežemo z dejstvom, da se zaradi boljšega in lažjega vpijanja premaza v les in zaradi večjega nanosa končnega lazurnega sistema sijaj s staranjem veliko bolj ohranja pri smreki kot macesnu. Zato moramo premaz na macesnu obnavljati prej kot na smreki.

5.1.4 Sprememba barve

5.1.4.1 Sprememba barvnih koordinat smreke z mozničeno vezjo (SM)

Pri vseh ciklih so vzorci SM potemneli. Največja potemnitev se kaže po 305. ciklu ($\Delta L^* = -0,23$). Razlika barve na rumeno/modri osi kaže, da so vsi preizkušanci pomodreli. Največje spremembe se kažejo po 92. ($\Delta b^* = -0,61$) in 193. ciklu ($\Delta b^* = -0,65$), tu vzorci najbolj pomodrijo. Od 305. do 500. cikla pa spet nekoliko porumenijo. Razlika na rdeče/zeleni osi pa kaže, da so vsi vzorci pozeleneli. Največji odklon od začetne vrednosti se kaže po 193. ciklu ($\Delta a^* = -0,30$). Skozi 193. in 305. cikel se vzorci spet približajo rdeči in po 500. ciklu spet zeleni barvi ($\Delta a^* = -0,22$).

5.1.4.2 Sprememba barvnih koordinat smreke s čepno vezjo (SČ)

Vsi vzorci so potemneli zelo enakomerno od 92. proti 500. ciklu. Razlika barve na rumeno/modri osi kaže, da so vsi preizkušanci pomodreli. Največje spremembe se kažejo po 193. ($\Delta b^* = -0,55$) in 305. ciklu ($\Delta b^* = -0,52$), tu vzorci najbolj pomodrijo. Od 418. do 500. cikla spet nekoliko porumenijo. Razlika na rdeče/zeleni osi kaže, da so vsi vzorci pozeleneli. Največji odklon od začetne vrednosti se kaže po 193. ciklu ($\Delta a^* = -0,51$). Skozi 305., 418. in 500. cikel so se vzorci približali nazaj k rdeči. Menimo, da so razlike med smreko s čepno in smreko z mozničeno vezjo verjetno posledica različnih struktur lesa in možnosti napak pri debelini nanosa končnega lazurnega sistema, saj je ta nanosen ročno.

5.1.4.3 Sprememba barvnih koordinat domačega macesna z mozničeno vezjo (MDM)

Vsi vzorci so potemneli in to zelo enakomerno, od 92. proti 500. ciklu. Razlika barve na rumeno/modri osi kaže, da so vsi preizkušanci pomodreli. Največje spremembe se kažejo po 193. ($\Delta b^* = -1,33$) in 305 ciklih ($\Delta b^* = -1,26$), tu vzorci najbolj pomodrijo. Od 418. do 500. cikla pa spet nekoliko porumenijo. Razlika na rdeče/zeleni osi pa kaže, da so vsi vzorci pozeleneli. Največji odklon od začetne vrednosti se kaže po 418. ($\Delta a^* = -0,89$) in 500. ciklu ($\Delta a^* = -0,87$). Ugotovili smo, da so barvne spremembe veliko večje pri domačem macesnu, kot pri smreki. Predvidevamo da je vzrok za to manjši nanos premaznega sredstva in večje število napak na površini domačega macesna (smolni izcedki, razpoke) (slika 49).



Slika 49: Smolni izcedek (levo) in razpoke (desno)

5.1.4.4 Sprememba barvnih koordinat sibirskega macesna s čepno vezjo (MSC)

Vsi macesnovi vzorci so potemneli. Enakomerno od 92. proti 500. ciklu. Razlika barve na rumeno/modri osi kaže, da so vsi preizkušanci pomodreli. Največje spremembe se kažejo po 193 ($\Delta b^* = -1,16$) in 418 ciklih ($\Delta b^* = -1,12$), tu vzorci najbolj pomodrijo. Po 500. ciklu pa spet nekoliko porumenijo. Razlika na rdeče/zeleni osi kaže, da so vsi vzorci pozeleneli. Največji odklon od začetne vrednosti se kaže po 418. ($\Delta a^* = -0,77$) in 500. ciklu ($\Delta a^* = -0,78$). Ugotovili smo, da so barvne spremembe tudi pri sibirskem macesnu veliko večje kot pri smreki. V primerjavi z domačim macesnom pa imamo nižje vrednosti. Menimo, da je za razliko med domačim in sibirskim macesnom krivo večje število napak na površini domačega macesna. Pri sibirskem macesnu imamo zelo gosto raščo, malo razpok in manjše število smolnih izcedkov na površini.

5.1.4.5 Sprememba barve vzorcev

Barvne razlike so največje pri domačem in sibirskem macesnu. Po 92 ciklih so barvne spremembe majhne. Največje spremembe se pojavijo pri domačem macesnu, kateremu se barva spremeni veliko več kot drugim vzorcem ($\Delta E^* = 0,77$). Najmanjše spremembe opazimo pri SM ($\Delta E^* = 0,24$). Po 193. ciklu se vsem vzorcem barva še dodatno spremeni na temnejši odtenek. Tudi tu ugotovimo, da je največje odstopanje pri macesnovih vzorcih ($\Delta E^* = 1,56$). Predvidevamo, da je razlog za tako veliko odstopanje veliko površinskih napak, ki so posledica delovanja UPS. To so smolne kapljice, izcedki smole iz smolnih žepov, razpoke pri domačem macesnu. Prav tako na spremembo vpliva manjša količina končnega premaznega sredstva na površini macesna. Manjša količina premaznega sredstva je posledica slabega vpijanja premaza pri macesnu, zato moramo dati večji poudarek na osnovni premaz kot na končni lazurni premaz. Tako dobimo veliko tanjši film kot pri

smrekovih vzorcih. V primeru, da tega ne upoštevamo in na površino nanesimo preveliko količino končnega premaza se zgodi, da premazni sistem steče s površine obdelovanca. Tako imamo zaradi tanjšega filma večje barvne spremembe. Po 305 ciklih se vrednost pri macesnu ne spreminja ($\Delta E^* = 1,53$), pri smreki pa se nekoliko zniža (posvetli) ($\Delta E^* = 0,55$). Po 418. ciklu vzorci smreke še nekoliko posvetlijo ($\Delta E^* = 0,51$), medtem ko se macesnu vrednost spet nekoliko poveča ($\Delta E^* = 1,54$), kar pomeni, da še dodatno potemni. Po 500. ciklu vzorci smreke še nekoliko variirajo vendar zanemarljivo. Vzorci macesna pa dodatno dvigajo svojo vrednost in temnijo. Tudi tu so nihanja stabilnejša. Rezultati barvnih sprememb kažejo v prid smrekovim vzorcem. Predvidevamo, da so posledica manjšega variiranja, večjih nanosov končnega lazurnega premaza na površino smreke in s tem večje odpornosti proti delovanju ultravijoličnih žarkov. Prav tako pripomorejo k manjšim spremembam barve manjše napake na površini smrekovega lesa, ki nastanejo zaradi delovanja in segrevanja površine (razpoke, smolni izcedki).

5.1.5 Splošna ocena

Glede na to, da ima nezaščiten macesnov les pod vplivom vremenskih dejavnikov veliko večjo življenjsko dobo kot smrekov les, smo predvidevali, da bodo meritve dimenzij, mase, sijaja in barve pokazale rezultate v prid macesnovim vzorcem. Meritve so pokazale, da temu ni tako.

Zaščiteni smrekovi vzorci so pri merjenju dimenzij, mase, sijaja in barve pokazali boljše lastnosti. Pri rednem vzdrževanju in letnem pregledu premaznega sredstva, predlagamo vgradnjo smrekovih izdelkov, tudi zaradi cene.

5.2 SKLEPI

- Na podlagi dobljenih rezultatov smo prišli do ugotovitve, da so dimenzijske spremembe zaradi umetnega pospešenega staranja pri površinsko obdelanem lesu smreke manjše kot pri površinsko obdelanem lesu macesna.
- Pri merjenju sprememb mase vzorcev smo ugotovili, da se površinsko obdelanim smrekovim vzorcem masa med UPS manj spreminja kot macesnovim vzorcem. Sklepamo, da je to posledica boljšega in globljega vpijanja premaznega sredstva pri smrekovemu lesu. Prav tako opazamo boljše lastnosti mozničene vezi, kar potrjujejo tudi rezultati. Sklepamo, da je razlog za manjše spremembe mas pri mozničenih vezeh v manjšem deležu čelnega lesa. Pri tej vezi je čelni les enega segmenta vezi popolnoma zaprt, zato imamo tu manjše vpijanje vlage.
- Sijaj se pri smrekovih vzorcih počasneje izgublja kot pri macesnovih vzorcih. Sklepamo, da se zaradi boljšega in lažjega vpijanja premaza v les in zaradi večjega nanosa končnega lazurnega sistema pri smrekovem lesu sijaj s staranjem veliko bolj ohranja pri površinsko obdelanih smrekovih vzorcih kot pri površinsko obdelanih macesnovih vzorcih. Pri macesnovih izdelkih je zato potrebno pogostejše vzdrževanje.
- Rezultati barvnih sprememb kažejo v prid smrekovim vzorcem. Manjše spremembe barve so posledica večjih nanosov končnega lazurnega premaza na površino smreke in s tem večje odpornosti proti delovanju ultravijoličnih žarkov. Prav tako pripomorejo k manjšim spremembam barve manjše napake na površini smrekovega lesa, ki nastanejo zaradi delovanja in segrevanja površine (razpoke, smolni izcedki).

Proizvajalci lesenih oken kot alternativo k PVC oknom ponujajo sibirski macesen, ki naj bi zaradi svoje goste rašče brez kakršnegakoli vzdrževanja zdržal želeno dobo. Zaradi takšne propagande in cene materiala so macesnova okna kar za 30 % dražja. Trditev, da površinsko neobdelan macesen zdrži veliko več kot površinsko neobdelana smreka, sicer drži, vendar pa za impregniran les to ne velja, kar potrjujejo tudi naši rezultati. Tudi mozničena vez je pokazala svoje prednosti. Izvedba in pravilna površinska obdelava kotne vezi torej močno vplivata na odpornost površinsko obdelanega okenskega profila proti staranju. Zato priporočamo izdelavo okenskih profilov iz dobro impregniranega smrekovega lesa, ki so spojeni z mozničeno vezjo. Sklepamo, da bodo tako zaščitena okna ob letnem pregledu, dosegla 30–40 let. Prav tako bodo namreč čez 30 let zastarela vsa današnja okna, tako lesena kot PVC ali aluminijasta.

6 POVZETEK

Osnovna naloga stavbnega pohištva, na podlagi katere izberemo tudi dimenzije, je dovajanje in vstopanje dnevne svetlobe v notranjost objekta, vizualen stik z okolico, zagotavljanje toplotnega ugodja, zaščita proti vodi in vlagi, primerna raven hrupa, varnost, estetska funkcija (notranji, zunanji prostor), mehansko tehnične zahteve (trajnost, odpornost), potreba po prehodnih odprtinah ter za prezračevanje.

V nalogi smo ugotavljali, kakšna je odpornost površinsko obdelanega okenskega profila proti staranju. Na podlagi rezultatov raziskave z umetnim pospešenim staranjem smo predlagali konstrukcijske rešitve, ki bi lesenemu oknu podaljšale potrebne intervale med obnavljanjem premaznega sistema ter s tem življenjsko dobo izdelka.

Ugotavljali smo razlike med površinsko obdelanim macesnovim in smrekovim lesom in med mozničeno in čepno vezjo. Predlagamo uporabo smrekovega lesa z mozničeno vezjo. Do te odločitve smo prišli po opravljenih rezultatih in izračunih, ki smo jih pridobili z izvedbo postopka pospešenega staranja lesa. Merili smo dimenzijske spremembe, spremembe mase ter spremembe sijaja in barve. Rezultati kažejo, da se največje dimenzijske spremembe kažejo pri sibirskem in domačem macesnu. Prav tako se tudi masa najbolj spreminja pri obeh vrstah macesna. Sijaj zaradi manjše količine nanosa premaza pri macesnu veliko hitreje pada kot pri smreki. Nanosi premaza na macesnovino so zaradi zahtevnosti nanašanja manjši kot pri smreki. Enak problem se pojavi tudi pri spremembi barve.

Vsi rezultati raziskave kažejo na boljše lastnosti površinsko obdelanega smrekovega lesa, zato predlagamo izdelavo oken iz smrekovega lesa. Pri tem je pomembna pravilna vgradnja okna v objekt, na trajnost oken pa poleg tega vpliva tudi pravilna izbira kvalitetnega lesa, pravilna površinska zaščita, zaščita spojev, pravilna montaža odkapnih profilov, montaža stekel in okovja. Ob upoštevanju vseh naštetih dejavnikov in ob letnem pregledu premaza bodo lesena okna zagotovo dosegla željeno dobo.

7 VIRI

7.1 CITIRANI VIRI

- 1 Bitzinger R. 2001. Naravi prijazni materiali in tehnologije v površinski zaščiti oken in vrat. LES 53, 4: 119-122
- 2 DIN 68121. Documentation - Timber profiles for windows and window doors; dimensions, quality requirements. 1993
- 3 DIN 18545. Documentation - Glazing with sealants; rebates; requirements. 2003
- 4 ISO 2813. Documentation - Paints and varnishes - Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20°, 60° and 85°. 1994
- 5 Eckhard M., Ehrmann W., Hammerl D., Nastle H., Nutsch T., Nutsch W., Schulz P., Willgerodt F. 2008. Fachkunde Holztechnik. Nourney: Verlag Europa-Lehrmittel: 615 str.
- 6 Eko sklad 2010. <http://www.mop.gov.si/nc/si/splosno/cns/novica/article//7805/> <17. 2. 2011>
- 7 Gorišek Ž. 2009. Les: zgradba in lastnosti: njegova variabilnost in heterogenost. Ljubljana, Bf., Oddelek za lesarstvo: 178 str.
- 8 Grobovšek B. 2007. Toplotni mostovi zaradi nepravilne vgradnje oken. Gradbenik, 3: 162-163
- 9 Knehtl B. 1998. Lesena okna – vpliv zaščite V – prsnega stika. LES, 50, 3: 57-60
- 10 Kričej B. 2006. Spreminjanje barve prosojnih površinskih sistemov v interieru. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 80 str.
- 11 Nemanič K. 2008. Vgradnja oken po smernicah RAL. Delo Dom, 4: 34-37
- 12 Šetina M. 2007. Varčevanje, vlaga, toplotni mostovi in varčna vgradnja oken. Gradbenik, 5: 136-137

- 13 Šetina M. 2009. Pravilna vgradnja sodobnega stavbenega pohištva. Gradbenik, 9:
152-155
- 14 Torelli N. 1989. Zgradba in lastnosti lesa. Ljubljana, VDO Biotehniška fakulteta,
VTOZD za lesarstvo: 92 str.

7.2 DRUGI VIRI

- 1 Hechenblaickner Holz & Furniere, informativno gradivo podjetja, 2010
- 2 Illbruck, informativno gradivo podjetja, 2009
- 3 KAR-LES, informativno gradivo podjetja, 2009
- 4 Kleiberit adhesives, informativno gradivo podjetja, 2010
- 5 Leitz, informativno gradivo podjetja, 1999
- 6 Remmers, informativno gradivo podjetja, 2002
- 7 Sora, informativno gradivo podjetja, 2009
- 8 Stavbno pohištvo Polskava, informativno gradivo podjetja, 2008
- 9 Stemeseder, informativno gradivo podjetja, 2009

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil mentorici doc. dr. Jasni Hrovatin za strokovno pomoč in nasvete. Za nasvete pri tehničnem delu se zahvaljujem somentorju asist. dr. Matjažu Pavliču in recenzentu prof. dr. Marku Petriču. Zahvaljujem se tudi dipl. ing. Borutu Kričejju za pomoč pri laboratorijskem delu.

Naj se ob tej priložnosti zahvalim tudi mojim staršem, ki so mi omogočili, da uspešno zaključim študij, in vsem ostalim, ki so me podpirali na tej poti.

PRILOGE

Priloga A

Spremembe dimenzij vzorcev SM (smreka moznik)

Št. cik.	Vzorci SM					Povp. vr.
	1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	0	0,00
92	0,47 mm	0,29 mm	0,20 mm	0,22 mm	0,30 mm	0,30 mm
193	0,19 mm	-0,05 mm	-0,15 mm	-0,14 mm	-0,16 mm	-0,06 mm
305	-0,12 mm	-0,35 mm	-0,41 mm	-0,31 mm	-0,39 mm	-0,32 mm
418	0,02 mm	-0,19 mm	-0,38 mm	-0,19 mm	-0,23 mm	-0,19 mm
500	0,20 mm	-0,03 mm	-0,32 mm	-0,03 mm	-0,16 mm	-0,07 mm

Spremembe dimenzij vzorcev SČ (smreka čep)

Št. cik.	Vzorci SČ					Povp. vr.
	1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	0	0,00
92	0,32 mm	0,10 mm	0,68 mm	-0,25 mm	0,48 mm	0,27 mm
193	-0,09 mm	-0,46 mm	0,37 mm	-0,26 mm	0,13 mm	-0,06 mm
305	-0,27 mm	-0,77 mm	0,36 mm	-0,38 mm	-0,05 mm	-0,22 mm
418	-0,33 mm	-0,67 mm	0,47 mm	-0,51 mm	0,35 mm	-0,14 mm
500	-0,31 mm	-0,65 mm	0,37 mm	-0,29 mm	0,48 mm	-0,08 mm

Spremembe dimenzij vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Vzorci MDM						
Št. cik.	1	2	3	4	5	Povp. vr.
0	0	0	0	0	0	0,00
92	0,26 mm	0,26 mm	0,23 mm	0,18 mm	0,17 mm	0,22 mm
193	-0,41 mm	-0,06 mm	-0,21 mm	-0,70 mm	-0,19 mm	-0,31 mm
305	-0,30 mm	0,01 mm	-0,41 mm	-0,37 mm	-0,25 mm	-0,26 mm
418	-0,34 mm	-0,02 mm	-0,55 mm	-0,34 mm	-0,22 mm	-0,29 mm
500	-0,12 mm	0,06 mm	-0,32 mm	-0,23 mm	-0,10 mm	-0,14 mm

Spremembe dimenzij vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

Vzorci MSC						
Št. cik.	1	2	3	4	5	Povp. vr.
0	0	0	0	0	0	0,00
92	0,29 mm	0,43 mm	0,45 mm	0,22 mm	0,29 mm	0,34 mm
193	-0,19 mm	-0,03 mm	0,34 mm	-0,59 mm	-0,16 mm	-0,13 mm
305	-0,47 mm	-0,48 mm	0,22 mm	-0,18 mm	-0,30 mm	-0,24 mm
418	-0,23 mm	-0,11 mm	0,19 mm	-0,16 mm	-0,28 mm	-0,12 mm
500	-0,25 mm	0,02 mm	0,26 mm	-0,15 mm	-0,28 mm	-0,08 mm

Povprečne spremembe dimenzij vzorcev SM, SČ, MDM, MSC

Vzorci				
Št. cik.	SM	SČ	MDM	MSC
0	0	0	0	0
92	0,30 mm	0,27 mm	0,22 mm	0,34 mm
193	-0,06 mm	-0,06 mm	-0,31 mm	-0,13 mm
305	-0,32 mm	-0,22 mm	-0,26 mm	-0,24 mm
418	-0,19 mm	-0,14 mm	-0,29 mm	-0,12 mm
500	-0,07 mm	-0,08 mm	-0,14 mm	-0,08 mm

Priloga B

Sprememba mase vzorcev SM (smreka možnik)

Št. cik.	Masa vzorcev SM [g]					Povp. vr. [g]	Δm
	1	2	3	4	5		
0	821,18 g	807,88 g	810,01 g	787,49 g	812,56 g	807,82 g	0,00 g
92	809,00 g	795,35 g	798,53 g	783,11 g	803,16 g	797,83 g	-9,99 g
193	820,10 g	809,68 g	819,46 g	791,66 g	815,47 g	811,27 g	3,45 g
305	827,25 g	815,37 g	830,15 g	798,21 g	820,36 g	818,27 g	10,44 g
418	832,15 g	818,36 g	833,82 g	800,68 g	823,01 g	821,60 g	13,78 g
500	829,64 g	815,01 g	827,72 g	795,17 g	817,31 g	816,97 g	9,15 g

Sprememba mase vzorcev SČ (smreka čep)

Št. cik.	Masa vzorcev SČ [g]					Povp. vr. [g]	Δm
	1	2	3	4	5		
0	713,41 g	749,25 g	711,14 g	804,37 g	731,39 g	741,91 g	0,00 g
92	697,08 g	736,58 g	698,80 g	792,14 g	724,82 g	729,88 g	-12,03 g
193	725,72 g	768,74 g	729,06 g	821,75 g	758,17 g	760,69 g	18,78 g
305	739,60 g	783,50 g	744,40 g	826,17 g	769,54 g	772,64 g	30,73 g
418	740,93 g	790,31 g	756,41 g	834,29 g	768,26 g	778,04 g	36,13 g
500	731,46 g	775,56 g	745,50 g	826,44 g	757,35 g	767,26 g	25,35 g

Sprememba mase vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Št. cik.	Masa vzorcev MDM [g]					Povp. vr. [g]	Δm
	1	2	3	4	5		
0	1163,18 g	1089,37 g	1132,39 g	1195,12 g	1098,36 g	1135,68 g	0,00 g
92	1149,19 g	1080,25 g	1121,39 g	1183,92 g	1090,52 g	1125,05 g	-10,63 g
193	1171,82 g	1095,43 g	1135,17 g	1208,57 g	1106,87 g	1143,57 g	7,89 g
305	1181,66 g	1102,60 g	1144,47 g	1220,10 g	1114,49 g	1152,66 g	16,98 g
418	1185,66 g	1105,08 g	1149,53 g	1229,29 g	1122,63 g	1158,44 g	22,75 g
500	1180,13 g	1098,78 g	1146,44 g	1221,35 g	1111,21 g	1151,58 g	15,90 g

Sprememba mase vzorcev macesen sibirski čep

Št. cik.	Masa vzorcev MSČ [g]					Povp. vr. [g]	Δm
	1	2	3	4	5		
0	1217,18 g	1155,83 g	1164,66 g	1100,46 g	1138,30 g	1155,29 g	0,00 g
92	1204,48 g	1142,46 g	1151,62 g	1091,99 g	1128,98 g	1143,91 g	-11,38 g
193	1231,79 g	1181,60 g	1184,45 g	1124,23 g	1158,77 g	1176,17 g	20,88 g
305	1245,16 g	1193,42 g	1201,16 g	1139,27 g	1170,35 g	1189,87 g	34,59 g
418	1254,08 g	1199,04 g	1209,05 g	1151,89 g	1175,26 g	1197,86 g	42,58 g
500	1247,28 g	1190,09 g	1198,27 g	1142,08 g	1168,15 g	1189,17 g	33,89 g

Sprememba mase vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ

Št. ciklov	Sprememba mase vzorcev [g]			
	SM	SČ	MDM	MSČ
0	0	0	0	0
92	-9,99 g	-12,03 g	-10,63 g	-11,38 g
193	3,45 g	18,78 g	7,89 g	20,88 g
305	10,44 g	30,73 g	16,98 g	34,59 g
418	13,78 g	36,13 g	22,75 g	42,58 g
500	9,15 g	25,35 g	15,90 g	33,89 g

Priloga C

Spremembe sijaja vzorcev SM (smreka moznik)

Št. ciklov	Sijaj vzorcev SM					Povp. vrednost	Δ sijaja SM
	1	2	3	4	5		
0	11,7	12,6	13,0	12,1	12,0	12,3	0,0
92	12,7	13,7	13,9	14,1	14,3	13,7	1,5
193	13,0	12,6	15,8	11,1	13,2	13,1	0,9
305	12,5	13,4	13,8	12,9	13,8	13,3	1,0
418	11,7	12,2	12,7	12,1	11,9	12,1	-0,2
500	11,6	12,3	12,4	12,5	11,0	12,0	-0,3

Spremembe sijaja vzorcev SČ (smreka čep)

Št. ciklov	Sijaj vzorcev SČ					Povp. vrednost	Δ sijaja SČ
	1	2	3	4	5		
0	12,1	12,5	11,6	13,6	10,4	12,0	0,0
92	13,1	13,1	12,7	15,5	10,9	13,1	1,0
193	12,6	14,0	14,5	14,9	12,3	13,7	1,6
305	12,6	12,2	12,1	15,4	10,9	12,6	0,6
418	12,1	11,7	12,1	14,1	10,8	12,2	0,1
500	11,8	11,7	12,0	13,8	8,7	11,6	-0,4

Spremembe sijaja vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Sijaj vzorcev MDM							
Št. ciklov	1	2	3	4	5	Povp. vrednost	Δ sijaja MDM
0	10,3	10,6	11,6	11,3	11,1	11,0	0,0
92	12,0	11,7	12,8	13,1	12,8	12,5	1,5
193	12,1	11,5	12,3	13,1	13,2	12,4	1,5
305	11,1	10,8	11,6	12,2	12,4	11,6	0,6
418	10,8	10,4	11,2	11,7	11,9	11,2	0,2
500	10,5	10,4	10,9	10,9	10,7	10,7	-0,3

Spremembe sijaja vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

Sijaj vzorcev MSC							
Št. ciklov	1	2	3	4	5	Povp. vrednost	Δ sijaja MSC
0	11,6	11,5	11,0	10,3	11,4	11,2	0,0
92	12,2	11,6	11,9	11,1	12,3	11,8	0,7
193	10,6	11,9	10,4	11,8	13,0	11,5	0,4
305	11,5	10,8	11,0	9,8	11,5	10,9	-0,2
418	9,1	10,4	10,7	9,6	12,0	10,4	-0,8
500	9,8	10,1	10,3	9,4	10,6	10,0	-1,1

Sprememba sijaja vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ

Sprememba sijaja vzorcev				
Št. ciklov	SM	SČ	MDM	MSČ
0	0	0	0	0
92	1,5	1,0	1,5	0,7
193	0,9	1,6	1,5	0,4
305	1,0	0,6	0,6	-0,2
418	-0,2	0,1	0,2	-0,8
500	-0,3	-0,4	-0,3	-1,1

Priloga D

Barvne spremembe vzorcev SM (smreka moznik)

Vzorec	Pred staranjem			Po 92 ciklusih			d			
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
S1M	41,01	18,07	21,83	40,83	18,50	20,85	-0,18	0,43	-0,98	0,46
S2M	41,06	18,71	21,94	41,04	18,55	21,50	-0,02	-0,17	-0,44	0,08
S3M	41,26	17,99	22,06	41,09	17,75	22,19	-0,17	-0,24	0,12	0,17
S4M	40,84	18,75	21,79	41,07	18,49	21,21	0,23	-0,26	-0,58	0,28
S5M	41,19	18,65	22,07	41,06	18,50	20,90	-0,13	-0,15	-1,17	0,22
SM						Povp.	-0,05	-0,08	-0,61	0,24
	Pred staranjem			Po 193 ciklusih			d			
S1M	41,01	18,07	21,83	40,91	17,70	21,01	-0,10	-0,37	-0,82	0,91
S2M	41,06	18,71	21,94	41,02	18,43	21,30	-0,04	-0,28	-0,64	0,70
S3M	41,26	17,99	22,06	41,11	17,77	21,52	-0,15	-0,22	-0,54	0,60
S4M	40,84	18,75	21,79	40,87	18,37	21,00	0,03	-0,38	-0,79	0,88
S5M	40,90	18,22	21,92	41,05	17,97	21,44	0,15	-0,25	-0,48	0,56
SM						Povp.	-0,02	-0,30	-0,65	0,73
	Pred staranjem			Po 305 ciklusih			d			
S1M	41,01	18,07	21,83	40,81	17,8	21,24	-0,20	-0,27	-0,59	0,68
S2M	41,06	18,71	21,94	40,89	18,51	21,47	-0,17	-0,20	-0,47	0,54
S3M	41,26	17,99	22,06	41,03	17,86	21,81	-0,23	-0,13	-0,25	0,36

S4M	40,84	18,75	21,79	40,69	18,53	21,34	-0,15	-0,22	-0,45	0,52
S5M	41,30	18,36	21,88	40,91	17,93	21,56	-0,39	-0,43	-0,32	0,66
SM						Povp.	-0,23	-0,25	-0,42	0,55
	Pred staranjem			Po 418 ciklusih			d			
S1M	41,01	18,07	21,83	40,91	17,88	21,35	-0,10	-0,19	-0,48	0,53
S2M	41,06	18,71	21,94	40,83	18,54	21,52	-0,23	-0,17	-0,42	0,51
S3M	41,26	17,99	22,06	40,99	17,95	21,81	-0,27	-0,04	-0,25	0,37
S4M	40,84	18,75	21,79	40,82	18,51	21,33	-0,02	-0,24	-0,46	0,52
S5M	40,91	18,65	22,03	40,95	18,49	21,46	0,04	-0,16	-0,57	0,59
SM						Povp.	-0,12	-0,16	-0,44	0,50
	Pred staranjem			Po 500 ciklusih			d			
S1M	41,01	18,07	21,83	40,81	17,86	21,45	-0,20	-0,21	-0,38	0,48
S2M	41,06	18,71	21,94	40,85	18,58	21,67	-0,20	-0,13	-0,27	0,36
S3M	41,26	17,99	22,06	40,91	18,02	22,04	-0,35	0,03	-0,03	0,36
S4M	40,84	18,75	21,79	40,78	18,56	21,44	-0,05	-0,19	-0,34	0,40
S5M	40,92	18,56	21,88	40,90	17,99	21,56	-0,02	-0,57	-0,32	0,65
SM						Povp.	-0,17	-0,22	-0,27	0,45

Barvne spremembe vzorcev SČ (smreka čep)

	Pred staranjem			Po 92 ciklusih			d			
Vzorec	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
S1Č	40,79	20,09	21,51	40,40	18,26	20,67	-0,39	-1,83	-0,84	1,59
S2Č	41,32	18,71	22,66	41,56	18,59	22,32	0,24	-0,12	-0,34	0,24
S3Č	41,72	18,93	22,40	41,37	18,61	21,83	-0,35	-0,32	-0,57	0,39
S4Č	40,71	19,44	21,94	40,94	19,55	21,88	0,23	0,11	-0,06	0,23
S5Č	43,23	16,62	24,44	43,41	16,54	24,13	0,18	-0,08	-0,31	0,18
SČ						Povp.	-0,02	-0,45	-0,42	0,53
	Pred staranjem			Po 193 ciklusih			d			
S1Č	40,79	20,09	21,51	40,76	18,38	20,85	-0,03	-1,71	-0,66	1,83
S2Č	41,32	18,71	22,66	41,58	18,48	22,12	0,26	-0,23	-0,54	0,64
S3Č	41,72	18,93	22,40	41,09	18,52	21,66	-0,63	-0,41	-0,74	1,05
S4Č	40,71	19,44	21,94	40,83	19,32	21,51	0,12	-0,12	-0,43	0,46

S5Č	43,23	16,62	24,44	43,22	16,54	24,06	-0,01	-0,08	-0,38	0,39
SČ						Povp.	-0,06	-0,51	-0,55	0,88
	Pred staranjem			Po 305 ciklusi			d			
S1Č	40,79	20,09	21,51	40,71	18,45	20,87	-0,08	-1,64	-0,64	1,76
S2Č	41,32	18,71	22,66	41,34	18,45	22,20	0,02	-0,26	-0,46	0,53
S3Č	41,72	18,93	22,40	41,08	18,66	21,90	-0,64	-0,27	-0,50	0,86
S4Č	40,71	19,44	21,94	40,53	19,28	21,55	-0,18	-0,16	-0,39	0,46
S5Č	43,23	16,62	24,44	43,00	16,57	23,85	-0,23	-0,05	-0,59	0,64
SČ						Povp.	-0,22	-0,48	-0,52	0,85
	Pred staranjem			Po 418 ciklusi			d			
S1Č	40,79	20,09	21,51	40,65	18,57	21,10	-0,14	-1,52	-0,41	1,58
S2Č	41,32	18,71	22,66	41,34	18,59	22,40	0,02	-0,12	-0,26	0,29
S3Č	41,72	18,93	22,40	41,14	18,73	22,06	-0,58	-0,20	-0,34	0,70
S4Č	40,71	19,44	21,94	40,59	19,39	21,74	-0,12	-0,05	-0,2	0,24
S5Č	43,23	16,62	24,44	42,90	16,63	23,88	-0,33	0,01	-0,56	0,65
SČ						Povp.	-0,23	-0,38	-0,35	0,69
	Pred staranjem			Po 500 ciklusi			d			
S1Č	40,79	20,09	21,51	40,65	18,63	21,20	-0,14	-1,46	-0,31	1,50
S2Č	41,32	18,71	22,66	41,26	18,59	22,28	-0,06	-0,12	-0,38	0,40
S3Č	41,72	18,93	22,40	41,07	18,75	22,22	-0,65	-0,18	-0,18	0,70
S4Č	40,71	19,44	21,94	40,48	19,39	21,83	-0,23	-0,05	-0,11	0,26
S5Č	43,23	16,62	24,44	42,65	16,62	23,86	-0,58	0,00	-0,58	0,82
SČ						Povp.	-0,33	-0,36	-0,31	0,74

Barvne spremembe vzorcev MDM (macesen domači moznik)

Vzorec	Pred staranjem			Po 92 ciklusi			d			
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
MD1M	40,70	18,48	21,56	40,62	17,88	20,58	-0,08	-0,60	-0,98	0,59
MD2M	41,40	18,22	22,19	41,30	17,71	21,38	-0,10	-0,51	-0,81	0,43
MD3M	40,63	18,32	21,37	40,57	17,71	20,51	-0,06	-0,61	-0,86	0,53
MD4M	40,38	17,92	21,25	40,17	17,08	19,98	-0,21	-0,84	-1,27	1,09
MD5M	40,59	17,96	21,66	40,48	17,22	20,05	-0,11	-0,74	-1,61	1,20

MDM							Povp.	-0,11	-0,66	-1,11	0,77
	Pred staranjem			Po 193 ciklusi			d				
MD1M	40,70	18,48	21,56	40,56	17,72	20,40	-0,14	-0,76	-1,16	1,39	
MD2M	41,40	18,22	22,19	41,12	17,64	21,18	-0,28	-0,58	-1,01	1,20	
MD3M	40,63	18,32	21,37	40,37	17,60	20,23	-0,26	-0,72	-1,14	1,37	
MD4M	40,38	17,92	21,25	40,18	17,01	19,81	-0,20	-0,91	-1,44	1,72	
MD5M	40,59	17,96	21,66	40,26	16,99	19,78	-0,33	-0,97	-1,88	2,14	
MDM							Povp.	-0,24	-0,79	-1,33	1,56
	Pred staranjem			Po 305 ciklusi			d				
MD1M	40,70	18,48	21,56	40,36	17,83	20,66	-0,34	-0,65	-0,90	1,16	
MD2M	41,40	18,22	22,19	40,95	17,65	21,36	-0,45	-0,57	-0,83	1,10	
MD3M	40,63	18,32	21,37	40,16	17,46	20,21	-0,47	-0,86	-1,16	1,52	
MD4M	40,38	17,92	21,25	39,90	16,96	19,85	-0,48	-0,96	-1,40	1,76	
MD5M	40,59	17,96	21,66	40,82	17,36	19,65	0,23	-0,60	-2,01	2,11	
MDM							Povp.	-0,30	-0,73	-1,26	1,53
	Pred staranjem			Po 418 ciklusi			d				
MD1M	40,70	18,48	21,56	40,36	17,76	20,69	-0,34	-0,72	-0,87	1,18	
MD2M	41,40	18,22	22,19	40,94	17,61	21,40	-0,46	-0,61	-0,79	1,10	
MD3M	40,63	18,32	21,37	40,17	17,54	20,33	-0,46	-0,78	-1,04	1,38	
MD4M	40,38	17,92	21,25	39,92	16,89	20,00	-0,46	-1,03	-1,25	1,68	
MD5M	40,59	17,96	21,66	39,83	16,63	20,16	-0,76	-1,33	-1,50	2,14	
MDM							Povp.	-0,50	-0,89	-1,09	1,50
	Pred staranjem			Po 500 ciklusi			d				
MD1M	40,70	18,48	21,56	40,26	17,83	20,84	-0,44	-0,65	-0,72	1,07	
MD2M	41,40	18,22	22,19	40,86	17,60	21,41	-0,54	-0,62	-0,78	1,13	
MD3M	40,63	18,32	21,37	40,09	17,63	20,43	-0,54	-0,69	-0,94	1,29	
MD4M	40,38	17,92	21,25	39,78	16,85	20,00	-0,60	-1,07	-1,25	1,75	
MD5M	40,59	17,96	21,66	39,81	16,62	19,89	-0,78	-1,34	-1,77	2,35	
MDM							Povp.	-0,58	-0,87	-1,09	1,52

Barvne spremembe vzorcev MSC (macesen sibirski čep)

	Pred staranjem			Po 92 ciklikih			d			
Vzorec	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
MS1Č	40,54	18,74	21,32	40,31	17,96	20,28	-0,23	-0,78	-1,04	0,84
MS2Č	41,06	18,05	21,81	40,75	17,51	21,02	-0,31	-0,54	-0,79	0,53
MS3Č	42,36	19,42	23,82	42,05	18,82	22,78	-0,31	-0,60	-1,04	0,70
MS4Č	40,73	17,63	21,27	40,87	17,31	20,55	0,14	-0,32	-0,72	0,27
MS5Č	41,05	17,90	21,48	41,06	17,76	21,10	0,01	-0,14	-0,38	0,05
MSC						Povp.	-0,14	-0,48	-0,79	0,48
	Pred staranjem			Po 193 ciklikih			d			
MS1Č	40,54	18,74	21,32	40,13	17,74	19,87	-0,41	-1,00	-1,45	1,81
MS2Č	41,06	18,05	21,81	40,65	17,51	20,85	-0,41	-0,54	-0,96	1,18
MS3Č	42,36	19,42	23,82	41,71	18,56	22,39	-0,65	-0,86	-1,43	1,79
MS4Č	40,73	17,63	21,27	40,39	16,79	19,83	-0,34	-0,84	-1,44	1,70
MS5Č	41,05	17,90	21,48	41,10	17,69	20,98	0,05	-0,21	-0,50	0,54
MSC						Povp.	-0,35	-0,69	-1,16	1,40
	Pred staranjem			Po 305 ciklikih			d			
MS1Č	40,54	18,74	21,32	40,01	17,77	20,11	-0,53	-0,97	-1,21	1,64
MS2Č	41,06	18,05	21,81	40,33	17,32	20,79	-0,73	-0,73	-1,02	1,45
MS3Č	42,36	19,42	23,82	41,54	18,67	22,57	-0,82	-0,75	-1,25	1,67
MS4Č	40,73	17,63	21,27	40,13	16,8	19,95	-0,6	-0,83	-1,32	1,67
MS5Č	41,05	17,90	21,48	40,86	17,70	21,02	-0,19	-0,2	-0,46	0,54
MSC						Povp.	-0,57	-0,70	-1,05	1,39
	Pred staranjem			Po 418 ciklikih			d			
MS1Č	40,54	18,74	21,32	39,94	17,57	19,87	-0,60	-1,17	-1,45	1,96
MS2Č	41,06	18,05	21,81	40,30	17,31	20,75	-0,76	-0,74	-1,06	1,50
MS3Č	42,36	19,42	23,82	41,40	18,53	22,40	-0,96	-0,89	-1,42	1,93
MS4Č	40,73	17,63	21,27	40,12	16,85	19,98	-0,61	-0,78	-1,29	1,63
MS5Č	41,05	17,90	21,48	40,58	17,61	21,11	-0,47	-0,29	-0,37	0,66
MSC						Povp.	-0,68	-0,77	-1,12	1,54
	Pred staranjem			Po 500 ciklikih			d			
MS1Č	40,54	18,74	21,32	39,56	17,69	20,10	-0,98	-1,05	-1,22	1,88

MS2Č	41,06	18,05	21,81	40,38	17,38	20,88	-0,68	-0,67	-0,93	1,33
MS3Č	42,36	19,42	23,82	41,10	18,50	22,43	-1,26	-0,92	-1,39	2,09
MS4Č	40,73	17,63	21,27	39,89	16,79	19,96	-0,84	-0,84	-1,31	1,77
MS5Č	41,05	17,90	21,48	40,27	17,5	20,87	-0,78	-0,40	-0,61	1,07
MSČ						Povp.	-0,91	-0,78	-1,09	1,63

Barvne spremembe vzorcev SM, SČ, MDM, MSČ

Cikel	ΔE			
	SM	SČ	MDM	MSČ
92	0,24	0,53	0,77	0,48
193	0,73	0,88	1,56	1,40
305	0,55	0,85	1,53	1,39
418	0,51	0,69	1,51	1,54
500	0,45	0,74	1,52	1,63

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matic KETE

**VPLIV IZVEDBE KOTNE VEZI NA ODPORNOST
POVRŠINSKO OBDELANEGA OKENSKEGA
PROFILA PROTI STARANJU**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2011