

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Miha LEKŠE

**ODPORNOST RAZLIČNIH VRST  
POVRŠINSKO OBDELANIH LESENIH  
SPOJEV PROTI STARANJU**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Miha LEKŠE

**ODPORNOST RAZLIČNIH VRST POVRŠINSKO  
OBDELANIH LESENIH SPOJEV PROTI STARANJU**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES  
OF SURFACE TREATED WOODEN JOINTS  
AGAINST AGEING**

B. SC. THESIS

Professional Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo v laboratoriju za obdelavo površin Katedre za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin, na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomske naloge imenoval prof. dr. Marka Petriča, za somentorja asist.dr. Matjaža Pavliča, za recenzentko pa doc. dr. Manjo Kitek Kuzman.

Mentor: prof.dr. Marko PETRIČ

Somentor: asist.dr. Matjaž PAVLIČ

Recenzentka: doc. dr. Manja KITEK KUZMAN

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Miha LEKŠE

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ŠD | Dv1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| DK | UDK 630*829.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| KG | les/spoji/odpornost proti staranju                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| AV | LEKŠE, Miha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| SA | PETRIČ, Marko(mentor)/PAVLIČ, Matjaž (somentor)/KITEK KUZMAN, Manja (recenzent)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| KZ | SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina c. VIII/34                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| LI | 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| IN | ODPORNOST RAZLIČNIH VRST POVRŠINSKO OBDELANIH LESENIH SPOJEV PROTI STARANJU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| TD | Diplomski projekt (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| OP | VII, 25 str., 1 pregl., 29 sl., 11 vir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| IJ | sl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| JI | sl / en                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| AI | Les je tudi v današnjem času v pogosti uporabi za gradnjo bivališč, še posebej pri energijsko varčnih hišah. Moramo ga ustrezno zaščititi pred različnimi abiotскими dejavniki, ki mu lahko škodujejo. Da bi ugotovili, v kolikšni meri tip spoja, smer izpostavitve in način zaščite vplivajo na staranje lesenih spojev, podobnih tistim, ki bi jih uporabili pri fasadi, smo sestavili konstrukcijo s trinajstimi vzorci in jo za obdobje šestnajstih mesecev postavili na prosto. Vzorce smo razdelili v tri tipe fasadnih oblog (utor pero – horizontalno, vertikalno in prekrivno horizontalno), ki smo jih zaščitili z zaščitnim sistemom Biotan, pred sestavo vzorca fasadne obloge ali po njej. Ugotovili smo, da se je najbolje izkazal prekrivni spoj v horizontalni izpostavitvi, pri katerem so bile deščice zaščitene s premazi pred sestavo vzorca. Menimo, da je tako zaradi tega, ker je pri prekrivnem spoju deščica v veliki meri zaščitila tudi drugo deščico, ter se je tako zmanjšalavelikost nezaščitene hrbtné površine. Zaščita vzorca pred sestavo pa je pomenila, da so bili ustrezno zaščiteni tudi spoji vzorca, kar je zmanjšalo vpijanje vlage v les. |

## KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Dv1  
DC UDC 630\*829.1  
CX Wood/joints/resistance against age

AU LEKŠE, Miha  
AA PETRIČ, Marko(supervisor)/ PAVLIČ, Matjaž (co-supervisor) / KITEK  
KUZMAN, Manja (reviewer)  
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina c. VIII/34  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science  
and Technology  
PY 2012  
TI RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES OF SURFACE TREATED WOODEN  
JOINTS AGAINST AGEING  
DT Diplomski projekt (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)  
NO VII, 25 p., 1 tab., 29 fig., 11 ref.  
LA si  
AL sl / en  
AB Currently, wood is still an important building material for residential buildings.  
This is especially true for new energy saving houses. If wood is used for  
buildings, we must be aware of the fact that it is a material that it is easily  
damaged by changeable weather conditions and other outer factors, if it is not  
protected in the correct way. The aim of our research was to determine the  
influence of the joint type, direction of exposure and the way of protection on  
ageing of wooden joints. Therefore, we built a construction with thirteen  
samples and placed it outside to be exposed to weather conditions for a period of  
sixteen months. We divided the samples into three different types of exterior  
cladding (groove tongue system – horizontal, vertical and overlaid horizontal),  
which we then painted with the Biotan protective coating before or after set up  
of the construction. It was established that the best samples were those that had  
an overlaying joint, exposed horizontally and painted before setting up the  
construction. We think that this might be because the overlaid part of the board  
protected the board underneath, minimising the area of exposed parts at the back  
of the sample. Painting before the construction was also an important factor, as it  
protected the joints from moisture absorption.

## KAZALO VSEBINE

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....            | III       |
| KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD) .....                 | IV        |
| KAZALO VSEBINE .....                                | V         |
| KAZALO SLIK.....                                    | VI        |
| KAZALO TABEL .....                                  | VII       |
| <b>1 UVOD .....</b>                                 | <b>1</b>  |
| 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA.....                       | 1         |
| 1.2 CILJI NALOGE.....                               | 1         |
| 1.3 DELOVNA HIPOTEZA.....                           | 1         |
| <b>2 PREGLED LITERATURE .....</b>                   | <b>2</b>  |
| 2.1 POVRŠINSKA OBDELAVA .....                       | 2         |
| 2.1.1 Vrste premaznih sistemov.....                 | 2         |
| 2.1.2 Premazna sredstva.....                        | 5         |
| 2.2 KONSTRUKCIJSKA ZAŠČITA .....                    | 7         |
| 2.2.1 Lesene fasade .....                           | 7         |
| 2.2.2 Izbira ustrezne vrste lesa in materialov..... | 7         |
| 2.2.3 Oblikovanje fasade zgradb .....               | 8         |
| 2.2.4 Konstrukcijska zaščita .....                  | 8         |
| 2.2.5 Postopki kemične zaščite.....                 | 12        |
| 2.2.6 Izbira premaza .....                          | 12        |
| 2.2.7 Nujnost vzdrževanja.....                      | 14        |
| METODE DELA.....                                    | 15        |
| 2.3 PRIPRAVA VZORCEV .....                          | 15        |
| 2.3.1 MATERIAL .....                                | 15        |
| 2.3.2 SUŠENJE NA PRIMERNO VLAŽNOST .....            | 15        |
| 2.3.3 KONSTRUKCIJA.....                             | 15        |
| 2.3.4 TIPI SPOJEV.....                              | 17        |
| 2.3.4 PREMAZNI SISTEM BIOTAN .....                  | 18        |
| 2.3.5 OZNAČITEV VZORCEV .....                       | 19        |
| 2.3.6 POSTAVITEV VZORCEV.....                       | 21        |
| 2.4 POTEK EKSPERIMENTA .....                        | 21        |
| <b>3 REZULTATI .....</b>                            | <b>23</b> |
| 3.1 REZULTATI OPAZOVANJ IN RAZPRAVA .....           | 23        |
| <b>4 SKLEP.....</b>                                 | <b>25</b> |
| <b>5 VIRI.....</b>                                  | <b>27</b> |

## KAZALO SLIK

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Vodoravno postavljena deščena obloga .....                            | 9  |
| Slika 2: Navpično postavljena lesena obloga .....                              | 9  |
| Slika 3: Prekrivna postavitev .....                                            | 11 |
| Slika 4: Enojni kozolec .....                                                  | 11 |
| Slika 5: Kozolec Toplar .....                                                  | 11 |
| Slika 6: Stojalo za vzorce .....                                               | 15 |
| Slika 7: Vzorec spoja utor pero .....                                          | 16 |
| Slika 8: Sestav lesene obloge spoja utor pero v konstrukcijo .....             | 16 |
| Slika 9: Primerjava spoja utor pero s prekrivnim spojem (vir: Riko hiše) ..... | 16 |
| Slika 10: Nosilna konstrukcija fasade .....                                    | 16 |
| Slika 11: Pred sestavo .....                                                   | 17 |
| Slika 12: Po sestavi .....                                                     | 17 |
| Slika 13: Sušenje .....                                                        | 17 |
| Slika 14: Hrbtna stran vzorcev .....                                           | 17 |
| Slika 15: Pritrditev izdelkov .....                                            | 17 |
| Slika 16: Končna konstrukcija .....                                            | 17 |
| Slika 17: Čelo lesa .....                                                      | 18 |
| Slika 18: Oznake vzorcev .....                                                 | 19 |
| Slika 19: Pregled lege .....                                                   | 21 |
| Slika 20: Konstrukcija na začetku opazovanja .....                             | 22 |
| Slika 21: Konec opazovanja .....                                               | 22 |
| Slika 22: A 1.1 .....                                                          | 24 |
| Slika 23: C 1.1 .....                                                          | 24 |
| Slika 24: B 1.3 .....                                                          | 24 |
| Slika 25: B 1.2 .....                                                          | 24 |
| Slika 26: B 1.4 .....                                                          | 24 |
| Slika 27: A 1.1 .....                                                          | 25 |
| Slika 28: A 1.4 .....                                                          | 25 |
| Slika 29: D .....                                                              | 25 |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Preglednica 1: Rezultati opazovanj ..... | 23 |
|------------------------------------------|----|



## 1 UVOD

Les kot gradbeni material uporablja človek že od nekdaj. Kljub množici novoodkritih gradbenih materialov, je les še vedno visoko cenjen pri konstrukciji človekovega bivališča. Velikokrat ga uporabljamo npr. kot material za fasado na objektih. Pri taki uporabi so deli med seboj sestavljeni po specifično načrtovani konstrukcijski sestavi. Les pa je potrebno še posebej dobro zaščititi pred različnimi abiotskimi dejavniki, kar dosežemo z zaščitnimi premazi.

Takšne lesne konstrukcije je potrebno skrbno načrtovati in jih trajno zaščititi, da nas čim dlje razveseljujejo s svojo lepoto.

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Leseni elementi, ki jih uporabljamo za oblaganje objektov na prostem, so lahko sestavljeni na različne načine. Odpornost elementov proti staranju je močno odvisna od vrste spoja med elementi, od smeri poteka spojev glede na postavitev elementa (horizontalno ali vertikalno), kakor tudi od načina priprave obloge (npr. površinska obdelava elementov pred sestavljanjem ali po njem).

Vpliv vrste spoja na odpornost proti staranju je šibko raziskano področje, ki nam ne nudi veliko podatkov.

### 1.2 CILJI NALOGE

Cilj naloge je raziskati, kako tip spoja (vezi) v obložnih elementih vplivana odpornost proti staranju zaradi izpostavitve vremenskim vplivom med uporabo na prostem. Preverili bomo tudi, kako na odpornost spojev proti staranju vpliva način površinske obdelave (predhodno premazovanje elementov ali naknadna obdelava že spojenih elementov), ter smer postavitve (horizontalno ali vertikalno).

### 1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da na odpornost lesenih spojev proti umetnemu pospešenemu in naravnemu staranju vplivajo tip spoja, način njegove površinske obdelave, ter smer izpostavitve.

## **2 PREGLED LITERATURE**

### **2.1 POVRŠINSKA OBDELAVA**

»Površinska obdelava obsega vse faze tehnološkega procesa, v katerem po določenem sistemu površino izdelka oplemenitimo z brušenjem in glajenjem, nanašanjem različnih barvnih premaznih (pokrivnih, površinskih ) sredstev, s sušenjem oz. utrjevanjem in s končno obdelavo površine.« (Kotnik, 2003)

#### **2.1.1 Vrste premaznih sistemov**

Osnovne vrste premaznih sredstev so:

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

##### **2.1.1.1 Lužila**

Lužila so premazna sredstva, ki jih uporabljamo za doseganje dekorativnosti lesa in lesnih izdelkov. Z njimi zmanjšamo ali povečamo barvno raznolikost, povečamo obstojnost barve izdelka, zaščitimo lesno površino pred delovanjem sonca (UV sevanje), poživimo teksturo lesa in dosežemo obstojnosti barve.

Lužila so sestavljena iz:

- premaznih sredstev, ki vsebujejo barvila, mikronizirane barvne pigmente, ali kovinske soli, in so raztopljene ali dispergirane v vodi ali v organskih topilih,
- majhne količine veziva.

Nanašajo se predvsem z brizganjem, pa tudi z valjanjem, umakanjem in premazovanjem. Nanašanju sledi še izenačevanje barve s krtačenjem, vtiranjem premaza v pore lesa, ter brisanje morebitnih presežkov lužila.

Posledica lužila na lesu je običajno negativna barvna slika, kajti le posebna kemijska lužila zmorejo poudariti naravni kontrast barve.  
(Kotnik, 2003)

#### 2.1.1.2 Temeljne barve

Temeljne barve so različna premazna sredstva, ki omogočajo dekorativno barvanje površine lesa. V primerjavi z lužili je nanašanje temeljnih barv nekoliko lažje, razlika pa nastane tudi v doseženih barvnih odtenkih.

Temeljne barve imajo naslednje lastnosti:

- zmanjšana neenakost vpijanja v les, kjer je ta zbrušen,
- omogočajo bolj izenačeno barvno sliko,
- zadovoljivo barvanje tudi na slabo obdelanih površinah,
- možnost nanašanja na že prej impregniranih površinah in lakiranih površinah s tankim nanosom,
- manjše dvigovanje lesnih vlaken,
- film temeljne barve omogoča glajenje, brušenje (zmanjšana poraba laka),
- z manjšo koncentracijo pigmentov je možno transparentno obarvanje površine,
- z brizganjem je omogočeno senčenje,
- čistost in izrazitost teksture lesa je običajno slabša kot pri lužilih.

Po sestavi in namenu uporabe se temeljne barve delijo na več osnovnih skupin:

- nitro temeljne barve,
- temeljne barve za poliestre,
- poliuretanske temeljne barve,
- oljne temeljne barve in
- vodne temeljne barve.

(Kotnik, 2003)

#### 2.1.1.3 Kiti in polnilci por

Kiti in polnilci por so visoko viskozna, tiksotropna, pastozna sredstva za izravnavanje površine lesa. Namen teh je, da površino lesa zapremo na območjih, kjer so pore, razpoke, poškodbe itd. Nanašamo pa jih z lopatico ali valjem.

Delimo jih na dve skupini:

- kiti za lopatico, ki jih uporabljamo le še za ročna lokalna popravila napak in
- kiti za valjni nanos, ki se nanašajo z valjčnim strojem za kitanje.

#### 2.1.1.4 Brezbarvni temeljni in končni laki

Uporabljamo jih za največji vidni del površinske obdelave lesenih izdelkov.

Temeljni laki so laki, ki jih nanašamo na suho, čisto obrušeno površino lesa. Običajno imajo večji nanos na površino kot končni laki, saj jih delno vpije tudi sam les. Nanos temeljnega laka, ki ga o brusimo in mu dodamo končni lak, pa omogoča kvalitetni videz površine.

Končni laki so tisti, ki jih nanašamo na obrušeni temeljni lak. Manjši nanos na površino običajno vsebuje več suhe snovi, kar daje površini večjo trdnost, oziroma boljšo površinsko odpornost proti obrabi. Iz tega razloga potrebujejo končni laki daljše obdobje sušenja kot temeljni laki. Uporabljamo jih predvsem za površinsko obdelavo pohištva iz lesnih tvoriv.

Razlikujejo se po svojem dekorativnem učinku na obdelani površini.

Osnovne skupine temeljnih in končnih lakov:

- brezbarvni laki,
- transparentni ali lazurni laki in
- barvni laki.

Razlikovanje po vrsti veziva, ki vpliva na sam potek sušenja ali kemijsko reakcijo:

- nitro celulozni laki,
- polikondenzacijski laki s kislim utrjevalcem,
- poliuretanski laki,
- poliestrski laki,
- akrilni laki in
- drugi laki.

## 2.1.2 Premazna sredstva

Površinski premaz je tekoča smolnata snov, ki se po nanašanju v tankem sloju spremeni v utrjen, zaščitni dekorativni film. (Pavlič, 2010)

Površinska obdelava lesa je pomembna za zaščito lesa, ki je v zunanji uporabi, konstantno podvržen degradaciji zaradi abiotских in biotских dejavnikov (klima, vlaga, svetloba...). Poleg tega pa je obdelava pomembna tudi zaradi dekorativnega elementa, saj želimo da je konstrukcija lepa in obstojna.

Za doseganje obstojnosti je potrebna ustrezna izbira površinske obdelave in premaza, saj šele odnos med njima nudi ustrezno zaščito.

### 2.1.2.1 Vrste premaznih sistemov

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

Biocidna sredstva omenjamo zato, ker jih nanašamo na površino z namenom zaščite pred biotскими dejavniki.

Lak emajli so filmotvorna debeloslojna zaščitna sredstva, ki popolnoma prekrijejo lesno teksturo, kar omogoča lažje prekrivanje morebitnih napak. Vsebujejo lahko veliko različnih pigmentov, kar omogoča doseganje različnih barvnih odtenkov. Prednosti lak emajlov sta dobra vodoodbojnost in nizka paroprepustnost. Nizka paroprepustnost pa je hkrati tudi velik problem te vrste premazov, saj ob izpostavljenosti vremenskim vplivom prihaja do erozije premaza in difuzije vlage v les. Vlaga se v lesu nabira in povzroča mehurje in odstopanje premaznega filma.

Laki so pravzaprav lak emajli brez pigmentov, saj se jih največkrat uporablja pri lesu na prostem, kadar se želi obdržati naravnejši videz lesa. Pri njihovi uporabi pa se soočamo s podobnimi težavami kot pri lak emajlih. Les je ustrezno možno zaščititi pred vremenskimi vplivi zgolj s pigmenti, kajti les pod lakom lahko že nekaj let po obdelavi spremeni svojo barvo. Tako uporaba lakov za vremensko zaščito ni priporočljiva, razen če imamo zagotovljeno redno vzdrževanje, ki pa je lahko zelo drago.

Lazure se uporabljajo predvsem v industriji stavbenega pohištva – v proizvodnji oken in vrat, ter za površinsko obdelavo lesenih konstrukcij z namenom zaščite pred vremenskimi vplivi. K vse večji uporabi lazur so pripomogli enostavna površinska obdelava, lep videz in enostavno obnavljanje. Za razliko od lak emajlov, vsebujejo lazure manj pigmentov, kar omogoča, da je tekstura lesa vidna. Količina pigmenta pa seveda vpliva na obstojnost, saj več pigmentov podaljša vzdrževalne intervale. Lazure so zelo dobro vodoodporne in zaradi velike permabilnosti omogočajo lesu »dihanje,« kar pa pomeni tudi, da vlažnost lesa lahko zelo niha. Nedvomna prednost lazur je enostavnost obnavljanja, saj površino pred ponovnim nanosom običajno samo skrtamo in obrišemo. (Pečenko, 1987)

V preteklosti so bile najbolj poznane alkidne in akrilne lazure na osnovi organskih topil, ki so danes znane kot konvencionalne lazure. Njihova uporaba se zmanjšuje, zaradi njihovega negativnega vpliva na okolje, saj vsebujejo velik delež organskih topil. Namesto

njih se vse bolj uveljavljajo premazi z veliko vsebnostjo suhe snovi, ki za topilo uporabljajo vodo.

#### 2.1.2.2 Lastnosti premaznih sistemov

Premazi so neprestano izpostavljeni spremenljivim vremenskim razmeram, ki se jim morajo s svojimi fizikalnimi lastnostmi stalno prilagajati. Biti morajo odporni proti UV-sevanju in zaščititi podlago pred fotodegradacijo, imeti majhen temperaturni razteznostni koeficient, biti elastični in slediti delovanju lesa, v les morajo dobro prodreti in biti permabilni za prehajanje vlage. Vse to pa seveda ni odvisno le od premaza, ampak tudi od podlage.

(Pavlič, 2001)

#### 2.1.2.3 Zgradba premaza

Premazi so sestavljeni iz hlapnih komponent, ki po nanosu izhlapijo in iz nehlapnih, ki ostanejo na površini lesa.

Med hlapne sestavine uvrščamo predvsem topila in redčila. Topila raztapljajo komponente premazov in omogočajo, da so ti v obliki bolj ali manj viskozne tekočine. Še vedno neredko uporabljamo organska topila, zaradi okoljevarstvenih zahtev pa se kot topilo čedalje pogosteje uporablja voda.

Redčila so namenjena uravnavanju delovne viskoznosti premaza, ki je potrebna za optimalno nanašanje na površino.

Nehlapne sestavine premaza po procesu utrditve ostanejo na obdelani površini. Filmotvorna snov, oziroma vezivo, je najpomembnejša nehlapna sestavina premaza. To so lahko različne naravne ali sintetične smole, oziroma polimeri, ali pa reaktivne komponente, iz katerih makromolekule nastanejo šele med utrjevanjem. Vrsta veziva zelo močno vpliva na končne lastnosti premaza. Zato premaze navadno razporedimo glede na vrsto veziva in govorimo na primer o poliestrskih, nitroceluloznih ali poliuretanskih lakih. Bistvena vloga veziva je torej v nastajanju filma, vezavi preostalih delcev premaza med seboj in vezavi (oprijemnosti premaza) na les.

Pigmenti in barvila so prav tako zelo pomembne sestavine premazov. Barvila premaz samo obarvajo, a ta ostane prosojen, po drugi strani pa so pigmenti drobni trdni delci, ki premaz obarvajo in mu hkrati zagotavljajo prekrivnost. Laki z dovolj visoko vsebnostjo pigmentov lahko teksturo lesa povsem prekrijejo.

Dodatki ali aditivi so snovi, ki že v majhnih količinah močno vplivajo na lastnosti premaza. Na primer mehčala ali plastifikatorji vplivajo na končno trdoto premaza, polnila ali ekstenderji zvišujejo telesnino, vplivajo na viskoznost in nižajo ceno, sikativi pa so sredstva, ki pospešujejo utrjevanje. Proizvajalci lakov največkrat uporabljajo podobne sestavine, velikokrat celo od istega proizvajalca, pa vendar se lahko izdelki različnih blagovnih znamk po kakovosti med seboj pomembno razlikujejo. Vzrok je prav v aditivih,

katerih medsebojna razmerja, kakovost, čistost in druge lastnosti bistveno vplivajo na lastnosti površinskega premaza (Bence, 2011 po Petrič, 2007).

## **2.2 KONSTRUKCIJSKA ZAŠČITA**

### **2.2.1 Lesene fasade**

Les za zunanjo uporabo, kot npr. pri fasadah, je potrebno ustrezno zaščititi, kar lahko naredimo na 3 načine:

- fizična zaščita,
- konstrukcijska zaščita in
- površinska zaščita.

Poleg zgoraj omenjenih možnosti pa je pomembno upoštevati tudi naslednje:

- izbiro gradbenega materiala,
- oblikovanje fasade,
- pravilno konstrukcijo lesnih elementov fasade,
- kemično zaščito (če je potrebna),
- obstojno površinsko obdelavo in
- potrebo po vzdrževanju lesa med uporabo.

### **2.2.2 Izbira ustrezne vrste lesa in materialov**

Različne vrste lesa imajo svoje specifične lastnosti, kar pomeni, da moramo pri uporabi lesa za vsako vrsto upoštevati te značilnosti, ki se s časom in vremenskimi vplivi spreminjajo.

Diskoloracije vseh lesnih vrst so zelo izrazite, saj že po enoletni izpostavitvi les dobi sivkasto obarvano površino. Erozija površine pa znaša od 6 mm do 8 mm v sto letih.

Ta podatek nam pove, da z vidika barvnih sprememb zaradi izpostavitve vremenu ni smiselno zamenjati lesene fasade iz smrekovine ali jelovine z bolj odpornimi drevesnimi vrstami, med katere štejejo npr. macesnovino ali hrastovino.

Pomembno vlogo igrajo tudi fizikalne značilnosti lesa ter odpornost proti biološki razgradnji, posebej to velja za lesene konstrukcije, ki so bolj izpostavljene močenju, soncu in ostalim vremenskim vplivom.

Pri fasadah je potrebno uporabljati take drevesne vrste, ki imajo naravno nizko vpojnost tekoče vode in nizko permabilnost.

Konstrukcijski elementi so dobro zaščiteni, ko so:

- dobro zračeni,
- imajo tanke prečne preseke in
- zaščitene čelne površine.

Tako omogočimo da se hitreje posušijo, s tem pa preprečimo okužbo z glivami.

### **2.2.3 Oblikovanje fasade zgradb**

Dazmanjšamo vpliv zunanjih dejavnikov na fasado, je nujno, da so napušči na južnih in zahodnih legah široki najmanj 50 cm.

Pri naših sosedih, v kontinentalnem delu Hrvaške, so na osnovi izkušenj pri leseni gradnji uporabljeni napušči na vseh delih, ki segajo izven zgradbe, kot so preddverja, balkoni in ostali deli. Bistvo tega je, da les zaščitimo tako, da dež ne doseže fasade, tudi če pada poševno. Iz istega razloga je za okna zelo koristno, da jih vgradimo čim bolj v notranjost fasade.

Poleg močenja takrat, ko dež pada neposredno na les, dež moči lesene obloge tudi, ko se odbije od tal. Zato mora biti učinkovita lesena obloga ali fasada dvignjena od tal vsaj 40 cm, kar je dovolj visoko, da je odbite kapljice ne dosežejo. Tako so na primer pri planinskih kočah spodnji deli zgrajeni iz kamna. Les pri kočah, ki so jih zgradili tako, da so imele leseni spodnji del neposredno na travnati površini, je zelo hitro strohnjel.

### **2.2.4 Konstrukcijska zaščita**

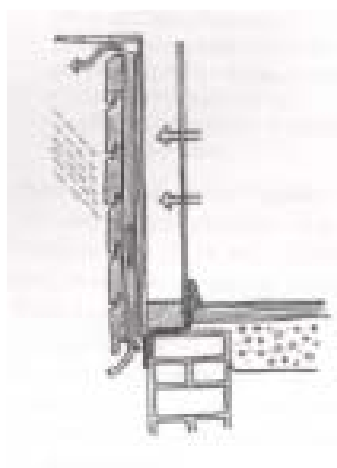
Če določene dele konstrukcije ustrezno konstrukcijsko zaščitimo, so posledice izpostavitve vremenu na fasadi ali oblogi milejše. Upoštevati moramo naslednja pravila:

- potrebno je preprečiti, da voda ne prodre v les in da se v njem ne zadržuje dlje časa,
- vsi čelni preseki morajo biti pokriti ali zatesnjeni, ker les vzdolž vlaken vpija vodo okoli štiridesetkrat hitreje kot prečno. Zaščitene morajo biti tudi robne površine ali preseki lesenih plošč. Utorom, luknjam in odprtina na površini se je treba izogibati, nezaželeno so tudi odprte raze, razpoke, pokline ipd., kjer se voda lahko zadržuje, kapilarno prodira v globino in se zbira v materialu. Zlepljeni spoji lesa načeloma niso odporni proti soncu in dežju, zato naj ne bodo na izpostavljenih površinah, čeprav se to včasih tolerira, če so kvalitetno pokriti z neprozornim debeloslojnim premazom,
- izogibati se je treba vsem vodoravnim ali premalo nagnjenim površinam, vendar če že morajo biti na fasadi zgradbe, jih je treba pokriti s pločevino (pod katero mora biti zagotovljeno zračenje), ali z manj vrednim, lahko zamenljivimi lesenimi pokrivnimi elementi. Priporoča se nagib vseh horizontalnih površin na zunanjo stran pod kotom od 13° do 15°,
- potrebno je preprečiti, da bi bile velike, zelo nagnjene in temno obarvane površine izpostavljene soncu,
- temperature površine lesa med letno insolacijo dosežejo okoli 70°C in zato zaradi velikega izsuševanja in krčenja nastajajo razpoke, v katere bo kasneje prišla voda. To zagotovo velja za elemente iz masivnega lesa velikih prečnih presekov,
- les moramo zaščititi pred padavinsko vodo ter pred močenjem z vodo, ki se odbija od vodoravnih zunanjih površin, z dvigovanjem od horizontalne podlage ali s kovinskimi oblogami,



- razmiki na zunanjih površinah morajo biti širši od 5 mm, da se v njih kapilarno ne zbira voda, horizontalni pa morajo biti nagnjeni navzdol in proti zunanji strani, tako da ostri rob zgornje površine deluje kot odkapni rob. Vmesni prostori (reže) na spojih fasadnih površin morajo biti pokriti z letvicami, preklopni ali pa spojeni na utor in pero. Najbolje je reže zatesniti s trajnoelastičnim kitom,
- omogočiti je treba neovirane dimenzijske spremembe lesa, ki nabreka in se krči. Vmesni prostori (reže) morajo biti širše od velikosti možnih nabrekov, preklopi plošč ali fasadnih desk ne smejo biti dvostransko zabiti ali zlepljeni, spoji s polutori ali utori in peresi morajo omogočati širjenje in krčenje peresa.

(Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)



**Slika 1: Vodoravno postavljena lesena obloga**

je občutljiva za delovanje dežja z zunanje strani in vlage iz notranje, zato se mora prostor med zidom in oblogo prezračevati. (Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)



**Slika 2: Navpično postavljena lesena obloga**

mora biti postavljena na vodoravne letvice s čelnimi razmiki, za zagotovljeno vertikalno kroženje zraka. (Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)

Lesene fasade so običajno sestavljene iz lesenih desk ali plošč. Deske se postavlja navpično ali vodoravno in so debeline od 15 mm do 20 mm, debelejšše deske so dimenzijsko bolj stabilne.

Pri postavitvi desk navpično, nastaja manj vodnih žepkov, v katerih se nabira voda, kot pa pri vodoravni postavitvi desk. Za vodoravno postavitev desk moramo deske profilirati zaradi lažje postavitve, kajti če so deske navadne, se težje prilegajo. Vodoravne deske običajno širinsko spajamo s spojem utor pero. Pero na površini zmeraj predstavlja gornji rob, ker tako lahko odteka voda; če bi bilo obratno, bi se voda zadrževala v utoru. Takšni spoji so sicer slabši od navpičnih, saj je pri njih večja verjetnost, da se bo voda kaj kmalu

zadržala v kakšnem žepku. Pri obeh postavitvah je potrebno čelne ploskve desk zaščititi s tesnilnimi masami ali z debeloslojnim premazi.

Pri vodoravni postavitvi deske montiramo na podložne letve, ki so debeline od 24 mm do 38 mm in morajo biti impregnirane. Med zidom in oblogo na notranji strani je potrebno omogočiti zračenje lesa, ki naj poteka od spodaj navzgor. Lesena obloga se lahko navlažuje zunanji strani in pa na notranji strani s kondenzacijsko vlago, ki se nabira pod zunanjimi plastmi zidu. S kroženjem zraka dosežemo, da se vlažnost obloge izenačuje z vlago v okolici.

Pri polaganju desk, ki so vertikalno orientirane, pa so podložne letve vodoravno zamaknjene ali postavljene postrani pod kotom, da se omogoči vertikalna ventilacija. Deske običajno pritrujemo z žebli, s samo eno desko na priklopu. Pomembna konstrukcijska zaščita je tudi ta, da ima deska možnost, da se les dimenzijsko spreminja, kajti načeloma deske, ki so široke 100 mm pri različnih vremenskih pogojih nabrekajo ali se krčijo od 2 mm do 3 mm. Če bi takšne deske popolnoma fiksirali, bi lahko prišlo do pokanja.

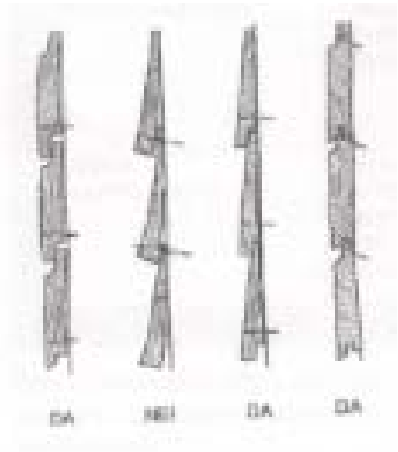
Kjer se deske poklopijo je potrebna površinska predhodna obdelava, da bi se ob krčenju ne izpostavljali deli peresa.

Pri deskah, ki so bočno orientirane in zaradi njih značilne koritavosti je pomembno, da jih vgradimo tako, da se pri delovanju v kombinaciji z vodo zapirajo. Najboljše je tako, da so lica od srca obrnjena navzven.

Pri ladijskem podu deske pritrujemo tako, da skrijemo pritrditev z žebli in zabijemo samo pero na spodnji strani deske. Obvezna pa je uporaba galvaniziranih žebeljev, ker te sčasoma ne pustijo nezaželenih lis na fasadi. Lahko uporabljamo tudi aluminijaste žeblice, a moramo paziti, da premazna sredstva pri površinski obdelavi lesa ne vsebujejo bakrovih, kromovih in arzenovih spojin. Enako velja za kromirane žeblice ali vijake in tudi, če so narejeni iz nerjavečega jekla. Deske zabijamo največ v razmiku 60 cm, gledano po dolžini deske.

Žebli morajo biti poglobljeni v les in imeti zakitane glave. To je zelo pomembno, če se les nahaja v vlažnem okolju, oziroma če je les podvržen vlaženju, kar je značilno za jesenovino, brestovino, hrastovino in les robinije.

(Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)



**Slika 3: Prekrivna postavitev**

Deske morajo biti pričvrščene tako, da se lahko širijo in krčijo, z žebli ene deske ne sme biti pritrjena še sosednja deska. Utori morajo biti obrnjeni navzdol, da ne zbirajo vode. Bočnice morajo biti obrnjene tako, da se pri krčenju spoji stikajo in ne odpirajo.

(Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)

### Konstruktivna zaščita – primer kozolca

Lep primer dobre izvedbe konstruktivne zaščite lesa lahko vidimo pri kozolcu (sliki 4 in 5). Nadstrešek je izmaknjen navzven v tolikšni meri, da dež lesa ne moči, tudi če pada



postrani, les v večji meri ostane suh.

**Slika 4: Enojni kozolec (2012)**

Enojni kozolec se razlikuje od kozolca toplarja po tem, da je brez poslopja. Njegova postavitev je z vidika zaščite lesa manj kvalitetna, saj so podporni stebri oprti naravnost v zemljo, kar pospešuje njihov razpad.

**Slika 5: Kozolec Toplar (2012)**

Na sliki vidimo star les, ki je bil nezaščiten in je posledično posivel.

### 2.2.5 Postopki kemične zaščite

Površinski premazi za zunanjo uporabo zagotavljajo vedno zadostne zaščite. Da les dobro zaščitimo pred biorazgradnjo, ga lahko predhodno zaščitimo z biocidno impregnacijo, pred površinsko obdelavo.

Pred zaščito pa moramo poznati naravno trajnost lesne vrste, ki je uporabljena, saj le tako lahko presodimo, če je smiselno uporabljati kemično zaščito. Paziti moramo kam postavimo kemično zaščiten les, ker lahko nekatera sredstva vsebujejo snovi, ki so škodljive za naše bivalno okolje.

Standard (EN460) opredeljuje, ali je les potrebno zaščititi ne glede na odpornost drevesnih vrst ter kraj uporabe. Biocidna sredstva se naj bi uporabljala tam, kjer les, ki je impregniran, ni prezračen in po vgraditvi do njega ni mogoče več dostopati, da bi ga obnavljali ali zamenjali. Velika slaba lastnost impregniranega lesa je ta, da je neprimeren ali manj primeren za reciklažo.

Uporaba biocidnih materialov (torej, materialov strupenih za glive in insekte, ki razgrajujejo les) se zaradi okoljskih zahtev omejuje na naslednje:

- za zaščito lesa je treba uporabiti kar najmanj kemičnih sredstev in to le takrat kadar so nujno potrebna,
  - kemična zaščita se uporablja samo takrat, ko je tveganje zaradi trajnega vlaženja in trohnenja veliko, to je, ko se tem pojavom ne moremo izogniti (npr. ko je les v dotiku s tlemi, ko je v vodi, ali kadar so elementi velikega prečnega preseka trajno izpostavljeni izrednim zunanjim klimatskim razmeram),
  - kemično zaščito lahko uporabimo, ko drugi ukrepi niso izvedljivi ali niso zadostni za zagotovitev obstojnosti lesenih elementov,
  - kemično se impregnirajo nosilni deli in tisti, katerih obnavljanje je predrago.
- (Turkul in Jirouš-Rajković, 2004)

Na fasadnih oblogah ni potrebe, oziroma malo kdaj posežemo po kemijski zaščiti. Uporaba je upravičena le na nosilnih stebrih in pri zaprtih večnadstropnih objektih. To so podložne letve lesenih oblog. Pri postavitvi tako zaščitenih elementov pa je potrebna posebna osveščenost in za to usposobljeno osebje. Pri montaži lesa je, če je bila izvedena kakršna koli mehanska obdelava, potrebno obdelano površino pred vgraditvijo ponovno zaščititi.

### 2.2.6 Izbira premaza

Ta vrsta zaščite in obdelave je pri lesenih fasadah zelo pomembna. Zaščita s premazi je potrebna tako z estetskega vidika kot tudi za to, da bi bili intervali med vzdrževanjem čim daljši. Za pravilno izdelavo pa je, kot je bilo že opisano, pomembna pravilna izbira materiala in konstrukcijska izvedba, kajti napake, ki nastanejo pri izvedbi in pri izbiri materiala, je nemogoče popraviti s površinsko obdelavo ali s kemijsko zaščito.

Nameni površinske obdelave v eksterieru so:

- zaščita pred svetlobo, posebej pred ultravijoličnim sevanjem. Svetloba uničuje površinski sloj lesa, povzroča spremembo barve, razpoke, odlepljanje prozornih premazov, vse do erozije lesa,
- zaščita pred vlago, se pravi zmanjševanje dimenzijskih sprememb lesa (nabrekanjain krčenja), ki nastajajo kot posledica navlaževanja in izsuševanja lesa v odvisnosti od vplivov okolice,
- obvladovanje notranjih napetosti, ki nastajajo zaradi delovanja svetlobe in nihanja ravnotežne količine vlage in ki povzročajo razpoke, spremembe oblik, slabenje zalepljenih spojev in puščanje vezi z nelesnimi materiali,
- v posameznih primerih je potrebna zaščita pred delovanjem bioloških dejavnikov, posebno pred glivami, povzročiteljicami trohnobe in sprememb barve lesa in premaza,
- fizična zaščita: premaz ščiti les pred umazanijo in mehanskimi vplivi, s čimer se zmanjša erozija lesne mase

(Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)

Za pravilno izbiro premaza za zunanje dejavnike in za lep izgled izdelka, si lahko pomagamo z navodili iz prvih dveh standardov v skupini evropskih standardov (927), (EN927-1) in (DDENV 927-2). Bolj kot sam izgled so seveda pomembni tehnično-zaščitni kriteriji.

Pri izbiri je pomembno tudi to, kako je izdelek izpostavljen in v katerempodročju se nahaja, zaradi nihanja klimatskih razmer. Na izbiro pa vpliva tudi konstrukcijska zaščita. Veljalo naj bi pravilo, da bolj kot je premaz neprozoren, bolj ščiti les pred zunanjimi vplivi in svetlobo. Vendar, ko pa premaz prekrije les tako, da tekstura ni več vidna, estetske vrednosti lesa ne pridejo več do izraza. V tem primeru je brezpredmetno, ali je pod slojem barve les,aluminij ali plastika. Po drugi strani pa popolnoma prozorne, svetle in tanko slojne lazuretudi niso primerne za zunanjo površinsko obdelavo lesa.

Polprozorni premazi predstavljajo kompromismedestetskimi zahtevami in tehničnimi rešitvami. Obstočnost teh premazov je odvisna od kakovosti sestavin, vrste pigmenta in dodanih UV stabilizatorjev.

Debelina premaza vpliva na to, kako dobro je les zaščiten pred vplivi vode. Da dobimo kvaliteten film, je potrebno nanašanje več tanjših plasti, kar pomeni, da postopoma povečujemo debelino filma. Debelejši premazi zmanjšajo prehod padavinske vode v les iz zraka. V zimskem času se voda v lesu giblje proti področju manjšega pritiska vodne pare, v hladnejšezunanje dele elementov, kjer se lahko kondenzira in zbere pod nepropustno prevleko, zato mora biti premaz vodoodbojen in prepusten za paro, ti dve lastnosti pa je težko uskladiti.

Švicarski zvezni inštitut za raziskavo materiala in preizkušanje (EMPA) ter strokovno združenje proizvajalcev oken in fasad (FFF) priporočajo za površinsko obdelavo fasad z lazurami naslednje:

- impregnirajoči temelj (brezbarven, s fungicidom),
- prvi in drugi vmesni sloj lazure z organskimi topili ali raztopljene v vodi, nanesene v tovarni (obdelati vse strani),
- eden ali dva sloja (odvisno od klimatskih obremenitev in navodil proizvajalca) močno pigmentirane tankoslojne ali debeloslojne lazure (z organskimi topili ali vode), nanesena na gradbišču.

Za neprozorno (pokrivno) obdelavo priporočajo:

- pokrivno pigmentirani temelj z organskimi topili ali vodo (beli),
- nanos v tovarni (obdelati vse strani); v področjih z zelo vlažno klimo je treba nanesti tudi impregnacijski temelj z biocidom, dva do tri nanose (odvisno od klimatske obremenjenosti),
- pokrivno pigmentirane lazure ali pigmentiranega laka; zadnji sloj je treba nanesti na gradbišču.

(Turkulin in Jirouš-Rajković, 2004)

### 2.2.7 Nujnost vzdrževanja

Vzdrževanje lesenih delov zgradbe je potrebno, da ohranjamo lepотно-tehnično funkcijo in s tem tudi dolgoletno trajnost lesa. Kako dolgo bo zdržala zaščita, je odvisno predvsem od tega, kako pogosto, na kakšen način in s kakšnimi ukrepi bomo les obnavljali.

Konstrukcije, ki so nosilnega pomena, je potrebno redno kontrolirati, še posebej tiste, ki so iz naravno manj odpornega lesa. Običajno naj bi se jih pregledovalo na dve leti in jih popravilo, če je to potrebno. Konstrukcije, ki so izdelane iz naravno bolj odpornega lesa in so kemično zaščitene pregledujemo na 10 let.

Spoprijemom ali obnovo fasad moramo začeti pravočasno, saj s tem finančno prihranimo pri obnavljanju.

Premaza ni potrebno odstraniti če:

- se čvrsto prilega na površino,
- na površini ni vidnih razpok ali mehurjev,
- če želimo nanesti podoben premaz.

V primeru, da imamo predhodno površino obdelano s pigmentnim ali prozornim lakom, moramo tega najprej odstraniti, če želimo nanesti lazuro.

## **METODE DELA**

### **2.3 PRIPRAVA VZORCEV**

#### **2.3.1 MATERIAL**

Vzorci so bili iz smrekovega lesa (*Picea abies* Karst.). Gostota smrekovine se giblje v območju med  $400 \text{ kg/m}^3$  in  $600 \text{ kg/m}^3$ . Za smrekovino je značilno, da ima zelo veliko permabilnost, kar pomeni, da lahko sprejema veliko količino vlage. Čelo je potrebno večkrat premazati, oziroma uporabiti večje količine premaza, saj na tem mestu les vpije tudi do trikrat več vlage, kot pa preko drugih površin.

#### **2.3.2 SUŠENJE NA PRIMERNO VLAŽNOST**

Vzorci smo pred uporabo osušili na primerno vlažnost, zato ker v nasprotnem primeru pride v lesu do prevelikega nihanja vlage, zaradi česar se lahko pojavijo napake kot so zvijanje, pokanje in nabrekanje lesa.

Les smo hranili pri 60 % vlažnosti,  $23^\circ\text{C}$ , za obdobje 14 dni.

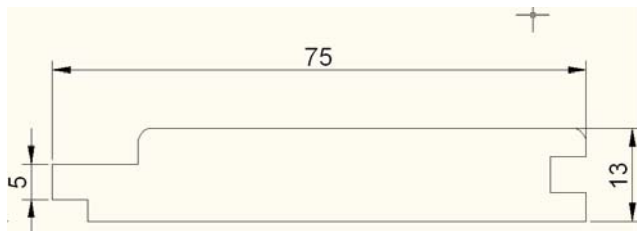
#### **2.3.3 KONSTRUKCIJA**

Na sliki 6 je prikazana konstrukcija elementov debeline 25 mm, širine 25 mm in dolžine 400mm.

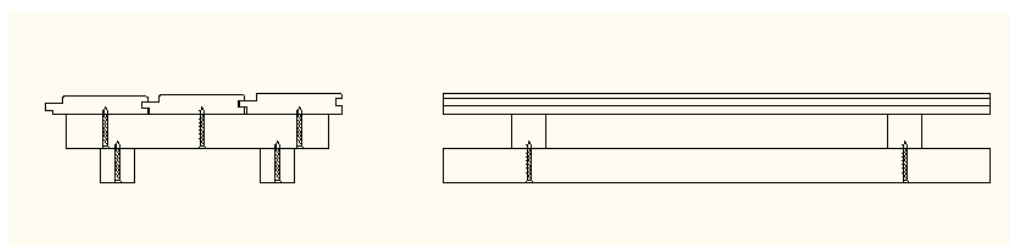


Slika 6: Stojalo za vzorce

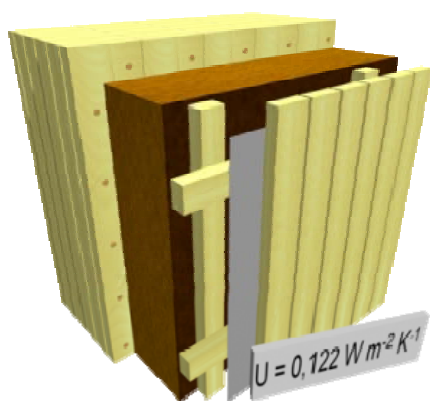
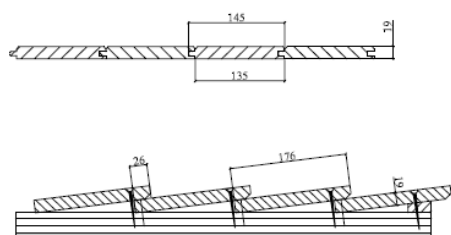
Po posvetu s somentorjem smo se odločili za tri različne tipe vzorcev. Vzorci in potek njihove priprave so prikazani na slikah od 7 do 16.



Slika7: Vzorec spoja utor pero



Slika8: Sestav lesene obloge spoja utor pero v konstrukcijo



Slika9: Primerjava spoja utor pero s prekrivnim spojem (Riko hiše, 2012)

Deske so vpete na železno konstrukcijo pod kotom  $45^\circ$ , v treh vrstah, v vsaki vrsti po štiri. Na podlago so pritrjeni v U-profil.

Slika 10: Nosilna konstrukcija fasade

Po premazovanju smo letvice sušili na stojalu, kjer se premaz posuši, preden jih pritrdimo na konstrukcijo (slika 11). Letvice, ki smo jih premazali pred sestavo konstrukcije, smo pritrdili na podlago (slika 12). Na podlago smo jih privili s standardnimi vijaki, dolžine 30 mm (slika 13). Na sliki 14 je prikazan je vzorec, ki je bil zaščiten pred sestavo. Tu vidimo,



da je tudi hrbtišče delno zaščiteno, kar pomeni manj nezaščitene površine med izpostavitvijo. Prikaz vpetja izdelkov v konstrukcijo je na sliki 15. Vidimo tudi stransko letev, ki preprečuje premikanje vzorcev. Kako je potekala izpostavitve vzorcev na prostem pa je prikazano na sliki 16.



**Slika11: Sušenje**



**Slika12: Pred sestavo**



**Slika13: Po sestavi**



**Slika14: Hrbtna stran vzorcev**



**Slika15: Pritrditev izdelkov**



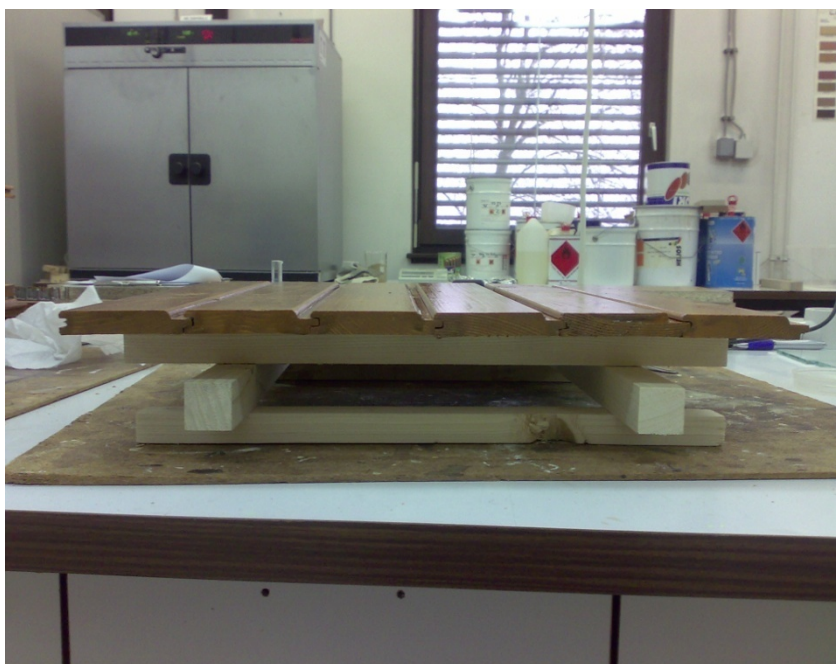
**Slika16: Končna konstrukcija**

### **2.3.4 Tipi spojev**

Na nekaterih vzorcih smo uporabili spoj utor pero. Zveza oz. spoj na pero in utor je vtična zveza več sestavnih delov. V en sestavni del s strojem za rezkanje naredimo utor, v katerega se bo oblika peresa natančno prilegala. Pero je lahko ločen, odstranljiv povezovalni del ali pa je del enega izmed kosov, ki jih sestavimo. S tem, ko pero in utor sestavimo, preprečimo premikanje dveh desk, ki ležita ena poleg druge in dobimo ploskev.

Spoj na pero in utor ima kot osnovni sistem sestavljanja to prednost, da se robovi pri sestavljanju ne poškodujejo. Poleg tega lahko na tako dobljeno večjo površino naneseemo več lepila, tako da je zveza močnejša.

Spoje na pero in utor srečamo na skoraj vseh področjih: pri parketu in laminatu so na voljo t. i. "klik" sistemi, čeprav lahko s pomočjo te tehnike med seboj povežemo tudi ploščice, ohišja za rolete, strope iz lesenih tramov in markize. (Boscheva domača dela, 2012)



**Slika17: Čelo lesa**

Čelo lesa je posebej izpostavljeno pri vertikalnih vzorcih, ki posledično zahtevajo večjo zaščito.

Pri drugih izdelkih pa smo deščice postavili tako, da so se le rahlo prekrivale. Robovi so bili zaokroženi, kar pomeni, da na tem mestu voda lažje odteče in zato tako preprečimo dodatno močenje lesa in dosežemo večjo zaščito robov proti zunanjim vplivom.

#### **2.3.4 Premazni sistem Biotan**

BIOTAN – Zaščitni premaz za les je tankoslojna lazura, izdelana na osnovi akrilne disperzije v vodi. Namenjena je za dekoracijo in zaščito lesa v bivalnih prostorih in na prostem, za manj izpostavljene lesne elemente (napušči, notranje stenske obloge, ograje...)

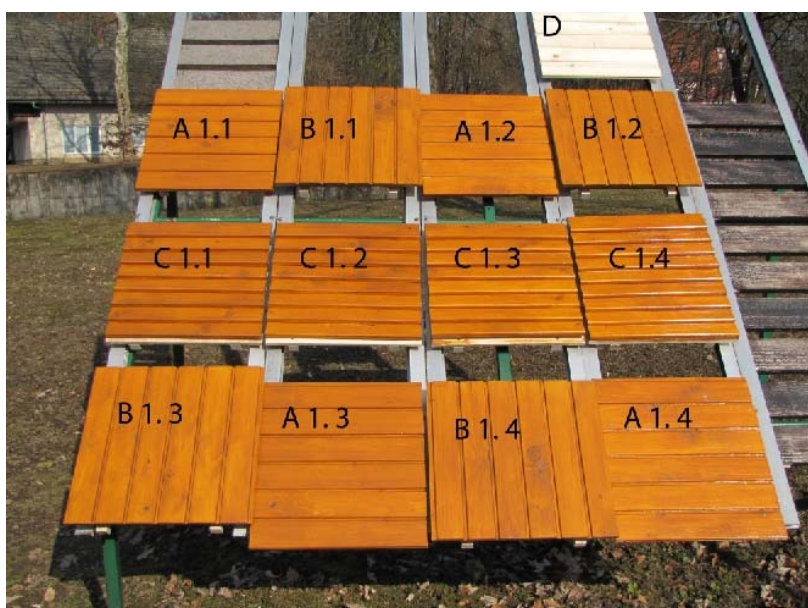
BIOTAN - Akrilna lak lazura z UV zaščito je debeloslojna lazura in je namenjena zaščiti pred soncem in vremenskimi vplivi. Primerna je za končno, dolgotrajnejšo zaščito. UV filtri in UV absorberji v lazuri zunaj, na prostem, ščitijo premaz pred delovanjem UV žarkov, v notranjih prostorih pa preprečujejo temnenje lesa. Lazura vsebuje voske, ki preprečujejo prodiranje vode v les.

Les, ki ga želimo zaščititi, mora biti primerno suh, čist, fino obrušen in očiščen prahu. Morebitne ostanke smole je potrebno pred premazovanjem s premazi Biotan odstraniti in počakati, da se sanirano mesto posuši. Pred uporabo Biotan dobro premešamo in počakamo, da se umiri. Nato ga nanašamo na les s čopičem, valjčkom, brizgalno pištolo ali s potapljanjem. Barvo nanašamo v tankih slojih, ker se debeli nanosi barve posušijo le na površini. Tak premaz ni kakovosten, saj ostane lepljiv in mehansko neodporen. Posamezni

nanosi premazov Biotan si sledijo po treh ali več urah. Pri visoki vlažnosti se čas sušenja podaljša. Pred drugim nanosom Biotan premaza je potrebno površino rahlo obrusiti in obrisati prah. Izogibati se moramo barvanja na močnem soncu ali megli. Barvanja pod 15°C ne priporočamo. Premaz Biotan se hitro suši, zato moramo biti pozorni, da pri istem nanosu ne pride do prekrivanja barve. Večje lesene površine premazujemo v vzdolžnih pasovih po celotni dolžini obdelovanega objekta.

Vzorci smo enkrat premazali s premazom Biotan, zaščitno tankoslojno lazuro proti insektom in glivam. Čez 24 ur, ko se je posušil, pa smo vzorec dvakrat premazali s premazom Biotan, debeloslojno lazuro za zaščito proti UV-žarkom.

### 2.3.5 Označitev vzorcev



Slika 18: Oznake vzorcev

Vzorci so bili označeni s črkami in številkami, ter razvrščeni glede na način zaščite –pred sestavo konstrukcije za izpostavitve ali po njej (slika 18).

#### Vzorca A 1.1 in A 1.2

Vzorca sta bila postavljena horizontalno, glede na sestavo utor pero. Premazali smo ju z enkratnim nanosom tankoslojne lazure Biotan. Nato smo vzorca obdelali z debeloslojno akrilno lak lazuro z UV zaščito. Vzorca sta bila premazana pred sestavo konstrukcije, kar pomeni, da so bili premazani vsi robovi posameznega dela.

#### Vzorca A 1.3 in A 1.4

Vzorca sta bila glede na sestavo utor pero postavljena horizontalno. Premazali smo ju z enkratnim nanosom tankoslojne zaščitne lazure Biotan. Sledila je obdelava z debeloslojno akrilno lak lazuro z UV zaščitnimi komponentami. Vzorca sta bila premazana po sestavi

konstrukcije za izpostavitve, kar pomeni, da sta bila premazana po vidni površini (ploskev in štirje robovi vzorca).

### **VzorcaB 1.1 in B 1.2**

Vzorca smo postavili vertikalno glede na sestav utor pero. Premazanasta bila z enim slojem tankoslojne lazure in nato z debeloslojno lazuro z UV zaščito. Vzorca sta bila premazana pred sestavo, kar pomeni, da so bili premazani vsi robovi posameznega dela.

### **VzorcaB 1.3 in B 1.4**

Vzorca smo postavili vertikalno glede na sestav utor pero. Premazali smo ju po enim slojem tankoslojne lazure in nato še z debeloslojno lazuro. Premazovanje smo izvedli po sestavi, kar pomeni premazovanje po vidnih površinah (ploskev in štirje robovi vzorca).

### **VzorcaC 1.1 in C 1.2**

Vzorca sta bila sestavljena prekrivno, tako da so se deščice prekrivale ena preko druge. Premazanasta bila z enkratnim nanosom tankoslojne lazure in nato še z debeloslojnim premazom. Premazovali smo pred sestavo, kar pomeni, da so bili premazani vsi robovi posameznega dela.

### **VzorcaC 1.3 in C 1.4**

Tudi ta dva vzorca sta bila sestavljena prekrivno, se pravi, da so se deščice prekrivale ena čez drugo. Tako kot v vseh ostalih primerih, sta bila premazana s tankoslojno in z debeloslojno lazuro. Premazovanje je bilo izvedeno po sestavi – po vidnih površinah (ploskev in štirje robovi vzorca).

### **Vzorec D**

Je kontrolni vzorec, ki ni bil zaščiten, za primerjavo vplivov enoletne izpostavitve vremenskim vplivom pri premazanih preskušancih. Postavljen je horizontalno.



### 2.3.6 Postavitev vzorcev



Slika19: Pregled lege

Na sliki 19 je prikaz konstrukcije na prostem, kjer lahko vidimo, v kakšni legi so bili vzorci glede na sestavo.

Vzorci so bili glede na smer deščic postavljeni bodisi v vertikalno lego, bodisi v horizontalno lego.

Prekrivnih vzorcev nismo postavili v vertikalno lego, ker se v tej obliki ne uporabljajo in na fasadah ne obnesejo.

## 2.4 POTEK EKSPERIMENTA

Po sestavi izdelkov smo jih trdno vpeli v zunanjo konstrukcijo, kjer so bili izpostavljeni najrazličnejšim klimatskim vplivom. Zunanja konstrukcija je imela med izpostavitvijo severozahodno lego, kar pomeni, da jo sonce najmočnejše obsije popoldan, vendar pa je bila sončnim žarkom deloma izpostavljena ves dan. Na izbranem mestu so izdelki stali osemnajst mesecev, z začetkom izpostavitve v januarju 2011 in s koncem v juniju 2012. V tem času smo posledice izpostavitve vremenu opazovali / ocenili trikrat (na začetku, po pol leta in na koncu). Na sliki 20 vidimo, kakšni so bili vzorci pred začetkom poskusa, na sliki 21 pa, kakšni so bili 2 meseca pred koncem.



Slika 20: Konstrukcija na začetku opazovanja  
Vzorci smo izpostavili vremenskim razmeram na stojalu pod kotom 45°. Prikazani so vsi testirani vzorci.



Slika 21: Konec opazovanja  
Vzorci po obdobju 16 mesecev.  
Površina je potemnela, kar je posledica vpliva zunanjih dejavnikov na les.

### 3 REZULTATI

#### 3.1 REZULTATI OPAZOVANJ IN RAZPRAVA

S poskusom smo začeli januarja 2011. Rezultati naših opazanj po izbranih časih izpostavitve (18. marca 2011, 9. maja 2011 in 20. junija 2012) so podani v preglednici 1 ter podrobneje prikazani na slikah od 22 do 29.

**Preglednica 1: Rezultati opazovanj**

|                             | 18. marec 2011             | 9. maj 2011         | 20. junij 2012               |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|
| Odstopanje filma lak-lazure | /                          | C 1.3, C 1.4, B 1.4 | /                            |
| Nabrekanje                  | D                          | /                   | D                            |
| Zvijanje                    | A 1.1, B 1.3, A 1.4, C 1.1 | B 1.2, A 1.2, C 1.1 | A 1.1 (na dveh mestih), D    |
| Luščenje                    | /                          | /                   | D                            |
| Napihnjen film              | /                          | B 1.1               | /                            |
| Sivenje                     | D                          | /                   | D                            |
| Drugo                       | /                          | B 1.4–odprt spoj    | A 1.4 – izstop smole iz lesa |

V mnogih primerih je prišlo do zvijanja lesa (slike 22, 23, 24, 25 in 27). To je lahko posledica nabrekanja lesa ali slabe pritrditve na podlago (slika 22 – deščice so bile prebarvane pred sestavo). Zvijanje na prekrivno pritrjenem vzorcu je prikazano na sliki 23, na sliki 24 pa zvijanje v primeru deščic, ki so bile premazane po sestavi konstrukcije za izpostavitve. Tipični primer zvijanja lesa v obliki žleba pri vzorcu, ki je bil premazan po sestavi, je na sliki 25. Posledice zvijanja ob koncu poskusa, junija 2012, so lepo vidne na sliki 27.

Zaradi nabrekanja lesa, posledica vlaženja, smo opazili tudi odstopanje filma (slika 26). V primeru, ki je prikazan na sliki 26, se je odprl tudi spoj utor pero. Omenjeni vzorec je bil premazan po sestavi.

V enem primeru, pri vzorcu A 1.4 smo ob koncu poskusa opazili tudi izstop smole (slika 28). Izstop smole je posledica prisotnosti smolnega žepka v lesu, kar je povezano s kvaliteto lesa. Do izhajanja smole verjetno pride zaradi segrevanja s sončno svetlobo.

Nezaščiteni – kontrolni vzorec je bil po 18 mesečnem staranju na prostem (slika 28) pričakovano v bistveno slabšem stanju kot vsi ostali vzorci. Na kontrolnem vzorcu so jasno opazni znaki staranja kot so sivenje, temnenje, zvijanje, itd.



## 18. MAREC 2011



Slika 22: zvijanje pri vzorcih A 1.1



Slika 23: zvijanje na prekrivno pritrjenem vzorcu C 1.1



Slika 24: zvijanje na vzorcu B 1.3, ki je bil zaščitен po sestavi.

## 9. MAJ 2011



Slika 25: zvijanje lesa v obliki žleba pri vzorcu B 1.2, premazanem po sestavi.



Slika 26: odstopanje filmav primeru B 1.4 ter odprtje spoja utor pero



**20. JUNIJ 2012**



**Slika 27:** posledice zvijanjana vzorcu A 1.1, ob koncu poskusa



**Slika 28:** izstopanje smole pri A 1.4



**Slika 29:** kontrolni vzorec D, po 18 mesečni izpostavitvi

Pri vzorcih, ki smo jih za 18 mesecev izpostavili vplivom vremena smo torej najpogosteje opazili zvijanje (A 1.1, B 1.3, A 1.4, C 1.1, B 1.2, A 1.2), ki se je z dolžino izpostavitve stopnjevalo (A 1.1). Zvijanje se je pojavilo predvsem na vzorcih ob robu stojala, ki niso bili zaščiteni z drugimi vzorci in pri vzorcih, ki so bili zaščiteni po sestavi. Zato menimo, da lahko zmanjšanje vdora vlage in posledičnega zvijanja dosežemo s tem, da vzorce zaščitimo pred sestavo.

Pri vzorcu B 1.4 je prišlo do odstopanja filma in odprtega spoja, zaradi nabrekanja lesa. Pri vzorcu A 1.4 smo opazili izstopanje smole iz lesa. Najmanj napak se je v splošnem pojavilo pri konstrukciji s prekrivnimi spoji. Največ napak smo opazili pri vertikalni postavitvi vzorcev s spojem utor pero. Kontrolni izdelek, ki je bil nezaščiten, je pričakovano izkazal največ napak.

#### **4 SKLEP**

Sklepamo lahko, da je možno zmanjšanje vdora vlage in zvijanja elementov doseči s tem, da vzorce zaščitimo pred sestavo. Ugotovili smo tudi, da moramo biti pri fasadah in ostalih podobnih lesenih konstrukcijah posebej pozorni na stranske dele, ki jih ne ščitijo ostali elementi, saj se tam najhitreje pojavijo napake.

Vzorec, kjer se je odprl spoj in je odstopil film, je pokazal slabost postopka zaščite po sestavi končne konstrukcije. Spoj utor pero je bil namreč v tem primeru nezadostno zaščiten pred nabrekanjem zaradi vlaženja.

Predvidevamo, da je pri izdelovanju lesene fasade smotno misliti tudi na izbiro lesa. Les, uporabljen pri tem preizkusu (smrekovina) je bil slabše kakovosti, kar je razvidno tudi s fotografij, ker se na njem pojavljajo grče, smolike in ostale napake. Z izbiro lesa višje kakovosti bi se izognili morebitnim nepravilnostim, kot so pojav smole na površini, zvijanje in izstopanje letnic.

Glede na končno kvaliteto izdelkov se je najbolje obnesel prekrivni spoj. Tu smo opazili najmanj zvijanja, odstopanja premaza in drugih napak na lesu. Menimo, da je to zato, ker je zaradi prekrivanja deščic na zadnji strani elementov ostalo manj nezaščitene površine. Ker so bili robovi zaokroženi, ni prihajalo do zadrževanje vlage.

Najslabše se je izkazala vertikalna postavitev sistema s spojem utor pero, saj so bila pri njej najbolj izpostavljena dežju čela letvic, ki so kljub zaščiti vpila več vode kot ostali deli letvice. Prav tako se je med spoji na pero in utor dalj časa zadrževala voda, kar je pospešilo njihovo nabrekanje.

Predvidevamo, da lahko našo hipotezo v celoti potrdimo, kajti ugotovili smo, da je na odpornost spoja in lesnega izdelka na splošno vplival tip spoja, način njegove zaščite in smer izpostavitve vzorca. Najbolje se je obnesel prekrivni spoj, zaščiten pred sestavo vzorca, izpostavljen v horizontalni smeri.

Vsa opažanja o pomembnosti zaščite pred vplivi vremena s premaznimi sistemi potrjujejo poškodbe opažene po 18-mesečni izpostavitvi pri kontrolnem vzorcu D, ki smo ga izpostavili nezaščenega. Na njem so bili močno opazni znaki staranja, les je bil močno zviti in je večkrat nabrekli; spoji so se zato odpirali, površina je posivela. Vse te poškodbe so bile mnogo manj prisotne, ali pa jih sploh ni bilo, pri ostalih zaščiteneh preskušancih, kjer je barva lesa ostala skoraj nespremenjena (le rahlo je potemnela).

## 5 VIRI

Bence J. 2011. Vpliv premaznih sistemov na trdoto lesenih talnih oblog. Diplomski projekt. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 24 str.

Boscheva domača dela – Sistem spojev utor in pero <http://www.bosch-do-it.si/bosch-doit.si/doma%C4%8Dimojster/znanjeodoma%C4%8Dihdelih/nasvetitriki/10780/nasvetitriki.shtml> (30.08.2012)

Kotnik D. 2003. Površinska obdelava v izdelavi pohištva. Brezovica, Finitura d.o.o.: 184 str.

Kozolec  
([http://fasade.urejam.si/files/2012/04/Lesena\\_fasada-300x280.png](http://fasade.urejam.si/files/2012/04/Lesena_fasada-300x280.png)) (30.08.2012)

Kozolec toplar (<http://www.equidistanze.it/img/kozolec.jpg>) (30.08.2012)

Pavlič M. 2001. Zaščita lesa pred vremenskimi vplivi. Les, 53, 1-2:15-20

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

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

Petrič M. 2007. Premazi za površinsko obdelavo lesenih talnih oblog. 1. del. Korak, 3: 35-40

SIST EN 927-1 Barve in laki- premazi in premazni sistemi za zunanjo zaščito lesa – prvi del: Razvrstitev in izbor – Paints and vanishes – coating materials and coating systems for exterior wood – part one - classification and selection. 1997: 10 str.

SIST EN 927-2 Barve in laki- premazi in premazni sistemi za zunanjo zaščito lesa – drugi del: Razvrstitev in izbor – Paints and vanishes – coating materials and coating systems or exterior wood – part two - classification and selection. 2006: 14 str.

SIST EN 460 Trajnost lesa in lesnih izdelkov. Naravna trajnost masivnega lesa - Durability of wood and wood-based products. Natural durability of solid wood. 1994: str.10

Turkulín H., Jirouš-Rajković V. 2004. Faktorji obstojnosti lesenih fasad. Les, 56, 6: 189-198

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Marku Petriču in somentorju asistentu dr. Matjažu Pavliču za mentorstvo in vodenje pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se doc. dr. Manji Kitek- Kuzman za recenzijo.

Posebej bi se zahvalil Matjažu Pavliču za pomoč pri pripravi vzorcev in celotnem postopku testiranja le teh.

Zahvalil bi se tudi vsem ostalim, ki so kakorkoli pripomogli pri mojem projektu,

**HVALA.**