

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Jurij JENE

**NAVLAŽEVANJE ELEMENTOV ZUNANJIH  
PODOV V ODVISNOSTI OD NJIHOVE  
KONSTRUKCIJE**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Jurij JENE

**NAVLAŽEVANJE ELEMENTOV ZUNANJIH PODOV V  
ODVISNOSTI OD NJIHOVE KONSTRUKCIJE**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**MOISTURIZING OF ELEMENTS IN EXTERNAL DECKS IN  
REGARD TO THEIR CONSTRUCTION**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2010



Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za lepljenje, lesne 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, za recenzenta pa prof. dr. Marka Petriča.

Mentorica: doc. dr. Jasna Hrovatin

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:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Jurij Jene

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn  
DK UDK 630\*833.18  
KG les/zunanji podi/konstrukcija/pritrjevanje/absorpcija vode  
AV JENE, Jurij  
SA HROVATIN, Jasna (mentorica)/PETRIČ, Marko (recenzent)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo  
LI 2010  
IN NAVLAŽEVANJE ELEMENTOV ZUNANJIH PODOV V ODVISNOSTI OD NJIHOVE KONSTRUKCIJE  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP VII, 42 str., 6 pregl., 33 slik, 14 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI Proučevali smo navlaževanje elementov zunanjih podov glede na njihovo konstrukcijo. Želeli smo ugotoviti količino vpote vode ter s tem vpliv navlaževanja na dimenzijsko stabilnost lesa na različne načine pritrjevanja lesa. Metodi preskušanja sta bili SIST EN 927-5 in umetno pospešeno staranje (UPS). Ugotovili smo, da je vijačenje s sprednje strani s silikoniranjem neprimeren način pritrjevanja. Zaradi slabega tesnjenja silikona in povečanega deleža čelnega lesa zaradi izvrtine, je delež vpote vode povečan. Vijačenje z zadnje strani se obnese zelo dobro, saj je količina vpote vode najnižja, vendar v praksi ta način pritrjevanja ni vedno izvedljiv. Z metodo UPS smo prikazali in analizirali praktične spremembe na lesenem podu. Med UPS so se deske poda krivile, spreminjale dimenzije in barvo. Z rezultati izpostavitve UPS nismo mogli ugotoviti prednosti posameznih sistemov pritrjevanja. Poleg tega smo z obema metodama testirali tudi vzorce lesno-polimernega kompozita. Ugotovili smo, da ima dobro dimenzijsko stabilnost in veliko nižjo vpojnost vode kot vzorci iz masivnega lesa.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 630\*833.18  
CX wood/deck/construction/fixation/water absorption  
AU JENE, Jurij  
AA HROVATIN, Jasna (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 2010  
TI MOISTURIZING OF ELEMENTS IN EXTERNAL DECKS IN REGARD TO THEIR CONSTRUCTION  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO VII, 42 p., 6 tab., 33 fig., 14 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Wetting of elements of external decks was researched with regard to their construction. The main goal was to determine the quantity of absorbed water and in this way to assess the influence of wetting on wood dimension stability in regard to fixation. The test methods were the SIST EN 927-5 and the artificially accelerated aging. It turned out that the front side screwed together with siliconizing is an inefficient way of fixation. Due to inefficient silicon sealing and an increased portion of the front wood from the borehole, the volume of absorbed water increases. Backside screwing proved to be very efficient, since in this case, the volume of absorbed water was the smallest. Unfortunately, this way of fixation cannot always be carried out in real situations. Using the method of artificially accelerated aging, noticeable changes on the wooden deck were exhibited and analysed. The boards of the decks bent and changed dimensions as well as colour. However, it was not possible to find out the pros of individual fixation systems on the basis of final results of artificially accelerated aging. Furthermore, both methods were used to test and analyse the samples made of a wood-polymer composite. The material demonstrated good dimension stability and considerably lower water absorption compared to absorption of solid wood.

## KAZALO VSEBINE

|                                                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Ključna dokumentacijska informacija (KDI) .....</b>                    | <b>III</b>  |
| <b>Key Words Documentation (KWD) .....</b>                                | <b>IV</b>   |
| <b>Kazalo vsebine .....</b>                                               | <b>V</b>    |
| <b>Kazalo slik .....</b>                                                  | <b>VII</b>  |
| <b>Kazalo preglednic .....</b>                                            | <b>VIII</b> |
| <b>1 UVOD .....</b>                                                       | <b>1</b>    |
| 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....                                            | 1           |
| 1.2 CILJI .....                                                           | 1           |
| <b>2 PREGLED OBJAV .....</b>                                              | <b>2</b>    |
| 2.1 LESENI PODI .....                                                     | 2           |
| 2.1.1 Načrtovanje terase .....                                            | 4           |
| 2.1.2 Površinska obdelava .....                                           | 6           |
| 2.2 NAČINI PRITRJEVANJA .....                                             | 7           |
| 2.2.1 Pritrjevanje z vijaki .....                                         | 7           |
| 2.2.2 Pritrjevanje z okovjem .....                                        | 10          |
| <b>3 MATERIALI IN METODE .....</b>                                        | <b>12</b>   |
| 3.1 MATERIALI .....                                                       | 12          |
| 3.1.1 Opisi posameznih materialov .....                                   | 12          |
| 3.1.2 Materiali za testiranje z metodo po standardu SIST EN 927-5 .....   | 13          |
| 3.2 METODE .....                                                          | 16          |
| 3.2.1 Testiranje z metodo SIST EN 927-5 .....                             | 17          |
| 3.2.2 Testiranje z metodo umetnega pospešenega staranja .....             | 18          |
| 3.2.2.1 Merjenje barve .....                                              | 23          |
| <b>4 REZULTATI .....</b>                                                  | <b>25</b>   |
| 4.1 VPLIV NAČINA PRITRDITVE NA VPIJANJE VODE V LES PO SIST EN 927-5 ..... | 25          |
| 4.2 UMETNO POSPEŠENO STARANJE .....                                       | 29          |
| 4.2.1 Merjenje širine in koritavosti vzorcev .....                        | 29          |
| 4.2.2 Vizualne spremembe .....                                            | 33          |
| 4.2.3 Rezultati merjenja barve .....                                      | 33          |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....</b> | <b>36</b> |
| 5.1 RAZPRAVA .....               | 36        |
| 5.2 SKLEPI .....                 | 40        |
| <b>6 POVZETEK .....</b>          | <b>41</b> |
| <b>7 VIRI.....</b>               | <b>42</b> |
| <b>ZAHVALA</b>                   |           |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Čiščenje špranj .....                                                                                               | 3  |
| Slika 2: Lesen pod iz lesa massarandube .....                                                                                | 5  |
| Slika 3: Lesen pod iz že izdelanih plošč dimenzije 50 cm x 50 cm .....                                                       | 5  |
| Slika 4: Deska, privijačena z zgornje strani.....                                                                            | 7  |
| Slika 5: Deska, privijačena z zgornje strani in zaščiten s silikonom .....                                                   | 8  |
| Slika 6: Deska, privijačena s spodnje strani.....                                                                            | 9  |
| Slika 7: Deska, privijačena z vmesno ploščico .....                                                                          | 10 |
| Slika 8: Način pritrdjevanja sistema »Fibradeck«, predpisan s strani proizvajalca. ....                                      | 10 |
| Slika 9: Prikaz pritrditve desk s sistemom Quatro 65.....                                                                    | 11 |
| Slika 10: Dimenzije vzorca za testiranje po SIST EN 927-5 .....                                                              | 14 |
| Slika 11: Vzorci za testiranje po standardu SIST EN 927-5 .....                                                              | 15 |
| Slika 12: Skica vzorca terase za umetno staranje .....                                                                       | 16 |
| Slika 14: Vzorci lesnega kompozita in macesna med 72-urnim sušenjem (desorpcija) .....                                       | 18 |
| Slika 16: Vzorec »terase« med polivanjem z destilirano vodo v napravi za umetno pospešeno staranje .....                     | 20 |
| Slika 17: Vzorec »terase« med obsevanjem z UV svetlobo v napravi za umetno pospešeno staranje .....                          | 20 |
| Slika 18: Prikaz merilnih mest za merjenje širine in upognjenosti desk pri postopku umetnega pospešenega staranja.....       | 21 |
| Slika 19: Merjenje koritavosti desk z merilno urico med postopkom umetnega pospešenega staranja. ....                        | 22 |
| Slika 20: Prikaz merjenja koritavosti deske. ....                                                                            | 22 |
| Slika 21: Grafična ponazoritev količine vpote vode med procesom absorpcije .....                                             | 26 |
| Slika 22: V odstotkih izražen prikaz spremembe vlažnosti vzorcev med postopkom absorpcije .....                              | 27 |
| Slika 23: Vzorci bangkirai, katerih vijaki so bili zaščiteni s silikonom .....                                               | 28 |
| Slika 24: Vzorci bangkirai med prvimi minutami sušenja.....                                                                  | 28 |
| Slika 25: Razlika med testiranim vzorcem (spredaj) in vzorcem, ki ni bil podvržen umetnemu pospešenemu staranju .....        | 29 |
| Slika 26: Spreminjanje širine desk v milimetrih po 0 do 500 ciklov izpostavitve UPS .....                                    | 30 |
| Slika 27: Povprečni nabrek desk na merilnih mestih 1 do 5 .....                                                              | 31 |
| Slika 28: Povprečna koritavost vzorcev na merilnih mestih 1 do 5 .....                                                       | 32 |
| Slika 29: Čelne razpoke v lesu bangkiraia po izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju .....                                | 33 |
| Slika 30: Barvna razlika med koščkom, ki smo ga skladiščili (zgoraj), in testiranim vzorcem iz lesa bangkirai (spodaj). .... | 34 |
| Slika 31: Barvna razlika med koščkom, ki smo ga skladiščili (zgoraj), in testiranim vzorcem lesnega kompozita (spodaj). .... | 35 |
| Slika 32 : Prikaz maksimalnega razmaka med vijaki, ki je omejen zaradi širine podkonstrukcije .....                          | 39 |
| Slika 33: Dolžinsko spojeni deski na dveh podkonstrukcijah .....                                                             | 39 |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1: Vzorci za testiranje po metodi SIST EN 927-5 .....                           | 13 |
| Preglednica 2: V praksi uveljavljena lestvica barvnih razlik .....                          | 23 |
| Preglednica 3: Podatki o masi absorbirane in desorbirane vode pri testu SIST EN 927-5 ..... | 25 |
| Preglednica 4: Povprečna koritavost vzorcev po izpostavitvi UPS .....                       | 32 |
| Preglednica 5: Barva vzorcev lesa bangkiraija .....                                         | 34 |
| Preglednica 6: Barva vzorcev lesnega kompozita »fibradeck« .....                            | 35 |

## 1 UVOD

V zadnjih letih se je v Sloveniji in Evropi povečalo povpraševanje po lesenih zunanjih podih tako pred javnimi objekti (lokali, šole, športni objekti) kot tudi pred stanovanjskimi. Pravilno oblikovani in izdelani leseni podi, v kombinaciji z rastlinjem, lahko ustvarijo funkcionalen in estetski eksterier. Za pode se uporablja predvsem tropske drevesne vrste, kot so tik, massaranduba, ipe, bangkirai ipd. Pojavlja pa se tudi les iglavcev, kot so macesen, bor ter smreka.

Lesene zunanje pode se uporablja predvsem zaradi estetskih lastnosti tovrstnih podov in zaradi toplotnih izolacijskih lastnosti lesa.

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Lesene zunanje pode se izdeluje na več načinov. Najbolj pogosto so zgornje deske razmaknjene med sabo za nekaj milimetrov ter v določenem razmaku privijačene na podkonstrukcijo, ki povezuje deske med seboj in na podlago. Za pode se uporablja masivni les, v zadnjem času pa tudi lesne kompozite. Uveljavljenih je več načinov pritrjevanja desk na podkonstrukcijo. Dejstvo je, da niso vsi dovolj kakovostni. Pogosto se podi najprej uničijo ravno na mestih pritrditve deske na podkonstrukcijo. Pravilno pritrjevanje bi lahko bistveno podaljšalo življenjsko dobo poda.

### 1.2 CILJI

Skušali bomo ugotoviti, kateri način pritrjevanja desk je najbolj primeren in kako vplivata način pritrjevanja ter izbira materiala na navlažitev pritrjenih desk. Izbrali bomo tri načine pritrjevanja in ugotavljali, kateri izmed njih je najbolj primeren. Zanima nas primerjava med trajnostjo masivnega lesa in trajnostjo lesnega kompozita (fibradeck). Predvidevamo, da bomo s pomočjo pridobljenih rezultatov lahko postavili izhodišča za kakovostno izvedbo zunanjih podov in tako prispevali k večji trajnosti tovrstnih izdelkov. Z izbiro pravih materialov in pravega načina pritrjevanja lahko namreč povečamo zadovoljstvo strank in konkurenčnost produkta.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 LESENI PODI

Lesene zunanje pode se uporablja kot pohodne pode za terase in balkone. Za pohodne deske naj ne bi uporabljali desk, ki so širše od 14 cm. Debelina deske je odvisna od razdalje med posameznimi konstrukcijskimi letvami. Najtanjše letve naj bi bile debele vsaj 25 mm, da se ne upogibajo. Za konstrukcijo poda se priporoča drevesne vrste z večjo naravno odpornostjo, ker pride pri deskah, ki ležijo na tleh, večkrat do stika z vodo. Za lažje sušenje na mestih, kjer se les stika z lesom, je širina deske za podkonstrukcijo omejena na 40 mm-50 mm. Čas sušenja vode se močno skrajša, če konstrukcijske letve podložimo s podlogami iz umetne mase, in sicer za 1 cm od tal. Za posebno ogrožena mesta se lahko za konstrukcijo uporablja tudi druge materiale, kot je na primer aluminij.

V osnovi je deska na mestu, kjer se seka s podkonstrukcijo, pritrjena z dvema vijakoma iz nerjavečega materiala. Vijaki morajo biti dovolj dimenzionirani, priporoča se vsaj 4 mm × 45 mm za 25 mm debele deske in 4,5 mm × 50 mm za 30 mm debele deske. Paziti je treba, da se vijakov ne zavijači pregloboko, ker bi se na teh mestih dlje zadrževala voda. Pritrjevanje s spodnje strani je posebej dobro, ker se s tem zmanjša možnost neposrednega vpijanja vode skozi izvrtine. Posamezne deske morajo biti med sabo razmaknjene vsaj za 7 mm.

Za omogočanje odtekanja vode mora biti podlaga nagnjena za vsaj 2 %. Konstrukcijske letve morajo potekati v smeri padca podlage, da ne onemogočajo odtekanja vode (Schober in sod., 2006).

Tako pri izvedbi konstrukcije kot tudi pri uporabi je pomembno, da na terasi ne nastajajo močitvena mesta. Vse stvari, ki so na terasi, bi morale biti vzdignjene od tal. Leseni podi morajo ostati čim bolj zračni. Pokrivanje podov s preprogami pripelje do škode na podu. Načeloma bi morali poskrbeti za nemoteno odtekanje vode tudi s čiščenjem poda enkrat letno. Odprtine na podu in prav tako špranje morajo ostati čiste. Po določenem času se namreč špranje med deskami lahko začnejo mašiti. To se pojavlja predvsem jeseni (odpadanje listja). Špranje med deskami morajo biti čiste, da je omogočeno kroženje zraka. Na ta način lahko podaljšamo življenjsko dobo poda in zmanjšamo možnosti za naselitev različnih živali pod podom (Slika 1).

Sočasno s čiščenjem bi morali tudi pregledati pod, ga sanirati in odpraviti morebitna močitvena mesta (Schober in sod., 2006).

Za lesene pode moramo izbrati kakovosten les. Paziti moramo na razpoke, večje grče ... Napake v lesu lahko povečajo delovanje lesa ali pa predstavljajo nevarnost za uporabnike. Les za pode bi moral imeti vlažnost ( $15 \pm 3$ ) %. Pri uporabi lesa z višjo vlažnostjo obstaja nevarnost osušitve in s tem povezanega nastanka razpok.

Deske, ki so predvidene za površino poda, bi morale biti skobljane ali pobrušene. Robovi desk bi morali biti zaokroženi minimalno z radijem 2,5 mm. Zaradi zmanjšanja nevarnosti zdrsa na mokrem podu je deska na površini poda velikokrat narebrena. V praksi pa se drsnost površine v primeru mokrega poda v smeri reber še poveča. Tudi s stališča trajnosti poda je narebrenost desk kritična, ker se na teh deskah voda dlje zadržuje. Deske morajo biti položene tako, da ni višinskih razlik med posameznimi deskami, ob katere bi se uporabniki spotikali.

Za pritrdjevanje pohodnih desk se uporablja vijake ali okovje. Za zmanjšanje razpok v lesu je treba uporabljati samorezne vijake, priporočljivo pa je tudi vrtanje. Vijaki bi morali biti, če je le mogoče, iz nerjavečega jekla ali pa vsaj pocinkani. Pri pocinkanih vijakih se ob vijačenju lahko poškoduje cink na glavi vijaka, kar omogoča rjavenje vijakov in povzroča obarvanja na deskah poda (Schober in sod., 2006).



Slika 1: Čiščenje špranj (UNIQUE PATENTED TOOL designed specifically for cleaning the gaps in wooden decks, 2010)

### 2.1.1 Načrtovanje terase

Pred izdelavo terase moramo imeti dobro izdelan načrt. Najprej moramo izdelati risbo prostora za vgradnjo terase. Ta risba mora upoštevati vse podrobnosti, ki vplivajo na to, kako bomo zgradili in uporabljali teraso. Izdelati moramo načrte tlorisa, narisa in stranskega risa terase ter izdelati načrte detajlov. Pri izdelavi risb moramo upoštevati podrobnosti v hiši in na dvorišču, kjer bo terasa. Načrt mora vsebovati obliko in dimenzije terase, izmere terena in razpoložljive višine, ugotovljeno kakovost podlage in vse detajle, ki bodo vplivali na izdelavo terase, kot so odvodnjavanje, dostop do določenih napeljav in drugo. Ne smemo pozabiti, da na prostor za vgradnjo vplivajo vreme, dnevni čas in sezonske spremembe. Če na primer rabimo teraso ob poletnih večernih urah, moramo paziti na položaj sonca, sence in smer vetra na terasi v tem delu dneva. Iz načrta nato določimo potrebno količino lesa in okovja (BLACK&DECKER, 1990).

Pred začetkom del se moramo odločiti še za material, iz katerega bo terasa izdelana. V osnovi se lesene zunanje pode lahko izdelajo iz desk lesnih kompozitov ali desk masivnega lesa (Slika 2). Izdeluje se tudi pode iz vnaprej izdelanih lesenih plošč (na primer 50 cm × 50 cm), ki se jih samo položi na podlago (Slika 3).

Pri izbiri drevesne vrste moramo biti osredotočeni predvsem na trajnost posamezne vrste. Naslednji dejavnik pri izbiri predstavlja dimenzijska stabilnost lesa. Pomembno je tudi, da je izbran les dovolj trd, da so poškodbe lesa ob uporabi manjše.

Na trgu se pojavljajo deske za pode iz lesov, kot so: tik, massaranduba, bangkirai, ipe, sibirski macesen, cedra, iroko ... Od domačih vrst lesa se uporablja predvsem smreko (največkrat impregnirano), kostanj in hrast.

Poleg lesa se za terase uporablja v zadnjem času tudi lesne kompozite, ki so znani pod reklamnim sloganom »Ni les, pa vendarle je«. Ti slovijo po svoji trajnosti, zahteve za vzdrževanje takih podov pa naj bi bile minimalne.

V praksi ti materiali še niso bili velikokrat preizkušeni in zato lastnosti teh materialov niso dobro raziskane.



Slika 2: Lesen pod iz lesa massarandube (Informativno gradivo Jurij Jene, s. p.)



Slika 3: Lesen pod iz že izdelanih plošč dimenzije 50 cm x 50 cm (Informativno gradivo Jurij Jene, s. p.)

### 2.1.2 Površinska obdelava

Premazovanje površine lesa z lazurami in laki nam nudi veliko možnosti. Pri lesu v zunanji uporabi ima premazovanje poleg vpliva na izgled tudi pomembno funkcijo zaščite lesa, predvsem pred abiotskimi dejavniki razkroja. Izbira primerne sistema površinske obdelave je ključnega pomena za odpornost poda, kar pripomore tudi k večjemu zadovoljstvu uporabnika. Površina lesa je na terasi izpostavljena sončni svetlobi, dežju, snegu in še mnogim drugim dejavnikom. Intenzivnost vpliva vremena na les je odvisna od geografskega položaja in nadmorske višine, od strani neba, ki določa glavno smer vetra in smer sončnih žarkov. S primerno površinsko zaščito lahko dosežemo lepo enakomerno barvo poda in zaustavimo nastajanje rjavih madežev na njem. Za uporabo na zunanjih lesenih podih priporočajo prekrivne premazne sisteme. Ti onemogočajo nastanek razpok na površini, pri tem pa dosežemo pri ostri klimi zelo dolgo trajnost poda. Z vzdrževalnim premazovanjem lahko prekrijemo barvne razlike. Svetlim tonom se zaradi umazanije skušamo izogibati. Kadar pustimo les poda brez površinske obdelave, se lesu spremenita barva in površinska struktura. Naravna barva lesa kmalu izgine. Zaradi vplivov vremena, naselitve mikroorganizmov in umazanije se les s časom obarva sivo. Nihanja vlage v lesu povzročijo nastajanje razpok in erozijo površine. Pri jedrovini in pri lesovih z veliko vsebnostjo tanina ali ostalimi ekstraktivi, kot so hrast, robinija, macesen, lahko pride pri stiku s kovino, kovinskimi ostružki, ki nastanejo pri izdelavi poda, do temnih obarvanj, ki so posledica kemijske reakcije (Schober in sod., 2006).

Za površinsko obdelavo lesenih zunanjih podov največkrat uporabljajo olja. Olja, ki jih uporabljajo za zaščito lesa za terase, niso naravna, temveč vsebujejo sintetične komponente, formulacije pa po svoji viskoznosti in izgledu spominjajo na naravna olja. Oljenje lesenih teras izvajajo predvsem z dvema namenoma; za čim daljšo obstojnost naravne barve lesa in za podaljšanje njegove trajnosti, kar pa velja le za manj kakovostne vrste lesa. Vendar pa olje na površini lesa lahko zadržuje nečistoče in je zato umazanijo skupaj s plastjo olja bistveno težje očistiti.

Pri manj kakovostnih vrstah lesa, kot so bangkirai, massaranduba in drugi, je učinek oljenja delno pozitiven, delno negativen. Oljenje upočasni pojav pikanja lesa na površini, ki je značilen za take vrste lesa. Poleg tega dobi les nekoliko temnejšo barvo, ki z vsakim naknadnim premazom še dodatno nekoliko potemni. Zaradi temnejše barve lesa pa na močno osončenih terasah prihaja do bolj intenzivnega ogrevanja lesa in posledično tudi večjih deformacij (krivljenje, pikanje).

Večina lastnikov teras, ki se odloči za oljenje, po nekaj letih oljenje opusti in teraso popolnoma prepusti vremenu. V primerih delno pokritih teras nato pride do bistveno večjih razlik v barvi pokritega in izpostavljenega dela terase, kar je bistveno težje izenačiti, kot če oljenja ne bi nikoli uporabili (Vzdrževanje lesene terase, 2010).

## 2.2 NAČINI PRITRJEVANJA

Pri izdelavi podov pohodne deske pritrujemo na podkonstrukcijo. Mesta pritrditve predstavljajo šibke točke poda, kjer pride do zadrževanje vlage, kar pripelje do prvih poškodb poda. Z diplomsko nalogo bomo skušali ugotoviti, kateri od načinov pritrdjevanja je najbolj primeren.

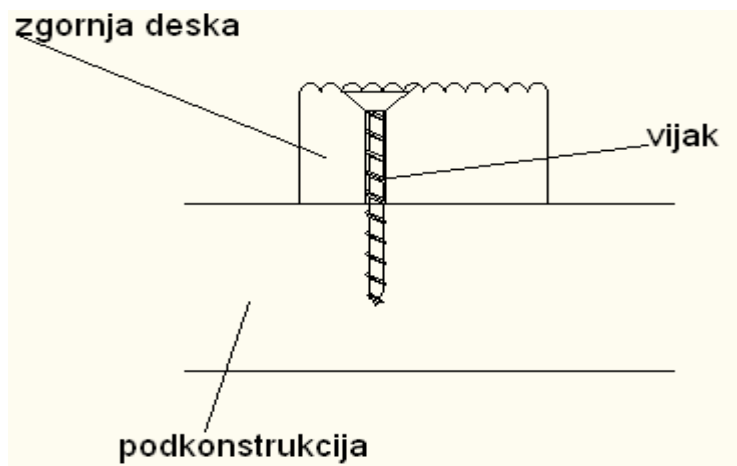
V osnovi delimo pritrdjevanje desk poda na:

- pritrdjevanje z vijaki in
- pritrdjevanje z okovjem.

### 2.2.1 Pritrdjevanje z vijaki

-Vijačenje z zgornje strani

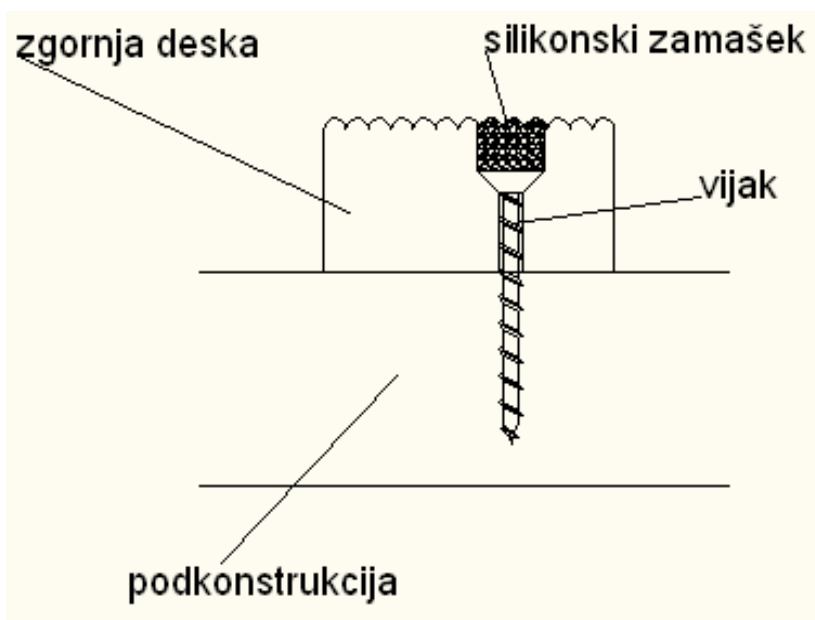
Vijačenje z zgornje strani je najbolj pogost način pritrdjevanja. Vijaki, primerni za ta namen, morajo biti nerjaveči, v les pa je treba vrtati, da vijaki ne povzročajo razpok. Mesto, na katerem je les privijačen, predstavlja problematično točko, po kateri lahko voda prodre globoko v les in povzroči, da les postane bolj dovzeten za razkroj (Slika 4).



Slika 4: Deska, privijačena z zgornje strani

### **-Vijačenje z zgornje strani in zaščita s silikonom**

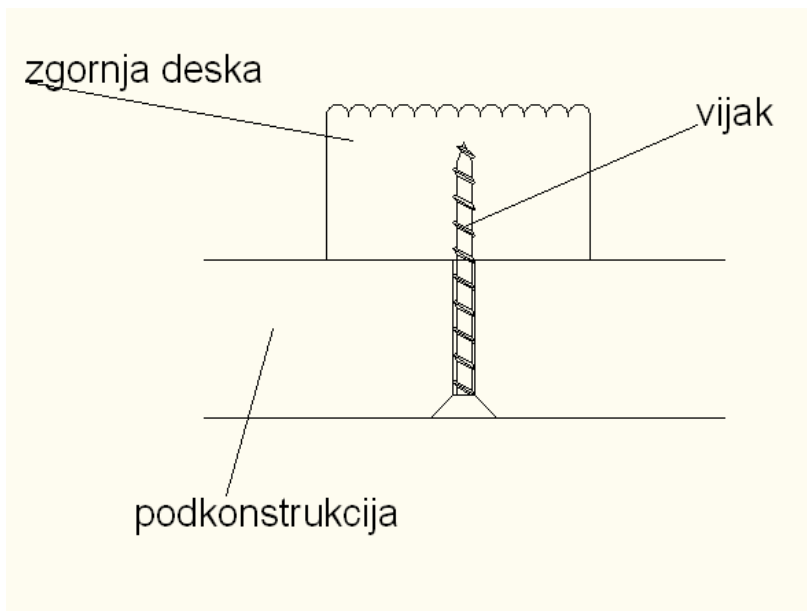
Pri tem načinu je glava vijaka poglobljena nekaj milimetrov v les. Zgoraj pa je povečana izvrtina, ki je zatesnjena s silikonom. V praksi se ta način sicer redko uporablja, ker je časovno potraten in zahteven za izdelavo. Pri silikoniranju moramo biti previdni, da silikona preveč ne razmažemo po površini desk, če hočemo doseči lep izgled poda (Slika 5). Namesto silikona lahko izdelamo zamašek iz enakega lesa, kot je pohodna deska. Površina je v tem primeru gladka in mesto pritrditve je skoraj neopazno.



Slika 5: Deska, privijačena z zgornje strani in zaščiten s silikonom

### **-Vijačenje s spodnje strani**

Vijačenje s spodnje strani je dober način pritrdjevanja: zunanji podi, ki so tako pritrjeni, imajo načeloma daljšo življenjsko dobo. Primerno pa je le tam, kjer je pod izdelan iz manjših kosov, ki jih predhodno sestavimo in nato samo položimo na tla (Slika 6).

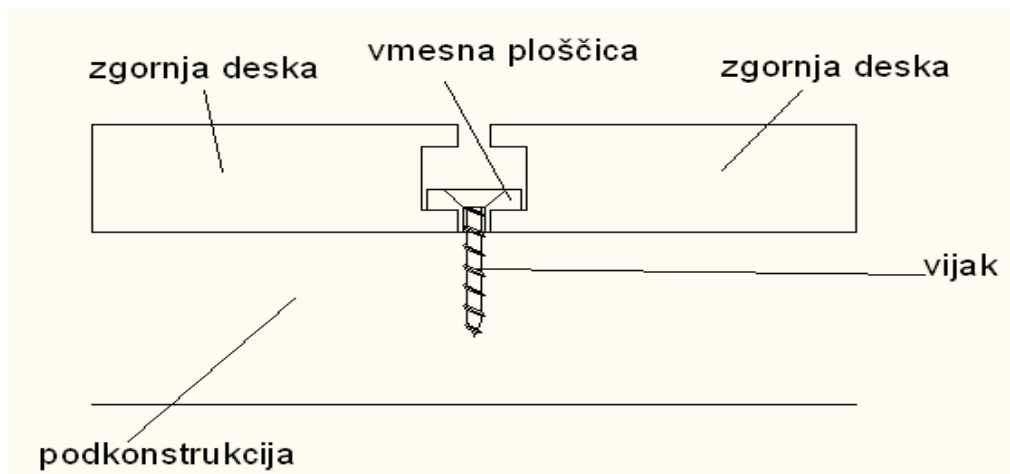


Slika 6: Deska, privijačena s spodnje strani

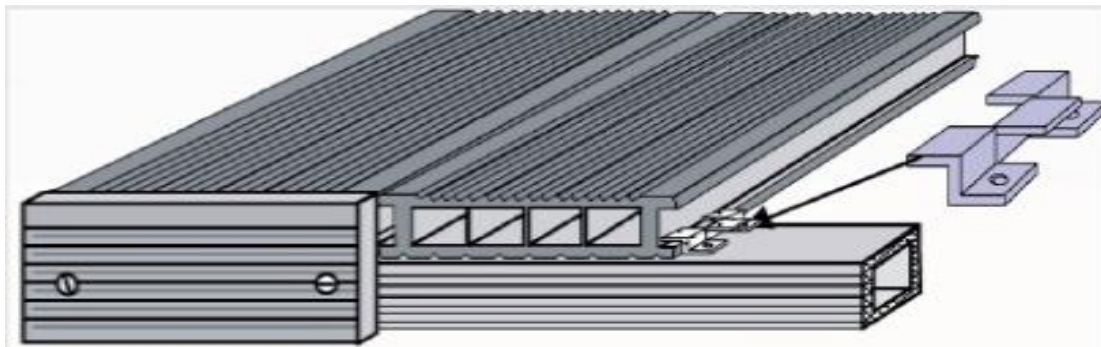
## 2.2.2 Pritrjevanje z okovjem

### -Pritrjevanje z vmesno ploščico

Je zelo pogost način pritrdjevanja. Ploščica povezuje dve deski, privijačena pa je na podkonstrukcijo. Deske morajo imeti za ta namen izdelane utore, da lahko ploščico vanje zatakamo. Ta način pritrdjevanja je zelo priljubljen, ker ga lahko uporabljamo kadar koli, ploščice pa med špranjami desk sploh ne opazimo (Slika 7). Na sliki 8 je prikazano pritrdjevanje lesnega kompozita, ki je predpisano s strani proizvajalca. Sistem je narejen tako, da ploščica sega tudi pod desko. Deska je tako vzdignjena od podkonstrukcije za nekaj milimetrov.



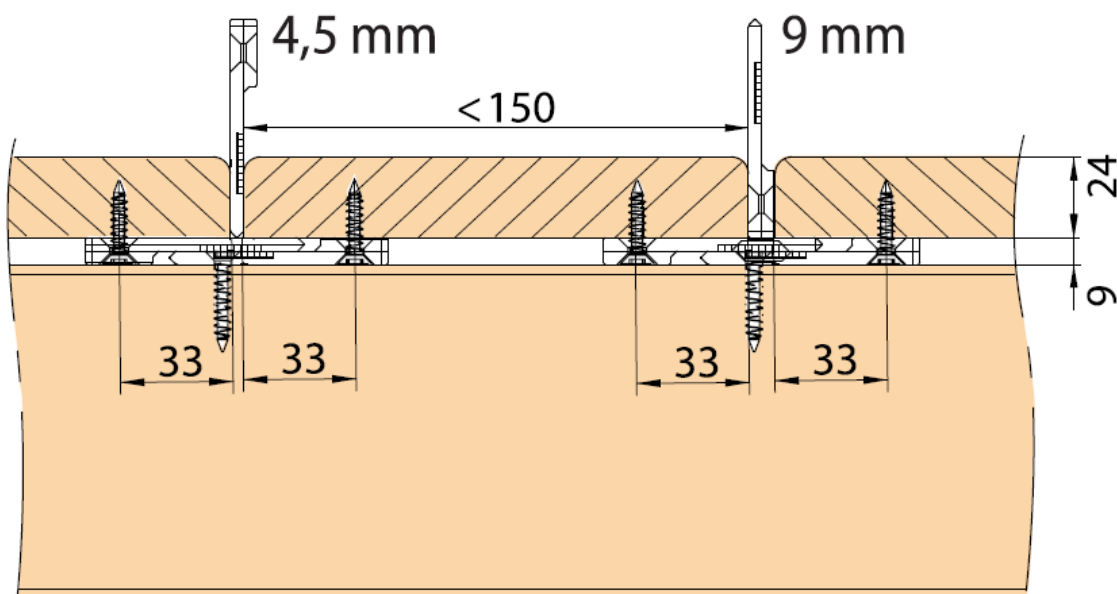
Slika 7: Deska, privijačena z vmesno ploščico



Slika 8: Način pritrdjevanja sistema »Fibradeck«, predpisan s strani proizvajalca ( Navodila za montažo zunanjih talnih oblog fibradeck, 2010)

### -Pritrjevanje s sistemom Quatro 65

Sistem pritrdjevanja Quatro 65 je produkt podjetja Knapp iz Avstrije. Prvič so ga predstavili leta 2009. Sistem pritrdjevanja je bil razvit posebej za terase. Uporablja pa se ga lahko tudi za pode v notranjosti prostorov in za stenske ter stropne obloge (Slika 9). Zaradi vsestranske uporabnosti je trenutno v trendu. Sistem nudi najboljšo možnost za optiko izdelkov, ker je popolnoma neviden. Prav tako omogoča delovanje lesa. S širino 65 mm pa vez popolnoma pokrije tudi konstrukcijske letve in naredi razmik med pohodno desko in podkonstrukcijo, kar omogoča daljšo življenjsko dobo terase (Quatro 65 Produktdetails, 2010 ).



Slika 9: Prikaz pritrditve desk s sistemom Quatro 65 (QUATRO65, Montageanleitung, 2010)

## 3 MATERIALI IN METODE

### 3.1 MATERIALI

Raziskavo smo izvedli z vzorci, ki so bili izdelani iz lesa sibirskega macesna, bangkiraia in lesnega kompozita s tržnim imenom Fibradeck, ki ga v Sloveniji prodaja ptujsko podjetje ATC-gutta, d. o. o. Vzorcev nismo površinsko obdelali, ampak so bili surovi. Za sibirski macesen in bangkirai smo se odločili zato, ker se obe lesni vrsti pri izdelavi lesenih zunanjih podov pogosto uporablja. Obdelane deske iz obeh lesov so tudi naprodaj v večini tovrstnih trgovin. Lesni kompozit pa smo testirali, ker smo želeli preizkusiti tudi njegove lastnosti oziroma prednosti in slabosti.

#### 3.1.1 Opisi posameznih materialov

##### **Lesni kompozit - Fibradeck**

Lesnokompozitne talne deske »Fibradeck« so izdelane iz lesne mase in polimernih sestavin z dodatki. V kompozitu je več kot 60 % lesa. Fibradeck deske po navedbah proizvajalca odlikujejo toplina lesa in odpornost polimerov. Material naj bi bil odporen proti vremenskim vplivom, lesni škodljivci naj ga ne bi napadali, glive naj ga tudi ne bi mogle okužiti, površina naj se ne bi razslojevala in ne pokala po robovih, površina po navedbah proizvajalca tudi ni spolzka in ne vpija vode, ob izpostavljenosti UV žarkom pa pride do spremembe barve. (Lastnosti izdelka, 2010).

##### **Les sibirskega ali ruskega macesna (*Larix sibirica*; syn *L. russica*)**

Sibirski macesen zraste v višino od 20 m do 40 m. Deblo lahko zraste v premer do 1 m. Njegovo področje je od Finske, prek zahodne Rusije, do osrednje Sibirijske. Drevesa so prilagojena izredno ostremu podnebjju z nizkimi temperaturami. Posledica tega je majhen letni prirastek. Les macesna je cenjen zaradi svoje teže, mehanskih lastnosti in odpornosti proti vremenskim vplivom. Je rjavkaste do zlaturumene barve.

Uporablja se ga predvsem za zunanje in notranje obloge stropov, sten in podov, prav tako je primeren za izdelavo drogov, čolnov, železniških pragov ... (*Larix sibirica*, 2006).

### **Bangkirai (*Shorea Laevis*), (Wagenführ, 2007)**

Bangkirai je drevesna vrsta, katere les se pri nas čedalje bolj pogosto uporablja. Poznamo ga pod različnimi imeni, ki izhajajo iz območja, kjer raste: Sal (Indija), Balau (Sarawak), Bangkirai (Indonezija), Selangan Batu (Sabah), Tang, Teng ali Chan (Tajska), Gisok ali Yakal (Filipini), poleg tega pa raste še na Šri Lanki, v Burmi, Kambodži in Maleziji. Sveža jedrovina lesa je rjave do zelenkaste barve. Les ima visoko gostoto in največkrat ne plava na vodi. Suši se zelo počasi in med sušenjem rad poka. Zelo težko ga je obdelovati. Bangkirai je ena izmed najbolj trajnih drevesnih vrst, ki dolgo zdrži tudi pri izpostavljenosti tropskim pogojem. V Indiji ga uporabljajo za železniške pragove, v Maleziji za drogove napeljav, v rudnikih in ladjedelništvu, v Evropi pa ga uporabljamo za konstrukcijski les v ladjedelništvu, za oblaganje teras in za vrtno pohištvo (Yellow Balau, 2010).

#### **3.1.2 Materiali za testiranje z metodo po standardu SIST EN 927-5**

Vzorci so bili dimenzije 70 mm × 150 mm in debeline 25 mm (Slika 10) za bangkirai oziroma 27 mm za macesen. Za vsak način pritrdjevanja smo izdelali po deset vzorcev, kot to določa standard.

Vzorci smo izdelali iz gotovih desk macesna, bangkiraia in lesnega kompozita, ki se uporabljajo za lesene pode. Pri nakupu desk smo pazili, da so bile letnice deske pod kotom 45° glede na površino. Deske smo najprej vzdolžno prerezali na širino vzorcev. Nato smo jih razrezali na dolžino 150 mm. Za vsakega od treh načinov pritrdjevanja smo izdelali po deset vzorcev. Skupaj smo torej izdelali 90 preskušancev (Preglednica 1).

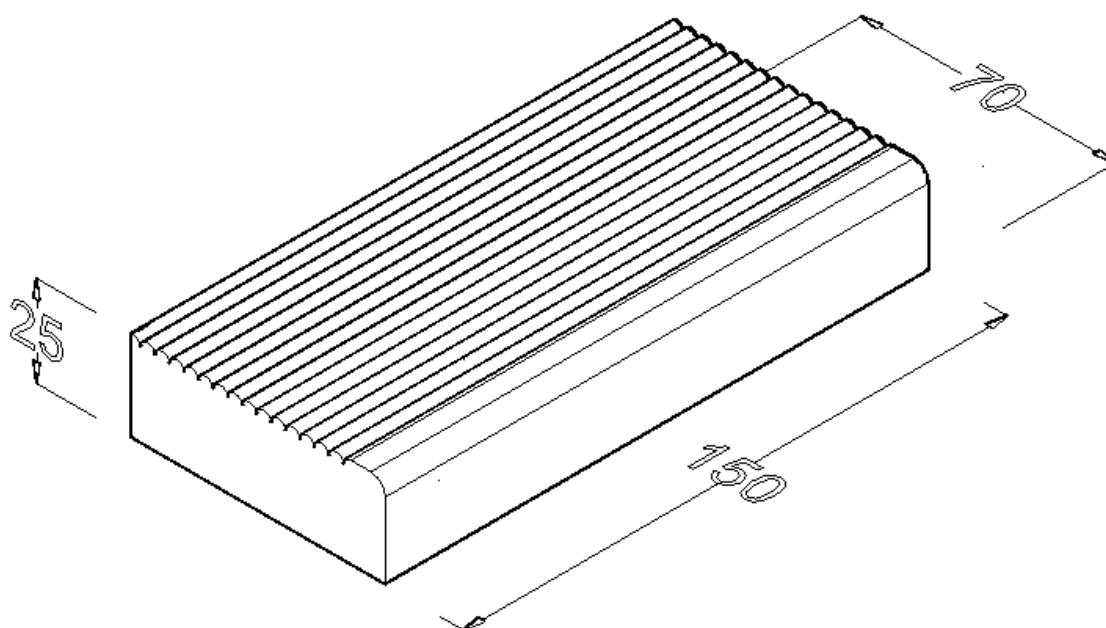
Preglednica 1: Vzorci za testiranje po metodi SIST EN 927-5

| Ime vzorca                 | Število vzorcev |
|----------------------------|-----------------|
| macesen kontrolni vzorec   | 10              |
| macesen vijak zgoraj       | 10              |
| macesen silikon            | 10              |
| macesen vijak spodaj       | 10              |
| bangkirai kontrolni vzorec | 10              |
| bangkirai vijak zgoraj     | 10              |
| bangkirai silikon          | 10              |
| bangkirai vijak spodaj     | 10              |
| lesni kompozit             | 10              |

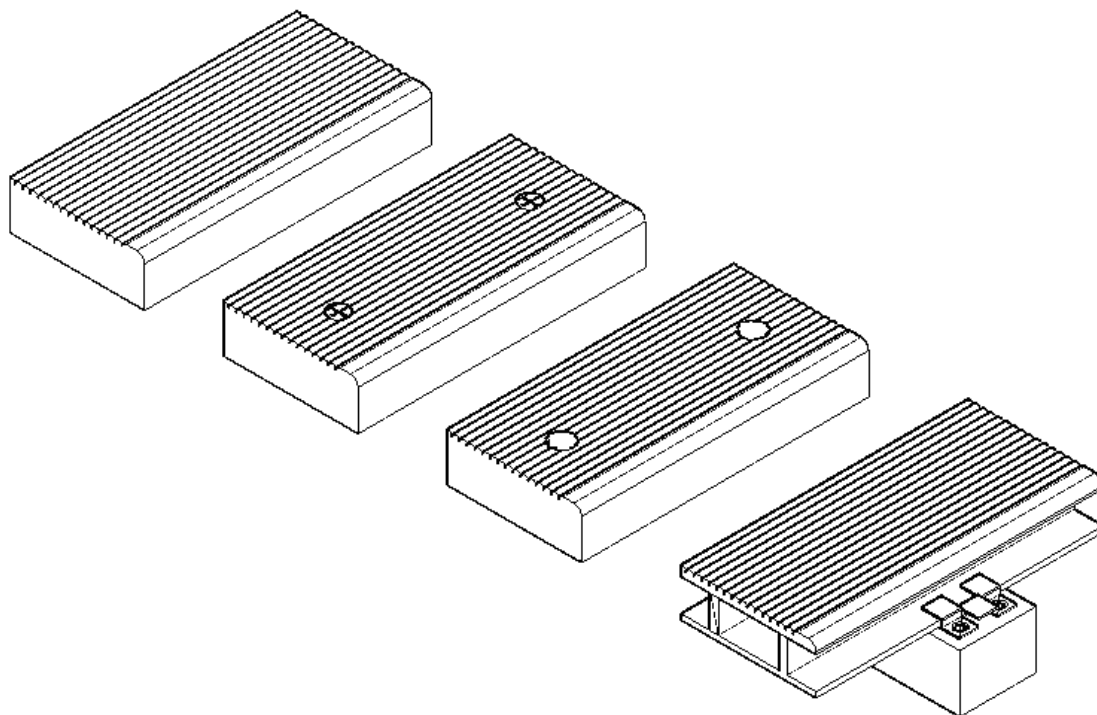
|                        |    |
|------------------------|----|
| Skupno število vzorcev | 90 |
|------------------------|----|

V vzorce smo nato vijačili nerjaveče vijake na vse tri načine in jih na zadnji strani na površini vzorca požagali, 10 vzorcev pa smo na mestu pritrditve zatesnili s silikonom (Slika 11).

Vzorci smo potem z vseh strani, razen s prve, ki smo jo pozneje namakali v destilirani vodi, premazali s premazom Epolor HB proizvajalca Helios, ki ima nizko prepustnost za vodo. Na čelih, kjer les še posebej hitro vpija vodo, so bili vzorci premazani dvakrat. Cilj je bil, da vzorci, ko smo jih med testom namakali, vpijajo vodo samo s strani, ki je namočena v vodo. Opisani način priprave vzorcev je določen s standardom.



Slika 10: Dimenzije vzorca za testiranje po SIST EN 927-5



Slika 11: Vzorci za testiranje po standardu SIST EN 927-5

Od leve proti desni: vzorec, pritrjen s spodnje strani (zgoraj se vijaki ne vidijo), vzorec, pritrjen z zgornje strani, vzorec, pritrjen z zgornje strani in zaščiten s silikonom, in vzorec lesnega kompozita, pritrjen z vmesno ploščico.

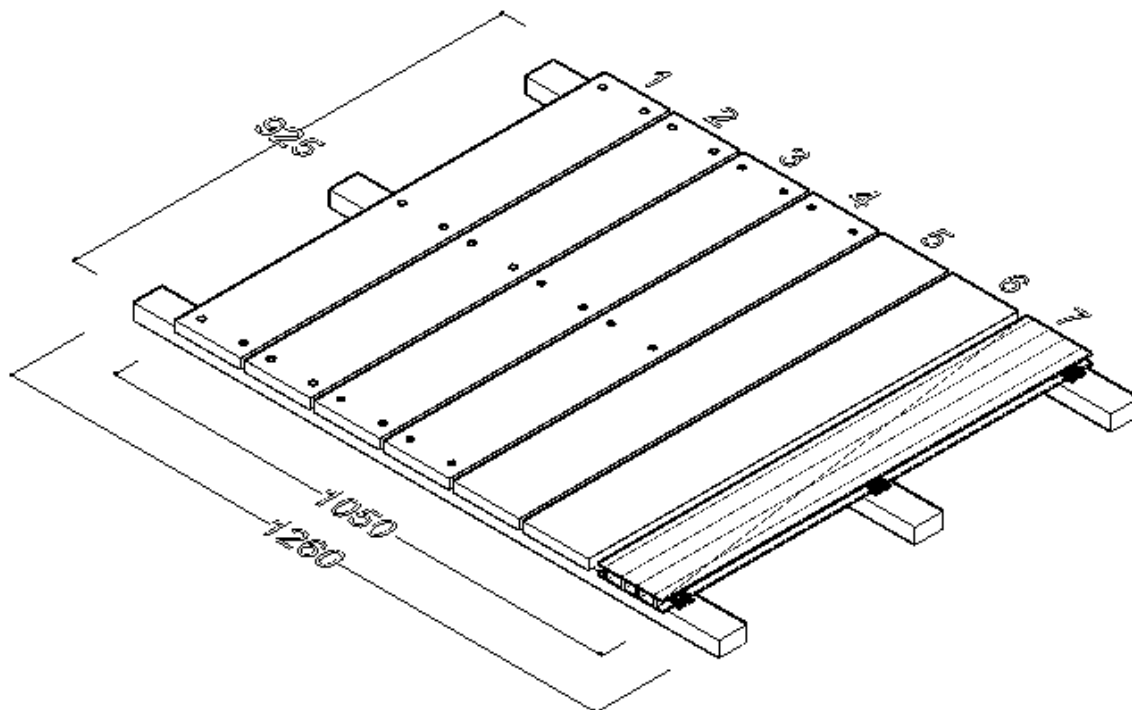
### 3.1.3 Materiali za testiranje po metodi umetnega pospešenega staranja

Za testiranje z metodo umetnega pospešenega staranja smo morali izdelati en realni vzorec terase. Največja velikost »terase«, ki smo jo še lahko postavili v napravo za umetno pospešeno staranje, je bila 910 mm × 1050 mm. Tako smo lahko testirali le 7 pohodnih desk na treh kosih podkonstrukcije. Zaradi omejenosti z velikostjo površine terase smo se odločili za testiranje treh vrst vijačenja pri eni drevesni vrsti (bangkirai), poleg tega pa smo testirali še lesni kompozit, ki smo ga pritrdili s priloženim izvajalčevim okovjem (Slika 12).

Za izdelavo »terase« smo uporabili že izdelane deske dimenzije 4000 mm × 140 mm × 25 mm. Za podkonstrukcijo smo uporabili les macesna dimenzije 4000 mm × 60 mm × 40 mm.

Najprej smo nažagali zgornje deske (910 mm) in podkonstrukcijo na dolžino 1260 mm. Daljša podkonstrukcija nam je omogočala dobro vpetje vzorca v napravo za umetno pospešeno staranje. Potem smo zvrtili luknje za pritrditev desk na podkonstrukcijo. Luknje

smo izvrtali na sredini in na obeh koncih, in sicer 30 mm od čela deske. Dve deski smo pritrdili z neposrednim vijačenjem, dve z neposrednim vijačenjem in silikoniranjem, dve pa smo privijačili s spodnje strani. Desko lesnega kompozita smo pritrdili z vmesno ploščico.



Slika 12: Skica vzorca terase za umetno staranje

(Deski 1 in 2 sta vijačeni in silikonirani, deski 3 in 4 sta vijačeni z zgornje strani, deski 5 in 6 sta vijačeni s spodnje strani, deska 7 pa je iz lesnega kompozita in je pritrdjena z vmesnimi ploščicami.)

### 3.2 METODE

Vplive načinov pritrdjevanja smo testirali na dva načina. Prvi je bil z metodo SIST EN 927-5, s katero smo ugotavljali prepustnost sistemov za vodo oziroma njihovo navlaževanje v odvisnosti od načina pritrdjevanja in od vrste lesa oziroma materiala (kompozit). Manjša količina vpite vode pri tem testu pomeni ugodnejši rezultat.

Druga vrsta preizkusa pa je bila z večjimi vzorci, ki so simulirali realne vzorce terase. Vzorce smo izpostavili umetnemu pospešenemu staranju. Med izpostavitvijo in po njej smo merili širino desk in njihovo upognjenost ter opazovali vizualne spremembe le-teh.

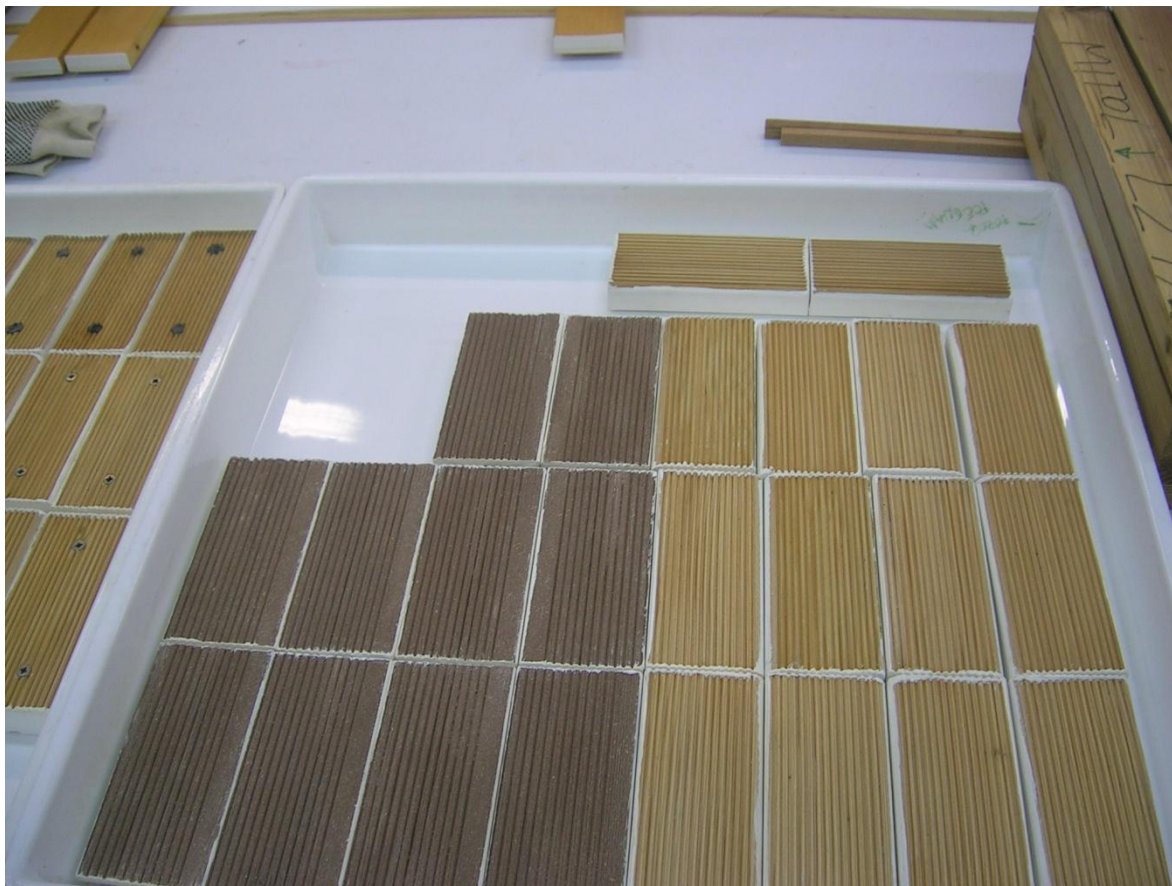
### 3.2.1 Testiranje z metodo SIST EN 927-5

Pripravljene vzorce smo pred testiranjem stehtali in jih ustrezno označili. Povprečna vlažnost vzorcev je znašala 15 %. V plastične posode smo nalili destilirano vodo in vanjo naložili vzorce z nepremazano stranjo navzdol. V posode smo nalili toliko destilirane vode, da se vzorčki niso dotikali dna posode. Pri namakanju vzorcev v vodo smo pazili, da zadnja stran vzorcev ni bila mokra. Vzorce smo pustili v vodi 72 ur (Slika 13).

Po namakanju smo vzorce obrisali in jih takoj stehtali. Na ta način smo ugotavljali, kolikšen je bil navzem vode. Vzorce smo nato naložili nazaj v posode, ki smo jih pred tem spraznili ter posušili, z nepremazano stranjo navzgor (Slika 14) ter jih po 72 urah še enkrat stehtali. Rezultate smo nato analizirali.



Slika 13: Namakanje vzorcev v destilirani vodi po metodi SIST EN 927-5  
Vzorce lesnega kompozita smo pritrdili na desko, da se niso potopili.



Slika 14: Vzorci lesnega kompozita in macesna med 72-urnim sušenjem (desorpcija)

### 3.2.2 Testiranje z metodo umetnega pospešenega staranja

Naprava za umetno pospešeno staranje je sestavljena iz dveh delov. V prvem delu so šobe, ki polivajo les z vodo, v drugem delu pa so UV in IR žarnice, ki simulirajo sončno svetlobo. Deluje tako, da vzorec najprej poliva z destilirano vodo (cca 20 min), nato transportni sistem premakne vzorec na drug del naprave, kjer se segreva in suši z IR in UV žarnicami. Ta cikel se ponovi 100-krat na teden, konec tedna pa je naprava ugasnjena (Slike 15-17).

Vzorec, ki je predstavljal približek realnemu objektu - terasi (Slika 12), smo najprej pričvrstili v napravo za umetno staranje. Pričvrstili smo ga tako, da so bile deske na eni strani rahlo dvignjene, kakor je to ponavadi v praksi. S tem smo omogočili odtekanje vode. V napravo smo nato nalili destilirano vodo. Pred začetkom smo izvedli meritve širine desk.

Nato smo napravo zagnali. Vzorec smo testirali pet tednov in tako cikel ponovili petstokrat. To obdobje naj bi simuliralo staranje, do katerega bi v naravi prišlo v enem letu.

Vsak petek smo napravo izklopili in izvedli meritve. Vsak ponedeljek, preden smo napravo zagnali, smo meritve ponovili.



Slika 15: Naprava za umetno pospešeno staranje

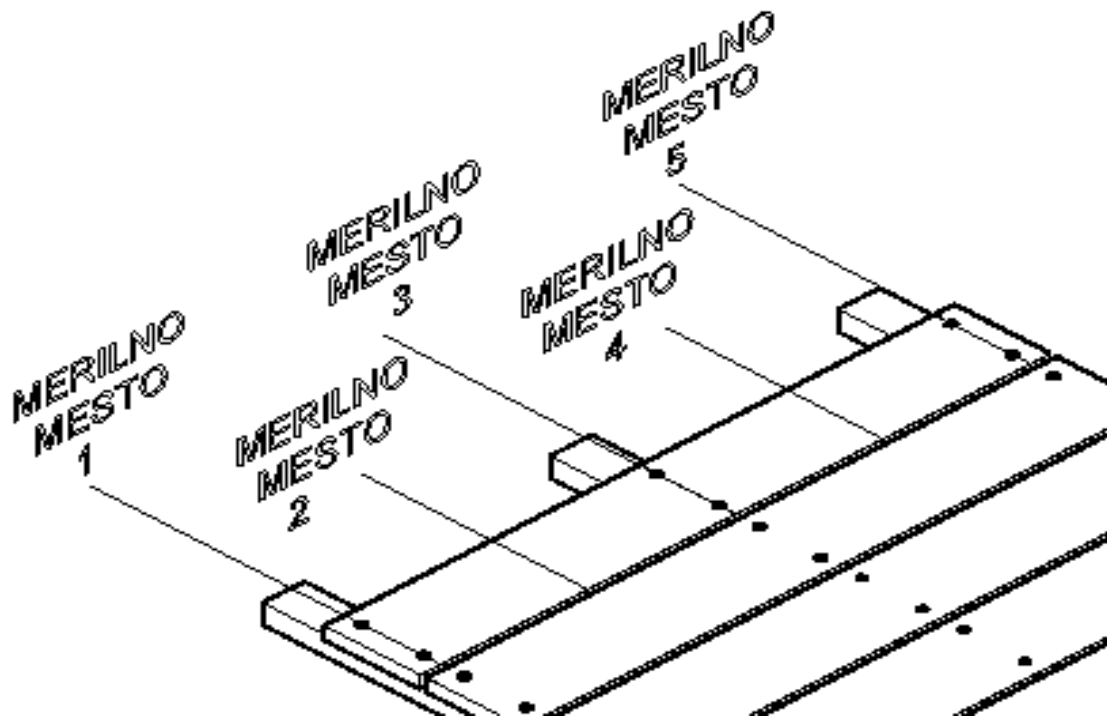


Slika 16: Vzorec »terase« med polivanjem z destilirano vodo v napravi za umetno pospešeno staranje



Slika 17: Vzorec »terase« med obsevanjem z UV svetlobo v napravi za umetno pospešeno staranje

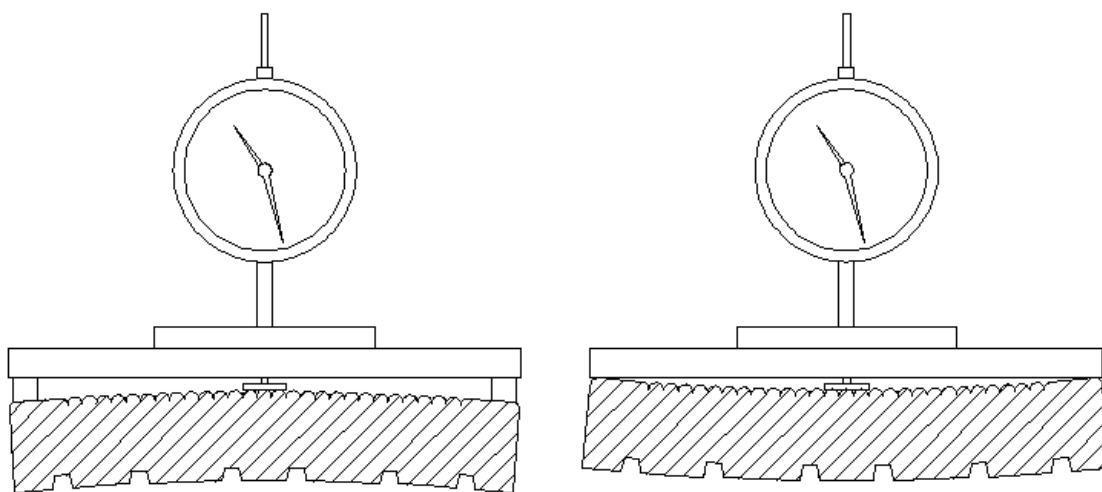
Med postopkom umetnega pospešenega staranja smo merili širino desk in koritavost desk po prerezu. Upognjenost (koritavost) predstavlja razlika med najvišjim in najnižjim delom deske v prečnem prerezu (Slika 20). Meritve smo izvajali na petih merilnih mestih na vsaki deski, in sicer na vseh treh mestih pritrditve deske ter dvakrat vmes (Slika 18). Spremljali smo tudi vizualne spremembe vzorca med postopkom umetnega pospešenega staranja. Širino desk smo merili s kljunastim merilom, koritavost pa z merilno urico (Slika 19), ki smo ji za ta namen izdelali posebno stojalo, da smo lahko izvajali meritev na naših vzorcih. Deske so bile vbočeno ali izbočeno koritaste, kar je odvisno od količine vpite vode in dimenzijske stabilnosti lesa. Kadar je bila deska vbočeno koritasta, smo morali pod ploščo merilne urice podložiti distančnike, da smo lahko izmerili razdaljo med najvišjim in najnižjim delom deske v prerezu (Slika 20).



Slika 18: Prikaz merilnih mest za merjenje širine in upognjenosti desk pri postopku umetnega pospešenega staranja



Slika 19: Merjenje koritavosti desk z merilno urico med postopkom umetnega pospešenega staranja



Slika 20: Prikaz merjenja koritavosti deske

Koritavost deske je predstavljala razliko med najvišjim in najnižjim delom deske po prečnem prerezu. Na levem delu slike je prikazana meritev izbočeno koritaste deske. Vrednost meritve je bila v takem primeru negativna. V desnem delu slike je prikazana meritev vbočeno koritaste deske. Vrednost meritve je bila v takem primeru pozitivna.

### 3.2.2.1 Merjenje barve

S pojmom barva opisujemo eno od fizikalno-kemičnih lastnosti opazovanega predmeta, snovi ali svetlobe in pomeni splošen opis za s človeškim očesom in možgani čutno zaznavo od telesa ali snovi odbite, prepuščene ali sevane vidne svetlobe. Je lastnost, ki je posledica fizikalnih in kemijskih lastnosti opazovanega objekta in človeškega fiziološkega ter psihološkega prepoznavanja (Kričej, 2006).

Najpogosteje uporabljen sistem za vrednotenje barve je  $CIEL^*a^*b^*$  oziroma CIE 1976  $L^*a^*b^*$ , ki je bil zasnovan leta 1976 in predstavlja barvo kot vektorsko veličino v kombiniranem sistemu, ki je kombinacija kartezijskega in cilindričnega koordinatnega sistema. Če hočemo ugotoviti barvno spremembo  $\Delta E$ , moramo izmeriti barvne vrednosti  $L^*, a^*, b^*$  pred testiranjem in po njem.

Barvna sprememba:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)} \quad \dots 1$$

Preglednica 2: V praksi uveljavljena lestvica barvnih razlik (Kričej, 2006) po: Černič, Letnar in Vodopivec, 2003

|                        |                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------|
| $\Delta E < 0,2$       | Barvne razlike ne vidimo.                             |
| $\Delta E = 0,2 - 1,0$ | Barvno razliko komaj opazimo, ker je zelo majhna.     |
| $\Delta E = 1,0 - 3,0$ | Barvno razliko vidimo; je majhna, vendar še dopustna. |
| $\Delta E = 3,0 - 6,0$ | Barvno razliko dobro vidimo.                          |
| $\Delta E > 6,0$       | Barvna razlika je velika.                             |

Podjetje IKEA, svetovno znani proizvajalec pohištva, pa v svojih tehničnih zahtevah do dobaviteljev navaja kot še dopustno barvno razliko pri pigmentiranih površinskih sistemih vrednost  $\Delta E^* = 0,5$  (Kričej, 2006).

Pri postopku umetnega pospešenega staranja smo barvo merili na deskah iz lesa bangkirai pred testiranjem. Izvedli smo 30 meritev. Po testiranju smo prav tako izvedli 30 meritev in primerjali rezultate.

Pri vzorcu lesnega kompozita smo izvedli 15 meritev pred testiranjem in 15 meritev po njem. Meritve smo izvajali s spektrofotometrom SP62 proizvajalca X-Rite GmbH - OPTRONIK™.

## 4 REZULTATI

### 4.1 VPLIV NAČINA PRITRDNITVE NA VPIJANJE VODE V LES PO SIST EN 927-5

Od načina pritrditve deske je odvisno, koliko vode bo les vpil na mestu pritrditve.

Večja količina vode pomeni tudi večjo dovzetnost lesa za razvoj gliv in insektov. Določali smo mase naslednjih tipov vzorcev: lesni kompozit, macesen in bangkirai.

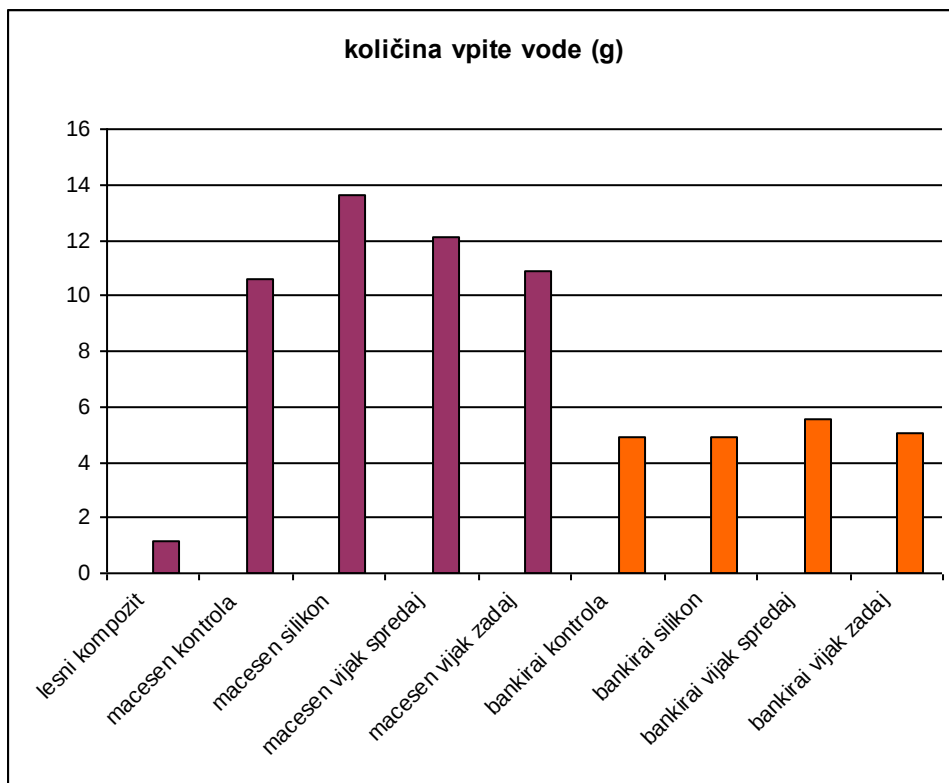
Glede na maso vzorcev pred absorpcijo, po absorpciji in po desorpciji smo ugotavljali prednosti in slabosti posameznih načinov pritrjevanja. Ugotavljali smo, koliko vode sprejmejo določeni vzorci in kako hitro se potem sušijo. Iz Preglednice 3 in Slike 21 je razvidno, za koliko se je povečala masa vzorčkov med 72-urnim namakanjem. Podatki so povprečne vrednosti meritev, izvedenih na desetih preskušancih.

Če primerjamo materiale med seboj, lahko ugotovimo, da daleč najmanj vode vpije lesni kompozit. Sledi mu bangkirai, šele nato pa sibirski macesen. Zanimiv je tudi podatek, da so največ vode vpili vzorčki macesna, pri katerih so bili vijaki zaščiteni s silikonom. Pri desorpciji (Preglednica 3) spet izstopajo vzorčki macesna, pri katerih so bili vijaki zaščiteni s silikonom, pri katerih je pri sušenju iz lesa izparelo 78,52 % vode, sprejete med absorpcijo. Pri ostalih načinih pritrditve se je ta rezultat gibal krepko čez 80 %.

Vlažnost vzorcev pred začetkom testiranja je bila v povprečju 15-odstotna.

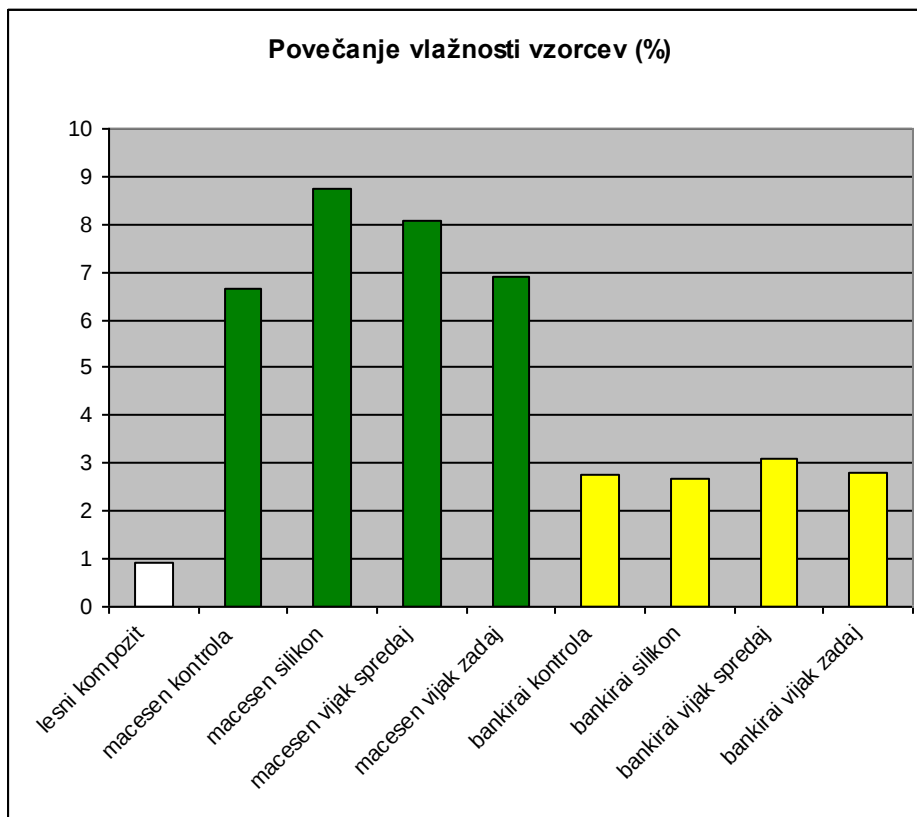
Preglednica 3: Podatki o masi absorbirane in desorbirane vode pri testu SIST EN 927-5

| Vzorčna skupina                   | Masa vpite vode (g) | Povprečni delež vpite vode v % glede na začetno maso vzorca | Delež izparele vode po 72 urah (%) |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| lesni kompozit                    | 1,12                | 0,79                                                        | 85,95                              |
| macesen kontrolni vzorec          | 10,58               | 5,76                                                        | 86,96                              |
| macesen vijak zgoraj              | 12,05               | 6,92                                                        | 82,94                              |
| macesen vijak zgoraj in silikon   | 13,62               | 7,60                                                        | 78,52                              |
| macesen vijak spodaj              | 10,90               | 5,95                                                        | 84,52                              |
| bangkirai kontrola                | 4,89                | 2,39                                                        | 86,33                              |
| bangkirai vijak zgoraj            | 5,57                | 2,68                                                        | 83,66                              |
| bangkirai vijak zgoraj in silikon | 4,87                | 2,33                                                        | 87,88                              |
| bangkirai vijak spodaj            | 5,07                | 2,45                                                        | 85,67                              |



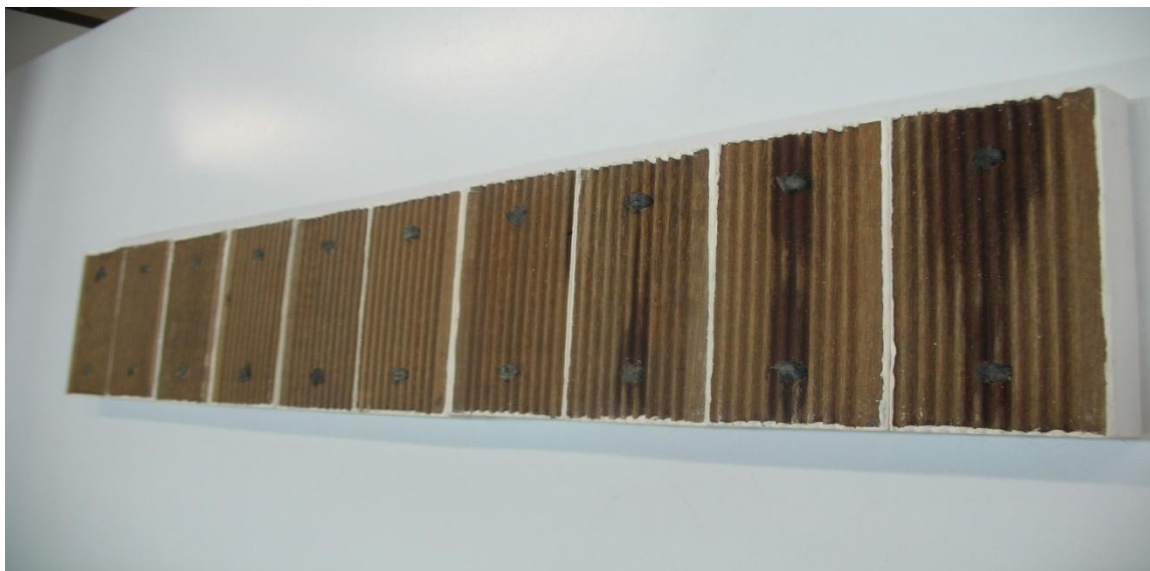
Slika 21: Grafična ponazoritev količine vpite vode med procesom absorpcije

Vlažnost se je pri absorpciji najmanj spremenila pri lesnem kompozitu, največ pa pri vzorčkih macesna, ki je imel vijake zaščitene s silikonom, in sicer za 8,75 %. Vzorec macesen silikon se je izkazal celo slabše od vzorčkov macesna z vijaki s sprednje strani. Zanimivo je, da so vzorčki s silikonom pri lesu bangkirai vpili manj vode kot vzorci, vijakaeni z zgornje strani, pri vzorčkih sibirskega macesna pa je bilo ravno obratno (Slika 22).



Slika 22: V odstotkih izražen prikaz spremembe vlažnosti vzorcev med postopkom absorpcije. Vlažnost vzorcev pred začetkom testiranja je v povprečju znašala 15 %

Po končani absorpciji smo vzorce sušili in opazili, da so se najdlje sušili na mestih pritrditve. To se je dogajalo pri vijačenju z zgornje strani in pri nekaterih vzorcih, katerih vijaki so bili zaščiteni s silikonom (Slika 23, Slika 24).



Slika 23: Vzorci bangkirai, katerih vijaki so bili zaščiteni s silikonom; na desni strani trije vzorci, ki so sprejeli več vode okoli vijaka zaradi slabega tesnjenja silikona, ostali pa so se na površini že posušili



Slika 24: Vzorci bangkirai v prvih minutah sušenja

Levo je vzorec, katerega vijaki so bili zaščiteni s silikonom, na sredini je vzorec, privijačen z zgornje strani z vidnimi madeži vode v lesu okoli vijakov, na desni pa vzorec, privijačen s spodnje strani.

## 4.2 UMETNO POSPEŠENO STARANJE

S postopkom umetnega pospešenega staranja smo želeli ugotoviti povezavo med posameznim načinom vpetja in obnašanjem pritrjenih elementov lesenega poda med izpostavitvijo vremenskim pogojem.

### 4.2.1 Merjenje širine in koritavosti vzorcev

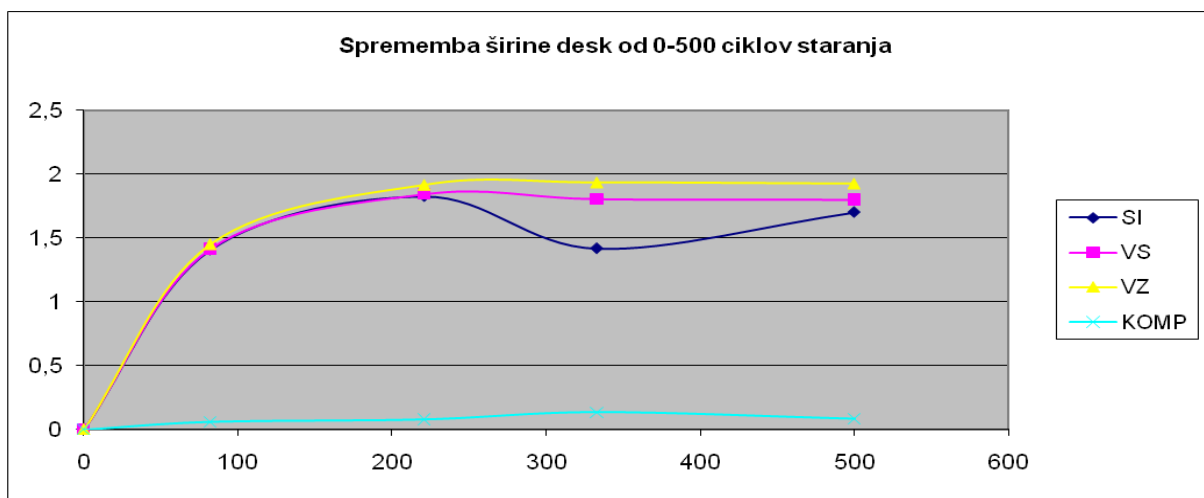
Med testiranjem vzorcev v napravi za umetno pospešeno staranje smo s kljunastim merilom merili širine desk in jih primerjali z izmerjenimi širinami pred izpostavitvijo. Širina desk se je med testiranjem v povprečju povečevala. Deske iz lesa bangkirai so povečale svojo širino v povprečju za 2,12 mm, kar predstavlja 1,51 %. Širina deske lesnega kompozita »fibradeck« pa se je v povprečju povečala za 0,13 mm.



Slika 25: Razlika med testiranim vzorcem (spredaj) in vzorcem, ki ni bil podvržen umetnemu pospešenemu staranju

Meritve širine smo izvajali na petih mestih na vsakem vzorcu. Tri mesta meritve so bila na mestih pritrditve vzorca, dve mesti meritve pa sta bili med mesti pritrditve. Vzorcem se je širina najbolj povečala na mestih pritrditve (Slika 18).

Iz rezultatov meritev širine desk smo po analizi podatkov prišli do ugotovitve, da se je širina sprva povečevala hitro, potem pa čedalje počasneje. Iz grafa (Slika 23) je tudi razvidno, da se je pri deskah, kjer so bile pritrditve zaščitene s silikonom, širina pri 350 ciklih celo zmanjšala. To lahko pripišemo razmeroma majhni količini vzorcev, ne moremo pa kot razlog za to navesti načina pritrjevanja.

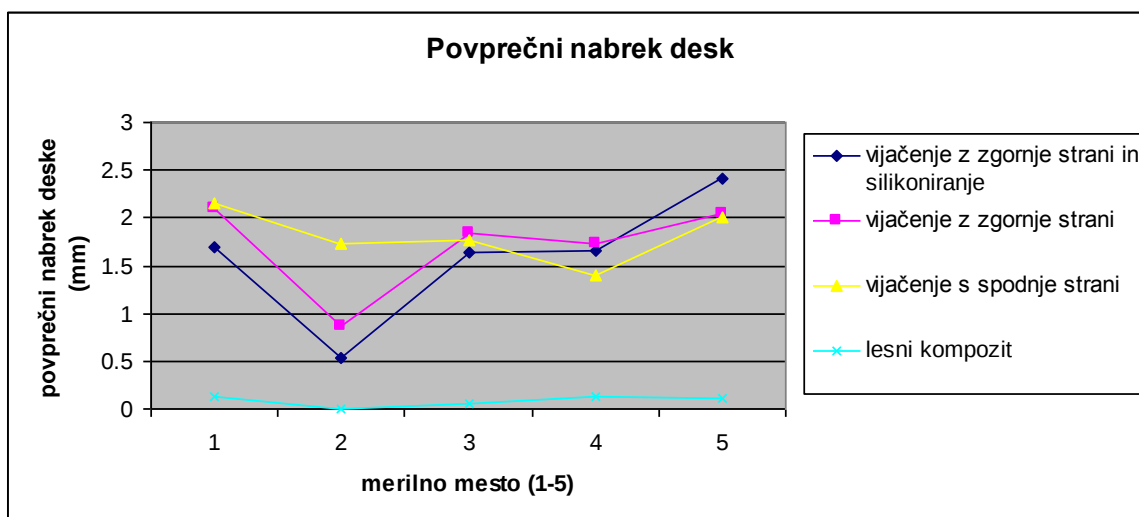


Slika 26: Spreminjanje širine desk v milimetrih po 0 do 500 ciklov izpostavitve UPS. Oznaka SI predstavlja pritrjevanje z vijaki z zgornje strani, ki so bili zaščiteni s silikonom. VS predstavlja deske, pritrjene z zgornje strani. VZ pomeni pritrjevanje s spodnje strani. Oznaka KOMP pa je za lesni kompozit »fibradeck«.

Nabreklost desk se je spreminjala glede na merilno mesto na deski (Slika 27). Na prvem merilnem mestu sta najbolj nabrekli deski, ki sta bili vijačeni z zadnje strain, in sicer za 2,14 mm. Na drugem merilnem mestu so deske v povprečju nabrekli najmanj. Tretje merilno mesto je bilo na mestu pritrditve, kjer so deske iz lesa bangkirai v povprečju nabrekli za 1,74 mm. Na četrtem merilnem mestu so deske iz lesa bangkirai nabrekli za 1,6 mm. Na petem merilnem mestu pa je nabrek pri teh deskah znašal 2,15 mm. Največjo

nabreklost desk (2,41 mm) je bilo zaslediti pri deski, ki je bila vijačena z zgornje strani in zaščitena s silikonom, in sicer na petem merilnem mestu.

Daleč najmanj je povečeval svojo širino lesni kompozit, in sicer v povprečju za 0,08 mm. Sledila sta mu vzorca, ki sta bila vijačena z zgornje strani in silikonirana, in sicer z 1,59 mm. Vzorca, ki sta bila privijačena z zgornje strani, sta nabrekli v povprečju za 1,71 mm. Največ sta nabrekli vzorca, ki sta bila privijačena s spodnje strani, in sicer za 1,81 mm.

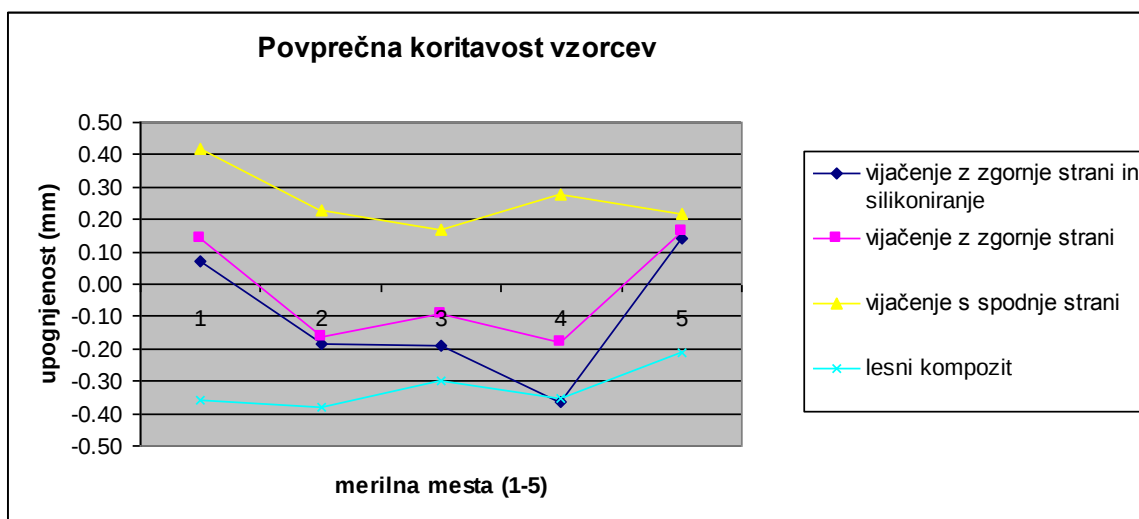


Slika 27: Povprečni nabrek desk na merilnih mestih 1do 5

Koritavost vzorcev je bila na vseh merilnih mestih največja pri vzorcih, ki so bili vijačeni s spodnje strani. Največjo izbočeno koritavost pa smo izmerili pri lesnem kompozitu. Vzorci, ki smo jih privijačili z zgornje strani, in vzorci, ki smo jih privijačili z zgornje strani in silikonirali, so na prvem in zadnjem merilnem mestu kazali vbočeno koritavost, na merilnih mestih 2, 3 in 4 pa so bili vzorci izbočeno koritasti (Preglednica 4 in Slika 28).

Preglednica 4: Povprečna koritavost vzorcev v (mm) po izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju

|                                             | Mer. mesto1 | Mer. mesto2 | Mer. mesto3 | Mer. mesto4 | Mer. mesto5 |
|---------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| vijačenje z zgornje strani in silikoniranje | 0,07        | -0,18       | -0,19       | -0,37       | 0,14        |
| vijačenje z zgornje strani                  | 0,14        | -0,16       | -0,09       | -0,18       | 0,16        |
| vijačenje s spodnje strani                  | 0,42        | 0,23        | 0,17        | 0,28        | 0,22        |
| lesni kompozit                              | -0,36       | -0,38       | -0,30       | -0,35       | -0,21       |



Slika 28: Povprečna koritavost vzorcev na merilnih mestih 1 do 5

#### 4.2.2 Vizualne spremembe

Med postopkom umetnega pospešenega staranja so se v lesu pojavile tudi razpoke s čela lesa (Slika 29). Čelne razpoke nastanejo na čelu in praviloma potekajo v radialni smeri. So posledica hitrejšega kapilarnega in difuzijskega toka v longitudinalni smeri (Gorišek, 1994).

Poleg tega so bile deske ukrivljene, kar smo tudi merili, spremenila pa se je tudi barva preizkušancev. Vse te vizualne spremembe so bile opazne na vseh vzorčnih kosih, ni pa bilo opaziti razlik, ki bi bile posledica posameznih načinov pritrdjevanja.



Slika 29: Čelne razpoke v lesu bangkaira po izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju

#### 4.2.3 Rezultati merjenja barve

Med postopkom umetnega staranja se je vzorčnim deskam vidno spremenila barva. Spremembo barve pripisujemo delovanju UV svetlobe in sočasnemu vplivu polivanja z vodo v napravi za umetno staranje. Barvne spremembe smo merili pri vseh vzorcih, ne glede na način pritrdjevanja. Meritve smo izvajali s spektrofotometrom SP62 proizvajalca X-Rite GmbH - OPTRONIK™. Barvne razlike so bile vidne tudi s prostim očesom (Slika 30).

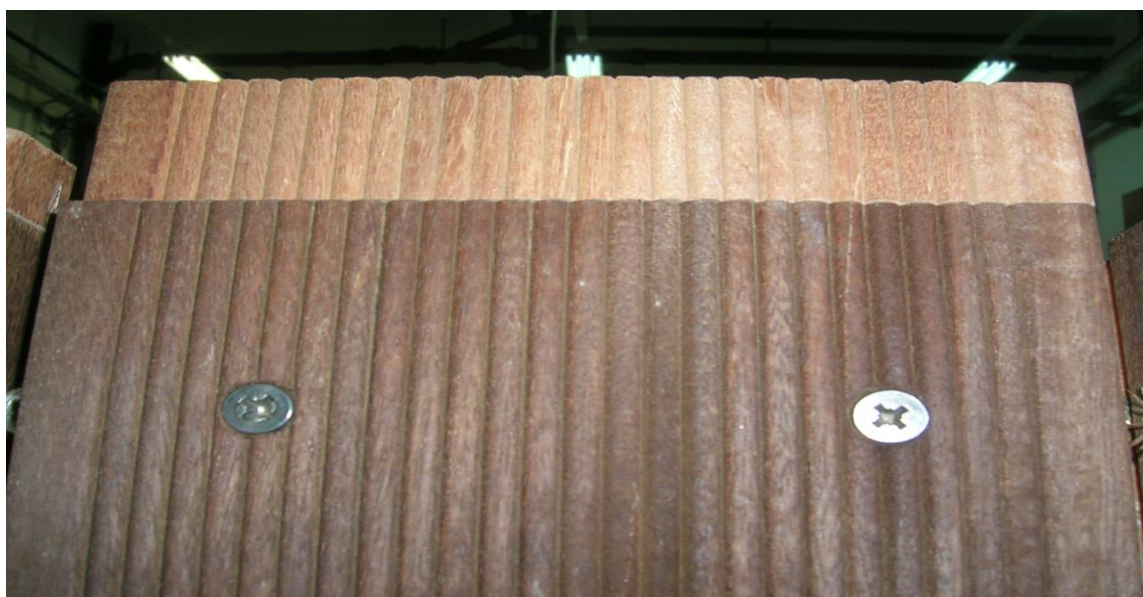
Preglednica 5: Barva vzorcev lesa bangkirai

| BANGKIRAI pred testiranjem (30 meritev) |       |       |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                         | $L$   | $a^*$ | $b^*$ |
| povprečna vrednost                      | 47,39 | 13,20 | 23,33 |
| minimalna vrednost                      | 45,57 | 12,64 | 22,81 |
| maksimalna vrednost                     | 48,38 | 13,85 | 24,04 |

| BANGKIRAI po testiranju (30 meritev) |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                      | $L$   | $a^*$ | $b^*$ |
| povprečna vrednost                   | 27,47 | 8,18  | 11,95 |
| minimalna vrednost                   | 24,80 | 7,42  | 10,33 |
| maksimalna vrednost                  | 32,31 | 9,11  | 14,87 |

|                                | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E^*$ |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| sprememba povprečnih vrednosti | 19,92        | 5,02         | 11,38        | 23,48        |

Pri vzorčkih iz lesa bangkirai je znašala povprečna velikost barvne spremembe zaradi izpostavitve UPS  $\Delta E^* = 23,48$ .



Slika 30: Barvna razlika med koščkom, ki smo ga skladiščili (zgoraj), in testiranim vzorcem iz lesa bangkirai (spodaj)

Preglednica 6: Barva vzorcev lesnega kompozita »fibradeck«

| Fibradeck pred testiranjem (15 meritev) |       |       |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                         | $L$   | $a^*$ | $b^*$ |
| povprečna vrednost                      | 44,48 | 6,67  | 10,45 |
| minimalna vrednost                      | 43,23 | 6,45  | 10,28 |
| maksimalna vrednost                     | 45,09 | 6,95  | 10,64 |

| Fibradeck po testiranju (15 meritev) |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                      | $L$   | $a^*$ | $b^*$ |
| povprečna vrednost                   | 35,54 | 7,22  | 11,81 |
| minimalna vrednost                   | 33,98 | 6,74  | 11,23 |
| maksimalna vrednost                  | 37,83 | 7,94  | 12,47 |

|                                | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E^*$ |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| sprememba povprečnih vrednosti | 8,94         | -0,55        | -1,36        | 9,06         |

Pri vzorcu »fibradeck« je bila velikost povprečne barvne spremembe zaradi izpostavitve UPS,  $\Delta E^* = 9,06$ . Barvna razlika je velika (Slika 31), a vendar precej manjša kakor pri lesu bangkirai. Vsekakor pa je še vidna s prostim očesom.



Slika 31: Barvna razlika med koščkom, ki smo ga skladiščili (zgoraj), in testiranim vzorcem lesnega kompozita (spodaj)

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Leseni zunanji podi so v zadnjih letih postali zelo razširjen produkt. Zaradi njihove estetike, topline lesa in uporabnosti se iz dneva v dan več ljudi odloča zanje.

Z raziskovanjem vpliva načina pritrdjevanja na trajanje lesenih podov med uporabo na prostem smo do najbolj oprijemljivih indicov prišli po metodi SIST EN 927-5. Kot najbolj primerno se je izkazalo pritrdjevanje s spodnje strani, ki pa ni vedno izvedljivo v praksi. Vzorci s tem načinom pritrditve so pri testiranju vpili najmanj vode (Slika 21). Vijačenje s spodnje strani se uporablja, kadar pod izdelamo iz vnaprej izdelanih panelov. Panele lahko samo položimo na tla, lahko pa jih tudi pritrdimo z vijaki na podlago. Slabost tega sistema so bolj opazni spoji med posameznimi paneli, kar je za nekatere stranke moteče. Ta sistem terase največkrat ni primeren takrat, kadar imamo namesto betonske podlage že izdelano konstrukcijsko železno ali leseno podlago z ozkimi nosilnimi konstrukcijskimi elementi. Poleg tega se pozneje med posameznimi paneli rade pojavljajo višinske razlike, posebej če paneli niso pritrdjeni na podlago.

Pri vzorcih macesna, ki so bili pritrdjeni z vijaki in zatesnjeni s silikonom, smo opazili, da so vpili več vode kot vzorci, ki so bili samo vijačeni in nezaščiteni. Ta način pritrdjevanja je izveden tako, da izvrtino za vijak poglobimo, da se glava vijaka potopi v les, zgoraj pa ostane prostor za silikon. S tem povečamo delež čelnega lesa, ki ob slabemu tesnjenju silikona povečano vpija vodo v les. Poleg tega pa silikon pozneje onemogoča dobro izhajanje vode iz lesa.

Pri lesu bangkirai so bili rezultati vzorcev s silikonom primerljivi z rezultati kontrolnih preskušancev. Čeprav so nekateri vzorci slabo tesnili in vpili precej vode (Slika 23), je očitno, da se je silikon v tem primeru bolje oprijel na les, kot pri preskušancih iz macesnovega lesa, in s tem dobro zatesnil mesto vijaka. Pri nekaj vzorcih pa tesnenje vseeno ni bilo dobro (Slika 23). Kljub temu lahko sklepamo, da se silikon bolje oprime na les bangkiraia kot na les macesna. To si lahko razlagamo z različnim deležem akcesornih snovi v lesu, prosto površinsko energijo lesa ter z dimenzijsko stabilnostjo posamezne drevesne vrste.

Testiranje po metodi SIST EN 927-5 je potekalo z 72-urnim namakanjem v vodi. Leseni podi pa so vremenu izpostavljeni skozi vso življenjsko dobo in predvidevamo lahko, da bi silikon tudi pri podih iz bangkiraia popustil zaradi delovanja lesa ter sprememb njegove

proste površinske energije in bi voda prodrla globoko v les, kar bi posledično vplivalo na življenjsko dobo poda.

V splošnem se je pri tem testu izkazalo, da je vijachenje z zadnje strani najbolj primeren način pritrdjevanja. Vijachenje in silikoniranje se ni izkazalo za primeren način pritrdjevanja.

Pri vzorcu lesnega kompozita smo ugotovili zelo nizke vrednosti vpote vode. Vzorec lesa z najnižjo količino vpote vode (bangkirai kontrola) je po metodi SIST EN 927-5 še vedno vpil štirikrat več vode kot kompozit.

Za testiranje z metodo umetnega pospešenega staranja smo izdelali vzorec terase iz lesa bangkirai. Pri izdelavi podov se uporablja les, ki ima tudi napake. Posebej pri bangkirai lahko že deska z letnicami, ki ne potekajo povsem ravno, predstavlja težavo na podu. Slab les lahko povzroča neravnine na podu, neenakomerne špranje ... Posebno problematiko predstavljajo tudi grče v lesu. Zato je zelo pomembno, kakšne kakovosti je uporabljen les. Pri izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju smo uporabili les prve kakovosti. Kljub temu so se posamezne deske obnašale zelo različno. Pri merjenju širine desk se je pokazala večja sprememba širine na merilnih mestih ob pritrditvah deske v podkonstrukcijo ter na obeh koncih deske. To si razlagamo z večjim vpijanjem vode na mestih vpetja deske ter vpliv čela lesa na obeh koncih deske.

Pri merjenju koritavosti desk smo ugotovili, da so se nekatere deske vbočile, druge pa izbočile. Pri deskah, ki so bile vijachene z zgornje strani, in pri deskah, ki so bile vijachene z zgornje strani in silikonirane, pa so se iste deske na nekaterih mestih vbočile, na drugih pa izbočile (Slika 28). Ugotovili smo tudi, da morata biti vijaka na mestu pritrditve deske čim bolj narazen, da tako zmanjšamo vbočeno koritavost deske. Večja razdalja med vijaki nam ne koristi, kadar je koritavost izbočena. Zaradi manjšega učinka delovanja lesa bi bilo smiselno uporabljati čim ožje deske.

Po podrobni analizi podatkov nabrekanja in koritavosti desk smo prišli do zaključka, da s postopkom umetnega pospešenega staranja ne moremo dokazati povezave med posameznim načinom vpetja in obnašanjem vzorca. Metoda bi bila najbrž primerna, če bi imeli večjo količino vzorcev. Ali pa bi vzorce morali testirati dlje časa. Kljub temu da so bili vzorci izdelani iz iste deske, so se pojavile prevelike razlike v širini desk in upognjenosti, iz katerih nismo uspeli ugotoviti prednosti posameznega sistema pritrdjevanja. Metoda umetnega pospešenega staranja z vzorcem, kakršen je bil v našem primeru, torej ni najbolj primerna za testiranje in ugotavljanje lastnosti posameznih sistemov pritrdjevanja.

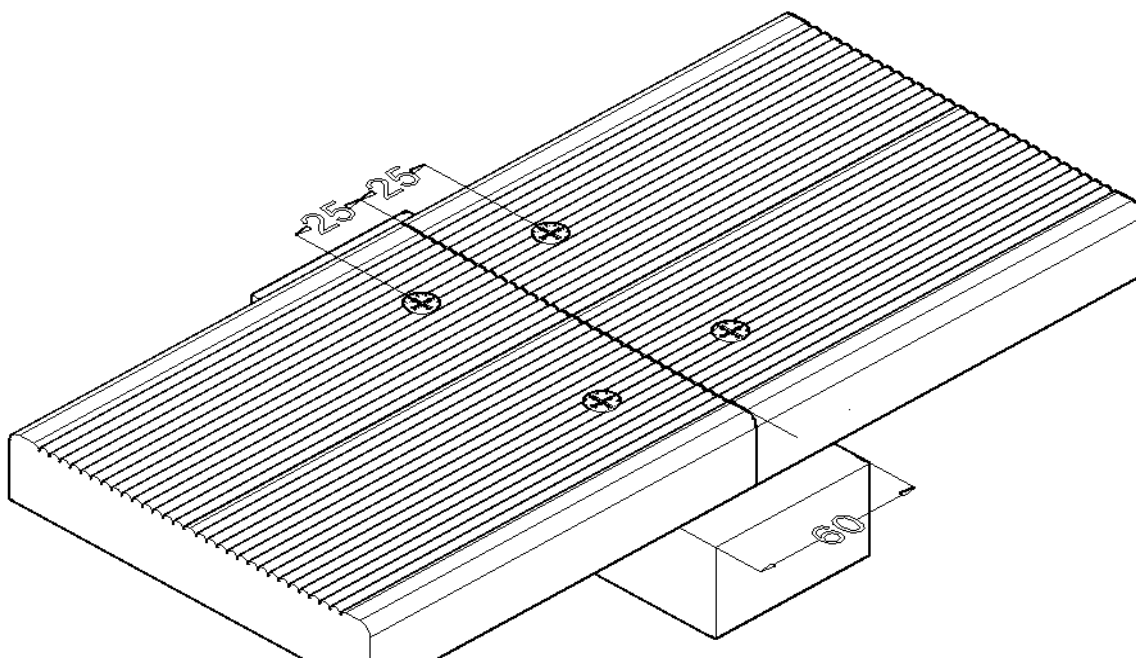
Po obeh metodah smo testirali tudi vzorce lesnega kompozita »fibradeck«. V splošnem smo ugotovili, da ima zelo majhno vpojnost vode v primerjavi z vpojnostjo lesa bangkirai in sibirskega macesna (Slika 21). Pri izpostavitvi umetnemu pospešenemu staranju smo pri merjenju koritavosti ugotovili, da kompozit sicer počasi navzema vodo, a jo tudi počasneje oddaja, zato se je deska izbočila (Preglednica 4). Nabrekanje kompozita je bilo v povprečju kar dvajsetkrat manjše od nabrekanja desk bangkiraia (Slika 27). Lesni kompozit je med postopkom umetnega staranja rahlo spremenil barvo, na kar pa je opozoril že proizvajalec. Sprememba barve je bila precej manjša kot pri vzorcih bangkiraia.

Med izdelavo podov se pojavlja veliko detajlov, ki pozneje predstavljajo kritična mesta poda. Z ugotavljanjem slabosti teh mest in odpravljanjem napak bi lahko zmanjšali število mest, kjer se dolgo zadržuje vlaga. S testiranjem z metodo umetnega pospešenega staranja smo opazili čelne razpoke v lesu bangkiraia (Slika 29). Razpoke so bile majhne, a bi se najbrž s časom izpostavitve povečale. Ker so mesta pritrditve blizu čela lesa, bi v primeru večjih razpok deska popustila. Mesta pritrditve bi morala biti zato čim dlje od čela lesa.

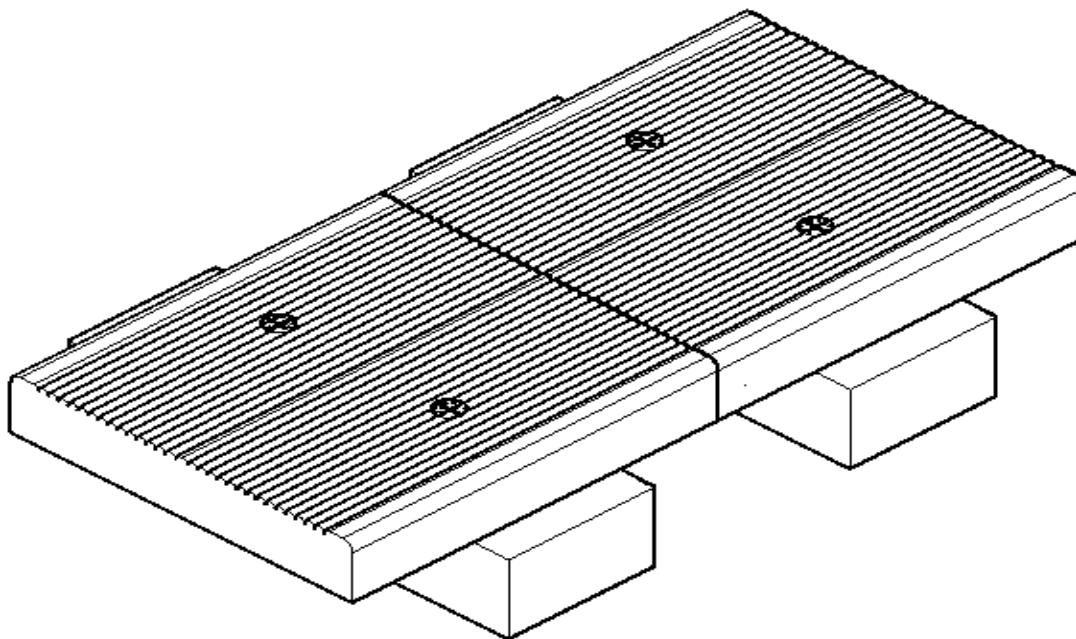
Kritično močitveno mesto je pri podih tam, kjer sta dve deski poda dolžinsko spojeni na eni deski podkonstrukcije (Slika 32). Na takih mestih se nabira umazanija in zadržuje voda. Pri tem detajlu so mesta pritrditve deske v podkonstrukcijo oddaljena le 25 mm od čela lesa. Bolje bi bilo, če bi bila ta razdalja večja, vendar smo omejeni s širino podkonstrukcije, ki znaša največkrat 6 cm.

V takem primeru bi bilo smiselno, da bi bil na vsaki strani spoja en kos podkonstrukcije. S tem bi lahko poljubno povečali razdaljo izvrtin za vijake od čela lesa, prav tako pa bi odpravili šibko mesto, kjer se zadržuje voda, ki ga predstavljata dve deski, spojeni na eni podkonstrukciji (Slika 33) (Schober in sod., 2006).

Sistema pritrdjevanja Quatro 65, ki smo ga predstavili v poglavju Pregled objav, na tržišču v času, ko smo izvajali raziskavo, še ni bilo. Z nadaljnjimi raziskavami bi bilo smiselno preveriti tudi vpliv tega načina pritrdjevanja na življenjsko dobo poda. Predvidevamo namreč, da bi se zaradi pritrdjevanja okovja na spodnji strani deske sistem izkazal kot zelo dober in vedno uporaben način pritrdjevanja.



Slika 32: Prikaz maksimalnega razmaka med vijaki, ki je omejen zaradi širine podkonstrukcije



Slika 33: Dolžinsko spojeni deski na dveh podkonstrukcijah

## 5.2 SKLEPI

Z rezultati praktičnega dela diplomske naloge in po preučevanju literature na področju lesenih podov smo prišli do naslednjih sklepov.

- Vijaki oziroma izvrtine v deski zunanjega poda so šibko mesto, na katerem lahko voda prodre globoko v les, s tem pa se vzpostavijo pogoji za razkrajanje lesa.
- Mesta pritrditve bi morala biti čim dlje od čela lesa.
- Najmanj se les navlaži, kadar uporabljamo vijačenje s spodnje strani, vendar v praksi ta način ni vedno izvedljiv zaradi neravne podlage ali zaradi zahtev strank.
- Vijačenje z zgornje strani in zaščita s silikonom je neprimeren način pritrjevanja lesenih zunanjih podov. Je časovno potraten za izdelavo in omogoča vpijanje vode globoko v les.
- Vedno izvedljiv v praksi in najbolj primeren način pritrjevanja je neposredno vijačenje. S tem načinom dosežemo optimalno razmerje med vloženim časom za izdelavo poda, solidno trajnostjo in kakovostjo poda.
- Lesni kompozit ima zelo dobro dimenzijsko obstojnost. Rahlo spreminja barvo pod vplivom UV svetlobe in ima v primerjavi z lesom bangkirai ali sibirskega macesna dobro vodoodpornost.

## 6 POVZETEK

Lesene zunanje pode se uporablja kot pohodne pode za terase in balkone. Navdušujejo nas s svojim prijetnim videzom in toplino lesa. Z načrtovanjem in pravilnim konstruiranjem skušamo doseči čim boljšo trajnost podov. Slednjo lahko dosežemo z zmanjšanjem števila mest, kjer bi se lahko zadrževala voda, ki omogoča pogoje za okužbe z glivami in napade insektov.

Iz literature smo ugotovili, da lahko z nagnjenostjo podlage poda poskrbimo, da voda hitreje odteče. S podlaganjem podkonstrukcije pa omogočimo neovirano odtekanje vode po podlagi. Konstrukcijska izvedba poda mora biti taka, da omogoča dobro prezračevanje. Največ vode tako ostaja na mestih, kjer se pohodne deske stikajo s podkonstrukcijo, in na mestih, kjer so deske pritrjene v podkonstrukcijo. Pritrjevanje desk je omogočeno z vijaki in okovjem. Skušali smo ugotoviti, kateri način pritrjevanja z vijačenjem je najbolj primeren.

S testiranjem z metodo SIST EN 927-5 smo skušali ugotoviti, pri katerem načinu pritrjevanja se v les vpije najmanj vode. Testirali smo les sibirskega macesna, bangkiraia in polimerno-lesni kompozit. Z merjenjem razlike mas vzorcev pri posameznih načinih pritrjevanja pred izpostavitvijo in po njej smo ugotovili, da se pri sistemu vijačenja in silikoniranja z zgornje strani presenetljivo vpije največ vode in je zato neprimeren za zunanje pode. Najmanj vode so vpili vzorci, ki so bili privijačeni z zadnje strani, vendar ta sistem ni vedno izvedljiv v praksi. Razvidno je bilo tudi, da lesni kompozit vpije zelo malo vode v primerjavi z ostalimi vzorci. Za najbolj primerne in vsesplošno uporabne se je izkazal način vijačenja z zgornje strani.

Drugi način testiranja smo izvajali z metodo umetnega pospešenega staranja. Izdelali smo realen vzorec lesene terase iz lesa bangkiraia in lesnega kompozita ter ga izpostavljali vodi ter obsevali z UV in IR svetlobo. Med testiranjem smo izvajali meritve širine in koritavosti posameznih vzorcev. Deske so se med testiranjem zvijale in dimenzijsko spreminjale. Spremenila se je tudi barva vzorcev in pojavile so se razpoke na čelih vzorčnih desk. Z analizo podatkov, ki smo jih pridobili med testiranjem z metodo umetnega pospešenega staranja, nismo mogli ugotoviti prednosti ali pomanjkljivosti posameznih sistemov pritrjevanja.

## 7 VIRI

- BLACK&DECKER. 1990. Mizarjenje: orodje, materiali, izdelki. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 120 str.
- Gorišek Ž. 1994. Sušenje lesa. Ljubljana, Lesarska založba: 235 str.
- Informativno gradivo Jurij Jene s.p.
- Kričej B. 2006. Spreminjanje barve prosojnih površinskih sistemov v interieru. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 80 str.
- *Larix sibirica*, (12. maj. 2006)  
[en.wikipedia.org/wiki/Siberian\\_Larch](http://en.wikipedia.org/wiki/Siberian_Larch), (29. jan. 2010)
- Lastnosti izdelka, (29. jan. 2010)  
[http://www.mca.si/fsi/mca/2008\\_mca/atc-gutta/katalog2009.html](http://www.mca.si/fsi/mca/2008_mca/atc-gutta/katalog2009.html), (29. jan. 2010)
- QUATRO65, Montageanleitung, (29. jan. 2010)  
[http://www.knapp-verbinder.com/quatro65/QUATRO65\\_Abmessungen.php#Details](http://www.knapp-verbinder.com/quatro65/QUATRO65_Abmessungen.php#Details)  
(29. jan. 2010)
- Quatro 65 Produktdetails, (29. jan. 2010)  
<http://www.knapp-verbinder.com/quatro65/index.php>, (29. jan. 2010)
- Schober K. P. 2006. Balkone und Terrassenbeläge aus Holz. Wien, Holzforschung Austria: 152 str.

- SIST EN 927-5:2007 - Barve in laki - Premazi in premazni sistemi za zunanjo zaščito lesa -  
5. del: Ocenjevanje prepustnosti vode
  
- UNIQUE PATENTED TOOL designed specifically for cleaning the gaps in wooden decks,  
(29. jan. 2010)  
[www.clearthedeck.com](http://www.clearthedeck.com), (29. jan. 2010)
  
- Vzdrževanje lesene terase. (29. jan. 2010)  
[www.lesene-terase.si/vzdrzevanje-ciscenje/](http://www.lesene-terase.si/vzdrzevanje-ciscenje/), (29. jan. 2010)
  
- Wagenführ R. 2007. Holzatlas : mit zahlreichen Abbildungen. 6.izdaja. Leipzig,  
Fachbuchverlag: 816 str.
  
- Yellow Balau, (29. jan. 2010)  
[de.wikipedia.org/wiki/Yellow\\_Balau](http://de.wikipedia.org/wiki/Yellow_Balau), (29. jan. 2010)

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Jasni Hrovatin in recenzentu prof. dr. Marku Petriču za pomoč pri izdelavi in oblikovanju diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem strokovnemu sodelavcu Borutu Kričanju za pomoč in svetovanje pri testiranju vzorcev.

Posebej se zahvaljujem svojim staršem in vsem, ki so mi pomagali uspešno zaključiti študij.

JENE J. Navlaževanje elementov zunanjih podov v odvisnosti od njihove konstrukcije.

Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2010

---