

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK
DIPLOMSKI STUDIJ
OBLIKOVANJE PROIZVODA OD DRVA

MATEJA KRASNIĆ

SVJETLOOTPORNOST PROZIRNO BOJENOG
(BAJCANOG) DRVA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

**SVJETLOOTPORNOST PROZIRNO BOJENOG
(BAJCANOG) DRVA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij:	Oblikovanje proizvoda od drva
Predmet:	Površinska obrada proizvoda od drva
Ispitno povjerenstvo:	1. izv. prof. dr. sc. Josip Miklečić 2. prof. dr. sc. Vlatka Jirouš-Rajković 3. izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Živković
Student:	Mateja Krasnić
JMBAG:	0068229658
Datum odobrenja teme:	26. 4. 2024.
Datum predaje rada:	5. 9. 2024.
Datum obrane rada:	25. 9. 2024.


Zagreb, rujan 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov:	Svjetlootpornost prozirno bojenog (bajcanog) drva
Autor:	Mateja Krasnić
Adresa autora:	Ilovnjak 9, 10410 V. Gorica
Mjesto izradbe:	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave:	Diplomski rad
Mentor:	izv. prof. dr. sc. Josip Miklečić
Izradu rada pomogao:	/
Godina objave:	2024.
Opseg:	41 str., 46 slika, 1 tablica i 23 navoda literature
Ključne riječi:	Reaktivno močilo, prirodno močilo, bojilo, pigmenti, furnir, svjetlootpornost, UV
Sažetak:	<p>Furnir se često upotrebljava kako bi se poboljšala estetska svojstva ploča koja se koriste u industriji namještaja i proizvodnji proizvoda od drva. Kao i masiv, furnir je moguće površinski obraditi raznim premazima. U svrhu promjene boje bez prekrivanja teksture drva koriste se različita močila. S obzirom na saznanja da djelovanje sunčeve svjetlosti štetno utječe na površinu drva i na boju premaznih materijala, bez zaštitnog premaza močena površina izložena je degradaciji. U ovo radu istraženo je kakva je svjetlootpornost površine močene različitim močilima nakon ubrzanog UV izlaganja, kakav je utjecaj temperature i vremena močenja na dobiveni ton te kakva je promjena boje.</p>

BASIC DOCUMENTATION CARD

Title:	Photoresistance of stained wood
Author:	Mateja Krasnić
Adress of Author:	Ilovnjak 9, 10410 V. Gorica
Thesis performed at:	Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
Publication Type:	Master's thesis
Supervisor:	Assoc. Prof. Josip Miklečić, PhD
Preparation Assistant:	/
Publication year:	2024.
Volume:	41 pages, 46 figures, 1 table and 23 references
Key words:	Reactive stain, natural stain, dye, pigments, veneer, photoresistance, UV
Abstract:	<p>Veneer is often used to improve the aesthetic properties of panels used in the furniture industry and the production of wood products. Like solid wood, veneer can be surface treated with various coatings. In order to change the color without covering the texture of the wood, different stains are used. Given the knowledge that the action of sunlight has a harmful effect on the surface of wood and the color of coating materials, without a protective coating the wetted surface is exposed to degradation. In this work, the light resistance of a surface soaked with different dyes after accelerated UV exposure, the effect of temperature and soaking time on the obtained tone and the color change were investigated.</p>

	IZJAVA O AKADEMskoj ČESTITOSTI	OB ŠF 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 2.2.2021.

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mog rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.“

Zagreb, 25.9.2024. godine

vlastoručni potpis

Mateja Krasnić

SADRŽAJ

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	I
BASIC DOCUMENTATION CARD	II
SADRŽAJ	IV
ZAHVALA	V
UVOD	1
1.1. Promjena boje drva.....	1
1.1.1 Boja i određivanje boje.....	2
1.2. Močila i močenje drva	3
1.2.1. Močenje furnira	5
1.2.2. Močila s bojilima i pigmentima	6
1.2.3. Reaktivna močila	7
1.2.4. Prirodna močila.....	8
1.2.5. pH vrijednost	9
1.3. Otpornost površine drva na svjetlost.....	10
1.4. Metode izlaganja drva sunčevoj svjetlosti	11
CILJ ISTRAŽIVANJA	12
MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	13
3.1. Uzorci drva.....	13
3.2. Uzorci i priprema močila	14
3.2.1. Reaktivno močilo	14
3.2.2. Močilo s bojilima	16
3.2.3. Močilo s pigmentima	16
3.2.4. Prirodno močilo-broč.....	17
3.2.5. Prirodno močilo-logwood	18
3.3. Priprema uzoraka.....	18
3.4. Ubrzano izlaganje uzoraka UV svjetlosti	19
3.5. Mjerenje pH	20
3.6. Mjerenje promjene boje	21
REZULTATI I RASPRAVA	23
4.1. Promjena boje nakon močenja.....	23
4.1. Promjena boje nakon ubrzanog izlaganja UV svjetlosti	30
4.1. Promjena pH vrijednosti močila.....	37
ZAKLJUČAK	40
LITERATURA	42
POPIS SLIKA	44

ZAHVALA

Zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Josipu Miklečiću na uloženom vremenu i stručnim savjetima kojima mi je omogućio izradu i pisanje ovog diplomskog rada.

Posebno zahvaljujem svojim roditeljima, prijateljima i kolegama na moralnoj podršci, strpljenju i razumijevanju tijekom studiranja.

UVOD

U današnje vrijeme drvo je jedan od često korištenih prirodnih materijala koji se pojavljuje u raznim oblicima. Neke varijante drvenih proizvoda za izradu namještaja u interijeru su razne ploče oplemenjene folijama drvnih dekora ili su furnirane. Baš kao i masivno drvo, furnirane površine mogu se površinski obraditi kako bi se postigla bolja estetska svojstva proizvoda koja pridonose boljem doživljaju proizvoda kod krajnjih korisnika.

Jedna od metoda u površinskoj obradi drva je močenje kojim se nastoji promijeniti ili naglasiti boja i oživjeti tekstura drva, a također moguće je postići neki poseban efekt ovisno o želji kupca. Močenjem je moguće obraditi masivno drva i furnir koji se naknadno lijepi na ploču. Obrada masiva močenjem razlikuje se od močenja furnira u tome što je list furnira potrebno potpuno po cijelom presjeku.

Jedan od glavnih problema danas koji se javlja i nije ga moguće izbjeći je sunčeva svjetlost. Poznato je da svjetlost, a posebno UV zračenje imaju štetan utjecaj. Neki od njih su oštećenja u promjeni boje, a dugotrajnim izlaganjem može doći do većih oštećenja koja oslabljuju površinu materijala naročito drva koji je prirodan materijal. Kako bi očuvali maksimalno estetska svojstva potrebno je razumjeti kako koje vrste močila reagiraju na promjene izazvane djelovanjem UV svjetlosti. Potrebno je istražiti kako sunčeva svjetlost utječe na svjetlinu i ukupnu promjenu boje. Ovakva saznanja mogu uvelike pomoći pri površinskoj obradi drva močenjem kako bi se štetno djelovanje svelo na minimum upotrebom odgovarajućih zaštitnih premaza čime će se povećati trajnost proizvoda.

1.1. Promjena boje drva

Na promjenu boje drva mogu utjecati različiti čimbenici okoliša koji se dijele na biotske (gljive i plijesni) i abiotske čimbenike (sunčevo zračenje, snijeg, kiša, vjetar), a posljedica njihovog djelovanja može uzrokovati ekonomske probleme u drvnoj industriji. Na utjecaj djelovanja biotskih čimbenika možemo utjecati upotrebom određenih premaza i održavanjem sadržaja vode ispod granice pogodne za razmnožavanje mikroorganizama, dok je djelovanje abiotskih čimbenika naročito sunčevog zračenja gotovo nemoguće izbjeći. Boja drva određena je kemijskim sastavom pojedine vrste drva, odnosno polimernim sastavom celuloze, hemiceluloze i lignina koji ima najveći udio u izgledu boje drva. Osim toga na boju može utjecati kut gledanja ili kut osvjetljenja pod kojim se drvo promatra (Mikuljan i Kutnar, 2023).

Svjetlije vrste drva kao što su javor, topola i breza kada su izložene djelovanju UV svjetlosti koja indicira promjene u ligninu imaju tendenciju potamniti i poprimiti zamjetno žute do narančasto-smeđe tonove boje. Kod tamnijih vrsta drva kao što su orah, wenge i druge tropske vrste nakon djelovanja UV svjetlosti dolazi do promjene u vidu žućkasto-smeđih tonova boje. Žućenje drva utječe na cjelokupnu postojanost strukture na svjetlost. Iako se ne može u potpunosti spriječiti, ovaj proces moguće je

smanjiti utjecajem na apsorpciju UV zračenja i/ili upotrebom komponenata za stabilizaciju drva (Hasse Lignal, 2017).

1.1.1 Boja i određivanje boje

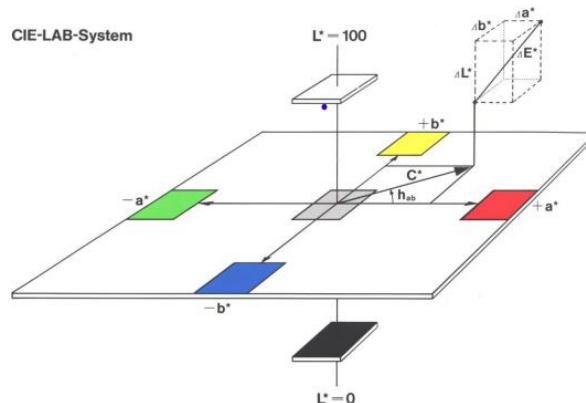
Prema definiciji boja je osjet koji ljudsko oko registrira, a uzrokuje ga djelovanje elektromagnetsko zračenje valnih duljina između 380 i 760 nm. U odnosu na osjet boje elektromagnetsko zračenje naziva se stimulus koji je određen ukupnom količinom energije što ju oko prima u vremenskoj jedinici i njenom spektralnom raspodjelom. Različita tijela ne reflektiraju jednaku količinu svjetlosti. Za obojena neprozirna tijela određuje spektralna reflektancija, a za obojeno prozirno tijelo spektralna transmitancija. Metalne površine potpuno reflektiraju svjetlost, a za druga čvrsta tijela određuje se spektralna remitancija (Biffi, 1985).

Boja je određena s tri fizikalne veličine: svjetlina, ton boje i zasićenost, a ton i zasićenost čine kromatičnost boje. Svjetlina boje je fizikalna veličina luminacije, odnosno daje informaciju da li tijelo transmitira ili reflektira više ili manje svjetlosti (Jirouš-Rajković, 2023a). Ton boje je doživljaj uzrokovan djelovanjem svjetlosti različitih valnih duljina gdje ljudsko oko najkraću valnu duljinu u iznosu oko 400 nm osjeća kao ljubičasti ton, a s povećanjem valne duljine javljaju se plavi (do 490 nm), zeleni (do 500 nm), žuti (530 – 570 nm), narančasti (580 – 620 nm) i crveni ton (620 – 760 nm) (Biffi, 1985). Zasićenost boje opisuje koliki je udio sive boje u nekoj kromatskoj boji, a što je njen udio veći boja je više nezasićena.

Boju je moguće pretvoriti u numeričke vrijednosti brojčanim izražavanjem razlike između dvije boje, a taj postupak naziva se kolorimetrija. Najvažniji postupak dobiven pomoću kolorimetrije je spektrofotometrijska krivulja odnosno podražajna funkcija koja jednoznačno određuje boju tako što dvije boje jednake podražajne funkcije, pri jednakim uvjetima promatranja, normalni promatrač doživljavaj jednako (Jirouš-Rajković, 2023a).

Međunarodna komisija za rasvjetu (CIE) je 1976. godine predstavila $L^*a^*b^*$ prostor boja kao ujednačeni prostor boja koji daje uporabljivu mjeru za numeričko određivanje između svake boje jednake udaljenosti. U $L^*a^*b^*$ prostoru (slika 1) osi a^* i b^* čine ravninu obojenih tonova, a kroz ishodište koordinatnog sustava prolazi os L^* (okomita na a^* i b^*) koja predodređuje svjetlinu. Na L^* osi vrijednost nula označava idealno crno dok vrijednost 100 označava idealno bijelo. U ravnini koju tvore osi a^* i b^* od kut vektora h_{ab} (kut boje) definira ton boje, a duljina vektora označava zasićenost

C*. Iznos kuta boje nula označava crveno, a 90° označava žuto (Jirouš-Rajković, 2023a).



Slika 1. CIE L*a*b* sustav

(Izvor: Jirouš-Rajković, V., 2023a: Boja prezentacija, https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/9045254/mod_resource/content/5/boja%20i%20njeno%20mijerenje-2020.pdf)

Kako bi se utvrdila razlika u promjeni boje promatraju se razlike u tri vrijednosti:

$$\Delta L^* = L_1^* - L_0^*$$

$$\Delta a^* = a_1^* - a_0^*$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_0^*$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2}$$

Ako je dobivena vrijednost za ΔL^* pozitivna boja je svjetlija, a ako je negativna boja je tamnija. Ako je dobivena vrijednost za Δa pozitivna povećao se udio crvenog tona, a ako je negativna povećao se udio zelenog tona u boji. Ako je dobivena vrijednost za Δb^* pozitivna povećao se udio žutog tona, a ako je negativna povećao se udio plavog tona u boji. ΔE^* označava ukupnu promjenu boje između dva promatrana predmeta (Biffli, 1985).

1.2. Močila i močenje drva

Močenje ili bajcanje (od njem. riječi Beize) drva je postupak u površinskoj obradi drva kojim se postiže promjena prirodne boje površine drva bez prekrivanja teksture. Ciljevi močenja, osim promjene boje, mogu biti naglašavanje ili prigušivanje prirodne boje ili teksture drva, imitiranje vrjednijih vrsta drva (većinom egzotičnih vrsta) i izjednačavanje prirodne boje drva (Struna 1).

Močenje je kompleksan proces sastavljen iz niza fizikalnih i kemijskih procesa kod kojega način stvaranja obojenja ovisi o čimbenicima kao što su anatomska građa drva, kemijska građa drva, predobrada površine, vrsta bojila i metoda nanošenja. Vezanje bojila na vlakno moguće je postići na tri načina: fizičkom adsorpcijom,

mehaničkim vezanjem i kemijskom reakcijom. Pri fizičkoj adsorpciji veliku ulogu imaju adsorpcijska svojstva drva koja ovise o kompleksnosti strukture stanične stijenke, heterokapilarnom sustavu stanične stijenke, te o količini, građi i rasporedu provodnih elemenata drva. Kod procesa fizičke adsorpcije čestice močila se prvo adsorbiraju na vanjsku površinu vlakna, a nakon toga zbog visoke koncentracije na površini difundiraju u unutrašnjost gdje i ostaju. Mehaničko vezanje nastaje upotrebom pigmentnih močila gdje se močilo pomoću veziva mehanički pričvrsti na vlakno. Vezanje bojila na vlakno kemijskom reakcijom nastaje pri upotrebi reaktivnih močila kada se reaktivna grupa bojila veže s hidroksilnim grupama sastojaka u drvu (Ljuljka, 1989).

Prilikom močenja rano drvo zbog svoje anatomske građe, odnosno većih lumena stanica upija više močila od kasnog drva. Rezultat toga je negativna slika teksture drva (slika 2) kod koje je rano drvo tamnije obojano od kasnog drva. Pozitivnu sliku teksture drva kod koje rano drvo ostaje svjetlije obojano od kasnog moguće je postići upotrebom pozitivnih močila koja reagiraju s ligninom u staničnim stijenkama. Pozitivna močila preporučaju se za četinjače bogate ligninom, a moguće je postići oko 16 tonova (Jirouš-Rajković, 2023b).



Slika 2. Negativna slika teksture drva

(Izvor: https://sadolidin.ie/wp-content/uploads/2023/09/shutterstock_110108090.jpg)

Prema vrsti otapala močila možemo podijeliti na otapalna ili vodena močila. Vodena močila daju nježne i ujednačene boje, a sadrže anilinske tipove bojila. Nedostatci vodenih močila su dulje sušenje, dizanje površinskih vlaknaca drva, slaba svjetlootpornost i ne mogu se lakirati vodenim lakovima ukoliko nisu posebno pripremljena. Otapalna močila brzo se suše, a nakon sušenja netopljiva su i mogu podnijeti kontakt s vodom. Za otapala najčešće se koriste esteri, ketoni, glikoli, glikoeteri i alkoholi. Nedostatci otapalnih močila su teže postizanje ujednačene obojanosti, otapalo može otapati smole i ulja u drvu što može uzrokovati nastanak mrlja na površini te se teško postižu svijetle i fluorescentne boje (Jirouš-Rajković, 2023b).

Nanošenje močila na površinu drva sastoji se uglavnom iz 3 faze: nanošenje močila, poboljšanje kvašenja rastjerivanjem i uklanjanje suvišnog močila s površine. Močilo se može nanositi na više načina odnosno kistom, spužvom, uranjanjem, štrcanjem i valjcima. Kvašenje se obično poboljšava ručno ili oscilirajućim četkama, a može se poboljšati i predgrijavanjem površine ili dodavanjem kemikalija kao što su amonijak i špirit. Višak močila s površine uklanja se ručno pomoću četke ili mehanizirano koristeći uređaj s papirom (Jirouš-Rajković, 2023b). Kod metode ručnog nanošenja močila štrcanjem koriste se konvencionalni pištolji za lakiranje ili niskotlačne pumpe s airmix pištoljima, a kod strojnog nanošenja horizontalni protočni strojevi za štrcanje. Optimalan tlak za nanošenje iznosi 3 – 4,5 bar-a. Nanošenje pomoću valjaka koristi se isključivo za močila s pigmentima. Glatki valjci upotrebljavaju se za viskozija močila, spužvasti za vodena i močila manje viskoznosti, a brzina kretanja valjaka iznosi oko 5 – 30 m/min (Jaić i Živanović-Trobojević, 2000). Metoda nanošenja močila uranjanjem primjenjuje se u proizvodnji namještaja obično kod obrade dijelova stolice, noge stolova, a ponekad za obradu cijele stolice. Za metodu uranjanja koriste se močila na bazi vode obojeni kombinacijom pigmenata s manjim dijelom bojila, a postupak traje 30 – 60 s ovisno o tonu i efektu (Jirouš-Rajković, 2023b).

1.2.1. Močenje furnira

Prema definiciji furniri su tanki listovi drva najveće debljine do 7 mm, a prema načinu proizvodnje dijele se na piljene, rezane i ljuštene furnire (Struna 2). Osim za proizvodnju furnirskih ploča, mnoge se ploče oblažu rezanim (plemenitim) furnirom najčešće debljine 0,5 – 1 mm kako bi se poboljšala estetska svojstva. Često se kod oblaganja upotrebljavaju rezani furniri vrjednijih vrsta drva. Smatra se da furnir ima jednake karakteristike kao masivno drvo. S obzirom na malu debljinu furnira moguća je pojava vidljivosti grešaka prethodnih obrada kao što je pojava ljepila na površini. Prilikom lijepljenja na obrađenu površinu, furnir prolazi kroz djelovanje povišene temperature i tlaka pri čemu dolazi do gnječenja drvnih vlakana, a visoka temperatura može uzrokovati promjene kemijskog sastava površine odnosno dolazi do povećanog taloženja ekstraktivnih tvari. Osim toga djelovanje povišene temperature može uzrokovati omekšavanje lignina i hemiceluloze. Promjene nastale na površini, naročito taloženje ekstraktivnih tvari mogu imati utjecaj na furnir obrađen močilom u vidu nastajanja obojenja kod tamnijih vrsta drva bogatih fenolom (Jaić i Živanović-Trobojević, 2000).

Celuloza je glavna kemijska komponenta biljnih vlakana koja ima udio oko 40-45 % u ukupnoj masi drva. Celulozna vlakna drva moguće je obojiti različitim vrstama močila kao što su reaktivna močila, direktna ili supstantivna bojila, kisela bojila i metalkompleksna bojila (Nguyen, 2018). Promjenu boje furnira moguće je postići močenjem. Prilikom močenja drva i furnira bitni čimbenici koji utječu na proces su:

- Sadržaj vode u drvu ili furniru
- Vremenski period močenja

- Temperatura močenja
- Koncentracija otopine močila

Sadržaj vode u drvu ima utjecaj na brzinu upijanja močila i ujednačenost boje obojenog furnira. Kod močenja furnira većeg sadržaja vode (cca 30 %) boja nakon močenja djeluje neujednačeno. Različite studije pokušale su koristiti različite vrijednosti i došle do zaključka da kod različitih vrijednosti sadržaja vode dolazi do neujednačenosti boje furnira. Za močenje furnira optimalan sadržaj vode iznosi oko 10 – 15 % (Nguyen, 2018).

Močenje furnira zahtjeva potpuno bojenje furnira po cijelom presjeku, a ne samo bojenje površine. Kod procesa močenja furnira reaktivnim močilom molekule močila prodiru u stanice drva. Na početku adsorpcija se događa na površini furnira, a zatim se molekule reaktivnog močila šire u unutrašnjost drva kroz stanične stijenke i sustav velikih pora. Nakon toga molekule prodiru u unutrašnjost prolazeći kroz mikro-kapilarni sustav stanične stijenke sve do amorfne zone stanične stijenke. S obzirom na složenost procesa prodiranja močila u furnir, potpuno obojenje nije moguće postići u kratkom vremenskom periodu. Različite vrste drva s obzirom na gustoću i propusnost imaju drugačije vrijeme bojenja. Kod metode uranjanja pri vremenu manjem od 50 min vidljiva je razlika u boji, ali kada je vrijeme močenja duže od 50 min promjena boje je stabilnija (Nguyen, 2018).

Temperatura močenja pri bojenju reaktivnim močilom također ima učinak na bojenje furnira. Veća temperatura močenja daje bolji koeficijent difuzije i veću brzinu difuzije. S njenim porastom molekularno kretanje močila i brzina bojenja se ubrzava, a unos boje u stanice drva se povećava. Kod previsoke temperature močenja reaktivnim bojilima dolazi do velike brzine reakcije, ali posljedica toga je loša ujednačenost boje na površini i u unutrašnjosti furnira. Temperaturu treba ovisiti o vrsti i debljini furnira te o vrsti močila. Pri metodi uranjanja na razini tri temperature močenja (30°C, 60°C, 80°C) s povećanjem temperature raste stupanj upijanja močila (Nguyen, 2018).

Koncentracija otopine močila bitan je faktor kod promjene boje furnira. Na konačan izgled boje i upijanje močila mogu utjecati različite koncentracije otopine. Povećanjem koncentracije raste stupanj upijanja močila što rezultira boljim performansama bojena, a najbolja koncentracija iznosi 0,15 % (Nguyen, 2018).

1.2.2. Močila s bojilima i pigmentima

Bojila su kemijski spojevi čije je svojstvo da oboje druge materijale manje ili više trajno, stvarajući kemijsku vezu s materijalom kojeg bojaju ili vezanjem stalnim fizičkim silama. Organsko bojilo kao molekularni spoj u strukturnom dijelu sadrži kromofornu skupinu kao što su karbonilna skupina ($>C=O$), nitrozo-skupina ($-N=O$), nitro-skupina ($-NO_2$), azo-skupina ($-N=N-$), etilenska (Jirouš-Rajković, 2023b). Uloga kromofora je apsorpcija vidljive svjetlosti što omogućuje spoju prikaz boje kroz selektivnu

1. UVOD

apsorpciju. Druge strukturne komponente bojila omogućuju otapanje u određenom otapalu ili vezivanje za određeni supstrat (www.pylamdyes.com).

Za površinsku obradu drva bajcanjem koriste se kisele boje („anionske boje“), metalkompleksna bojila, supstantivna (direktna) bojila, reaktivna bojila. Kisela bojila u sastavu sadrže karboksilnu, hiroksilnu i sulfonsku skupinu zbog koje su topiva u vodi. Metalkompleksna bojila djelomično pripadaju kiselim bojilima, a kao centralni atom u molekuli sadrže kompleksno vezani metalni atom najčešće kroma ili bakra. Za otapalo metalkompleksnih bojila koriste se alkoholi, glikoli, glikoeteri, esteri i ketoni. Supstantivna ili direktna bojila su vodotopljiva bojila za direktno nanošenje, lako se nanose i daju jarke boje (Jirouš-Rajković, 2023b).

Pigmenti su čvrsti organski ili anorganski spojevi koji su netopljivi u mediju u kojem se apliciraju (Jirouš-Rajković, 2023b). Organski pigmenti su spojevi koji sadrže ugljik u kristaliziranoj strukturi, a anorganski pigmenti dobivaju se najčešće iz metalnih soli bez prisustva ugljika u molekularnoj strukturi. Budući da nisu topljivi, pigmenti su dispergirani ili raspršeni u mediju u kojem se nalaze. Glava razlika između pigmenta i bojila je u tome što bojila daju obojene pričvršćivanjem na podlogu ili otapanjem u otapalu dok pigmenti daju obojenje bez interakcije s drugom tvari. Također pigmenti imaju bolju kemijsku otpornost i postojanost na svjetlost (www.pylamdyes.com).

Na slici 3 prikazana je razlika u pripremi vodenog močila s pigmentima i bojilima na kojoj je vidljivo da se pigmenti nalaze na površini, dok se bojilo otapa već pri samom kontaktu s vodom.



Slika 3. Priprema vodenog močila s pigmentima i bojilima

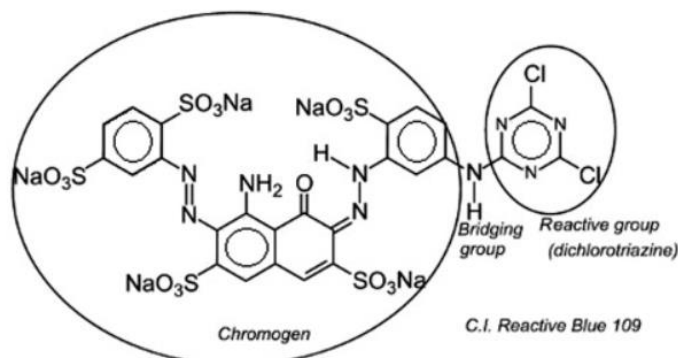
(Izvor: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQiVkkeKS6XjqaFOOMwq8CrG2QoZzdE4GYK9fnZS-SaUtyzj6_PXb16YXPTFB7PgzdSyHA&usqp=CAU)

1.2.3. Reaktivna močila

Reaktivna močila u kemijskoj strukturi (slika 4) sadrže kromoforni dio i reaktivnu skupinu koja stvara kovalentnu vezu između molekula bojila i hidroksilne (-OH) skupine celuloznih vlakana u drvu. Osim celuloznih vlakana drva moguće je obojiti i druga celulozna vlakna poput pamuka ili lana, te poliamidna, vunena i svilena vlakna. Reaktivna močila mogu se proizvoditi u širokom rasponu spektra boja uključujući svijetle tonove, imaju dobro postojanost na ispiranje, postojana su na djelovanje sunčeve svjetlosti. Bajcanje reaktivnim močilima jednostavna je metoda koja se može provoditi pri niskim temperaturama (ispod 100 °C). Temperatura pri kojoj se vrši proces

1. UVOD

ovisi o reaktivnosti močila. Za visoko reaktivna bojila potrebna je niža temperatura (32 °C – 60 °C), za umjereno reaktivna bojila potrebna je srednja temperatura (60 °C – 70 °C), a za bojila male reaktivnosti potrebna je visoka temperatura (72 °C – 93 °C) (www.slideshare.net).



Slika 4. Kemijska struktura reaktivnog močila

(Izvor: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/reactive-dye>)

Pri pripremi otopine reaktivnog močila mogu se koristiti dodatne tvari kako bi se poboljšala određena svojstva. Dodavanjem soli (NaCl) neutralizira se negativan naboj površine vlakna pri uranjanju u otopinu, smanjuje se brzina hidrolize bojila, a povećava apsorpcija boje. Kao sredstvo za fiksiranje boje i održavanje ispravne pH vrijednosti močila koriste se lužine, tj. alkalije. Jaka lužina kao natrijev hidroksid (NaOH) koristi se za postizanje pH 12 – 12,5, kod srednje reaktivnih bojila za stvaranje pH 11 – 12 koristi se natrijev karbonat (Na₂CO₃), a za visoko reaktivna bojila koristi se natrijev hidrogenkarbonat (NaHCO₃) za postizanje pH 10 – 11 (www.slideshare.net).

Na apsorpciju reaktivnih boja najveći utjecaj imaju strukturne karakteristike drva. Poboljšanje apsorpcije može se postići tretiranjem površine kemijskim reagensima prije bojenja. Struktura reaktivnom močila utječe na brzinu bojenja, dubinu, postojanost i ujednačenost boje te druge efekte bojenja. Kao rezultat tretiranja drva reaktivnim bojilom, dobivena boja na površini drva je bogata i postojana s dobrom postojanosti na djelovanje sunčeve svjetlosti (Yu i sur., 2015).

1.2.4. Prirodna močila

Prije otkrivanja sintetskih bojila i pigmenta, za izradu močila koristili su se pigmenti i bojila prirodnog porijekla dobivani iz različitih biljki i njihovih dijelova poput listova i korijena te iz raznih minerala (slike 5 i 6). Za dobivanje bojila crvenih i narančastih tonova često su se koristili nasjeckani korijen broća ili piljevina brazilskog drva koji su se potapali u vodi. Dodavanjem lužine u otopinu piljevine brazilskog drva nastajalo je močilo koje daje ljubičasti ton, a korištenjem kiseline u otopini nastajalo je močilo koje daje narančasti ton. Indigo, iako se danas koristi sintetički, je jedna od najstarijih i najpoznatijih sirovina koja se koristila za postizanje plavih tonova. Bojilo

1. UVOD

nastaje močenjem svježih listova u vodi koji potom frementiraju pri čemu prirodno prisutan glikozid indikan daje plavu boju. Za izradu bojila koja daju žuti ton koristio se šafran kao skupa sirovina, šafranika te kurkuma koji se danas koristi za bojenje namirnica (Benko i sur., 2009).

Osim raznih biljaka i njihovih dijelova za dobivanje bojila koristili su se razni minerali. Za dobivanje plavih tonova koristili su se minerali lapis lazuli i azurit, a za zelene tonove koristio se mahalit. Sjajna bijela boja dobivala se iz olova djelovanjem vinske kiseline i topline, ali se zbog toksičnosti olova više ne upotrebljava (Benko i sur., 2009).



Slika 5. Biljke za pripremu bojila

(Izvor: <https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/dyes-vegetable-color-paints/14700-kremer-pigmente-plant-dye-set.html>)



Slika 6. Minerali za izradu bojila

(Izvor: <https://www.yanadobreva.yekomod.com/natural-dyes-use-in-large-scale-companies/>)

1.2.5. pH vrijednost

Zbog sadržaja acetila, prisustva kiselih ekstrakata i adsorpcije kationa koji sadrže pepeo prosječna pH vrijednost drva iznosi 3 – 5,5. Listače su obično podložnije razgradnji kiselinama ili alkalijama (lužinama) nego četinjače zbog manjeg sadržaja lignina i većeg udjela hemiceluloze. Oksidirajuće kiseline poput dušične kiseline (HNO_3) imaju jače djelovanje na degradaciju drvnih vlakana od neoksidirajućih kiselina. Alkalne otopine destruktivnije su za drvena vlakna zato što drvo lakše upija lužnate otopine od kiselih. U kratkim vremenskim periodima pri niskim temperaturama pri upotrebi kiselina pH vrijednosti iznad 2 i otopina čiji je pH ispod 10 ne dolazi do razgradnje drvnih vlakana u velikoj mjeri (Winandy i Rowell, 1984).

Pri obradi drva močenjem pH vrijednost ima bitan utjecaj. Većina reaktivnih močila zahtjeva visoku vrijednost pH odnosno alkalnu vrijednost u kojoj se formira celulozni anion kako bi se mogle formirati jake kovalentne veze, a bez alkalnog pH boja se neće fiksirati u celulozno vlakno. Manja vrijednost pH močila smanjuje fiksiranje boje u vlakno (textiletuts.com).

Kod obrade kiselim bojama preporuča se pH 2-4. Primjena kiselih boja na furniru ograničena je zbog slabe postojanosti na djelovanje vode, a rezultat bojenja ovisi o intermolekularnim silama. Mnogi istraživači ispitivali su adsorpciju kiselih boja i postojanost boje obojenog drva, ali nisu pronašli rješenje osnovnog načina vezivanja

kiselih boja jer u kemijskom sastavu drva ne postoji amino-grupa kao u kemijskom sastavu vune i svile. Kao rezultat toga ne može se postići veće upijanje boje i postojanost boje primjenom kiselih boja na drvu (Deng, 2010).

1.3. Otpornost površine drva na svjetlost

Jedan od glavnih abiotskih čimbenika čijem je djelovanju drvo izloženo osobito na otvorenom je sunčeva svjetlost. Djelovanje sunčevog UV zračenja uzrokuje fotokemijsku degradaciju prvenstveno lignina što dovodi do promjena boje na površini. Razgradnjom lignina, površina drva postaje bogatija sadržajem celuloze koja je manje podložna fotodegradaciji. Na drvo koje se nalazi na otvorenom osim sunčeve svjetlosti djeluje kiša koja ispire celulozu s površine što izlaže nove površine bogate ligninom daljnjoj degradaciji. Zbog ovog procesa kod nekih vrsta drva svijetložute boje kao što je borovina nakon dugotrajnog izlaganja prirodna se boja mijenja od smeđih sve do sivih tonova (Winandy i Rowell, 1984).

Utvrđeno je da sunčeve UV zrake ne mogu prodrijeti dublje od 75 μm pa se promjena boje djelovanjem sunčeve svjetlosti smatra površinskim fenomenom. Vidljiva svjetlost može prodrijeti dublje u površinu (do 200 μm), ali nema dovoljnu energiju potrebnu za raskidanje kemijskih veza u drvnim komponentama. Drvo odlično apsorbira sunčevu svjetlost, a svaka komponenta apsorbira različite valne duljine. Većina drvnih komponenti može apsorbirati dovoljno valnih duljina vidljivog spektra i UV zračenja što dovodi do fotokemijskih reakcija koje se očituju promjenom boje i degradacijom površine. Celuloza i hemiceluloza jako apsorbiraju valne duljine ispod 200 nm s indikacijama apsorpcije između 200 i 300 nm, dok lignin i polifenoli snažno apsorbiraju svjetlost ispod 200 nm s naglaskom na valnu duljinu od 280 nm i padom u području vidljive svjetlosti. Zbog velikog spektra kromofornih skupina u pojedinim komponentama drva svjetlost ne može lako prodrijeti u drvo (Jaić i Živanović-Trobojević, 2000).

Produkt djelovanja sunčeve svjetlosti na površinu drva su slobodni radikali, odnosno atom, atomska skupina ili molekula koja ima jedan ili više nesparenih elektrona koji nastaju hemolitičkim kidanjem kovalentne veze. Nespareni elektron može biti neutralan ili u obliku iona. Slobodni je radikal, zbog nesparenog elektrona, kemijski vrlo nestabilan i reaktivan, a postoji samo u vrlo kratkom vremenskom periodu ili pod ekstremnim vremenskim okolnostima poput niskog tlaka ili visoke temperature. Radikali lako reagiraju međusobno, a spajanjem s drugim molekulama ili raspadanjem nastaju novi radikali koji ponovo imaju mogućnost reagiranja što dovodi do mnogih kemijskih lančanih reakcija (www.enciklopedija.hr).

Proces prijenosa energije između elektronski aktivnih grupa u površinskom sloju drvene površine i drugih grupa ispod površine predstavlja fotoinducirano obojenje drva ispod površine. Slobodni radikali koji se formiraju djelovanjem UV svjetlosti pokušavaju stvoriti lančane reakcije radi stabilizacije, a novonastali slobodni radikali mogu migrirati dublje u drvo i dovesti do daljeg obojenja (Jaić i Živanović-Trobojević, 2000).

1.4. Metode izlaganja drva sunčevoj svjetlosti

Drvo i drvo obrađeno raznim premaznim materijalima može biti izloženo sunčevoj svjetlosti na više načina:

- Prirodno izlaganje
- Ubrzano izlaganje – ubrzano izlaganje UV svjetlosti
– ubrzano izlaganje vidljivoj svjetlosti

Kod prirodnog izlaganja sunčevoj svjetlosti uzorci drva se postavljaju na metalno postolje koje je nagnuto pod određenim kutom. Ovakva vrsta ispitivanja dugotrajna je metoda koja se provodi u vremenskim periodima koju traju otprilike 12 ili više mjeseci, a promjene se bilježe nakon svakih 1-2 mjeseca. Kod prirodnog izlaganja više abiotskih čimbenika ima utjecaj na izložene uzorke budući da se ispitivanje vrši na otvorenom.

Ubrzano izlaganje može se vršiti na dva načina: ubrzanim izlaganjem UV svjetlosti ili ubrzanim izlaganjem vidljivoj svjetlosti. Za ubrzano UV izlaganje koristi se uređaj kod kojeg fluorescentne lampe simuliraju kritično kratkovalno UV zračenje. Kod ubrzanog izlaganja vidljivoj svjetlosti koristi se uređaj u kojem se koriste ksenonske lampe koje emitiraju puni spektar sunčeve svjetlosti. Za ovo ispitivanje dostupni su različiti optički filteri. Ovi uređaji mogu reproducirati štetu koja se događa mjesecima ili godinama izlaganjem uzoraka na otvorenom (q-lab.com).

CILJ ISTRAŽIVANJA

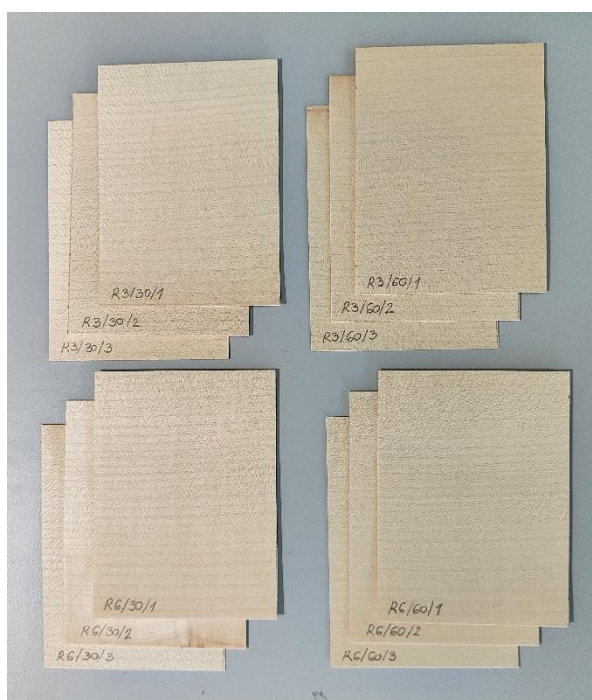
U ovom istraživanju ispitivale su se promjene boje na uzorcima furnira dvije različite vrste drva koji su bili obrađeni različitim vrstama močila te zatim izloženi ubrzanom djelovanju UV svjetlosti. U prvom dijelu istraživanja ispitivalo se kakav utjecaj imaju različite temperature i vremena močenja na konačnu dobiveni boju uzoraka i ima li upotreba fiksatora kod određenih močila utjecaj na dobivenu boju. Osim toga ispitivalo se kakva je pH vrijednost otopine nakon močenja s obzirom na važnost pH vrijednosti kod postizanja obojenja furnira. U drugom dijelu istraživanja ispitivala se svjetlootpornost odabranih uzoraka ubrzanim izlaganjem UV svjetlosti prateći parametre bitne za određivanje boje. Mjerenje boje vršilo se nakon određenih vremenskih perioda izlaganja UV svjetlosti, a nakon toga su utvrđene promjene boje s naglaskom na promjenu svjetline i ukupnu promjenu boje.

MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe ovog istraživanja koristili su se uzorci furnira hrasta i javora koji su obrađeni različitim vrstama močila pri različitim kombinacijama temperature i vremena močenja. U ovom poglavlju bit će opisani svi korišteni materijali i sve metode i upotrijebljena oprema za postizanje rezultat.

3.1. Uzorci drva

Uzorci drva koji su se koristili za istraživanje su listovi furnira hrastovine i javorovine teksture blistače i dimenzija 0,6 mm × 100 mm × 75 mm. Vremena močenja bila su 3 h i 6 h, dok su temperature močenja bile 30 °C i 60 °C.



Slika 7. Uzorci furnira javora



Slika 8. Uzorci furnira hrasta

Na slikama 7 i 8 prikazani su uzorci i način obilježavanja uzoraka. U donjem desnom kutu na svakom uzorku stoji oznaka koja se sastoji od oznake močila, vremena močenja, temperature močenja i broja uzorka. Za jedan tretman koristila su se 3 uzorka, a za jednu vrstu močila bilo je potrebno ukupno 12 uzoraka. Kombinacije vremena i temperature močenja su sljedeće:

- 3 h – 30°C
- 3 h – 60°C
- 6 h – 30°C
- 6 h – 60°C

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Tablica 1. Sadržaj vode uzoraka prije močenja

Vrsta drva	masa prije sušenja (g)	masa nakon sušenja pri 103 °C (g)	sadržaj vode (%)	
Hrast				
1	3,4603	3,2138	7,67	
2	3,6069	3,3523	7,59	
3	3,3011	3,0702	7,52	
4	3,3194	3,0893	7,45	7,56
Javor				
1	2,9516	2,763	6,83	
2	3,0586	2,8571	7,05	
3	2,912	2,7235	6,92	
4	2,9731	2,7805	6,93	6,93

U tablici 1. prikazan je sadržaj vode u uzorcima prije močenja određen gravimetrijskom metodom. Prosječni sadržaj vode u uzorcima hrasta iznosio je 7,56 %, dok je u prosječni sadržaj vode u uzorcima javora iznosio 6,93 %.

3.2. Uzorci i priprema močila

Za potrebe istraživanja koristila su se sljedeća močila s oznakama:

- Reaktivno močilo bez fiksatora (R)
- Reaktivno močilo + fiksator (RF)
- Močilo s bojilima (B)
- Močilo s pigmentima (P)
- Prirodno močilo-broć bez fiksatora (N)
- Prirodno močilo-broć + fiksator (NF)
- Prirodno močilo-logwood bez fiksatora (L)
- Prirodno močilo-logwood + fiksator (LF)

Za svako močilo bilo je potrebno pripremiti 2 l močila. Količina močila po uzorku iznosila je 67,5 ml, a ova vrijednost dobivena je prema sljedećem omjeru:

$$\frac{\text{volumen močila}}{\text{volumen furnira}} = \frac{15}{1}$$

3.2.1. Reaktivno močilo

Za pripremu reaktivnog močila korišteno je reaktivno močilo Procion MX Dye proizvođača Jacquard Products u nijansi 040 Fuchsia (slika 9).

Procion MX boje su prema navodima proizvođača „boje hladne vode“ koje se umjesto toplinom kemijski vežu stvarajući jaku kovalentnu vezu s celuloznim vlaknima što ih čini trajnim i otpornim na ispiranje. Močila Procion Mx obično se koriste sa

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

sredstvom za fiksiranje, a to je natrijev karbonat (slika 10), tj. blaga lužina koja potiče kemijsku reakciju između močila i celuloznog vlakna kojeg bojimo (jacquardproducts.com).



Slika 9. Reaktivno močilo u prahu

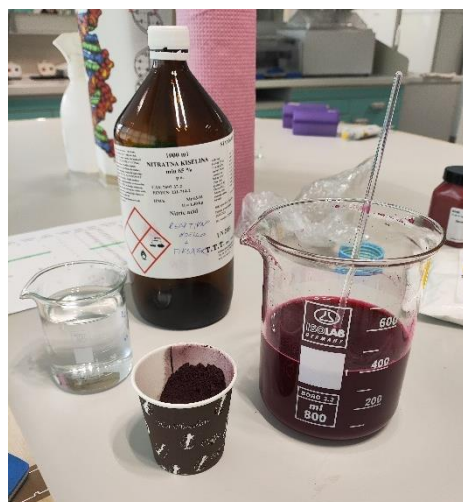


Slika 10. Fiksator za reaktivno močilo

Reaktivno močilo i reaktivno močilo + fiksator pripremalo se na jednak način, odnosno otapanjem bojila u prahu u destiliranoj vodi. Močila su pripremljena kao 3 % - tna vodena otopina gdje se u 1 l destilirane vode sobne temperature otopi 30 g bojila u prahu. Za pripremu reaktivnog močila s fiksatorom prvo se otopilo 6,25 g fiksatora u 1L vode , a zatim se u otopinu fiksatora uz konstantno miješanje dodavalo bojilo u prahu u manjim količinama. Na slici 11 i 12 prikazano je bojilo u prahu s vidljivom teksturom praha i priprema reaktivnog močila.



Slika 11. Reaktivno močilo u prahu



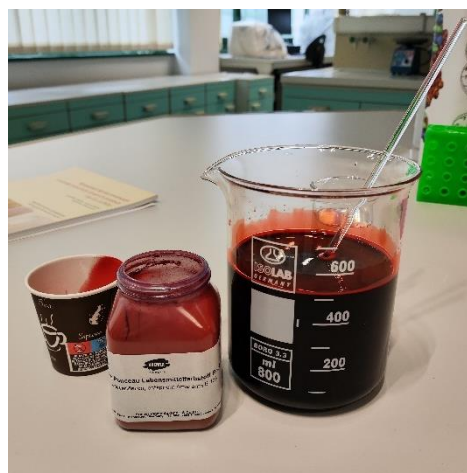
Slika 12. Priprema reaktivnog močila

3.2.2. Močilo s bojilima

Za pripremu močila s bojilima koristilo se bojilo u prahu proizvođača Kremer Pigmente u nijansi Sanolin Ponceau Food Colorant Red No. 7. Močilo s bojilima pripremalo se kao 3% - tna otopina gdje se u 1 l destilirane vode sobne temperature otopi 30 g bojila u prahu. Bojilo u prahu se u destiliranu vodu dodavalo polako uz konstantno miješanje, a prah se već pri samom kontaktu s vodom počeo otapati. Na slici 13 i 14 prikazano je bojilo u prahu s vidljivom teksturom praha i priprema močila s bojilima.



Slika 13. Bojilo u prahu



Slika 14. Priprema močila s bojilima

3.2.3. Močilo s pigmentima

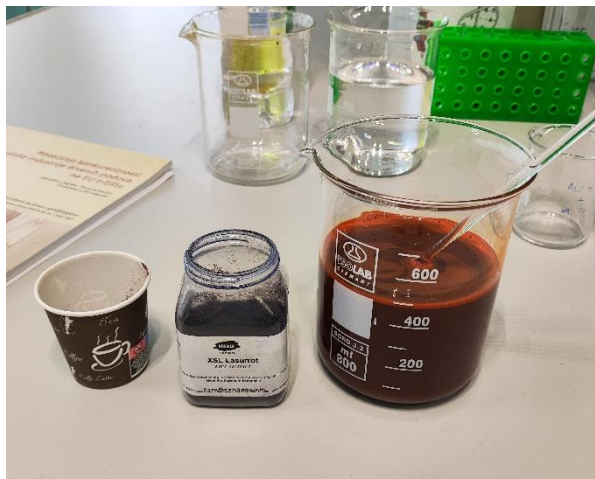
Za pripremu močila s pigmentima koristio se pigment u prahu proizvođača Kremer Pigmente u nijansi XSL Translucent Red. Zahvaljujući posebnoj obradi dispergirajućim sredstvima pigmenti se lako dispergiraju u vodi i vodenim premazima, a zbog svoje izvrsne topljivosti mogu se koristiti u lazurama za drvo. Također posipanjem čestica XSL pigmentata po mokroj površini mogu se postići neobični efekti (kremer-pigmente.com).

Močilo s pigmentima pripremljeno je kao 3 % - tna otopina gdje se u 1 l destilirane vode sobne temperature otopilo 30 g pigmentata u prahu. Pigmenti u prahu su se u destiliranu vodu dodavali polako uz konstantno miješanje, a prah se relativno brzo počeo otapati pri miješanju staklenim štapićem.

Na slici 15 prikazan je pigment u prahu gdje je vidljiva tekstura praha, a na slici 16. prikazana je priprema močila s pigmentima.



Slika 15. Pigmenti u prahu



Slika 16. Priprema močila s pigmentima

3.2.4. Prirodno močilo-broč

Za pripremu močila koristio se mljeveni korijen broća. Prvi korak pripreme močila bio je potopiti 100 g korijena u 2 l hladne vode i postiti da odstoji 2 dana. Nakon što je otopina odstajala zagrijavala se jedan sat na 70 °C, a zatim se ohladila i procijedila. Za pripremu močila s fiksatorom u 0,5 l otopine korijena broća dadan je fiksator koji se sastojao od 7,127 g kalijevog aluminijev sulfata, 9,5 g octene kiseline i 2,375 g natrijevog karbonata.



Slika 17. Priprema prirodnog močila



Slika 18. Cijeđenje korijena nakon pripreme močila

Na slici 17 prikazana je priprema močila nakon što je korijen broća odstojao 2 dana potopljen u vodi, a na slici 18 prikazano je cijeđenje natopljenog korijena broća kroz sito.

3.2.5. Prirodno močilo-logwood

Kod pripreme močila u 2 l vode stavljeno je 100 g komadića kampeče drva (slika 19) i tako se namakalo jedan dan. Zatim se otopina zagrijala na 70 – 75 °C (slika 20) i ostavila da odstoji još jedan dan. Za pripremu močila s fiksatorom u 0,5 l otopine komadića kampeče drva dodan je fiksator koji se sastojao od 7,127 g kalijevo aluminijev sulfata i 2,375 g natrijevog karbonata.



Slika 19. Komadići kampeče drva

Izvor: <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artapr08/yl-logwood.html>



Slika 20. Priprema močila-logwood

Izvor: <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artapr08/yl-logwood.html>

3.3. Priprema uzoraka

Prvi korak pripreme uzoraka za močenje bio je postavljanje svakog uzorka furnira u plastičnu vrećicu na kojoj je markerom napisana oznaka uzorka. Potom je u vrećicu s uzorkom furnira ulilo 65,7 ml otopine močila i pažljivo je istisnut višak zraka (slika 21). Kod prirodnih močila koja su dobivena namakanjem dijelova biljaka u vodi, otopinu je bilo potrebno prvo uliti u filter za čaj koji je bio stavljen u plastičnu vrećicu zajedno s uzorkom furnira kako bi se odstranio višak sitnih čestica biljaka (slika 22). Drugi korak bio je postavljanje vrećice s uzorcima na nosače i stavljanje ih u vodenu kupelj u kojoj se nalazila voda temperirana na zadanu temperaturu (slika 23). Nakon završetka procesa močenja, močilo se prelilo iz plastičnih vrećica u posebne plastične posude, a obojeni uzorci furnira postavljeni su na upijajući papir. Tako ostavljeni uzorci stajali su na zraku da se osuše do konstantne mase (slika 24).

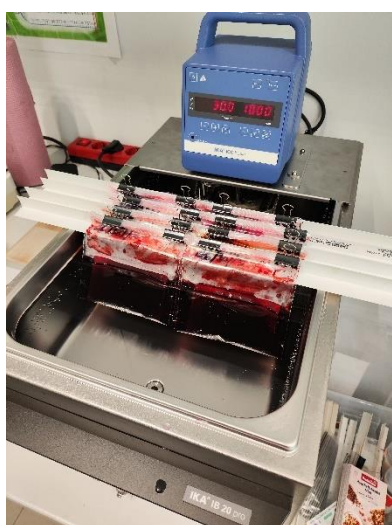
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA



Slika 21. Ulijevanje močila u vrećice s uzorkom



Slika 22. Uzorak prirodnog močila



Slika 23. Potapanje uzoraka u vodenoj kupelji



Slika 24. Sušenje gotovih uzoraka

3.4. Ubrzano izlaganje uzoraka UV svjetlosti

Za ubrzano izlaganje uzoraka UV svjetlosti korišten je QUV uređaj proizvođača Q-Lab (slika 25). U uređaju su uzorci bili izloženi UVA-351 lampama koje simuliraju UV zračenje kroz prozorsko staklo. Tijekom izlaganja intenzitet zračenja lampi bio je $0,89 \text{ W/m}^2/\text{nm}$, temperatura crnog tijela $60 \text{ }^\circ\text{C}$, a sami uzorci bili su udaljeni 50 mm od lampi.



Slika 25. Uređaj za ubrzano UV izlaganje



Slika 26. Ravni držač za uzorke

Na slici 26 prikazan je aluminijski držač na kojem su uzorci stajali u QUV uređaju. Budući da količina zračenja nije jednaka po cijeloj dužini lampe, uzorci su se rotirali kako bi se osiguralo ujednačeno zračenje uzoraka. Izlaganje UV svjetlosti i praćenje promjene boje vršilo se nakon sljedećih vremenskih perioda:

- 24 h
- 48 h
- 168 h (1 tjedan)
- 336 h (2 tjedna)
- 504 h (3 tjedna)
- 672 h (4 tjedna)

3.5. Mjerenje pH

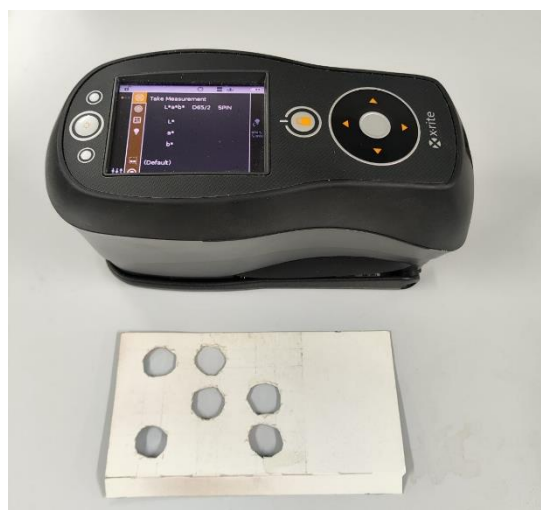
Nakon procesa močenja, močilo iz vrećice preliveno je u posebnu posudu i pušteno da se ohladi. Mjerenje pH vrijednosti bitno je da bi se utvrdilo kako se močenjem različitih vrsta drva pri različitim vremenima i temperaturama mijena pH vrijednost močila. pH vrijednost močila određena je digitalnim pH metrom Seven Compact Duo proizvođača Mettler Toledo (slika 27). Digitalnim pH metrom izmjerena je pH vrijednost močila u rasponu od 0-14, pri čemu je vrijednost pH 7 izopotentna točka mjerenja. Točnost mjerenja je $\pm 0,01$ pH. Prije samog mjerenja pH metar se baždario uranjanjem elektrode u otopinu poznate pH vrijednosti (puferska otopina). Nakon baždarenja, tj. standardiziranja, skala se resetirala na vrijednost 0 i uranjanjem u močilo mjerila se pH vrijednost.



Slika 27. Uređaj za mjerenje pH

3.6. Mjerenje promjene boje

Za mjerenje promjene boje površine korišten je spektrofotometar xRite Ci64 sa sljedećim postavkama: mjerna geometrija d/8, vidno polje 10° , izvor svjetlosti D65 i promjer mjernog otvora 10mm. Spektrofotometar radi na način da se svjetlost odbija od predmet i prolazi kroz prizmu, tj. monokromator, gdje se razlaže na vrlo uske dijelove spektra. Nakon toga svjetlost samo određene valne duljine pada na fotoćeliju koja pokazuje relativni intenzitet zračenja te valne duljine (Jirouš-Rajković, 2023a).



Slika 28. Oprema za mjerenje boje

Na slici 28 prikazana je oprema za mjerenje boje koja se sastoji od spektrofotometra i šablone. Na šablone su izrezani krugovi unutar kojih se mjerila boja kako bi se osiguralo da se boja mjerila uvijek na istom mjestu na uzorku. Prije mjerenja

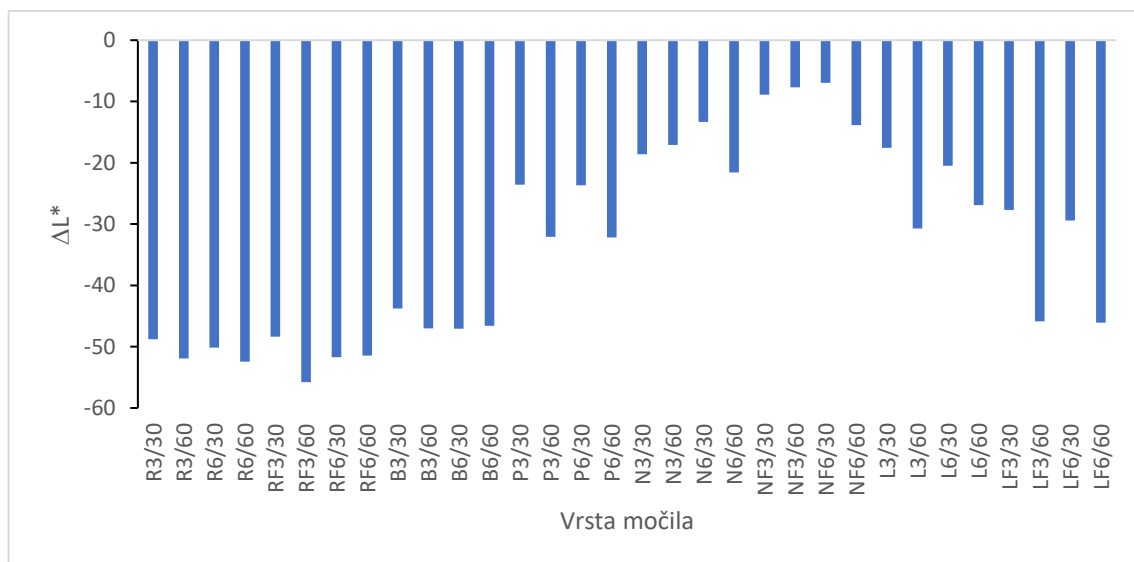
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

uređaj je potrebno kalibrirati. Uzorak močenog furnira se postavi ispod šablone, a nakon izmjerenih šest točaka uređaj očitava prosječne $L^*a^*b^*$ vrijednosti.

REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Promjena boje nakon močenja

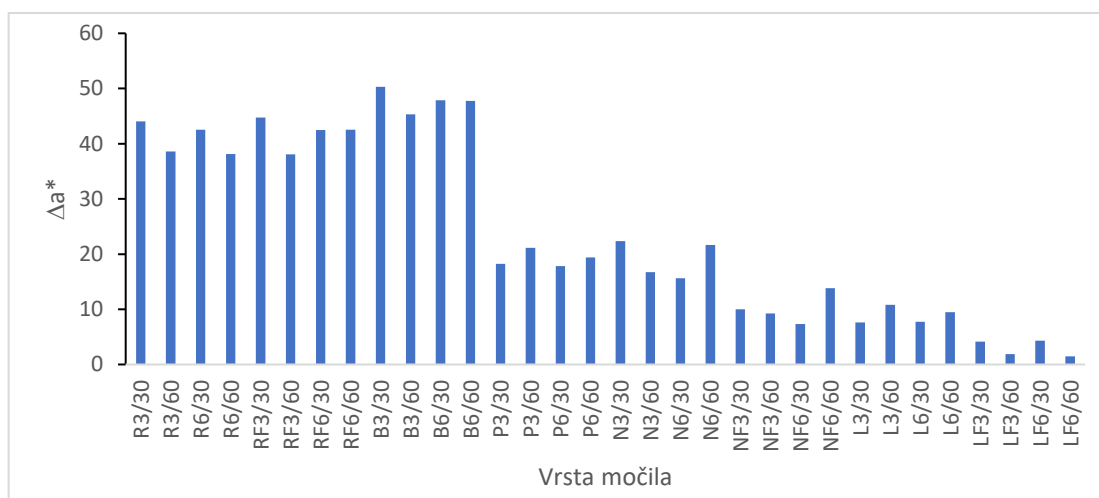
Promjena boje nakon močenja mjerena je kako bi se utvrdio utjecaj temperature i vremena močenja na izgled konačne dobivene boje.



Slika 29. Promjena svjetline (ΔL^*) nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

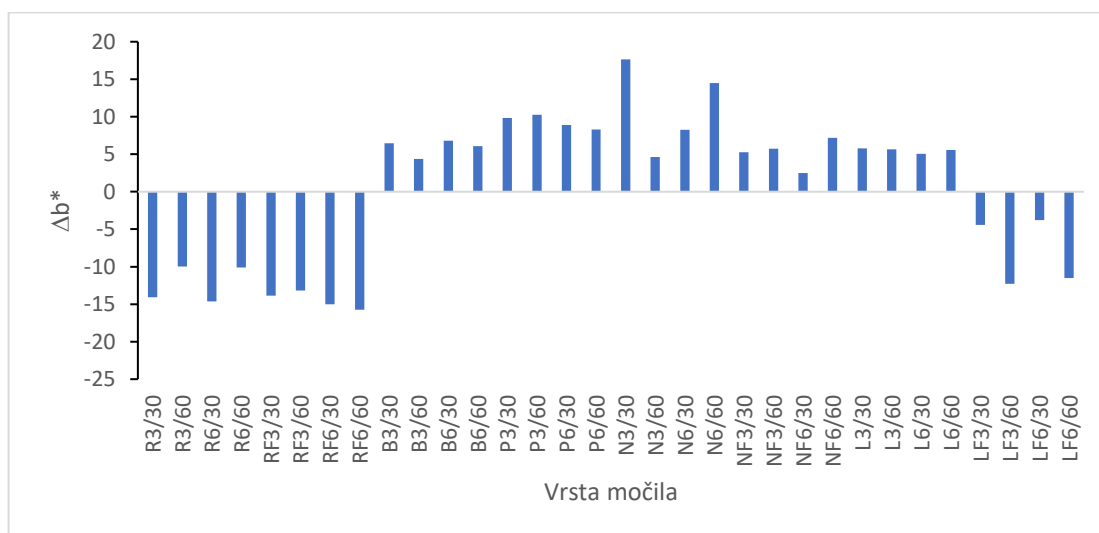
Slika 29 prikazuje promjenu svjetline uzoraka javorovine nakon močenja. Možemo primijetiti da se svjetlina svih uzoraka smanjila, odnosno uzorci su potamnili nakon močenja. Najveća promjena u svjetlini vidljiva je na uzorcima obrađenima reaktivnim močilom, močilom s bojilima i prirodnim močilom-logwood. Upotreba fiksatora u reaktivnom močilu nije utjecala na promjenu svjetline, dok je upotreba fiksatora na uzorcima obrađenim prirodnim močilom-logwood naročito pri temperaturi močenja od 60 °C imala utjecaj, tj. uzorci su potamnili. Najmanja promjena svjetline bila je na uzorcima močenim prirodnim močilom-broč s fiksatorom.

4. REZULTATI I RASPRAVA



Slika 30. Promjena Δa^* nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

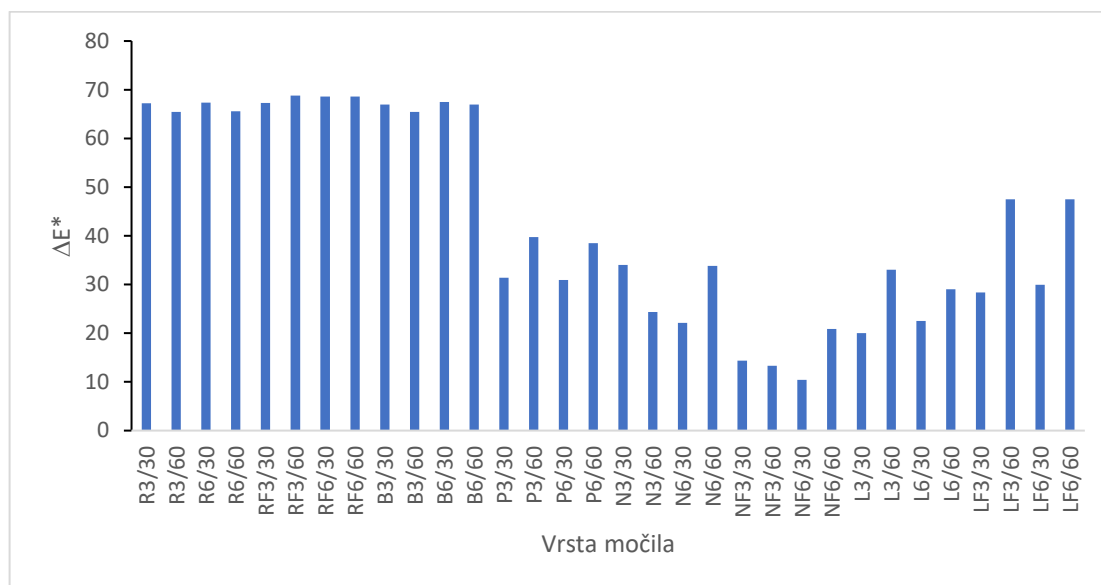
Na slici 30 prikazana je promjena Δa^* na uzorcima javorovine nakon močenja. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da se udio crvenog tona na uzorcima obrađenim reaktivnim močilima i močilima s bojilom znatno povećao, dok je ta promjena na uzorcima obrađenima prirodnim močilom-logwood najmanja. Najveća promjena između močila vidljiva je pri temperaturi močenja od 30 °C, a najveći udio crvenog tona vidljiv je na uzorcima obrađenima močilom s bojilom.



Slika 31. Promjena Δb^* nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

4. REZULTATI I I RASPRAVA

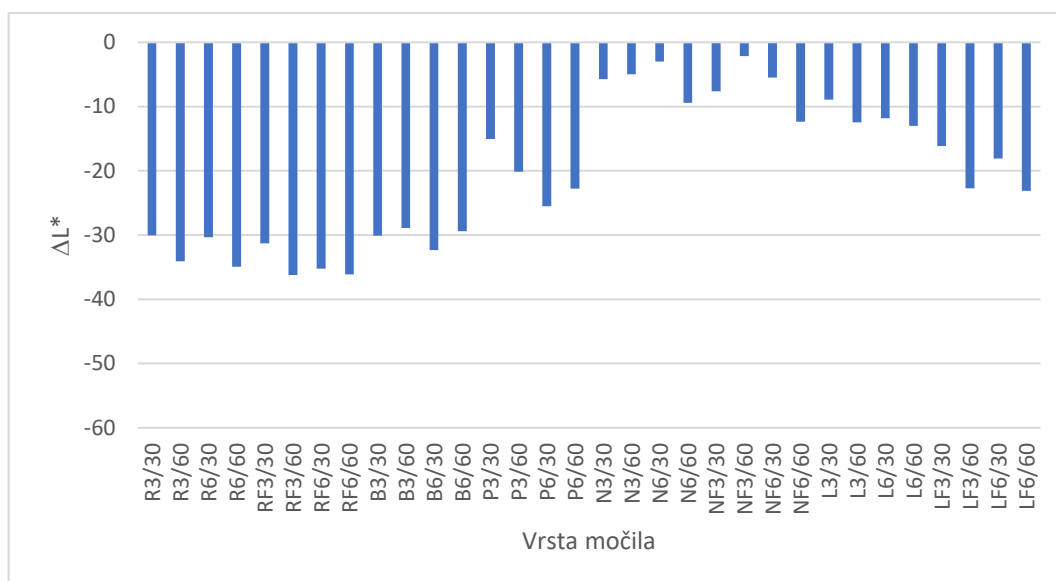
Na slici 31 prikazana je promjena Δb^* na uzorcima javorovine nakon močenja. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da se na uzorcima obrađenim reaktivnim močilima i prirodnim močilom-logwood + fiksator povećao udio plavog tona. Na uzorcima reaktivnog močila s fiksatorom temperatura i vrijeme močenja nisu imali utjecaj na promjenu vrijednosti Δb^* , dok je na uzorcima bez fiksatora veći udio plavog tona pri temperaturi močenja od 30 °C. Kod prirodnog močila-logwood s fiksatorom puno je veći udio plavog tona postignut pri temperaturi od 60 °C. Kod ostalih močila povećao se udio žutog tona koji je najveći kod prirodnog močila-broč bez fiksatora.



Slika 32. Ukupna promjena boje (ΔE^*) nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

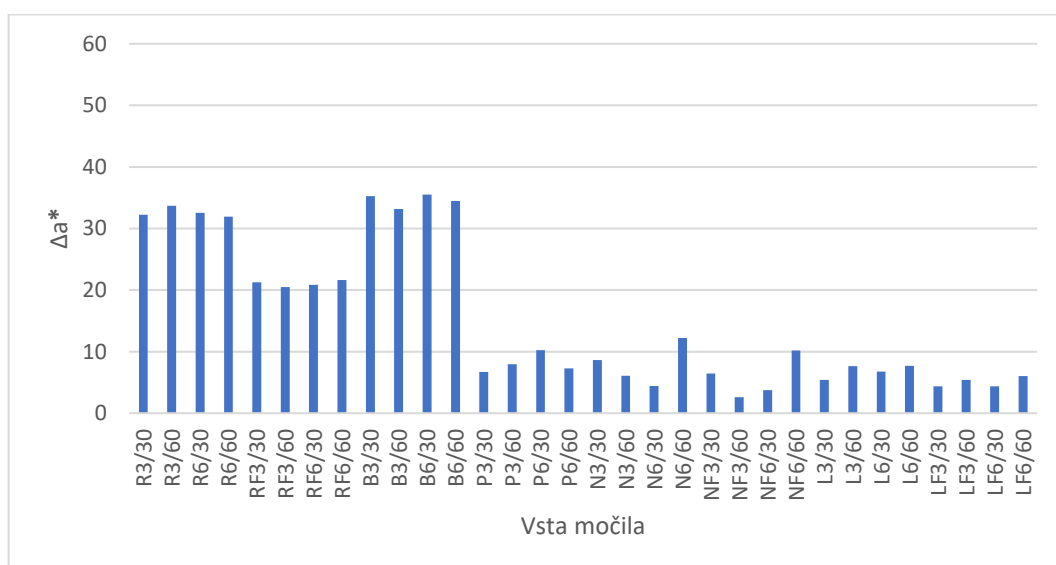
Na slici 32 prikazana je ukupna promjena boje nakon močenja na uzorcima javorovine. Vidljivo je da je najveća promjena boje postignuta upotrebom reaktivnih močila i močila s bojilima bez obzira na vrijeme i temperature močenja, dok je najmanja promjena postignuta korištenjem prirodnog bojila-broč s fiksatorom. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilom-logwooda s fiksatorom najveća promjena boje vidljiva je pri temperaturi močenja od 60 °C.

4. REZULTATI I RASPRAVA



Slika 33. Promjena svjetline (ΔL^*) nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

Na slici 33 prikazana je promjena svjetline nakon močenja na uzorcima hrastovine te je vidljivo da se svjetlina na svim uzorcima smanjila. Najveća promjena svjetline vidljiva je na uzorcima obrađenima reaktivnim močilima gdje je povećanje temperature utjecalo na smanjenje svjetline. Također na uzorcima obrađenim močilom s bojilima primjetno je veliko smanjenje svjetline. Najmanja promjena svjetline vidljiva je na uzorcima obrađenim prirodnim močilom-broč s i bez fiksatora, a kod prirodnog močila-logwooda korištenje fiksatora i povećanje temperature močenja utjecalo je na smanjenje svjetline.

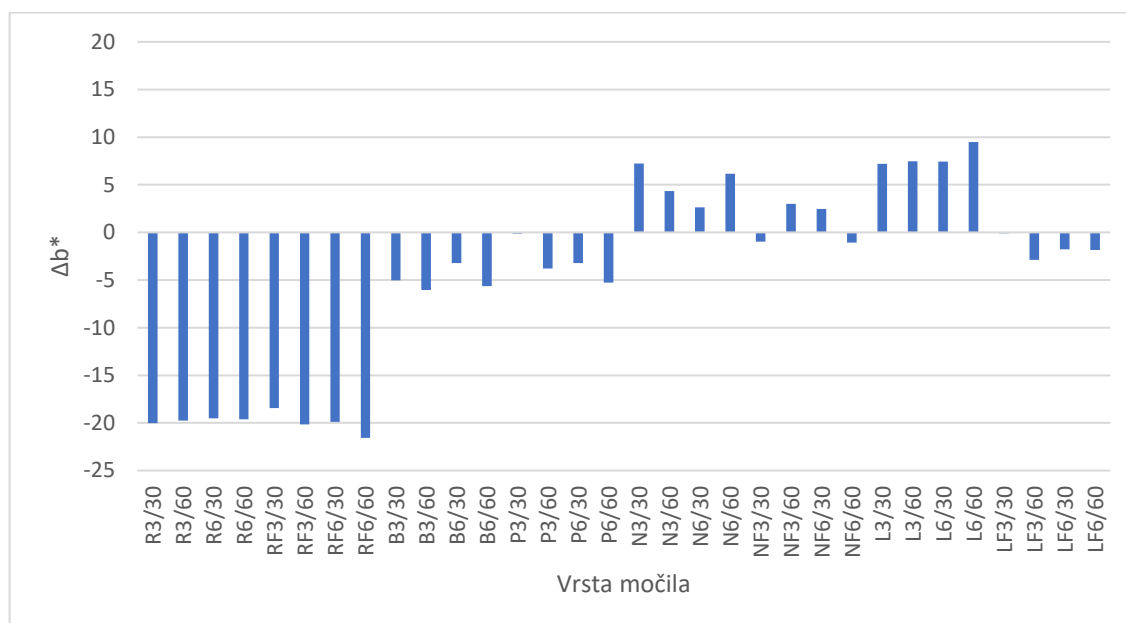


Slika 34. Promjena Δa^* nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s

4. REZULTATI I I RASPRAVA

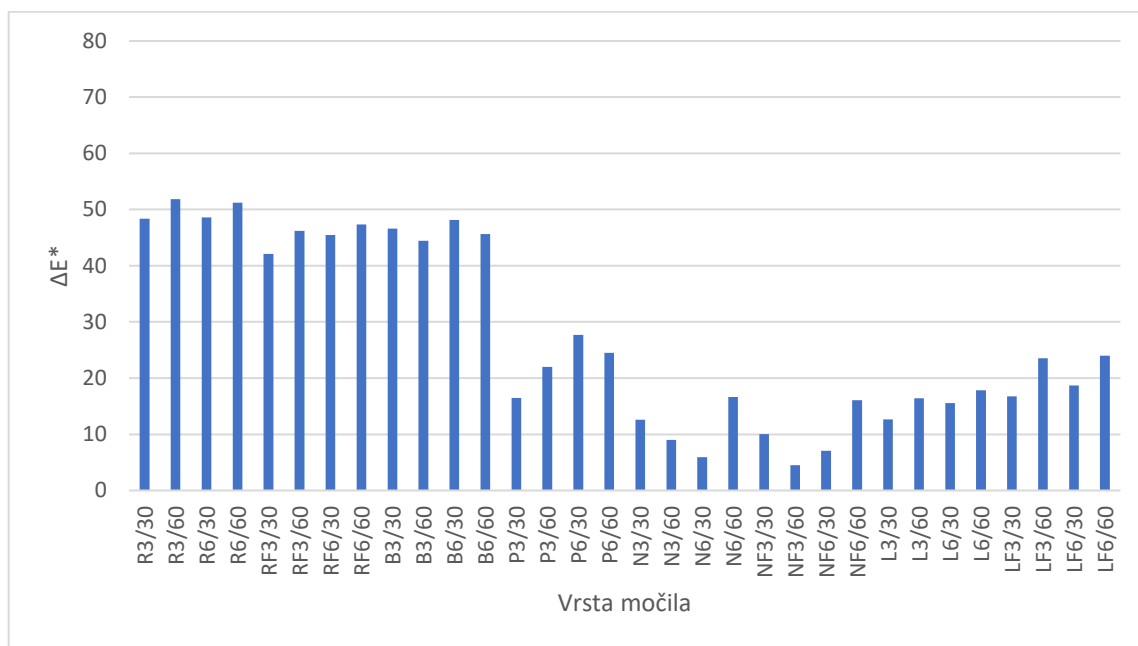
fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

Na slici 34 prikazana je promjena Δa^* nakon močenja na kojoj je vidljivo da je na svim uzorcima hrastovine došlo do povećanja crvenog tona. Na uzorcima obrađenih reaktivnim močilom i močilom s bojilima najveće je povećanje crvenog tona. Dodatak fiksatora u reaktivno močilo nije utjecao na povećanje crvenog tona. Također, kod uzoraka obrađenih reaktivnim močilom temperatura i vrijeme močenja nisu imali veliki utjecaj na vrijednost Δa^* .



Slika 35. Promjena Δb^* nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

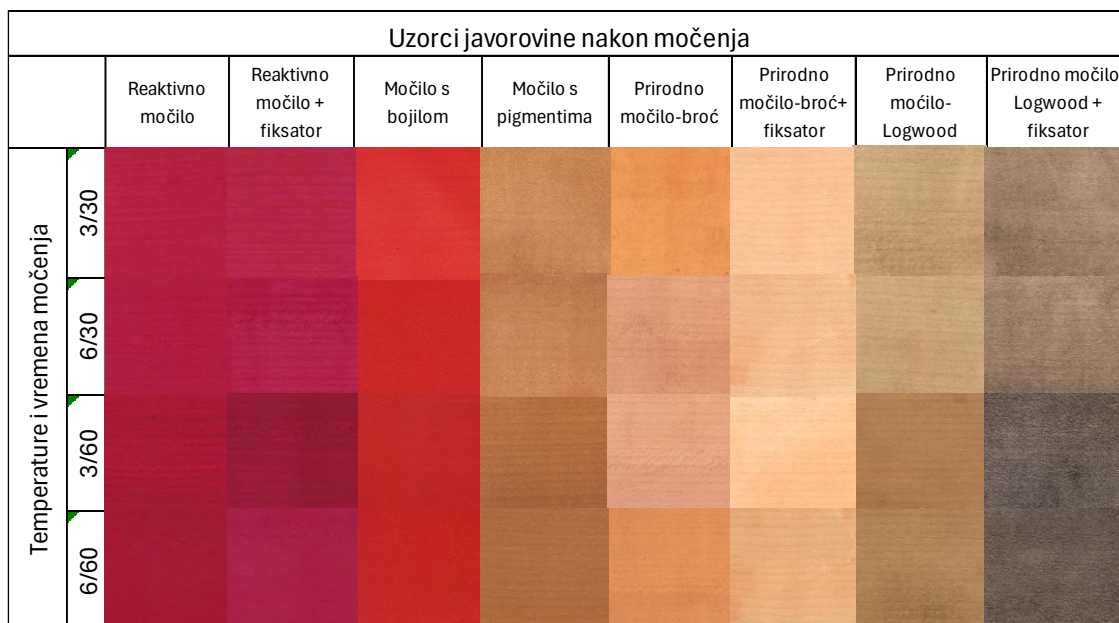
Na slici 35 vidljiva je promjena Δb^* nakon močenja na uzorcima hrastovine. Kod upotrebe reaktivnog močila i reaktivnog močila s fiksatorom primijećena je najveća promjena Δb^* koja se očituje u povećanju udjela plavog tona. Također udio plavog tona povećao se kod uzoraka obrađenih močilima s bojilima i pigmentima te prirodnim močilom-logwooda s fiksatorom, ali u znatno manjoj mjeri u odnosu na reaktivna močila. Na uzorcima hrastovine obrađenima prirodnim močilom-broč i prirodnim močilom-logwoodom došlo je do povećanja udjela žutog tona. Kod prirodnog bojila-broč s fiksatorom djelu uzoraka povećao se udio plavog tona, a drugom udio žutog tona. Najmanje promjene vrijednosti Δb^* vidljive su na uzorcima P3/30, NF3/30, L3/30 i LF3/30, pa se može zaključiti da kod primjene ovih močila niska temperatura i kratko vrijeme močenja ne utječu puno na promjenu ovog parametra.



Slika 36. Ukupna promjena boje nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)

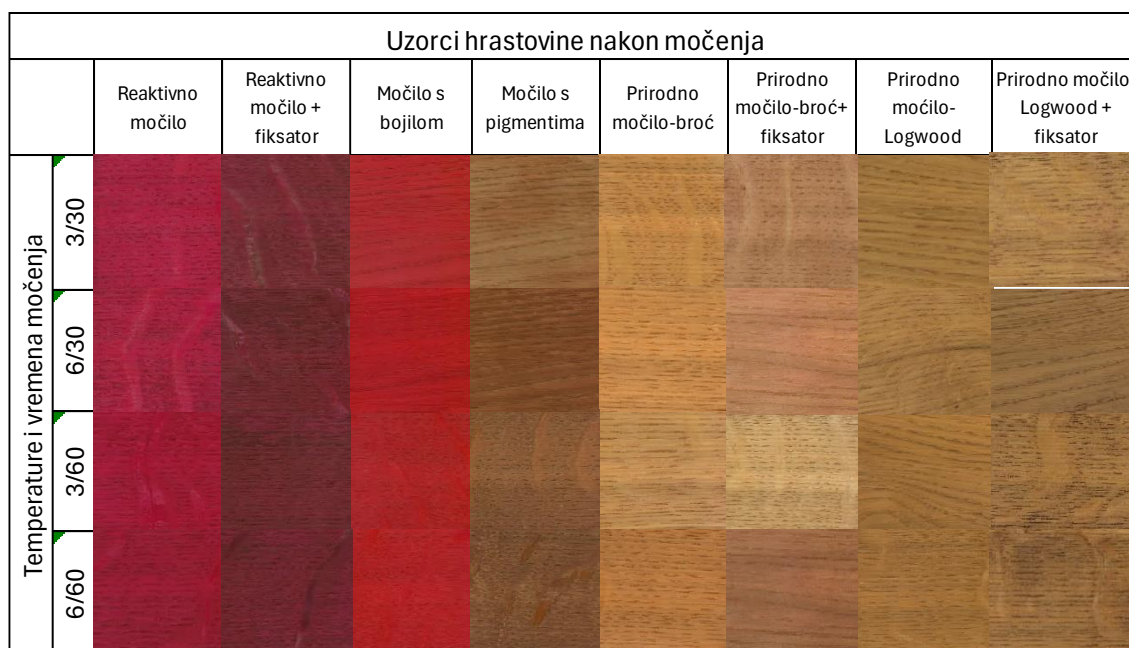
Na slici 36 prikazana je ukupna promjena boje ΔE na uzorcima hrastovine gdje je vidljivo da je najveća promjena postignuta kod uzoraka obrađenih reaktivnim močilima pri temperaturi močenja od 60 °C. Reaktivno močilo s fiksatorom i močilo s bojilima imaju podjednake rezultate ukupne promjene boje. Močilo s pigmentima ima raznolike vrijednosti od kojih je najveća vrijednost promjene pri temperaturi 30 °C i 6 h. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilom-broč najveća ukupna promjena boje vidljiva je na uzorku N6/60 i na uzorku s fiksatorom NF6/60 pa možemo zaključiti da povećanje vremena i temperature močenja kog ovog močila daje najveću promjenu boje. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilom-logwood rezultati su podjednaki, a najveća promjena vidljiva je kod uzorka s dodatkom fiksatorom pri temperaturi močenja od 60 °C.

4. REZULTATI I RASPRAVA



Slika 37. Uzorci javorovine nakon močenja

Na slici 37 prikazani su uzorci javorovine nakon procesa močenja. Na slici se vidi kako tekstura nije potpuno vidljiva i da je temperature močenja imala utjecaj kod nekih uzoraka. Močilo s bojilom kao i prirodno močilo-broč s fiksatorom gotovo jednako izgledaju bez obzira na vrijeme i temperaturu močenja. Kod uzoraka obrađenih močilom s pigmentima, prirodnim močilom-logwood s i bez fiksatora vidljivo je da se povećanjem temperature močenja postiže tamniji ton iako vrijeme močenja nema znatan utjecaj na konačni rezultat.



Slika 38. Uzorci hrastovine nakon močenja

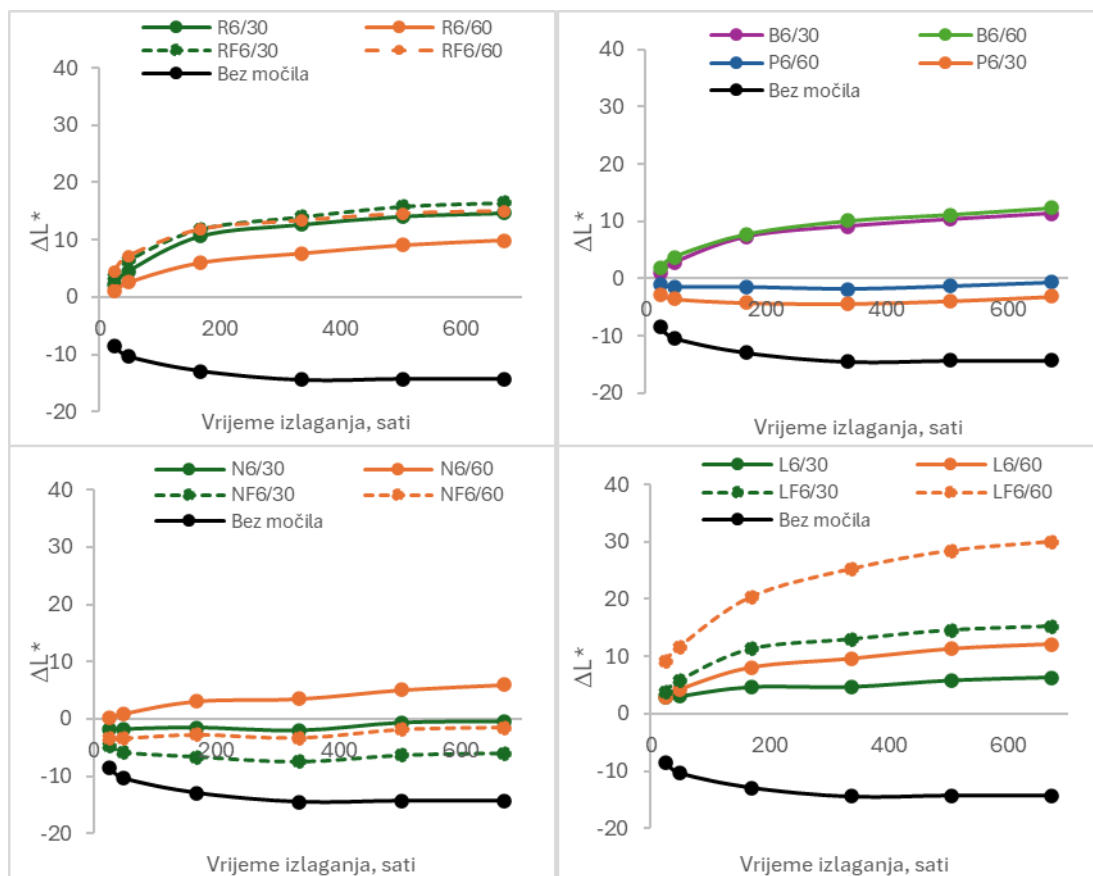
Na slici 38 prikazani su uzorci hrastovine nakon močenja gdje je vidljivo da je boja oživljena, a tekstura nije sakrivena. Također vidljivo je da drvni traci nisu obojani. Prema rezultatima vidljivo je da kod većine primijenjenih močila temperatura i vrijeme močenja nisu imali veliki utjecaj na izgled uzoraka hrastovine. Razlika u izgledu pri temperaturi močenja od 60 °C u odnosu na temperaturu 30 °C kod reaktivnog močila, reaktivnog močila s fiksatorom, močilom s bojilom i pigmentima je minimalna i očituje se u tamnijem tonu površine. Kod primjene prirodnog močila-broč vidljiva je razlika u tonu između uzoraka na kojima je korišten fiksator i koji su bez fiksatora. S druge strane dodatak fiksatora u prirodno močilo-logwooda nije uzrokovao veću razliku u boji u odnosu na močilo bez fiksatora.

Razlike u izgledu između uzoraka javorovine i hrastovine vidljive su u izgledu teksture nakon močenja. Kod uzoraka hrastovine tekstura je oživljena i drvni traci nisu obojeni dok je kod uzoraka javorovine tekstura djelomično vidljiva naročito na uzorcima močenim reaktivnim močilima i bojilima. Kod močenja uzoraka reaktivnim močilom s dodatkom fiksatora na uzorcima hrastovine vidljivo je smanjenje svjetline u odnosu na uzorke močene reaktivnim močilom dok ta razlika na uzorcima javorovine nije toliko naglašena. Upotreba fiksatora kod močenja prirodnim močilima broč i logwood nije imala velik utjecaj na promjenu boje uzoraka hrastovine, dok je pri temperaturi od 60 °C na uzorcima javorovine uočljiva promjena boje i svjetline. Sličnosti između uzoraka javorovine i hrastovine su te što je najveća promjena svjetline i promjena boje postignuta upotrebom reaktivnih močila, sa i bez dodatka fiksatora i močila s bojilima, a povećanjem temperature močenja te promjene postaju izraženije.

4.1. Promjena boje nakon ubrzanog izlaganja UV svjetlosti

Promjena boje nakon ubrzanog izlaganja uzoraka UV svjetlosti pratila se na određenom broju uzoraka, odnosno uređaj je predviđen za ispitivanje 48 uzoraka. Ispitivanje se vršilo na svim uzorcima močila, ali pri vremenu močenja od 6 h i temperaturama od 30 °C i 60 °C.

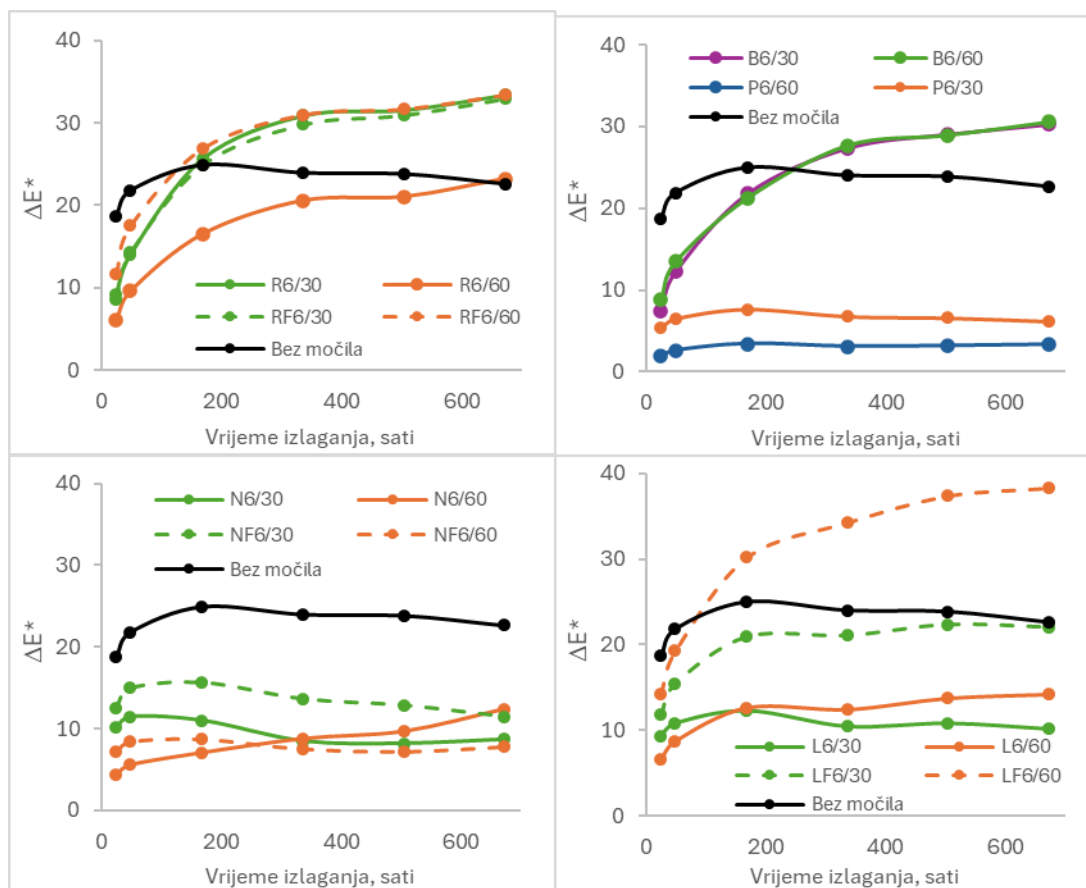
4. REZULTATI I I RASPRAVA



Slika 39. Promjena svjetline na uzorcima javorovine nakon ubrzanog UV izlaganja

Prema rezultatima prikazanim na slici 39 možemo zaključiti kako se uzorku bez močila najviše smanjila svjetlina. Svjetlina se kod uzorka bez močila naglo smanjuje do otprilike 300 h izlaganja nakon čega nema velikih razlika u promjeni svjetline. Također, uzorcima obrađenim prirodnim močilom-broč s fiksatorom i močilom s pigmentima smanjila se svjetlina najviše nakon prvih 48 sati izlaganja nakon čega nema drastične promjene u svjetlini. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilom-broč temperatura močenja imala je utjecaj na svjetlinu, pa tako kod uzorka N6/60 dolazi do stalnog povećanja svjetline, a kod uzorka N6/30 svjetlina se smanjila. Uzorci R6/30, RF6/30 i RF6/60 imaju podjednake rezultate promjene svjetline, dok uzorak R6/60 ima manju promjenu svjetline. Kod uzoraka obrađenih močilom s bojilima temperatura močenja nema utjecaj na povećanje svjetline iako se najveća promjena događa do otprilike 336 dana nakon čega intenzitet promjene opada. Uzorci obrađeni prirodnim močilo-logwood imaju povećanje svjetline nakon UV izlaganja, a uzorak LF6/60 ima najveću promjenu svjetline.

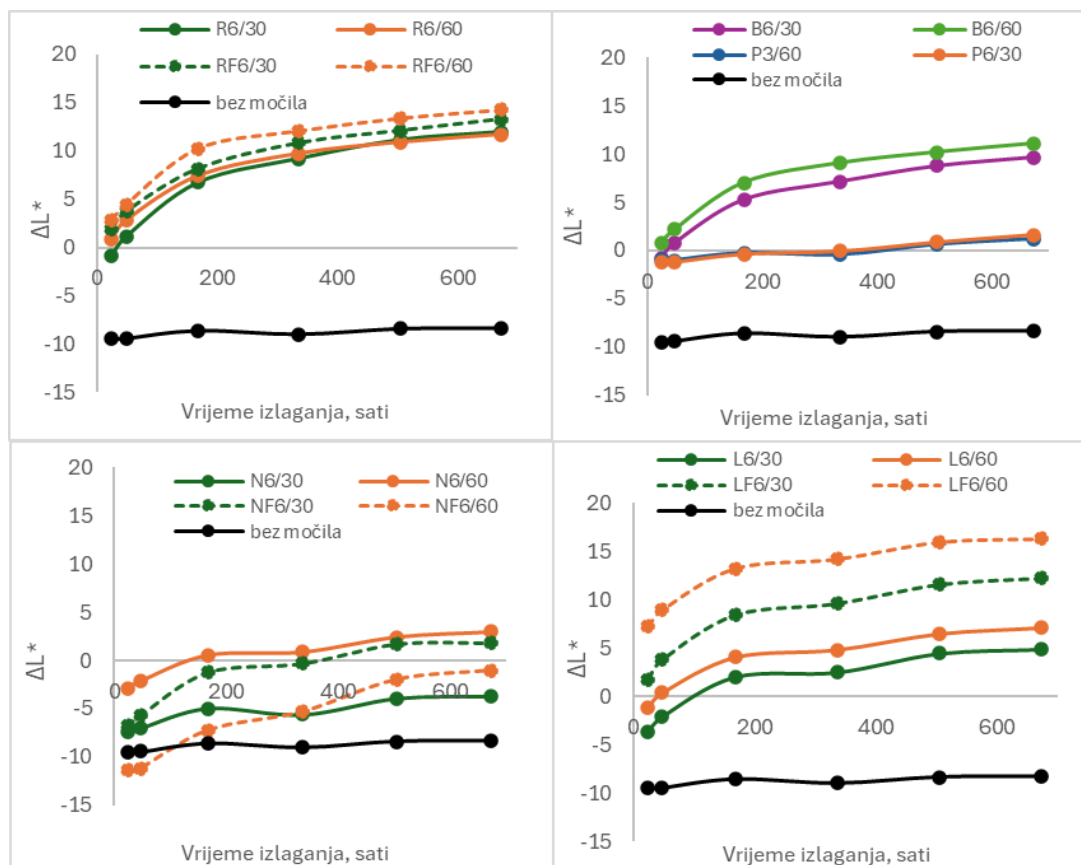
4. REZULTATI I I RASPRAVA



Slika 40. Promjena boje nakon na uzorcima javorovine nakon ubrzanog UV izlaganja

Na slici 40 vidljivo je da uzorak bez močila ima podjednaku promjenu boje tijekom izlaganja, koja je najveća u prvih 168 sati izlaganja. Uzorci obrađeni reaktivnim močilima imaju najveći porast promjene boje do otprilike 336 h izlaganja nakon čega ta promjena lagano stagnira. Najmanju promjenu kod reaktivnih močila ima uzorak R6/60. Od svih uzoraka oni koji su obrađeni močilom s pigmentima imaju najmanju promjenu boje. Na uzorcima obrađenim močilima s bojilima vidljiva je nagla promjena boje u početku izlaganja koja blago opada tek nakon 336 h izlaganja. Uzorci obrađeni prirodnim močilom-broc s i bez fiksatora imaju manju promjenu boje nego uzorak bez močila, a nagla promjena boje vidljiva je u prvih 48 h izlaganja. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilo-logwooda najveću promjenu boje imaju uzorci na koma je korišten fiksator, a povećanje temperature močenja povećalo je i promjenu boje.

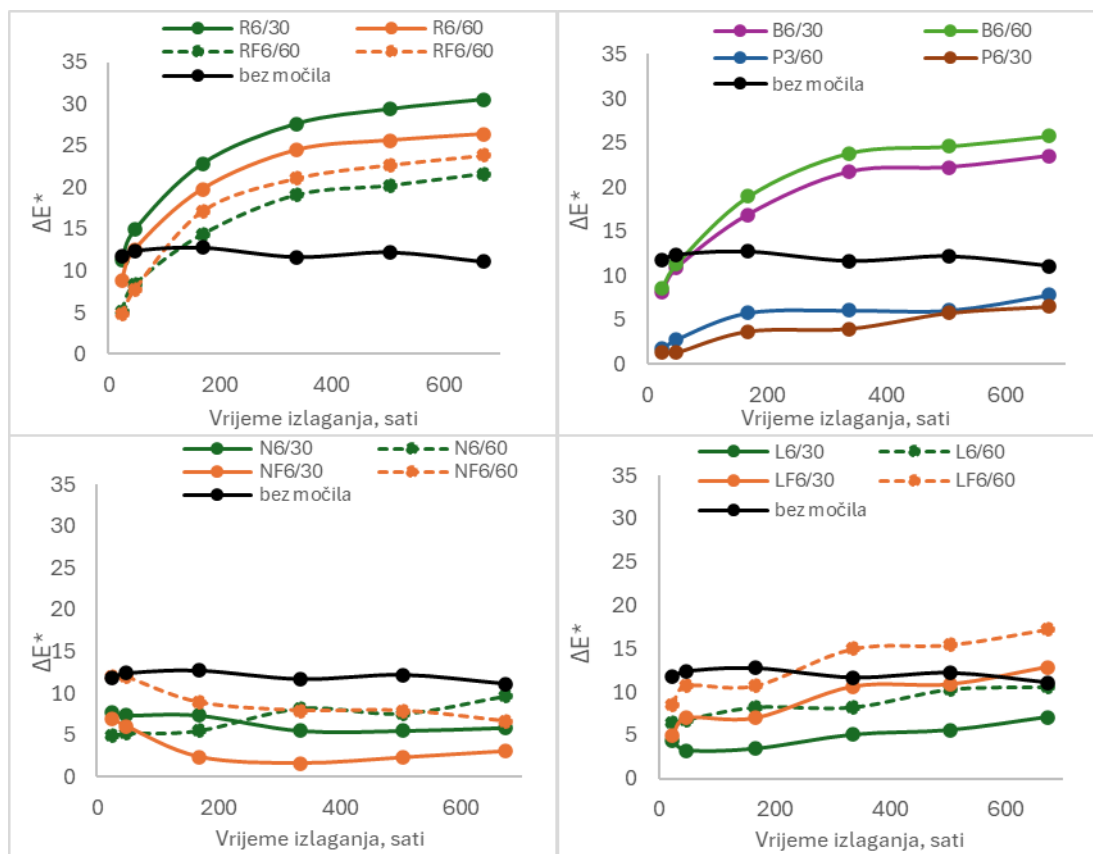
4. REZULTATI I I RASPRAVA



Slika 41. Promjena svjetline na uzorcima hrastovine nakon ubrzanog UV izlaganja

Na slici 41 prikazani su rezultati promjene svjetline uzoraka hrastovine nakon ubrzanog UV izlaganja. Kod uzoraka obrađenih reaktivnih močilima vidljivo je da upotreba fiksatora nije znatno utjecala na promjenu svjetline. Najveće promjene događaju se do otprilike 336 h izlaganja nakon čega se promjene smiruju. Na uzorku bez močila primjećuje se najveća promjena svjetline, odnosno uzorak postaje sve tamniji tijekom izlaganja. Kod uzoraka obrađenih močilima s pigmentima prvo dolazi do smanjenja svjetline, a nakon toga 168 h izlaganja svjetlina počinje rasti. Kod uzoraka obrađenog močilima s bojilima dolazi do naglog porasta svjetline u prvih 168 h izlaganja nakon čega je promjena blaža, a veća temperatura močenja utjecala je na povećanje svjetline. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilom-broč dolazi do povećanja svjetline iako prvo uzorci potamne, a nakon toga svjetlina raste. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilo-logwooda također, se svjetlina povećava najviše nakon prvih 168 h izlaganja, a povećanje temperature močenja imalo je utjecaj na povećanje svjetline nakon izlaganja.

4. REZULTATI I RASPRAVA



Slika 42. Promjena boje na uzorcima hrastovine nakon ubrzanog UV izlaganja

Na slici 42 prikazana je promjena boje uzoraka hrastovine nakon ubrzanog UV izlaganja. Uzorci bez močila imaju konstantnu promjenu boje bez velikih oscilacija. Na uzorcima obrađenim reaktivnim močilima vidljivo je da je upotreba fiksatora imala utjecaj na smanjenje promjene boje, a veća temperatura močenja dala je veću razliku u boji, dok je kod uzorka bez fiksatora veću promjenu boje uzorkovala niža temperatura močenja. Također, vidljivo je da su najveće promjene boje do 336 h izlaganja. Uzorci obrađeni močilom s pigmentima imaju najmanju promjenu boje od svih močila. Kod uzoraka obrađenih močilima s bojilima do promjene boje dolazi najviše do 336 h izlaganja nakon čega promjena slabi, ali povećanjem temperature močenja dolazi do veće promjene boje. Uzorci obrađeni prirodnim bojilom-broč manju promjenu boje nego uzorci bez močila, a najmanju promjenu imaju uzorci obrađeni prirodnim močilom-broč pri temperature od 30 °C. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilo-logwooda situacija je ista kao i kod uzoraka obrađenih prirodnim močilo-broč, odnosno uzorci močeni pri temperaturi od 60 °C imaju veću promjenu boje nego uzorci močeni pri temperaturi od 30 °C.

4. REZULTATI I I RASPRAVA

Uzorak	Vrijeme izlaganja uzoraka javorovine UV svjetlosti					
	24 h	48h	168h	336h	504h	672h
Reaktivno močilo	R6/30					
	R6/60					
Reaktivno močilo + fiksator	RF6/30					
	RF6/60					
Močilo s bojiom	B6/30					
	B6/60					
Močilo s pigmentima	P3/60					
	P6/30					
Prirodno močilo-broć	N6/30					
	N6/60					
Prirodno močilo-broć+ fiksator	NF6/30					
	NF6/60					
Prirodno močilo- Logwood	L6/30					
	L6/60					
Prirodno močilo- Logwood + fiksator	LF6/30					
	LF6/60					
Uzorak bez močila						

Slika 43. Uzorci javorovine tijekom UV izlaganja

Na slici 43 prikazane su fotografije uzoraka javorovine tijekom 4 tjedna ubrzanog UV izlaganja.

4. REZULTATI I I RASPRAVA

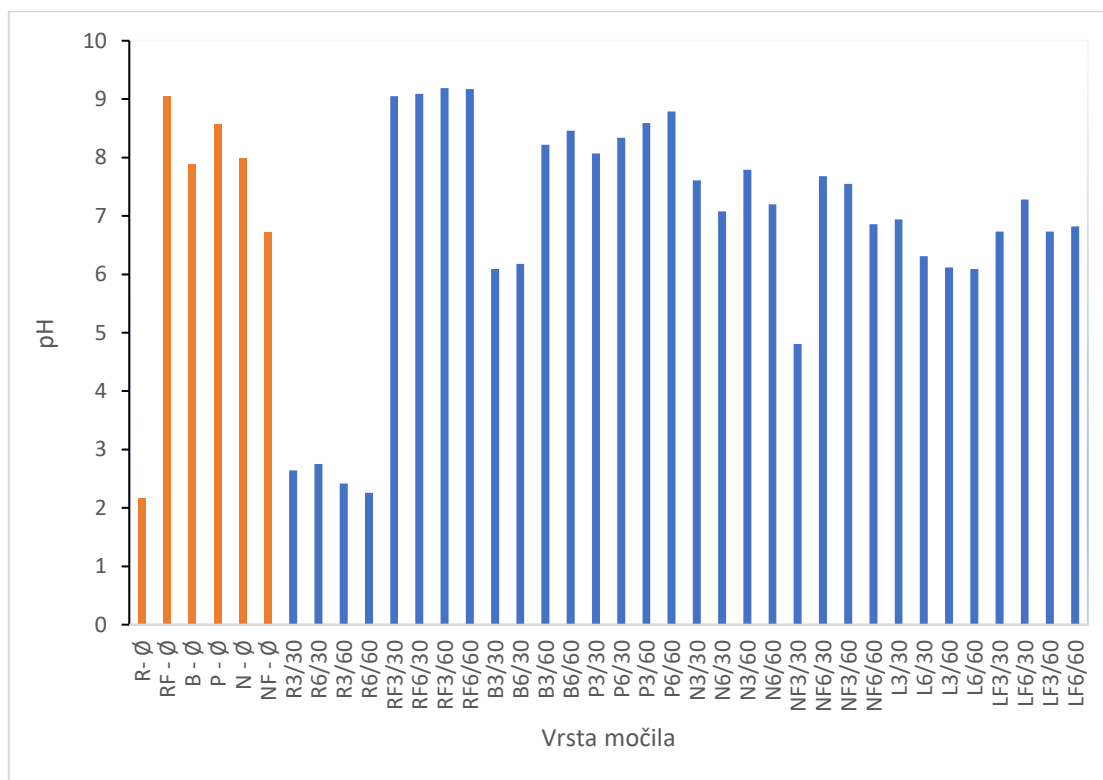
Uzorak	Vrijeme izlaganja uzoraka hrastovine UV svjetlosti					
	24 h	48h	168h	336h	504h	672h
Reaktivno močilo	R6/30					
	R6/60					
Reaktivno močilo + fiksator	RF6/30					
	RF6/60					
Močilo s bojilom	B6/30					
	B6/60					
Močilo s pigmentima	P3/60					
	P6/30					
Prirodno močilo-broč	N6/30					
	N6/60					
Prirodno močilo-broč+ fiksator	NF6/30					
	NF6/60					
Prirodno močilo-Logwood	L6/30					
	L6/60					
Prirodno močilo-Logwood + fiksator	LF6/30					
	LF6/60					
Uzorak bez močila						

Slika 44. Uzorci hrastovine tijekom UV izlaganja

Na slici 44 prikazane su fotografije uzoraka hrastovine tijekom 4 tjedna ubrzanog UV izlaganja.

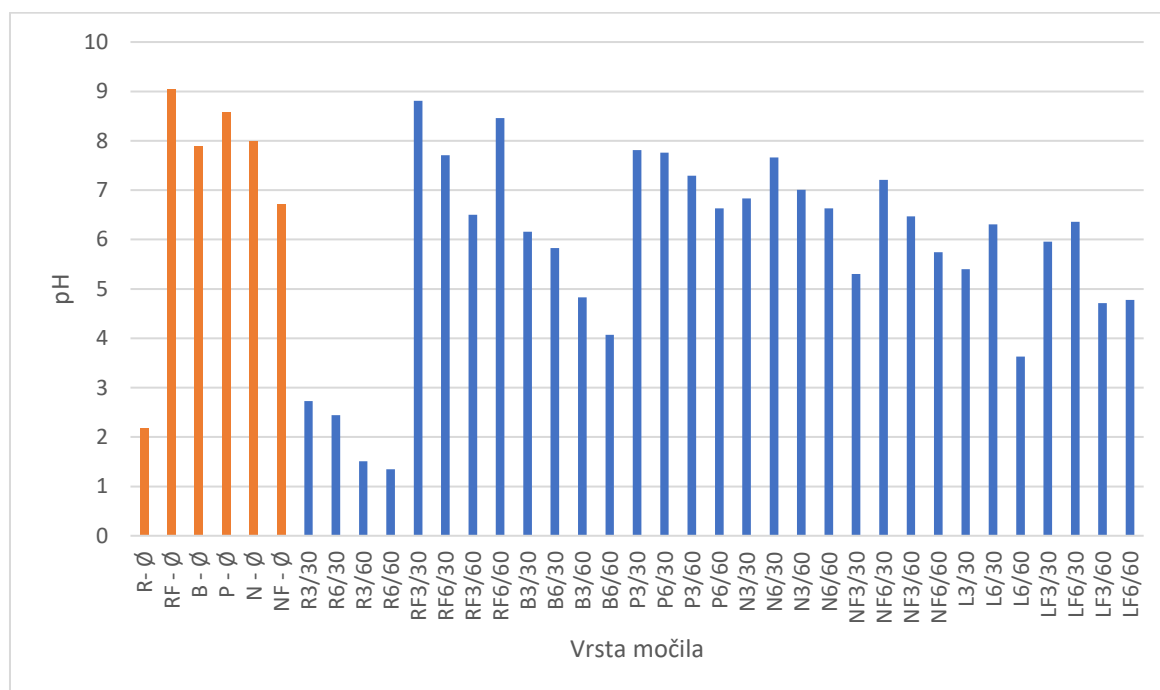
Nakon ubrzanog UV izlaganja uzoraka hrastovine i javorovine u trajanju od 4 tjedna vidljive su promjene u svjetlini i boji uzoraka. Najveće promjene u izgledu vidljive su na uzorcima močenim reaktivnim močilom sa i bez dodatka fiksatora i močila s bojilima gdje je vidljiva promjena u smanjenju crvenog tona karakterističnog za ove vrste močila. Na uzorcima hrastovine drvni traci s povećanjem vremena izlaganja postaju sve izraženiji. Najveća promjena svjetline dobivena mjerenjem za oba uzorka vidljiva je na uzorcima koji nisu obrađeni močilom gdje se najveće promjene događaju u prvih 336 h izlaganja. Upotreba fiksatora u reaktivnim močilima kod obje vrste uzoraka nije utjecala na smanjenje svjetline, ali kod močila s bojilima na uzorcima hrastove povećanje temperature močenja utječe na povećanje svjetline tijekom izlaganja. Kod uzoraka močenih prirodnim močilom broć na uzorcima javorovine povećanjem temperature dolazi do povećanja svjetline dok na uzorcima hrastovine prvo dolazi do smanjenja svjetline, a nakon toga svjetlina raste. Kod ukupne promjene boje najbolje rezultate daje upotreba močila s pigmentima koji na obje vrste uzoraka imaju najmanju promjenu boje. Upotreba fiksatora u reaktivnom močilo na uzorcima hrastovine utječe na smanjenje promjene boje, a veća temperatura močenja daje veće promjene boje. Kod javorovine močene reaktivnim močilom povećanje temperature močenja smanjuje promjenu boje. Kod uzoraka močenih prirodnim močilima na obje vrste uzoraka povećanjem temperature močenja dolazi do povećanja promjene boje, a kod javorovine najveća promjena vidljiva je na uzorcima prirodnog močila-Logwood s dodatkom fiksatora.

4.1. Promjena pH vrijednosti močila



Slika 45. pH vrijednosti močila korištenih pri močenju uzoraka javorovine

Na slici 45 narančastim stupcima označene su pH vrijednosti močila prije močenja, a plavima pH vrijednosti nakon močenja uzoraka javorovine. Iz rezultata je vidljivo da je reaktivno močilo kiselo i nakon močenja pH ostaje približno isti dok se dodatkom fiksatora pH povećala i močilo je postalo lužnato. Nakon močenja pH vrijednosti reaktivnog močila s fiksatorom približno su jednake močilu prije močenja. Kod močila s bojilima pri nižim temperaturama močenja smanjuje se pH, a pri većim temperaturama močenje se pH povećava. Za zaliku od močila s bojilima, močila s pigmentima imaju pH otprilike istu prije i poslije močenja. Kod prirodnog močila-broč vrijeme močenja utječe na smanjenje pH, a kod prirodnog močila-broč s fiksatorom pH je veći nakon močenja od pH prije močenja. Kod prirodnog močila-logwood pH vrijednosti su otprilike jednake prije i poslije močenja, ali kod upotrebe fiksatora su malo veće.



Slika 46. pH vrijednost močila korištenih pri močenju uzoraka hrastovine

Na slici 46 prikazane su pH vrijednosti močila korištenih pri močenju hrastovine. Kod reaktivnog močila pH je niski, a s povećanjem temperature močenja pH još više pada. Kod reaktivnog močila s fiksatorom pH prije močenja viši je od pH nakon močenja. Kod močila s bojilima situacija je sljedeća, pH nakon močenja je niži od pH prije močenja, a povećanjem vremena i temperature močenja pH pada pa tako najviši pH ima uzorak B3/30, a najniži uzorak B6/60. Kod močila s pigmentima pH močila je nešto niži nakon močenja. Pri temperaturi močenja od 30 °C pH je približno isti prije i nakon močenja, dok se pri temperaturi močenja od 60 °C pH malo smanjio u odnosu na pH prije močenja. Kod prirodnih močila pH je manji nakon močenja, osim kod uzorka

NF6/30 kojemu je pH nakon močenja veći nego prije močenja. Kod prirodnog močila-logwood pri močenju temperaturom od 60°C pH se smanjilo u odnosu na pH prije močenja.

Rezultati mjerenja pH vrijednosti pokazuju da povećanje temperature močenja kod uzoraka hrastovine močene reaktivnim močilom utječe na smanjenje pH vrijednosti dok je kod uzoraka javorovine približno ista. Dodatak fiksatora reaktivnom močilu povećava lužnatost. Kod uzoraka javorovine pH vrijednost približna je prije i nakon močenja, dok na uzorcima hrastovine pH nakon močenja se smanjuje. Kod uzoraka močila s bojilima temperatura ima utjecaj na pH vrijednost. Uzorcima javorovine niža temperatura smanjuje, a viša povećava pH dok na uzorcima hrastovine povećanjem temperature i vremena močenja pada pH vrijednost. Upotreba močila s pigmentima kod obje vrste uzoraka daje približno jednake rezultate prije i nakon močenja. Kod prirodnih močila s fiksatorom, dodatak fiksatora na uzorcima javorovine povećava pH nakon močenja kod broća dok je kod logwooda vrijednost je približno jednaka pH prije močenja, a kod uzoraka hrastovine pH nakon močenja je manji nego prije močenja kod oba prirodna močila.

ZAKLJUČAK

Kada govorimo o utjecaju fiksatora na izgled boje nakon močenja možemo zaključiti da kod nekih uzoraka ne utječe toliko na promjenu boje kao naprimjer kod reaktivnog močila, ali je zato upotreba fiksatora kod prirodnog močila-logwood utjecala na ton dobivene boje naročito pri većoj temperaturi močenja. Kod obje vrste drva najveća promjena boje nakon močenja postignuta je upotrebom reaktivnog močila pri temperaturi od 60°, ali temperatura močenja ima različit utjecaj na svjetlinu ovih uzoraka. Dok se kod uzoraka javorovine močenih reaktivnim močilom s promjenom temperature svjetlina nije bitno mijenjala, kod hrastovih uzoraka povećanje temperature močenja imalo je utjecaj na smanjenje svjetline. Kod prirodnih močila upotreba fiksatora dala je različite rezultate. Na uzorcima javorovine upotreba fiksatora kod prirodnog močila-broć dala je najmanju promjenu boje, dok je kod prirodnog močila-logwooda ta promjena bila najveća naročito pri temperaturi močenja od 60 °C. Kod uzoraka hrastovine upotreba fiksatora ne razlikuje se toliko između prirodnog močila-broć s i bez fiksatora, ali povećanjem vremena i temperature močenja raste i promjena boje. Kod prirodnog močila-logwood vrijeme i temperatura močenja nisu imali veliki utjecaj na promjenu boje.

Kada je riječ o rezultatima ubrzanog UV izlaganja rezultati se prilično razlikuju. Najveće promjene boje događaju se u prvih 48 h nakon čega nastala promjena ovisi o svjetlootpornosti korištenih močila i načinu na koji je uzorak furnira tretiran. Kod uzoraka furnira drva javora obrađenih prirodnim močilom-broć, prirodnog močila-broć s fiksatorom i močilom s pigmentima u prvih 48 sati dolazi do nagle promjene svjetline nakon čega ta promjena više nije drastična. Uzorci obrađeni reaktivnim močilom s i bez fiksatora imaju podjednake rezultate što govori da upotreba fiksatora nije pridonijela boljoj svjetlootpornosti. Ipak najveća promjena boje zabilježena je na uzorku obrađenom prirodnim močilom-logwoodu s fiksatorom pri temperaturi močenja od 60 °C i vremenskom periodu od 6 h. Kod reaktivnih močila gledajući rezultate ukupne promjene boje najveća promjena događa se u periodu do 336 h izlaganja, a najmanju promjenu boje imali su uzorci obrađeni reaktivnim močilom pri temperaturi od 60 °C i 6 h. Najmanja promjena boje zabilježena je na uzorcima obrađenim močilom s pigmentima što je očekivani rezultat s obzirom da su pigmenti vrlo postojani na djelovanje svjetlosti.

Kod uzoraka furnira drva hrasta nakon ubrzanog UV izlaganja također je primijećeno da upotreba fiksatora kod reaktivnog močila nije znatno poboljšala svjetlootpornost u usporedbi s reaktivnim močilom bez fiksatora. Najveće promjene zabilježene su u prvih 336 h UV izlaganja. Kod uzoraka obrađenih prirodnim močilima-broć i logwood primijećeno je da se prvo svjetlina smanjuje, nakon 168 h izlaganja svjetlina se počinje povećavati. Jednaka promjena vidljiva je na uzorcima obrađenim močilima s pigmentima. Kada je riječ o promjeni boje uzoraka obrađenih reaktivnim močilima vidljivo je da je upotreba fiksatora utjecala na smanjenje promjene boje. Veća promjena boje kod reaktivnih močila vidljiva je na uzorcima močenim pri 30 °C, dok je kod uzoraka s fiksatorom veća promjena ostvarena je pri temperaturi močenja od 60

5. ZAKLJUČAK

°C. Za uzorke obrađene prirodnim močilima-broć i loogwood te močilom s bojilima, može se zaključiti da povećanje temperature močenja utječe na povećanje promjene boje. Kao i kod uzoraka javorovine močilo s pigmentima imalo je najbolje rezultate promjene boje na uzorcima hrastovine, pa se može zaključiti da ova vrsta močila ima najbolju svjetlootpornost.

Promatrajući rezultate pH vrijednosti močila možemo zaključiti da dodatak fiksatora u otopinu povećava njenu lužnatost. Kod uzoraka javorovine pH vrijednost reaktivnih močila s i bez fiksatora ostaje približno jednaka vrijednosti prije močenja. Kod uzoraka hrastovine povećanjem temperature reaktivnom močila pH vrijednost pada, a isto tako reaktivno močilo s fiksatorom ima veću vrijednosti prije močenja. pH vrijednost močila s bojilima kod uzoraka javorovine smanjuje se pri nižoj temperaturi močenja, a povećava pri višoj temperaturi močenja. Na močila s pigmentima promjena temperature i vremena močenja nema utjecaj na pH vrijednost. Na uzorcima hrastovine obrađenim močilima s pigmentima povećanje vremena i temperature močenja smanjuje pH vrijednost močila nakon močenja. Kod prirodnih močila na obje vrste drva pH vrijednost se smanjuje nakon močenja.

LITERATURA

1. Benko, A., Glogor, M. I., Randić, M., Kapović, M., Simončić, K. N., Živković, M., 2009: Moć boja, kako su boje osvojile svijet, Eetnografski muzej, Zagreb.
2. Bilffl, M., 1985: Određivanje boja. *Drvna industrija*, 36 (9-10): 277-227.
3. Deng, H., 2010: Application and Outlook of Environment-friendly Reactive Dyes in Wood Dyeing Industry. International Conference on Management and Service Science, Wuhan, China, pp. 1-4. <https://doi.org/10.1109/icmss.2010.5576452>
4. Hesse Lignal, 2017: Manual for the BMS stain mixing system. https://www.hesse-lignal.de/fileadmin/content/documents/Technische_Beschreibungen_englisch/BMS_Handbuch_EN.pdf (Pristupljeno: 26.8.2024.)
5. Jaić M., Živanović-Trbojević R., 2000: Površinska obrada drveta. Zavod za grafičku tehniku TMF, Beograd.
6. Jirouš-Rajković, V., 2023a: Boja prezentacija. https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/9045254/mod_resource/content/5/boja%20i%20njeno%20mjerenje-2020.pdf (Pristupljeno: 30.8.2024.)
7. Jirouš-Rajković, V., 2023b: Močenje (bojenje) drva. https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/9045261/mod_resource/content/6/MO%C4%8CENJE%20%28BOJENJE%29%20DRVA%202021.pdf (Pristupljeno: 26.8.2024.)
8. Ljuljka, B., 1989: Površinska obrada drva. Sveučilišna naklada d.o.o., Zagreb.
9. Mikuljan, M., Kutnar, A., 2023: Measurement of colour changes in natural and surface-treated wood. <https://innorenew.eu/2023/06/measurement-colour-changes-natural-surface-treated-wood/> (Pristupljeno: 30.8.2024.)
10. Nguyen, N. B., 2018: Mechanism of veneer dyeing for production of multilaminar veneer from plantation-grown *Eucalyptus globulus*. PhD Thesis, The University of Melbourne, Faculty of Science, School of Ecosystem and Forest Sciences.
11. Winandy, J. E., Rowell, R. M., 1984: The Chemistry of Wood Strenght. In: The Chemistry of Solid Wood, Advances in Chemistry, American Chemical Society, ACS Publications, Chapter 5, pp. 211-255. <https://doi.org/10.1021/ba-1984-0207.ch005>
12. Yu, S., Xu, D., Zhang, X., Yu, T., Liu, Y., Wang, X., Li, N., 2015: Development of dyeing mechanism of wood with reactive dyes. In: Proceedings of The International Symposium on Energy Science and Chemical Engineering (ISESCE 2015), Atlantis Press, pp. 141-144. <https://doi.org/10.2991/isesce-15.2015.28>

WEB izvori:

13. „Pigments vs Dyes”: Understanding the Differences Between Dyes and Pigments”, <https://www.pylamdyes.com/blog/pigments-vs-dyes-understanding-the-differences-between-dyes-and-pigments> (Pristupljeno: 26.8.2024.)
14. „Radikal” *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024., <https://www.enciklopedija.hr/clanak/radikal> (Pristupljeno: 27.8.2024.)

15. „Reactive Dye” (Full PDF): <https://www.slideshare.net/slideshow/reactive-dye-full-pdf/249959950#24> (Pristupljeno: 27.8.2024.)
16. „What is the effect of pH in dyeing and what is the optimal pH”: <https://textiletuts.com/effect-of-ph-in-dyeing/> (Pristupljeno: 27.8.2024.)
17. “ XSL Translucent Red”, <https://www.kremerpigmente.com/en/shop/pigments/26140-xsl-translucent-red.html> (Pristupljeno: 1.9.2024.)
18. “Procion MX”, <https://www.jacquardproducts.com/procion-mx> (Pristupljeno: 31.8.2024.)
19. “Q-SUN Xe-2 Xenon Test Chamber”, <https://www.q-lab.com/products/q-sun-xenon-arc-test-chambers/q-sun-xe-2-xenon-test-chamber> (Pristupljeno: 1.9.2024.)
20. “QUV Accelerated Weathering Tester”, <https://www.q-lab.com/products/quv-weathering-tester/quv>, (Pristupljeno: 1.9.2024.)
21. “Soda Ash”, <https://www.jacquardproducts.com/soda-ash> (Pristupljeno: 31.8.2024.)
22. Struna1, Hrvatsko strukovno nazivlje, <http://struna.ihjj.hr/naziv/mocenje-drva/39148/#naziv> (Pristupljeno: 26.8.2024.)
23. Struna2, Hrvatsko strukovno nazivlje, http://struna.ihjj.hr/search-do/?q=furnir&naziv=1&polje=0&projekt=45#container_ (Pristupljeno: 26.8.2024.)

POPIS SLIKA

<i>Slika 1. CIE L*a*b* sustav</i>	3
<i>Slika 2. Negativna slika teksture drva</i>	4
<i>Slika 3. Priprema vodenog močila s pigmentima i bojilima</i>	7
<i>Slika 4. Kemijska struktura reaktivnog močila</i>	8
<i>Slika 5. Biljke za pripremu bojila</i>	9
<i>Slika 6. Minerali za izradu bojila</i>	9
<i>Slika 7. Uzorci furnira javora</i>	13
<i>Slika 8. Uzorci furnira hrasta</i>	13
<i>Slika 9. Reaktivno močilo u prahu</i>	15
<i>Slika 10. Fiksator za reaktivno močilo</i>	15
<i>Slika 11. Reaktivno močilo u prahu</i>	15
<i>Slika 12. Priprema reaktivnog močila</i>	15
<i>Slika 13. Bojilo u prahu</i>	16
<i>Slika 14. Priprema močila s bojilima</i>	16
<i>Slika 15. Pigmenti u prahu</i>	17
<i>Slika 16. Priprema močila s pigmentima</i>	17
<i>Slika 17. Priprema prirodnog močila</i>	17
<i>Slika 18. Cijeđenje korijena nakon pripreme močila</i>	17
<i>Slika 19. Komadići kampeče drva</i>	18
<i>Slika 20. Priprema močila-logwood</i>	18
<i>Slika 21. Ulijevanje močila u vrećice s uzorkom</i>	19
<i>Slika 22. Uzorak prirodnog močila</i>	19
<i>Slika 23. Potapanje uzoraka u vodenoj kupelji</i>	19
<i>Slika 24. Sušenje gotovih uzoraka</i>	19
<i>Slika 25. Uređaj za ubrzano UV izlaganje</i>	20
<i>Slika 26. Ravni držač za uzorke</i>	20
<i>Slika 27. Uređaj za mjerenje pH</i>	21
<i>Slika 28. Oprema za mjerenje boje</i>	21
<i>Slika 29. Promjena svjetline (ΔL^*) nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	23
<i>Slika 30. Promjena Δa^* nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	24
<i>Slika 31. Promjena Δb^* nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	24
<i>Slika 32. Ukupna promjena boje (ΔE^*) nakon močenja na uzorcima javorovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	25

<i>Slika 33. Promjena svjetline (ΔL^*) nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	26
<i>Slika 34. Promjena Δa^* nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	26
<i>Slika 35. Promjena Δb^* nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	27
<i>Slika 36. Ukupna promjena boje nakon močenja na uzorcima hrastovine (R-reaktivno močilo, RF-reaktivno močilo s fiksatorom, B-močilo s bojilima, P-močilo s pigmentima, N-prirodno močilo-broč, NF-prirodno močilo-broč s fiksatorom, L-prirodno močilo-logwood, LF-prirodno močilo-logwood s fiksatorom, 3/30-trajanje močenja od 3 sata pri 30 °C, 3/60-trajanje močenja od 3 sata pri 60 °C, 6/30-trajanje močenja od 6 sati pri 30 °C, 6/60-trajanje močenja od 6 sati pri 60 °C)</i>	28
<i>Slika 37. Uzorci javorovine nakon močenja</i>	29
<i>Slika 38. Uzorci hrastovine nakon močenja</i>	29
<i>Slika 39. Promjena svjetline na uzorcima javorovine nakon ubrzanog UV izlaganja</i>	31
<i>Slika 40. Promjena boje nakon na uzorcima javorovine nakon ubrzanog UV izlaganja</i>	32
<i>Slika 41. Promjena svjetline na uzorcima hrastovine nakon ubrzanog UV izlaganja</i>	33
<i>Slika 42. Promjena boje na uzorcima hrastovine nakon ubrzanog UV izlaganja</i>	34
<i>Slika 43. Uzorci javorovine tijekom UV izlaganja</i>	35
<i>Slika 44. Uzorci hrastovine tijekom UV izlaganja</i>	36
<i>Slika 45. pH vrijednosti močila korištenih pri močenju uzoraka javorovine</i>	37
<i>Slika 46. pH vrijednost močila korištenih pri močenju uzoraka hrastovine</i>	38