

# Utjecaj vrste drva i pripreme površine drva na močenje

---

**Pečarić, Kristijan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:772348>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-27**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**  
**DIPLOMSKI STUDIJ**  
**DRVNOTEHNOLOŠKI PROCESI**

**KRISTIЈAN PEČARIĆ**

**UTJECAJ VRSTE DRVA I POVRŠINSKE OBRADЕ NA**  
**SVOЈSTVA MOČILA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2022.**



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**UTJECAJ VRSTE DRVA I POVRŠINSKE OBRADNE NA  
SVOJSTVA MOČILA**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Drvnotehnološki procesi

Predmet: Tehnološki procesi površinske obrade drva

Ispitno povjerenstvo: 1. (mentor) doc. dr. sc. Josip Miklečić  
2. (član) prof. dr. sc. Vlatka Jirouš-Rajković  
3. (član) izv. prof. dr. sc. Goran Mihulja

Student: Kristijan Pečarić

JMBAG: 0068232452

Datum odobrenja teme: 15.4.2022.

Datum predaje rada: 18.5.2022.

Datum obrane rada: 1.7.2022.

**Zagreb, svibanj, 2022.**

# Temeljna dokumentacijska kartica

Naslov:	Utjecaj vrste drva i površinske obrade na svojstva močila
Autor:	Kristijan Pečarić
Adresa autora:	Majurec 41, Križevci
Mjesto izrade:	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave:	Diplomski rad
Mentor:	doc. dr. sc. Josip Miklečić
Izradu rada pomogao:	/
Godina objave:	2022.
Opseg:	I-V + 45 stranica, 45 slika, 3 tablice i 9 navoda literature
Ključne riječi:	Hrastovina, lipovina, jelovina, močilo, penetracija, boja, sjaj, brušenje
Sažetak:	<p>U ovom diplomskom radu istraživao se utjecaj pripreme površine brušenjem na svojstva močene površine drva. Močenje je način promjene boje drva, a konačni efekt ovisi o velikom broju čimbenika. U istraživanju su korištene tri vrste drva, te vodena i otapalna močila s dodatkom bojila i pigmenata. Na uzorcima se mjerila dubina penetracije močila, promjena svjetline, sjaj te brzina upijanja močila. Rezultati su pokazali da su močila potamnila površinu drva, dok je otapalno močilo penetriralo je dublje u drvo u odnosu na vodeno močilo. Nadalje, najbrže upijanje i najdublja penetracija močila zabilježena je na lipovini, dok je najmanja penetracija močila zabilježena na hrastovini.</p>

## Basic Documentation Card

Title:	Influence of wood species and wood surface preparation on wood staining
Author:	Kristijan Pečarić
Address of Author:	Majurec 41, Križevci
Thesis Performed at:	Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
Publication Type:	Master's thesis
Supervisor:	Assistant Professor Josip Miklečić, PhD
Preparation Assistant:	/
Publication year:	2022.
Volume:	I-V + 45 pages, 45 pictures, 3 tables and 9 references
Key words:	Oak, fir, linden, stain, penetration, color, gloss, sanding
Abstract:	<p>In this thesis, the influence of surface preparation by sanding on the properties of the stained wood surfaces was studied. Staining is a way of changing the color of wood, and the final effect depends on a number of factors. Three types of wood species were used in the research, as well as water and solvent-based stains with the addition of dyes and pigments. The depth of stain penetration, lightness change, gloss and stain absorption rate were measured on the samples. The results showed that the stains darkened the wood surface, and the solvent-based stains penetrated deeper into the wood compared to the water-based stains. Furthermore, the fastest absorption and the deepest stain penetration were recorded on linden, while the lowest wetting penetration was recorded on oak.</p>

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.4.2021.

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

Zagreb, 18. svibnja 2022.

---

*vlastoručni potpis*

*Kristijan Pečarić*

## Sadržaj

Temeljna dokumentacijska kartica .....	I
Basic Documentation Card .....	II
Izjava o akademskoj čestitosti .....	III
Sadržaj .....	IV
Predgovor .....	V
1. Uvod .....	1
1.1. Priprema površine drva prije močenja .....	1
1.2. Utjecaj vrste drva na močenje .....	1
1.3. Vrste i svojstva močila .....	2
1.4. Nanošenje močila .....	3
1.5. Greške močenja .....	4
2. Cilj istraživanja .....	6
3. Materijali i metode .....	7
3.1. Uzorci drva .....	7
3.2. Uzorci močila .....	8
3.3. Priprema površine uzoraka .....	9
3.4. Nanošenje močila .....	11
3.5. Vizualni pregled površine .....	11
3.6. Mjerenje svjetline .....	12
3.7. Mjerenje sjaja .....	12
3.8. Mjerenje dubine penetracije .....	13
3.9. Mjerenje brzine penetracije .....	16
4. Rezultati i diskusija .....	18
4.1. Izgled površine .....	18
4.2. Promjena svjetline .....	24
4.3. Promjena sjaja .....	28
4.4. Dubina penetracije .....	32
4.5. Brzina penetracije .....	37
5. Zaključak .....	40
Literatura .....	42
Popis slika i tablica.....	43



## **Predgovor**

Zahvaljujem se svim profesorima Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu na strpljenju, svom trudu i prenesenom znanju tijekom studiranja te svome mentoru, doc. dr. sc. Josipu Miklečiću, koji mi je pomogao u odabiru teme za diplomski rad te realizaciju istog. Posebno mu zahvaljujem na utrošenom vremenu, angažiranosti i pomoći prilikom pripreme i ispitivanja uzoraka.

Također, zahvaljujem se i asistentima koji su mi pomogli u izradi ovog diplomskog rada

Zahvaljujem se poduzeću Tvornica pogrebne opreme na ustupljenoj sirovini i strojevima za pripremu uzoraka.

Najveće hvala mojoj obitelji, roditeljima, bratu i prijateljima, što su bili uz mene, poticali me u mom radu te vjerovali u mene i moj uspjeh.

## 1. UVOD

### 1.1. Priprema površine drva prije močenja

Od svih koraka koji su uključeni u izradu i doradu drva, brušenje je najomraženije. Ujedno je to i korak koji troši najviše „uzaludnog“ napora. Nakon što je površina drva dovoljno glatka, kada tragovi blanjanja i drugi nedostaci nestanu nema potrebe za daljnjim brušenjem. No završna površina ne mora biti uvijek glatka, može biti i rezbarena. Rezbarenu površinu nije potrebno brusiti jer bismo tako „omekšali“ oštre linije koje je ostavio alat za rezbarenje (Flexner, 2021).

Cilj brušenja je da se postigne glatka površina uz najmanje utrošenog rada. Nekada kada nije bilo današnjih modernih strojeva koristili su se ručni alati. Danas najučinkovitiji alat za uklanjanje tih tragova uz ručne tokarilice i strugalice je brusni papir. Brušenje se započinje dovoljno grubom granulacijom brusnog papira kojim ćemo uz najmanji napor ukloniti sve neželjene nedostatke. Za početak brušenja se obično koriste granulacije P80 i P100. Nakon što uklonimo sve veće nedostatke, ostale ogrebotine uklanjamo sve finijom granulacijom brusnog papira. Najbolja granulacija za završetak je obično P150, P180 ili P220 (Flexner, 2021).

Klasifikacija zrna brusnog papira:

- Jako gruba zrna: P40 – P60
- Srednja gruba zrna: P80 – P120
- Fina zrna: P150 – P180
- Vrlo fina zrna: P220 – P210
- Super fina zrna: od P280 na više (Interiors Desings Ideas, 2019)

### 1.2. Utjecaj vrste drva na močenje

Vrsta drva utječe na površinski efekt močenja. Najvažniji površinski efekti su pozitivna tekstura na četinjačama i rustikalni efekt na prstenasto poroznom drvu. Pozitivni efektom podrazumijeva se da rano drvo ostaje svjetlije, a zone kasnog drva ostaju tamnije nakon močenja. Pod rustikalnim efektom podrazumijeva se intenzivno obojenje pora u odnosu na ostalu površinu drva. Taj efekt vrlo je cijenjen na prstenasto poroznim vrstama drva i može se postići određenom recepturom močila. Vrlo je bitan izbor sastojaka recepture uskladiti s vrstom drva i njihovim akcesornim dijelovima jer

## UVOD

akcesorni dijelovi drva mogu prouzročiti obojenje i utjecati na kvašenje prilikom močenja (Jirouš-Rajković, 2020).

### 1.3. Vrste i svojstva močila

Pod močilima podrazumijevamo kemijske spojeve koji imaju svojstva da oboje druge materijale manje ili više trajno, stvarajući s materijalom kojeg boje kemijsku vezu ili se na njega vežu stalnim fizičkim silama. Močila dijelimo na vodena močila, otapalna močila i kemijska močila ( Jirouš-Rajković, 2020).

Osim što močila dijelimo na vodena, otapalna i kemijska još ih dijelimo na močila koja sadrže bojila i močila koja sadrže pigmente. Bojila su tvari koje apsorbiraju svjetlost u vidljivom dijelu spektra što omogućuje bojanje površine različitim tonovima. Bojila su sredstva za bojanje koja su topljiva u mediju u kojem se primjenjuju. Najčešće vrste bojila koje se primjenjuju su sintetička i organska bojila. Pod pigmentima se podrazumijevaju anorganska i organska sredstva za bojenje koja su nasuprot bojilima netopljiva u mediju u kojem se apliciraju i imaju bolju postojanost na svjetlost i kemijsku otpornost. Primjenom klasičnih pigmenata, treba imati u vidu da su oni u usporedbi s bojilima manje transparentni i da mogu više sakriti teksturu (Jirouš-Rajković, 2020).

Vodena močila:

- Atraktivne, nježne i ujednačene boje
- Uzrokuju dizanje površinskih vlaknaca drva
- Dulje vrijeme sušenja
- Slaba otpornost prema svjetlosti ( Jirouš-Rajković, 2020)

Otapalna močila:

- Kratko vrijeme sušenja
- Jednom osušeno močilo je netopljivo i može podnijeti kontakt s vodom
- Otapalo može otapati smole i ulja u drvu, pa mogu nastati mrlje na površini
- Teško se postižu svijetle i fluorescentne boje ( Jirouš-Rajković, 2020)

Kemijska močila:

Predstavljaju dva velika problema:

## UVOD

- Opasna su za korištenje
- Većina opeče kožu i loša su za zdravlje (Flexner, 2021)

### 1.4. Metode nanošenja močila

Nanošenje močila može se vršiti kistom, spužvom, valjkom, štrcanjem ili uranjanjem.

**Nanošenje močila kistom** – Vrlo je važno kod primjene ove metode nanošenja da se odabere kvalitetan kist ukoliko želimo dobre rezultate nanošenja. Kvalitetni kistovi drže više materijala za nanošenje i ravnomjernije ga raspoređuju po površini. Ova metoda je vrlo laka za korištenje, a kistovi dugo traju. Upotrebom lošije kvalitete kistova vrlo često se javljaju problemi prilikom nanošenja. Ostavljanje tragova od kista, mjehurići te pojava prašine na površini su najčešći problemi koji se javlja prilikom upotrebe metode nanošenja kistom (Flexner, 2021).

**Nanošenje močila spužvicom** – spužvica kao i kist upija više materijala za nanošenje te ga je moguće brže i ravnomjernije rasporediti po površini. Tragovi spužvice, kapanje i curenje premaza su neki od problema koje se mogu pojaviti prilikom nanošenja. Nakon što nanesimo močilo spužvicom na površinu potrebno je ostaviti da odstoji na drvu određeno vrijeme te zatim ukloniti višak pamučnom krpicom brisanjem u smjeru vlaknaca (Wood finishing, 2020).

**Nanošenje močila valjkom** – valjci su posebno pogodni za ravne površine i, ako se koriste odgovarajući premazi, mogu se dobiti površine zadovoljavajuće kvalitete. Prednosti nanošenja valjkom su manji utrošak rada, ravnomjernija debljina filma te manji utrošak snage. Mogu se koristiti samo za nanošenje na glatke površine, slabije je kvašenje podloge prilikom valjanja te mogu nastati mjehurići u filmu premaza, naročito ako se prebrzo prolazi površinom. (Jaić, Živanović-Trobojević, 2000).

**Nanošenje štrcanjem** – široko je primjenjivan postupak nanošenja premaznih materijala, koristi se većinom u svim proizvodnjama zbog načina primjene. Štrcanjem je moguće nanositi premazni materijal na sve oblike proizvoda, što kod drugih metoda nije moguće. Glavni nedostatak ove metode su gubici premaznog materijala, gubici o

## UVOD

obliku i veličini predmeta obrade, metodi štrcanja, finoći raspršenih čestica, obučenosti radnika i podešavanju opreme (Jaić, Živanović-Trobojević, 2000).

**Metoda uranjanja** – ova metoda nanošenja premaznog materijala je vrlo jednostavna i našla je široku primjenu u stolarskim radionicama i industriji. Sastoji se od uranjanja predmeta obrade u bazen u kojem se nalazi premazni materija. Prednosti primjene metode uranjanja su mogućnost automatizacije obrade, velika brzina obrade te mali gubici premaznog materijala. Nedostatak ove metode nanošenja je da estetski izgled nije optimalan, zbog čega se obično koristi samo za međufazna nanošenja, a za završnu obradu se koristi štrcanje (Jaić, Živanović-Trobojević, 2000).

### 1.5. Greške močenja

#### **Prebrzo sušenje**

Naneseno močilo se osuši ili upije prije nego li se razlije po cijeloj površini i vrlo je česta pojava kod močila na bazi vode. Ovaj problem se može spriječiti na način da prilikom nanošenja naneseemo veću količinu močila na površinu kako se ne bi prijevremeno osušilo. Zbog prebrzog sušenja moguća je pojava tamnijeg obojenja na površini, a da bi se to spriječili preporuča se nanošenje močila na više manjih dijelova po površini kako bi se što ravnomjernije raspodijelilo po površini. Još jedan od načina da se spriječi prebrzo sušenje je korištenje močila koja se sporije suše (Flexener, 2020).

#### **Pojava tamnih mrlja**

Pojava tamnih mrlja na površini zbog migracije tanina iz podloge u film boje. Najčešći uzroci su loše premazivanje i previsoka vlaga obradka. Kako bi spriječili pojavu ove greške potrebno je što jednoličnije nanijeti premazni materijal te provjeriti sadržaj vode prije nanošenja (Haymes paint, 2022).

#### **Nebojene pore**

Vrlo česta greška koja se pojavljuje prilikom nanošenja vodenih močila metodom štrcanja. Močilo ne prodire u pore te one ostaju svijetlije obojene i vrlo je česta pojava na hrastovini, jasenovini i kestenovini čije pore mogu imati masne supstance koje odbijaju vodena močila. Kako bi izbjegli tu grešku preporuča se korištenje močila za krupno porozne vrste drva s površinski aktivnim tvarima za

## UVOD

obojenje pora ili močila s manjom površinskom napetosti kao što je otapalno močilo. Močila je potrebno nanositi kistom ili krpom s mehaničkim utrljavanjem (Jirouš-Rajković, 2020).

### **Krvarenje močila**

Krvarenje uzrokuje migraciju određenih komponenti boje iz jednog sloja u drugi što uzrokuje promjenu konačne boje. Mogući uzrok pojave ove greške je prisutnost boje u premazu koja je topiva u sljedećem sloju premaza, te zbog prekratkog vremena sušenja. Kako bi se izbjegla pojava ove greške potrebno je promijeniti formulaciju premaza i koristiti proizvode s netopivim pigmentima (Enviroлак, 2020).

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

U ovom radu istraživat će se utjecaj pripreme površine i vrste drva na svojstva površine drva obrađene vodenim, otapalnim i kemijskim močilima. Ispitivanje će se provoditi na blanjanjoj i brušenoj površini , a mjerit će se dubina i brzina penetracije močila te svjetlina i sjaj površine. Ovim ispitivanjem će se pokušati utvrditi koja će se vrsta močila pokazati najbolja za primjenu u finalnoj obradi drva.

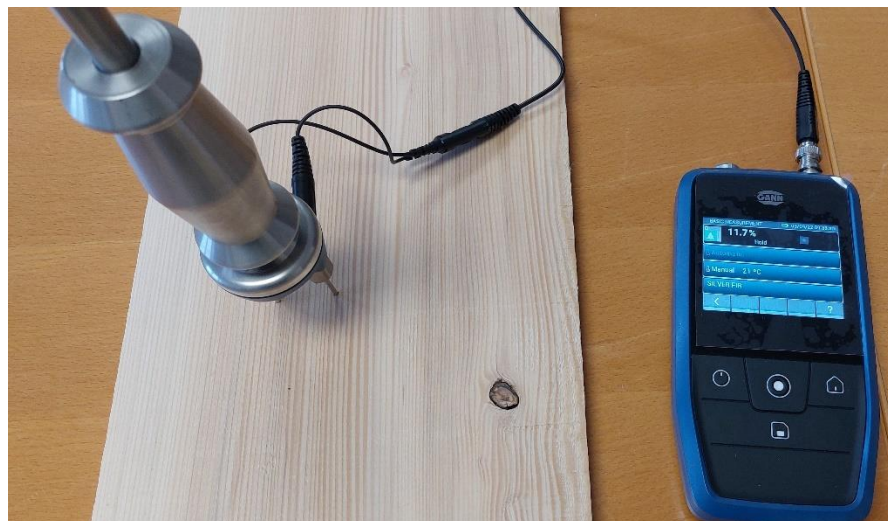
### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Uzorci drva

U ovom istraživanju korišteni su uzorci hrastovine, lipovine i jelovine (slika 1) dužine 500 mm i širine 120 – 230 mm. Hrast pripada prstenasto poroznim listačama, lipa difuzno poroznim listačama, a jelovina četinjačama. Svi uzorci su bili radijalne teksture, odnosno izrezane iz piljenica blistača, zbog što točnijeg određivanja penetracije močila. Blistače su piljenice kod kojih na poprečnom presjeku tangenta na godove s njezinom širom plohom zatvara kut od 60° do 90°. Nakon piljenja uzoraka, izmjeren im je sadržaj vode od  $(10 \pm 2)$  % pomoću elektrootpornog vlagomjera (slika 2).



*Slika 1. Uzorci hrastovine, lipovine i jelovine*



*Slika 2. Mjerenje sadržaja vode elektrootpornim vlagomjerom*



### 3.2. Uzorci močila

Otapalno močilo s bojilima (OB):

Bojilo (C.I. solvent black 027)	0,53 %
Organsko otapalo	99,47 %

Otapalno močilo s pigmentima (OP):

Pigment (C.I. pigment black 7. carbon black))	0,23 %
Vezivo	5,6 %
Organsko otapalo	94,17 %

Vodeno močilo s bojilima (VB):

Bojilo (C.I. kiselina smeđa 355)	1,3 %
Voda	98,7 %

Vodeno močilo s pigmentima (VP):

Pigment (željezov(III) oksid))	1,6 %
Vezivo	4,0 %
Voda	94,4 %

Kemijsko močilo

Za pripremu kemijskog močila koristili su se otopina vode i octene kiseline u koju su bili dodani korodirani vijci. Tako pripremljena otopina stajala je tri dana kako bi se u potpunosti razvilo kemijsko močilo koje se koristilo za premazivanje hrastovine.

U vodena močila s bojilima i pigmentima dodatno se dodavalo 5 % amonijev hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) koncentracije od 25 %. Cilj dodavanja amonijevog hidroksida je bio da se poboljša kvašenje površine drva, a time i penetraciju vodenog močila u drvo.

### 3.3. Priprema površine uzoraka

Površina uzoraka pripravljena je na tri različita načina:

1. **Blanjeni uzorci (BL)** – uzorci drva su prije nanošenja močila samo blanjeni. Uzorci su pripremljeni na četverostranoj blanjalici Cube Plus (slika 3). Blanjalica posjeduje 4 radne glave, od kojih se jedna automatski podešava prema ulaznoj širini obratka.



*Slika 3. Četverostrana blanjalica Cube Plus*

(<https://intercet.si/hr/novost/cetverostrana-blanjalica-weinig-cube-s-mobilnim-vretenom>)

2. **Blanjeni + brušeni uzorci (BR)** – uzorci drva su blanjeni na četverostranoj blanjalici Cube Plus (slika 3), a zatim su brušeni na širokotračnoj brusilici Viet S2 (slika 4). Brusilica posjeduje tri brusne trake te četku na izlazu za čišćenje površine. Brusne trake su bile granulacija P60, P100 i P150.



*Slika 4. Širokotračna brusilica VIET S2*

(<https://www.biesse.com/ww/wood/calibrating-sanding-machines/s2>)

## MATERIJALI I METODE

- 3. Blanjeni + brušeni + navlaženi + brušeni (V)** – nakon što su uzorci drva pripremljeni na pripremili na četverostranoj blanjalici (slika 3) i širokotračnoj brusilici (slika 4), uzorci su navlaženi vodom (slika 5) te su nakon 24 sata ponovno pobrušeni ručno brusnim papirom granulacije P150 (slika 6).



*Slika 5. Navlaživanje uzoraka Hrastovine pomoću kista*



*Slika 6. Ručno brušenje uzoraka nakon navlaživanja*

### 3.1. Nanošenje močila

Močila su se nanosila ručno kistom u količini od 90 g/m<sup>2</sup>. Kako bi nanošenje močila bilo što preciznije, koristila se vaga s točnošću od 0,01 g (slika 7 i 8).



*Slika 7. Kontrola količine nanosa močila*



*Slika 8. Uzorak nakon nanošenja močila*

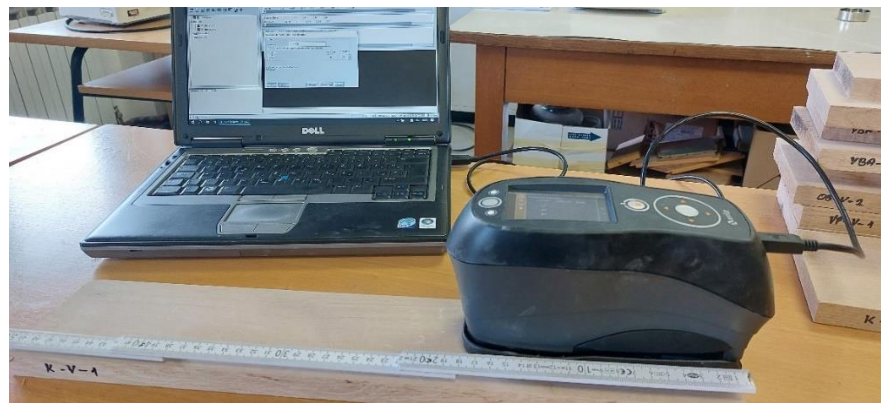
### 3.2. Vizualni pregled površine

Prilikom provođenja ispitivanja promatrala su se promjene koje su se pojavile na površini prilikom navlaživanja uzoraka te nanošenja močila na površinu. Prilikom pripreme uzoraka promatrala se reakcija drva na navlaživanje, posebno izdizanje vlaknaca drva. Prilikom nanošenja močila promatrala se brzina upijanja močila, pojava grešaka, kvašenje površine te promjena boje i sjaja uzoraka. Svi su uzorci drva bili skenirani prije i nakon nanošenja močila, kako bi se lakše vidjele promjene koje su se dogodile na površini uzoraka.

### 3.3. Mjerenje svjetline

Mjerenje promjene svjetline vršilo se spektrofotometrom x-Rite Ci64 s sljedećim postavkama:  $d/8^\circ$  mjerna geometrija,  $10^\circ$  standardni promatrač, D65 izvor svjetlosti te promjer otvora 8 mm (slika 9). Svjetlina se mjerila na pet mjernih mjesta prije i nakon nanošenja močila na uzorke. Mjerna mjesta su se označila kako bi se mjerenja prije i nakon močenja provodilo na istom mjestu. Na kraju se izračunala srednja vrijednost promjene svjetline.

Mjerenje promjene svjetline ( $\Delta L^* = L^*_{\text{poslije močenja}} - L^*_{\text{prije močenja}}$ ) vršilo se s CIE  $L^*a^*b^*$  sustavom boja.  $L^*$  je koordinata koja označava svjetlinu, dok su  $a^*$  i  $b^*$  koordinatne kromatičnosti na žuto-plavoj odnosno crveno-zelenoj osi. Ukoliko je promjena svjetline negativnog predznaka to znači da je površina uzorka potamnila, a ukoliko je pozitivnog predznaka to znači da je površina uzorka posvijetlila.



*Slika 9. Mjerenje svjetline spektrofotometrom*

### 3.4. Mjerenje sjaja

Za mjerenje sjaja koristio se reflektometar tvrtke KSJ (slika 10). Uređaj se bazira na mjerenju količine svjetlosti koja je reflektirana s površine. Površina se osvjetljava iz izvora svjetlosti pod kutovima od  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  i  $85^\circ$ , zrake padaju i odbijaju se od prevlake prema fotoćeliji koja je smještena kako bi apsorbirala reflektirane zrake pod odgovarajućim kutom.

Zbog jako malog sjaja površine, sjaj se na uzorcima mjerio pod kutom od  $85^\circ$  u smjeru godova s obzirom da je bila vidljiva tekstura na površini uzorka. Sjaj se mjerio na četiri mjerna mjesta (slika 11) po uzorku te je izračunata srednja vrijednost. Prije samog mjerenja uređaj se kalibrirao pomoću etalona crnog stakla, indeksa loma 1,567. Sjaj se mjerio prije i nakon nanošenja močila.



*Slika 10. Mjerenje sjaja na uzorku hrastovine*



*Slika 11. Shematski prikaz mjernih mjesta sjaja na uzorcima*

### **3.5. Mjerenje dubine penetracije**

Neposredno prije mjerenja dubine penetracije bilo je potrebno pripremiti uzorke kako bi se mogli postaviti na mikroskop. Iz sredine uzoraka na kojima se mjerila svjetlina i sjaj ispiljena su po 2 manja uzorka širine 10 mm (slika 12).



*Slika 12. Priprema uzoraka za brušenje*

## MATERIJALI I METODE

Ispiljeni uzorci su zatim brušeni ručnom tračnom brusilicom granulacijama P100, P240 (slika 13), te ručno granulacijama P400, P600, P800, P1000, P1200, P1500 (slika 14).



*Slika 13. Priprema uzoraka uz pomoću ručne tračne brusilice*



*Slika 14. Ručno brušenje uzoraka za mikroskop*

Uzorke je bilo potrebno brusiti tako dugo dok površina za gledanje nije bila glatka kao staklo, odnosno dok se nije vidio odsjaj (slika 15). Preporuka je brusiti s čim više granulacija kako bi dobili što glađu površinu.

## MATERIJALI I METODE



*Slika 15. Izgled površine nakon brušenja granulacijom P1500*

Nakon brušenja uzorci su grupirani prema vrsti drva i prema obradi kako bi se mjerenje penetracije močila lakše izvršilo.



*Slika 16. Pripremljeni uzorci za mjerenje dubine penetracije prema vrsti drva i površinskoj obradi*

Uz pomoć mikroskopa Axio Zoom.V16 tvrtke Zeiss (slika 17) vršilo se mjerenje dubine penetracije. Nakon postavljanja uzorka na zadano mjesto fotografirao se karakterističan detalj uz povećanje od 16x, a zatim uz povećanje od 50x fotografirao detalj na kojem je izmjerena dubina penetracije močila (slika 18).





*Slika 17. Mikroskop*



*Slika 18. Izgled uzorka pri povećanju od 50x*

### **3.6. Mjerenje brzine penetracije**

Mjerenjem brzine penetracije željelo se saznati koju vrstu močila će pripremljeni uzorci drva (hrastovina, lipovina i jelovina) najbrže upiti. Pripremljeni su uzorci drva presjeka 20 x 20 mm i dužine 200 mm (slika 19).



*Slika 19. Pripremljeni uzorci za ispitivanje*

## MATERIJALI I METODE

Pripremljeni uzorci postavljeni su na Petrijevu zdjelicu u kojoj se nalazio filter papir natopljen s močilom. Ispitivani su uzorci, pored kojih je postavljeno ravnalo i štoperica, fotografirani su u određenim intervalima unutar 15 minuta (slika 20). Nakon toga utvrđena visina penetracije močila u uzdužnom smjeru u određenom vremenskom intervalu.



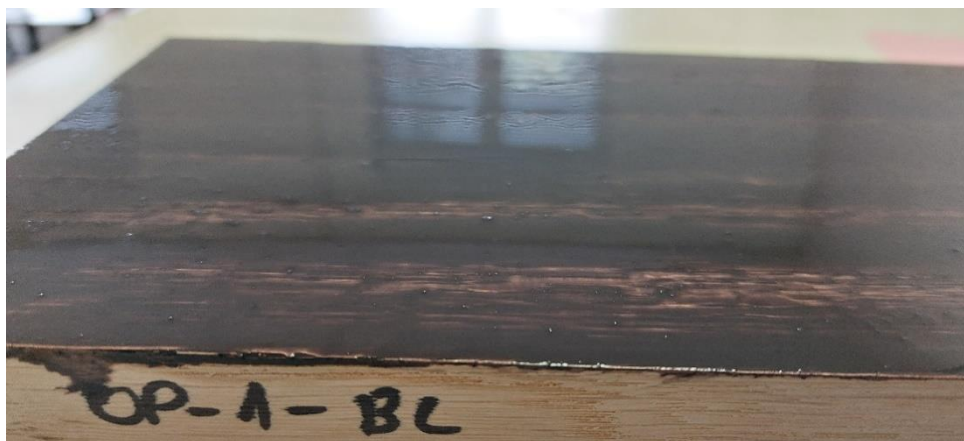
*Slika 20. Postavljeni uzorci za ispitivanje brzine i dubine penetracije u uzdužnom smjeru*

## 4. REZULTATI I DISKUSIJA

### 4.1. Izgled površine

Prije samog močenja uzoraka, prethodno smo određen broj uzoraka navlažili vodom te ih ponovo pobrusili. Prilikom navlaživanja uzoraka mogli smo primijetiti kako su se kod hrastovine vlakanca poprilično izdignula te je površina postala jako hrapava. Kod jelovine prolaskom ruke osjetila su se blage neravnine na površini, pretpostavka da su se te neravnine pojavile prilikom upijanja vode u rano i kasno drvo gdje je došlo do razlike u upijanju te pojavi neravnina između ranoga i kasnoga drva. Lipovina je najbrže upila vodu, te se nakon upijanja nije vidjela značajna razlika na površini prije i nakon navlaživanja.

Prilikom nanošenja močila promatrali promatralo se močila na različitoj vrsti drva. Tijekom nanošenja vodenog močila s bojilima (OB) na hrastovinu utvrđeno je da hrast izrazito sporo upija ovo močilo, a zbog veličine pora na pojedinim uzorcima pojavili su se mjehurići (slika 21). Ujedno je zamijećeno izdizanje vlaknaca drva zbog vode iz vodenog močila (slika 22).



*Slika 21. Pojava sitnih mjehurića na blanjanjoj hrastovini obrađenoj otapalnim močilom s bojilima (OB)*



*Slika 22. Prikaz izdignutih vlakanaca nakon nanosa vodenog močila s bojilima (VB)*

Vodeno močilo s pigmentima (OP) teže se nanosilo, pretpostavka je zbog veće viskoznosti u odnosu na ostala močila. Kao i kod vodenog močila s bojilima, hrastovina je izrazito slabo upijala vodeno močilo s pigmentima i dobiven je dojam kao da je nanoseno močilo ostalo potpuno na površini hrastovine.

Otopalno močilo s pigmentima (OP) na blanjanjoj površini hrastovine rezultiralo je šarenim obojenjem, a zbog dodatka UV pigmenta u močilo površina izgleda ljubičasto (slika 23).



*Slika 23. Otopalno močilo s pigmentima (OP) na blanjanjoj površini hrastovine*

Vodeno močilo s pigmentima (VP) na svim uzorcima hrastovine, pa čak i s dodatkom amonijevog hidroksida kojeg smo upotrijebili zbog boljeg kvašenja močila u drvo pokazalo se kao najlošije močilo (slika 24).

## REZULTATI I DISKUSIJA



*Slika 24. Vodeno močilo s pigmentima (VP) na prethodno navlaženoj hrastovini*

Na slici 24 također, možemo vidjeti problem koji se javio nakon što se vodeno močilo s pigmentima osušilo. Prelaskom ruke ili bilo čega drugoga po površini pigment se je oljuštio jer je pigment ostao na površini drva. Na slici 25 prikazano je kako izgleda površina na koju je nanoseno vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida (VPA) na brušenoj hrastovini. Amonijak je dodan iz razloga da pospješuje močenje premaza u drvo, no dobiveni rezultat i nije baš najbolji. Na slici se jasno vide ostaci pigmenta na površini te što se dogodi nakon što prođemo po površini, u ovom slučaju rukom (slika 25).



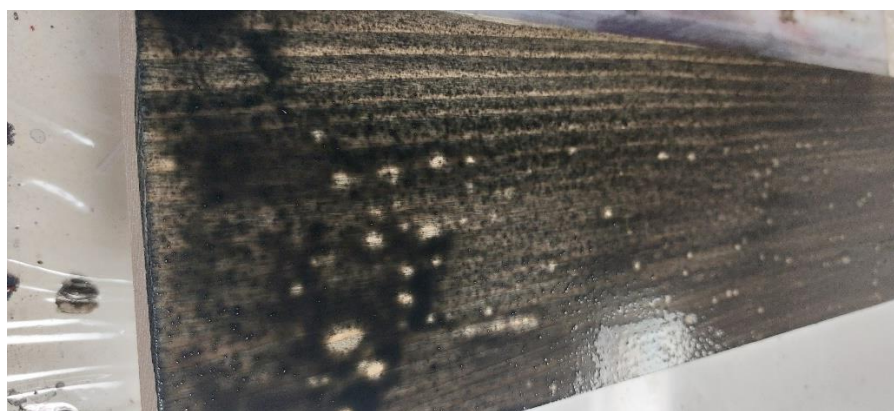
*Slika 25. Prikaz površine na koju je nanoseno vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida (VPA) prije i nakon prolaska rukama po površini*

Jako zanimljiv izgled površine dobiven je primjenom kemijskog močila s dodatkom amonijevog hidroksida (KA) i bez dodatka amonijevog hidroksida (K) na brušenim uzorcima hrasta. Primjena kemijskog močila rezultirala je tamno plavom prema ljubičastom obojenju površine (slika 26).



*Slika 26. Izgled brušene površine hrasta premazanog kemijskim močilom (K) i kemijskim močilom s dodatkom amonijevog hidroksida (KA)*

Nanošenjem otapalnog močila s pigmentima na prethodno brušenu jelovinu došlo je do jakog razdvajanja premaza, dok je kod jelovine prethodno navlažene ta pojava bila smanjena, skoro pa zanemariva (slika 27).



*Slika 27. Razdvajanje močila na površini jelovine prilikom nanošenja*

Kao što je već primijećeno prilikom nanošenja otapalnog močila s pigmentima (OP) na prethodno brušenoj jelovini vidljivo je razdvajanje premaza, tako razdvojeno ostalo je vidljivo i nakon što se površina osušila (slika 28). Otapalno močilo s bojilima (OB) na brušenoj jelovini rezultiralo je različitim obojenjem i vidnom razlikom u ranom i kasnom drvu (slika 28).

## REZULTATI I DISKUSIJA



*Slika 28. Izgled otapalnog močila s pigmentima (OP) i otapalnog močila s bojilima (OB) na bušenoj jelovini*

Primjenom otapalnog močila s bojilima (OB) na blanjanjoj površini i prethodno navlaženoj površini kod jelovine vidimo da je rezultat neujednačeno obojenje površine, pojava svjetlijih i tamnijih dijelova na površini (slika 29 i 30).



*Slika 29. Izgled blanjane površine jelovine premazane otapalnim močilom s bojilima (OB)*



*Slika 30. Izgled navlažene površine jelovine premazane otapalnim močilom s bojilima (OB)*

## REZULTATI I DISKUSIJA

Lipa se pokazala kao vrsta drva koja najbrže upija sve vrste močila koje smo koristili. Možemo slobodno reći, ako smo prespori da nećemo stići razmazati močilo po površini jer će se upiti.

Naneseno otapalno močilo s pigmentima (OP) na blanjanjoj površini lipe rezultiralo je sivkastim obojenjem (slika 31), kao da je dugo vremena bilo izloženo vanjskim utjecajima, dok otapalno močilo s bojilima (OB) daje plavkastu boju s tamnim i svjetlijim dijelovima (slika 31). Pretpostavka je da se na dijelovima koji su tamniji upilo više močila u odnosu na svjetlije dijelove.



*Slika 31. Otapalno močilo s pigmentima (OP) i otapalno močilo s bojilima (OB) na blanjanjoj površini lipe*

Vodeno močilo s pigmentima (VP) na blanjanjoj lipovini puno bolje izgleda nego na hrastovini i jelovini iako se čini kao da je površina izbledila (slika 32). Isti takav dojam se javlja i kod vodenog močila s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida (VPA). Već pri samom nanošenju močila mogli smo primijetiti da se bolje upijalo nego na hrastovini i jelovini.

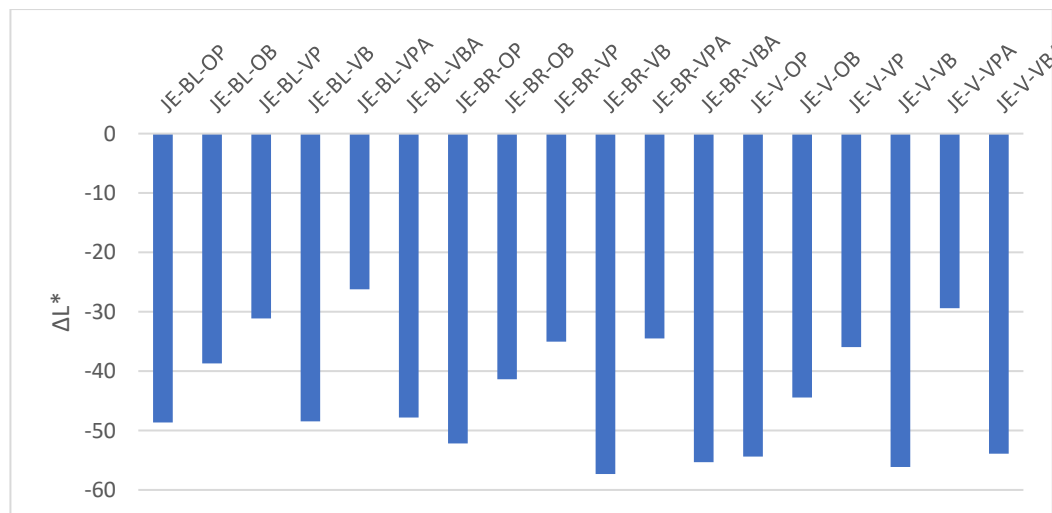


*Slika 32. Vodeno močilo s pigmentima (VP) na blanjanjoj površini lipe*



## 4.2. Promjena svjetline

Kao što je u opisano u poglavlju Materijali metode, promjena svjetline močenih uzoraka promatrana je u CIE L\*a\*b\* sustavu boje.

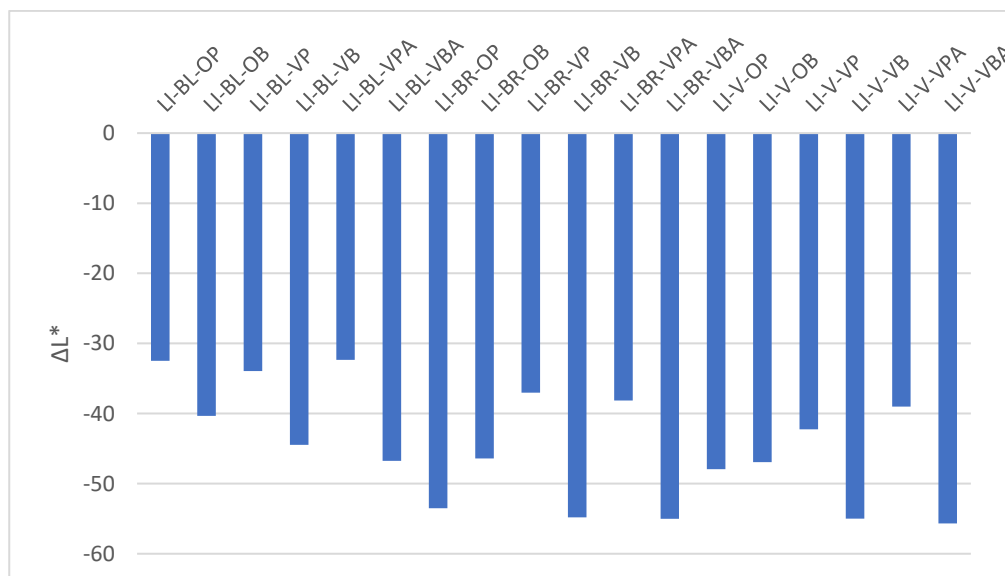


*Slika 33. Promjena svjetline ( $\Delta L^*$ ) nakon močenja jelovine za različitu pripremu površine drva i vrstu močila (BL-blanjana površina, BR-brušena površina, V- navlažena i brušena površina, OP-otapalno močilo s pigmentima, OB-otapalno močilo s bojilima, VP-vodeno močilo s pigmentima, VB vodeno močilo s bojilima, VPA-vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, VBA-vodeno močilo s bojilima uz dodatak amonijevog hidroksida)*

Na slici 33. prikazani su rezultati promjene svjetline uzoraka jelovine nakon obrade ispitivanim močilima. Vidljivo je da su sva močila potamnili površinu jelovine, a vrijednosti  $\Delta L^*$  kreću se od -26 do -57. Kod svih močila nije bio jednak ton pigmenta ili bojila što je jedan od razloga različitog utjecaja pojedinog močila na promjenu svjetline površine jelovine. Ipak, vidljivo je da su bojila i pigmenti različito utjecala na promjenu svjetline površine jelovine s obzirom na vrstu otapala. Tako je vidljivo da je bojilo u organskom otapalu manje promijenilo svjetlinu od pigmenta u organskom otapalu, dok je bojilo u vodi jače promijenilo svjetlinu od pigmenta u vodi. Nadalje, brušenjem površine povećalo se tamnjenje površine jelovine nakon močenja, bez obzira na vrstu močila. Međutim, nema velike razlike u promjeni svjetline između brušene površine i površine koja je bila navlažena vodom i brušena. Promatrajući promjenu svjetline na uzorcima koji su močeni vodenim močilom s bojilima i pigmentima te uzorcima koji su močeni vodenim močilom s bojilima ili pigmentima uz dodatak

## REZULTATI I DISKUSIJA

amonijevog hidroksida, možemo vidjeti kako dodavanjem amonijevog hidroksida, promjena svjetline je nešto manja u odnosu na uzorke močene istim močilom, ali bez dodatka amonijaka.

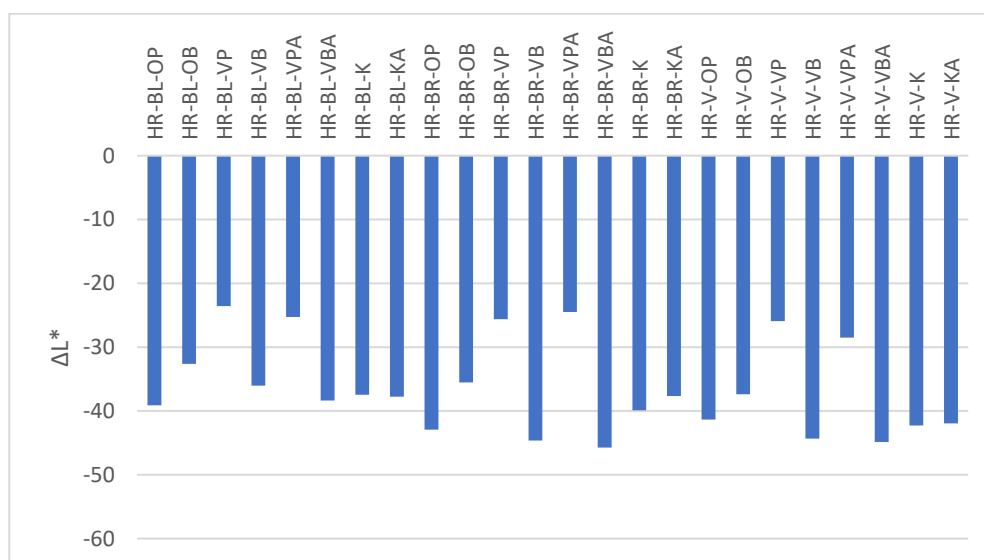


Slika 34. Vrijednost  $\Delta L^*$  nakon močenja lipovine za različitu površinsku obradu i vrstu močila (BL-blanjana površina, BR-brušena površina, V-navlažena i brušena površina, OP-otapalno močilo s pigmentima, OB-otapalno močilo s bojilima, VP-vodeno močilo s pigmentima, VB vodeno močilo s bojilima, VPA-vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, VBA-vodeno močilo s bojilima uz dodatak amonijevog hidroksida)

Na slici 34. prikazani su rezultati promjene svjetline uzoraka lipovine nakon obrade ispitivanim močilima. Vidljivo je da su sva močila potamnili površinu lipovine, a vrijednosti  $\Delta L^*$  kreću se u sličnom rasponu kao i kod jelovine, bez obzira što se površina čini svjetlija. Zbog nejednolikog tona pigmenta i bojila močila su imala različit utjecaj na promjenu svjetline površine kod lipovine. S obzirom na vrstu otapala, bojila i pigmenti su različito djelovali na površinu lipovine. Tako je vidljivo su pigmenti u organskom otapalu na blanjanjoj površini manje promijenili svjetlinu površine nego bojilo. Bojilo u organskom otapalu na brušenoj i navlaženoj površini je manje promijenilo svjetlinu površine nego pigmenti u organskom otapalu. Nadalje, promatranjem pigmentata u vodi i bojila u vodi možemo vidjeti da su pigmenti u vodi manje potamnili površinu nego bojila u vodi. Bez obzira na vrstu močila, brušenjem i prethodnim navlaživanjem površine povećalo se tamnjenje površine lipovine nakon

## REZULTATI I DISKUSIJA

močenja, no međutim između površine navlažene vodom i brušene površine nema značajne razlike u promjeni svjetline. Promatrajući promjenu svjetline na uzorcima koji su premazanim vodenim močilom s bojilima i pigmentima te uzorcima koji su premazani vodenim močilom s bojilima ili pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, možemo vidjeti kako dodavanjem amonijevog hidroksida, promjena svjetline je neznatna u odnosu na uzorke močene istim močilom, ali bez dodatka amonijaka.



Slika 35. Vrijednost  $\Delta L^*$  nakon močenja hrastovine za različitu površinsku obradu i vrstu močila (BL-blanjana površina, BR-brušena površina, V- navlažena i brušena površina, OP-otapalno močilo s pigmentima, OB-otapalno močilo s bojilima, VP-vodeno močilo s pigmentima, VB vodeno močilo s bojilima, VPA-vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, VBA-vodeno močilo s bojilima uz dodatak amonijevog hidroksida)

Na slici 35. prikazani su rezultati promjene svjetline uzoraka hrastovine nakon obrade ispitivanim močilima. Vidljivo je da su sva močila potamnili površinu hrastovine u rasponu od -22 do -47. Zbog nejednolikog tona pigmenta i bojila močila su imala različit utjecaj na promjenu svjetline površine kod lipovine. Možemo primijetiti kako su pigmenti u organskom otapalu kod sve tri različite površinske obrade više potamnili površinu nego bojila. Vidljivo je i da je vodeno močilo s bojilima kod sve tri različite površinske obrade više potamnilo površinu nego močilo s pigmentima. Promatrajući površinu na koju je nanoseno kemijsko močilo, možemo primijetiti kako

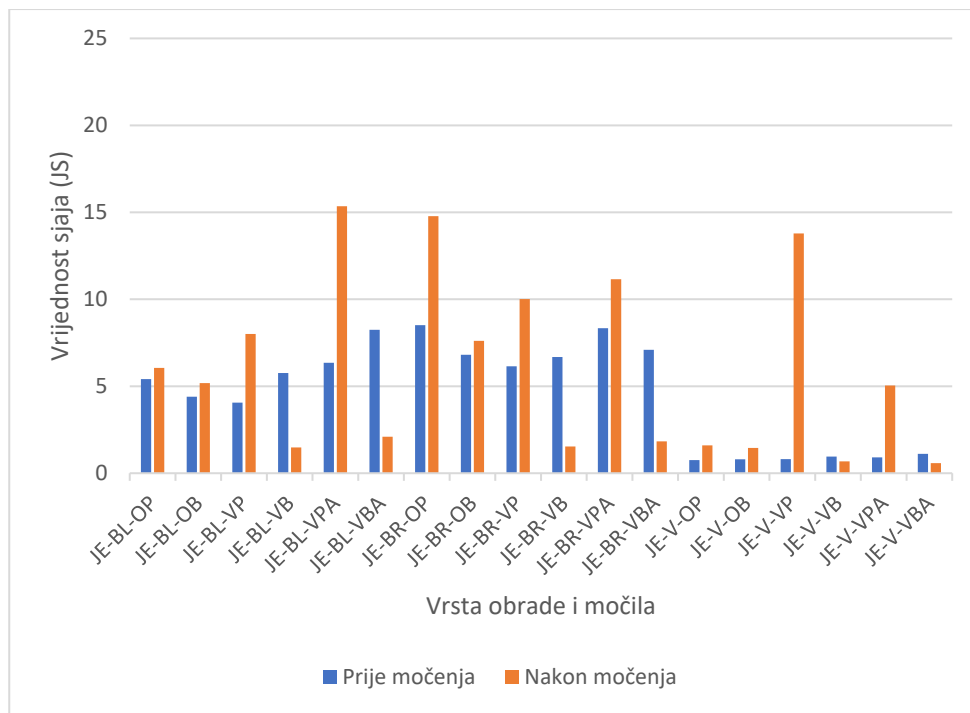
## REZULTATI I DISKUSIJA

je površina koja je prethodno navlažena više potamnijela nego blanjana i brušena površina. Bez obzira na vrstu močila, brušenjem i prethodnim navlaživanjem površine povećalo se tamnjenje površine hrastovine nakon močenja, no međutim između površine navlažene vodom i brušene površine nema značajne razlike u promjeni svjetline. Promatrajući promjenu svjetline na uzorcima koji su močeni vodenim močilom s bojilima i pigmentima te uzorcima koji su premazani vodenim močilom s bojilima ili pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, možemo vidjeti kako dodavanjem amonijevog hidroksida, promjena svjetline je neznatna u odnosu na uzorke premazane istim močilom ali bez dodatka amonijaka. Kemijsko močilo primjenjivali smo samo na uzorcima hrastovine, te možemo vidjeti kako su uzorci koji su močeni kemijskim močilom također potamnili. Promatrajući djelovanje kemijskog močila na različitoj površinskoj obradi možemo vidjeti kako je promjena svjetline na brušenim i blanjanim uzorcima relativno podjednaka, dok je promjena svjetline na navlaženoj površini veća u odnosu na blanjanu i brušenu.

Promatrajući dobivene rezultate možemo vidjeti kako je vodeno močilo s pigmentima najmanje potamnijelo površine ispitanih uzoraka u odnosu na ostala korištena močila. Uspoređujući korištene vrste drva za ispitivanje, jelovinu, lipovinu i hrastovinu možemo vidjeti kako se najmanja promjena svjetline dogodila na uzorcima hrasta.

### 4.3. Sjaj

Svi dobiveni rezultati prikazani u slikama 36-38 su srednje vrijednosti sjaja dobivene mjerenjem promatrane površine pod kutom od 85°.

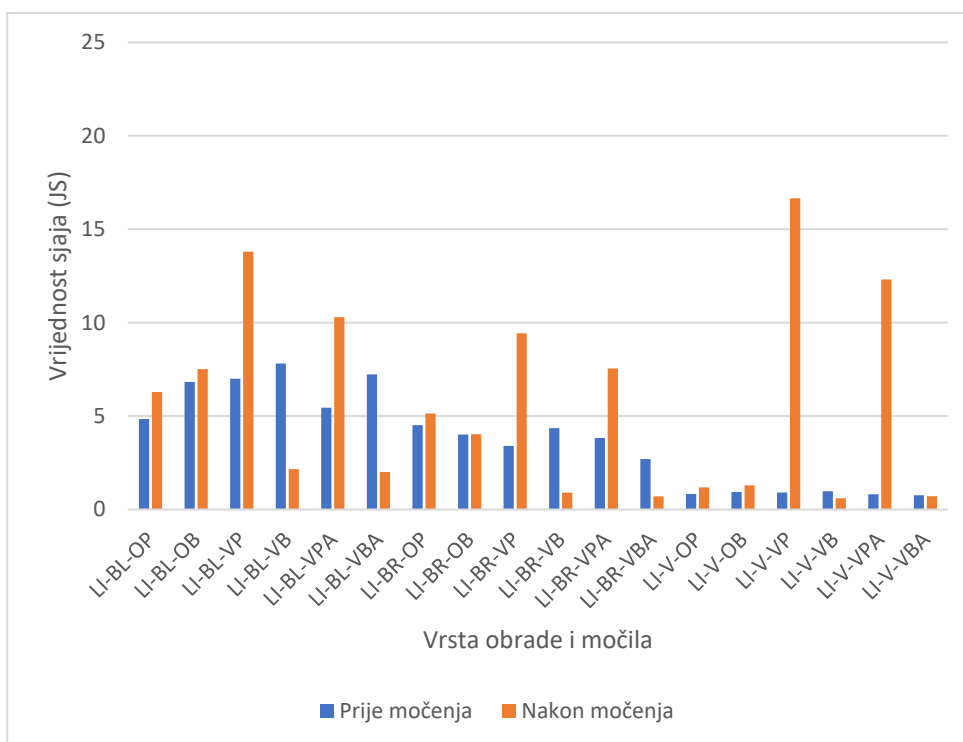


Slika 36. Vrijednost sjaja prije i nakon močenja kod drva jelovine za različitu pripremu površine i vrstu močila (BL-blanjana površina, BR-brušena površina, V-navlažena i brušena površina, OP-otapalno močilo s pigmentima, OB-otapalno močilo s bojilima, VP-vodeno močilo s pigmentima, VB vodeno močilo s bojilima, VPA-vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, VBA-vodeno močilo s bojilima uz dodatak amonijevog hidroksida)

Na slici 36. prikazani su rezultati sjaja uzoraka jelovine prije i nakon obrade ispitivanim močilima. Promatrajući dobivene vrijednosti sjaja organskog otapala s pigmentima i bojilima možemo vidjeti kako se sjaj površine nakon močenja povećao, najizraženije povećanje je kod brušene jelovine močene otapalnim močilom s pigmentima. Vrijednost sjaja kod uzoraka močenih vodenim močilom s pigmentima znatno se povećala u odnosu na vrijednost izmjerenu prije močenja, dok kod uzoraka močenih vodenim močilo s bojilima vrijednost sjaja opada. Najveće povećanje sjaja vidljivo je na uzorku jelovine koja je prethodno navlažena i premazana vodenim močilom s pigmentima (JE-V-VP). Promatrajući uzorke prema vrsti obrade, možemo

## REZULTATI I DISKUSIJA

vidjeti kako je kod uzoraka koji su prethodno brušeni prosječna vrijednost sjaja veća nego kod blanjanih i prethodno navlaženih. Primjenom amonijevog hidroksida u vodenom močilu s pigmentima površina uzoraka postaje sjajnije, dok primjenom u vodenom močilu s bojilima postaje manje sjajna. Uspoređujući vodenom močilo s pigmentima i vodenom močilo s pigmentima s dodatkom amonijevog hidroksida na blanjanu površinu možemo vidjeti kako je površina uz dodatak amonijevog hidroksida postala više sjajna. Kod vodenog močila s bojilima u oba slučaja, sa i bez amonijevog hidroksida površina postaje manje sjajna. Kod brušenih uzoraka, promjena sjaja na uzorcima močenim vodenim močilom s pigmentima i vodenim močilom s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida podjednaka je. Kao i na blanjanu površinu u ova slučaja močenja vodenim močilom s bojilima površina postaje manje sjajna. Promatrajući dobivene rezultate na prethodno navlaženoj površini promjena sjaja kod uzoraka močenih vodenim močilom s pigmentima značajno je veća nego kod uzorka močenih s vodenim močilom s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida.

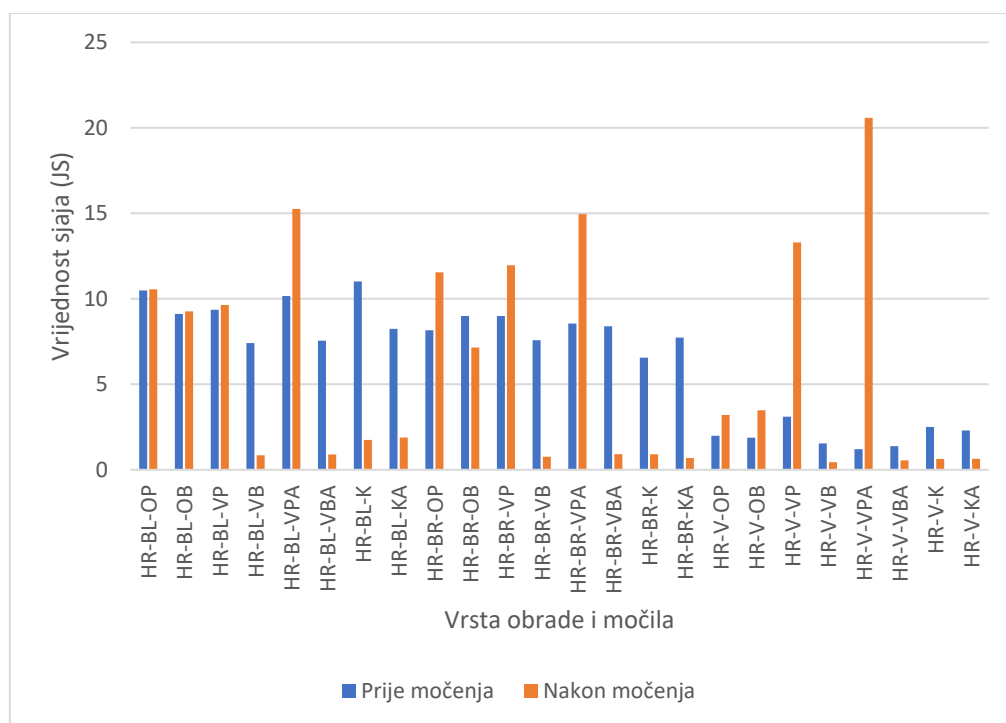


Slika 37. Vrijednost sjaja prije i nakon močenja kod drva lipovine za različitu pripremu površine i vrstu močila (BL-blanjana površina, BR-brušena površina, V-navlažena i brušena površina, OP-otapalno močilo s pigmentima, OB-otapalno močilo s bojilima, VP-vodeno močilo s pigmentima, VB vodeno močilo s bojilima, VPA-vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, VBA-vodeno močilo s bojilima uz dodatak amonijevog hidroksida)

## REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 37 prikazani su rezultati sjaja uzoraka lipovine prije i nakon obrade ispitivanim močilima. Vrijednosti sjaja prije močenja su nešto manje u odnosu na jelovinu. Možemo vidjeti da utjecaj močenja na lipovini daje praktični iste rezultate promjene sjaja. Vrijednost sjaj nakon močenja organskim otapalom s pigmentima i bojilima raste, isto kao i nakon močenja vodenim otapalom s pigmentima dok vrijednost sjaja nakon močenja vodenim otapalom s bojilima opada. Najveće povećanje sjaja vidljivo je na uzorku lipovine prethodno navlažene i močene s vodenim močilom s pigmentima. Najveće prosječno povećanje sjaja vidljivo je na uzorcima koji su prethodno samo blanžani. Primjenom amonijevog hidroksida u vodenom močilu s pigmentima površina uzoraka postaje sjajnije, dok primjenom u vodenom močilu s bojilima postaje manje sjajna. Uspoređujući vodeno močilo s pigmentima i vodeno močilo s pigmentima s dodatkom amonijevog hidroksida na blanžanoj površini možemo vidjeti kako je površina bez dodatka amonijevog hidroksida postala više sjajna. Kod vodenog močila s bojilima u oba slučaja, sa i bez amonijevog hidroksida površina postaje manje sjajna. Kod brušenih uzoraka, promjena sjaja na uzorcima močenim vodenim močilom s pigmentima veća je u odnosu na promjenu sjaja kod uzoraka močenih vodenim močilom s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida. Kao i na blanžanoj površini u ova slučaja močenja vodenim močilom s bojilima površina postaje manje sjajna. Promatrajući dobivene rezultate na prethodno navlaženoj površini promjena sjaja kod uzoraka močenih vodenim močilom s pigmentima značajno je veća nego kod uzorka močenih s vodenim močilom s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida.

## REZULTATI I DISKUSIJA



Slika 38. Vrijednost sjaja prije i nakon močenja kod drva hrastovine za različitu pripremu površine i vrstu močila (BL-blanjana površina, BR-brušena površina, V- navlažena i brušena površina, OP-otapalno močilo s pigmentima, OB-otapalno močilo s bojilima, VP-vodeno močilo s pigmentima, VB vodeno močilo s bojilima, VPA-vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida, VBA-vodeno močilo s bojilima uz dodatak amonijevog hidroksida)

Na slici 38 prikazani su rezultati sjaja uzoraka hrastovine prije i nakon obrade ispitivanim močilima. Vrijednosti sjaja izmjerene prije močenja su znatno veće nego kod drva jelovine i lipovine. Promatrajući kako pojedino močilo djeluje na uzorke hrastovine, možemo vidjeti kako su promjene nakon močenja identične kao i promjene kod jelovine i lipovine. Na ovim uzorcima smo koristili i kemijsko močilo te je vrijednost sjaja kod sve tri površinske obrade opala. Promatrajući dobivene vrijednosti između vrsta obrade drva vidljivo je da kod uzoraka koji su prethodno blanžani dolazi do najmanje promjene vrijednosti sjaj nakon močenja. Primjenom amonijevog hidroksida u vodenom močilu s pigmentima površina uzoraka postaje sjajnije, dok primjenom u vodenom močilu s bojilima postaje manje sjajna. Uspoređujući vodeno močilo s pigmentima i vodeno močilo s pigmentima s dodatkom amonijevog hidroksida na blanžanoj površini možemo vidjeti kako je površina uz dodatak amonijevog hidroksida postala više sjajna. Kod vodenog močila s bojilima u oba slučaja, sa i bez



## REZULTATI I DISKUSIJA

amonijevog hidroksida površina postaje manje sjajna. Kod brušenih uzoraka, promjena sjaja na uzorcima močenim vodenim močilom s pigmentima manja je u odnosu na promjenu sjaja kod uzoraka močenih vodenim močilom s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida. Promatrajući dobivene rezultate na prethodno navlaženoj površini promjena sjaja kod uzoraka močenih vodenim močilom s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida značajno je veća nego kod uzorka močenih s vodenim močilom s pigmentima. Dodavanjem amonijevog hidroksida u kemijsko močilo kod sve tri površinske obrade vrijednost sjaja nakon močenja se znatno ne mijenja.

Uspoređujući promjenu sjaja između ispitivanih vrsta drva prije močenja možemo vidjeti da je hrastovina sjajnije u odnosu na jelovinu i lipovinu. Ujedno možemo primijetiti da su se najveće promjene sjaja dogodile kod hrastovine. Promatrajući ukupnu srednju vrijednost promjene sjaja pojedine vrste drva nakon močenja možemo vidjeti kako je vrijednost promjene sjaja podjednaka kod svih vrsta drva.

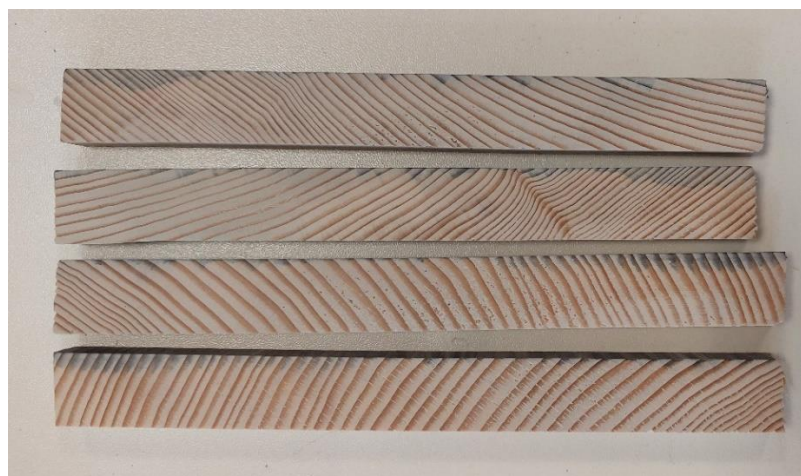
### **4.4. Dubina penetracije**

U tablici 1 prikazane su srednje vrijednosti izmjerene dubine penetracije i standardne devijacije kod uzoraka jelovine. Može se vidjeti da organsko otapalo s bojilima najbolje penetrira u jelovinu (slika 39), što je najbolje vidljivo na uzorcima jelovine prethodno blanjanje i premazane s otapalnim močilom s bojilima (JE-BL-OB), prethodno brušenim te premazanim s otapanim močilom s bojilima (JE-BR-OB) i prethodno navlaženim uzorcima jelovine premazanim s otapalnim močilom s bojilima (JE-V-OB). Prethodnim brušenjem i navlaživanjem površine povećala se penetracije organskog otapala s bojilima. Nadalje, otapalno i vodeno močilo s pigmentima slabo penetriraju u jelovinu bez obzira na pripremu površine. Kod vodenog močila s pigmentima bilo je teško izmjeriti dubinu penetracije jer je u većini slučajeva pigment iz močila ostao na površini drva. U vodeno močilo s pigmentima i vodeno močilo s bojilima dodano je 5 % amonijevog hidroksida kako bi pospješilo kvašenje površine drva, no to je jedino pomoglo u penetraciji močila na uzorcima koji su prethodno navlašeni (JE-V-VPA i JE-V-VBA).

## REZULTATI I DISKUSIJA

*Tablica 1. Dubina penetracije močila kod jelovine za različitu vrstu obrade površine drva i vrstu močila*

Vrsta uzorka	Dubina penetracije, $\mu\text{m}$	
	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
JE-BL-OP	108,2	32,9
JE-BL-OB	1223,0	144,5
JE-BL-VP	160,5	106,79
JE-BL-VB	284,0	289,8
JE-BL-VPA	69,7	3,71
JE-BL-VBA	145,2	62,51
JE-BR-OP	68,9	9,92
JE-BR-OB	1973,3	377,83
JE-BR-VP	109,8	34,57
JE-BR-VB	178,7	65,61
JE-BR-VPA	64,8	21,63
JE-BR-VBA	166,9	19,41
JE-V-OP	53,7	13,06
JE-V-OB	1973,3	685,1
JE-V-VP	92,7	41,46
JE-V-VB	103,3	22,17
JE-V-VPA	108,1	36,28
JE-V-VBA	225	40,37



*Slika 39. Uzorci jelovine premazani otapalnim močilom s bojilima (OB)*

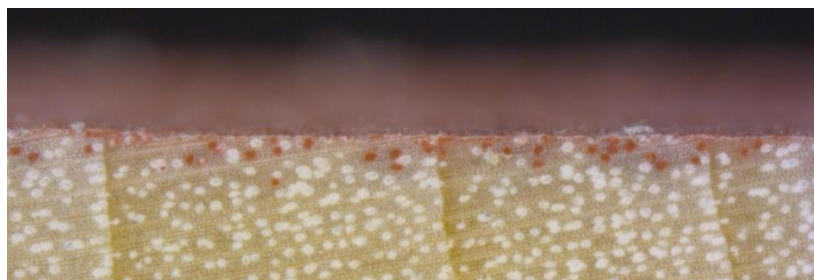
Kod drva lipovine već je prilikom samog procesa močenja bilo vidljivo da je lipa drvo koje izrazito brzo upija ispitivana močila, pa samim time postojala je pretpostavka da će dubina penetracije biti veća nego kod jelovine i hrastovine. Tako je i bilo, bez obzira što kod drva jelovine imamo tri dominantna uzorka s izrazitom dubinom

## REZULTATI I DISKUSIJA

penetracije, prosječna vrijednost penetracije kod ispitanih uzoraka lipovine je veća nego kod jelovine. Iz rezultata u tablici 2 može se vidjeti kako je organsko močilo s pigmentima i bojilima na blanjanjoj površini lipovine ujednačeno penetriralo u drvo, dok kod prethodno brušenih i navlaženih uzoraka otapalno močilo s bojilima je dublje penetriralo od otapalnog močila s pigmentima (tablica 2). Dodavanje amonijevog hidroksida u vodeno močilo s pigmentima (VPA) i vodeno močilo s bojilima (VBA) pospješilo je penetraciju močila kod lipovine na blanjanjoj (BL) i brušenoj (BR) površini te su močila dublje penetrirale nego kod jelovine.

*Tablica 2. Dubina penetracije močila kod lipovine za različitu vrstu obrade drva i vrstu močila*

Vrsta uzorka	Dubina penetracije, $\mu\text{m}$	
	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
LI-BL-OP	834,7	465,82
LI-BL-OB	786,5	390,30
LI-BL-VP	299,0	59,74
LI-BL-VB	629,0	315,33
LI-BL-VPA	236,3	75,80
LI-BL-VBA	849,2	183,72
LI-BR-OP	59,0	12,49
LI-BR-OB	706,9	452,34
LI-BR-VP	129,3	96,89
LI-BR-VB	703,5	322,58
LI-BR-VPA	158	105,72
LI-BR-VBA	539,1	450,19
LI-V-OP	221,4	124,18
LI-V-OB	769,1	572,06
LI-V-VP	104,5	27,65
LI-V-VB	299,4	165,11
LI-V-VPA	107,4	41,64
LI-V-VBA	225,1	40,46



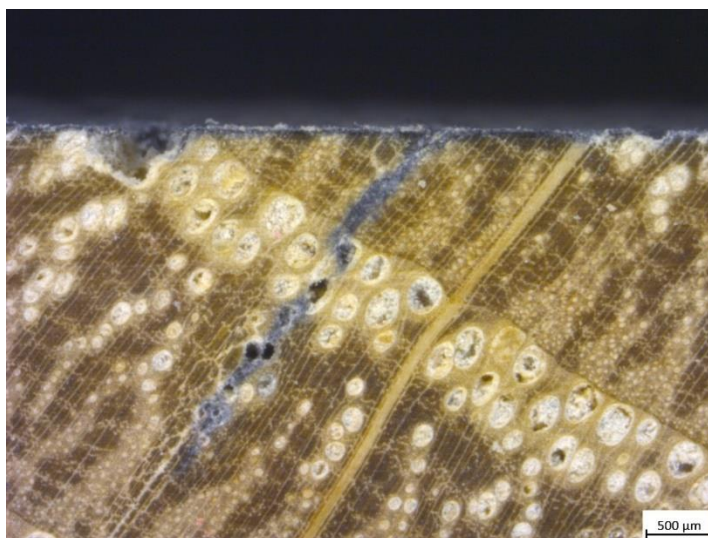
*Slika 40. Uzorak lipovine premazan vodenim močilom s pigmentima (VP) pri povećanju od 10.5x*

Mjerenje dubine penetracije kod hrastovine na većini uzoraka nažalost nije bila moguće jer su močila jednostavno „ostala“ na površini. Kod nekoliko uzoraka, tek uz pomoć UV svjetla, se moglo jasnije uočiti je li premaz penetrirao u drvo ili nije te zatim uz pomoć mikroskopa izmjeriti. Dubina penetracije se uspjela izmjeriti na blanjanom uzorku premazanom vodenim močilom s bojilima (HR-BL-VB), na brušenom uzorku premazanom vodenim močilom s bojilima (HR-BR-VB) i vodenim močilom s bojilima i dodatkom amonijevog hidroksida (HR-BR-VBA), na brušenom uzorku premazanom kemijskim močilom (HR-BR-K) i kemijskim močilom s dodatkom amonijevog hidroksida (HR-BR-KA) (tablica 3). Iz dobivenih rezultatima ističe se blanjani uzorak hrastovine premazan vodenim močilom s bojilima (HR-BL-VB) (slika 41), koji od svih izmjerenih uzoraka kod hrastovine ima najdublju penetraciju. Također može se primijetiti da kod hrastovine nemamo izmjerene vrijednosti za vodena močila i otapalna močila s pigmentima u odnosu na lipovinu i jelovinu, niti uz dodatak amonijevog hidroksida koji bi trebao pospješiti kvašenje. Razlog tome je što je pigment ostao na površini i nije penetrirao u drvo, čak niti u pore ranog drva.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Tablica 3. Dubina penetracije močila kod hrastovine za različitu vrstu obrade površine drva i vrstu močila

Vrsta uzorka	Dubina penetracije, $\mu\text{m}$	
	Srednja vrijednost	Srednja vrijednost
HR-BL-OP	-	-
HR-BL-OB	-	-
HR-BL-VP	-	-
HR-BL-VB	316,8	396,73
HR-BL-VPA	-	-
HR-BL-VBA	-	-
HR-BR-OP	-	-
HR-BR-OB	-	-
HR-BR-VP	-	-
HR-BR-VB	104,7	43,27
HR-BR-VPA		
HR-BR-VBA	113,0	90,85
HR-V-OP	-	-
HR-V-OB	-	-
HR-V-VP	-	-
HR-V-VB	-	-
HR-V-VPA	-	-
HR-V-VBA	-	-
HR-BL-K	-	-
HR-BL-KA	150,0	14,43
HR-BR-K	129,6	34,95
HR-BR-KA	154,5	29,71
HR-V-K	139,3	61,12
HR-V-KA	106,5	27,03

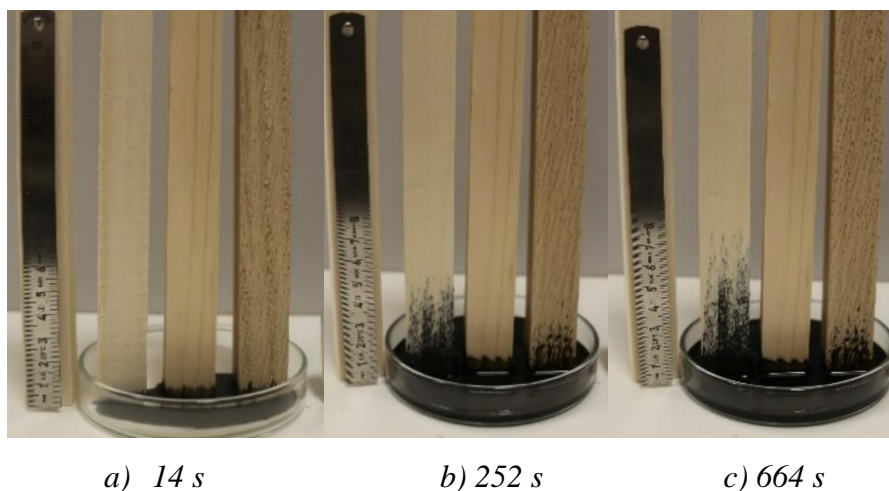


Slika 41. Penetracija kemijskog močila (K) u drvni trak kod hrastovine

Uspoređujući sve tri vrste drva međusobno, hrastovina je vrsta drva u koje ispitivana močila najlošije penetriraju, dok su jelovina i lipovina vrste drva u koje ispitivana močila vrlo dobro penetriraju. Promatrajući penetraciju močila s obzirom na vrstu obrade površine, možemo vidjeti kako je kod blanjanih uzoraka puno dublja penetracija nego kod navlaženih i brušenih. Pretpostavka je iz razloga što su nakon brušenja pore zatvorene sitnim česticama piljevine, te močilo jednostavno ne može prodrijeti dublje.

### 4.5. Brzina penetracije

Brzinu penetracije prikazana je kroz niz fotografija napravljenih u određenom vremenu tijekom ispitivanja. Na njima je vidljivo vrijeme i dubina penetracije močila u pojedini uzorak u uzdužnom smjeru. Lipovina se pokazala kao drvo koje najbrže upija močila, pa su se rezultati brzine penetracije jelovine i hrastovine promatrali u odnosu na brzinu penetracije lipovine. Promatralo se u kojem je vremenu lipovina postigla dubinu penetracije do 5 cm, te kada je postignuta najveća dubina penetracije. Može se vidjeti da je otapalno močilo s pigmentima kod lipovine penetriralo 5 cm za od 252 s, dok je dok je najveća dubina penetracije postignut za 664 s (slika 42). U vremenu od 252 s u jelovinu je otapalno močilo s pigmentima penetriralo 1,5 cm, a kod hrastovine 3,5 cm (Slika 42). U krajnjem promatranom vremenu od 664 s otapalno močilo s pigmentima nije značajnije penetriralo u jelovinu i hrastovinu, pa možemo reći da su oni svoj maksimum postigli već za 252 s (Slika 42).



Slika 42. Brzina penetracije otapalnog močila s pigmentima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)

## REZULTATI I DISKUSIJA

Kao i kod otapalnog močila s pigmentima, lipovina dominira i u penetraciji otapalnog močila s bojilima (slika 43). Već na samom početku pokusa možemo vidjeti kako otapalno močilo s bojilima brže penetrira od otapalnog močila s pigmentima. Otapalno močilo s bojilima je u svega 180 s penetriralo u lipovinu 5 cm, dok je kod otapalnog močila s pigmentima za to bilo potrebno 252 s. Promatrajući jelovinu vidimo da otapalno močilo s bojilima bolje penetrira te je u tom vremenu također, dublje penetriralo nego otapalno močilo s pigmentima. Kod uzorka hrastovine otapalno močilo s bojilima nešto sporije penetrira, te je maksimalna dubina penetracije manja u odnosu na otapalno močilo s pigmentima. U lipovinu je otapalno močilo s bojilima penetriralo čak 9 cm za 781 s što je znatno više od otapalnog močila s pigmentima.



a) 13 s

b) 180 s

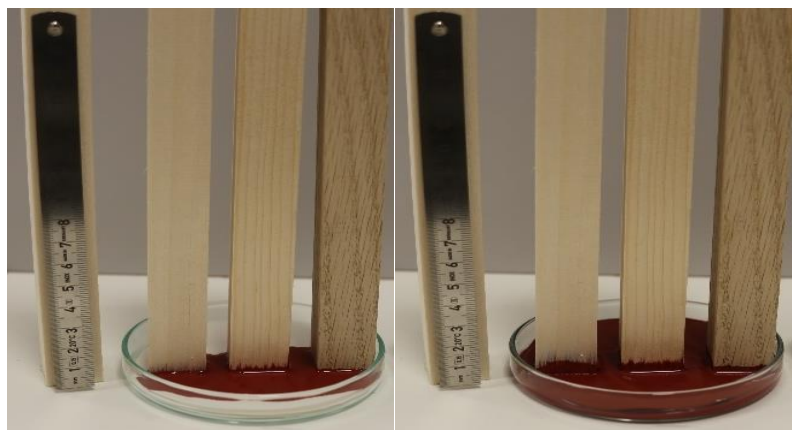
c) 781 s

*Slika 43. Brzina penetracije otapalnog močila s bojilima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)*

Vodeno močilo s dodatkom pigmenta slabo ili gotovo nište nije penetriralo u drvo u radijalnom, dok je penetracija tog močila u uzdužnom smjeru bolja. Dobiveni rezultati u odnosu na otapalna močila se značajno razlikuju, te je penetracija u određenom vremenu znatno manja. Vidljivo je da već nakon 450 s postignuta najveća penetracija te da vodeno močilo s pigmentima nije penetriralo dublje od 2 cm i to kod lipovine (slika 44). U jelovinu je vodeno močilo s pigmentima penetriralo nešto manje nego u lipovinu, a kod hrasta je penetracija vodenog močila s pigmentom jedva vidljiva (slika 44).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Vodeno močilo s bojilima je u početku ispitivanja gotovo jednako penetriralo u sve vrste drva (slika 45). Tijekom ispitivanja bila je vidljiva najveća penetracija vodenog močila s bojilima kod jelovine i je ovo prvo močilo koje je pokazalo bolju i bržu penetraciju kod jelovine nego kod lipovine. Za 852 s vodeno močilo s bojilima je penetriralo u jelovinu 5 cm, dok je za tu dubinu kod lipovine otapalnom močilu s bojilima trebalo svega 180 s.



a) 4 s

b) 450 s

Slika 44. Brzina penetracije vodenog močila s pigmentima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)



a) 5 s

b) 852 s

Slika 45. Brzina penetracije vodenog močila s bojilima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)



## 5. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu provedeno je istraživanje o utjecaju vrste drva i pripreme površine na svojstva močila. Promatrajući vizualne promjene tijekom pripreme uzoraka moglo vidjeti da prilikom navlaživanja uzoraka dolazi do izdizanja vlaknaca. Najizraženije je bilo kod hrastovine te je površina postala jako hrapava, dok je kod ostalih vrsta puno manje izraženo, na oko neprimjetno. Kada bi hrastovinu finalno obrađivali, tj. nanosili neki premaz to ne bi dobro izgledalo te je vrlo bitno da prilikom proizvodnje, ponajprije u fazi pred močenje ili lakiranje, hrastovina ne bude izložena vlazi jer će doći do izdizanja vlaknaca te će biti potrebno ponovno brušenje i pripremanje površine za močenje ili lakiranje. Prilikom močenja hrastovine zamijetili smo da je hrastovina vrsta drva koja sporo upija močilo, te se močilo zadržava na površini sve dok se ne osuši jer ga drvo ne upije. Ako smo takav uzorak nagnuli vidjeli smo da se močilo počelo kretati po površini jer nije osušeno. Možemo zaključiti da je hrastovina pogodna za metode nanošenja kistom, spužvom, valjcima te nalijevanjem, i da neće doći do curenja premaza, no za metodu nanošenja štrcanjem može biti jako nepogodna ukoliko nanesimo u jednom sloju previše premaza, jer će doći do curenja premaza.

Promatrajući površinu jelovine, mogli smo vidjeti da je površina različitog obojenja, a to je iz razloga što rano i kasno drvo nemaju istu moć upijanja, te je u rano drvo premaz penetrirao dublje nego u kasnom drvu. Lipovina se pokazala kao vrsta drva koja izrazito brzo upija, u ovom slučaju močila, te je njena površina ujednačene boju u odnosu na jelovinu, i po cijeloj površini podjednako je upila nanescena močila. Nanošenje močila kistom vrlo je zahtjevno, jer ukoliko dovoljno brzo ne razmažemo premaz na pojedinom mjestu će drvo više upiti močila, te će kasnije na tome mjestu biti jači ton obojenja.

Na temelju dobivenih rezultata, promatrajući svjetlinu možemo zaključiti kako su svi uzorci potamnili nakon močenja. Takav rezultat bio je i očekivan zato što su korištena močila bila s dodatkom pigmenta i bojila tamnijeg tona, osim vodenog močila s pigmentima koje je bilo nešto svjetlije. Vodeno močilo s pigmentima se pokazalo kao močilo koje je najmanje promijenilo svjetlinu kod sve tri vrste drva bez obzira na pripremu površine. Vodeno močilo s bojilima je najviše potamnilo površinu ispitanih uzoraka. Na hrastovini koristilo se i kemijsko močilo koje se također, pokazalo kao

## ZAKLJUČAK

močilo koje potamnjuje površinu. Na oko lipovina je najsvjetlija vrsta drva od korištenih vrsta drva u ispitivanju što smo potvrdili i mjerenjem, no nakon močenja njena svjetlina postala je približno jednaka hrastovini i jelovini. Hrastovina je vrsta drva tamnije srži, pa je i promjena svjetline bila najmanja.

Promatrajući sjaj na temelju zaključka promjene svjetline, tj. da je površina postala tamnija, možemo zaključiti da je površina kod uzoraka premazanim vodenim močilom s dodatkom bojila i kemijskim močilom postala manje sjajna. Iako je vodeno močilo s dodatkom pigmenta potamnilo površinu, ta površina je postala sjajnija te je iz razreda mat porasla u razred polumat.

Otapalno močilo s bojilima pokazalo kao močilo koje najdublje penetrira u jelovinu bez obzira na vrstu pripreme površine. Kod lipovine otapalno močilo s bojilima također, duboko penetrira, no najdublje je penetriralo vodeno močilo s bojilima i s dodatkom amonijevog hidroksida na blanjanjoj površini. Amonijev hidroksid se dodavao iz razloga da pospješi kvašenje, a time i penetraciju močila u drvo, no to se je dogodilo samo kod nekoliko uzoraka. Stoga se može zaključiti da dodavanje amonijevog hidroksida nema utjecaj na penetraciju močila u ovom istraživanju.

Samo se na samo nekoliko uzoraka hrastovina uspjela izmjeriti dubina penetracije močila i te su vrijednosti manje u odnosu na penetraciju močila kod jelovine i lipovine. Hrastovina se pokazala kao vrsta drva u koje močila loše penetriraju. Treba napomenuti, iako je vodeno močilo s pigmentima najmanje potamnilo površinu i povećalo sjaj površine, penetracija tog močila je najlošija. To močilo je kod pojedinih uzoraka vrlo slabo penetriralo ili uopće nije te je pigment ostao na površini.

Istražili smo i koja vrsta drva najbrže upija korištena močila i već prema rezultatima penetracije mogli smo zaključiti da hrastovina najsporije i najmanje upija močila. Prilikom samog nanošenja močila na površinu lipovina je najbrže upila močilo. Istraživanjem brzine penetracije to i potvrdilo te se može zaključiti da na uzdužnom smjeru lipovina najbrže i najdublje upija močila.

Na kraju ovog istraživanja možemo zaključiti kako način pripreme površine nema utjecaj na svojstva močila, no vrsta drva ima.

## LITERATURA

1. Bitterroot diy: Wood Finishing - What Type of Brush Do You Use for Stain, <https://www.bitterrootdiy.com/wood-finishing-what-type-of-brush-do-you-use-for-stain/> (Pristupljeno 26.4.2022.)
2. Envirolak, 2020.: Water based wood coatings troubleshooting guide, <https://envirolak.com/wp-content/uploads/2020/12/Troubleshooting.pdf> (Pristupljeno 27.4.2022.)
3. Flexener, B., 2020: Common staining problems and their fixes. Popular wood working. <https://www.popularwoodworking.com/finishing/common-staining-problems-and-their-fixes/> (Pristupljeno 27.4.2022.)
4. Flexner B., 2021.: Understanding wood finishing, 3rd revised edition, str. 7-20.
5. Haymes paint: Exterior problem solver, <https://www.haymespaint.com.au/inspiration/diy-know-how/exterior-problem-solver/> (Pristupljeno 27.4.2022.)
6. Interiors Desings Ideas: Koji brusni papir za drvo, metal i druge materijale?, <https://hr.best-home-ideas.net/9470115-jaki-papier-cierny-do-drewna> (Pristupljeno 27.4.2022.)
7. Jaić M., Živanović-Trbojević R., 2000.; Površinska obrada drveta, str. 218 – 270.
8. Jirouš-Rajković V., 2020.: Materijali za močenje (prozirno bojenje) drva, [PowerPoint prezentacija], <https://moodle.srce.hr/2019-2020/course/view.php?id=52738> (Pristupljeno 25.4.2022.)
9. Jirouš-Rajković V., 2020.: Močenje (bojenje) drva, [PowerPoint prezentacija], <https://moodle.srce.hr/2019-2020/course/view.php?id=52738> (Pristupljeno 25.4.2022.)

## Popis slika i tablica

*Slika 1. Uzorci hrastovine, lipovine i jelovine*

*Slika 2. Mjerenje sadržaja vode elektrootpornim vlagomjerom*

*Slika 3. Četverostrana blanjalica Cube Plus*

*Slika 4. Širokotračna brusilica VIET S2*

*Slika 5. Navlaživanje uzoraka hrasta pomoću kista*

*Slika 6. Ručno brušenje uzoraka nakon navlaživanja*

*Slika 7. Kontrola količine nanosa močila*

*Slika 8. Uzorak nakon nanošenja močila*

*Slika 9. Mjerenje svjetline spektrofotometrom*

*Slika 10. Mjerenje sjaja na uzorku hrastovine*

*Slika 11. Shematski prikaz mjernih mjesta sjaja na uzorcima*

*Slika 12. Priprema uzoraka za brušenje*

*Slika 13. Priprema uzoraka uz pomoć ručne tračne brusilice*

*Slika 14. Ručno brušenje uzoraka za mikroskop*

*Slika 15. Izgled površine nakon brušenja granulacijom P1500*

*Slika 16. Pripremljeni uzorci za mjerenje dubine penetracije prema vrsti drva i površinskoj obradi*

*Slika 17. Mikroskop*

*Slika 18. Izgled uzorka pri povećanju od 50x*

*Slika 19. Pripremljeni uzorci za ispitivanje*

*Slika 20. Postavljeni uzorci za ispitivanje brzine i dubine penetracije u uzdužnom smjeru*

*Slika 21. Pojava sitnih mjehurića na blanjanjoj hrastovini obrađenoj otapalnim močilom s bojilima (OB)*

*Slika 22. Prikaz izdignutih vlakana nakon nanosa vodenog močila s bojilima*

*Slika 23. Otapalno močilo s pigmentima (OP) na blanjanjoj površini hrastovine*

*Slika 24. Vodeno močilo s pigmentima (VP) na prethodno navlaženoj hrastovini*

*Slika 25. Prikaz površine na koju je nanoseno vodeno močilo s pigmentima uz dodatak amonijevog hidroksida (VPA) prije i nakon prolaska rukom po površini*

*Slika 26. Izgled brušene površine hrasta premazanog kemijskim močilom (K) i kemijskim močilom s dodatkom amonijevog hidroksida (KA)*

*Slika 27. Razdvajanje močila na površini jelovine prilikom nanošenja*

## POPIS TABLICA I SLIKA

*Slika 28. Vizualni izgled otapalnog močila s dodatkom pigment (OP) i otapalnim močilo dodatkom bojila (OB) na bušenoj jelovini*

*Slika 29. Izgled blanjane površine jelovine premazane otapalnim močilom s bojilima (OB)*

*Slika 30. Izgled navlažene površine jelovine premazane otapalnim močilom s bojilima (OB)*

*Slika 31. Otapalno močilo s pigmentima (OP) i otapalno močilo s bojilima (OB) na blanjanoj lipovini*

*Slika 32. Vodeno močilo s pigmentima (VP) na blanjanoj lipovini*

*Slika 33. Vrijednost  $\Delta L^*$  nakon močenja jelovine za različitu pripremu površine i vrstu močila*

*Slika 34. Vrijednost  $\Delta L^*$  nakon močenja lipovine za različitu pripremu površine i vrstu močila*

*Slika 35. Vrijednost  $\Delta L^*$  nakon močenja hrastovine za različitu pripremu površine i vrstu močila*

*Slika 36. Vrijednost sjaja prije i nakon močenja kod drva jelovine za različitu pripremu površine i vrstu močila*

*Slika 37. Vrijednost sjaja prije i nakon močenja kod drva lipovine za različitu pripremu površine i vrstu močila*

*Slika 38. Vrijednost sjaja prije i nakon močenja kod drva hrastovine za različitu pripremu površine i vrstu močila*

*Slika 39. Uzorci jelovine premazani otapalnim močilom bojilima (OB)*

*Slika 40. Uzorak lipovine premazan vodenim močilom s pigmentima pri povećanju od 10.5x*

*Slika 41. Penetracija kemijskog močila (K) u drvni trak kod hrastovine*

*Slika 42. Brzina penetracije otapalnog močila s pigmentima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)*

*Slika 43. Brzina penetracije otapalnog močila s bojilima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)*

*Slika 44. Brzina penetracije vodenog močila s pigmentima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)*

*Slika 45. Brzina penetracije vodenog močila s bojilima (lijevi uzorak-lipovina, uzorak u sredini-jelovina, desni uzorak-hrastovina)*

## POPIS TABLICA I SLIKA

*Tablica 1. Dubina penetracije jelovine za različitu vrstu obrade površine drva i vrstu močila*

*Tablica 2. Dubina penetracije lipovine za različitu vrstu obrade površine drva i vrstu močila*

*Tablica 3. Dubina penetracije hrastovine za različitu vrstu obrade površine drva i vrstu močila*