

# Promjena boje prethodno umjetno UV-ozračenog i UV-neozračenog drva jasna tijekom procesa parenja

---

**Matić, Mihael**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:244125>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-04**



*Repository / Repozitorij:*

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



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**PROMJENA BOJE PRETHODNO UMJETNO UV-OZRAČENOG I  
UV-NEOZRAČENOG DRVA JASENA TIJEKOM PROCESA  
PARENJA**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Drvnotehnološki procesi

Predmet: Hidrotermička obrada drva

Ispitno povjerenstvo:      1. Prof. dr. sc. Stjepan Pervan  
   2. Prof. dr. sc. Mladen Brezović  
   3. Dr. sc. Miljenko Klarić

Student: Mihael Matić

JMBAG: 0068210703

Broj indeksa: 594/14

Datum odobrenja teme: 29.03.2017. g.

Datum predaje rada: 16.09.2019. g.

Datum obrane rada: 27.09.2019. g.

**Zagreb, rujan, 2019.**

# Dokumentacijska kartica

|                |   |
|----------------|---|
| Naslov         | Promjena boje prethodno umjetno UV-ozračenog i UV-neozračenog drva jasena tijekom procesa parenja   |
| Title          | Colour Change of Previously Artificially UV-irradiated and Non-UV-irradiated Ash-wood During the Steaming Procedure   |
| Autor          | Mihael Matic  |
| Adresa autora  | Vladimira Nazora 25b, Velika Kapanica, Hrvatska   |
| Mjesto izrade  | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu   |
| Vrsta objave   | Diplomski rad   |
| Mentor         | Prof. dr. sc. Stjepan Pervan  |
| Komentor       | Dr. sc. Miljenko Klarić   |
| Godina objave  | 2019. g.  |
| Obujam         | Broj stranica: I-VII + 32, 6 tablica, 27 slika i 17 navoda literature.  |
| Ključne riječi | Jasen, UV zračenje, parenje drva  |
| Key words      | Ash, UV radiation, wood steaming  |
| Sažetak        | <p>U ovome radu je istražena promjena boje drva jasena tijekom procesa parenja zasićenom vodenom parom. Tijekom provedbe eksperimenta dio uzoraka drva je prije procesa parenja umjetno ozračen ultraljubičastim zračenjem (UV-A), a dio uzoraka je ostao neozračen. Provedbom ovoga istraživanja će se utvrditi da li prethodno izlaganje UV-A zračenju utječe na promjenu boje drva jasena tijekom procesa parenja zasićenom vodenom parom.</p> |

|   |                                     |                   |
|---|-------------------------------------|-------------------|
|  | <b>IZJAVA O IZVORNOSTI<br/>RADA</b> | OB ŠF 05 07       |
|   |                                     | Revizija: 1       |
|   |                                     | Datum: 28.6.2017. |

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

---

*vlastoručni potpis*

*Mihael Matić*

U Zagrebu, 23. rujna 2019.

# Sadržaj

|  |     |
|--|-----|
| Dokumentacijska kartica .....  | I   |
| IZJAVA O IZVORNOSTI RADA.....  | II  |
| Sadržaj .....  | III |
| Popis slika .....  | V   |
| Popis tablica .....  | VI  |
| Predgovor.....   | VII |
| 1. Uvod .....  | 1   |
| 2. Općenito o drvu.....  | 2   |
| 2.1. Poljski jasen ( <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) .....  | 3   |
| 3. Kemijski sastav drva.....   | 6   |
| 3.1. Elementarni sastav drva .....   | 6   |
| 3.2. Celuloza ( $C_6H_{10}O_5$ ).....  | 7   |
| 3.3. Hemiceluloza (drvne polioze) .....  | 8   |
| 3.4. Lignin .....  | 9   |
| 4. Parenje .....   | 10  |
| 5. Općenito o boji .....   | 12  |
| 5.1. Boja drva .....   | 13  |
| 5.2. CIE Lab sustav .....  | 16  |
| 5.3. Vrste promjene boje u praksi.....   | 17  |
| 5.4. Promjene boje drva temeljene na kemijskim reakcijama tijekom sušenja u<br>sušionici i parenja u parionici ..... | 18  |
| 6. Cilj istraživanja .....   | 19  |
| 7. Materijali i metode .....   | 20  |
| 7.1. Materijal .....   | 20  |
| 7.2. Određivanje sadržaja vode .....   | 22  |
| 7.3. Mjerenje boje.....  | 23  |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 7.4. UV tretiranje.....        | 24 |
| 7.5. Parenje uzoraka.....      | 25 |
| 8. Rezultati i diskusija ..... | 26 |
| 9. Zaključak.....              | 31 |
| 10. Literatura.....            | 32 |

## Popis slika

**Slika 1.** Parenje piljenica zasićenom vodenom parom (izvor: Termolegno, 2019).

**Slika 2.** Četinjače i listače (izvor: Trupina, 2017).

**Slika 3.** Prostorni prikaz histološke građe drva listača, jasenovina (*Fraxinus angustifolia*), povećanje 225 × (izvor: Špoljarić, 1978).

**Slika 4.** Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*) (izvor: WIKIMEDIA, 2019).

**Slika 5.** Općenita shema grupnog kemijskog sastava drva (izvor: Fengel i Wegener, 1989).

**Slika 6.** Prikaz kemijske strukture lanca celuloze (izvor: Prenhall, 2015).

**Slika 7.** Formule šećernih komponenata polioza (izvor: Antonović, 2010b).

**Slika 8.** Osnovne građevne jedinice lignina (tzv. prethodnici lignina) (izvor: Antonović, 2010b).

**Slika 9.** Vidljivi spektar elektromagnetskog zračenja (izvor: WIKIMEDIA, 2019).

**Slika 10.** CIE Lab sustav (izvor: amt-metriks, 2019).

**Slika 11.** Provedeno uzorkovanje (prikaz koraka).

**Slika 12.** Ispiljeni i vakuumirani uzorci drva jasena.

**Slika 13.** Označavanje uzoraka probijačem

**Slika 14.** Četkanje i vaganje uzoraka.

**Slika 15.** Mjerenje boje.

**Slika 16.** Mjerenje boje.

**Slika 17.** Izlaganje jedne grupe uzoraka UV-A zračenju.

**Slika 18.** Izlaganje jedne grupe uzoraka UV-A zračenju.

**Slika 19.** Priprema uzoraka za proces parenja vodenom parom.

**Slika 20.** Početak procesa parenja vodenom parom.

**Slika 21.** Kretanje sadržaja vode uzoraka koji su bili ozračeni UV zračenjem.

**Slika 22.** Kretanje sadržaja vode uzoraka koji nisu bili ozračeni UV zračenjem.

**Slika 23.** Promjene komponenti boje i svjetline UV tretiranih uzoraka.

**Slika 24.** Promjene komponenti boje i svjetline UV netretiranih uzoraka.

**Slika 25.** UV tretirani uzorak (lijevo) i UV netretirani uzorak (desno) nakon parenja.

**Slika 26.** UV tretirani uzorak (gore) i UV netretirani uzorak (dolje) nakon parenja.

**Slika 27.** UV tretirani uzorak (desno) i UV netretirani uzorak (lijevo) nakon parenja.

## Popis tablica

**Tablica 1.** Glavne funkcije i različite vrste stanica u drvu (*izvor*: Antonović, 2010a).

**Tablica 2.** Fizikalna svojstva jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl).

**Tablica 3.** Mehanička svojstva jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl).

**Tablica 4.** Elementarni sastav raznih vrsta drva (*izvor*: Žeger, 2012).

**Tablica 5.** Prednosti i nedostaci postupaka parenja (*izvor*: Lohmann, 1993, prema Doffine-u).

**Tablica 6.** Pregled boja različitih vrsta drva (*izvor*: Draščić, 2011; Petrić i dr., 1985).



# Predgovor

U ovom diplomskom radu obrađena je problematika promjene boje tijekom procesa parenja jasenovine (*Fraxinus angustifolia* Vahl) uslijed djelovanja visoke temperature i vodene pare te UV zračenja na jasenovinu.

Proces parenja i njegov utjecaj na estetska svojstva drva (naročito na boju drva) nedovoljno su istraženi i najčešće se kontrola procesa parenja oslanja na iskustvene podatke. Svrha ovog diplomskog rada je da se pokuša preciznije opisati i objasniti mehanizme promjene boje drva u odnosu na vrijeme parenja i time doprinijeti u stvaranju jasnije slike o procesu parenja. Osim toga, podaci dobiveni ovim istraživanjem moći će se koristiti u iznalaženju optimalnog režima parenja drva jasenovine u cilju promjene boje čime se podiže estetska i financijska vrijednost drva.

Želio bih se zahvaliti mentoru prof. dr. sc. Stjepanu Pervanu za mentorstvo te komentoru dr. sc. Miljenku Klariću za stručne savjete, također se želim zahvaliti Zavodu za tehnologije materijala za ustupanje sve potrebne opreme u laboratoriju, nastavnicima Šumarskog fakulteta u Zagrebu na razumijevanju i znanju koje su mi pružili tijekom svih godina studiranja, te najviše mojoj obitelji na podršci, razumijevanju i strpljenju.

## 1. Uvod

Drvo je prirodan, anizotropan, nehomogen, biorazgradiv materijal, raznolikih estetskih karakteristika koji je neizostavan dio čovjekove svakodnevnice već tisućama godina. Primjena drva je imala veliki značaj u rastu i razvoju ljudske populacije i u njihovu tehničkom i ekonomskom napretku.

Osnovni cilj u modernoj primjeni drva jest naglasiti i iskoristiti njegovu prirodnu, estetsku i tehničku kvalitetu, a istodobno eliminirati ili svesti na najmanju moguću mjeru njegove nedostatke.

Drvo je također i higroskopian materijal te u svom prirodnom obliku sadrži određenu količinu vode netom nakon sječe i primarne pilanske obrade drva pa je tako drvo potrebno osušiti prije daljnje obrade i uporabe.

U ovom radu će se primarno obrađivati utjecaj parenja na jedno od važnih estetskih svojstava drva, a to je boja. Pod bojom drva podrazumijeva se prirodni ton boje prosušenog drva, a kod jedričavih vrsta prirodni ton boje srži.

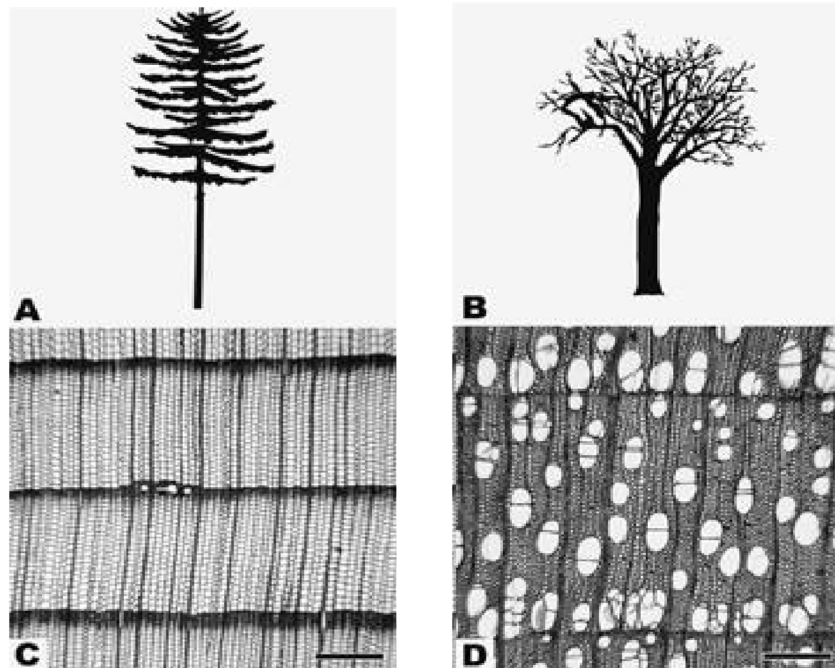
Parenjem drva radi promjene ili ujednačavanja boje dolazi do promjene estetskih svojstava drva, čime povećavamo i ekonomsku vrijednost drva kao materijala. Tako možemo vrstama drva koje su nižeg cjenovnog ranga zbog svojih „lošijih“ svojstava kao što je jasen povećati cijenu i do nekoliko puta.



**Slika 1.** Parenje piljenica zasićenom vodenom parom (izvor: Termolegno, 2019)

## 2. Općenito o drvu

Tehničko drvo je osrženi ksilem lignoceluloznog sastava proizveden od vaskularnog bilja iz skupine sjemenjača koje se dijele na listače i četinjače, tj. tvrdo drvo (engl. hardwood), i meko drvo (engl. Softwood).



*Slika 2. Četinjače i listače (izvor: Trupina, 2017)*

Četinjače spadaju u skupinu golosjemenjača, rastu na sjevernoj hemisferi i uglavnom su zimzelene (ne gube lišće u hladnom dijelu godine). Kod nas su najpoznatije vrste: jela (*Abies*), smreka (*Picea*) i bor (*Pinus*).

Listače pripadaju skupini kritosjemenjača, njima u jesen lišće (uglavnom) opada, a tipični predstavnici su Bukva (*Fagus*), Hrast (*Quercus*), Breza (*Betula*), Jasen (*fraxinus*) i dr.

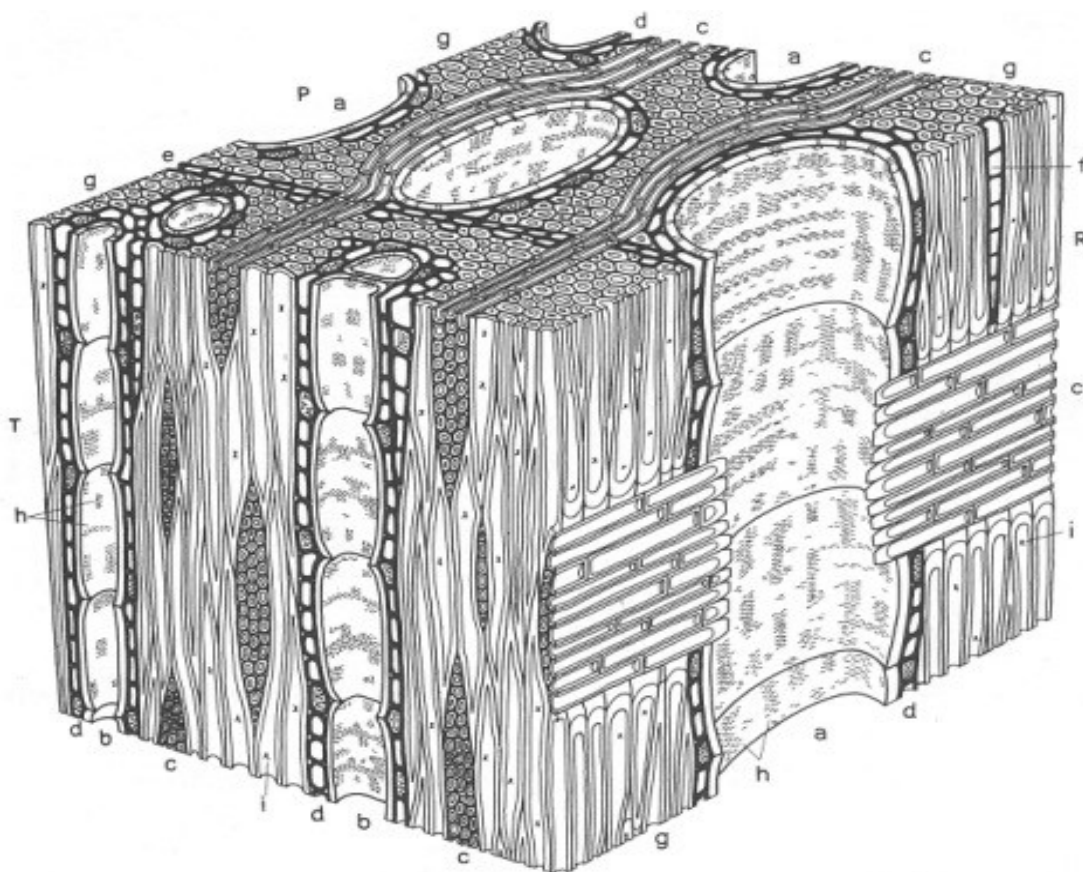
Sustav listača građen je od vlaknastih elemenata (drvnih vlakanaca), traheja (pora) i traheida koje se razlikuju po veličini rasporedu te od različito strukturiranih parenhimskih stanica. Svi oni imaju važnu biološku ulogu ali isto tako svojim oblikom, veličinom i rasporedom utječu na mehanička, fizička, preradbena i druga svojstva drva.

Elemente građe drva po funkciji dijelimo na akumulacijske, potporne i provodne, a s obzirom na smjer protezanja te iste elemente dijelimo na poprečne ili radijalne i uzdužne ili aksijalne.

## 2.1. Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) je listopadno drvo koje dolazi iz porodice maslina (oleaceae). Stablo je visoko 25-30 m sa duguljastom i zaobljenom krošnjom, kora je siva i uzdužno i poprečno ispucana. Boja drva bjeljike je žućkasta do crvenkastobijela, a srži je svijetlosmeđa.

Jasenovina je drvo listača relativno jednostavne građe: ono se sastoji samo iz traheja, librifoma, te parenhima radijalnog i aksijalnog. Staničje trakova je homocelularno, traci su jednoredni, dvoedni i višeredni. Članci traheja ranog drva su krupni i vidljivi prostim okom (pore), u kasnom drvu su sitni i dispergirani u temeljnu masu mehaničkih elemenata. Granica goda je dobro uočljiva.



**Slika 3.** Prostorni prikaz histološke građe drva listača, jasenovina (*Fraxinus angustifolia*), povećanje  $225 \times$  (izvor: Špoljarić, 1978).

**Legenda:** (P) poprečni presjek, (T) tangentni presjek, (R) radijalni presjek, (a) krupne traheje ranog drva s pločom perforacije potpuno perforiranom, (b) sitne traheje kasnog drva, (c) višeredni i jednoredni homocelularni lećasti traci drva, (d) nizovi stanica aksijalnog parenhima u paratrahealno vazicentričnom rasporedu, (e) nizovi stanica aksijalnog parenhima u apotrahealnom graničnom rasporedu, (f) niz stanica

aksijalnog parenhima u apotrahealno difuznom rasporedu, (g) libriformska vlakanca drva, (h) sitne ograđene jažice s poprečno pukotinastim otvorima prema lumenu traheja, (i) pukotinaste jažice na libriformskim vlakancima drva.

**Tablica 1.** Glavne funkcije i različite vrste stanica u drvu (izvor: Antonović, 2010a).

|                  | <b>Mehanička funkcija</b>                  | <b>Funkcija provođenja</b>                | <b>Funkcija pohranjivanja</b>                                     | <b>Funkcija izlučivanja</b>    |
|------------------|--|---|---|--------------------------------|
| <b>Četinjače</b> | - traheide kasnog drva                     | - traheide ranog drva<br>- traheide trake | - parenhimske trake<br>- longitudinalna parenhima (smolni kanali) | - epitelne stanice (parenhima) |
| <b>Listače</b>   | - libroformska vlakna<br>- traheide vlakna | - žile<br>- traheide žile                 | - parenhimske trake<br>- longitudinalna parenhima                 | - epitelne stanice             |

Areal poljskog jasena je srednja i južna Europa, sjeverozapadna Afrika i jugozapadna Azija u nizinskim područjima, a kod nas je autohtona vrsta i nalazi se u područjima: Podunavlja, srednje i gornje Podravine, donje, srednje i gornje Posavine, srednje Hrvatske i Pokuplja, okolina Rijeke, otoci Rab i Pag, i dr.

Koristi se u stolarstvu (pokućstvo, parketi), za karoserije, letvice za klupe, držala, ručke, poljoprivredno oruđe, sportske sprave, skije, vesla, samice, za gradnju čamaca, u gradnji aviona, i u druge svrhe.

Tehničke karakteristike drva jasena su kako slijedi: srednje teško, tvrdo, čvrsto do vrlo čvrsto, vrlo elastično, lako se obrađuje, trajno.



**Slika 4.** Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*) (izvor: WIKIMEDIA, 2019).

**Tablica 2.** Fizikalna svojstva jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl).

| <b>R. br.</b> | <b>Svojstvo</b>                            | <b>Vrijednost</b>     |
|---------------|--|-----------------------|
| 1.            | Gustoća standardno suhog drva ( $\rho_0$ ) | 650 kg/m <sup>3</sup> |
| 2.            | Gustoća sirovog drva ( $\rho_s$ )          | 860 kg/m <sup>3</sup> |
| 3.            | Točka zasićenosti vlaknaca                 | 23...25 %             |
| 4.            | Radijalno utezanje                         | 5 %                   |
| 5.            | Tangentncijalno utezanje                   | 8 %                   |
| 6.            | Volumno utezanje                           | 13,6 %                |
| 7.            | Udio pora : prstenasto-porozna vrsta;      | 1 : 2,2               |
| 8.            | Rano drvo                                  | 0,37                  |
| 9.            | Kasno drvo                                 | 0,81                  |

**Tablica 3.** Mehanička svojstva jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl).

| <b>R. br.</b> | <b>Svojstvo</b>       | <b>Vrijednost</b>                              |
|---------------|-----------------------|--|
| 1.            | Čvrstoća na tlak      | 23,0...52,0...78,0 Mpa                         |
| 2.            | Čvrstoća na vlak      | 70,0...165,0...293,0 MPa                       |
| 3.            | Čvrstoća na savijanje | 58,0...120,0...210,0 Mpa                       |
| 4.            | Čvrstoća na smik      | 9,0...12,8...14,6 Mpa                          |
| 5.            | Čvrstoća na udarac    | 10,0...70,0...250,0 kJ/m <sup>2</sup>          |
| 6.            | Tvrdoća drva          | 41,0...76,0...115,0 N/mm <sup>2</sup>          |
| 7.            | Modul elastičnosti    | 44,000...134,000...181,000 daN/cm <sup>3</sup> |

### 3. Kemijski sastav drva

#### 3.1. Elementarni sastav drva

U kemijskom pogledu, na elementarnoj razini suha drvena tvar stanične stjenke se skoro u potpunosti sastoji od samo tri kemijska elementa:

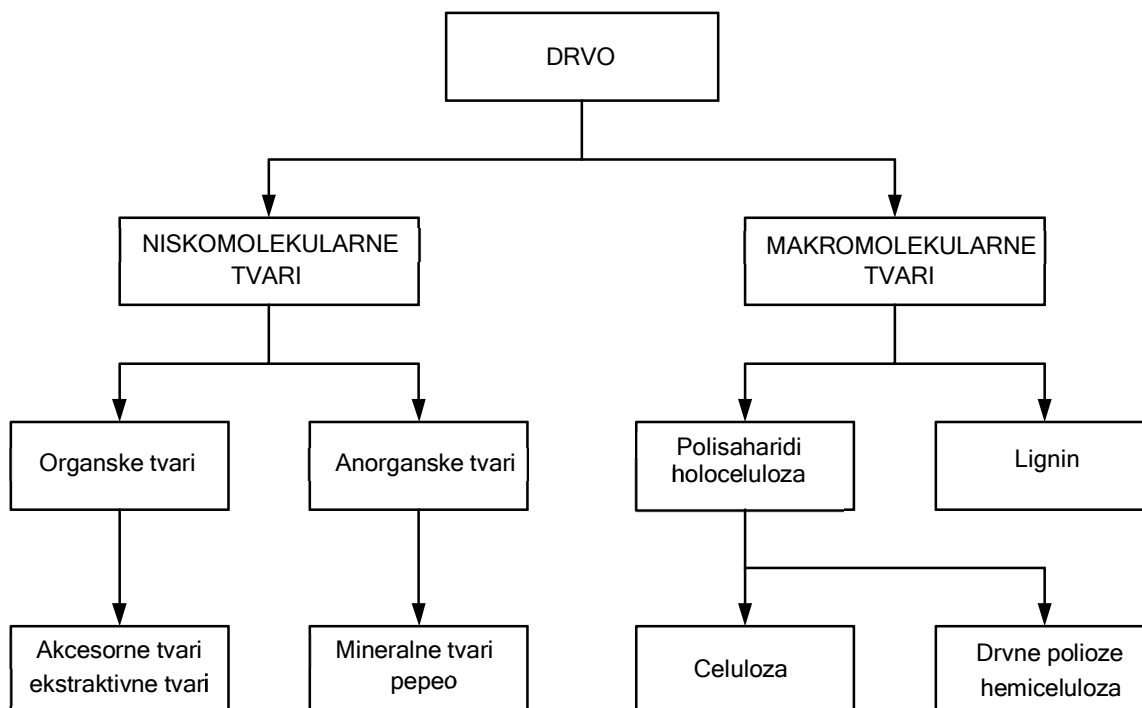
- ugljika, C – s masenim udjelom od oko 50 %,
- vodika, H – s masenim udjelom od oko 6 %,
- kisika, O – s masenim udjelom od oko 44 %,
- te anorganskih tvari u tragovima.

To znači da je elementarni sastav drva sastavljen iz elemenata ugljika (C), vodika (H) i kisika (O), a apsolutna suha tvar raznih vrsta drva (sušeno pri  $103 \pm 2$  °C do konstantne mase) pokazuje male razlike u elementarnom sastavu (tablica 4).

**Tablica 4.** Elementarni sastav raznih vrsta drva (izvor: Žeger, 2012).

| Vrsta drva | C, % | H, % | O, % | Vrsta drva | C, % | H, % | O, % |
|------------|------|------|------|------------|------|------|------|
| Javorovina | 49,8 | 6,3  | 43,9 | Topolovina | 49,7 | 6,3  | 44,0 |
| Brezovina  | 48,6 | 6,4  | 45,0 | Brestovina | 50,2 | 6,4  | 43,4 |
| Bukovina   | 48,5 | 6,3  | 45,2 | Smrekovina | 49,6 | 6,4  | 44,0 |
| Hrastovina | 49,4 | 6,1  | 44,5 | Borovina   | 49,9 | 6,3  | 43,8 |
| Jasenovina | 49,4 | 6,1  | 44,5 | Ariševina  | 50,1 | 6,3  | 43,6 |
| Lipovina   | 49,4 | 6,9  | 43,7 | Jelovina   | 50,0 | 6,4  | 43,6 |

Od ugljika, vodika i kisika izgrađeni su celuloza, hemiceluloza i lignin. Umreženi i međusobno povezani lanci celuloze, hemiceluloze i lignina s nešto malo izlučevina i anorganskih tvari čine trodimenzionalni biopolimerni kompozit – drvo.



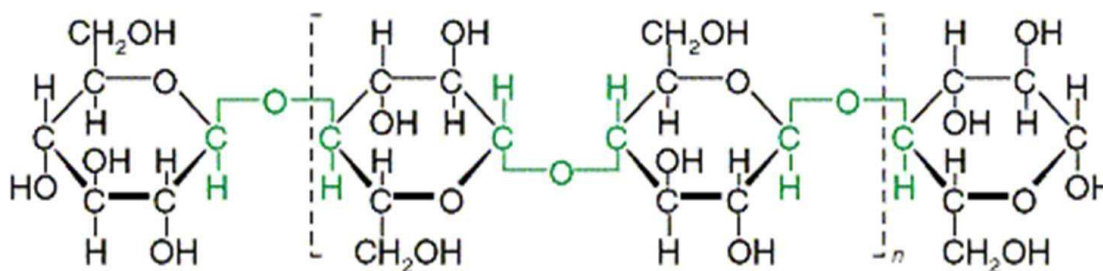
**Slika 5.** Općenita shema grupnog kemijskog sastava drva (izvor: Fengel i Wegener, 1989).

### 3.2. Celuloza (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)

Celuloza je osnovni strukturni temelj biljnih stanica. Celuloza, kao glavni građevni element drva, tvori oko 40 % suhe tvari u većini vrsta drva (i u četinjačama i u listačama), te je predominantno smještena u sekundarnoj staničnoj stjenici. S tehničkog gledišta, celulozna vlakna biljkama daju karakterističnu čvrstoću i elastičnost (Antonović, 2010b).

Celuloza sadrži jedinice β-D-glukopiranoze koje su tako povezane da tvore molekularni lanac. Prema tome, celuloza se može opisati kao linearno polimerni glukan s jednolikom strukturom lanca. Jedinice su međusobno povezane β-(1→4)-glikozidnim vezama. Dvije susjedne jedinice glukoze povezane su međusobno eliminacijom jedne molekule vode između njihovih hidroksilnih grupa na ugljiku 1 i ugljiku 4. β-pozicija OH-grupe na C1 zaokrenuta je za 180° na slijedeću jedinicu glukoze oko C1-C4 osi prstena piranoze. Ponavljajuća jedinica celuloznog lanca se naziva celobiozna jedinica (osnovna građevna jedinica je zapravo disaharid) s dužinom od 1,03 nm (slika 5-9). Kao rezultat, linearni celulozni lanac je žilav i ravan u usporedbi s heličnom tvorevinom frakcije α-vezane amilaze škroba (Antonović, 2010b).



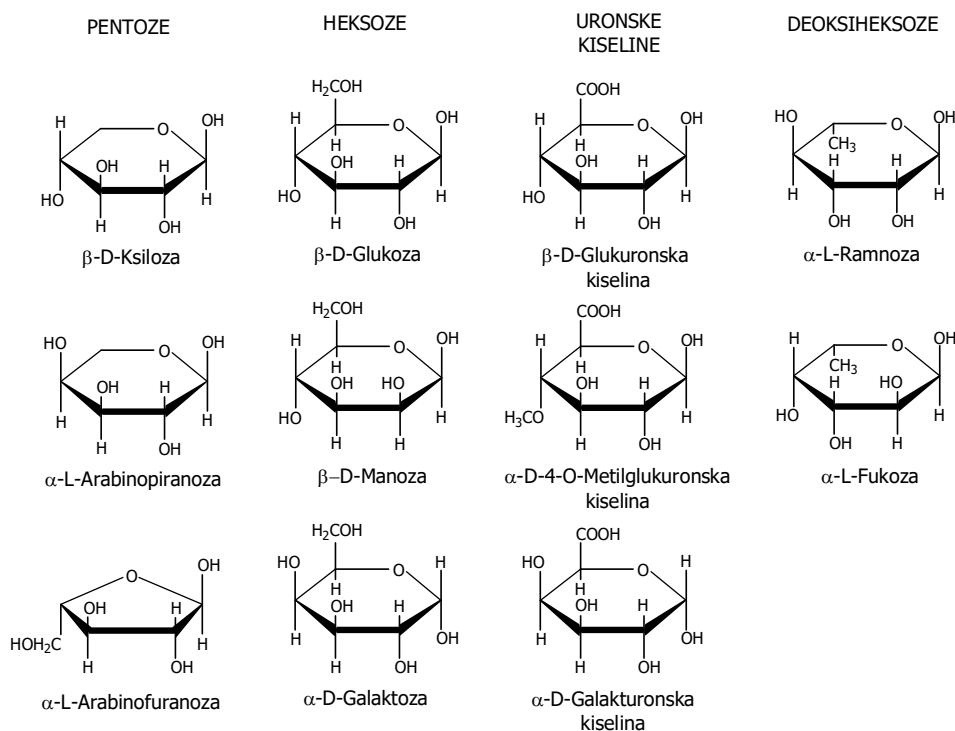


**Slika 6.** Prikaz kemijske strukture lanca celuloze (izvor: Parenhall, 2019).

### 3.3. Hemiceluloza (drvne polioze)

Sadržaj hemiceluloze se kreće između 20 i 30 % od ukupne mase drva. Listače sadrže više hemiceluloze nego četinjače, te je sastav šećera drukčiji. Pet neutralnih šećera koji su glavne komponente hemiceluloze su: heksoze glukoze, manoz, galaktoza, pentoze ksiloza i arabinoza. Lanac hemiceluloze je mnogo kraći nego u slučaju celuloze, te imaju bočne grupe i u nekim slučajevima su razgranate (Antonović, 2010b).

Veći udio hemiceluloze od uobičajenom može se naći u jače napregnutim dijelovima drva, npr. u kompresijskom drvu.

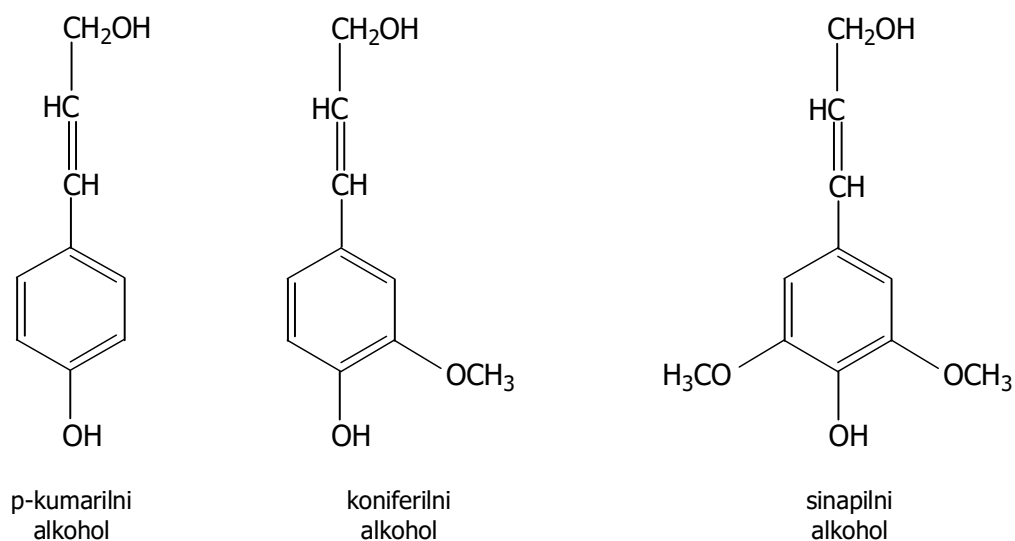


**Slika 7.** Formule šećernih komponentata polioza (izvor: Antonović, 2010b).

### 3.4. Lignin

Lignin je kao obložna tvar smještena u staničnoj stjenci i središnjoj lameli. Služi kao vezivo između drvnih vlakana kao sredstvo ukrućivanja unutar vlakana, kao brana enzimatskoj razgradnji stanične stijenke, te kao ojačanje drvene strukture.

Lignini su amorfne trodimenzionalne mreže polimera fenilpropanskih jedinica s mnogo različitih kemijskih veza između monomera koji dovode do složene strukture koja se može objasniti samo učestalošću i rasprostranjenošću različitih veza (Pervan, 2009).



**Slika 8.** Osnovne građevne jedinice lignina (tzv. prethodnici lignina)

(izvor: Antonović, 2010b).

## 4. Parenje

Pod hidrotermičkom obradom drva smatra se obrada drva toplinom i vlagom. Područja vlage i temperature se kreću u širokim granicama.

Hidrotermička obrada obuhvaća:

- 1) Sušenje drva (prirodno sušenje, preosušenje, umjetno sušenje)
- 2) Ubrzano sušenje (pregrijanom parom, u tekućinama, u otapalima, u vrućim uljima, u organskim parama, u prešama, infracrvenim zrakama, visokofrekventnom strujom, kemijsko, u vakuumu)
- 3) Zagrijavanje
- 4) Kuhanje
- 5) Omekšavanje
- 6) Sušenje furnira
- 7) Sušenje iverja i piljevine
- 8) Otvrđnjavanje laka na drvu
- 9) Parenje drva

Parenje drva provodimo iz razloga da bi drvu promijenili prirodan ton boje, da bi poboljšali higroskopna svojstva smanjenjem veličine utezanja i bubrenja drva, radi jednoličnijeg rasporeda vode koji olakšava i poboljšava kasniji tijek sušenja, poboljšanja kvalitete drva smanjenjem zaostalih napreznja u drvu, omekšavanja drva za naknadnu proizvodnju furnira i uslojenog drva, savijanja u tehnologiji proizvodnje masivnog namještaja, sterilizacije (Pervan, 2009).

Proces parenja piljene građe traje od 2 do 4 dana, ovisno o temperaturi pare, vlazi i debljini drva te o ciljanoj boji ,uglavnom pri temperaturi oko 100 °C i relativnoj vlazi zraka oko 100 %, pomoću zasićene vodene pare. Tlak parenja zavisi od svrhe parenja i kreće se od 1-4 bara.

Za parenje drva se koriste komore, kotlovi ili jame izrađene od opeke, metala, betona, armiranog betona.

Parenje piljene građe provodi se direktnim i indirektnim načinom parenja. Kod direktnog načina parenja uvodi se u parionicu nisko tlačna para kroz sustav cijevi na podu parionice. Para izlazi iz cijevi kroz rupice veličine 4 do 5 mm i zatim se usmjerava zaštitnim limovima zbog direktnog udaranja na drvo da se izbjegne raspucavanje površine i neželjene

promjene boje. Pri indirektnom načinu para, vrela voda ili vrelo ulje prolazi kroz cijev uronjenu u kondenzat koji isparava. Medij zagrijava vodu u bazenu koja isparava i para se zatim širi jednoliko po bazenu. Prednosti i nedostaci direktnog i indirektnog načina parenja prikazani su tablici 5.

**Tablica 5.** Prednosti i nedostaci parenja (*izvor*: Lohmann, 1993, prema Doffine-u).

|                  | <b>DIREKTNO PARENJE</b>  | <b>INDIREKTNO PARENJE</b>   |
|------------------|--|---|
| <b>PREDNOSTI</b> | 1. Jednostavnija izvedba sustava cijevi  | 1. Umjereni uvjeti procesa, stoga su greške minimalne   |
|                  | 2. Mogućnost korištenja vodene pare nižeg tlaka                                  | 2. Mogućnost povrata kondenzata, stoga je energetski povoljan način parenja                           |
|                  | 3. Brži i jednostavniji način kontrole postupka                                  | 3. Lagana izvedba povrata kondenzata  |
|                  |  | 4. Vodena para ne mora biti u potpunosti bez ulja   |
|                  |  | 5. mogućnost priključenja postrojenja na dovod visokotlačne vrela vode, a time i bolje iskoristivosti |
| <b>NEDOSTACI</b> | 1. Potreban je pažljiviji nadzor da se smanji mogućnost nastanka grešaka na drvu | 1. Potreban je povišeni tlak vodene pare s gubicima pri prijenosu topline s cijevi na vodu u kanalu   |
|                  | 2. Nemogućnost povrata kondenzata, stoga je energetski nepovoljan način parenja  | 2. Komplicirana izvedba sustava cijevi za zagrijavanje  |
|                  | 3. Vodena para mora biti u potpunosti bez ulja                                   |   |

## 5. Općenito o boji

Osjećaj koji u oku stvara svjetlost emitirana iz nekog izvora ili reflektora od neke površine naziva se bojom. Ljudsko oko može percipirati samo vidljivo (bijelo svjetlo), za razliku od infracrvenog i ultraljubičastog svjetla.

Bijelo svijetlo predstavlja vidljivo svijetlo, onakvo kakvo izgleda po bijelom danu ili pri svijetlu žarulje. Takvo svjetlo nije homogen medij već mješavina svih valnih dužina vidljivog svjetla, odnosno mješavina svih boja vidljivog djela spektra. Kad nema svjetla nema niti boje, jer boja jest svjetlo. Ono što ljudsko oko vidi zapravo jest maleni dio spektra elektromagnetskih valova. Doživljaj boje ovisan je o tri faktora:

- spektralnom sastavu svjetla koje pada na promatrani predmet
- molekularnoj strukturi materijala s kojeg se svjetlo reflektira ili koje ga propusti
- čovjekovo osjetilo kroz oči i mozak

Neka je tvar obojena, ako selektivno apsorbira vidljivi dio spektra određenih valnih duljina, onih između 380 i 760 nm, a propušta ili reflektira elektromagnetsko zračenje ostalih valnih dužina u tom dijelu spektra. Kad to zračenje dođe u mrežnicu oka, izaziva osjet (kromatske) boje. Boja se može mjeriti kolorimetrima i spektrometrima.

Najdulju valnu duljinu ima crvena svjetlost a najkraću ljubičasta i plava svjetlost:

- Crvena  $610 \text{ nm} \leq \lambda < 760 \text{ nm}$
- Narančasta  $591 \text{ nm} \leq \lambda < 610 \text{ nm}$
- Žuta  $570 \text{ nm} \leq \lambda < 591 \text{ nm}$
- Zelena  $500 \text{ nm} \leq \lambda < 570 \text{ nm}$
- Plava  $450 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$
- Ljubičasta  $360 \text{ nm} \leq \lambda < 450 \text{ nm}$

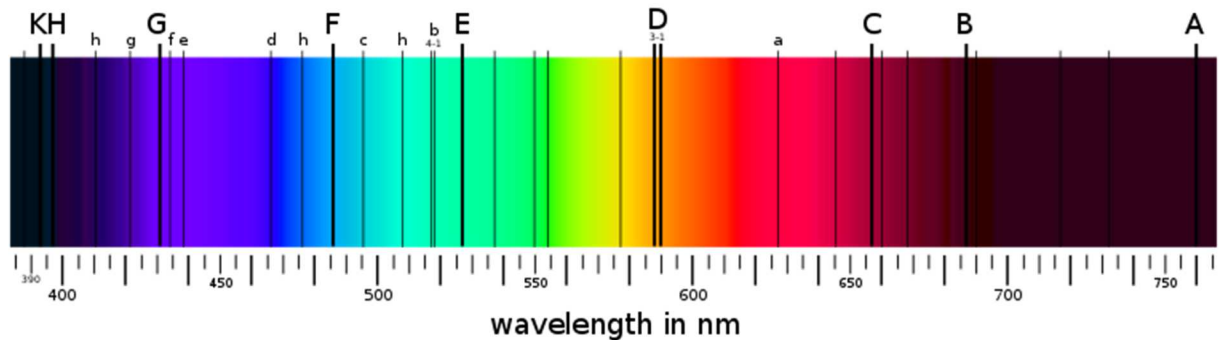
Tri osnovna fiziološka obilježja osjeta boje jesu:

**H – ton (engl. HUE)** – Svaka je nijansa neke boje, a određena je kemijskim sastavom tvari. Poznati nazivi boja su plava, žuta, crvena itd.

**C – kromatičnost (engl. CHROMA)** – označava stupanj zasićenosti nekog tona tj. određuje koliko ima dominantnog tona u nekom obojenju. Prema tome, monokromatska svjetlost je maksimalno zaštićena jer je to svjetlost jednog tona. Sunčeva Svjetlost koja je

polikromatska i ima zasićenost nula, jer u njoj ne prevladava ni jedna boja. Na osnovi zasićenosti, boje se dijele na akromatske: bijela, siva, crna, i kromatske: (šarene) boje.

**L – svjetlina (engl. VALUE)** – Opisuje nam da li je boja svjetlija ili tamnija, idealna bijela površina ima svjetlinu ( $L=100$ ) i najnižu kromatičnost ( $C=0$ ).



*Slika 9.* Vidljivi spektar elektromagnetskog zračenja (*izvor:* WIKIMEDIA, 2019).

## 5.1. Boja drva

Pod pojmom boja drva misli se na prirodni ton boje mehanički obrađene površine zdravog i prosušenog drva, a kod jedričavih vrsta odnosi se na boju srži. Boja domaćih vrsta drva kreću se od bijelkastog tona do smeđeg s neznatnim razlikama u intenzitetu dok tropske vrste (Egzote), često imaju izrazitiji i tamniji ton.

Boja drva ima praktičnu važnost jer olakšava raspoznavanja vrsta drva, te pri procjeni kvalitete i stupnja zdravosti drveta.

Boja nam je s tehničkog gledišta jako važna jer utječe na estetiku drva a samim time i na ekonomsku vrijednost proizvoda, po boji razlikujemo nepravu srž koja umanjuje estetsku vrijednost, kod takvih vrsta se provodi postupak parenja u svrhu izjednačavanja boje zdrave nepravne srži i okolnog drva.

Promjena boje kao diskoloracija je nepoželjna pojava jer se nakon procesa tretira kao greška, to je važno pogotovo za vrste drva koje imaju plemenite tonove poput Hrasta, Jasena, Javora, itd.

Krajnji korisnici osušenog drveta, prije svega proizvođači namještaja i građe za enterijere, proizvođači ploča od masiva inzistiraju na ravnomjernosti tona boje.

**Tablica 6.** Pregled boja različitih vrsta drva (izvor: Draščić, 2011, Petrić i dr., 1985).

| Osnovni ton boje  | Stupanj boje (nijansa) | Vrste drva  |
|-------------------|------------------------|---|
| Bijela            | bijela                 | kavkaska jela, sitkanska smreka   |
|                   | žućkasto               | divlji kesten, gorski javor, jasika, lipa, smreka   |
|                   | crvenkasto bijela      | bukva, poljski javor, crna joha   |
|                   | zelenkasto bijela      | božikovina  |
|                   | sivo bijela            | obična jela, obični grab, jasika  |
|                   | žućkasta               | obična breza, brekinja, prava sandalovina, šimšir, kurika, lovorika, čempres, borovac   |
| Žuta              | limunsko žuta          | abahi, žuto drvo, žutika  |
|                   | skorupasto žuta        | smreka, avodire, balsa, limba   |
|                   | narančasto žuta        | bilina, tisa, trušnjak  |
|                   | smeđe žuta             | hrast, šimšir, obični ruj, judino drveće, obična breza  |
|                   | sivo žuta              | obična bukva, azijska bukva, pajasen, bazga   |
|                   | svijetlo smeđa         | pitomi kesten, hrast (kitnjak), jasen, jarebika, duglazija, sremza, brijest, borovica, tuja, kanadska topola, crna topola   |
| Smeđa             | žuto smeđa             | Pačempres, duglazija, koprivić, sofora, sremza, višnja, trešnja, bijela topola, hrast (lužnjak), dud, smrdljika, hudika   |
|                   | duhansko smeđa         | makasar ebanovina, khaya mahagoni, trešnja  |
|                   | tamno smeđa            | orah, pitomi kesten, makore, karija   |
|                   | crno smeđa             | Persimon, jela (mokra srž), negnjil, hrast plutnjak, crni trn, crni orah  |
|                   | crveno smeđa           | ariš, obični bor, crni bor, iva, cer, brijest, jabuka, brekinja, šljiva, drijen, platana, mahagoni, cedar, klekovina, duglazija, crnika, badem, mušmula, jarebika, oskoruša, mukinja, planika |
|                   | tamnocrveno smeđa      | pravi mahagoni, bongosi, argentinski cedar  |
|                   | sivo smeđa             | tuja, taksodij, obični orah, tikovina, palisandrovina, lovorika   |
|                   | zelenkasti smeđa       | bagrem, crna topola, iroko, maslina   |
|                   | ljubičasto smeđa       | rauli, obična borovica, crni orah, kampeševina  |
|                   | crvenkasta             | platana, bukva (parena), vrba, crna joha, rašeljka, kruška, maklen, drijen, glog, bijela topola, medvjeda ljeska  |
|                   | Crvena                 | žuto crvena   |
| ružičasta         |                        | Mirisna borovica, pajasen, glog, tiama - mahagoni   |
| mesnato crvena    |                        | Alerce, ariš, cocobolo, balata – drvo   |
| smeđkasto crvena  |                        | crni bor, borovica, vrba, drijen  |
| crvenkasto crvena |                        | palisandar (istočnoindijsko ružino drvo), crvena kebračovina  |
| svijetlo siva     |                        | kapok, bukva  |
| Siva              | tamno siva             | taksodij, koprivić, lovorika  |

|            |                   |   |
|------------|-------------------|---|
|            | crvenkasto siva   | likvidambar, aiele                        |
|            | plavo siva        | tisa, jela (mokra srž)                    |
|            | zelenkasta        | bagrem, svila – drvo, božikovina          |
| Zelena     | žuto zelena       | tulipanovac, žuto drvo, zelena ebanovina  |
|            | tamno zelena      | demerara                                  |
|            | smeđe zelena      | bagrem, prava gvajakovina, smrdljika      |
|            | sivo zelena       | tulipanovac, obični orah                  |
|            | plavo zelena      | božikovina                                |
|            | crveno ljubičasta | amarant - drvo, bongosi, pravi palisandar |
| Ljubičasta | plavo ljubičasta  | istočnoindijski palisandar                |
| Crna       | crnkasta          | kampeševina                               |
|            | crvenkasto crna   | palisandar (senegalska ebanovina)         |
|            | smolasto crna     | prava ebanovina                           |

Na boju drva najviše utječe:

- 1) Vrsta i gustoća anatomskih elemenata građe drva
- 2) Količina infiltrata u stjenkama stanica
- 3) Proces osržavanja
- 4) Stanište, hranjenje i individualnost stabla
- 5) Položaj unutar stabla, boja nije jednaka po dužini stabla, tamnija boja kompresijskog odnosno svjetlija boja tenzijskog drva, drvo grana i kvrga je tamnije od drva debla.
- 6) Načinu obrade
- 7) Utjecaj atmosferilija
- 8) Utjecaj vlage
- 9) Utjecaj topline, dima i tlaka
- 10) Utjecaj mikroorganizama
- 11) Utjecaj kemijskih tvari.



## 5.2. CIE Lab sustav

CIE (Commission Internationale de L'Éclairage) je komisija ili znanstvena organizacija koja se bavi spoznajama i izmjenama informacija o osvjetljenju, 1976. godine je standardizirala CIE lab sustav kao najprihvatljiviji za brojčano vrednovanje boja. CIE  $L^*a^*b^*$  je drugi od dva CIE sustava koji je pokazao ravnomjerniji raspon boja u njihovim vrijednostima od prijašnjeg sustava Richarda Huntera i 1942. godine  $L^*, a^*, b^*$  sustav, te ga dodatno poboljšali dodavanjem treće osi koja sadrži svjetlinu.

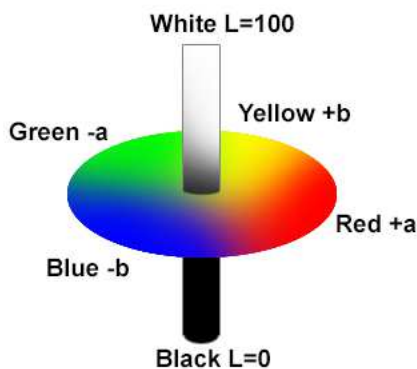
CIE lab sustav opisuje sve boje ljudskom oku vidljive i stvoren je da služi kao model neovisan o uređaju koji će se koristiti kao referenca. Sustav označava ove tri zasebne osi:  $L^*$ ;  $a^*$ ;  $b^*$ . Svaka os predstavlja određeni parametar boje kojim se opisuje u trodimenzionalnom koordinatnom sustavu:

**$L^*$ :** predstavlja svjetlinu kojoj je raspon od 0 za crno do 100 za bijelo, okomita je na osi  $a^*$  i  $b^*$ .

**$a^*$ :** os  $a^*$ , okomita je na os  $L^*$  i predstavlja odnos zelene i crvene boje. Pozitivne vrijednosti su crvene boje i za idealnu crvenu se kreću do +120, dok su negativne vrijednosti zelene boje i kreću se do -120 za idealnu zelenu.

**$b^*$ :** os  $b^*$ , također okomita na os  $L^*$  ali i na os  $a^*$ , predstavlja odnos žute i plave boje. Pozitivne vrijednosti su žute boje i kreću se do +120 za idealno žutu dok su negativne vrijednosti plave boje i kreću se do -120 za idealno plavu boju.

Kut vektora  $h(ab)$  je kut s kojim definiramo ton boje koje tvore osi  $a^*$  i  $b^*$  os, gdje 0 (stup.) označava crveno, a 90 (stup.) žuto, dok njegova duljina označava zasićenost boje  $C^*$ .



*Slika 10.* CIE Lab sustav (izvor: amt-metriks, 2019).

### 5.3. Vrste promjene boje u praksi

Osim ciljane promjene boje tijekom termičke obrade sve ostale promjene boje koje se događaju u praksi od početka procesa pa do konačnog proizvoda su neželjene promjene boje, jer originalni ton boje je veoma značajan za konačnu kvalitetu gotovih proizvoda posebno nekih plemenitih vrsta, a i većine svjetlijih vrsta drva.

#### 1. Promjene boje pod utjecajem ne bioloških faktora:

- Mrlje od hrđe (Korozija): su blijedo plavocrno ili sive boje, može se javiti kod svih vrsta drva a osobito kod hrasta, kalifornijske sekvoje, čempresa i cedra jer sadrže velike količine ekstrakta, kao što su tanini.
- „Weathering“ (izbjeljivanje, potamnivanje, posivljenje drva): U eksterijeru drvo je izloženo kombiniranom utjecaju vlage, temperature i ultraljubičastog (UV) zračenja. Weathering nastaje kombiniranim djelovanjem sljedećih faktora.
  - a) UV zračenje: UV zračenje dovodi do razgradnje lignina uslijed čega drvena vlakna na površini slabe i mijenja im se boja. Svjetlije vrste drva dobivaju tamniju boju i sive, dok tamnije vrste drva dobivaju isprani izgled i sive. Promjene u boji ne dovode do promjene u strukturi drva
  - b) Vlaga zraka.
  - c) Temperatura: povišena temperatura ubrzava proces razlaganja izazvan UV zračenjem.
  - d) Abrazija: Mehaničko djelovanje vjetra, pijeska i prašine može ubrzati razgradnju površine ili uklanjanje premaza s površine.
- Mineralne mrlje: Javljaju se kod listača, naročito nakon oštećenja stabla. U unutrašnjosti drva, žive stanice koje okružuju oštećeno mjesto i proizvode supstance koje sprečavaju infekciju drvnog tkiva. Taloženjem mineralnih materija u stanicama drvo dobije zelenkasto crnu nijansu koja kasnije poprima smeđi ton.
- Mrlje od ekstrakta: Najčešće se javlja kod vrsta drva intenzivnije boje ako nije nanijet zaštitni premaz. Promjena boje nastaje polimerizacijom vodotopivih ekstrakta na površini drva pod utjecajem sučevog svjetla.
- Lažna srž: Tamno obojenje srži zvjezdastog ili okruglog oblika, različito je od vrste do vrste drva. Lažna srž se javlja od 50. te do 80. te godine života stabla.

- Dvostruka bjeljika: Dvostruka bijeljika javlja se kod jedričavih vrsta drva uslijed poremećaja u procesu osržavanja uslijed djelovanja vanjskih utjecaja (mrazevi i sl.).

## **2. Promjene boje nastale pod utjecajem bioloških faktora:**

- Plavetnilo (modrenje) drva: Uglavnom se javlja kod bora i drugih vrsta četinjača a može se javiti i kod nekih vrsta listača , primjer javora, breze i bukve. Boja drveta će ovisiti o vrsti drveta, sadržaju vlage u drvu i vrsti insekta koji je unio spore gljive u drvo.
- Rujavost hrastovine: Drvo prolazi kroz dvije faze, u prvoj fazi tehnološka svojstva drva se ne mijenjaju do u drugoj dolazi do opadanja gustoće i mehaničkih svojstava. Druga faza je rujavost (mokra srž), proteže se centralnim djelom duž cijelog debla.

## **5.4. Promjene boje drva temeljene na kemijskim reakcijama tijekom sušenja u sušionici i parenja u parionici**

Promjene boje drva tijekom sušenja uglavnom se temelje na kemijskim reakcijama akcesornih sastojaka i sastojaka stanične stjenke (lignina i hemiceluloze) u tkivu drva. Kao glavni faktori zbog kojih dolazi do kemijskih reakcija navode se oksidacija i kondenzacija fenolnih spojeva (Wengert, 1990), iako su u mnogim slučajevima uzroci nepoznati. Na primjer fenoli, uključujući kondenzirane tanine, složeni su spojevi koji se mogu pretvoriti u netopive crvenkaste spojeve uslijed oksidacije i polimerizacije u vrućim i kiselim uvjetima (Hillis, 1985). Do promjene boje također može doći uslijed hidrolize hemiceluloze. Hemiceluloze se postupno razgrađuju na monosaharide koji potom stvaraju reakciju sa spojevima dušika u drvu. Ove kemijske reakcije odvijaju se na temperaturama iznad 40 °C i udjelu vlage između 30 i 60 %. Smanjenje pH vrijednosti tijekom sušenja pojačava hidrolizu (Koch *et al.*, 2000). Mehanizmi reakcije ovise o parametrima postupka sušenja i kemijskom sastavu drva.

## 6. Cilj istraživanja

Boja drva je jedan od najatraktivnijih obilježja moderne drvne industrije. U mnogim primjenama osobito u namještaju, dekorativnim proizvodima, ukrasnim furnirima i oplemenjivanju, potrebno je točno usklađivanje boja različitih uzoraka.

Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrditi da li izlaganje UV-A zračenju drva jasena prije procesa parenja zasićenom vodenom parom utječe na promjenu boje u odnosu na drvo koje nije ozračeno.

Cilj istraživanja će se realizirati kroz naredne faze istraživanja:

- Uzorkovanje trupca jasena,
- izrada uzoraka,
- provođenje UV-A zračenja dijela uzoraka,
- provođenje procesa parenja zasićenom vodenom parom,
- mjerenje boje u CIE L\*a\*b\* sustavu,
- provođenje gravimetrijske analize sadržaja vode,
- analiza rezultata.

## 7. Materijali i metode

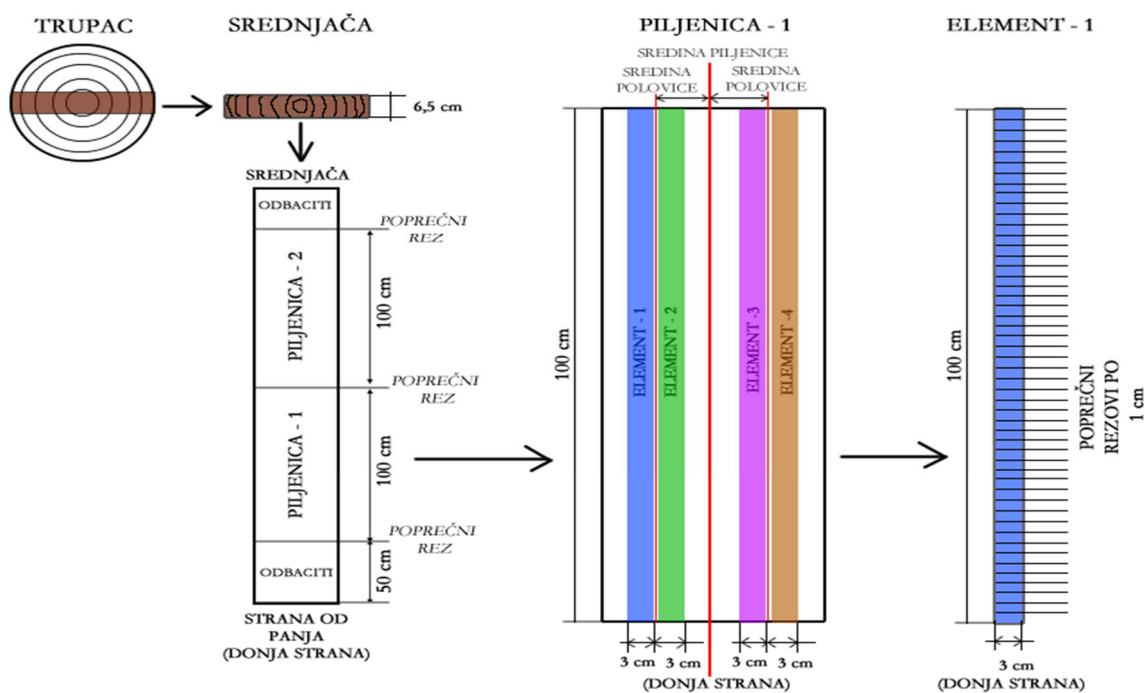
### 7.1. Materijal

Trupac običnog jasen je odabran na privatnom stovarištu jedne drvoprerađivačke industrije, u kojoj je kasnije vršena i ostala tehnička obrada elemenata.

Odabran je trupac dužine 300 cm, prvi od panja, prav, bez kvrga i nepravne srži, odnosno bez promjene boje u centru trupca i većih grešaka. Promjer trupca je izračunat pri dva unakrsna mjerenja na sredini dužine trupca koji su s korom iznosili 45 cm.

Na tračnoj pili trupčari je ispiljena srednjača (blistača) debljine 65 mm, koja je prekrojena na željenu dužinu od 1 metar.

Na toj istoj tračnoj pili je srednjača ispiljena u elemente (gredice) dimenzija 30 mm x 65mm x 1000 mm. Na slici 11. je prikazan način uzorkovanja.



Slika 11. Provedeno uzorkovanje (prikaz koraka).

Nakon izrade uzdužni elementi su poprečno ispiljeni na kružnoj pili na ispitne uzorke debljine 1 centimetar (u uzdužnom smjeru), gdje su odmah nakon piljenja uzorci 65 mm x 30 mm x 10 mm grafitnom olovkom označavani rednim brojevima i vakumirani. Korišten je ELEMENT-1.



**Slika 12.** Ispiljeni i vakuumirani uzorci drva jasena.

Dobiveni uzorci dimenzija 65 mm x 30 mm x 10 mm u laboratoriju su dodatno označeni. Svaki uzorak se čeličnim probijačem označavao na sredini gdje će biti izvršeno mjerenje boje uzorka prije parenja i nakon parenja sa i bez UV postupka, prilikom čega su na sredini uzorka ostali jasno vidljivi krugovi. Oznake su služile kako bi se boja uvijek mjerila na istom mjestu.



**Slika 13.** Označavanje uzorka probijačem.

## 7.2. Određivanje sadržaja vode

Određen je sadržaj vode u ispitnim uzorcima jasena i to u sirovom stanju, prije parenja i nakon parenja. Sadržaj vode je određen gravimetrijskom metodom po normi HRN EN 13183 – 1:2008. Uzorci su vagani na vagi sa dvije decimale (Symetry EC 400) te sušeni u sušioniku pri  $103 \pm 2$  °C do konstantne mase. Prije vaganja uzorci su očetkani kako bi se uklonili sitni iveri i prašina koja bi mogla utjecati na rezultate mjerenja. Izračun je rađen prema formuli:

$$u = \frac{m_s - m_0}{m_0} \times 100 [\%]$$

$u$  – sadržaj vode u drvu [%],

$m_s$  – masa kontrolnog uzorka u sirovom stanju (prije sušenja) [g],

$m_0$  – masa kontrolnog uzorka u apsolutno suhom stanju (nakon sušenja) [g].

Gravimetrijska metoda je mjerenje količine vode odstranjene iz drva do 0 % konačnog sadržaja vode u drvu. Količinu odstranjene vode iz drva izražava se postotno u odnosu na apsolutno suho drvo (Pervan i dr. 2013). Od potrebne aparature za gravimetrijsku metodu korišten je sušionik koji je osiguravao slobodnu unutrašnju cirkulaciju zraka te je imao mogućnost održavanja temperature od  $103 \pm 2$  °C konstantnom i vaga s točnošću mjerenja na dvije decimale.



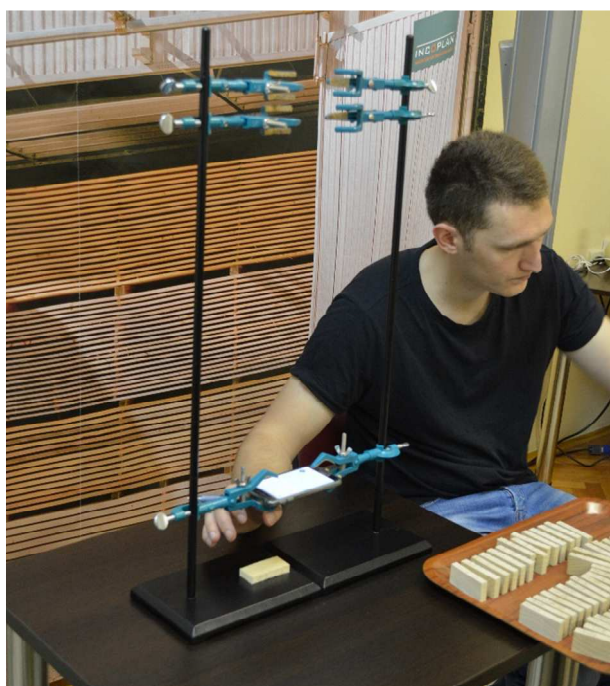
*Slika 14.* Četkanje i vaganje uzoraka.



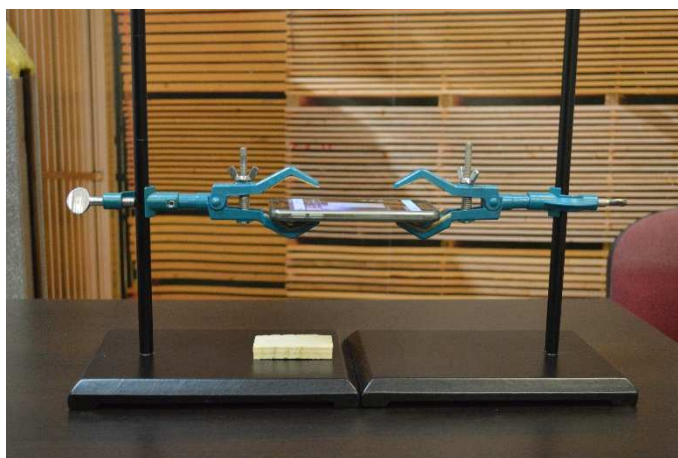
### 7.3. Mjerenje boje

Mjerenje boje je provedeno uređajem Samsung Galaxy A3-2016 i pomoću aplikacije Color Grab (Verzija 3.4.2.) tvrtke Loomatix Ltd. Boja je određivana u CIE L\*a\*b\* sustavu boja. Kod svakog mjerenja je osvjetljenje bilo jednako, bez različitih utjecaja na mjerenje, a uzorak je bio udaljen 10 cm od uređaja.

Boja je mjerena, evidentirana i analizirana u CIE L\*a\*b\* modelu boja. Mjerenjem boje je provedeno prije i poslije postupka parenja, bez obzira da li je pojedini uzorak UV ozračen ili nije.



*Slika 15.* Mjerenje boje.

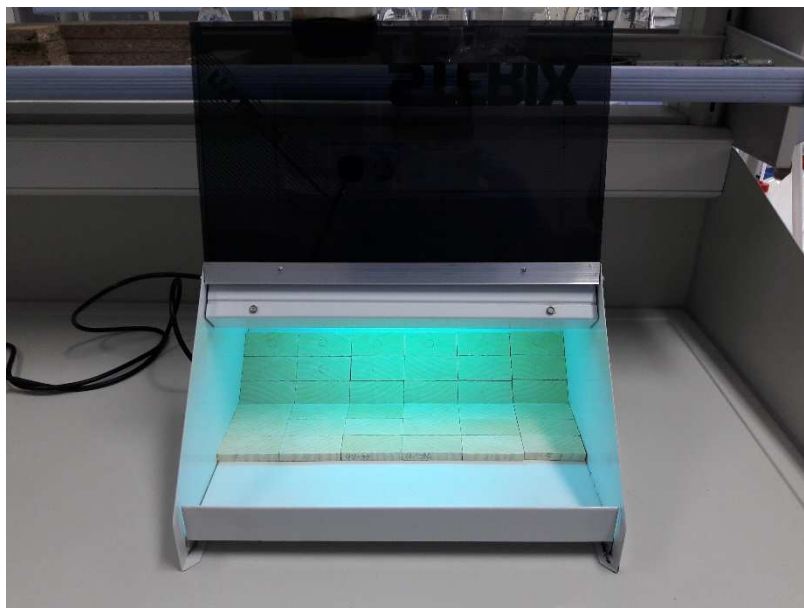


*Slika 16.* Mjerenje boje.

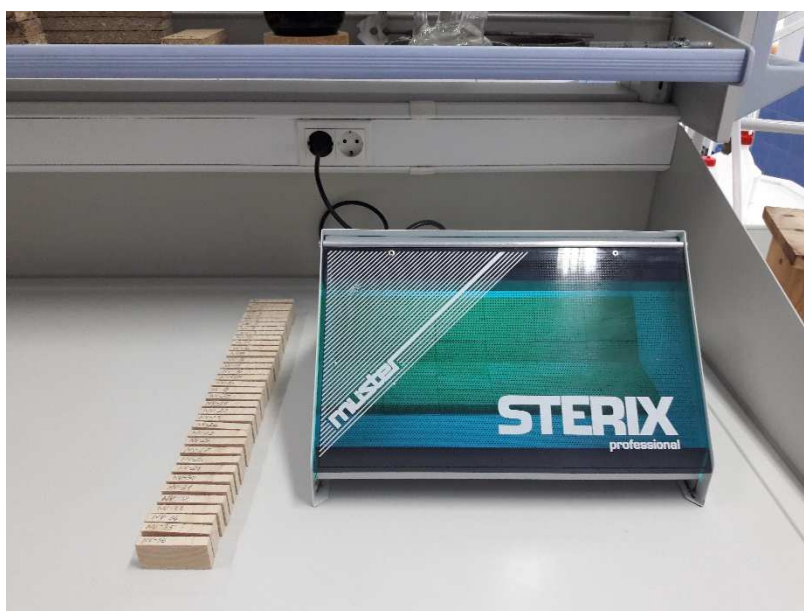


## 7.4. UV tretiranje

Prije postupka parenja, uzorci su podijeljeni u dvije grupe (svaka grupa po 36 uzoraka), pri čemu je jedna grupa uzoraka izlagana UV zračenju prije parenja, a druga grupa nije bila izložena UV zračenju prije parenja. Grupa uzoraka koji su bili izlagani UV zračenju, su izlagani tijekom 44 sata. U komori za izlaganje je korištena lampa PHILIPS Actinic BL TL 8W-10 UV-A G5.



*Slika 17.* Izlaganje jedne grupe uzoraka UV-A zračenju.



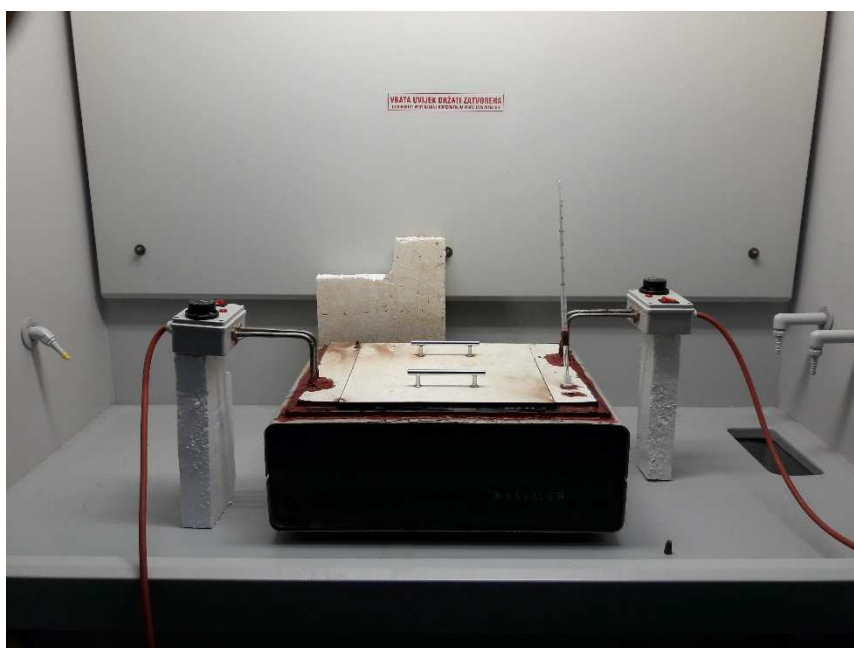
*Slika 18.* Izlaganje jedne grupe uzoraka UV-A zračenju.

## 7.5. Parenje uzoraka

Nakon završetka UV-A tretiranja jedne grupe uzoraka, obje grupe uzoraka i tretirana i netretirana, su stavljene u laboratorijsku parionicu na proces parenja. Parenje je provedeno sa zasićenom vodenom parom pri temperaturi od 98 °C u trajanju od 12 sati, te su po tri uzorka od svake grupe vađena svakog sata parenja (12 puta).



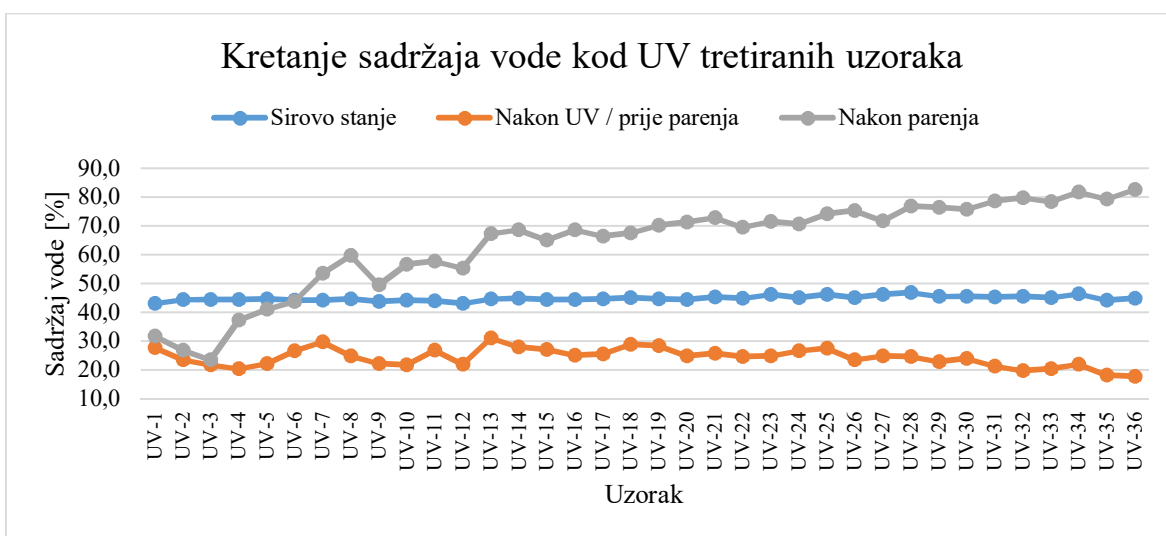
*Slika 19.* Priprema uzoraka za proces parenja vodenom parom.



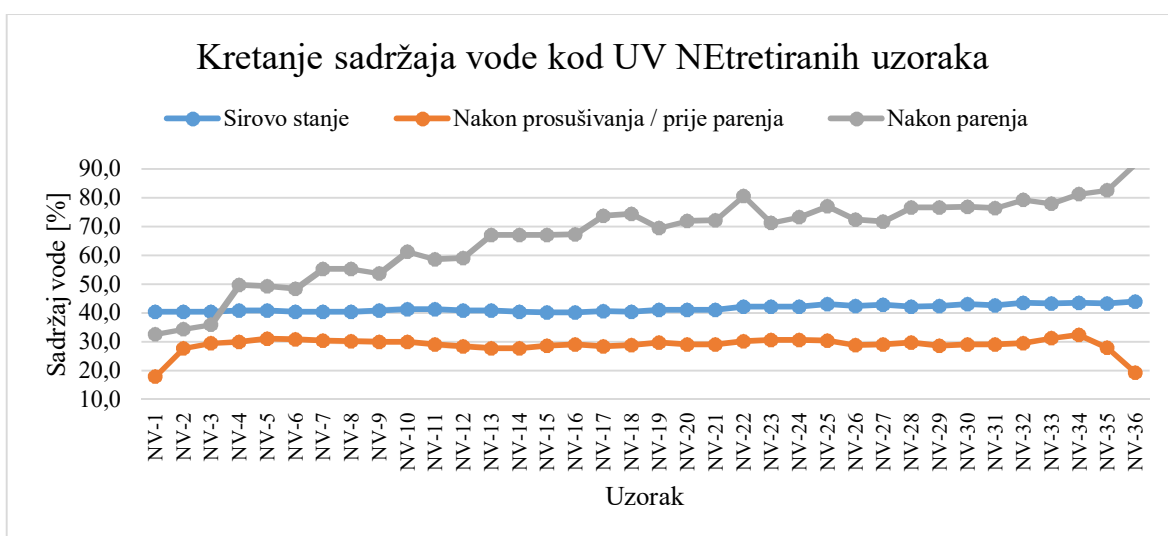
*Slika 20.* Početak procesa parenja vodenom parom.

## 8. Rezultati i diskusija

Na slici 21. prikazano je kretanje sadržaja vode grupe uzoraka koji su bili u postupku ozračivanja UV zračenjem. Iz prikazanih podataka vidljivo je da su sirovi uzorci iz ove grupe na početku eksperimenta imali ujednačen sadržaj vode koji se je kretao oko 45 %. Nakon procesa UV tretiranja, a prije parenja, uzorci su se djelomično prosušili te se je sadržaj vode kretao od 20 % do 26 %. Nakon procesa parenja je vidljivo da što je proces parenja duže trajao to je sadržaj vode u uzorcima rastao. Od oko 30 % nakon prvog sata parenja, do oko 80 % sadržaja vode nakon 12 sata parenja. Svakih sat parenja su vađena po tri uzorka.



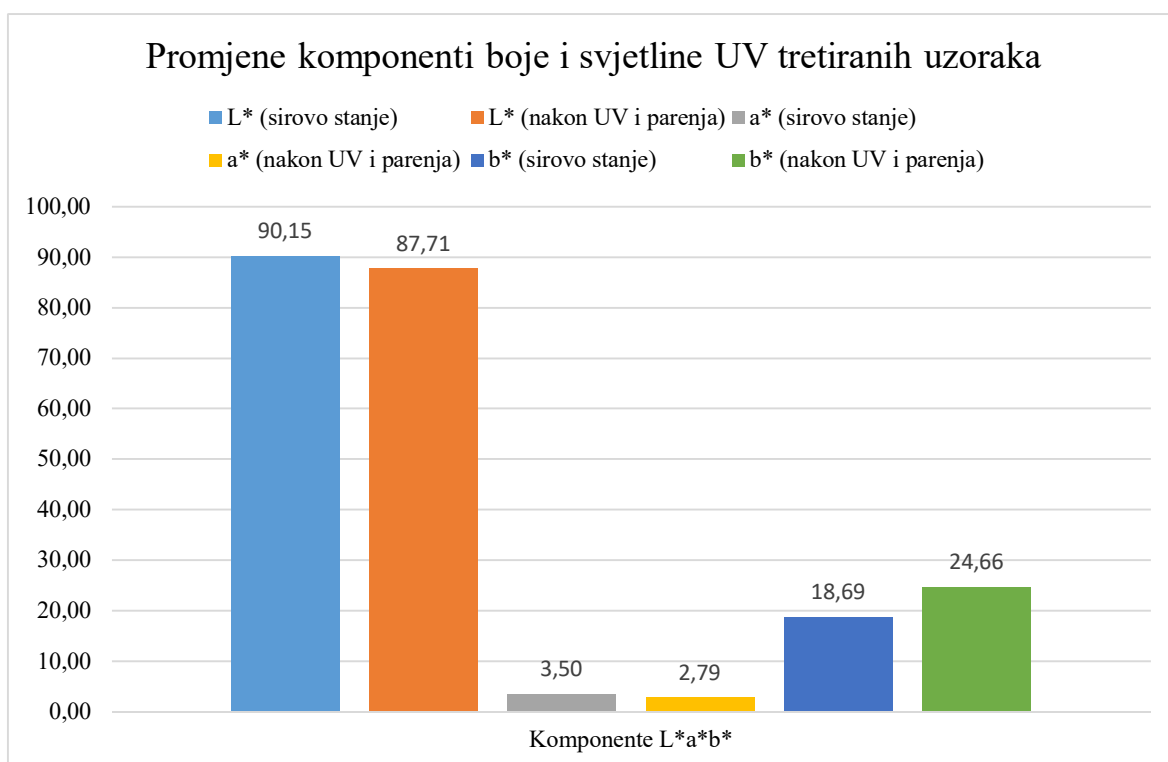
Slika 21. Kretanje sadržaja vode uzoraka koji su bili ozračeni UV zračenjem.



Slika 22. Kretanje sadržaja vode uzoraka koji nisu bili ozračeni UV zračenjem.

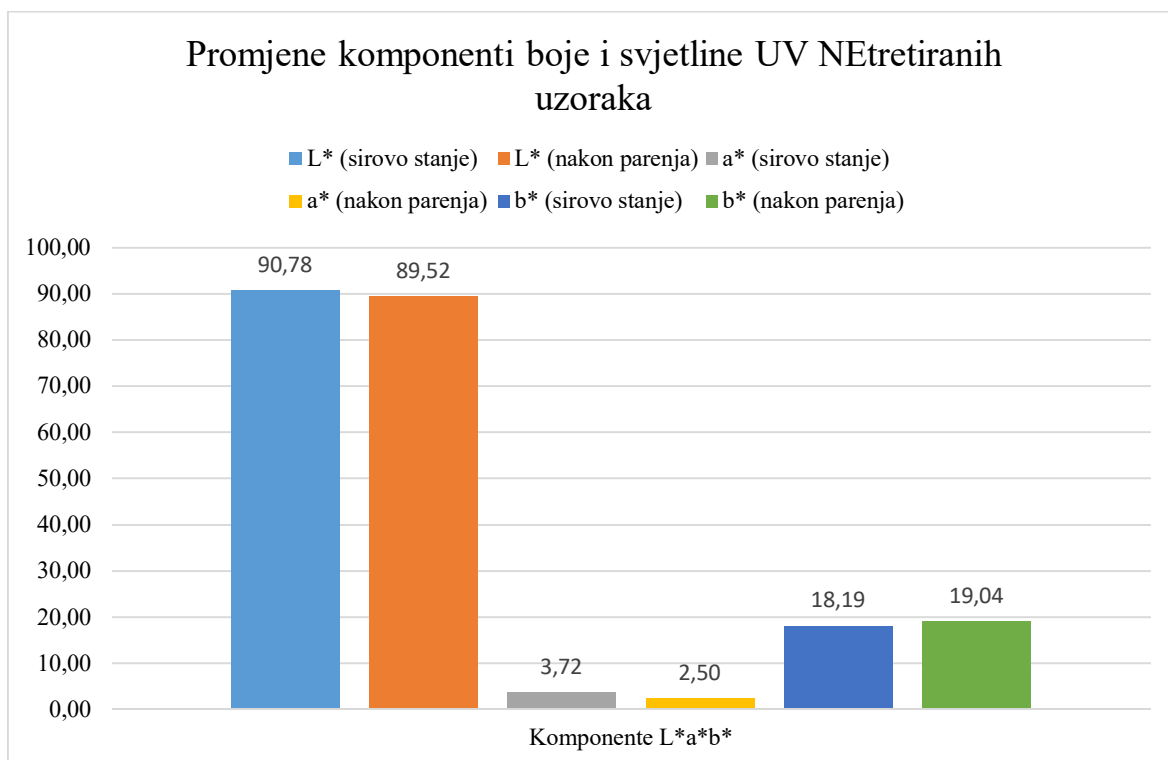
Na slici 22. prikazano je kretanje sadržaja vode grupe uzoraka koji nisu bili u postupku ozračivanja UV zračenjem. Iz prikazanih podataka vidljivo je da su sirovi uzorci iz ove grupe na početku eksperimenta imali ujednačen sadržaj vode koji se je kretao oko 40 %. Nakon procesa prosušivanja, a prije parenja, uzorci su se djelomično prosušili te se je sadržaj vode kretao oko 30 %. U ovoj fazi su ovi uzorci imali nešto viši sadržaj vode nego uzorci koji su bili na UV zračenju, što znači da su se uzorci koji su UV tretirani, više osušili tijekom UV tretiranja. Nakon procesa parenja je vidljivo da što je proces parenja duže trajao to je sadržaj vode u uzorcima rastao. Od oko 30 % nakon prvog sata parenja, do oko 80 % sadržaja vode nakon 12 sata parenja, vrlo slično kao i kod grupe uzoraka koji su UV tretirani. Svakih sat parenja su vađena po tri uzorka kako su označeni rednim brojevima.

Na slici 23. prikazane su srednje vrijednosti promjena komponenti boje i svjetline na uzorcima koji su izlagani UV zračenju. Na slici 24. prikazane su srednje vrijednosti promjena komponenti boje i svjetline na uzorcima koji nisu izlagani UV zračenju. Uspoređivane su vrijednosti u sirovom stanju i nakon procesa parenja.



**Slika 23.** Promjene komponenti boje i svjetline UV tretiranih uzoraka.

Iz prikazanih podataka na slici 23. kod UV tretiranih uzoraka vidljivo je da se je svjetlina prosječno smanjila za 2,44 jedinice nakon procesa parenja. Komponenta boje  $a^*$  se je blago smanjila što znači da se je smanjilo učešće crvene boje, a povećalo učešće zelenkaste boje. Komponenta boje  $b^*$  je prosječno porasla za 6 jedinica, što znači da se je smanjilo učešće plave boje, a povećalo učešće žute boje.



**Slika 24.** Promjene komponenti boje i svjetline UV netretiranih uzoraka.

Iz prikazanih podataka na slici 24. kod UV netretiranih uzoraka vidljivo je da se je svjetlina prosječno smanjila za neznatnih 1,26 jedinice nakon procesa parenja. Komponenta boje  $a^*$  se je blago smanjila što znači da se je smanjilo učešće crvene boje, a povećalo učešće zelenkaste boje. Komponenta boje  $b^*$  je blago porasla prosječno za neuočljivih 0,85 jedinica, što znači da se je smanjilo učešće plave boje, a povećalo učešće žute boje, ali što je golim okom gotovo neprimjetno.

Kada se usporede UV tretirani i ne tretirani uzorci nakon procesa parenja, može se zaključiti da je kod UV tretiranih uzoraka došlo do smanjenja svjetline drva i značajnijeg povećanja učešća žute boje površine. Dobiveni rezultati su zanimljivi ako se uzme u obzir da je korištena UV-A lampa snage 8 W.



**Slika 25.** UV tretirani uzorak (lijevo) i UV netretirani uzorak (desno) nakon parenja.



**Slika 26.** UV tretirani uzorak (gore) i UV netretirani uzorak (dolje) nakon parenja.





**Slika 27.** UV tretirani uzorak (desno) i UV netretirani uzorak (lijevo) nakon parenja.

Na prethodnim slikama 25., 26. i 27. su usporedno slikani paralelni uzorci koji su tretirani UV zračenjem prije parenja drva i uzorci koji nisu tretirani UV zračenjem prije parenja vodenom parom. Sa slika je uočljivo da se i golim okom vidi razlika u boji između uzoraka. Odnosno, na uzorcima koji su bili ozračeni UV zračenjem prije parenja je primjetno veće učešće žute boje nego na uzorcima koji nisu ozračeni UV zračenjem prije parenja.

## 9. Zaključak

Iz rezultata ovog diplomskog rada se može zaključiti da će se kod uzoraka drva jasena smanjiti svjetlina i povećati će se učešće žute boje nakon parenja zasićenom vodenom parom pri 98 °C, ukoliko su uzorci prije parenja izloženi UV-A zračenju. Također će se manjiti i učešće crvene boje, a povećati će se učešće zelenkaste boje. Utvrđeno je i da će se sadržaj vode u uzorcima drva jasena tijekom parenja pri navedenim uvjetima povećavati s trajanjem procesa parenja.



## 10. Literatura

1. Antonović, A., (2010a): Skripta iz predmeta „Kemija drva“ 1. dio.
2. Antonović, A., (2010b): Skripta iz predmeta „Kemija drva“ 2. dio.
3. Draščić, G., (2011): Utjecaj vremena parenja na boju i kemizam drva trešnjevine (*Prunus avium* L.). Diplomski rad.
4. Fengel, D.; Wegener, G., (1989): Wood – Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Kessel Verlag, Remagen.
5. Koch, G.; Bauch, J., (2000): Discolouration in European beechwood (*Fagus sylvatica* L.) during storage and drying. COST Action E 15 ADVANCES IN DRYING OF WOOD (1999-2003) 2 nd Workshop “QUALITY DRYING OF HARDWOOD” in Sopron (September 2000).
6. Lohmann, U., (1993): Holz Handbuch. DRW Verlag Winbenner.
7. Pervan, S., (2009): Tehnologija obrade drva vodenom parom. Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.
8. Pervan, S.; Klarić, M.; Slivar, M., (2013): Normirane metode određivanja i procjenjivanja sadržaja vode u drvu u Republici Hrvatskoj. Drvna Industrija, 64(2).
9. Petrić, B.; Špoljarić, Z.; Opačić, I.; Horvat, I.; Krpan, J., (1985): Skripta „Osnove nauke o drvu i izrada proizvoda iz masivnog i usitnjenog drva“.
10. Špoljarić Z., (1978): Anatomija drva – Struktura i rast drveta. Šumarski fakultet, Zagreb.
11. Trupina, I., (2017): Utjecaj mikrostrukture na abrazijska svojstva drva. Diplomski rad.
12. Žeger, T., (2012): Određivanje pentozana različitih vrsta drva UV-spektrofotometrijskom analizom. Završni rad.

\*Termolegno, 2019: VAPORIZZAZIONE.

<http://www.termolegno.com/ita/vaporizzazione> (15.9.2019.)

\*WIKIMEDIA, 2019: Fraxinus angustifolia.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fraxinus\\_angustifolia\\_subsp.\\_oxycarpa\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fraxinus_angustifolia_subsp._oxycarpa_2.jpg) (15.9.2019.)

\*WIKIMEDIA, 2019: Fraunhofer\_lines

[.https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2f/Fraunhofer\\_lines.svg/757px-Fraunhofer\\_lines.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2f/Fraunhofer_lines.svg/757px-Fraunhofer_lines.svg.png) (15.9.2019.)

\*amt-metriks, 2019: CIE Lab.

<http://www.amt-metriks.ba/cms/content/images/6d282a707e334fbdae78f900bd302b51.jpg> (15.9.2019.)

\*Parenhall, 2019: Carbohydrates.

<http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/3085/3159329/blb2508.html> (15.9.2019.)