

Kolorimetrijska analiza uzoraka bojadisanih prirodnim bojilima

Peček, Vedrana

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:167436>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI

FAKULTET



ZAVRŠNI RAD

**KOLORIMETRIJSKA ANALIZA UZORKA BOJADISANIH
PRIRODNIM BOJILIMA**

Vedrana Peček

Zagreb, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
TEKSTILNI I MODNI DIZAJN, SMJER DIZAJN TEKSTILA

ZAVRŠNI RAD

**KOLORIMETRIJSKA ANALIZA UZORKA BOJADISANIH
PRIRODNIM BOJILIMA**

Zagreb, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
TEKSTILNI I MODNI DIZAJN, DIZAJN TEKSTILA

ZAVRŠNI RAD

**KOLORIMETRIJSKA ANALIZA UZORKA BOJADISANIH
PRIRODNIM BOJILIMA**

Mentorica: Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar

Studentica: Vedrana Peček

Zagreb, rujan 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Institucija: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno - tehnološki fakultet

Broj stranica: 58

Broj slika: 37

Broj literaturnih izvora: 20

Članovi povjerenstva:

1. Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar, član - mentor
3. Doc. Koraljka Kovač Dugandžić, prof. likovne kulture
4. Doc. dr. sc. Lea Popinjač, zamjenik člana

Sadržaj

1) Uvod	7
2) Teorijski dio	9
2.1.) Klasifikacija prirodnih bojila.....	10
2.2.) Močila i ostala sredstva za obradu tekstilnog materijala u procesima bojadisanja prirodnim bojilima	12
2.3.) Bojadisanje pamuka prirodnim bojilima	14
2.4) Autorovo razmatranje i rad s biljkama kao izvorima prirodnih pigmenata....	16
2.5) Prirodna bojila u suvremenom dizajnu	20
2.6) Teorija boje.....	23
3) Metodika rada	26
3.1) Izbor materijala.....	26
3.2) Izbor bojila.....	26
3.3) Ekstrakcija bojila	26
3.4) Priprema bojadisarskih kupelji	26
3.5) Uzorkovajne materijala <i>shibori</i> tehnikom	26
3.6) Proces pripreme tkanina za <i>shibori</i>	27
3.7) Spektrofotometrijska analiza obojanih uzoraka	30
4) Rezultati mjerenja	31
5) Karta boja (uzoraka)	45
6) Zaključak	56
7) Literatura i izvori	57

SAŽETAK

U radu je provedeno bojadisanje pamučnog tekstilnog materijala prirodnim bojilima te je provedena kolorimetrijska analiza temeljena na objektivnom spektrofotometrijskom mjerenju obojenih uzoraka, s ciljem utvrđivanja preciznih vrijednosti kolorističkih parametara za svaki uzorak. Sva bojila dobivena iz biljnih izvora nemaju isti afinitet prema vlaknu, te se u svrhu poticanja reakcije bojilo-vlakno i postizanja dubljih obojenja s većim postojanostima koriste močila i predobrade tekstila. Pristup pripreme bojadisarske kupelji se razlikuje ovisno o tome radi li se sa cvijećem, svježim ili suhim lišćem, korom plodova ili korom drveća i na kraju korijenjem biljaka. Osim ekstrakcije bojila, tekstili su bili predobrađeni za bojadisanje. Za predobradu su u radu korišteni alaun, pripravak od hrđavih čavlića u octu i vodi, samo ocat te na kraju kravlje i sojino mlijeko. Uzorci su mjereni spektrofotometrijski, te je izrađena ton karta. Kako bi povezali održivi dizajn i dizajn tekstila s tehnologijom bojadisanja, kao završni produkt napravljeni su kućni i modni tekstili u shibori tehnici. Glavna ideja je bila napraviti proizvode čija „slow- fashion“ proizvodnja kreće s prikupljanjem i pripremom materijala i bojila, te na kraju i samim bojadisanjem.

KLJUČNE RIJEČI: prirodna bojila, bojadisanje, održivi dizajn, kolorimetrija, pamuk

ABSTRACT

In this paper the cotton textile material is dyed with natural dyes and colorimetric analysis based on objective spectrophotometric measurement of colored samples is performed, with the aim of determining accurate values of color parameters for each sample. All dyes obtained from plant sources do not have the same affinity for fiber, and in order to stimulate the dye-fiber reaction and achieve deeper colors with greater consistency, wetting and textile pretreatment are used. The approach to preparing a dyeing bath differs depending on whether it was worked with flowers, fresh or dried leaves, bark or the roots of plants. In addition to dye extraction, the textiles were pre-treated for dyeing. For pre-treatment, alaun, a preparation of rusty nails in vinegar and water, only vinegar and finally cow's and soy milk were used. The dyed samples were measured spectrophotometrically, and a samples map was made. In order to connect sustainable design and textile design with dyeing technology, home and fashion textiles in the shibori technique were made as the final product. The main idea was to make products whose "slow-fashion" production starts with the collection and preparation of dyes, and finally the dyeing itself.

KEY WORDS: natural dyes, dyeing, sustainable design, colorimetry, cotton

1. UVOD

Kao jedna od najprljavijih industrija, tekstilna industrija godišnje ostvaruje zaradu oko 1 bilijun dolara, doprinosi 7% ukupnog svjetskog izvoza i zapošljava oko 35 milijuna radnika širom svijeta. Osim socioekonomskih problema, industrija se susreće sa nizom ekoloških problema koji također utječu na standard i kvalitetu života ljudi, jer ipak najveći pogoni tekstile industrije su smješteni daleko od očiju javnosti zapada, u Indiji i Kini. Unatoč svojoj nedvojbenoj važnosti, ovaj industrijski sektor jedan je od najvećih svjetskih zagađivača i troši velike količine goriva i kemikalija. Poseban naglasak stavlja se na ogromnu uporabu pitke vode u različitim operacijama u njenom proizvodnom lancu, kao što su pranje, izbjeljivanje, bojenje, njega i oplemenjivanje tekstila¹.

Manje se govori o štetnom utjecaju koje sintetska bojila imaju na zdravlje ljudi koji rade sa njima. Loše zbrinjavanje i izlivanje štetnih kemikalija iz tvornica direktno u vode, potoke i jezera radi nepovratnu štetu na cijeli ekosistem. Sve češće alergijske reakcije na sintetska bojila, ponekad i trovanja, potaknule su u zadnjih nekoliko desetljeća intenzivan rad na istraživanju mogućnosti ponovne primjene prirodnih izvora bojila kao i istraživanje njihovih bojadisarskih mogućnosti u suvremenoj tekstilnoj industriji. Iako primjena prirodnih bojila iz biljnih izvora ima svoje prednosti u odnosu na primjenu sintetskih pigmenata, postoje i određeni nedostaci. Među prvima je taj da se bojila iz biljnih izvora često ne mogu samostalno vezati za tekstilni materijal te ga je potrebno tretirati prije ili poslije bojadisanja ili direktno u bojadisarskoj kupelji. Neki od načina obrade tekstilnog materijala, odnosno močenja, baš i nisu potpuno ekološki prihvatljivi, kao na primjer primjena željezovog (III) oksida (Fe_2O_3), ali se stoga provode intenzivna istraživanja na primjeni, primjerice, proteina iz kravljeg ili biljnog (sojinog) mlijeka koji imaju ulogu veziva i na taj način pospješuju količinu bojila vezanog za vlakno.

Ako se traži potpuno veganski proizvod, što je danas iznimno prisutno na tržištu, za pripremu tekstilnog materijala najbolje je primijeniti sojino mlijeko ili alaun (alum) koji se smatra najmanje toksičnim od svih metalnih soli koje se koriste u procesima bojadisanja. Još jedan nedostatak je i količina biljaka potrebna za bojadisanje veće količine materijala, gledano iz ove perspektive, sintetska bojila su ekonomičniji odabir. Makar je to negativan aspekt, njega se

može iskoristiti tako da se proizvodnja fokusira na manje predmete, na unikatne proizvode, manje kolekcije, jednom riječju na proizvode kod kojih će se cijeliti vrijeme utrošeno na stvaranje, a ne samo brzinski profit. Upravo tu dolazi do izražaja izrada kućanskog tekstila u shibori tehnici, primjenom prirodnih bojila. Ovakav način bojadisanja i izrade modnog ili kućanskog tekstila nikada neće u potpunosti moći konkurirati potražnji koju ima trenutna modna industrija, no barem i neki manji postotak može učiniti veliku promjenu na tržištu, a i samoj potražnji za ovakvim proizvodima.

2. TEORIJSKI DIO

Prirodna bojila korištena su kroz povijest čovječanstva, a smatra se da je prvi pisani zapis o prirodnom bojadisanju datiran prije otprilike 4.500 godina u drevnoj Kini. Prirodna bojila podrazumijevaju pigmente dobivene iz prirodnih resursa, poput biljaka, kukaca ili minerala. Bojadisanje prirodnim bojilima je jedna od najstarijih tehnika koju su prakticirali ljudi drevnih kultura. To je vidljivo iz zidnih slika (freski) Ajanta u Španjolskoj, Mithila, Sithannavasal i Ellora u Indiji, te Egipatske piramide koje su rađene isključivo s prirodnim bojama. Štoviše, u španjolskim špiljama Altamira i Elcatillo te špilje francuskog Pirena iz Niauxa, nerafinirani minerali i drugi anorganski pigmenti poput željezo (III) oksid za crvenu, željezov (II) oksid za žutu i bakarni karbonat za plavu boju široko su korišteni u zidnom oslikavanju. Vede su spominjale crvenu, žutu, plavu, crnu i bijelu kao glavne boje za bojenje. Također su izražavale da su drevni majstori bojadisali u plavo od indiga, žuto od kurkume i šafrana, smeđe od katehua i crveno od šelaka, šafranika i broća. Stoga su prirodne boje sastavni dio ljudskog života od pamtivijeka².

Prirodna bojila korištena su do 1856. godine, kada je William Henry Perkin, pokušavajući pronaći lijek protiv malarije, slučajno stvorio novu, sintetsku boju. Do tada su se upotrebljavala samo prirodna bojila biljnog, životinjskog ili mineralnog porijekla. Nova je sinteza otvorila mogućnost korištenja vrlo jeftine sirovine: katrana kamenog ugljena, koji je u ono vrijeme bio otpadni materijal koksana. S otkrićem prvog sintetskog bojila krajem 19. stoljeća te daljnjim razvojem i industrijskom primjenom sintetskih bojila, početkom 20. stoljeća, prirodna bojila bivaju polako istisnuta iz komercijalne primjene. Sintetska bojila ubrzo su pokazala veliku prednost u odnosu na prirodna u kontekstu postojanosti obojenja, bolje ponovljivosti nijanse, briljantnosti i jednostavnosti primjene. No, činjenica je da je od negativnih strana sintetskih bojila, njihova dokazana štetnost za zdravlje, najproblematičnija. Određene kemijske konstitucije sintetskih bojila su izrazito alergene, a neke čak i kancerogene. Stoga se u zadnje vrijeme ponovno podiže nova svijest o mogućnosti povratka prirodnim bojilima. Prirodna bojila su biorazgradiva i imaju visoki stupanj kompatibilnosti s prirodnim okruženjem, nisu kancerogena, ekološki su prihvatljiva i izvori prirodnih bojila su obnovljivi³.

Ovisno o vrsti vlakana, primjenjuju se odgovarajuće skupine bojila. Među glavne skupine spadaju direktna ili supstantivna, reaktivna, redukcijaska, kisela, metalkompleksna, bazna, kiselo-močilska i disperzna bojila. No, fokus ovog rada je na prirodnim bojilima.

Prirodna bojila su organski spojevi koji se dobivaju iz prirodnih izvora poput biljaka, minerala ili kukaca. Većina ih je dobivena iz biljnih izvora (korijena biljke, bobica, kore, lišća, drveta) ili drugih organskih izvora, kao što su gljivice te čak i lišajevi.

Prirodna bojila se mogu različito klasificirati ovisno o kemijskoj strukturi (karakterističnim funkcionalnim skupinama) te tonu boje koji se njima postiže. Između ostalog dijele se na direktna i indirektna bojila. Razlika je ta da se direktna bojila samostalno fiksiraju na vlakna, bez primjene metalnih soli i sl., dok indirektna bojila zahtijevaju obradu koja će omogućiti bolje vezanje bojila za vlakna što rezultira i većim postojanostima. Većina prirodnih bojila su indirektna bojila što znači da su pri procesu bojadisanja potrebne otopine metalnih soli, najčešće se koriste aluminijeve i željezne soli, a ponekad se koriste bakar i krom.

Za prirodna bojila bogata taninima nije potrebno dodavanje metalnih soli, ali sa njima se može eksperimentirati i dobiti drugačija, nova boja. Dobiveni ton također ovisi o materijalu sa kojim radimo. Proteinska vlakna (vuna i svila) imaju bolji afinitet za bojadisanje prirodnim bojilima od celuloznih vlakana poput pamuka, lana ili konoplje, te se ona češće koriste pri bojadisanju vunениh pređa².

2.1. Klasifikacija prirodnih bojila

Prema kemijskoj konstituciji, prirodna bojila mogu biti indigoidna, antrakinonska, alfa naftokinonska, flavonoidna, dihidropiranska, antocijanidna i karotenoidna.

Indigoidna bojila su jedna od najstarijih i u svijetu najpoznatija vrsta bojila. Egipatske mumije su bile umotane u tkanine bojadisane indigom. Ranije, indigo se koristio kao crna boja sve dok se nije otkrilo njegovo svojstvo da može dati plavo obojenje. Glavni princip dobivanja obojenja je iz glukoze indikana, a njega se može naći sljedećim biljaka: indigofera ili indikovka (lat. *indigofera tinctoria*) koja je nativna biljka Azije, biljka iz porodice katanca (lat. *isatis tinctoria*) koja je autohtona u Europi, japanski indigo (lat. *persicaria tinctoria*), bojadisarski oleandar (lat. *wrightia tinctoria*) i biljka iz porodice mlječika (lat. *mercurialis leiocarpa*). U Indiji postoji preko 54 vrsta indigofera, dok se četiri vrste koriste u komercijalne svrhe. Indigo se može koristiti na vunениm i celuloznim vlaknima.

Gotovo sve crvene prirodne boje temelje se na strukturi antrakinona biljnog ili mineralnog podrijetla. Antrakinonska bojila se pronalaze u bojadisarskom broću (lat. *rubia tinctorum*) i indijskom broću lat. (*rubia cordifolia*) koji se u bojadisanju tekstila koriste od 2000. godine pr. Kr., zatim alizarin kao prvo prirodno bojilo proizvedeno sintetički 1869. Dalje se spominju mungistin, purpurin koji s alaunom daje tursko crvenu, emodin od perzijskih bobica i bojila insekata košenila ili ugljična kiselina od *coccus* kaktusa. Kermes ili kermistišna kiselina od ženskih kukaca *coccus ilicis* koji se koriste kod bojadisanja svile i vune.

Najpoznatiji predstavnik alfa naftokinosnih bojila je kana koja se najviše uzgaja u Indiji i Egiptu. Jedno od sličnih bojila je juglon koji je dobiva iz ljusaka nezrelih oraha. Većina ovih bojila je disperzna i daju narančasta obojenja.

Flavonoidi predstavljaju jednu od najbrojnih grupa prirodnih heterocikličkih spojeva s kisikom. Ova vrsta bojila se nalazi u epidermalnim stanicama biljnih dijelova. Flavonoidi su jedna od najrasprostranjenijih skupina prirodnih sastojaka koji su važni ne samo zato što doprinose obojenju biljaka, ali i zbog svojih fizioloških aktivnosti. Daju žuta obojenja, a kao najpoznatija biljka ove skupine dolazi iz skupine katanaca (lat. *reseda luteola*).

Po kemijskoj strukturi usko povezana s flavonima su supstituirani dihidropirani. To su važna prirodna bojila za bojadisanje tamnih nijansi na svili, vuni i pamuku. Kampeče drvo ili modro drvo (lat. *corymbia opaca*), permabuk drvo (lat. *paubrasilia echinata*) su jedni od uobičajenih primjera.

Antocijanidna (na grčkom *antho* znači cvijet, a *kyanos* znači plavo) bojila su najpoznatija po svojoj uporabi u prehrambenoj industriji kao prirodna bojila za hranu. Široko su rasprostranjeni u biljnom carstvu, a njihova boja varira od one crvenih jabuka, plave od grožđa i do ljubičaste boje patlidžana. U prirodi se ova vrsta bojila može naći pod nazivom karajurin, kao direktno bojilo koje daje narančasto obojenje na vuni i pamuku. Dobiva se od lišća biljke lat. *bignonia chica*.

Karotenoidi su su jarko obojeni pigmenti u kojima se mogu postići obojenja od žute, narančaste do crvene. Naziv karoten potječe od narančastog pigmenta koji se nalazi u mrkvi. U prirodi su prisutne dvije vrste karotenoida, a mogu se naći u kafama (lat. *tagetes erecta*) i u divljoj mrkvi (lat. *dacus carota*)².

2.2. Močila i ostala sredstva za obradu tekstilnog materijala u procesima bojadisanja prirodnim bojilima

S obzirom na to da prirodna bojila imaju manji afinitet vezanja za celulozna vlakna nego za proteinska vlakna, da bi im se poboljšalo svojstvo vezanja za vlakno i pospješila postojanost, potrebno je koristiti posebne vrste močila. Neka od značajnijih močila su alaun (kalijev aluminij sulfat $KAl(SO_4)_2$), kalijev dikromat, željezov (II) sulfat, bakreni sulfat, cinkov sulfat, tanin i taninska kiselina. Iako ove metalne soli doprinose razvoju širokog spektra nijansi nakon kompleksiranja s prirodnim spojevima za bojadisanje, većina ovih močila otrovne je prirode i utvrđeno je da su za nositelja sigurne samo u manjim količinama.

Sama riječ *mordant* (močilo) potječe od latinske riječi "*mordere*", što znači "ugristi". *Mordant* (močilo) je kemikalija koja se sama može fiksirati na vlakno, a i također stvoriti kemijsku vezu s prirodnim bojilom. Pomaže u apsorpciji i učvršćivanju prirodnih bojila, a također sprječava i blijeđenje samog obojenja, tj. poboljšava svojstva postojanosti obojene tkanine na svjetlost i ostale utjecaje. Proces močenja tkanine, odnosno fiksiranja bojila, se može odvijati na tri načina. Prvi je taj da se tkanina predobrađi pred samo bojadisanje sa željenim močilom ovisno o vrsti vlakna. Drugi način je taj da se tekstilni materijal istovremeno bojadiše i fiksira, tako da se močilo dodaje u samu bojadisarsku kupelj. Dok se treći način odvija nakon bojadisanja, odnosno ovo je proces naknadnog fiksiranja bojila na tkaninu, odnosno vlakno.

Kao što je spomenuto, kod bojadisanja s prirodnim bojilima najčešće se koriste metalne soli. Ovisno o završnom obojenju, močila metalnih soli se mogu podijeliti na dvije skupine, a to su:

- 1) Metalne soli koje posvjetljuju obojenje
- 2) Metalne soli koje daju zagasitije obojenje

U prvu skupinu ubrajamo alaun, kalijev dikromat i kositrov klorid, dok u drugu skupinu ubrajamo bakreni sulfat, željezov sulfat i željezov oksid. Tanini nisu močila, ali pomažu u procesu bojadisanja celuloze. Prethodna obrada celuloznih vlakana taninom pomaže u poboljšavanju veze tkanine i prirodnih bojila. Kao tanini često se koriste haritaki (lat. *terminalia chebula*), ruj (lat. *rhus*) i tara (lat. *caesalpinia tinctoria*)².

Među novim trendovima bojadisanja prirodnim bojilima je i primjena sojinog mlijeka kao močila, iako sojino mlijeko ustvari nije močilo metalne soli, ono djeluje više poput veziva koji pomaže mehanički fiksirati pigmente prirodnih bojila na materijal⁵. Pomoću sojinog mlijeka je

moгуće postići vezu bojila i materijala, no ona se ne događa na isti način kao i kod korištenja metalnih soli⁵.

Prvo močilo koje se pripremilo je bila kombinacija hrđavih čavlića, octa i vode. Sve se pripremi u staklenku i ostavi da stoji na suncu dva tjedna. Prije bojadisanja materijal bi se močio na par sekundi u otopinu te bi se zatim isprao i stavio u bojadisarsku kupelj. Promjena boje bi se dogodila odmah i uvijek se dobiju tamnije nijanse, skoro crne. Ovakav način pripreme nije pogodan za korištenje na koži, ali je zanimljivo napraviti test. Nakon toga se autor odlučilo isprobati namakanje tkanine u sojinom mlijeku prema uputama Rebecce Desnos iz knjige „Botanical colors at your fingertips“⁶.

Za litru sojinog močila potrebno je 125g soja sjemenki i 1l vode ili se može kupiti mlijeko bez šećera sa što manje aditiva. U radu je korišteno gotovo sojino mlijeko razrijeđeno s vidim (na 500 ml/1-2 šalice vode). U tako pripremljenoj kupelji tekstilna tkanina namače se par dana, a potom ispire, suši te se prije bojadisanja još jednom namače kratko u čisto sojino mlijeko, ispire kratko u vodi i stavlja u bojadisarsku kupelj. Sličan proces je i s kravljim mlijekom, jedina je razlika da u njega nije dodavana voda. Mliječni proteini se koriste kod crvenih tonova pa je ova tehnika primijenjena za bojadisanje pigmentom luka.

Močilo alaun ($Kal (SO_4)_2 \times 12H_2O$ kalij aluminij sulfat dodeka hidrat) koji se koristio u ovom radu je poznatiji kao deo-kristal, a vadi se u Češkoj, iz jezera koji se zove Alum.

Alaun je bio poznat kao jedna od najvažnijih komponenata tekstilne industrije prije uvođenja kemijskih bojila u 1850-ih⁷. Poznato je da prirodna bojila nemaju afinitet prema celuloznom vlaknu (pamuk, lan, itd.). Stoga, kako bi se bojilo moglo vezati za tekstilni materijal potrebna je obrada metalni solima koja omogućuju reakciju između bojilo-vlakno. Važno je spomenuti da alaun nije toksičan za bojadisare, a i većina močila za bojadisanje prirodnim bojilima nisu toksična. To im daje veliku prednost u odnosu na sintetska bojila i močila koja se koriste za industrijsko bojadisanje. Danas se alaun najviše koristi kod bojadisanja pamuka i vune, osim što bolje povezuje bojilo i vlakno, također takva obojenja imaju veću kromatičnost.

Korištenje kravljeg mlijeka poznato je u Indijskoj i Turskoj kulturi⁸ gdje se najčešće koristio kod bojadisanja za crvene tonove. Tretiranje tekstilnog materijala mlijekom nije isto kao kod alauna. Ovdje proteini iz mlijeka na sebe vežu bojilo, te funkcioniraju poput neke vrste veziva. Proces rada sa kravljim ili sojinim mlijekom je jednostavan i nije zahtjevan. Prije samog bojadisanja, tkaninu koja se namakala u mlijeku se može umočiti u otopinu alauna, što će još više pospješiti završno obojenje, a i njegovu postojanost.

Željezov (III) oksid se za bojadisanje prirodnim bojilima koristi stoljećima. U Peruu bi bojadisanje pređe zakopali u blato bogato željezom kako bi dobili tamnije tonove obojenja ili čak i crna obojenja⁹. Uloga željezovog (III) oksida je ta da poboljša vezanje bojila, a i da potamni ista, kao što se i vidi na nekim uzorcima u ton karti uzoraka koji su bojadisani za potrebe ovog rada. Željezov (III) oksid se najčešće koristi za celulozna vlakna, poput pamuka i lana, jer veća količina željeza može oštetiti vunu.

2.3. Bojadisanje pamuka prirodnim bojilima

Iako je standard industrije da se sirovi materijal redovito mora pripremiti za bojadisanje kako bi mu se poboljšalo svojstvo apsorpcije bojila, potrošnja vode za sve te procese je velika. Proizvodnja običnog pamuka zahtijeva otprilike 11,000 l vode za kilogram, dok u Indiji ta brojka raste i do 23,000. Za organski pamuk je potrebno čak 40% manje vode, otprilike 6,600l / kg¹⁰.

No, to nije jedini problem vezan uz potrošnju vode. U proizvodnji redovitog pamuka koriste se teški metali, klor, kemijska bojila. Čak i nakon pranja gotovih proizvoda, ostaci tih kemikalija zaostaju i mogu uzrokovati ozbiljne kožne alergije. Organski pamuk koristi sigurnije alternative kemijskim bojama i izbjeljivačima.

Priprema materijala razlikuje se prema vrsti vlakna koja se prerađuje. Prirodne masnoće i nečistoće pamuka odstranjuju se alkalnim kuhanjem, eventualno uz dodatak sredstava za rastapanje masnoće. Za svijetle nijanse treba pamučno vlakno bijeliti. Mercerizacija, između ostalog, povišuje i afinitet pamuka prema bojilima te se njome smanjuju potrebne količine bojila do 25%¹¹.

U svijetu je sve veća potražnja za ekološki osviještenim proizvodima. Korištenje prirodnih bojila može imati veliku ulogu u minimaliziranju zagađenja i rizika za ljudsko zdravlje, te ih ekološki osviješteni potrošači više preferiraju. No, ukupan udio prirodnih bojila u tekstilnom sektoru je otprilike samo 1% zbog određenih tehničkih problema, a i problema održivosti koji su uključeni u proizvodnju i primjenu tih bojila, kao što su nedostupnost u standardnom obliku spremnom za upotrebu, neprikladnost za strojnu upotrebu, odnosno pranje, te ograničenost i nemogućnost za ponavljanje nijansi. Priroda daje bogatstvo biljaka od kojih je moguće dobiti obojenje, a mnoge od njih se koriste već stoljećima. Pamuk je jedno od najčešće korištenih tekstilnih vlakana na svijetu koje ima vrlo poželjne karakteristike kao što su udobnost, dobra upijajuća sposobnost, zadržavanje boje, razumna čvrstoća i sposobnost strojnog pranja. No kao

što je i prije spomenuto, pošto celulozna vlakna nemaju afinitet prema prirodnim bojilima, potrebo ih je predobraditi močilima¹².

Sadi i suradnici¹², istražuju mogućnost primjene cvijeta kadifice i ruže kao bio-otpada, za bojadisanje pamuka uz primjenu močila tanina, natrijevog karbonata i bakrovog (II) sulfata, te postižu zadovoljavajuće rezultate dubine obojenja i postojanosti.

Tekstili izrađeni od čistog pamuka ili mješavina sintetskih vlakana s pamukom vrlo su popularni zbog poželjnih karakteristika kao što su upijanje vode, lako bojenje, udobnost i stabilnost. Za komercijalnu proizvodnju i bojadisanje pamuka se koriste velike količine sintetskih bojila i pomoćnih tvari pri čemu se također stvaraju velike količine potencijalno otrovnih otpadnih voda. Nadalje, neke sintetske boje se u dodiru sa ljudskim znojem raspadaju i stvaraju spojeve koje mogu uzrokovati bolesti. A to je upravo jedan od razloga za sve većom potražnjom za prirodnim bojilima. Zbog već spomenutog slabog afiniteta pamuka prema prirodnim bojilima, istraživači ispituju različite metode i tehnologije kako bi poboljšali bojadisarska svojstva pamuka. Neke od spomenutih metoda su ultrazvučna energije, enzimi, minerala močila i bio-močila. Predobrada pamuka s hitozanom korištena je za povećanje afiniteta pamučnih vlakana spram prirodnih bojila. U drugim istraživanjima su korišteni anionski i kationski aktivni spojevi i obrada ozonom kao predobrada pamuka. Čak je istražena i primjena tehnologija zračenja poput obrade plazmom, mikrovalnih, gama i UV zračenja. One su pokazale potencijal za povećanje iscrpljenja bojila i fiksiranja prirodnih bojila na pamuk¹³. Haji¹³ istražuje mogućnost bojadisanja pamuka prirodnim bojilom dobivenim iz biljke broća te biljke iz porodice katanca, primjenom močila alauna, bakrovog (II) sulfata i željezovog (II) sulfata, ali je istraživao i mogućnost primjene predobrade pamučnog materijala kisikovom plazmom, te postiže zadovoljavajuće rezultate primjenom plazme.

Poznato je da se prirodna bojila samostalno ne primaju na pamuk. Stoga je za primanje bojila prilikom bojadisanja sa prirodnim bojilima potreban alaun kako bi došlo do reakcije koja omogućuje primanje obojenja na materijal. Alaun se može dodati u bojadisarsku kupelj kako bi utjecao na obojenje boje; međutim on sam po sebi ne služi kao izvor obojenja. Tkanina se obrađuje močilom, a zatim tijekom procesa bojadisanja boja reagira sa alaunom, tvoreći kemijsku vezu i čvrsto je pričvršćujući obojenje za tkaninu¹⁴.

2.4. Autorsko razmatranje i rad s biljkama kao izvorima prirodnih pigmentata

Ovaj završni rad temelji se na iznimnoj ljubavi autorice rada spram boje i prirodnih bojila. Temelj istraživanja provedenih u ovom radu je bogata zbirka različitih biljnih izvora prirodnih pigmentata, prikupljenih od strane autorice rada. Među prvim prikupljenim biljkama bila je poljska metvica (lat. *mentha arvensis*) koja u ovim krajevima kontinentalne Hrvatske raste kao korov na livadama i poljima. Time se naglašava jedan važan aspekt promjene prirodnih bojila, a to je aspekt iskorištenja bio otpada, odnosno samoniklih ili otpadnih biljaka kako se ne bi ciljanim uzgojem biljaka narušavao kontekst ekološke prihvatljivosti i ekonomske održivosti primjene prirodnih bojila. Za kvalitetu i bojadisarska svojstva pigmenta ekstrahiranog iz biljnog izvora važan je, kako dio biljke iz kojeg se ekstrahira tako i zrelost biljke, tj. doba godine u kojem se biljka bere. Upravo spomenuta poljska metvica brana je u rujnu, a ne u svibnju ili lipnju kada je biljka mlada. U jesen su također prikupljeni plodovi divljeg šipka i cvijeće buhača, s time da se manja količinu prikupila tijekom zime, pošto su se još uvijek držali na grmlju. Ostatak biljaka brao se kroz proljeće.

Neke od biljaka pripremane su svježe, a neke su sušene, kako bi ih se moglo pohraniti, te ih koristiti u periodima kada ih u prirodi nema. Jedna od takvih je broćika, iako je sličnog naziva kao broć, u pitanju je različita vrsta biljke. Broćika (let. *galium verum*) također raste kao korov u području kontinentalne sjeverne Hrvatske te je također samonikla biljka, raste u velikim količinama i u sušenom obliku daje lijepa obojenja.



Poljska metvica

<https://www.plantea.com.hr/poljska-metvica/>

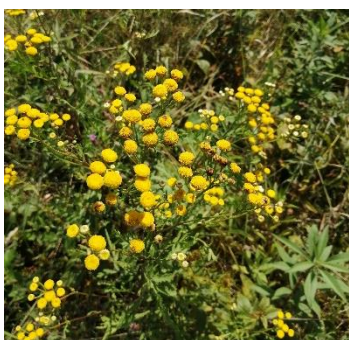


Lovorov list

<https://www.plantea.com.hr/lovor/>



Broćika- osobna fotografija



Buhač- osobna fotografija



Lavanda
<https://www.plantea.com.hr/lavanda/>



Divlji šipak
<https://www.plantea.com.hr/divlja-ruza/>

Slika 1: Biljke korištene za bojadisanje

Također, prikupljena je lavanda (lat. *lavandula vera*), kasnije sušena i lovor (lat. *laurus nobili*). Kroz proljeće se autorica dalje bavila pomnim istraživanjem, promatranjem, zapisivanjem i crtanjem biljaka. Brane su ivančice (lat. *leucanthemum vulgare*), preslice (lat. *equisetum*) i korijen konjskog štavolja (lat. *rumex obtusifolius*). Obzirom na obilje paprati prisutne u šumama kontinentalne sjeverne Hrvatske, nakon kratkog istraživanja autorica otkriva da je od njih moguće također dobiti obojenje, te se pokazalo da pigment paprati daje jača obojenja kod vune nego na pamuku. Tijekom kuhanja paprati, točnije orlovske bujadi (lat. *pteridium aquilinum*), bilo je vidljivo stvaranje crvene boje, ali se na pamuku nije dobilo isto obojenje.



Ivančice
<https://www.plantea.com.hr/ivancica/>



Preslice
<https://www.plantea.com.hr/poljska-preslica/>



Orlovska bujad
<https://www.plantea.com.hr/orlovska-bujad/>



Konjski štavolj (korijen)



Avokado
<https://alternativa-zav-as.com/images/uploads/avokado.jpg>



Crveni luk
<https://www.plantea.com.hr/crveni-luk/>



Nar
<https://www.plantea.com.hr/nar/>

Slika 2: Biljke korištene za bojadisanje

Osim samoniklih biljaka, za istraživanje u ovom radu su odabrane i neke začinske biljke te voće - crveni i ljubičasti luk (lat. *allium cepa*), nar (lat. *punica granatum*) i avokado (lat. *persea americana*). Kod nara je kao izvor pigmenta korištena kora, kod avokada korištene su kore i sjemenke. Od kora drveća kao izvora prirodnih bojila, korištena je kora hrasta lužnjaka (lat. *quercus robur*), prikupljena od otpalih grana i komada kora koje su životinje skinule tijekom zime u potrazi za hranom. Dio kora se kuhao i ostavio da se namače nekoliko dana. Bez obzira na način ekstrakcije, nisu postignuta zadovoljavajuća obojenja. Dalje je istražena mogućnost primjene brezine kore (lat. *betula pendula*) kojom su dobiveni znatno bolji rezultati. Bojadisanje bojilom dobivenim iz brezine kore provedeno je bez dodataka močila te je na pamuku dobiveno obojenje svijetlih, crvenih tonova (tz. ružičasta). Do otkrića da vrba iva (lat. *salix caprea*) može dati obojenje, autorica je došla slučajno, uočivši kako su grane tog listopadnog grma popucale, a kora se na mjestima osušila i bila crvene boje. S korom vrbe je napravljeno više testova s različitim dodacima te su rezultati bili zadovoljavajući. Napravljen je i eksperiment s trešnjinim drvetom (lat. *prunus avium*), spontano srušenim te nije došlo do narušavanja zdravlja drveta. Dobiveno je obojenje no nije postignut intenzitet obojenja kao kod breze ili vrbe ive.



Hrast

<https://sirac.drvo.kod.eu/wp-content/uploads/2019/07/hrast-lu%C5%BEnjak-e1559642644264.jpg>



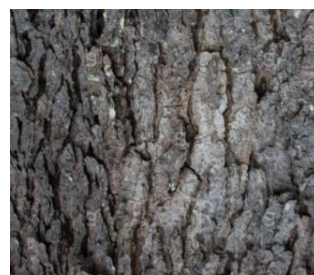
Breza

<https://www.plantea.com.hr/breza/>



Vrba iva

Osobna fotografija

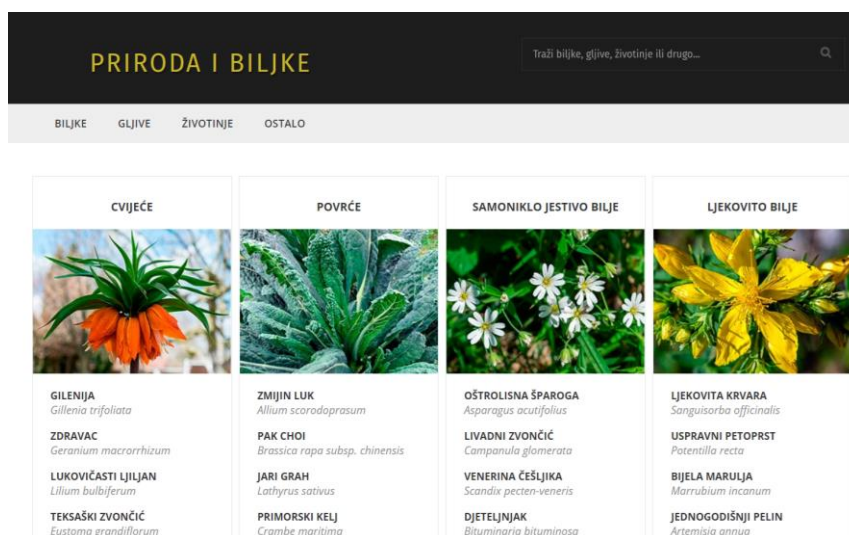


Trešnja

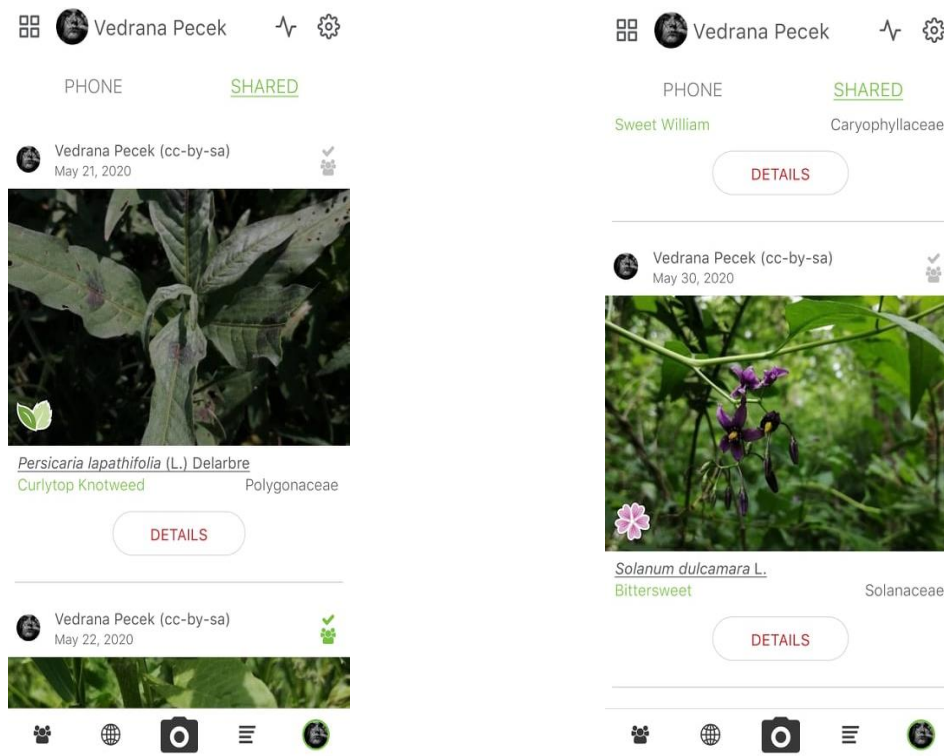
<https://c8.alamy.com/comp/HA2TJR/black-cherry-tree-bark-texture-HA2TJR.jpg>

Slika 3: Kore drveća korištene za bojadisanje

Za identificiranje biljaka korištena je *PlantNet* aplikacija, pomoću koje se fotografiranjem biljka identificira te se dobije i latinski naziv biljke. Korištena je i *Plantea* internet stranica pomoću koje se mogu naći hrvatski nazivi pojedinih biljaka i gdje se o svakoj biljci mogu dobiti općenite informacije, etimologija, stanište, rasprostranjenost, uporaba te podatci o eventualnoj toksičnosti biljke. Uz opis, na stranici su dostupne i slike kako bi identifikacija bila što jednostavnija.



Slika 4: Plantea web (<https://www.plantea.com.hr/>)



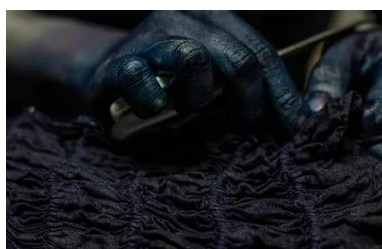
Slika 5: PlantNet aplikacija (<https://identify.plantnet.org/>)

2.5. Prirodna bojila u suvremenom dizajnu

Pojam „*sustainable*“ (održiv, održivost) sve je prisutniji u svim segmentima proizvodnje pa tako i kod velikih modnih brandova koji proizvode robu za gotovo sva svjetska tržišta, no koliko održivi i ekološki osviješteni mogu biti proizvođači masovne mode dok im većina djelatnika, od kojih su velika većina djeca, radi u lošim uvjetima za minimalnu plaću? Održivi razvoj određuje etičke principe u odnosu prema prirodnim dobrima, njihovu pravednu raspodjelu između bogatih i siromašnih zemalja te današnjih i budućih naraštaja. On također postavlja konkretne smjernice za smanjenje određenih djelatnosti u pojedinim zemljama koje opterećuju globalni okoliš. Da bi se primjenjivao, mora postati ne samo dio nacionalnih politika, nego i tijesne međunarodne suradnje. Ovaj svjetonazor ujedinjava gospodarske, socijalne i ekološke potrebe, kapital, rad i prirodna dobra u skladnu cjelinu, uvjerljiv je, realan i osmišljen u svim pojedinostima. Taj pristup neizbježno donosi trajan sukob interesa između gospodarstva, društvene pravičnosti i zaštite okoliša u nacionalnim i globalnim razmjerima. Traženje kompromisa u tim neizbježnim unutarnjim i vanjskim sukobima zadaća je politike,

ostvarivanje solidarnosti i čovječnosti zadaće su religije, etike i odgoja, a traženje novih putova za usklađivanje tih ciljeva zadatak je znanosti i tehnike¹⁵.

Stoga je važno spomenuti proizvođače čiji se rad temelji spomenutim principima poslovne etike, a odvija se na području primjene prirodnih bojila te je motivirajući, inspirativan i poticajan za nove generacije i njihovo produbljevanje interesa spram bojadisanja prirodnim bojama. Među prvima je Buaisou, osnovan 2015. u Kamiita-cho, prefakturi Tokushima. Svi procesi, koji su tradicionalno podijeljeni u zasebne specijalizacije, provode se unutar Buaisou-a; od uzgoja sirovog indiga, fermentacije lišća indiga (sukumo), bojenja, oblikovanja i dizajniranja, pa sve do proizvodnje. Indigo bojenje karakterizira duboko obojenje i postojanost. To se postiže korištenjem samo lišća indiga, lužinama, mekinjama i vapnom od morskih školjaka. Od 2018., počeli su proizvoditi ručno bojadisane traperice, a trenutno se bave bojadisanjem odjeće, modnih dodatka i tekstila za interijere (za hotele, trgovine, restorane i sl.). Osim za svoj brand, također rade i za druge dizajnere poput Tory Burch, New Balance, Archi, Matohu i drugi. Neke od tehnika koje koriste kod bojadisanja su shibori-zome, itajime, roketsu-zome (batik), kata-zome (slično sitotisku, za dobivanje uzoraka koristi se rižina pasta, ona se nanosi prije bojadisanja, a poslije se ispere), bassen (na obojenu tkaninu se stavi sito sa željenim uzorkom ili se ručno izreže matrica, te se preko toga nanosi pasta sa klorom koja „izbije“ boju, te se tako mogu dobiti sitniji i delikatniji uzorci).



Shibori-zome



Itajime



Roketsu-zome (batik)



Kata-zome



Bassen



Dan-zome

Slika 6: Shibori tehnike korištene u Buaisou studiju

Dan-zome se koristi da dobivanje gradijent obojenja, a ton boje ovisi o vremenu koje tkanine provede u kupelji sa bojom. Te na kraju beta-zome, metoda bojanja koja ne uključuje bilo koju vrstu nanošenja uzorka. Beta-zome može proizvesti mnoštvo rezultata temeljenih na različitim bojama, metodama oksidacije boje, materijalima, veličinama i oblicima, tehnikama rukovanja dok je tkanina potopljena u boju i tehnici koja se koristi za podizanje tkanine iz boje. Mnogi proizvodi tvrtke Buaisou napravljeni su ovom metodom¹⁶.

Sljedeći brand dolazi iz Kolumbije. Riječ je o brandu Zuahaza, što na Muisca jeziku ljudi koji su živjeli u planinskoj regiji Cundiboyacense znači „sestra“. Pojam sestrinstva je vrlo važan za ovaj brand jer se sastoji od grupe obrtnica iz grada Charalá, a 2019., ga je osnovala Tatiana Ordoñez. Specijaliziraju se za izradu tkanih kućnih tekstila poput deka, tepiha, jastučnica i slično. Zuahaza je u procesu revitalizacije tehnika izrade organskog tekstila u Kolumbiji. Međutim, trebat će vremena da se u potpunosti postigne njihov cilj izrade 100% kolumbijskih proizvoda od prirodno obojenih pamuka. Peruanski obrtnici svjetski su poznati po zanatskim tehnikama tkanja i bojadisanja. Stoga rade u partnerstvu s Asllijem, iskusnom tvrtkom za pređe u Limi, koja radi s nevjerojatnom skupinom majstora za prirodno bojadisanje organskog pamuka u jedinstvene boje kako bi njihove kolekcije bile još posebnije. Njihov cilj je pružiti podršku lokalnim poljoprivrednim gospodarstvima Kolumbije i ojačati njihovu organsku proizvodnju pamuka kako bi se proizveli proizvodi koji su 100% proizvedeni iz lokalnih resursa¹⁷. Kada se govori o održivom dizajnu, smatra se važnim pojam lokalnih resursa i proizvodnje, jer se tako međusobno obrtnici mogu osloniti jedni na druge te stvoriti kvalitetne proizvode.



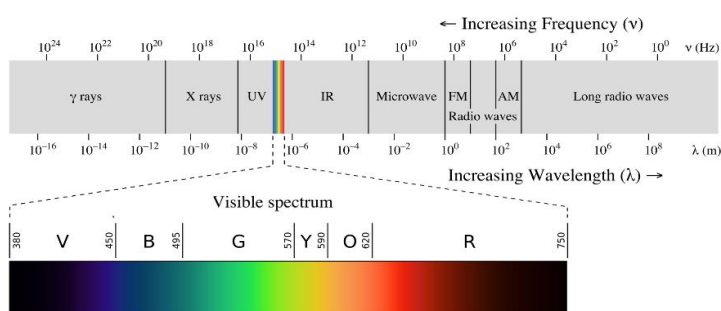
Slika 7: Studio Zuahaza

2.6 Teorija boje

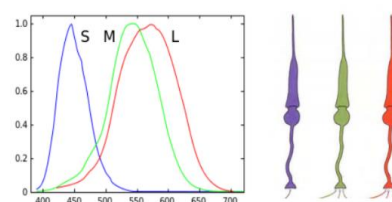
Svijet oko sebe doživljavamo i upoznajemo kroz osjetila vida, mirisa, okusa i dodira. Pomoću našeg vizualnog sustava otkrivamo manje i veće razlike u bojama, obrađujemo i razlikujemo milijune različitih boja. To je osnova učenja oblika, veličine i rasporeda predmeta oko nas i na njega se naslanjamo da bi uspješno savladali svijet oko nas. Boja je psihofizički osjet induciran svjetlom, kojeg u oku izaziva svjetlost emitirana iz nekog izvora svjetlosti i reflektirana s neke obojene površine. Naša percepcija boje nije stvorena odmah kada ju vidimo, naše iskustvo boja stvara se kroz razmjenu informacija između oka i mozga. Mozak prima osjetilni unos receptora u oku, te zatim te podatke obrađuje primjenom vrlo kompleksnog sustava klasifikacije. Na našu percepciju boje utječu drugi aspekti, na primjer tekstura, sjaj površine predmeta čiju boju promatramo, neprozirnost. Međutim, skloni smo razdvajanju izgleda boje neovisno o materijalu. Jednostavan primjer je promjena teksture nekog predmeta, ako glatka površina koja bolje reflektira svjetlost postane hrapava, odnosno smanji joj se mogućnost refleksije, boja će djelovati drugačije. Naše oči sadrže dvije vrste fotoreceptora, a to su štapići i čunjići, a nalaze se u mrežnici. Štapići su osjetljivi na intenzitet svjetlosti, ali ne otkrivaju boju. Kada bi oni bili naši jedini receptori, svijet oko nas bi bio crno- bijeli. Čunjići su odgovorni za naš vid u boji. Razlikujemo tri vrste čunjića, a svaki je osjetljiv na različit raspon valnih duljina, a oni odgovaraju crvenoj, zelenoj i plavoj¹⁹.

Doživljaj boje ovisan je o tri čimbenika:

1. spektralnom sastavu svjetla koje pada na promatrani predmet
2. molekularnoj strukturi materijala s kojeg se svjetlo reflektira (ili propušta)
3. čovjekovim osjetom boje, putem vidnog sustava i mozga



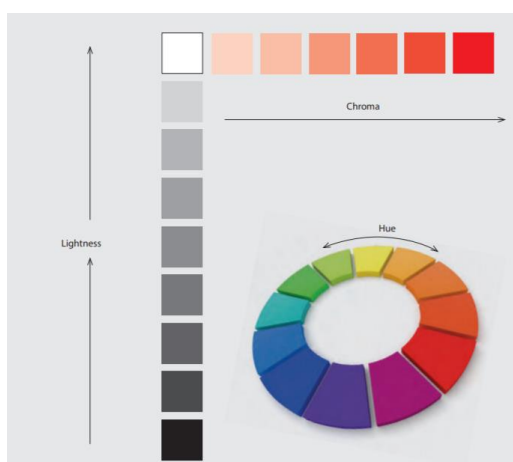
Slika 8: Vidljivi dio spektra



Slika 9: Relativna spektralna osjetljivost čunjića i vrste čunjića

Znanstvenici su proveli niz testova kako bi utvrdili dijele li ljudi urođeni sustav klasifikacije boje. Za svaki eksperiment ispitanici su dobili više različitih uzoraka boja. Uzorci su bili slični po teksturi, ali su bili raznih obojenja. Unatoč korištenim uzorcima, uobičajeni skup organizacijskih obilježja se više puta pojavljivao u eksperimentima. Sve uzorke su promatrači organizirali na temelju tri temeljna svojstva:

- 1) Dominantna boja (nijansa) - atribut vizualnog doživljaja na osnovi kojega točno definiramo pojedinu boju kao npr. crvenu, plavu, žutu, itd. ovisno o dominantnoj valnoj duljini.
- 2) Intenzitet boje (kroma) - udio čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje, tj. udio pojedinih valnih duljina u nekom tonu boje.
- 3) Svjetlost boje (svjetlost) - obilježje vizualnog osjeta koje opisuje sličnost boje s nizom akromatskih boja od crne preko sive do bijele. Udio crne u nekom tonu boje¹⁹.



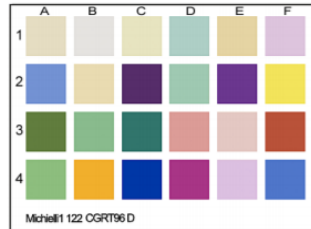
Slika 10: Tri čimbenika za prirodno klasifikacija boje

Radi lakšeg dokumentiranja boja, nastala je potreba za razvijanjem sustava vrednovanja boja, odnosno prikaz boja. Dijagrami kromatičnosti pomoć su u vizualizaciji boje. Oni prvenstveno pomažu u predstavljanju i klasifikaciji boje i stoga omogućuju manje subjektivan dijalog i tradicionalnu uporaba jezika. Kako bi se lakše predstavio širok spektar boja, okrećemo se trodimenzionalnom metodama prikaza boja u obliku ton atlasa, odnosno katalogu boja. Atlasi boja predstavljaju boje kao fizičke uzorke, a svakoj boji je dodijeljena kartica sa imenom i pripadajućim oznakama vrijednosti¹⁹. Osnovna podjela: - Sustavi bazirani na psihološkim atributima boje - intuitivni modeli (Munsellov, Natural Colour System -NCS) - Sustavi bazirani na miješanju boje svjetla i pigmenta (Ostwaldov sustav, Pantone) - Objektivni sustavi bazirani na CIE zakonitostima (CIE XYZ, CIE LAB, CIE LUV)¹⁸.

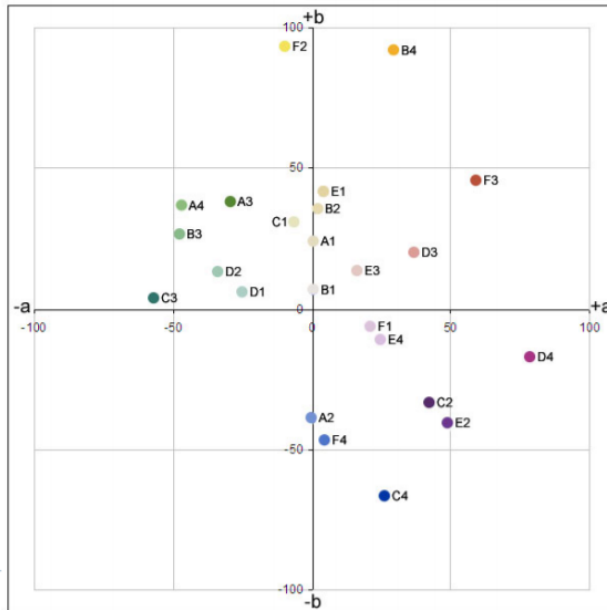
Uzorci iz ovog rada mjereni su prema CIELab sustavu. CIELab (1976.) - trodimenzionalni prostor boja temeljen na objektivnom vrednovanju boja i najbliži je vizualnoj percepciji. Definiran je vrijednostima : L (luminance) svjetlina, od 0-100, akromatska os a (a+ crveno, a-zeleno) i b kromatske osi (b+ žuto, b-plavo). Pomoću njih je moguće napraviti grafove jer se dobiveni brojevi koriste kao koordinatne točke.

PRIMJER

L*, a*, b* vrijednosti izmjerene sa uzorka i ucrtane u CIE LAB diagram



Polje	Micheili1		
	L*	a*	b*
A1	93,12	0,52	24,09
A2	64,49	-0,10	-38,92
A3	51,68	-29,37	38,24
A4	74,38	-46,73	36,80
B1	96,77	0,55	6,78
B2	92,58	2,23	35,23
B3	71,77	-47,41	26,36
B4	81,38	29,41	92,36
C1	95,40	-6,50	30,79
C2	29,40	42,59	-33,30
C3	44,96	-56,97	3,34
C4	30,40	26,14	-66,99
D1	86,52	-24,92	5,91
D2	80,59	-33,60	13,10
D3	75,82	36,69	19,95
D4	46,91	78,30	-17,35
E1	91,14	4,15	41,45
E2	35,32	49,06	-41,26
E3	86,40	16,46	13,15
E4	82,92	24,74	-11,24
F1	87,82	20,91	-6,44
F2	93,39	-9,82	93,66
F3	52,39	59,20	45,74
F4	53,95	4,87	-46,98



Slika 11: Sustav prikaza boja, primjer L*a*b*

3. METODIKA RADA

3.1. Izbor materijala

Za realizaciju uzoraka u radu je korištena tekstilna tkanina sirovinskog sastava 100% pamuk, sirovi (tzv. žutica) i kemijski bijeljeni. Konstrukcijska karakteristika tkanine je platno vez P1/1.

3.2. Izbor bojila

Biljke koje su korištene za izradu uzoraka: poljska menta, lavanda, lovor, konjski štavelj, ivančice, šipak, kore hrasta, trešnje i vrbe ive, zatim luk, nar, broćika te kora i sjemenka avokada.

3.3. Ekstrakcija bojila

Ekstrakcija bojila iz navedenih biljnih izvora, provedena je kuhanjem svježih i suhih biljaka. Biljke su prethodno usitnjene te je dodana vodena kupelj. Obrada na temperaturi kuhanja je provedena u vremenu do najviše 1,5h. Nakon kuhanja, slijedi odležavanje uz hlađenje te cijedenje kao bi se odvojili kristali bojila iz kupelji. Kod kora drveća, usitnjavanju i kuhanju prethodilo je namakanje u vodenoj kupelji u vremenu 12 sati.

3.4. Priprema bojadisarskih kupelji

Proces bojadisanja proveden je u kupeljima bez dodataka te s određenim dodatcima kao što su močila (alaun - kalijevo aluminij sulfat $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), prirodna veziva (proteini kravljeg i sojinog mlijeka) te pH regulatori (soda bikarbona $NaHCO_3$, octena kiselina CH_3COOH i hrđa (željezov(III) oksid Fe_2O_3)).

3.5. Uzorkovanje materijala *shibori* tehnikom

U završnoj fazi rada, provedeno je uzorkovanje tekstilne tkanine tradicijskom tehnikom *shibori*, također na tekstilnoj tkanini sirovinskog sastava 100% pamuk - sirovi i kemijski bijeljeni, platno veza P 1/1. Kao gotov proizvod izrađene su torbe - s pigmentima brezine kore, broćike i luka, zaštitne maske - s pigmentima brezine kore i vrbe ive i jastučnice - s pigmentima brezine kore.

Shibori je način prošivanja, nabiranja, preklapanja i vezanja tkanine prije samog bojadisanja. Sama riječ ima korijen iz japanskog *shiboru* koji znači naborati ili stisnuti gužvanjem. Najraniji primjer tkanine obojenom shibori tehnikom u Japanu datira iz 8. stoljeća. Još jedna specifičnost

shibori tehnike je korištenje indigo boje koja se priprema od istoimene biljke. Osim u Japanu, slične tehnike ukrašavanja tkanine su postojale i u drugim krajevima svijeta, od Azije do Latinske Amerike. U Južno istočnoj Aziji bojadisanje sa otporom (voskom ili pomoću vezanja i konaca) se može naći pod nazivima *plangi*, *bandhani* ili *tritik*, dok je *ikat* sličan, uzorak na njemu se dobiva od prethodno obojanih pređa, a ne bojadisanjem tkanine. Najčešće korištene tkanine za shibori su pamuk, lan, konoplja i svila. Neki od poznatih načina manipulacije tkanine su: *kumo*, *mokume*, *itajime*, *mirua*, *ne-maki*, *ori-nui*, *arashi*²⁰.

3.6. Proces pripreme tkanine za shibori

Za ovaj rad odabran je *miru* shibori, ovom tehnikom se mogu dobiti simetrični oblici tako da se tkanina preklopi na pola, a na željenom mjestu se prvo može iscrtati oblik (npr. polukružnica ili dio kvadrata). Zatim se koncem prošije prema ucrtanom obliku. Važno je omotati komadić tkanine oko čvorića prije prošivanja, jer se kasnije neće moći nabrati. Zatim se tkanina namače, ocijedi i bojadiše. Po završetku bojadisanja svi čvorići se odvežu i tkanina je gotova. *Miru* je rađen na žutici s poliesterskim koncem. Tkanina je bila predobrađena alaunom, a bojadisana bojilom pripremljenim iz kore luka. Kuhana je 2h i hlađena 4h.



Slika 13: *Miru shibori* tkanina prije i poslije bojadisanja

Mokume shibori je sličan kao i *miru* na način da se uzorak dobije prošivanjem. Razlika je ta da se za ovaj uzorak rade linije duž kraće ili duže stranice materijala. Ova tehnika zahtijeva dosta vremena jer se za svaku novu prošivenu liniju priprema novi čvorić s tkaninom. Za rad je korištena žutica i poliesterski konac, tako da svaka linija, a bilo ih je 125x cca po 80cm dužine, sadrži preko 2m konca. Tkanina napravljena u ovoj tehnici je prije bojadisana bila predobrađena s alaunom. U većoj količine vode se otopilo cca 15-20g praha alauna, a zatim se sve kuhalo dok se voda nije počela grijati. Sam proces bojadisanja tkanine s brezinom korom

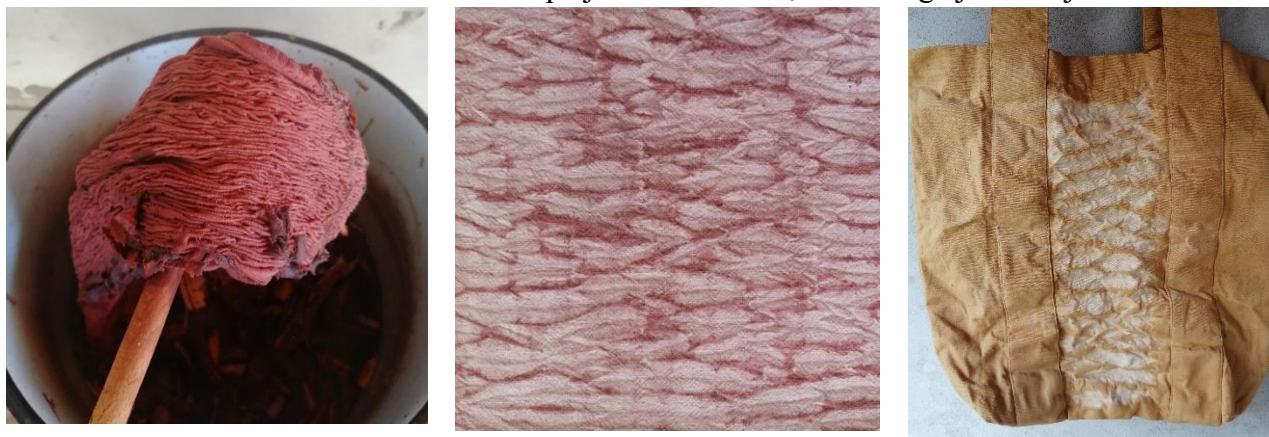
se odvijao tako da se tkanina dodala u lonac u isto vrijeme kada i kora. Nakon što se tkanina u kupelji kuhala 2h, nakon toga je ostavljena da se hladi 24h. Primijećeno je da je brezinoj kori skupljenoj krajem kolovoza trebalo duže vremena da otpusti obojenje u samu kupelj, a i na tkaninu. Uzorak bojadisan brezinom korom iz ton kare je napravljen s korom branom u proljeće kada i u kori ima više vode, što isto utječe na obojenje. Osim tkanine bojadisanje brezinom korom, napravljena i torba od nebijeljenog pamuka, samo što je ona bila bojadisana bojilom iz kore luka. Predobrada je bila također s alaunom.



Slika 14: *Mokume* prije bojadisanja

Kumo shibori se sastoji od preklapanja tkanine i stezanja pojedinih dijelova tako da se dobiju kružni oblici nakon micanja gumica ili konaca, ovisno o tome čime se veže tkanina. U radu su korištene gotove pamučne jastučnice, gumice i pamučni konop kako bi se dobilo kružne oblike.

Poput i tkanine za *mokume*, jastučnice su bile predobrađene alaunom i bojadisane u istoj kupelji od brezine kore. Nakon što se tkanina u kupelji kuhala cca 2h, nakon toga je ostavljena da se

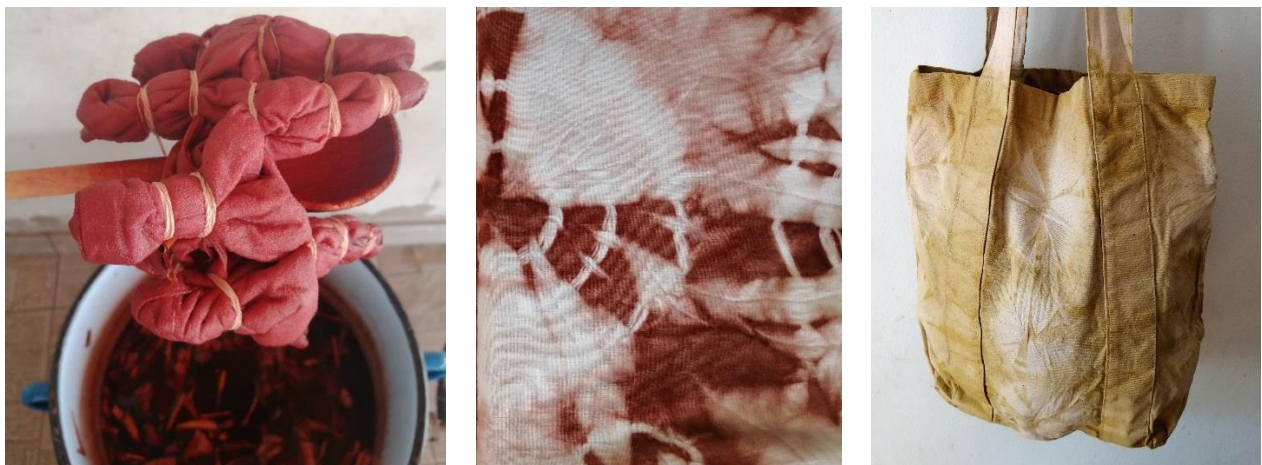


Slika 15: *Mokume* tijekom i nakon bojadisanja

hladi 24h. Torba od nebijeljenog pamuka napravljena u ovoj tehnici je bila predobrađena s alaunom, a bojadisana bojiлом pripremljenim iz broćike.

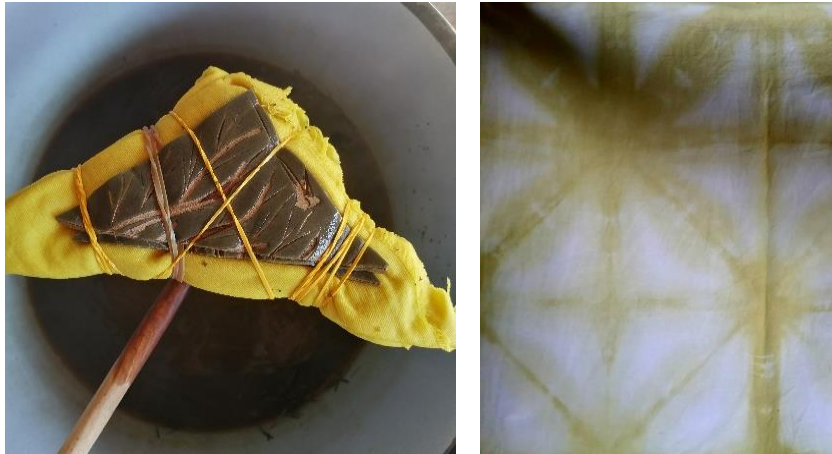


Slika 16: *Kumo shibori* prije bojadisanja



Slika 17: *Kumo shibori* prije bojadisanja

Itajime shibori je način dobivanja uzorka presavijanjem tkanine harmonika tehnikom te se u takvom presavijenom stanju umeće između dva predmeta kako bi se mogla stegnuti pomoću stega, gumica ili kvačica. Tako da to prekriveno područje tijekom bojadisanja ostane netaknuto, odnosno zadrži boju materijala. U radu je tkanina presavijena u oblik trokuta, a za stege su korišteni komadi linoleuma također izrezani u trokute. Prije bojadisanja pamučna tkanina je bila močena u otopini alauna preko 12h, a bojadisana je broćikom.



Slika 18: *Itajime shibori* tijekom i nakon bojadisanja

3.7. Spektrofotometrijska analiza obojanih uzoraka

Od završnih uzoraka neki su bili odabrani kako bi im se izmjerili koloristički parametri. Za mjerenje se koristio remisijski spektrofotometar DataColor Spectra Flash 600 PLUS-CT. Pomoću instrumenta se može izmjeriti bjelina, fluorescencija i boja materijala. Ovaj instrument mjeri valne duljine reflektiranog i apsorbiranog dijela upadne svjetlosti, te se dobiveni rezultati koriste za izradu grafova remisijskih krivulja i prostora boje pomoću CIEL*a*b*koordinata. Pomoću tih grafova se mogu vizualno iščitati razlike između uzoraka bojadisanih istim bojilom, kao što je slučaj u ovom radu. Svi uzorci su podijeljeni po većim skupinama (npr. luk, broćika), dok su ostala bojila koja nisu primjenjivana na puno uzoraka svrstana u zajedničke prostore boja i remisijske krivulje.

4. REZULTATI I RASPRAVA

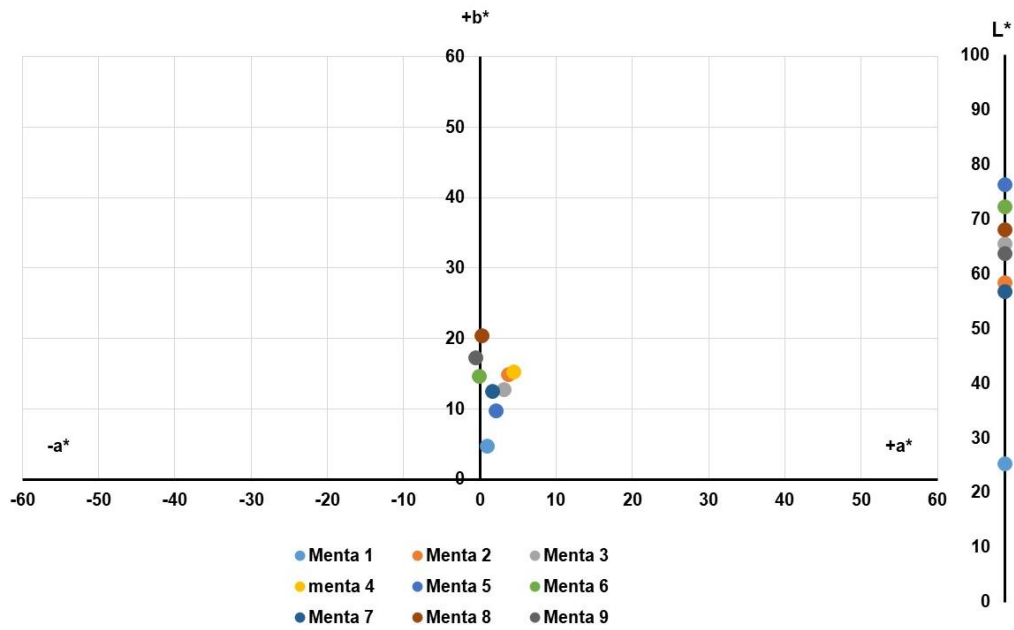
Cilj ovog rada bio je osmisliti ekološki način uzorkovanja tekstilnog materijala namijenjenog za izradu uporabnih predmeta - torbe i maske te za kućanski tekstil. Obzirom na veliki broj biljaka proučenih od strane autorice te veliki broj eksperimenata provedenih s raznim biljkama i metodama predobrade tekstila, izrađena je karta uzoraka u kojoj se prikazani uzorci te recepture po kojima su bojadisani. Provedena je i kolorimetrijska analiza dobivenih obojenja, temeljena na objektivnom spektrofotometrijskom mjerenju obojenih uzoraka, a rezultati su prikazani grafički kao a^*/b^* prostor boje i krivulje remisije.

Za spektrofotometrijsku analizu su izabrani uzorci sa što ujednačenijim obojenjem, iako u mapi ima preko 150 bojadisanih uzoraka, obrađen je samo dio. Cilj ispitivanja bojadisanih uzoraka je bio prikazati specifičan odnos između vizualnog doživljaja i objektivnih vrijednosti boje dobivene prirodnim bojilom. Naime, za prirodna obojenja je specifično da vizualno spadaju u skupinu tercijara što znači da nemaju izraženu zasićenost (kromu) te je vizualno teško doživjeti kojoj grupi tonova zapravo pojedino obojenja pripada. Kod obojenja dobivenih prirodnim bojilima, karakteristične su značajne razlike između subjektivnog doživljaja boje i objektivne, kolorimetrijske vrijednosti boje. Također, kod vizualnog doživljaja boje, dovoljna je minimalna promjena samo jednog parametra boje (svjetline, tona ili zasićenosti) da oko doživi u potpunosti drugačije obojenje. Takve promjene u pojedinim ili svim parametrima boje mogu biti uzrokovane pomacima u samom procesu bojadisanja, vrstom predobrade tekstilnog materijala i karakteristikom biljke (starost, podneblje) te će se s istom biljkom dobivati različita obojenja.

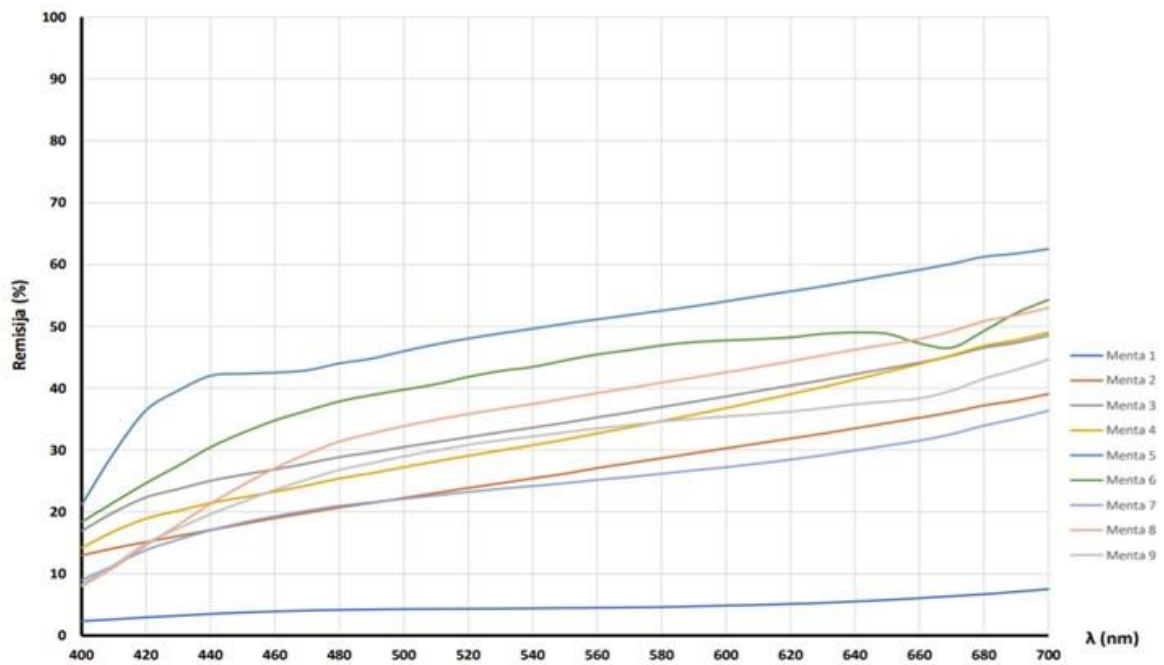
Na slikama 19 i 20 prikazani su a^*/b^* prostor i remisijske krivulje uzoraka obojenih pigmentom mente. Iz položaja u a^*/b^* prostoru boje je odmah vidljivo da se objektivno, obojenja koja se dobivaju pigmentom mente, nalaze u žutom spektralnom području, što se potvrđuje i remisijskim krivuljama. No, bez obzira na spektralnu pripadnost žutom tonu, remisije uzoraka također pokazuju da se radi o obojenjima nižeg intenziteta, bližeg akromatskom području, a što je vidljivo i subjektivno iz karte uzoraka.

Također, obzirom na svježinu biljke korištene za ekstrakciju (sušena, svježa) te predobradu materijala, vidljivo je da uzorci bojadisani sa sušenom mentom imaju manju zasićenosti i manju svjetlinu. Posebno se ističe uzorak obrađen željezovim (III) oksidom (Fe_2O_3). Uzorci bojadisani svježom mentom imaju veću kromatičnost. Prema svjetlini se ističu uzorci sviježe

mente gdje je tkanina bila obrađena sa alauom ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) (menta 8) i uzorak gdje se tkanina prije bojadisanja močila u otopini octa i vode (menta 9).

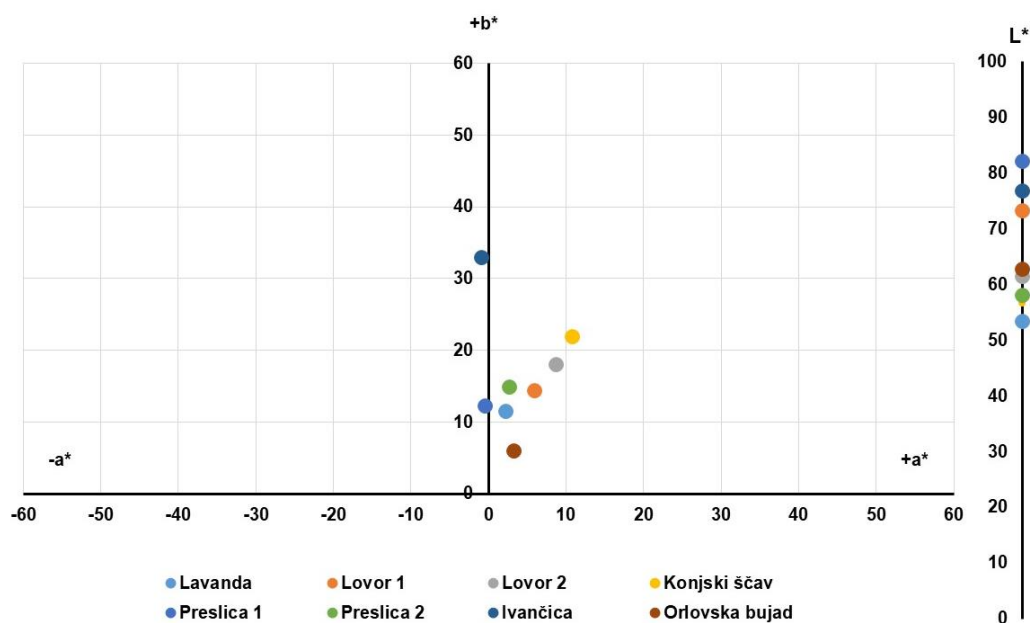


Slika 19: a*/b* prostor boja dobivenih bojilom mente

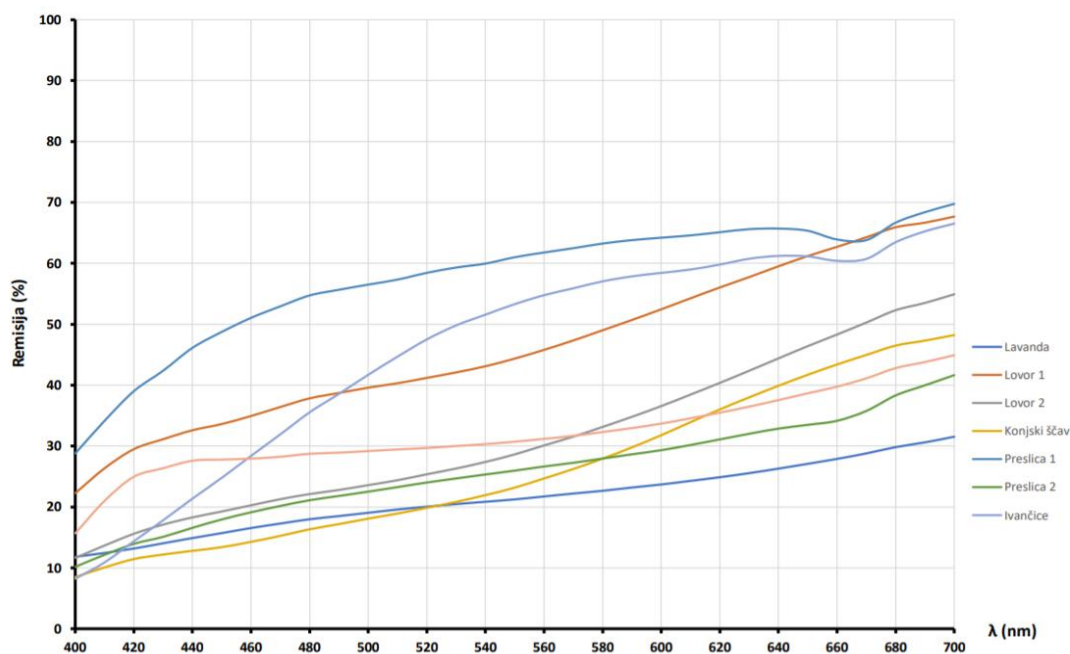


Slika 20: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom mente

Na slici 21 i 22 prikazani su a^*/b^* prostor i remisijске krivulje uzorka bojadisanih lavandom, lvovorom, konjskim ščavom, preslicom, ivančicom i orlovskom bujadi. Razlog ovakvog grupiranja je mali broj uzoraka bojadisanih pigmentima ekstrahiranim iz navedenih biljaka.



Slika 21: a^*/b^* prostor boja dobivenih bojilom lavande, lovora, preslice, konjskog ščava, ivančice i orlovske bujadi

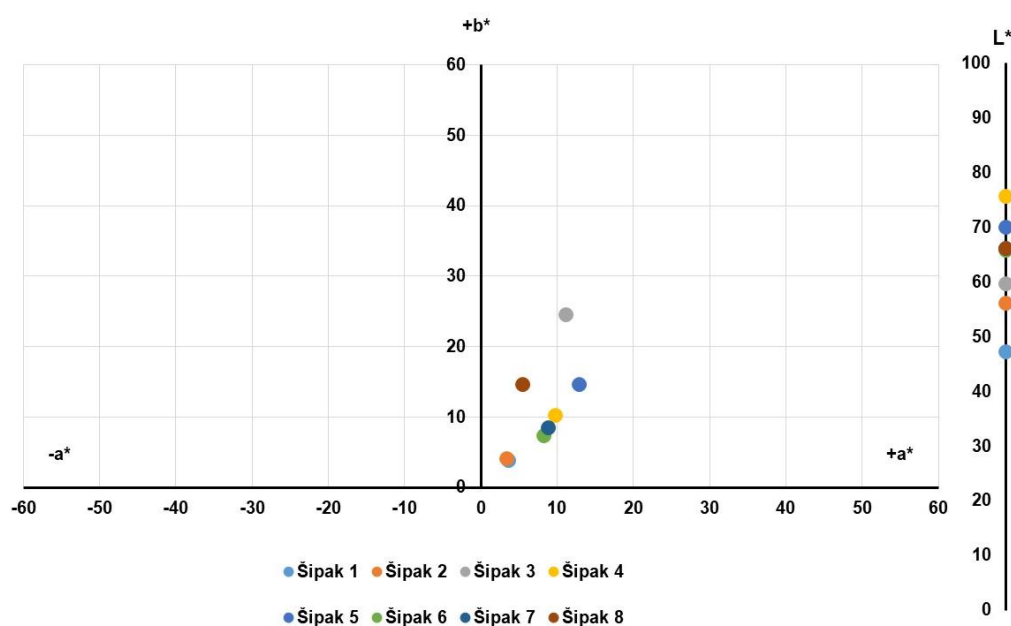


Slika 22: Remisijске krivulje boja dobivenih bojilom lavande, lovora, preslice, konjskog ščava, ivančice i orlovske bujadi

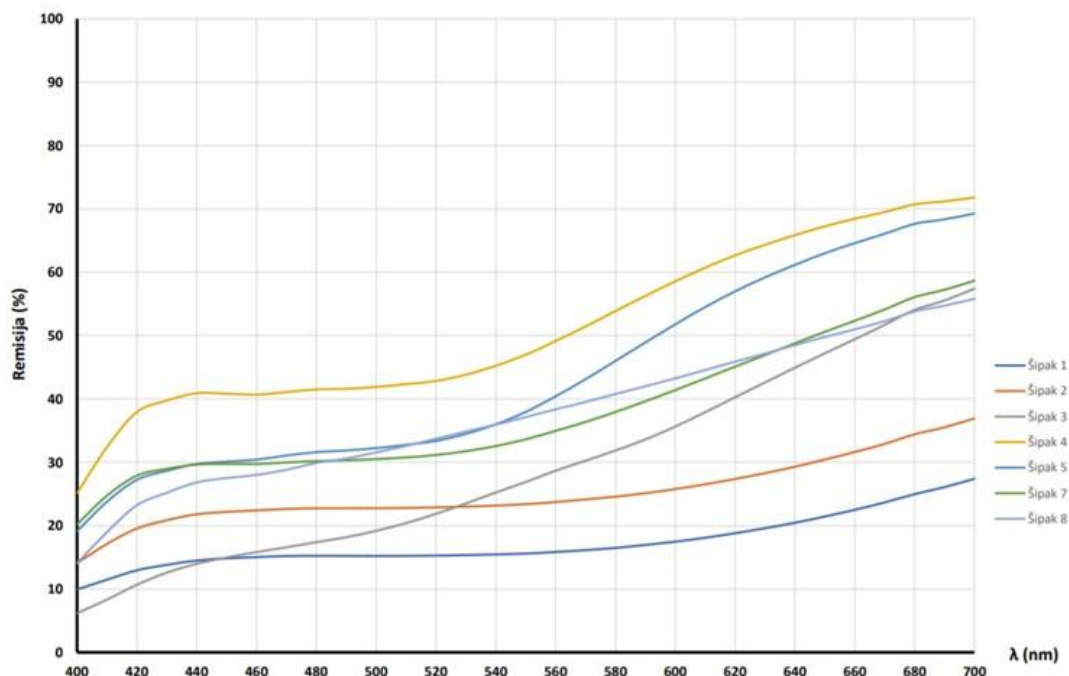
Cilj ovog prikaza nije bila usporedba rezultata već analiza pojedinačnih parametara boje te objektivizacija karakteristike boje pojedinog prirodnog bojila. Iako remisijske krivulje definiraju akromatski karakter boje uzoraka, iz a^*/b^* prostora boje kao i iz vizualnog prikaza u karti uzoraka vidljivo je da pojedini uzorci imaju naglašeniju zasićenost tj. da je postignuto donekle kromatsko obojenje. Ističe se obojenje dobiveno pigmentom ivančice i konjskog ščava, za koja su dobivene najveće zasićenosti što se vidi iz položaja u prostoru boje. Uzorak bojadisan pigmentom ivančice čak nije predobrađen prije bojadisanja već je samo dobro prokvašen. Orlovskom bujadi dobiveno je obojenje najniže svjetline i zasićenosti (krome), a što se vidi i iz prikaza u karti uzoraka, uzorak je akromatskog tamnijeg sivog tona. Uzorak bojadisan orlovskom bujadi tijekom bojadisanja je obrađivan željezovim metalnim solima dobivenim iz hrđe, a nakon bojadisanja uzorak je ispiran u otopini alauna (kalijev aluminij sulfat).

Uzorak bojadisan pigmentom lavande predobrađen je sojinim mlijekom, u kojem se uzorak namakao 24h te je prije bojadisanja kratko ispran. Obojenje je niske kromatičnosti (zasićenosti) i niže svjetline te vizualno daje osjet zelenog tona boje, no objektivna karakterizacija potvrđuje da se boja uzorka nalazi u žutom spektralnom području.

Na slici 23 prikazane su objektivne, spektralne karakteristike uzoraka bojadisanih pigmentom šipka, u a^*/b^* prostoru boje i grafičkim prikazom remisijskih krivulja.



Slika 23: a^*/b^* prostor boja dobivenih bojilom šipka



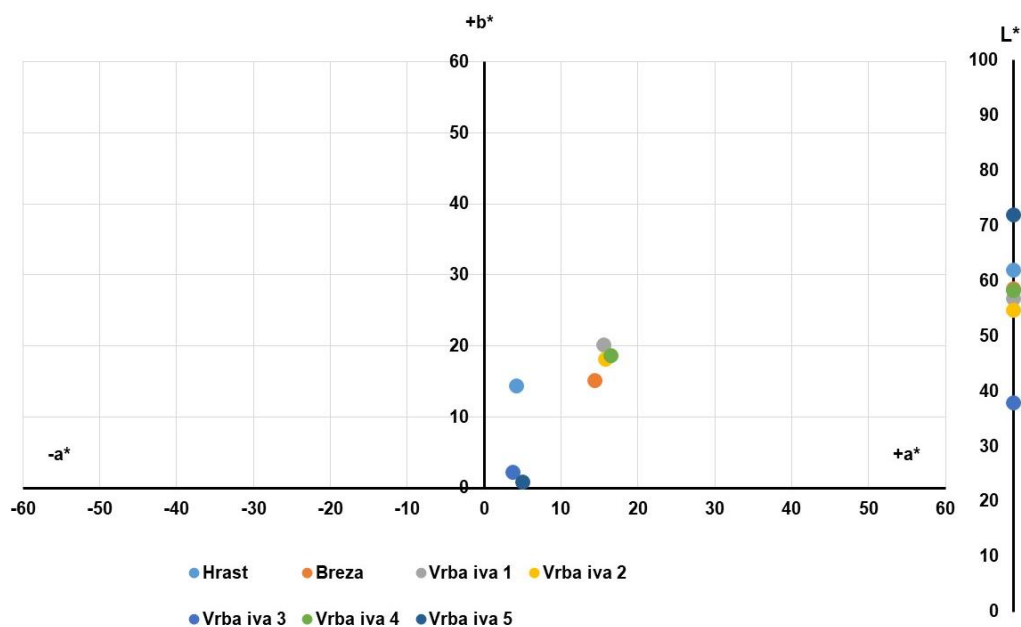
Slika 24: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom šipka

I kod uzoraka bojadisanih pigmentom šipka, uočava se razlika između vizualnog doživljaja uzoraka (karta uzoraka) i objektivne karakterizacije boje. Prikaz u a^*/b^* prostoru boje potvrđuje žuto-narančasti tonove boje za uzorke bojadisane šipkom, ali zbog vrlo niske zasićenosti (kromatičnosti) dominantni ton nije vizualno prepoznatljiv već uzorci djeluju sivkasto, uzorci šipka 5, 7 i 8 vizualno čak djeluju ljubičasto.

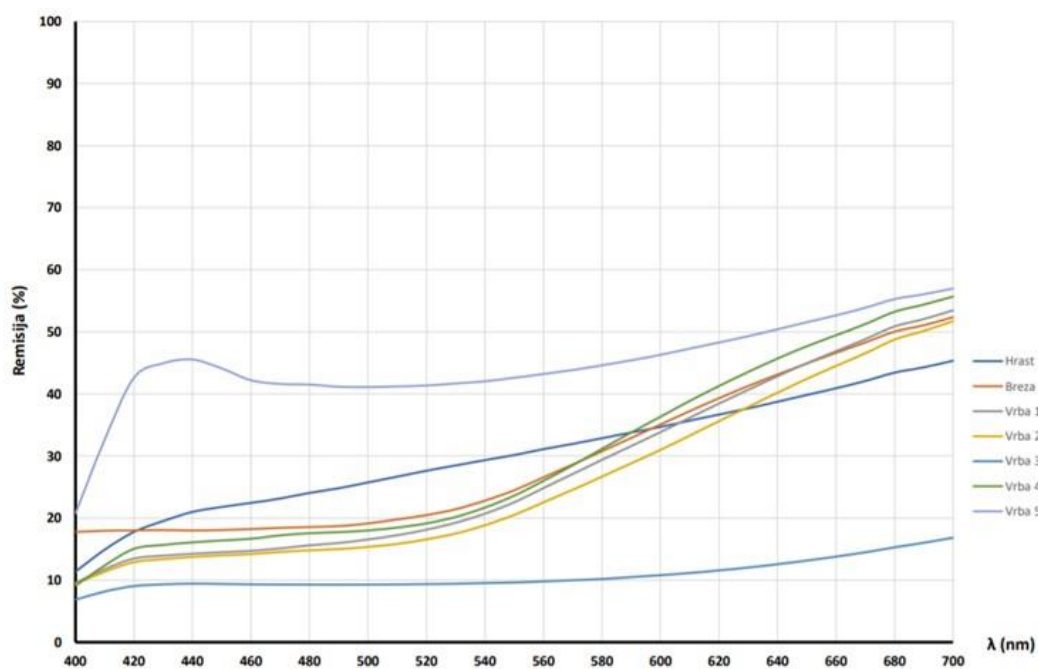
Uzorak označen kao šipak 1 predobrađen je željezo (III) oksidom te je očekivano najniže zasićenosti (kromatičnosti) i svjetline što mu daje tamno sivo, skoro crno obojenje. Uzorak označen kao šipak 2, također je niske zasićenosti, no obzirom da nije obrađen prije bojadisanja, svjetlina mu je neznatno viša od uzorka šipak 1. Ističe se uzorak označen kao šipak 3, koji je bojadisan u kupelji iselog pH uz dodatak octene kiseline, te je dobiveno obojenje najviše krome u skupini uzoraka bojadisanih šipkom, za razliku od uzorka označenog šipak 8 koji je bojadisan u alkalnom pH te je dobiveno obojenje niže zasićenosti (kromatičnosti) i veće svjetline.

Kod uzoraka 4 do 6, obrada sojinim mlijekom rezultirala je postizanjem obojenja koje vizualno djeluje zasićenije (kromatičnije) iako im je zasićenost, prema rezultatima objektivne karakterizacije, niža od uzoraka 3, 7 i 8.

Na slikama 25 i 26 prikazanje a^*/b^* prostor boje i grafički prikaz remisijskih krivulja uzoraka bojadisanih pigmentom hrasta, breze i vrbe ive.



Slika 25: a^*/b^* prostor boja dobivenih bojilom hrasta, breze i vrbe ive



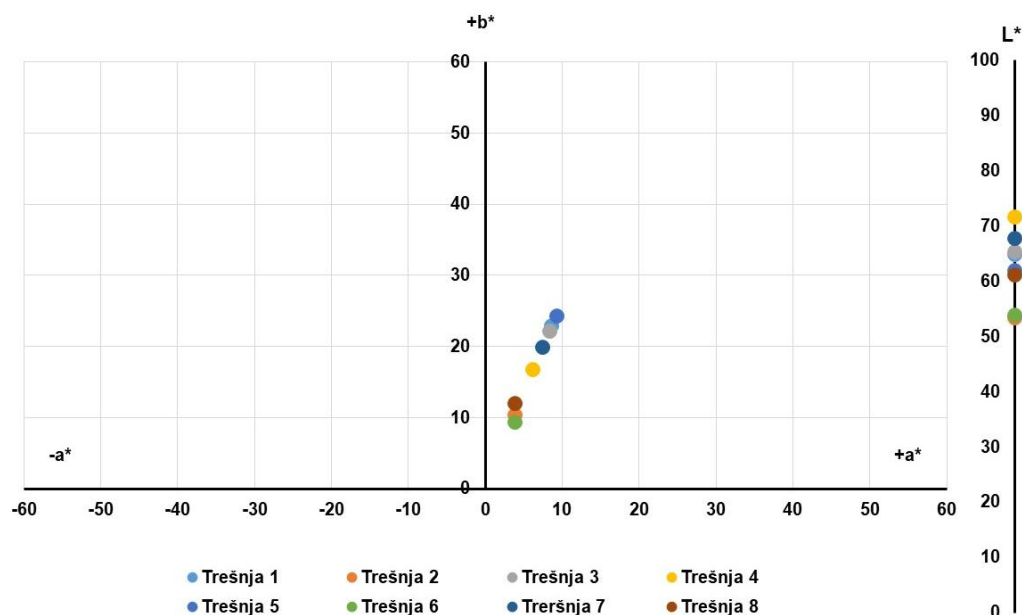
Slika 26: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom hrasta, breze i vrbe ive

Uzorci prikazani na slikama 25 i 26 bojadjani su pigmentom ekstrahiranim iz kora drveća (hrast i breza) i listopadnog grma vrbe ive. Pigmentom hrasta i breze bojadjan je po jedan uzorak, dok je pigmentom vrbe ive bojadjano pet uzoraka koji se razlikuju po vrsti predobrade i uvjetima bojadjanja.

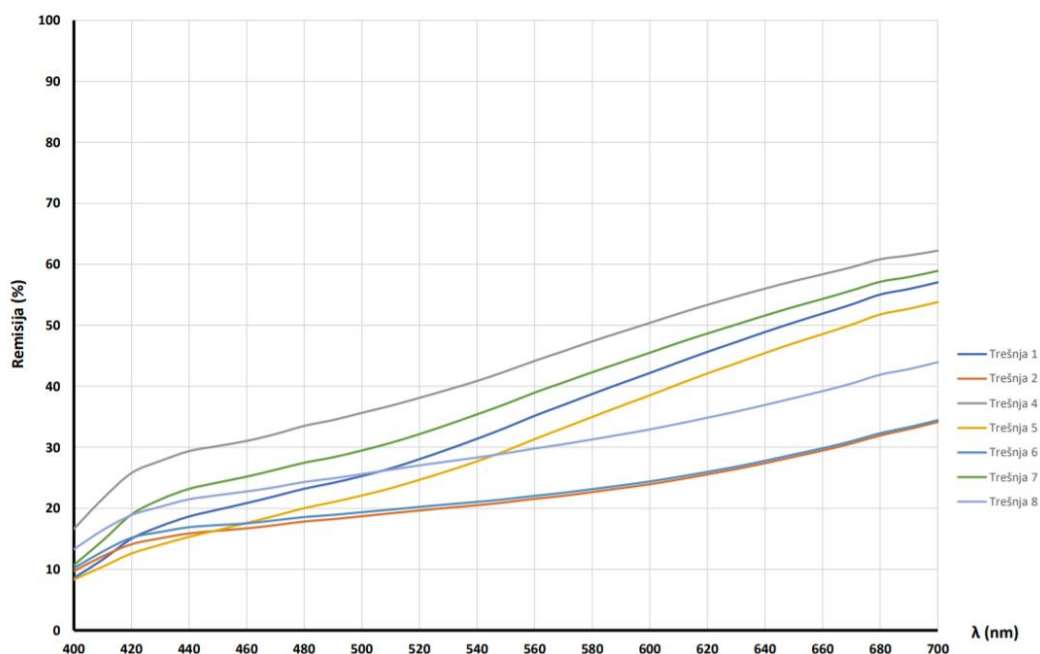
Iz vizualnog prikaza (karta uzoraka) se uočava, a potvrđuje se i objektivnom karakterizacijom, da se pigmentom hrasta dobiva obojenje žutog, a pigmentom breze narančasto-crvenog tona. Iako su zasićenosti dobivenih obojenja relativno niske, ipak je vizualno uočljiv pripadajući ton boje ovih uzoraka. Kod uzorka bojadisanog pigmentom hrasta, zbog predobrade materijala željezo (III) oksidom postiže se obojenje bliže području akromatičnosti, doka je kod uzorka bojadisanog pigmentom breze, predobrada namakanjem u kravljem mlijeku 24 sata prije bojadisanja i ispiranje u otopini alauna, rezultirala obojenjem veće zasićenosti i izraženijeg dominantnog tona obojenja.

Pigmentom vrbe ive postignut je raspon obojenja od potpuno akromatskih do zasićenijih (kromatičnijih) nijansi, a sve ovisno o predobradi materijala. Ističe se uzorak označen kao vrba iva 3, koji je prije bojadisanja obrađivan alaunom (aluminij kalijevim sulfatom) i kratko željezovim (III) oksidom te je dobiveno obojenje najniže kromatičnosti (zasićenosti) i najniže svjetline u odnosu na ostale uzorke bojadisane pigmentom vrbe ive. Uzorak označen kao vrba iva 5 bojadisan je u alkalnom pH, a prethodno je obrađivan alaunom te je postignuta jednako niska zasićenost kao i kod uzorka vrba iva 3, ali veća svjetlina. Uzorci vrba iva 1, 2 i 4, djeluju vizualno zasićenije što potvrđuje i objektivna karakterizacija boje.

Na slikama 27 i 28 prikazan je a^*/b^* prostor boje i remisijske krivulje uzoraka bojadisanih bojilom ekstrahiranim iz kore drveta trešnje.



Slika 27: a^*/b^* prostor boje dobivenih bojilom kore trešnjina drva

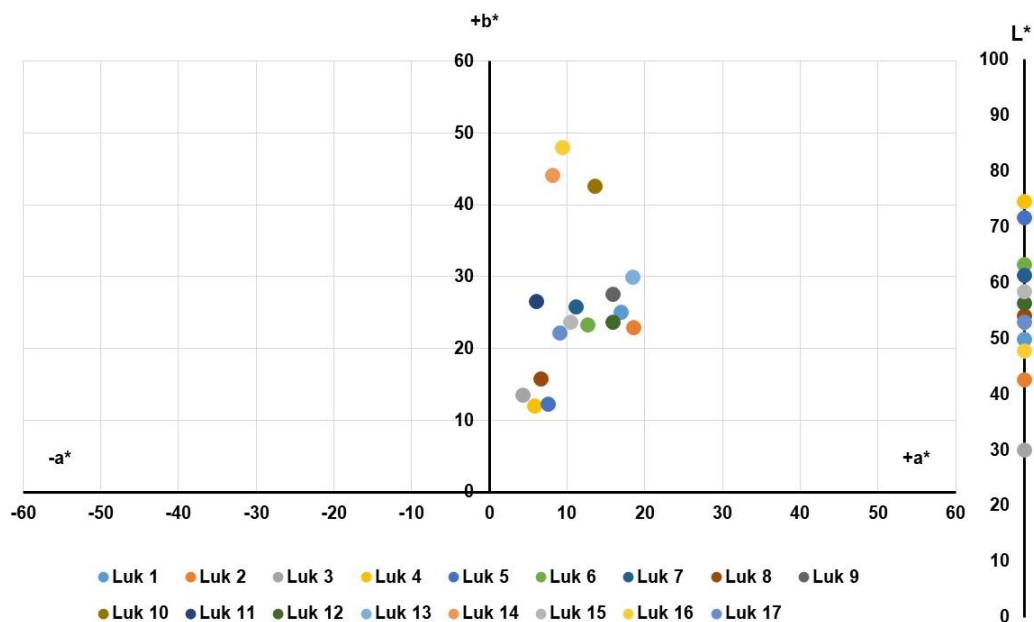


Slika 28: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom kore trešnjina drva

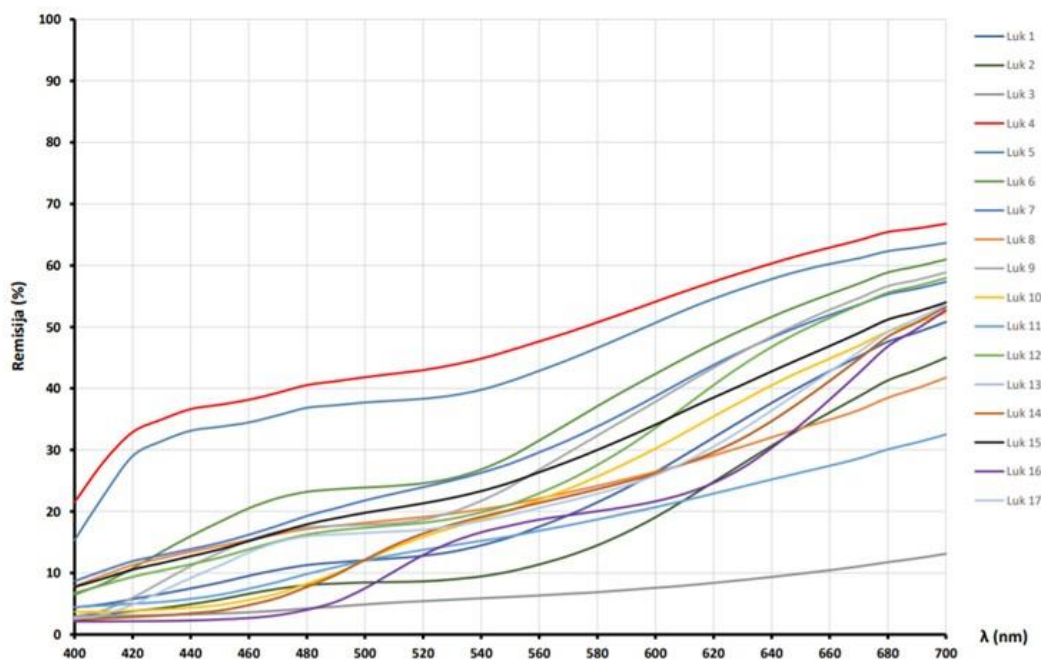
Prema smještaju u a^*/b^* dijagramu kao i prema položaju remisijских krivulja, dobivena obojenja pripadaju istovrsnom tonu boje, s određenim razlikama u zasićenosti i svjetlini. No, vizualno se doživljava puno šira paleta i raznovrsnost nijansi. Tu odstupanje vizualnog doživljaja od objektivne karakterizacije, karakteristično za prirodna bojila, dolazi do izražaja. Uzorci 2, 6 i 8 su najniže zasićenosti (kromatičnosti) i najnižih svjetlina. Uzorci 2 i 6 su prije bojadisanja namakani 24 sata u kravljem mlijeku, a neposredno prije bojadisanja isprani otopinom alauna. Uzorak 8 je dodatno još predobrađen željezovim (III) oksidom.

Kod uzoraka koji su bili predobrađeni alaunom ili nisu uopće obrađivani prije bojadisanja, postignuta su obojenja većih zasićenosti (kromatičnosti) i izraženijeg dominantnog tona.

Na slikama 29 i 30 prikazan je a^*b^* prostor boje i graf remisijских krivulja uzoraka bojadisanih bojilom luka (zlatnog srebrenca i ružičastog dalmatinskog luka).



Slika 29: a*/b* prostor boja dobivenih bojilom luka (srebrenca i ružičastog dalmatinskog luka)



Slika 30: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom luka (srebrenca i ružičastog dalmatinskog luka)

Očekivano, najniža zasićenost (kromatičnost) dobivena je za uzorak 3 koji je prije bojadisanja obrađivan željezovim (III) oksidom, te je postignuto, za ljudsko oko, potpuno akromatsko obojenje niske svjetline. Zanimljiva je dobivena relativno visoka svjetlina kod uzorka 5 koji je također obrađivan željezovim (III) oksidom, ali je bojadisanje provedeno u alkalnom mediju te se dobivena karakteristika boje pripisuje pH kupelji. Slične karakteristike kao kod uzorka 5

dobivaju se i kod uzorka 4 koji nije obrađivan prije bojadisanja, ali je proces isto proveden u alkalnom pH.

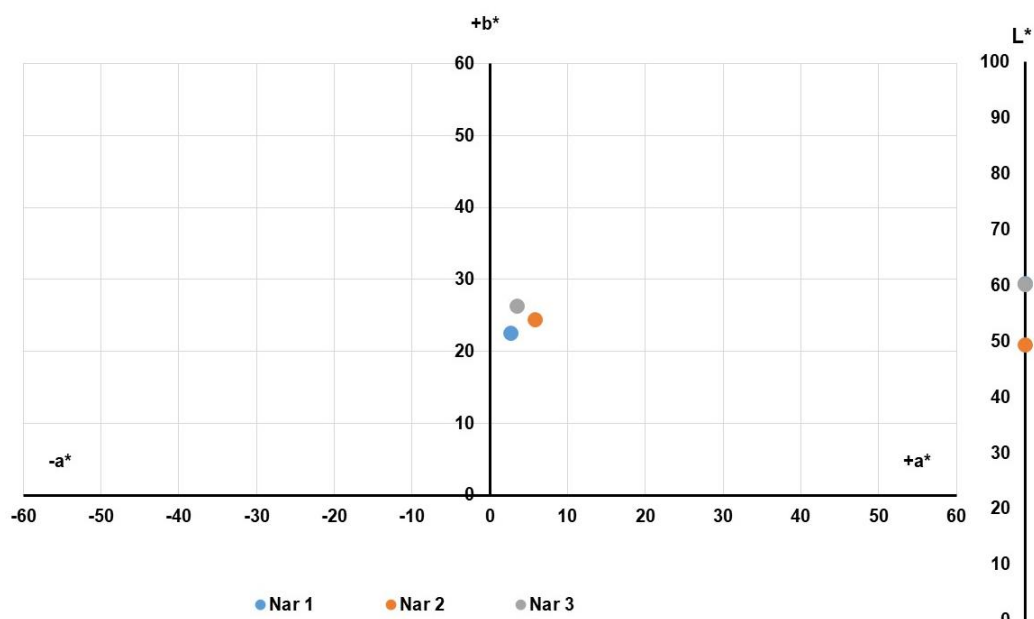
Uzorci 1, 2, 6 i 7, nisu obrađivani prije bojadisanja, a razlika u boji proizlazi iz razlike u vremenu i temperaturi bojadisanja. Uzorak 8 također nije obrađivan prije bojadisanja, ali je bojadisanje provedeno uz dodatak crnog čaja, no nije dobivena značajnija razlika u odnosu na uzorak 7 koji je bojadisan u istim uvjetima ali bez dodatka čaja.

Očekivano, uzorci 10, 11, 14 i 16, obrađivani metalnim solima alauna (kalijev aluminij sulfat) postižu obojenja najveće zasićenosti (kromatičnosti), dubine i izraženijeg dominantnog tona.

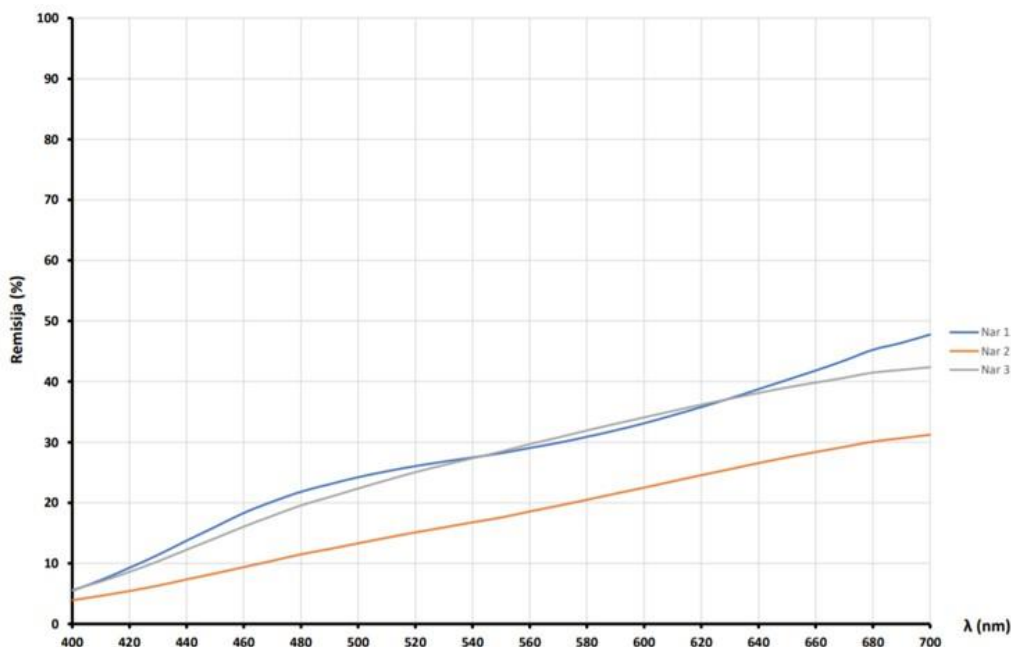
Uzorci 12 i 13 su prije bojadisanja 24 sata namakani u kravljem mlijeku, s tim da je uzorka 13 prije bojadisanja ispran otopinom alauna te se vidi razlika u intenzitetu obojenja.

Uzorci 15 i 17 bojadisani su bojilom ekstrahiranim iz kore ružičastog dalmatinskog luka. Uzorak 15 nije obrađivan prije bojadisanja dok je uzorak 17 močen 24 sata u otopini octa te je dobivena veća dubina obojenja, iako ni približno izražena kao kod uzoraka obrađivanih s alaunom.

Na slikama 31 i 32 prikazani su a^*/b^* prostor boje i graf remisijskih krivulja uzoraka bojadisanih bojilom ekstrahiranim iz kore nara.



Slika 31: a^*/b^* prostor boja dobivenih bojilom nara



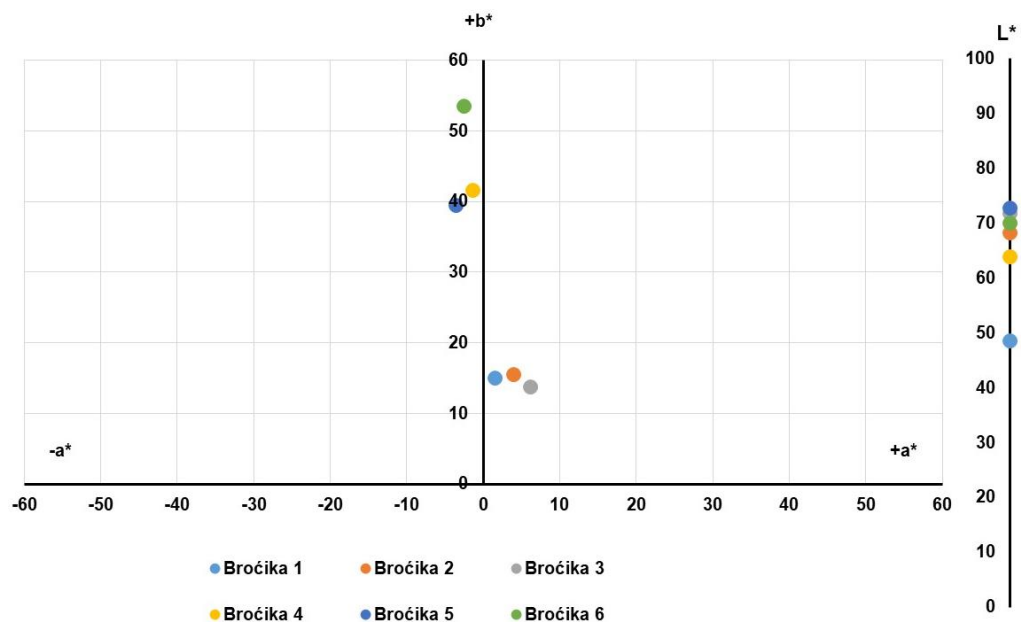
Slika 32: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom nara

Bojilom ekstrahiranim iz kore nara bojadisana su 3 uzorka koja nisu obrađivana metalnim solima već je samo dodatkom NaHCO_3 pomaknut pH kupelji za bojadisanje u alkalno područje kod uzoraka 2 i 3, čime se dobivaju neznatne razlike u obojenju. No, kao što se i vidi na grafu, subjektivno i objektivno obojenja su međusobno slična.

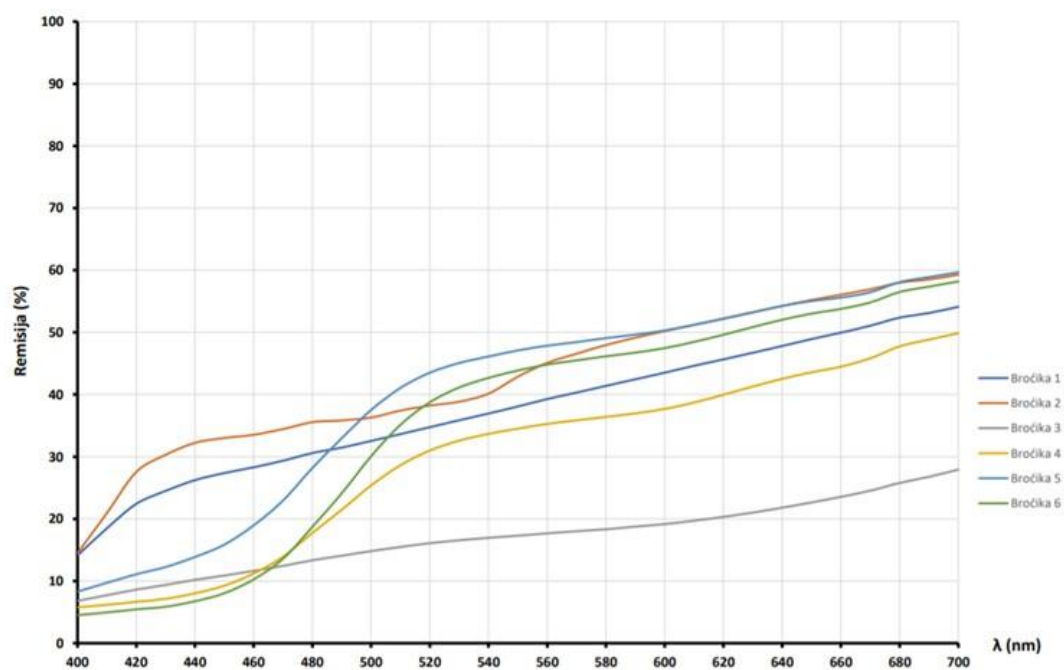
Na slikama 33 i 34 prikazan je a^*/b^* prostor boja i remisijske krivulje za uzorke bojadisane bojilom ekstrahiranim iz biljke broćike.

Iako je bojilom broćike bojadisano 6 uzoraka, u karti boja (uzoraka) prikazano je samo 4. Uzorak 1 je prije bojadisanja obrađivan metalnim solima željezovim (III)oksidom (Fe_2O_3) te je očekivano dobiveno obojenje najniže zasićenosti (kromatičnosti) i svjetline, što je i uobičajeni učinak željezovih metalnih soli. Uzorak 2 je obrađivan namakanjem u kravljem mlijeku te je neposredno prije bojadisanja ispran otopinom alauna. Uzorci 4 do 6 razlikuju se od uzoraka 1 do 3 po izraženoj zasićenosti (kromi) i briljantnijem obojenju.

Uzorci broćike također imaju i najveću svjetlinu. Ovi rezultati dobiveni su ekstrakcijom bojila iz sušene biljke broćike, a za daljnja istraživanja ostavljeno je eksperimentiranje sa svježom biljkom.

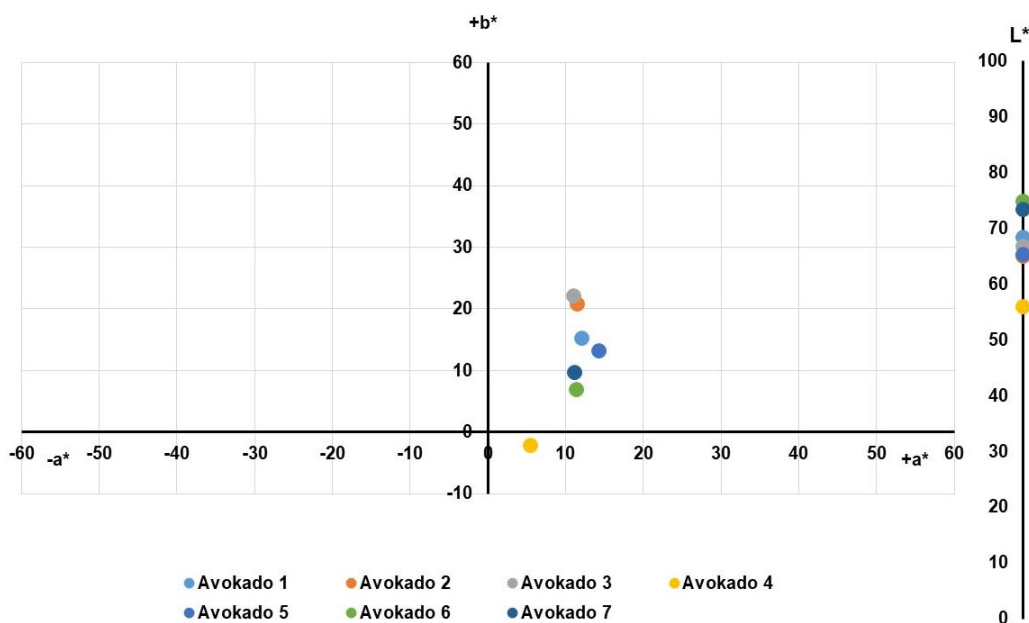


Slika 33: a^*/b^* prostor boja dobivenih bojilom iz biljke broćike

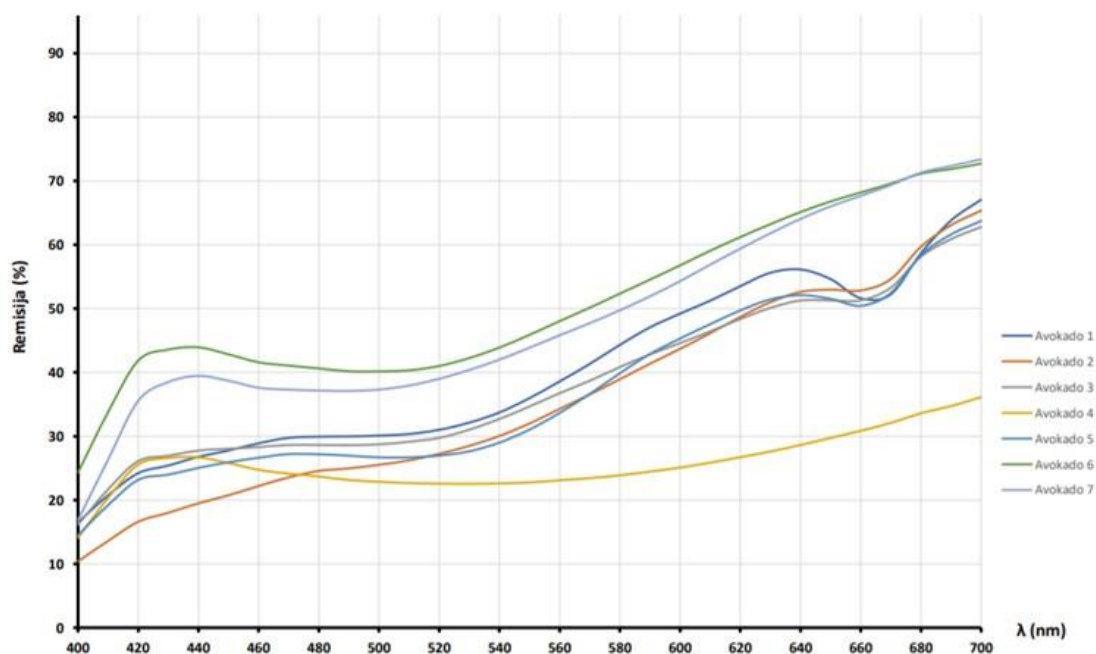


Slika 34: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom iz biljke broćike

Na slikama 35 i 36 prikazani su rezultati objektivizacije boje za uzorke bojadisane bojilom ekstrahiranim iz kore i koštice avokada. Prikazan je položaj uzoraka u a^*/b^* prostoru boje i remisijske krivulje uzoraka.



Slika 35: a*/b* prostor boja dobivenih bojilom iz kore i koštice avokada



Slika 36: Remisijske krivulje boja dobivenih bojilom iz kore i koštice avokada

Ističe se uzorak 4, jedini uzorak iz cijele kolekcije uzoraka bojadisanih prirodnim bojilima i prikazanih u ovom radu, koji je obradom željezovim (III) oksidom postigao obojenje u ljubičastom spektru, iako relativno niske zasićenosti i srednje svjetline, zbog čega se vizualno doživljava kao tamniji sivi ton s ljubičastim pod-tonom.

Najvećom zasićenošću (kromatičnošću) i jednoličnošću obojenja ističe se uzorak 2 koji je prije procesa bojadisanja 24 sata močen u otopini alauna (kalijevog aluminij sulfata). Uzorak 3 je također obrađivan alaunom te je prije močen i u kravljem mlijeku, no nije dobivena jednoličnost obojenja kao kod uzorka 2.

5. KARTA BOJA (UZORAKA)


Iako je bojadisanih uzoraka bilo preko 170, nisu svi bili odabrani za mjerenje iz nekoliko razloga. Neki uzorci, odnosno obojenja su se ponavljali, neki su bili nejednolikog obojenja pa bi i samo mjerenje bilo otežano, dok su neki uzorci bili napravljeni na lanenoj tkanini, a pošto su završni proizvodi izrađeni od bojadisano pamuka, zadržani su samo uzorci bojadisanih pamučnih tkanina. Odabrana tkanina je bila bijeljeni pamuk kako bi i samo obojenje bilo što izraženije. S obzirom da se bojadisanje odvijalo kroz duži period, razlikuju se dvije vrste tkanine, što je vidljivo u načinu veza. Održivi dizajn se odrazio i kod odabira samih tkanina tako da su obje tkanine kupljene u dućanima u odjelu gdje se baca višak tkanina koji ostaje od rezanja, tako da je i cijena istih bila niža, a i tkanine nisu završile na odlagalištu.

Karta boja (uzoraka) prati redosljed prikazanih grafova, a uz svaki uzorak je naznačena biljka, predobrada tkanine, temperatura bojadisanja, temperatura dodavanja pH regulatora i ostalih pomoćnih sredstava u kupelj tijekom bojadisanja.






Slika 37: Prikaz bojadisanih uzoraka



 Menta 1
PT Fe_2O_3 , 30min
 100°
 20min
pH 8






 Menta 6
PT /
 100°
 20min
pH 7




 Menta 2
PT Soja mlijeko, 24h
 100°
 20min
pH 6






 Menta 7
PT Fe_2O_3 , 10s
 100°
 20min
pH 8



 Menta 3
PT Soja mlijeko, 24h
 15- 20°
 24h
pH 6






 Menta 8
PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 100°
 20min
 3-5
pH







 Sušena menta 4
PT Soja mlijeko
 100°
 20min
pH 6



 Menta 9
PT CH_3COOH (ocat)
 100°
 20min
pH 2.5






 Sušena menta 5
PT Soja mlijeko
 100°
 20min
pH 6

 -Naziv biljke
PT -Priprema tkanine
 -Temperatura
 -Vrijeme
 -Dodano u kupelj
 tijekom bojadisanja



 Lavanda
PT soja mlijeko(24h)
 100°
 20min
pH 6






 Preslica 2
PT Fe₂O₃
 100°
 20min
pH 8



 Lovor 1
PT soja mlijeko
 100°
 20min
pH 6






 Ivančice
PT /
 100°
 20min
pH 7





 Lovor 2
PT soja mlijeko
 100°
 2x 20min
pH 6






 Orlovska bujad
PT I. M, II. A ispiranje
 100°
 20min
pH 3-5



 Konjski ščav (korijen)
PT /
 100°
 20min
pH 7



 Preslica 1
PT /
 100°
 20min
pH 8

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine

 -Temperatura

 -Vrijeme

 -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja



Šipak 1
PT Fe₂O₃, 5-10min
100°
20min
pH 8



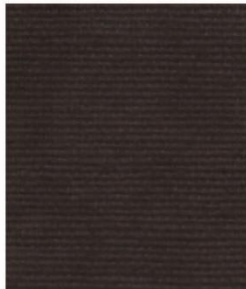
Šipak 6
PT Soja mlijeko (24h)
100°
10min
pH 6



Šipak 2
PT /
100°
15min
pH 7



Šipak 7
PT /
NaHCO₃ (soda, pos.)
100°
10min
pH 8.3



Šipak 3
PT /
CH₃COOH (ocat)
100°
20min
pH 2.5



Šipak 8
PT /
NaHCO₃ (soda, pos.)
100°
10min
pH 8.3



Šipak 4
PT Soja mlijeko (24h)
100°
10min
pH 6



Šipak 5
PT Soja mlijeko (24h)
100°
10min
pH 6

Šipak -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine




100° -Temperatura

10min -Vrijeme





NaHCO₃ -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja






 Hrastova kora
PT Fe_2O_3 , 24h
 100°
 20min
pH 8
pH







 Vrba iva 4
PT /
 NaHCO_3
 100°
 20min
pH 2-3





 Brezina kora
PT /
 100°
 1h
pH 7






 Vrba iva 5
PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 NaHCO_3
 100°
 20min
pH 3-5







 Vrba iva 1
PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 100°
 20min
pH 3-5



 Vrba iva 2
PT I. M, II. A
 100°
 1h
pH 6-7



 Vrba iva 3
PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 Fe_2O_3
 100°
 15min
pH 5

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine




 -Temperatura

 -Vrijeme




 -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja






 Trešnjina kora 1
PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 100°
 20min
pH 3-5






 Trešnjina kora 6
PT I. M, II. A ispiranje
 100°
 20min
pH 3-5






 Trešnjina kora 2
PT I. M, II. A ispiranje
 100°
 20min
pH 3-5






 Trešnjina kora 4
PT CH_3COOH (ocat)
 100°
 20min
pH 2-3





 Trešnjina kora 3
PT I. M, II. A ispiranje
 100°
 20min
pH 3-5






 Trešnjina kora 8
PT CH_3COOH (ocat)
 100° + kap Fe_2O_3
 20min
pH 2-3



 Trešnjina kora 4
PT CH_3COOH (ocat)
 100°
 20min
pH 2-3



 Trešnjina kora 5
PT I. M, II. A ispiranje
 100°
 20min
pH 3-5

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine




 -Temperatura

 -Vrijeme




 -Dodano u kupelj

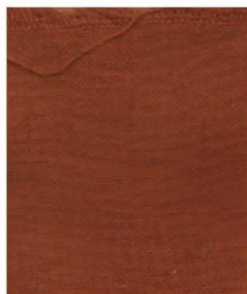
tijekom bojadisanja






 Crveni luk 1
PT /
 100°
 1h
pH 2-3






 Crveni luk 6
PT /
 100°
 20min
pH 7






 Crveni luk 2
PT /
 10-15°
 24h
pH 7






 Crveni luk 7
PT /
 100°
 20min
pH 7







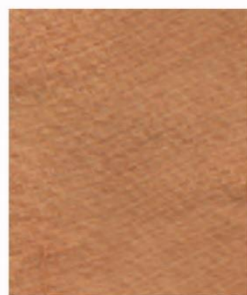
 Crveni luk 3
PT Fe_2O_3
 100°
 1h
pH 8






 Crveni luk (crni čaj)8
PT /
 100°
 20min
pH 7







 Crveni luk 4
PT /
 NaHCO_3
 100°
 1h
pH 2-3






 Crveni luk 9
PT CH_3COOH (ocat)
 10-15°
 20min
pH 2-3






 Crveni luk 5
PT Fe_2O_3 , 24h
 NaHCO_3
 100°
 20min
pH 2-3



 Crveni luk 10
PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 100°
 1h
pH 3-5



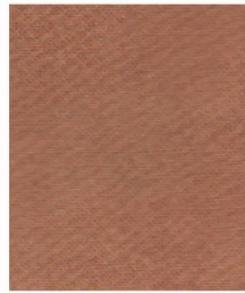
 Crveni luk(cрни čaj)11
PT $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
 100°
 20min
pH 2-3






 Ljubičasti luk 16
PT $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
 100°
 20min
pH 3-5






 Crveni luk 12
PT Mlijeko
 100°
 20min
pH 6-7



 Ljubičasti luk 17
PT CH_3COOH (ocat)
 100°
 20min
pH 3-5



 Crveni luk 13
PT I. M, II. A
 100°
 20min
pH 6-7



 Ljubičasti luk 14
PT $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
 100°
 20min
pH 3-5



 Ljubičasti luk 15
PT /
 100°
 20min
pH 7

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine





 -Temperatura

 -Vrijeme





 -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja








 Nar 1
PT /
 /
 100°
 1h
pH 2-3



 Nar 2
PT /
 NaHCO₃
 100°
 1h
pH 2-3



 Nar 3
PT /
 NaHCO₃
 100°
 1h
pH 2-3

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine

 -Temperatura

 -Vrijeme

 -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja



 Broćika(stabljika)

PT Fe_2O_3

 100°

 20min

pH 2-3



 Broćika(stabljika)

PT I. M, II. A

 100°


 20min

pH 6-7



 Broćika(stabljika)

PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

 100°

 20min

pH 3-5



 Broćika(stabljika)

PT $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

 100°

 20min

pH 3-5

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine




 -Temperatura

 -Vrijeme




 -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja



 Avokado (kora)
PT /
 100°
 1h
pH 7






 Avokado (koštica)
PT /
 100°
 1h
pH 7






 Avokado (kora)
PT $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
 100°
 20min
pH 3-5






 Avokado (koštica)
PT I.M, II. A
 100°
 20min
 6-7
pH







 Avokado (kora)
PT I.M, II. A
 100°
 20min
pH 6-7



 Avokado (kora)
PT Fe_2O_3
 100°
 20min
pH 2-3



 Avokado (kora)
PT /
 $NaHCO_3$
 100°
 1h
pH 3-5

 -Naziv biljke

PT -Priprema tkanine

 -Temperatura

 -Vrijeme

 -Dodano u kupelj

tijekom bojadisanja

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad rezultat je iscrpnog istraživanja i eksperimentiranja s različitim biljnim izvorima prirodnih bojila i različitim načinima predobrade celuloznog vlakna kako bi se pospješila reakcija bojilo-vlakno. Naime, celulozna vlakna nemaju svojstveni afinitet spram kiselomoičijskih bojila u čiju skupinu spada većina prirodnih bojila. Stoga je izuzetno važno konstantno istraživati i pronalaziti nove metode i načine kako pospješiti vezanje prirodnih bojila za celulozno vlakno.

Također cilj je bio osmisliti ekološki prihvatljiv proizvod i predložiti buduću namjenu i uporabu bojadisanog tekstila prema recepturama i metodologiji prikazanoj u ovom radu.

Potvrđeno je da je predobrada celuloznog materijala nužna kako bi se postigla optimalna dubina obojenja i osigurala prihvatljiva postojanost obojenja. Konvencionalne metode predobrade materijala temeljene su na obradi metalnim solima, no zbog potencijalne njihove štetnosti u radu su istražene mogućnosti obrade materijala proteinima iz kravljeg i sojinog mlijeka koji djeluju više u svojstvu veziva.

Također, potvrđeno je da će na rezultat obojenja također značajno utjecati period u kojem se biljka bere, podneblje na kojem se bere, je li bojilo ekstrahirano iz sušene ili svježe biljke, mlade ili zrele.

Spektrofotometrijskom analizom je potvrđena, za prirodna bojila iznimno specifična, značajna razlika između vizualnog doživljaja obojenja i objektivnih karakteristika boje.

LITERATURA I IZVORI

- [1] Lellis, B.; Favaro-Poloni, C. Z.; Pamphile, J. A.; Polonio, J. C.: Effects of textile Dyes on Healthz and the Environment and Bioremediation Potential of living Organisms, *Biotechnology Research and Innovation*, 3 (2019) 2, 275-290
- [2] Bhute, A.: Plant based dyes and Mordants: A review, *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 2 (2012) 6, 649-664
- [3] Chandra Mohan, S.; Thiripura Salini, S.; Senthil Kumar, R.; Thiyagarajan, A.: Dyeing of Cotton with Natural Dyes Obtained from Flower of Tacoma Stans, *Universal Journal of Environmental Reserach and Technology*, 2 (2012) 1, 41-46
- [4] Siva, R.: Status of Natural dyes and Dye-yielding Plants in india, *Curent Science*, 92 (2007) 7, 916 - 925
- [5] Messmer-Eichler, K.: natural Dyes - A primer for using Mordant Dyes on Cellulose Fabric,
<https://static1.squarespace.com/static/51daf671e4b0c2e9ed4fac49/t/5a89feb441920223d09ef540/1518993082976/Natural+Dyes+by+Kim+E-M.pdf>,
pristupljeno [25_07_2020]
- [6] Desnos, R.: *Botanical Colour at your Fingertips (digital)*, Desons, R., 2016., UK
- [7] Ezatollah, M.; Bijan, M.: Alum Mineral and the Importance for Textile Dyeing. *Curr Trends Fashion Technol Textile Eng.*, 3 (2018) 4,
DOI: [10.19080/CTFTTE.2018.03.555619](https://doi.org/10.19080/CTFTTE.2018.03.555619)
- [8] <http://griffindyeworks.com/understanding-mordants/milk.html>,
pristupljeno [25_07_2020]
- [9] Antunez de Mayolo, K. K.: Peruvian Natural Dye Plants, *Economic Botany*, 43 (1989) 2, 181-191
- [10] Hemitextil, https://www.instagram.com/p/CDA6KnNK_yN/, pristupljeno [26_06_2020]
- [11] https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/bojadisarstvo_i_tisak_tekstila.pdf,
pristupljeno [20_06_2020]
- [12] Sadi, M. S.; Foisal, A. B. M.; Nahar, N.: Dyeing of Cotton Fabirc with Natural Dyes from Flower Extract, *Inst. Engg. Techn.*, 6 (2016) 1, 11-15
- [13] Haji, A.: Dyeing of Cotton Fabric with Natural Dyes Improved by Mordants and Plasma Treatment, *Prog. Color Colorants Coat.*, 12 (2019), 191-201

- [14] Mozaffari, E.; Maleki, B.: Alum Mineral and the Importance for Textile Dyeing, Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering, 3 (2018) 4. 2577-2929
- [15] <https://www.dop.hr/odrzivi-razvoj/>, pristupljeno [01_07_2020]
- [16] <https://www.buaisou-i.com/>, pristupljeno [01_07_2020]
- [17] <https://www.zuahaza.com/>, pristupljeno [01_07_2020]
- [18] Strgar, Kurečić, M.: Osnove o boji - Kontrola boja; od percepcije do mjerenja, http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/OSNOVE%20%20BOJI.pdf
- [19] <https://lp.datacolor.com/color-management-ebooks-2019-en-btb.html>, pristupljeno [20_08_2020]
- [20] <https://shibori.org/traditions/>, pristupljeno [02_08_2020]