

Aspekti primjene prirodnih bojila u dekorativnom tisku dječjih prekrivača

Tančik, Josipa

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:201:495053>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO - TEHNOLOŠKI FAKULTET
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

DIPLOMSKI RAD
ASPEKTI PRIMJENE PRIRODNIH BOJILA U DEKORATIVNOM TISKU DJEČJIH
PREKRIVAČA

Josipa Tančik

Zagreb, rujan, 2018

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO - TEHNOLOŠKI FAKULTET
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO
INDUSTRIJSKI DIZAJN TEKSTILA

DIPLOMSKI RAD
ASPEKTI PRIMJENE PRIRODNIH BOJILA U DEKORATIVNOM TISKU DJEČJIH
PREKRIVAČA

Dr.sc. Martinia Ira Glogar, izv. prof.

Josipa Tančik, 10153/TTI - IDT

Zagreb, rujan, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Rad je izrađen u Zavodu za tekstilno – kemijsku tehnologiju i ekologiju, Sveučilišta u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet

Mentor: Dr.sc. Martinia Ira Glogar, izv. prof.

Broj stranica: 133

Broj slika: 71

Broj tablica: 27

Broj matematičkih izraza: 2

Broj literaturnih izvora: 88

Jezik teksta: hrvatski

Članovi povjerenstva:

1. Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno - tehnološki fakultet – predsjednica povjerenstva
2. Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet – član
3. Prof. likovne kulture Andrea Pavetić, izv. prof., Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno- tehnološki fakultet – član
4. Izv. prof. dr. sc. Vesna Marija Potočić Matković, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet – zamjenik člana

Datum predaje rada: 24.09.2018.

Datum obrane: 26.09.2018.

Zahvale

Prije svega, zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Martini Iri Glogar na iskazanom povjerenju, vodstvu i iznimnom trudu, te na svom prenesenom znanju i iskustvu koje mi je puno pomoglo prilikom izrade ovog rada. Također se zahvaljujem i izv.prof. dr. sc. Ani Sutlović na korisnim sugestijama, stručnoj pomoći i suradnji na ključnim mjestima ovog rada. Veliko hvala i asistentici Ivi Matijević na profesionalnoj podršci, pomoći pri rukovanju s laboratorijskom opremom i korisnim savjetima. Zahvaljujem se i dr. sc. Željku Kneziću na ustupanju ručnog ravnopletaćeg dvoigleničnog stroja za pletenje Singer, utrošenom vremenu, strpljenju i prenesenom znanju. Također, hvala i izv. prof. dr. sc. Vesni Mariji Potočić Matković na suradnji na bitnim dijelovima ovog rada, te za ustupanje laboratorija na Zavodu za projektiranje i menadžment tekstila, i zahvala asistentici Aleni Mudrovčić na pomoći pri radu u istom. Hvala i gđi. Branki Brkić na idejama i stručnoj pomoći pri radu u laboratoriju na Zavodu za tekstilno – kemijsku tehnologiju i ekologiju.

Na kraju, ali nikako manje važno, posebno se zahvaljujem svojoj obitelji na bezuvjetnoj ljubavi, beskonačnom strpljenju, razumijevanju i neizmjerljivoj podršci, te povjerenju koje su mi ukazali tokom studija.

SAŽETAK

Prirodna bojila se zbog niza nedostataka, poput nedostupnosti u standardnom obliku koji je odmah spreman za upotrebu, neprikladnosti za strojnu upotrebu, neodrživosti i ograničenih i neproizvodnih nijansi, slabo ili nikako koriste u tekstilnoj industriji. No, zbog potrebe za ekološki i zdravstveno prihvatljivijim proizvodima, obnavljaju se znanja o prirodnim izvorima boja i istražuju novi načini njihove proizvodnje i primjene.

Stoga, ovaj je diplomski rad, opis individualnog procesa istraživanja kojim se ukazuje na moguće postupke primjene prirodnih bojila u dekorativnom tisku pletenih vunениh proizvoda, te na probleme, prednosti i nedostatke koje se prilikom tog procesa može susresti. Isto tako, u ovom se radu, izdvaja i razmatra ovisnost rezultata o vrsti primjenjenih resursa prilikom istraživačkog procesa.

Rad je rezultat teorijskih i praktičnih znanja stečenih tijekom studiranja, te je koncipiran u nekoliko cjelina. U prvoj cjelini su ukratko opisana prirodna bojila, vuna, odabrane pređe, te značajke koje ih karakteriziraju, kao i pletivo i način pletenja, a sve je dodatno potkrijepljeno vizualima. U drugoj cjelini nalaze se svojstva i karakteristike korištenih pređa i pletiva, opis metoda mjerenja i aparata, opis postupka dobivanja prirodnih bojila, ugušćivača i tiskarske paste. U trećoj cjelini, nalazi se opis postupka, rezultati te rasprava rezultata, a posljednjoj, četvrtoj cjelini nalazi se postupak izrade konačnog proizvoda, podijeljen po fazama.

Na kraju je dan osvrt na diplomski rad u cjelini.

Ključne riječi: alpaca, merino, vuna, prirodna bojila, pletivo

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	3
2.1. Vuna	3
2.1.1. Merino Vuna.....	3
<i>Kemijski sastav i struktura merino vlakna</i>	4
2.1.2. Alpaka vuna.....	7
<i>Struktura alpaka vlakana</i>	9
2.1.3. Domaća pramenka	10
2.1.4. Utjecaj vune na zdravlje djece	11
2.2. Pletenje – kratka povijest i definicija	13
2.2.1. Pletivo	15
2.2.2. Pletivo kao pokrivač za djecu.....	15
2.3. Boja i sustavi objektivnog vrednovanja	17
2.3.1. Psihološki atributi boje	17
2.3.2. CIE sustav objektivnog vrednovanja boja i razlika u bojama.....	18
2.4. Prirodna bojila	20
2.4.1. Podjela prirodnih bojila	22
2.4.2. Dobivanje prirodnih bojila i proces bojadisanja.....	24
2.4.3. Botanički podaci biljaka korištenih u radu	25
2.5. Tekstilni tisak	27
2.5.1. Klasični komadni sitotisak	28
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	30
3.1. Izbor materijala.....	30
3.2. Izrada pletiva	30
3.3. Ispitivanje fizikalno – mehaničkih svojstava pređe i pletiva.....	31
3.3.1. Ispitivanje finoća pređe	31
3.3.2. Ispitivanje uvojitost pređe.....	31
3.3.3. Mjerenje promjera pređe.....	32
3.3.4. Ispitivanje dlakavosti pređe	32
3.3.5. Ispitivanje čvrstoće pređe.....	33
3.3.6. Definiranje plošne mase pletiva	33
3.3.7. Mjerenje debljine pletiva.....	33
3.4. Ekstrakcija bojila	34
3.5. Izbor i priprema ugušćivača.....	34
3.6. Ispitivanje reoloških svojstava ugušćivača.....	35

3.6.2.	Mjerenje fluidnosti i rastezljivosti ugušćivača	35
3.7.	Priprema tiskarske paste	36
3.8.	Tisak	37
3.9.	Fiksiranje	37
3.10.	Wash – test	38
3.11.	Dino – lite mikroskopska analiza tiskanih uzoraka	38
3.12.	Spektrofotometrijsko mjerenje tiskanih uzoraka	38
4.	REZULTATI I RASPRAVA	40
4.1.	Ispitivanje fizikalno - mehaničkih svojstava preda i pletiva	40
4.2.	Optimiranje pripreme ugušćivača i sastava tiskarske paste	47
4.3.	Tisak	52
4.4.	Wash – test	63
4.5.	Objektivno vrednovanje boje i razlika u boji otisnutih uzoraka	73
5.	IZRADA KONAČNOG PROIZVODA	107
6.	ZAKLJUČAK	126
7.	LITERATURA	128

1. UVOD

Od pretpovijesnih vremena čovjek je nastojao pronaći način kako utjecati na svijet oko sebe, kako ga promijeniti i prilagoditi vlastitim potrebama. Iz potrebe za preživljavanjem, odnosno potrage za zaštitom i toplinom, proizašla je upotreba životinjskog krzna i vune. Naime, nakon što je iskoristio meso svoje lovine, čovjek je shvatio da je ostatak – vuna, ne samo toplo i udobno, nego i trajno rješenje za potrebe utopljanja i odijevanja. Otkrio je izdržljiv materijal koji mu je dao ono što ništa drugo do tada nije moglo dati: zaštitu podjednako od vrućine i hladnoće, od vjetra i kiše. Svestran materijal koji ga je hladio u toplini dana i grijao u hladnoj noći.

Ubrzo je čovjek počeo pripitomljivati divlje ovce te razvijati osnovne procese i alate za preradu vune i izradu vunene pređe, tkanina i pletiva, a zatim i odjeće od vune. Također, stalno nastojanje uljepšavanja uporabnih predmeta i životnog okruženja, duboko je usađeno u osnovu ljudske prirode, pa je tako od najstarijih vremena poznata i uporaba bojila s ciljem ukrašavanja odjevnih predmeta, a time i isticanja pojedinca i naglašavanja osobnosti [1]. Obzirom da su se kroz povijest za bojadisanje tekstilnih materijala i odjevnih predmeta koristila prirodna bojila, tako je i kolorit koji je prevladavao kao rezultat bojadisanja bio sukladan prirodnim bojama biljaka, cvjetova, tla, lišća, neba i drugih izvora iz okruženja. Čovjek je razmjerno rano došao do otkrića da lišajevi, lišće, bobice ili kora drveća oboje vodu u koju padnu, posebno ako je ta voda vruća, stoga je lako zamisliti da je zatim tom vodom pokušao obojiti pređe ili odjeću. Međutim, taj eksperiment nije uvijek bio uspješan: pređa se jednom obojila, drugi put nije, tekstil je možda apsorbirao bojilo, ali je obojenje nije bilo postojano na svjetlo ili nošenje. Brojni su pokušaji završavali neuspjehom [2]. No, bilo je i uspješnih slučajeva kada se ustanovilo da je primjena bojila odnosno pigmenta dobivenog iz biljnog izvora, rezultirala lijepim i postojanim obojenjem, što je dalo uvod u početak i razvoj primjene prirodnih bojila za bojadisanje tekstila.

Upravo su vuna kao najstariji prirodni materijal i prirodna bojila, odnosno pigmenti ekstrahirani iz prirodnih biljnih izvora, temelj ovog rada. U radu je prikazan cjeloviti proces nastajanja uporabnog predmeta na temelju prvo postavljenog originalnog idejnog rješenja, te postavljanja svih faza procesa realizacije, uzimajući u obzir aspekt ekološke prihvatljivosti, buduću namjenu proizvoda kao i zahtjeve te standarde kvalitete obzirom na

¹ Đ. Parac – Osterman, B. Karaman: *Osnove teorije bojenja tekstila*, Tekstilno – tehnološki fakultet, 2013.god., (Zagreb: Denona) 1. str

² M. Randić: Kako obojiti svijet, u A. Brenko, M. Randić, M.I. Glogar, M. Kapović, M. Živković, K.N. Simončić: *Moć boja – kako su boje osvojile svijet*, Etnografski muzej, Zagreb, ožujak – rujna, 2009.god., 98. str.

ciljanu skupinu krajnjih korisnika. Osim prikaza cjelovitog procesa rađanja i razrade originalne ideje i dizajnerskog rješenja te svih faza procesa realizacije, prikazan je i proces promišljanja označavanja danog uporabnog predmeta s ciljem informiranja krajnjeg korisnika o karakteristikama sirovinskog sastava i načina proizvodnje proizvoda te optimalnim uvjetima njege i održavanja proizvoda. U tu svrhu, osmišljen je i cjelokupni *brend* s pratećom dokumentacijom u obliku privjesnica/kataloga, s vizualnim prikazima i općim podacima o dimenzijama proizvoda, korištenim bojilima, načinu održavanja, sirovinskom sastavu i mjestu proizvodnje.

Također u radu se ogleda promišljanje i svijest o potencijalima i vrijednostima baštine. Premda su danas potrošači naviknuti odabirati predmete prema bojama te inzistirati na najrazličitijim obojenjima ne razmišljajući o porijeklu bojila ili tehnologiji proizvodnje, ipak i dalje postoje znanja o uporabi prirodnih bojila koja se prenose s koljena na koljeno. Ta znanja i vještine koje se nazivaju tradicionalno znanje u novije su vrijeme predmet brojnih istraživačkih studija, stoga ne čudi da je i rezultat ovog rada spoj obnove tradicionalnog znanja o prirodnim izvorima bojila i suvremenih spoznaja o njihovoj primjeni, s ciljem osmišljavanja ekološki i zdravstveno prihvatljivog proizvoda. Proizvoda koji je prirodan, obnovljiv i biorazgradiv, a pritom topao i ugodan, koji ne uzrokuje zdravstvene probleme poput alergija, niti sadrži kancerogene komponente i ne izaziva iritacije pri kontaktu s kožom, a namijenjen je najosjetljivijima – djeci.

2. TEORIJSKI DIO

U teorijskom dijelu biti će prikazan pregled specifičnosti i karakteristika merino i alpaka vlakana, te njihov utjecaj na zdravlje djece. Obzirom da je u radu prikazana izrada predmeta tehnikom pletenja, obraditi će se povijesni aspekt, kao i osnovne karakteristike tehnologije ručnog i strojnog pletenja. Dat će se i osvrt na teoriju boje, povijest, podjelu, prednosti i nedostatke prirodnih bojila, kao i na analognu tehnologiju tekstilnog sitotiska.

2.1. Vuna

Vuna je naziv za prirodno proteinsko (keratinsko) vlakno koje se dobiva iz cijelovitog dlačnog pokrivača, odnosno runa, različitih vrsta ovaca [3].

Kao i kod mnogih otkrića ranog čovjeka, antropolozi vjeruju kako je upotreba vune proizašla iz potrebe za preživljavanjem, odnosno potrage za zaštitom i toplinom. Ovčja vuna zasigurno je prva tekstilna sirovina koju je čovjek koristio za odjevne svrhe. Počeci njene upotrebe datiraju se u vrijeme kad je čovjek pripitomio ovcu kao domaću životinju radi korištenja njezina mlijeka, mesa i krzna [4]. Smatra se da su ovce pripitomljene u gorju sjevernog Iraka, možda čak 9000. godina pr. Kr. no nisu razvile pravo runo još nekih četiri tisuće godina, te prvi nedvosmislen dokaz o uporabi vune kao vlakna potječe iz vremena od oko 4000. g.pr.Kr [5].

2.1.1. Merino Vuna

Tisuće godina evolucije i selektivnog uzgoja rezultirali su merinovskim ovcima sposobnim za proizvodnju super finih vunениh vlakana. Merino vuna je vrlo prozračna jer pojedina vlakna mogu apsorbirati do 30% vlastite težine u vlazi, oslobađajući vlagu od tijela tako da nositelj ostaje suh i udoban bez obzira na temperaturu. To pomaže regulirati tjelesnu temperaturu, hladeći u toplim razdobljima i grijući u hladnijim. To prirodno svojstvo otpuštanja vode sprječava zadržavanje vlage te uz to prirodno inhibira plijesan [6].

Merino vuna se prirodno zagrijava, što je uz njezinu mekoću čini najboljim materijalom za djecu. Ova je vuna pogodna i za osobe sklone alergijama jer obično ne

³ R. Čunko, M. Andrassy: Vlakna, Zrinski, Zagreb [i.e.] Čakovec, 2005.god.

⁴ Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža

⁵ M. Schoeser: Svijet tekstila, kratka povijest, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb, 2009. god

⁶ S.J. Eichorn: Handbook of textile fibre structure, Volume 2.: Natural, regenerated, inorganic and specialist fibres, Cam: Woodhead Pub., 2009.god., 52 – 56 str.

uzrokuje alergijske reakcije, a zbog visoke koncentracije masnih kiselina na vanjskom sloju vlakna te zbog ljuskave, neutralno nabijene površine ima i prirodna antimikrobna svojstva. Merino vuna smanjuje mogućnost razvijanja mirisa jer brzo apsorbira znoj i isparava u zrak te za razliku od sintetičkih tkanina, ne zadržava mirise [7]. Tanka presvlaka voska na merino vlaknima čini merino vlakno vodo odbojnim te omogućuje izlijevanje tekućine s površine merino pletiva ili tkanine prije pojave trajnog zaprljanja. Merino vuna se može savijati 20000 puta prije prekida. Za usporedbu, pamučno vlakno će se slomiti nakon 3000 puta, a svila nakon samo 2000 [8].

Kemijski sastav i struktura merino vlakna

Bjelančevine u merino vuni su dva nisko sumporna IF keratina, koja sadrže relativno jednostavne, kristalizirane sekcije, povezane s terminalnim domenama složenijim kemijskim sredstvima, koje sadrže znatnu količinu sumpora sadržanog pretežito u ostatku cistina, ali i u metioninu, lationinu, tiocisteinu i cisteinu i čine sastavni dio ne kristalnog materijala [6].

Cistinski ostatak ima uz sumpor i dvije slobodne valencije preko kojih čvrstim kovalentnim vezama povezuje susjedne molekule ili dva dijela iste molekule, tvoreći za keratin karakterističnu umreženu strukturu. Takav se oblik strukture naziva α – oblik ili α – heliks [6]. Istezanjem vlakna (može se produžiti do 50% u vodi ili maksimalno 100% parom) α – keratin prelazi u β – keratin koji ima gotovo ispružene lance. U takvoj je strukturi moguće još intenzivnije poprečno povezivanje vodikovim vezama između kisika i vodika u nasuprotnim peptidnim vezama susjednih makromolekula. To dovodi do umrežavanja lanaca i stvaranja plošne strukture naboranih makromolekula, karakterističnih za β – keratin [3]. Prijelaz α – keratina u β – keratin je reverzibilan i veoma važan za fizikalna svojstva merino vlakana. Zbog toga su merino vlakna vrlo rastezljiva – u suhom stanju mogu se rastegnuti do 30 % a u mokrom stanju još i više [6].

Izgled merino vlakna vrlo je karakterističan. Na mikroskopskoj slici vidljiva su dva osnovna dijela:

- Stanice koje izgrađuju kutikulu (lat. *Cuticula* – pokožica)

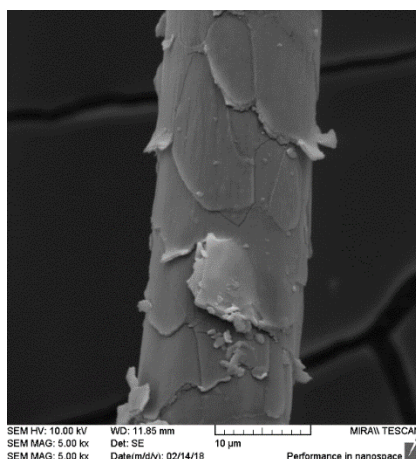
³ R. Čunko, M. Andrassy: Vlakna, Zrinski, Zagreb [i.e.] Čakovec, 2005. god.

⁶ S.J. Eichorn: Handbook of textile fibre structure, Volume 2.: Natural, regenerated, inorganic and specialist fibres, Cam: Woodhead Pub., 2009. god., 52 – 56 str.

⁷ Ortovox: Properties of sheep's wool (<https://www.ortovox.com/uk/stories/wool/merino-wool/wool-functionality/>)

⁸ R. Esquivel: *Wild and Wolly: Merino sheep*, PowerKids Press, 2018. god.

- Stanice koje izgrađuju korteks (lat. *Cortex* – kora) i



Slika 1. SEM mikroskopska slika vanjskog površinskog sloja merino vlakna

Kutikula predstavlja vanjski površinski sloj vlakna merino vune sastavljen od pločastih stanica – ljuski koje se obostrano preklapaju po cijeloj površini vlakna (*slika 1*). Svaka stanica kutikule slojevito je formirana od četiri sloja:

- Epikutikule (10 – 65 nm), tvrdog, tankog, vanjskog ljuskastog sloja izgrađenog od lipida i proteina, utječe na svojstva površine vlakana te djeluje kao prepreka difuziji
- Egzokutikule (40 – 400 nm), sloja bogata sumporom, s velikim brojem disulfidnih mostova, otpornog na vanjske utjecaje i kemikalije
- Mezokutikule, mekanijeg sloja, s manjim brojem disulfidnih mostova
- Endokutikule (30 – 300 nm), mehanički najslabiji sloj sa niskim sadržajem cistina odnosno siromašan sumporom [9]

S vanjske strane na ljuskama se nalazi tanki voštani film zbog čega je neoštećeno vuneno vlakno vodo odbojno. Kroz vrlo fine otvore na sloju voska mogu prodirati molekule vodene pare u vlakno tako da neoštećeno merino vlakno istovremeno zbog higroskopsnosti upija vlagu, a odbija vodu u obliku kapljica. Kutikula obavija osnovnu vlaknatu tvar koja se naziva kora ili korteks [3].

Korteks je smješten ispod kutikule i sastavljen je od zbijenih svežnjeva vretenastih stanica čija je duljina od 80 do 100 µm, a širina 3 – 6 µm. S obzirom na kemijski sastav i gustoću pakovanja mikrofibrila, stanice korteksa nisu jednako izgrađene. Duljina stanica je

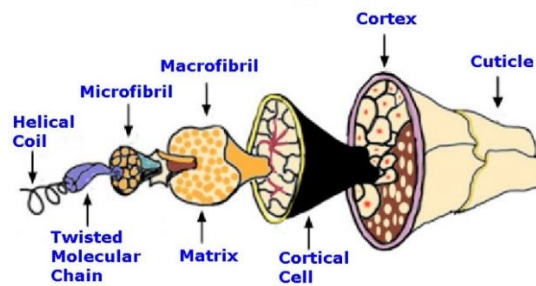
³ R. Čunko, M. Andrassy: *Vlakna*, Zrinski, Zagreb [i.e.] Čakovec, 2005.god.

⁹ M. Feughelman: *Mechanical properties and structure of alpha – keratin fibres*, University of New South Wales Press, Sydney, 1997.god., 3 – 6 str

od 100 do 200 μm , a u središnjem dijelu imaju debljinu od 5 μm [3]. Temeljni dio merino vlakna – korteks – izgrađuje tri vrste stanica. Mezo – korteks, bazofilne stanice koje se nazivaju orto – korteks (skraćeno o – korteks) i acidofilne stanice koje se zovu para – korteks [3]. U merino vlaknu je približno jednak broj ovih dviju vrsta stanica, te su raspoređene bilateralno (postranično). Bilateralni razmještaj dviju vrsta stanica razlog je spiralnoj kovrčavosti vune (p – korteks iznutra, osim ako vlakna ne nabubre u alkaliji kada je zakrivljenost obrnuta) budući da se o – i p – korteks ponešto razlikuju u kemizmu, strukturi i drugim svojstvima. Tako su stanice p – korteksa paralelne u odnosu na os vlakna i imaju veću količinu aminokiselinskih ostataka koji sadrži sumpor (cistin) koji u njima preko disulfidnih veza umrežava makromolekule i tvori relativno zbijenu i stabilnu strukturu koja otežava prodor vode, bojila i drugih kemikalija. Zbog takve građe stanice p – korteksa su kruće i zbijenije od stanica o – korteksa. U orto – korteksu ima manje sumpora, međumolekulna povezanost je slabija i struktura otvorenija. Što znači da su makrofibrili odvojeni tankim slojem intramikrofibrilnog materijala, s mikrofibrilima pakiranim u makrofibrilima koji se pojavljuju kao spirale – u središtu kao krugovi, indicirajući da su okomiti na os vlakna, no zbog povećane eliptičnosti pri povećanju udaljenosti od središta, upućuje na to da se fibrili okreću pod određenim kutevima [3]. Zbog toga bolje upijaju vodu, lakše vežu bojila i imaju općenito veću reaktivnost prema kemikalijama. Zbog manje kompaktne strukture stabilnost o – korteksa je nešto manja. Pojedine stanice korteksa međusobno povezuje međustanična vezivna tvar, a u njoj mogu biti prisutni pigmenti koju uzrokuju obojenost vlakna [10]. Stanice korteksa građene su od manjih elemenata nitastog oblika koji se zovu makrofibrili, a njih međusobno povezuje nevlaknata proteinska tvar koja se naziva matriks. Makrofibrile izgrađuju još finiji nitasti elementi mikrofibrili, a oni su građeni od još finijih protofibrila. Svaki se protofibril sastoji od 4 spiralne proteinske makromolekule, pri čemu su po dvije antiparalelno usmjerene makromolekule (jedna uvijena ulijevo i jedna udesno), međusobno povezane u osnovni gradbeni element koji neki znanstvenici nazivaju dimer. Na taj je način u građi prisutan hijerarhijski slijed vlaknatog oblika od lančane makromolekule, preko unutar staničnih fibrila do cjelovitog vlakna [10] (slika 2).

³ R.Čunko, M. Andrassy: *Vlakna*, Zrinski, Zagreb [i.e.]Čakovec, 2005. god., 153. str

¹⁰ J. G. Cook: *Handbook of textile fibres, Vo.1: Natural fibres*, reprinted by Woodhead Publishing Limited, 2001. god. 91 – 102. str



Slika 2. Građa merino vlakna [11]

2.1.2. Alpaka vuna

Poznate su dvije vrste alpaca – *huacaya* alpaka koja ima gusto i kovrčavo runo i *suri* alpaka koja ima više sjajno, ali manje kovrčavo runo koje visi niz tijelo i slobodno se kreće dok životinja hoda, te je finije, s manje grubih vlakana, i vrijednije od drugog tipa, odnosno veće i teže od runa *huacaya* alpake (slika 3). Vlakna od obje vrste alpaka se mogu preraditi i obje mogu biti tkane, pletene, kukičane i filcane, pa se tako vlakno od *huacaya* alpake koristi kao pređa za pletene i kukične primjene, dok su pređe od vlakna *suri* alpake idealne za luksuzne drapirane tkanine [12].



Slika 3. S lijeva na desno: Huacaya i suri alpaca [13]

Iako je većina alpaka čiste bijele boje ili bijele boje sa nekoliko crnih ili smeđih dlačica, ova životinja može doći i u 22 prekrasne prirodne boje u rasponu od bijele do crne, uključujući i nježne bež, bogate smeđe i cijeli niz sive. Dakako, najpopularnije i najvrijednije

¹¹ Unit – Chemistry of Garments: Animal Fibres
(http://wwwchem.uwimona.edu.jm/courses/CHEM2402/Textiles/Animal_Fibres.html)

¹³ B. Ziek: *What is so special About Alpaca Fiber* (<http://www.wildhairalpacas.com/pages/1414/wild-hair-alpacas-llc-whats-so-special-about-alpaca-fiber>)

¹³ H. Caban, K. Cullen: *Foothills Suri Alpacas* (<http://www.openherd.com/farms/104/foothills-suri-alpacas>),
Sunline Alpacas (<http://sunline.fatcow.com/alpaca-info.php>)

su svijetle boje poput bijele, bež i sive [14]. No, nijedna druga životinja ne proizvodi vlakna u toliko mnogo boja i jedina je životinja na kojoj raste runo prave crne boje (*slika 4*). Dakle, bojanje nije potrebno pri proizvodnji pređe što ga čini posebno ekološkim i idealnim izborom za sve koji vole koristiti prirodne, nebojene materijale. Ipak, kada su poželjne druge boje, alpaka lijepo prihvaća boju. No, za razlike od ovčje vune, alpaka vlakna se ne izbjeljuje lako, stoga je potrebno više paziti u usklađivanju boje prirodnog vlakna s završnim ciljevima u boji [14].



Slika 4. Prirodne boje alpaka vune [15]

Najbolja vuna najčešće dolazi iz područja ramena i vrata životinje. Kvaliteta vlakana ovisi spolu, dobi i području na kojem obitavaju. Grublje vlakno je, vlakno dobiveno od ženskih alpaka nego vlakno od mužjaka, a finoća se postupno smanjuje s dobi iako nisu značajne razlike između mlađih životinja s mliječnim zubima i životinjama 1,5 do 2 godine starosti [16]. Budući da je prirodno toplo vlakno, zbog meduliranih vlakna (u centrima mnogih pojedinačnih vlakana alpaka postoje sitni šuplji džepovi, odnosno područja koja zadržavaju toplinu), te zbog relativne količine zraka zarobljenih unutar strukture vuna [14] od alpake je idealan materijal za posteljinu i odjeću. Zbog izdržljivosti i laganosti dobra je za deke optimalne za zimu, putovanja i kampiranja. Kao hipoalergensko vlakno odličan je izbor za djecu i odrasle sklone alergijama.

Prosječna vlačna čvrstoća vlakna alpake je 50 N/ktex; 30 N/ktex se smatra prikladnim za rad na suvremenim strojevima. Vlakna alpake su glatkija, vrlo otporna na

¹⁴ R. M. Kozłowski: *Handbook of natural fibres, Volume 1: Types, properties and factors affecting breeding and cultivation*, Woodhead Publishing Limited, 2012. god., 202 – 220. str

¹⁵ <https://www.pinterest.com/pin/265642077995416228/?lp=true> M. Breyer: *10 things you didn't know about alpacas* (<https://www.mnn.com/earth-matters/animals/stories/10-things-you-didnt-know-about-alpacas>) https://en.wikipedia.org/wiki/Alpaca_fiber

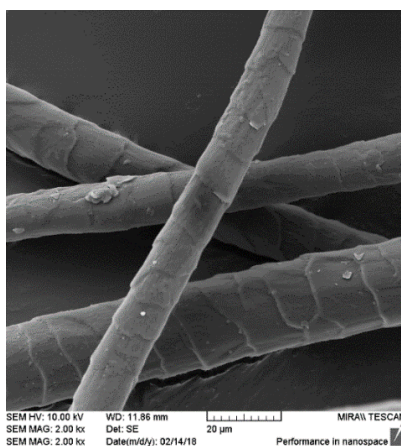
¹⁶ M. Montes, I. Quicaño, R. Quispe, E. Quispe and L. Alfonso: *Quality characteristic of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica*, Spanish Journal of Agricultural Research, 6, 2008. god., 33 – 38 str

vodu, čak je predstavnik Gastom Collegea na Alpaca Fiber simpoziju izjavio je da su njihovi testovi pokazali da je vlakno alpake gotovo vodoodbojno. Alpaka ne sadrži lanolin, što je razlogom zašto alpaka ima 87 – 95% čistog vlaknastog prinosa, dok ovce imaju otprilike 43 – 76% čistih vlakana. Struktura ljuskica na alpaka vlaknima razlog su dobre otpornosti na piling. Test koji je sponzorirao Peter Lundberg iz Alpaca Blanket projekta pokazao je da alpaka ima ocjenu 3 na testu otpornosti na piling (bez pilinga = 5, pretjerani piling = 1). Ljuske na alpaka vlaknu su uže od onih na ovčjoj vuni, što je razlog odbijanju svjetla od ljuski što rezultira sjajem. Što je duljina ljuskica veća to više reflektira svjetlost (vlakna suri alpake dulja su od huacaya) [14]. Alpaka je vlakno klase 1 u pogledu otpornosti na plamen – više otpora na vatru od biljnih ili sintetičkih vlakana. Ne podržava gorenje, izvan plamena se gasi te se ne topi na koži kao sintetika. Ove karakteristike sugeriraju da je alpaka potencijal za upotrebu u vojsci, vatrogastvu, industriji, ali i za deke, izolaciju i nadogradnju madraca.

Struktura alpaka vlakana

Samo vlakno je složeni skup sastavljen od velikog broja stanica, a njihov sastav oblikuje kompleksni protein zvan keratin. Na mikroskopskoj slici alpaka vlakana vidljiva su tri osnovna dijela:

- Stanice koje izgrađuju kutikulu (lat. *Cuticula* – pokožica)
- Stanice koje izgrađuju korteks (lat. *Cortex* – koru) i
- Stanice koje izgrađuju medulu (lat. *Medulla* – srž) [14]



Slika 5. SEM mikroskopska snimka vanjskog površinskog sloja alpaka vlakna

¹⁴ R. M. Kozłowski: *Handbook of natural fibres, Volume 1: Types, properties and factors affecting breeding and cultivation*, Woodhead Publishing Limited, 2012. god., 202 – 220. str

Kutikula je vanjski, tvrdi površinski sloj vlakna, kojeg čine spljoštene pločaste stanice koje se ne uklapaju ravnomjerno. Naime, rubovi ovih stanica izlaze izvan vlakna dajući vlaknu nazubljeni rub (*slika 5*). Korteks je temeljni element alpaka vlakna, i sastoji se od zaobljenih, izduženih oblika stanica, i stanica oblika vretena, odnosno od bazofilnih stanica koje se nazivaju orto – korteks i acidofilnih stanica koje se nazivaju para – korteks. Ove stanice pridonose inherentnim estetskim svojstvima alpaka vlakana kao što je mekoća i sjaj, ali i ostalim koje uključuju odbijanje vode, filcanje tijekom pranja, otpornost na kemijske preparate te na fizička oštećenja [17].

Ovisno o finoći alpaka vlakna, medula – središnji dio vlakana, prema A.B. Wildmannu može biti u kontinuiranom obliku (jednostavne ili tipa „rešetki – saća „) gdje je medularna tvar zastupljena duž cijelog vlakna ili diskontinuirana oblika (isprekidane, fragmentirane ili tipa „ljestvi“) gdje je medularna tvar mjestimično ili neujednačeno zastupljena duž vlakna. Djelomično je ispunjena amorfnom tvari s odumrlim poliedarskim stanicama, vrlo teško topivim i otpornim na kemikalije, u čijoj se strukturi nalaze zrakom ispunjene šupljine. Karakteristike meduliranih vlakana su da se tijekom bojadisanja dobivaju svijetlije nijanse, daju voluminoznost pređama, ali isto tako imaju veću otpornost na savijanje i sabijanje [17].

2.1.3. Domaća pramenka

Pramenka je dobila ime po otvorenom runu s jasno uočljivim, pojedinačnim pramenovima. To je pasmina koja je rasprostranjena u širem području jugoistočne Europe, Azije, Afrike i manjim dijelom srednje Europe. Glava, donji dijelovi tijela i noge u ove pasmine obrasli su dlakom, a ostali dio tijela vunom. Ovnovi imaju snažne rogove, a ovce su najčešće bez rogova. Boja vune je pretežno bijela, ali učestalo se javlja i siva, smeđa i crna boja. U većini se bijelih grla na glavi i nogama javljaju točkasta i veća područja tamne dlake (*Slika 6*). Runo je otvorenog tipa, sa šiljastim pramenovima, a finoća vlakna u pravilu iznosi 30 – 50 mikrometara. Godišnji nastrig vune je nizak i kreće se od 0,5 do 3,0 kg. Duljina pramenova kreće se od 12 do preko 20 cm, a randman vune je relativno visok (50 – 70%). Kao posljedica različitih ekoloških uvjeta u pojedinim područjima, poglavito uvjeta hranidbe, pramenka se javlja u više podoblika – sojeva [18].

¹⁷ T. Sheets: Heritage Farm Suri Alpacas: *Understanding Alpaca Fiber Structure*, 2012. god.

¹⁸ B. Mioč, V. Pavić, V. Sušić: *Ovčarstvo*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2007. god.



Slika 6. Domaća pramenka [19]

2.1.4. Utjecaj vune na zdravlje djece

Mekana i glatka na koži, prozračna, elastična i lagana za njegu, vuna je idealan materijal za djecu. Prirodni je regulator temperature, pomaže u održavanju topline kada je hladno i hladeći kada je vruće, pa su djeca dobro zaštićena tijekom cijele godine.

Svaka vuna ima zaštitni vanjski sloj koji štiti od prljavštine i pomaže u sprječavanju upijanja mrlja, a zahvaljujućim tehničkom napredovanju mnogi vuneni proizvodi mogu se strojno prati i sušiti. Roditelji će također cijeniti i da je vuna otporna na vatru. Znanost također pokazuje da – kao prirodna, obnovljiva i biorazgradiva – vuna pomaže onima koji pate od kroničnih stanja kože. Posvećeni istraživački tim na Queensland Institutu (QID) za dermatologiju u Australiji istražuje ulogu merino pletenine kod liječenja kroničnog dermatitisa. Pilot istraživanje koje je 2012. godine proveo tim QID – a, pokazuje da nošenje odgovarajućih finih merino proizvoda neće izazvati iritaciju površine kože, te da koristi onima koji pate od stanja kože kao što je atopijski dermatitis. Stručnjaci ukazuju i na nedavno istraživanje predstavljeno na Međunarodnom kongresu respiratornog društva koje je utvrdilo da djeca koja u prva tri mjeseca spavaju na krznu životinja poput ovčjeg runa, imaju smanjeni rizik od astme u dobi od 10 godina, a također imaju i manje incidencije peludne groznice [20]. Teorija je, da su blagotvorni mikroskopski organizmi koji se nalaze u vuni, ti koji pomažu u jačanju imunološkog sustava djeteta. U nedavnom znanstvenom istraživanju koje je provela Child Care and Development grupa sveučilišta u Cambridgu dokazano je povećanje težine u novorođenčadi od 61% kad su bebe spavale na vunanim plahtama umjesto na pamučnim. Također se ustanovilo da su bebe mnogo mirnije kada spavaju na

¹⁹ <http://event42.com/poljoprivrednik/index.php/poljoprivredne-teme/stocarstvo/item/535-domaca-autohtona-rasa-ovaca-pramenka-u-ustibaru-kod-rudog>

²⁰ J. Savedge: *Break out the sheepskin: Study finds babies who sleep on animal skins are less likely to develop asthma* (<https://www.mnn.com/family/babies-pregnancy/blogs/break-out-the-sheepskin-study-finds-babies-who-sleep-on-animal-skins>)

vuni. Za ovo je istraživanje nasumično izabrano 34 beba sa vrlo malom porođajnom težinom (1143 g). 17 beba je spavalo na pamučnim plahtama, dok je drugih 17 spavalo na vunanim plahtama. Prije početka upotrebe, vuna je češljana kako bi se uklonila sva labava vlakna, te su se plahte mijenjale nakon tri dana ili ranije ako su bile zaprljane. Bebe u obje grupe su dobivale istu skrb od strane liječnika i medicinskog osoblja, što se odnosi na hranjenje, njegu, kliničko upravljanje i dr. Od strane istraživačkog tima, svaka je beba u obje grupe bila promatrana pet dana u tjednu, te se pratilo kretanje, povećanje težine i zdravlje djeteta. Za svako dijete je na početku istraživanja zapisana porođajna težina, težina prilikom pristupa istraživanju, dob te vrijeme trajanja istraživanja. Rezultati su pokazali da su djeca na vuni dobivala dnevno 1 g više na težini od djece koja su spavala na pamučnim plahtama, pri tom porođajna težina, početna težina, dob ni spol nemaju utjecaj na dobivanje na težini, niti su primijećene nepovoljni učinci vune. Kod ni jednog djeteta nisu pronađena vunena vlakna u nosu ili ustima djeteta. Ovakvi pozitivni rezultati su vjerojatno posljedica teksture vunanih plahti više nego njezina sposobnost regulacije temperature, posebice što su djeca bila u temperaturno neutralnom okolišu. Pri istraživanju u Izraelu na Hadassah sveučilišnoj bolnici mjerena je rektalna temperatura 126 dojenčadi pri dolasku u vrtić. Pedeset i devet dojenčadi koje je nosilo vunene kape imale su veću rektalnu temperaturu od 67 dojenčadi čija je glava bila prekrivena običnim pamučnim pelenama ($36,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, odnosno $36,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $p = 0,03$). U višestrukim regresijskim analizama koje obuhvaćaju pokrivanje glave sa vunanim šeširima, porođajnoj težini, spolu, sobnoj temperaturi, duljini boravka kod majke, samo su porođajna težina i vunene kape bile značajno povezane s rektalnom temperaturom ($p = 0,002$ i $0,03$), a samo pokrivalo od pamučne pelene bilo je povezano s rektalnom temperaturom 36°C ($p = 0,03$). Rezultati podrazumijevaju da pokrivanje glave novorođenčadi sa jednostavnim vunanim kapama može smanjiti ili spriječiti gubitak topline, zbog već spomenute sposobnosti vune – regulacije temperature [21].

Kako bi se osigurao dobar noćni san za majke i bebe, istraživanja su pokazala povezanost između vunene posteljine i kvalitetnog sna. Ako bebe dobro spavaju, onda je više nego vjerojatno da će se prednosti dobrog sna prenesti i na roditelje. Trogodišnje istraživanje o merino vuni i njezinim prednostima temelji se na desetljećima istraživanja i ukazuje na pozitivnu ulogu vunene posteljine i odjeće za spavanje u osiguravanju boljeg ishoda spavanja.

²¹ S. Scott, T. Cole, P. Lucas, M. Richards: *Weight gain and movement patterns of very low birthweight babies nursed on lambswool*, The Lancetm October 1983. god., 322, 1014 – 1016. str.

²² N.Lang, R.Bromiker, I.Arad: *The effect of wool vs. cotton head covering and length of stay with the mother following delivery on infant temperature*, International Journal of Nursing Studies, 41, November 2004. god., 843 – 846 str.

Istraživanje koje je provelo sveučilište u Sydneyu, a financirala tvrtka Woolmark, pratilo je utjecaj vunene posteljine i odjeće za spavanje na kvalitetu i količinu spavanja kod odraslih osoba. U tom se istraživanju pratilo i mjerilo ukupno vrijeme spavanja i učinkovitost spavanja – dio vremena provedenog u snu u odnosu na ukupno vrijeme provedeno u krevetu – na preko 17 sudionika, te je prema sljedećim rezultatima utvrđeno da je vunena posteljina i odjeća za spavanje korisna za dobar noćni san. Po prvi put, merino vunena odjeća za spavanje je ocijenjena u smislu kvalitete i količine spavanja, a pokazalo se da dovodi do poboljšanja u ukupnom vremenu sna i učinkovitosti spavanja. Također, spavanje u vunenoj posteljini i odjeći dovodi do povećane učinkovitosti spavanja [22].

2.2. Pletenje – kratka povijest i definicija

Pletenje samo po sebi ima veoma dugu povijest, pa se tako sam nastanak, vrijeme i razvoj tehnike pletenja, može teško utvrditi. Najstariji od rijetkih primjeraka nađenih u relativno dobrom stanju su primjerice ostaci pletiva rane peruanske kulture (900 g.pr.n.e. – 600 g.n.e.), na Arapskom poluotoku iz 7. st.n.e., a u egipatskim grobnicama ostaci koptskih čarapa za sandale iz 4. st.n.e, za koje se također pretpostavlja da su izrađene pletenjem [23]. Iako nema pouzdanih dokaza o načinu na koji je pletenje prodrlo sa Srednjeg Istoka u Europu, prilično je razumno pretpostaviti da su tu vrstu ručnog rada prenijeli s Istoka mornari, ratnici i trgovci [24]. Prvi europski trag pletenja prikazan je na slici Posjeta anđela majstora Bertrama iz 14. st. koja prikazuju Djevicu Mariju kako plete s četiri igle [25]. Slika se nalazi u Buxtehudeu, kao dio oltara. Ono što se zna o razvoju pletenja u Europi je da je bilo ograničeno na bogate slojeve društva, prije svega svećenstvo i aristokraciju. Pa stoga ne čudi da je detaljno izrađena svilena jastučnica prvi europski pleteni komad pronađen u grobu princa Ferdinanda de la Credo u Španjolskoj, a pletenje je prije svega služilo za izradu liturgijskih odijela i pribora za Katoličku crkvu [26].

²³ The History of Knitting Pt 1: *Mysterious Origins* (<http://sheepandstitch.com/the-history-of-knitting-part-1-mysterious-origins/>)

²⁴ M. Križaj: Diplomski rad: *Disney kao inspiracija za vlastitu kolekciju*, Tekstilno – tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2016. god., 36. str.

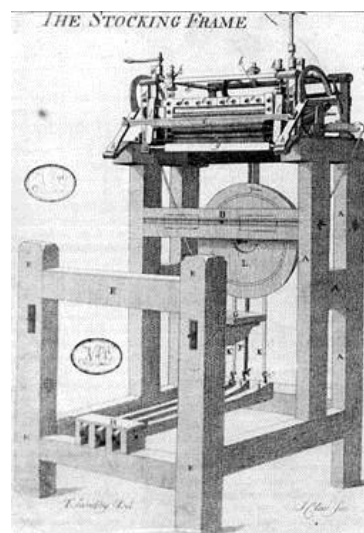
²⁵ D.J. Spencer: *Knitting Technology*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2001.god

²⁶ The History of Knitting Pt.2: *Madonnas, Stocking and Guilds* (<http://sheepandstitch.flywheelsites.com/the-history-of-knitting-pt-2-madonnas-stockings-and-guilds-oh-my/>)

Povijesno gledano, ne može se točno utvrditi niti razvoj alata za pletenje. Smatra se da se u početku plelo prstima, provlačenjem niti kroz petlju i stvaranjem jednostavne pletene mreže. Prve se igle povezuju s europskom kulturom Gravettian (26.000 – 20.000 g.Pr.Kr.) i s njezinim prvim donekle suvremenim pandanom, istočnom kulturom Gravettian, koja obuhvaća sve narode istočne Europe i Rusije [5].



Slika 7. Crtež djevojke koja plete dok hoda i nosi košaru punu treseta, „Shetlandska priča“, George Temple, Shetlandski muzej, Lerwick, Shetland [27]



Slika 8. Stan za proizvodnju čarapa Williama Lee – a [28]

Prve pletaće igle imale su kuku na jednom kraju, slično današnjim kačkalicama za kačkanje, a bile su izrađivane iz raznih materijala – bakra, drva, žice, slonovače i kornjačevine. Umjetnički izrađene pletaće korice ili štapići često su na sebi nosile inicijale pletača. Pletač ih je nosio zataknete za pojas na desnom boku ili pričvršćene vrpcom pregače. Neke korice su imale lanac s kukom, koji se stavljao oko stražnjeg dijela pojasa, a pletivo se objesilo na kuku. Ovaj je način imao dvije prednosti: pletivo se držalo pod određenom napetošću, a istovremeno je omogućavalo pletaču da bilo kada ostavi posao, ostavljajući pletivo da slobodno visi na kuki oko pojasa (*slika 7*). Ovakve igle i metode brzog pletenja održale su se čak do 20. stoljeća kada su se pojavile industrijski izrađene igle od čelika [29].

⁵ M. Schoeser: *Svijet tekstila, kratka povijest*, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb, 2009. god

²⁷ <https://www.pinterest.co.uk/pin/109634572157200310/?lp=true>

²⁸ <http://www.sussexvt.k12.de.us/science/The%20History%20of%20the%20World%201500-1899/William%20Lee.htm>

²⁹ *Principles of Knitting: History of Supported Needle Method* (<http://www.principlesofknitting.com/supported-needle-method/>)

William Lee, izumio je 1589. godine, prvi stroj za pletenje, odnosno stan za proizvodnju čarapa (*slika 8*). Njegov je stroj zadržao svoj prvotni oblik sve do početka industrijske revolucije, kada je modificiran kako bi se mogao stvarati rebraste materijale koji su se mogli rastezati [30].

2.2.1. Pletivo

Pletivo je tekstilna plošna tvorevina sastavljena od redova i nizova očica. Dvije ili više niti transformiraju se u oblik dvostrukog slova „S“, međusobno slične elemente koji se isprepliću i povezuju. Ti osnovni elementi nazivaju se očice [31]. Povezane jedna do druge čine red očica ili red pletiva, dok nanizane po duljini pletiva tvore niz očica, odnosno niz pletiva. S obzirom da su niti pređe savijene u petlju u prisilnoj vezi sa susjednim petljama, one zadržavaju zadani oblik i veličinu. To pletivu u temeljnim vezovima daje sljedeća značajna svojstva:

- Pletivo nema glatke i zatvorene površine (kao tkanina); već manja vlačna sila prouzrokuje rastezanje u smjeru njenog djelovanja;
- Niti zauzimaju oblik prostorne krivulje i međusobno su prisilno povezane u očice, pa se u njima javljaju unutrašnje napetosti koje prouzrokuju uvijanje pletiva na rubovima;
- Velika prednost pletiva je sposobnost zadržavanja topline, jer se unutar očica nalazi zrak koji je dobar izolator, a istovremeno omogućuje transpiraciju (znojenje, isparavanje) što daje ugodan osjećaj pri nošenju
- Pletivo se lako rasteže u duljinu, širinu i dijagonalno, a prestankom djelovanja vlačne sile vraća se u prvobitni oblik, što znači da je elastično [31].

2.2.2. Pletivo kao pokrivač za djecu

Kako su prirodna vlakna u početku bila jedina dostupna širokim masama, a sve su majke znale prestiti, i pletiti, kupujući novu pređu ili u većini slučajeva koristeći već korištenu pređu, svako je dijete imalo pokrivač pleten vunom. Vuna je bila jeftina i lako dostupna pređa, a kao prirodni regulator topline, grijala je dijete pri hladnima, a hladila pri vrućim danima. Pri tome, zahvaljujući njezinoj dugotrajnosti, vuneni su se predmeti mogli koristiti

³⁰ POVIJEST 12: *kolonijalizam i građanske revolucije*, Europapress holding d.o.o, Glavni urednik hrvatskog izdanja prof. dr. Ivo Goldstein, 2008. god. 66. – 67. str

³¹ V. Lasić: *Vezovi pletiva*, udžbenik za tekstilne škole, Zagreb, 1998. god.

kroz nekoliko naraštaja.

U početku, izgled pokrivača za djecu je bio jednostavan, u boji sirove vune koja se koristila, sa pletenim dekorativnim uzorcima ovisno o željama i vrsnosti pletačice. Kasnije se uvode pređe bojadisane prirodnim bojilima, pa su ovisno o dostupnosti prirodnih bojila, pokrivači bili u jednoj ili više boja. Razvitkom industrijske proizvodnje pređe, i pojavom sintetskih bojila, dostupan je veći izbor pređa različitih boja i sirovinskog sastava, te se pređenje i bojadisanje pređa u kućnoj radinosti sve manje koristi. Izumom stroja za pletenje, te dolaskom industrijske revolucije, sve se više koriste i kupuju gotovi pleteni proizvodi. Postalo je lakše i jeftinije kupiti gotovi pleteni pokrivač koji je strojnim pletenjem jednoličniji, mekši, različitih veličina, u različitim bojama i uzorcima.

Daljnijim razvojem industrije prediva, dizajneri počinju koristiti druge vrste vuna i druga prirodna vlakna životinjskog podrijetla poput alpake i angore, osmišljavajući pritom uzorke koji se mogu izrađivati vrlo brzo – fenomen poznat kao instant pletenje. Kod ovog se pletenja koriste vrlo debele igle, ili se plete samo rukama, te se u kratkom vremenu dobije veliki, topao pokrivač [32] (*slika 9*).



Slika 9. Instant pletenje [33]

³¹ V. Lasić: *Vezovi pletiva*, udžbenik za tekstilne škole, Zagreb, 1998. god.

³² Let's All Knit: Why You'll Love It, How To Get Going And Free Patterns Just For You (<https://www.apartmenttherapy.com/modern-knitting-free-patterns-inspiration-resources-amp-supplies-240513>)

³³ <http://diply.com/diycozyhome/article/chunky-cozy-diy-blanket-for-your-home>
<https://www.brooklyncraftcompany.com/products/arm-knitting-workshop>

2.3. Boja i sustavi objektivnog vrednovanja

Boja je osjet koji nastaje kao rezultat međudjelovanja svjetla i čovjekovog vizualnog sklopa, odnosno psihofizički osjet induciran svjetlom emitiranim iz nekog izvora i reflektiranim s neke obojene površine“ [34, 35]. Da je boja zaista psihofizički doživljaj, dokazuje činjenica da isti fizički podražaj (ista valna duljina) kod različitih ljudi izaziva različite osjete (doživljaje boje).

Za doživljaj boje potrebna su tri uvjeta: izvor svjetla koji je potreban za pobuđivanje osjeta vida, osjet vida gledatelja (čovjeka) i njegov vizualni sustav, objekt koji se promatra i njegove osobine koje moduliraju svjetlost (svojstva apsorpcije, refleksije i transmisije svjetla). Doživljaj neke boje ovisiti će i mijenjati se ovisno o promjeni gore navedenih parametara i uvjeta promatranja, a ukoliko jedan od osnovnih parametara izostane, nema doživljaja boje [36].

2.3.1. Psihološki atributi boje

Određivanjem psihofizičkih parametara za doživljaj boja bavi se Teorija boje, a objektivnim vrednovanjem boje i razlika u boji bavi se Metrika boje. U metrici boje se spektrofotometrijskim mjerenjem boje, svakom bojenom doživljaju pridružuju numerički parametri potrebni za njegovu jednoznačnu karakterizaciju. To podrazumijeva točno i precizno vrednovanje boje, njezinu točnu reprodukciju i točno preciziranje razlika u boji.

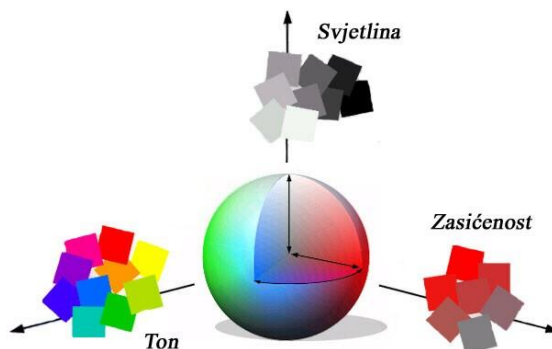
Metrika boja objektivno i standardizirano omogućuje i određivanje psiholoških atributa boje, odnosno tona (eng. *hue* – **H**), atributa vizualnog doživljaja na osnovu kojega točno definiramo pojedinu boju kao npr. crvenu, plavu, žutu, prema dominirajućoj valnoj duljini svake boje svjetla. Svjetline (eng. *lightness* - **L**), atributa vizualnog doživljaja na osnovu kojega neka uspoređivana površina u odnosu na neku definiranu površinu emitira (reflektira) više ili manje svjetla, odnosno karakteristika vizualnog osjeta koja opisuje sličnost boje s nizom akromatskih boja od crne preko sive do bijele. I zasićenosti (kromatičnost, eng. *chroma* – **C**), odnosno kromatičnosti, koja ukazuje na proporciju udjela čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje tj. udio pojedinih valnih duljina u nekom tonu boje. Ljudsko oko može razlikovati odnosno vrednovati, isključivo te tri

³⁴ W. R. Crozier: *The Psychology of Colour Preferences*, Rev. Prog. Coloration, 26, 1996. god., 63. – 71. str

³⁵ D. Pattersin: *The Development of Colour Science*, Rev. Prog. Cooration, 7, 46 – 54. low, F., W.: COLOUR Its Principles and their Applications, Fountain Press, London, UK, 1972. god.

³⁶ J. D. Mollon: *The Origins of Modern Color Science*, In Shevell, S. (Ed) Color Science, Optical Society of America, Washington

dimenzije boje od kojih se svaka može mijenjati bez utjecaja na druge dvije. Stoga se i za potrebe egzaktnog vrednovanja boje i razlika među njima, prihvaća jedinstveno opisivanje boje upravo putem ta tri osnovna atributa: tona (engl. *hue* – **H**), svjetline (engl. *lightness* – **L**) i zasićenosti (engl. *chroma* – **C**), čime se kreira trodimenzionalni reprezentativni prostor boje [37, 38, 39] (slika 10).



Slika 10. Prostor boje definiran dimenzijama ljudske percepcije boje [40]

2.3.2. CIE sustav objektivnog vrednovanja boja i razlika u bojama

Na 6. kongresu međunarodne komisije za standardiziranje izvora svjetlosti (Commission Internationale de L'Eclairage - CIE) u Ženevi 1924. godine osnovana je prvi puta sekcija za kolorimetriju. Na 8. Kongresu CIE udruženja 1931. godine, također u Ženevi, predstavljen je i prihvaćen prvi, osnovni model za kvantitativno određivanje boje i razlike među njima [41, 42, 43]. Globalno prihvaćanje i standardizacija prvog CIE sustava, prvi je i najznačajniji korak u razvoju znanosti o boji.

Razvojem i transformacijama prvog CIE sustava za objektivno vrednovanje boje, 1976. godine CIE udruženje objavljuje CIELAB sustav kao najprihvatljiviji za brojčano

³⁷ B. Rigg: *Colorimetry and the CIE System*, Colour Physics for Industry, Eds R. McDonald, Society of Dyers and Colourists, 1987. god.

³⁸ M. D. Farchild: *Color Appearance Models* (2nd Edn), Wiley IS&T, 2005. god.

³⁹ A. H. Munsell: *A Grammar of Colour*, edites and with in Introduction by Faber Birre, Van Nostand – Reinhold, New York, 1996. god.

⁴⁰ J. Herak: *Osnove kemijske fizike*, SDC, Školska knjiga d.d. Zagreb, 2001. god.

⁴¹ K. Nassau: *Colour for Science, Art and Technology*, Elsevier Science, ISBN: 0 444 89846, Netherlands, 1998. god.

⁴² R. Mc. Donald: *Colour Physics for Industry*, Society of Dyers and Colourists EDT., ISBN: 0 901956 45 7, Engleska, 1987. god.

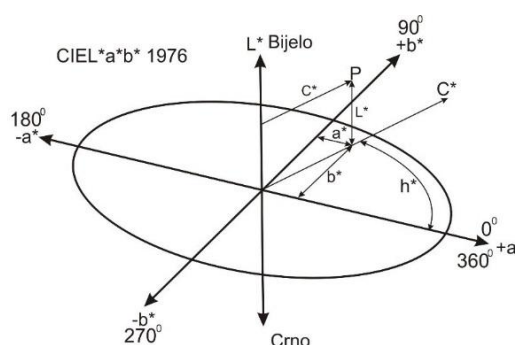
⁴³ H.S. Shah, R.S. Gandhi: *Instrumental Colour Measurements and Computer Aided Colour Matching*, Mahajan Book Distributors, Ahmeabad, 1990. god.

⁴⁴ <https://www.google.com/search?hl=en->

[HR&tbn=isch&q=cielab+1976&chips=q:cielab+1976,online_chips:cie+1976&sa=X&ved=0ahUKEwj7ktvH--jaAhVGzaQKHUAyD8YQ4IYIKCgB&biw=1366&bih=647&dpr=1#imgsrc=RWyOQJ22afE-aM:](https://www.google.com/search?hl=en-HR&tbn=isch&q=cielab+1976&chips=q:cielab+1976,online_chips:cie+1976&sa=X&ved=0ahUKEwj7ktvH--jaAhVGzaQKHUAyD8YQ4IYIKCgB&biw=1366&bih=647&dpr=1#imgsrc=RWyOQJ22afE-aM:)

vrednovanje boje. Temeljen na teoriji suprotnih boja, sustav predstavlja kombinaciju kartezijevog i cilindričnog koordinatnog sustava čime je dobiven trodimenzionalni prostor boje u kojem svaka točka predstavlja određenu boju. U CIELAB prostoru boje, svaka boja definirana je $L^*a^*b^*$ koordinatama, odnosno $L^*C^*h^*$ vrijednostima:

- a^* – koordinata predstavlja crveno – zelenu os
- b^* – koordinata predstavlja žuto – plavu os
- L^* – svjetlina
- C^* – kromatičnost ili zasićenost boje
- h^* – ton boje



*Slika 11. Položaj boja i definiranje tona i zasićenosti u $L^*a^*b^*$ dijagramu [44]*

U CIELAB sustavu ton se definira kao kut u ab dijagramu, izražava se u stupnjevima, a vrednuje se u smjeru obrnutom od kazaljke na satu, počevši od koordinate a^*+ gdje je $h=0$ (crvena). Vrijednost kromatičnosti C^* definirana je udaljenošću od središnje točke sustava, a izračunava se prema vrijednosti koordinata a^*b^* prema Pitagorinom poučku. Koordinata a^* predstavlja crveno – zelenu os, a koordinata b^* predstavlja žuto plavu os (*slika 11*). Sustav definira vrijednost svjetline koju označava sa L a predstavlja skalu od 0 = crno do 100= bijelo. Za neutralne boje (bijela, siva, crna) $a = 0$, $b = 0$ [45, 46, 47, 48].

CIELAB sustav za objektivno vrednovanje boje 1976. godine uključuje i matematički izraz za objektivno vrednovanje razlika u boji, koji je prihvaćen ISO standardom ISO 105 – J01 pod nazivom „Mjerenje boje i razlika u boji“ (engl. *Measurement*

⁴⁵ P. Đurđica: *Osnove o boji i sustavi vrjednovanja*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2007. god.

⁴⁶ D. B. Judd, G. Wyszecki: *Color in Business*, Science Industry, John Willey and Sons Ltd., New York, 1975. god.

⁴⁷ G. Wyszecki, W. S. Stiles: *Color Science, Concepts and Methods, Qunatitative Data and Formulae*, Wiley Classics Library Edt., John Wiley & Sons Inc., New York, 2000. god.

⁴⁸ R. S. Hunter: *The Measurement of Apperance*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1975. god.

of colour and colour differences) [49, 50].

Prema CIE76 sustavu ukupna razlika u boji se izražava vrijednošću ΔE_{ab} koja se izračunava iz razlika pojedinačnih parametara ΔL^* , Δa^* , Δb^* (oznaka E je početno slovo njemačke riječi „*Empfindung*“, što znači osjećaj). CIELAB model iz 1976., jednostavan je i daje dobre rezultate u skladu s Munsellovim sustavom uređenosti boja. No problemi nastaju s činjenicom da CIELAB matematički izraz daje rezultate koji nisu u skladu s vizualnom percepcijom razlika u boji, a ubrzan tehnološki napredak postavlja sve veće zahtjeve prema razvoju sustava koji bi omogućio egzaktno i realno određivanje vrijednosti parametara boji i njihovih međusobnih razlika u skladu s vizualnom percepcijom istih vrijednosti [51, 52].

Modifikacijom CIE 76 jednadžbe, odnosno uvođenjem faktora svjetline l i kromatičnosti c za kvantificiranje tolerancije u razlikama svjetline i kromatičnosti u odnosu na relativnu razliku u tonu, nastaje novi matematički model pod nazivom CMC ($l:c$). U prvoj verziji navedenog modela vrijednosti l i c bile su konstantne i iznosile su 1. Za potrebe tekstilne industrije izvršena je modifikacija CMC (1:1) matematičkog modela, pa je faktor svjetline uvećan za 2, čime se povećala tolerancija s obzirom na varijabilnost vrijednosti svjetline, a model je nazvana CMC (2:1) [53, 54].

2.4. Prirodna bojila

Prirodna bojila su obojeni organski spojevi koji se nalaze u stanicama biljaka i životinja, te u mikroorganizmima i mineralima. Prirodna bojila mogu se u njima nalaziti u slobodnom obliku (kurkumin) ili u spoju sa šećerom i bjelančevinama. Neka su bojila (indigo, antikni purpur) bezbojna, pa se od njih dobiva obojen spoj oksidacijom, fermentacijom ili fotokemijskim postupkom [55]. Biorazgradiva su i njihovo odlaganje ne

⁴⁹ F. J. J. Clarke, R. McDonald, B. Rigg: *Modification of the JPC79 Colour – Difference Formula*, JSDC, 1984. god., 117 – 148. str

⁵⁰ J. J. McCann, S. P. McKee, T. H. Taylor: *Quantitative studies in retinex theory: a comparison between theoretical predictions and observer responses to the color Mondrian experiments*, Vision Res. 16, 1976. god., 445. – 448. str.

⁵¹ ISO International standard: *Textiles – Test for colour fastness – Part J01: Measurement of Colour and Colour differences*, ISO 105 – J01, 1989. god

⁵² A. R. Robertson: *The CIE 1976 Colour Difference Formulae*, Colour Res. Appl., 1997. god., 7. – 11. str

⁵³ R. H. Wardman, D. Heggie, M. R. Luo: *A Comparison of the Colour Differences Computed Using the CIE94, CMC (l:c) and BFD (l:c) Formulae*, JSDCE, 1996. god., 264. – 269. str.

⁵⁴ D. H. Altman: *CIE TC 1 – 29 Industrial Colour – Difference Evaluation Progress Report*, Colour Res. Appl. 18, 1993. god., 137 – 139. str

⁵⁵ J. Serdar: *Prenosila i dizala*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975. god., 155 – 158 str.

uzrokuje onečišćenje, ne štete okolišu, što ih čini privlačnim za potrošače. Ne uzrokuju zdravstvene probleme poput alergija, niti sadrže kancerogene komponente i ne izazivaju iritacije pri kontaktu s kožom, stoga su uglavnom bezopasni za ljudsko zdravlje. Nijanse proizvedene prirodnim bojilima harmonične su, meke, umirujuće za ljudsko oko i u skladu s prirodom te se mogu dobiti u širokom rasponu; tehnika bojadisanja, promjena močila ili vrijeme trajanja bojadisanja može za isto bojilo rezultirati širokim rasponom nijansi ili potpuno novim obojenjem. Za razliku od sintetskih bojila koja blijede s vremenom, neka od prirodnih bojila su s vremenom intenzivnija, ne ispiru se, nema prijelaza boje na materijal prilikom pranja, te su otporna na moljce.

S povijesnog aspekta, obojeni tekstilni ostaci pronađeni tijekom arheoloških iskopa na različitim mjestima širom svijeta, dokazuju da je povijest proizvodnje bojila za bojadisanje biljnih i životinjskih vlakana stara barem 5000 godina [56]. Različiti krajevi svijeta imali su vlastite tradicije dobivanja bojila, bojadisanja i tiskanja koristeći prirodne resurse dostupne u toj regiji, pa su tako kao prirodno bojilo Grci upotrebljavali kermesnu kiselinu, a Germani žutu rezedu, koja sadrži luteolin. U Južnoj i Srednjoj Americi bili su poznati u pretkolumbovsko doba antikni purpur za bojenje tkanina i indigo fiksiran na atapulgitu kao svjetleći plavi pigment. U proizvodnji plave boje za tekstil u Europi se sve do 17. stoljeća koristio vrbovnik, a žuta odjeća mandarina u Kini stoljećima se bojila sokom japanske sofore (*Sophora japonica*), koja sadrži rutin [57]. U antičko doba uz biljke se za dobivanje boje spominju i životinje poput puževa i insekata. U prvom mileniju pr.n.e osobito su bile cijenjene dvije vrste volaka (*Murex brandaris* i *Murex trunculus*), koje su davale skupocjenu purpurnu boju tzv. tirski purpur. Najstariji tekst s uputama za uporabu različitog organskog materijala za bojenje, iz 300. godine n.e., spominje krvavice (*Alkanna tinctoria*), šafran (*Crocus sativus*), šafraniku (*Carthamus tinctorius*), kermes (*Kermes vermilio*), broć (*Rubia tinctorum*) i vrbovnik (*Isatis tinctoria*) [2].

Unatoč svojim prednostima, prirodna bojila imaju i neke nedostatke, koji su odgovorni za slabiji razvoj ovog načina bojadisanja i tiskanja tekstila. Neki od nedostataka su nedostupnost u standardnom obliku koji je odmah spreman za upotrebu, neprikladnost za strojnu upotrebu, neodrživost, ograničene i neproizvodne nijanse. Potrebna je veća količina prirodnih bojila kako bi se obojila veća količina tkanine, za razliku od sintetskih boja. Uzgoj

² M. Randić: Kako obojiti svijet, u A. Brenko, M. Randić, M.I. Glogar, M. Kapović, M. Živković, K.N. Simončić: Moć boja – kako su boje osvojile svijet, Etnografski muzej, Zagreb, ožujak – rujan, 2009.god., str. 101.

⁵⁶ F. Brunello: *The Art of Dyeing In The History of Mankind*, Neri Pozza Editore, Vicenza, 1973. god., 3 – 20 str.

⁵⁷ K. Driessen: *The earliest dyes* (<http://www.quilthistory.com/dye.htm>)

biljaka iz kojih se dobivaju bojila zahtijeva velika područja zemljišta, vode, gnojiva, pa je s obzirom na to, korištenje prirodnih bojila skuplje od sintetskih bojila. Također, prekomjerno iskorištavanje prirodnih resursa za dobivanje bojila može rezultirati deforestacijom i ugrožavanjem životinjskih vrsta. Dostupnost je još jedna od nedostataka, koja može varirati od sezone do sezone, od mjesta do vrsta, dok se sintetska bojila mogu proizvesti u laboratorijima tijekom cijele godine. Isto tako, teško je standardizirati recept za korištenje prirodnih bojila, budući da proces bojadisanja prirodnim bojilima ne ovisi samo o komponentama bojila, nego i materijalima. S obzirom na gore navedene nedostatke, prirodna bojila ne nude održivu alternativnu zamjenu sintetičkih bojila, već mogu zauzimati specifičan segment tržišta na područjima gdje potrošači žele potpuno prirodne proizvode, posebno kada širok spektar nijansi i visoka svojstva otpornosti nisu važni [58].

2.4.1. Podjela prirodnih bojila

Prirodna bojila mogu se klasificirati prema kemijskoj konstituciji, prema porijeklu, bojadisarskim svojstvima, tonu ili prema područjima primjene [59, 60].

Prema porijeklu, prirodna bojila dijele se na bojila dobivena iz biljaka, životinja, mikroorganizama i minerala. Prirodna bojila koja se nalaze u stanicama biljaka ekstrahiraju se kuhanjem svježih ili osušenih pigmentiranih biljaka u vodi, ili njihovih dijelova, poput korijenja, lišća, grančica, stabljika, kora, cvjetova, ljusaka i slično, a obojenje koje se postiže tako dobivenim bojilom nikada nije isto. Krajnja nijansa ovisi, ne samo o upotrijebljenom dijelu biljke, već i o tome koliko je sunca ta biljka upila tijekom rasta, o pomoćnim sredstvima korištenim tijekom bojadisanja, trajanju procesa bojadisanja, karakteristikama tekstilnog materijala koji se bojadiše te o moćilima. Močila su otopine soli teških metala neophodne za stvaranje veze bojilo – vlakno. Ovisno o primijenjenom močilu dobiva se široka paleta tonova boja [61]. Insekti su glavni izvor prirodnih bojila životinjskog podrijetla i većina njih daje bojilo crvenog tona boje. Iznimka je najstarije bojilo životinjskog podrijetla, purpur, koji se dobiva iz izlučevina puževa iz porodice volaka [62]. Važan insekt

⁵⁸ R.M.Kozłowski: *Handbook of natural fibres, Volume 2: Processing and applications*, Woodhead Publishing Limited, 2012. god., 84 – 85 str

⁵⁹ N. Sekar: *Application of natural colourants to textiles – principles and limitations.*, Colourage, 46 (7), 1999. god., 33. – 34. str

⁶⁰ M. D. Teli, R. Paul, P. D. Pardeshi: *Natural dyes: Classification, chemistry and extraction methods, Part – I: Chemical classes, extraction methods and future prospects*, Colourage, 47 (12), 2000. god., 43 – 48. str

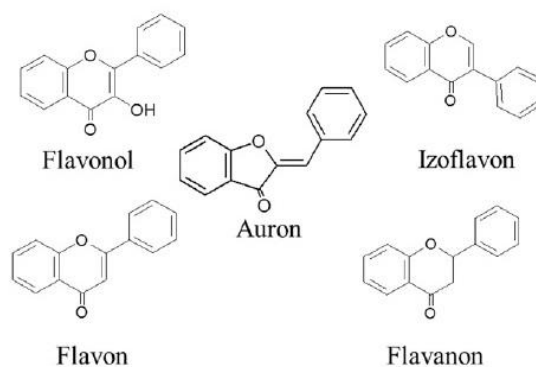
⁶¹ Beatta: Ljekovite biljke, broj 4, svibanj – lipanj 2003. god., 64 – 67 str.

⁶² J. H. Hofenk de Graaf: *The Colorful Past, Origins, Chemistry and Identification of Natural Dyestuff*, Abegg – Stiftung and Archetype, Publications Ltd. Riggisberg and London, 2004. god., 52. – 84. str

za dobivanje prirodnih bojila životinjskog podrijetla bila je košenilska uš, koja se i dalje koristi za bojadisanje tekstila [63].

Prema bojadisarskim svojstvima većina prirodnih bojila ubraja se u kiselo močilska bojila, neka u redukcijska te u skupinu supstantivnih i baznih bojila [64]. Bojadisarska svojstva prirodnih bojila značajno ovise o geološkim i klimatskim uvjetima rasta biljke iz koje se bojilo ekstrahira. Najstarija močila koja su se upotrebljavala za predobradu vlakana, obzirom da se većina prirodnih bojila biljnog porijekla ubraja u skupinu močilskih bojila, bila su alaun i spojevi željeza [65].

Podjela prirodnih bojila prema kemijskoj konstituciji u skladu je s botaničkim nazivljem. Najvažnije kemijske skupine prirodnih bojila su: karotinoidna, diarilmetilna, benzokinonska, naftokinonska, antrakinonska, indigoidna, flavonoidna, antocijanidna, betalainska, neoflavoidna, ksantonska, bazna, alkaloidna, benzofenonska, galotaninska, tanini, klorofil i dr. Flavonoidna su najzastupljenija prirodna bojila, osobito ako se radi o žutim do smeđim tonovima [66, 67]. Kao supstituente sadrže – OH i – OCH₃ skupine čiji broj i položaj bitno utječe na dobiveni ton. Obzirom na bojadisarska svojstva, ova bojila se ubrajaju u močilska bojila koja kompleksiranjem sa alaunom daju žute tonove, sa željezom maslinaste, smeđe i crne, s bakrom maslinaste i smeđe tonove, a sa kositrom žute i narančaste.



Slika 12. Osnovni spojevi flavonoida [68]

⁶³ A. Sutlović: *Bojadisanje prirodnim bojilima – doprinos humanoј ekologiji*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet, 2007.

⁶⁴ G. S. Nadiger, K. P. Sharma, P. Jarag: *Screening of natural dyes*, Coloruage 51 (annual), 130. – 137. str

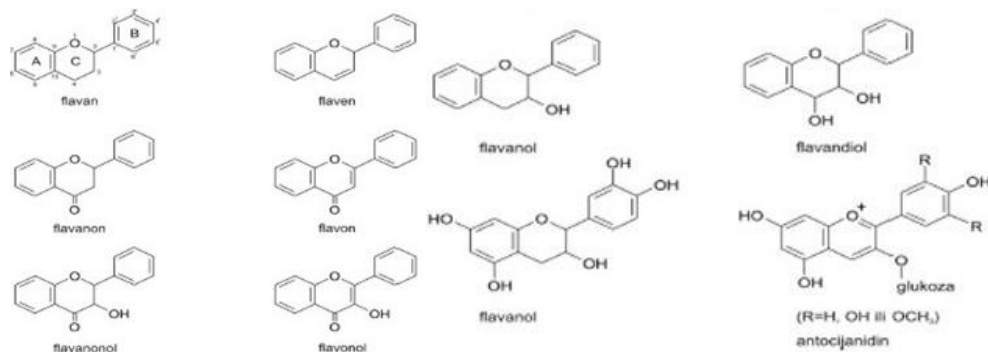
⁶⁵ H. Schweppe: *Handbuch der Naturfarbstoffe: Vorkommen, Verwendung, Nachweid, Landsberg am Lech: Ecomed*, 1992. god.

⁶⁶ E. R. Trotman: *Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres*, Charles Griffin & Co LTD, London, 1970.

⁶⁷ E. Engeler: *Wollfarbstoff – Gamen und ihr okologisches Umfeld*, Textilverdlung 32 (7 – 8), 1997. god., 156 – 161. str

⁶⁸ Nastavni materijali s predavanja iz kolegija Prirodna bojila, dr. sc. Ana Sutlović, izv. prof., Sveučilište u Zagrebu, TTF

U biljkama se flavonidi nalaze kao polialkoholi koji pri bojadisanju disociraju na aglikon (goli flavonoid) i šećer. Osnovnu strukturu flavonoida čini difenilpropan, odnosno 1 – fenil – 3 – (2 – hidroksifenil) propan – 1 – ol iz kojeg izdvajanjem molekule vode i zatvaranjem prstena, rezultira flavan od kojeg se izvode osnovne strukture flavonoida: flaven, flavon, flavanon, flavanonol, flavanol i dr (*slika 12*).



Slika 13. Osnovne strukture flavonoida [69]

Ovi polifenoli sastoje se od 3 aromatska i jednog heterocikličkog prstena, mogu biti hidroksilirani, metoksilirano ili glikozidirani s monosaharidima ili oligosaharidima (*slika 13*).

2.4.2. Dobivanje prirodnih bojila i proces bojadisanja

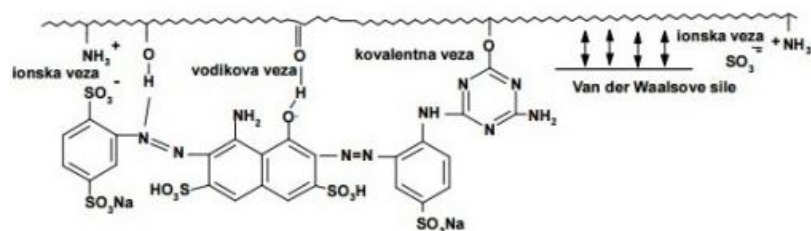
Prirodna bojila dobivaju se postupkom ekstrakcije iz prirodnog izvora (biljnog, životinjskog ili mineralnog porijekla), a otapalo se bira prema kemijskim svojstvima bojila i drugih sastojaka, te prema radnim uvjetima. Kao otapala najčešće se upotrebljavaju voda, metanol, etanol, benzin i tetraklorugljik. Za izolaciju prirodnih bojila primjenjuju se, osim ekstrakcije: osapunjavanje (natrij – hidroksidom ili kalij – hidroksidom), taloženje (pomoću kloridne, sulfatne i octene kiseline), isoljavanje (natrij – kloridom ili natrij – sulfatom) i kristalizacija (iz otopina u metanolu, etanolu, benzenu ili piridinu) [2].

Većina organskih bojila ne mogu se vezati za tkaninu bez fiksatora ili močila. U tu su se svrhu koristile lužnate ili kisele tvari, što je ovisilo o vrsti obojenja i nijansi koja se željela postići. Izbor močila za tkanine životinjskog podrijetla, a to su uglavnom vuna i svila, razlikovao se od onog za biljne materijale – lan, konoplju, pamuk. Od lužina se obično

² M. Randić: Kako obojiti svijet, u A. Brenko, M. Randić, M.I. Glogar, M. Kapović, M. Živković, K.N. Simončić: Moć boja – kako su boje osvojile svijet, Etnografski muzej, Zagreb, ožujak – rujan, 2009.god., 98. str.

⁶⁹https://www.google.com/search?biw=1366&bih=647&tbm=isch&sa=1&ei=qLbqWsz2Cs6tkwW8ya5o&q=flavonoidi&oq=flavonoidi&gs_l=psy-ab.3..0j0i30k1j0i24k113j0i10i24k1j0i24k114.47433.52315.0.52614.20.14.5.1.1.0.189.1902.0j14.14.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.20.2006...0i67k1j0i10k1.0.9h2UMhiKC8o#imgcr=6s4WQvzquSS4QM:

koristio urin ili lug od pepela, a od kiselina sokovi citrusa i kiselih bobica, ocat od fermentiranog voća [2]. U kasnijim razdobljima kao močila se najčešće rabe stipsa (alaun – kalijev aluminijev sulfat), odnosno metalne soli na bazi željeza bakra i kositra. Obzirom na željenu dubinu obojenja, proces bojadisanja tekstila mogao se provoditi i u nekoliko ciklusa. Pojedina bojila, primjerice broć, nisu se mogla vezati na tkaninu bez fiksatora. Kod drugih bojila, poput indiga, nije bilo potrebno tkaninu prethodno tretirati močilom [2].



Slika 14. Shematski prikaz vezivanja bojila na vlakno [70]

Za vezanje molekule bojila na vlakno, odgovorno je stvaranje jedne ili više veza. Veze bojilo – vlakno mogu biti: kovalentne, ionske, vodikove, fizičke sile privlačenja (Van der Waalsove) ili supstantive koje obuhvaćaju zajedno vodikove i Van der Waalsove (slika 14).

2.4.3. Botanički podaci biljaka korištenih u radu

- **Kurkuma** (turmerik, indijski šafran, lat. *Curcuma longa*) biljna je vrsta iz porodice đumbirovki (*Zingiberaceae*) od čijeg se korijena biljke dobiva istoimeni začim. Porijeklom je iz toplih i vlažnih tropskih krajeva jugoistočne Azije. (Indija, Bangladeš, Tajland, Kina) [71]. Stabljika je uspravna, razgranata, naraste do 1 m visine. Listovi su naizmjenično smješteni u dva reda, eliptičnog su oblika i suženi u vrhu. Mogu narasti vrlo dugi, čak i preko 2 metra, no obično narastu do 70 cm dužine.

² M. Randić: Kako obojiti svijet, u A. Brenko, M. Randić, M.I. Glogar, M. Kapović, M. Živković, K.N. Simončić: Moć boja – kako su boje osvojile svijet, Etnografski muzej, Zagreb, ožujak – rujan, 2009.god., 98. str.

⁷⁰ Nastavni materijali s predavanja iz kolegija Bojadisanje i tisak, dr. sc Ana Sutlović, izv. prof., Sveučilište u Zagrebu

⁷¹ P.N. Ravindran, K.Nirmal Babu, K. Sivaraman: *Turmeric: The genus curcuma, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Taylor and Francis Group, LLC, 2007. god., poglavlje: P.N. Ravindran: *Turmeric – The Golden Spice of life*, 1. str.



Slika 15. Korijen biljke Curcuma Longa [72]

Cvjetovi su dvospolni, skupljeni u guste cvatove koji rastu u srednjem dijelu biljke. Korijen je cilindričan s čestim priraslim segmentima, aromatičan, ispod tanke kore iznutra je intenzivne žutonarančaste boje [73] (*slika 15*). Korijen ima sastav raznih kemijskih komponenata, ali najznačajnija je kurkumin koji u prosjeku čini oko 3% ukupne težine korijena kurkume [74].

- **Crveni luk** (lat. *Allium cepa*, engl. *Onion*) je trogodišnja zeljasta biljka iz porodice ljljajana (lat. *Lillim*) [75]. Porijeklom je iz zapadne Azije (Iran, Afganistan), pojavljuje se samo na sjevernoj hemisferi. Divlje allium vrste rasprostranjene su na cijeloj sjevernoj hemisferi, protežući se na američkom kontinentu do Meksika, a od kontinenta Starog svijeta obuhvaćaju sjevernu Afriku i gotovo cjelokupno područje Azije. Predstavnici roda *allium* karakteristične su za otvorena područja livada, stepa, polupustinja i pustinja. Osobito gusto nastanjuju južnu i središnju Aziju. Veće značenje u prehrani ima samo ograničeni broj vrsta, među kojima je i crveni luk (pored češnjaka, poriluka i vlasca) (*Slika 16*) [76].



Slika 16. Žuti luk (Allium cepa) [77]

⁷² L. Greene: *Amazing Health Benefits of Ginger Turmeric Tea* (<https://www.balancemebeautiful.com/health-benefits-of-ginger-turmeric-tea/>)

⁷³ Plantea: *Priroda i biljke: Kurkuma* (<https://www.plantea.com.hr/?s=kurkuma>)

⁷⁴ E.V.Steinhauser: *Tumeric Curcumin: Discover the Amazing Health Benefits and Healing Power of Turmeric Curcumin*, A Gamma Mouse, 2015. god., poglavlje: What is Turmeric and Curcumin, 3.str

⁷⁵ J. Grah: *Povrće i začinsko bilje*, Mladinska knjiga, Ljubljana, 1987. god., poglavlje: Luk, 94. str

⁷⁶ Plantea: *Priroda i biljke: Allium cepa* (<https://www.plantea.com.hr/?s=allium+cepa>)

⁷⁷ <https://www.google.com/search?q=yellow+onions&hl=en->

HR&source=lnms&tbnm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZ1476henaAhWDDOwKHa6iDKYQ_AUICigB&biw=1366&bih=647#imgsrc=TZYIUtbdUG3vdM:

- **Orah** (lat. *Juglans regia*, engl. *Walnut tree*) je listopadno stablo iz istoimene porodice oraha (*Juglandaceae*), podrijetlom iz jugozapadne Azije i jugoistočne Europe. Stanište mu je od nizinskog do brdskog pojasa, na blagim položajima u miješanim listopadnim šuama, na vlažnim i sušnim, plodnim, dubokim, pjeskovitim ili pak kamenitim, vapenastim tlima. Ovo je stablo visoko do 30 metara, a deblo može biti široko i više od metar u obujmu. Cvjetovi su jednospolni i jednodomni [78] Plod je okruglasta koštunica veličine 3 – 5 cm koja dozrijeva u rujnu. Obavijena je glatkim, zelenim i mesnatim ovojem debljine oko 3 mm (*slika 17*), dozrijevanjem posmeđi (Orahove ljuske – lat. *Genus Juglans*) [79].



Slika 17. Plod oraha [80]

2.5. Tekstilni tisak

Pojam tekstilni tisak koristi se za proces mjestimičnog bojadisanja, odnosno mjestimičnog nanašanja bojila na sve vrste tekstilnih tkanina – pamučne, vunene, lanene i različite mješavine ovih i drugih vlakana [81], u definiranom uzorku ili dizajnu. Za razliku od bojadisanja u kojem se bojilo jednakomjerno veže za čitavu površinu tkanine i daje obojenje u jednoj nijansi, kod tiska se jedna ili više boja nanosi na tkaninu u određenom uzorku strogo definiranih oblika i granica između elemenata dizajna. Osnovne tehnike tekstilnog tiska su komadni sitotisak, kontinuirani sitotisak, rotacijski tisak i digitalni (InkJet) tisak.

Svaki proces analogne tehnike tiska podrazumijeva pomnu pripremu svih faza procesa, o čemu će ovisiti i krajnja kvaliteta proizvoda. Sastav tiskarske paste mora biti optimiran obzirom na sastav tekstilnog materijala, vrstu bojila te krajnji rezultat koji se želi

⁷⁸ P. D. Mišić: *Nove sorte voćaka*, Drugo prerađeno i dopunjeno izdanje, Molit, Beograd, poglavlje: Orah 218 – 226. str.

⁷⁹ Plantea: Priroda i biljke: *Juglans regia* (<https://www.plantea.com.hr/?s=juglans+regia>)

⁸⁰ www.google.com/search?q=walnut+trees+in+utah&hl=en-HR&biw=1366&bih=647&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi9tKvQhunaAhWBvBQKHRgL DkxQ_AUICigB#imgsrc=yvkrvER287VXhM:

⁸¹ E.Knecht: *The principles and practice of textile printing*, Charles Griffin & Company, Limited, London, 1912. god., 3. str..

postići. Najvažniji sastojak tiskarske paste koji je ujedno i nosioc reoloških svojstava te je odgovoran za krajnji rezultat pokrivenosti otisnute površine i oštine otiska, jest ugušćivač. Najvažnija svojstva ugušćivača su djelovanje kao mehaničkog nosioca bojila i dodataka, savladavanje kapilarnih sila u tekstilnim materijalima te zadržavanje bojila i ostalih sastojaka tiskarske paste u homogenom stanju. Od ugušćivača se zahtijeva jednostavnost primjene, bezbojnost ili minimalno obojenje, viskozitet, rastezljivost, elastičnost filma, oština otiska, probodajisanost kod primjene te cijena [82]. Ugušćivači se mogu dijeliti prema porijeklu na prirodne (organski i anorganski) i sintetičke (celulozni eteri i esteri, ester rogačeva brašna, emulzijski ugušćivač i dr.) te prema topljivosti, količini suhe tvari i reološkim svojstvima.

Najvažnija faza u procesu tekstilnog tiska jest faza fiksiranja o kojoj ovisi krajnja kvaliteta otiska. U tekstilnom tisku, općenito, može se provoditi fiksiranje parom, mokro ili vrućim zrakom. Fiksiranje parom može se provoditi u atmosferskim uvjetima na temperaturi od 105°C ili u uvjetima pregrijane pare na temperaturi od 120°C do 140°C. Mokro fiksiranje se provodi nakon tiskanja, te se uzorak provuče kroz kupelj koja sadrži dodatke koji omogućuju trenutno fiksiranje bojila na vlakno. Fiksiranje vrućim zrakom provodi se na temperaturi 130°C do 150°C, u trajanju od 5 – 10 minuta. Po završetku tiskanja i fiksiranja otisnutog uzorka, sa tiskanog materijala uklanja se suvišak bojila koje nije reagiralo sa vlaknom, te se uklanja ugušćivač kako ne bi došlo do loše postojanosti ili tvrdog opipa samog otiska, zbog zaostatka bojila i ugušćivača na vlaknu.

Ovisno o izabranom bojilu i vlaknu koje se želi tiskati, te o željenom krajnjem rezultatu, najčešće se koriste različite soli, redukcijska i oksidacijska sredstva, pH regulatori odnosno kiseline, baze, amfoterne soli. Izbor pH regulatora ovisi o vrsti bojila i vlakna, pa se tako za celulozna vlakna koriste od neutralnog do alkalnog, dok se za vunu, svilu i kemijska vlakna koriste od kiselog do neutralnog. Mogu se dodati i sredstva za dispergiranje koja služe za jednolično raspoređivanje bojila u pasti i na otisnutom mjestu.

2.5.1. Klasični komadni sitotisak

Sitotisak je tehnika otiskivanja uzorka kroz tiskovnu formu (šablonu) na tiskovnu podlogu [83]. Tiskovna forma, odnosno šablona, je građena tako da mrežica sita (može biti različite finoće, ovisno o materijalu na kojem se tiska i o bojilu kojim se tiska), najčešće izrađena od umjetnih vlakana (PA ili PES), koja je pričvršćena na okvir ima zatvorene očiće

⁸² A. Burić: Završni rad: *Reološka svojstva ugušćivača – utjecaj porijekla*, Tekstilno – tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2016. god., 12 str.

⁸³ S. Bolanča, K. Golubović: *Tehnologija tiska od Gutenberga do danas*, zb.35., Senj, 2008. god., 136.str.

gdje su slobodne površine, a otvorene gdje su tiskovni elementi. Materijal koji se tiska polaže se na posebnu podlogu – čvrstu traku koja može biti statična ili pomična. Podloga mora osigurati dobro prijanjanje tekstilnog materijala, mora biti periva, ne smije upijati vodu niti tiskarsku pastu, te prilikom održavanja ne smije mijenjati dimenzije. Tiskarska pasta se kroz tiskovnu formu – šablonu, protiskuje pomoću rastirala. Rastirala se razlikuju po duljini, obliku i fleksibilnosti, a mogu biti klasična ili magnetska [84].

⁸⁴ A. Stromquist: *Simple Screenprinting: Basic Techniques & Creative Projects*, Lark Books, A division of Sterling Publishing Co., Inc., New York, 2004. god., 13.str.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Izbor materijala

U radu je korištena končana pređa domaće pramenke uzgojene na području Like, te je jednim dijelom strojno, a drugim dijelom ručno predena. Pritom, obje su pređe korištene samo u početnom dijelu optimiranja, zatim odbačene zbog svoje strukture i grubog opipa, kao neprimjeren materijal za dječji pokrivač. Što je i potvrđeno rezultatima ispitivanja fizikalno – mehaničkih svojstava pređa i pletiva u *tablicama 2 – 11*.

U radu je korištena i končana pređa od 100% vlakna alpake proizvedenih u Peruu. Vlakna nisu kemijski tretirana, već samo oprana, i nisu izložena nikakvoj kemijskoj obradi prije izrade pređe. Druga vrsta končane pređe korištene u radu je od vlakana australske merino vune, slobodno pasućih životinja iz južne Afrike i Južne Amerike. Obje su proizvod proizvođača Drops iz Norveške (*slika 18*).



Slika 18. Pređe korištene u radu, gore s lijeva na desno: merino, alpaka, dolje s lijeva na desno: domaća pramenka ručno predna, domaća pramenka strojno predena

3.2. Izrada pletiva

U prvoj fazi eksperimentalnog rada proveden je postupak izrade uzoraka za optimiranje sastava tiskarske paste parametara postupka fiksiranja, tehnikom ručnog

pletinja. Izrađeni su uzorci kulirnih glatkih pletiva veličine 7 – 11 cm visine i 10 – 11cm širine. Korištena je merino i alpaka končana pređa.

Dio uzoraka od alpake potrebnih za optimiranje, izrađen je na ručnom ravnopletačem dvoigleničnom stroju za pletenje Singer, sa slijedećim parametrima izrade:

- Razmak između iglenica: 4
- Pri pletenju je uključena svaka igla, dakle 26 igala, 13 s lijeva i 13 s desna. Ukupna širina uzoraka je tada iznosila 10 cm
- Uključen taster Λ za dobivanje desno – lijevog pletiva
- Gustoća očica: 4 [85]

Nakon strojne i ručne izrade pletiva, provodi se glačanje u svrhu ispravljanja eventualnih grešaka i blagog oblikovanja ispletenih predmeta.

3.3. Ispitivanje fizikalno – mehaničkih svojstava pređe i pletiva

U slijedećoj fazi eksperimentalnog rada provedena je detaljna analiza strukturnih i konstrukcijskih karakteristika korištenih pređa i gotovih pletiva: finoća, uvojitost, promjer, čvrstoća i dlakavost pređe, te debljina i plošna masa pletiva.

3.3.1. Ispitivanje finoća pređe

Za potrebe ovog rada, finoća pređa određivala se metodom vitice ili povjesma. Metoda podrazumijeva izradu vitice vunene pređe duljine 1 m te kondicioniranje na standardnu atmosferu, nakon čega je određena kondicionirana masa direktnim vaganjem uzorka. Na temelju utvrđene mase i duljine, izračunavanjem prema izrazu (1) određena je finoća pređa izražena u teksima.

$$(1) \quad T_t = \frac{m(g)}{l(m)} \times 1000$$

3.3.2. Ispitivanje uvojitost pređe

Ispitivanje uvojitosti pređe provedeno je naponskom metodom pojedinačnim ispitivanjem uzoraka pređe, koja se preporuča za ispitivanje pređe na ručno upravljanim

⁸⁵ The Singer Company, Ref.No. 609125, 1978.god.

torziometrima sukladno s normom *HRN ISO/DIS 2:2003 (ISO 2:1973)*. Ispitivane su pređe duljine 500 mm, uz napetost 0,5 cN/tex. Za svaku se pređu mjerenje provelo 5 puta te se od dobivenih rezultata izračunala srednja vrijednost.

3.3.3. Mjerenje promjera pređe

Promjer pređe definiran je mikroskopskim mjerenjem pomoću mikroskopa Dino – Lite AM7013MT (*slika 19*). Mjerenje je provedeno pri uvećanju 200x.



Slika 19. Mikroskop Dino – Lite AM7013 [86]

3.3.4. Ispitivanje dlakavosti pređe

Praktično mjerenje dlakavosti pređe provedeno je u Laboratoriju Zavoda za projektiranje i menadžment tekstila, pomoću uređaja za mjerenje dlakavosti tip G 565, proizvođača tt. Zweigle, Njemačka (*slika 20*), koji radi na fotometrijskom principu.



Slika 20. Uređaj za mjerenje dlakavosti tip G 565, Zweigle, Njemačka

Podešavanja uređaja pri mjerenju:

- Dužine dlaka koje se mjere: 6, 8, 12, 18 m
- Pri mjerenju se odabiru 4 dužinske zone
- Dužine pređe pri kojima se vršilo ispitivanje: 25 m
- Brzina ispitivanja: 50 m/mm

⁸⁶ <http://www.dino-lite.com/>

3.3.5. Ispitivanje čvrstoće pređe

Postupak ispitivanja otpornosti pređe na djelovanje vlačne sile proveden je pomoću automatiziranog mikroprocesorski upravljanoj dinamometra – TEXTECHNO STATIMAT M TEST (slika 21), koji radi po principu konstantne brzine istezanja. Ispitivanje je provedeno na standardiziranoj epruveti duljine 500 mm uz pred opterećenje 0,5 cN/tex. Brzina kretanja stezaljke iznosila 500 mm/min.



Slika 21. TEXTECHNO STATIMAT M TEST

3.3.6. Definiranje plošne mase pletiva

Plošna masa pletiva definirana je mjerenjem duljine i širine uzorka te izračunavanjem površine, a potom vaganjem mase uzoraka. Iz odnosa mase i površine uzoraka izračunata je plošna masa prema sljedećoj formuli (2):

$$(2) \quad m = \frac{m[g]}{P[m^2]} = [g/m]$$

3.3.7. Mjerenje debljine pletiva

Ispitivanje debljine pletiva provedeno je debljinomjerom, standardiziranom mjernom metodom i postupkom ispitivanja: HRN EN ISO 5084:1996 (ISO 5084:1996; EN ISO 5084:1996)

3.4. Ekstrakcija bojila

Biljni materijali koji su korišteni su dijelovi crvenog luka, odnosno njegova ljuska, zelena vanjska ovojnica oraha, te korijen biljke kurkuma.

Ekstrakcija bojila iz kore luka i zelene ovojnice oraha provedena je kuhanjem navedenih biljaka prema slijedećem postupku:

Ljuske luka i u slijedećem postupku zelene ovojnice oraha: 150 g

NaCl: 10 g/l

V_k (mekane vode): 5l

Vrijeme ekstrakcije na temperaturi ključanja: 1 sat

Nakon kuhanja provodi se postupak odležavanja kupelji koji može biti i do nekoliko dana, u ovom radu provedeno je dvodnevno odležavanje kupelji. Nakon odležavanja provodi se cijedenje, a dobivena tekućina isparava se u sušioniku, s početnom temperaturom na 70 – 80°C. Da bi tekućina do kraja isparila, te da bi se formirali suhi kristali bojila, potrebno vrijeme isparavanja bilo je 24 sata.

Kod kurkume nije rađena ekstrakcija, već je korišten industrijski pripremljen prah sušenog korijena biljke kurkuma.

3.5. Izbor i priprema ugušćivača

U radu su korištene dvije vrste ugušćivača: *Diagum R8* (eter rogačeva brašna) i *Britanska guma* (dekstrin, odnosno derivat škroba). U fazi optimiranja udjela suhe tvari u pripremi ugušćivača, za ugušćivač *Britanska guma* ispitan je sadržaj suhe tvari od 13%, 8% i 4%, dok je za ugušćivač *Diagum R8* ispitan sadržaj suhe tvari 8% i 4%. Također, oba ugušćivača ispitana su u neutralnom, te u kiselom i alkalnom obliku.

Detaljan opis pripreme ispitivanih ugušćivača prikazan je u *Tablici 10*, poglavlje 4. *Rezultati i rasprava*.

3.6. Ispitivanje reoloških svojstava ugušćivača

3.6.1. Mjerenje viskoziteta ugušćivača

Mjerenje viskoziteta ugušćivača provedeno je metodom rotacijskog testa s vretenom LV4 na rotacijskom, računalno vođenom viskozimetru Brookfield DV II+ (slika 22), namijenjenom ispitivanju reoloških svojstava viskoznih otopina. U radu su ispitivane vrijednosti viskoziteta ugušćivača na količinu matičnog ugušćivača od 150 g, pri zadanim brzinama rotacije vretena – 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0; 10; 20; 50 i 100 m/s).



Slika 22. Viskozimetar Brookfield DV II+ [87]

3.6.2. Mjerenje fluidnosti i rastezljivosti ugušćivača

Fluidnost ugušćivača mjerena je fluidometrom A. Mathis BTE S.G.D.G (Pariz, Francuska) (slika 23). Metoda podrazumijeva mjerenje protoka ugušćivača u okomitom položaju djelovanjem gravitacijske sile, pri čemu se u zadanom vremenu od $10 \pm 0,5$ sekundi, mjeri udaljenost koju ugušćivač prođe. Dobivena vrijednost označava se kao fluidnost ugušćivača.

⁸⁷https://www.google.com/search?q=Viskozimetar+Brookfield+DV+II%2B&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiw15_uiOnaAhWR2qQKHa7WCfYQ_AUICigB&biw=1366&bih=647#imgdii=700K11vHL1qQBM:&imgsrc=euLHEWdX_BAntM



Slika 23. Fluidometar A.Mathis BTE S.G.D.G (Pariz, Francuska)

Rastezljivost ugušćivača je određivana prema Janssenovoj metodi. Pločica određenih dimenzija okomito se uroni u matični ugušćivač te se izvlači konstantnom brzinom pri čemu se mjeri dužin niti ugušćivača dok ne pukne.

3.7. Priprema tiskarske paste

Nakon izbora, pripreme i analize reoloških svojstava ugušćivača, pristupilo se izradi tiskarskih paste. U svrhu analize i optimiranja sastava tiskarske paste obzirom na zahtjeve podloge i karakteristike bojila, definirano je 6 različitih sastava tiskarskih paste (receptura), koji su prikazani u *tablici 1*.

Tablica 1. Recepture tiskarskih pasta

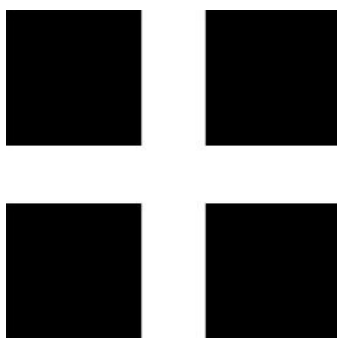
Recepture	1	2	3	4	5	6
Bojilo (orah, kurkuma, luk)	0,2g	0,5g	0,5g	0,35g	0,5g	0,35g
Urea	0,05g	0,05g	0,08g	0,05g	0,08g	0,05g
Glicerol	0,05g	0,05g	0,08g	0,05g	0,08g	0,05g
Ugušćivač	5g	5g	5g	5g	5g	5g
FeSO₄ (močilo)		0,2g (samo orah)	0,2g (samo orah)	0,14g (samo orah)		

Po svakoj od prikazanih receptura pripremljene su tiskarske paste za svaki ugušćivač u svim ispitivanim omjerima suhe tvari (13%, 8%, 4%), za svaki ispitivani pH ugušćivača (neutralni, alkalni, kiseli) i za svako bojilo (luk, kurkuma, orah).

Sastav svih paste pripremljenih prema definiranim recepturama, prikazan je u *tablici 11*, poglavlje 4. *Rezultati i rasprava*.

3.8. Tisak

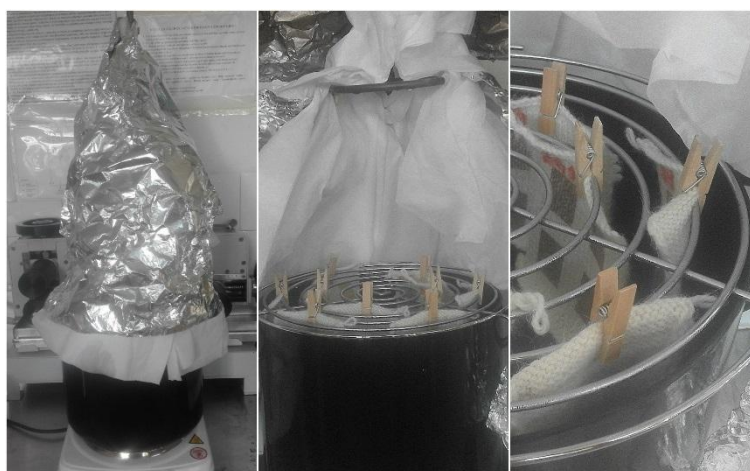
Za izradu otisaka u svrhu ispitivanja karakteristika tiskarskih past i ponašanja u postupku tiska obzirom na specifičnosti podloge, u prvom dijelu eksperimentalnog rada, korištena je šablona jednostavne tiskovne forme (*slika 24*). Na temelju prikazane forme pripremljena je ravna šablona za ručni sitotisak te je pripremljenim pastama otisnuto ukupno 62 uzorka.



Slika 24. Jednostavna tiskovna forma

3.9. Fiksiranje

U eksperimentalnom radu provedeno je i optimiranje vremena fiksiranja otisaka, kao najvažnije faze procesa tiska. Primijenjen je postupak fiksiranja parom u atmosferskim uvjetima (temp. 105°C), u vremenima od 30, 45 i 60 min (*slika 25*). Nakon fiksiranja provedeno je sapunanje i toplo/hladno pranje uzoraka te sušenje.



Slika 25. Proces fiksiranja

3.10. Wash – test

U svrhu ispitivanja postojanosti otisaka na pranje proveden je tzv. *Wash – test* u laboratorijskom aparatu za procese mokrog oplemenjivanja i bojadisanja *Mathis*, prema normi HRN EN ISO 105-C06:2010: Tekstil - Ispitivanje postojanosti obojenja - Dio C06: Postojanost obojenja pri pranju u kućanstvu i komercijalnom pranju (*slika 26*).



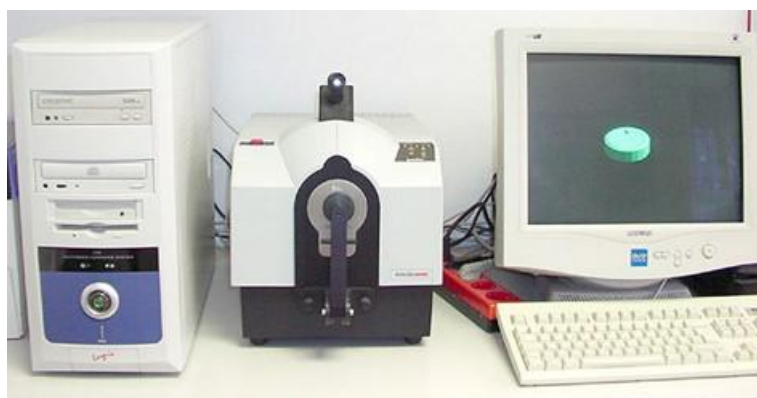
Slika 26. Wash – test

3.11. Dino – lite mikroskopska analiza tiskanih uzoraka

Mikroskopom Dino – lite opisanim u poglavlju 3.3. Eksperimentalnog dijela rada, analizirani su svi tiskani uzorci pleteni alpaka i merino vunom, prije i poslije wash – testa, kako bi se utvrdile karakteristike pokrivenost bojilom.

3.12. Spektrofotometrijsko mjerenje tiskanih uzoraka

Spektrofotometrijsko mjerenje tiskanih uzoraka provedeno je pomoću računalno vođenog remisijskog spektrofotometra DataColor Spectra Flas 600 PLUS – CT (*slika 27*). Mjerenje otisnutih uzoraka je provedeno prije i nakon pranja (*wash – testa*). Rezultati kolorističkih parametara (L^* , a^* , b^* , C^* , h), remisijske vrijednosti i vrijednosti razlika u boji za uzorke prije i poslije pranja, prikazani su grafički i tablično u poglavlju 4. *Rezultati i rasprava*.



Slika 27. Spektrofotometar DataColor Spectra Flas 600 PLUS – CT [88]

⁸⁸http://www.tsrc.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=102%3Asf600&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=hr

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je prikazati cjelovitost i sve faze procesa od početne ideje do realizacije, kada se razmatra mogućnost primjene prirodnih bojila u tisku tekstilnih materijala. O primjeni prirodnih bojila u bojadisanju postoji značajan broj zapisa s povijesnog aspekta kao i suvremenih pokušaja revitalizacije. No, kada je tisak u pitanju, obzirom na kompleksnost samog postupka i postizanja zadovoljavajućih rezultata pokrivenosti otisnute površine i kvalitete otiska, relativno malo vremena i istraživačkog rada posvećuje se tom zahtjevnom, ali ujedno i izazovnom aspektu primjene prirodnih bojila.

Izvorna ideja je bila osmisliti prirodan, komercijalno privlačan i ekološki prihvatljiv proizvod. Put realizacije podrazumijevao je čitav niz ispitivanja i optimiranja, kako bi se u konačnici dobio optimalan odnos izabrane tekstilne podloge, primijenjenog bojila i dobivenog obojenja otisnutog efekta, obzirom na predviđenu namjenu i osmišljeni dizajn.

U ovom poglavlju bit će prikazana detaljna analiza rezultata preliminarnih ispitivanja i optimiranja te postupak realizacije finalnog proizvoda.

4.1. Ispitivanje fizikalno - mehaničkih svojstava pređa i pletiva

Kao što je i navedeno, postupku finalne realizacije osmišljenog proizvoda prethodila je iscrpna analiza karakteristika pređe kao elementarnog čimbenika proizvoda. Ispitane su finoće, uvojitosti, promjeri i dlakavosti izabranih alpaka i merino vunениh pređa, kao i plošne mase i debljine izrađenih pletiva, s ciljem definiranja utjecaja istih na taktilne karakteristike i karakteristike pokrivenosti i kvalitete otiska u procesu tiska.

U *tablici 2* i na *slici 28* prikazani su rezultati mjerenja **finoće pređe**, a rezultati **uvijenosti pređe** prikazani su u *tablici 3* i na *slici 29*.

Usporedbom rezultata vidljivo je da je finoća pređe predene od alpaka vlakana s finoćom od 303,6 texa značajnije veća, slijedi ju ručno predena pređa od vlakana domaće pramenke sa finoćom od 465,1 texa, dok je pređa od merino vune manje finoće, 756, 5 texa. Posljednja je strojno predena domaća pramenka sa finoćom od 907 texa.

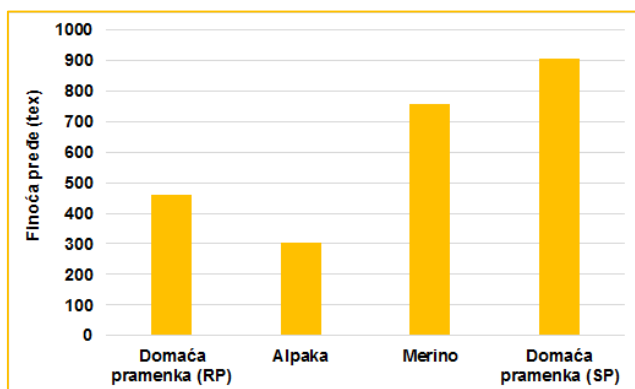
Ispitivanje uvijenosti i karakteristika končanja provedeno je u cilju utvrđivanja konstrukcijskih karakteristika pređe. Dobiveni rezultati, osim što se mogu povezati s vizualnim karakteristikama krajnjeg proizvoda te su značajni za optimiranje reoloških svojstava ugušćivača i sastava tiskarske paste u kasnijoj fazi rada, služe i kao parametri na temelju kojih se može proizvesti pređa ciljanih svojstava te provesti daljnja istraživanja

utjecaja konstrukcijskih i fizikalno – mehaničkih svojstava pređe na karakteristike otiska u tehnologiji tekstilnog sitotiska.

U daljnjem tekstu koristiti će se oznaka RP za ručno predenu pramenku, i SP za strojno predenu pramenku.

Tablica 2. Finoća pređa

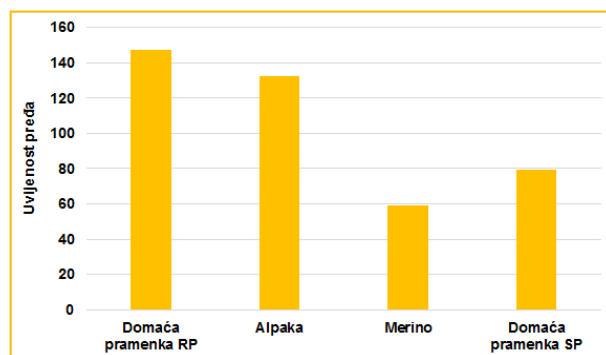
	Domaća pramenka (RP)	Alpaka	Merino	Domaća pramenka (SP)
Masa, g	0,4615	0,3036	0,7565	0,907
Duljina, mm	1	1	1	1
Finoća, tex	461,5	303,6	756,5	907



Slika 28. Grafički prikaz finoće alpaka i merino končanih pređa

Tablica 3. Uvijenost pređa

Broj uvoja	Domaća pramenka RP	Alpaka	Merino	Domaća pramenka SP
m ⁻¹	147,2	132,4	59,2	79,6

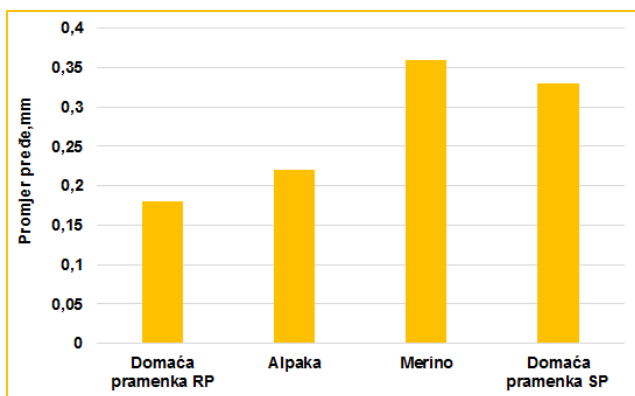


Slika 29. Grafički prikaz uvijenosti pređa

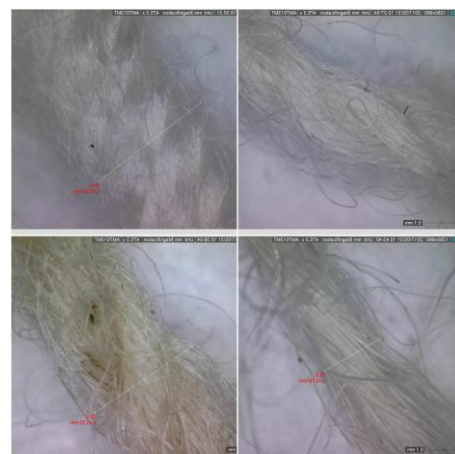
Srednja vrijednost uvoja 132, 4 alpaka pređe u odnosu na srednju vrijednost uvoja merino pređe 59,2 te činjenica da je merino pređa končana od 8 pređa, dok je alpaka pređa končana od samo 3 pređe, ukazuju na veću uvijenost i kompaktnost alpaka končane pređe u odnosu na merino. Srednja vrijednost uvoja pređe dobivene ručnim predenjem vlakana domaće pramenke je 147, 2 uvoja, dok srednja vrijednost uvoja pređe strojno predanih vlakana domaće pramenke iznosi 79,6 te je končana od 3 pređe.

Tablica 4. Promjer pređa

	Domaća pramenka RP	Alpaka	Merino	Domaća pramenka SP
Promjer, mm	0,18	0,22	0,36	0,33



Slika 30. Grafički prikaz promjera pređa



Slika 31. Mikroskopska snimaka promjera pređa s mikroskopom Dino – Lite AM7013

Obzirom na rezultate finoće i uvojitosti ispitivanih pređa, očekivano su dobiveni rezultati većeg **promjera** merino pređe u odnosu na merino pređe te najmanjeg promjera pređe ručno upredenih vlakana domaće pramenke. (tablica 4, slika 30, 31).

Rezultati mjerenja **dlakavosti pređa** (tablica 5), očekivano su pokazali da veći broj stršećih vlakana imaju najgrublje pređe, pređa ručno ispredena od vlakana domaće pramenke, zatim pređa strojno ispredena od vlakana iste ovce. Slijede ih finije pređe, sa manjim brojem stršećih vlakana, pređa ispredena od vlakana merino ovce, zatim pređa dobivena predenjem vlakana alpake. Ovi rezultati opravdavaju subjektivno dlakaviji i oštrij opip alpaka pletiva, u odnosu na mekši i glađi opip merino pletiva. Obzirom da u ovom dijelu ispitivanja nedostaju informacije o svim čimbenicima koji utječu na dlakavost pređe, poput svojstva korištenih vlakana ili parametara proizvodnje pređe, teško je izvesti definitivne zaključke o tome što je kod koje pređe utjecalo na dobiveni rezultat.

Tablica 5. Dlakavost pređa

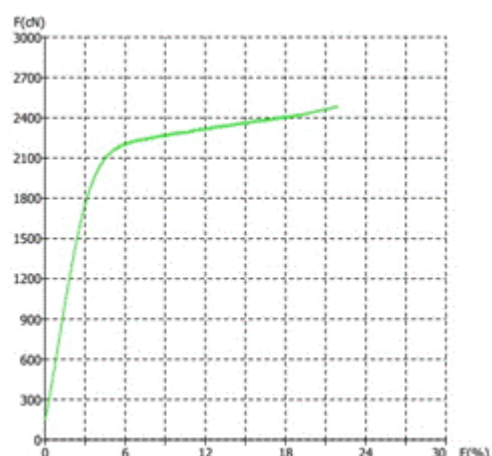
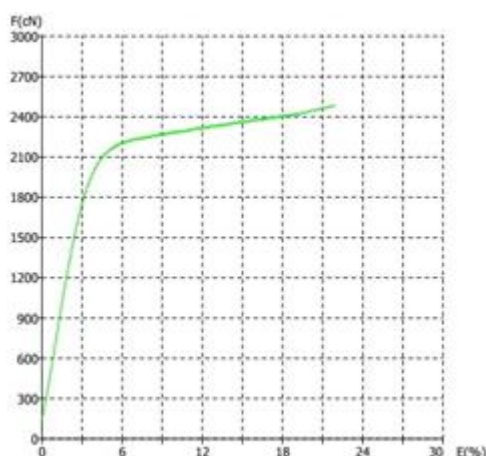
		Broj stršećih vlakana, mm			
Uzorak	Duljina (mm)	n ₁	n ₂	n ₃	n ₄
		6	8	12	18
Alpaka	1	639	387	90	26
Merino	1	332	92	2	4
Domaća pramenka RP	1	765	1440	678	232
Domaća pramenka SP	1	834	432	96	32

U tablicima 6 – 9 prikazani su rezultati mjerenja **čvrstoće** alpaka i merino končane pređe, te ručno i strojno predene domaće pramenke. Dobiveni rezultati prikazani su i grafički na slikama 32 – 35. Prema prikazanim rezultatima, najmanju čvrstoću imaju pređa ručno ispredena od vlakana domaće pramenke sa (3,54 cN/tex), a slijedi ju strojno ispredena pređa

od vlakana iste ovce sa nešto većim rezultatom (4, 56 cN/tex). Nešto veće vrijednosti čvrstoće imaju pređe predene od vlakana merino ovce (8,29 cN/tex) i pređa ispredena od vlakana alpake (8, 18 cN/tex).

Tablica 6. Čvrstoća alpaka pređe

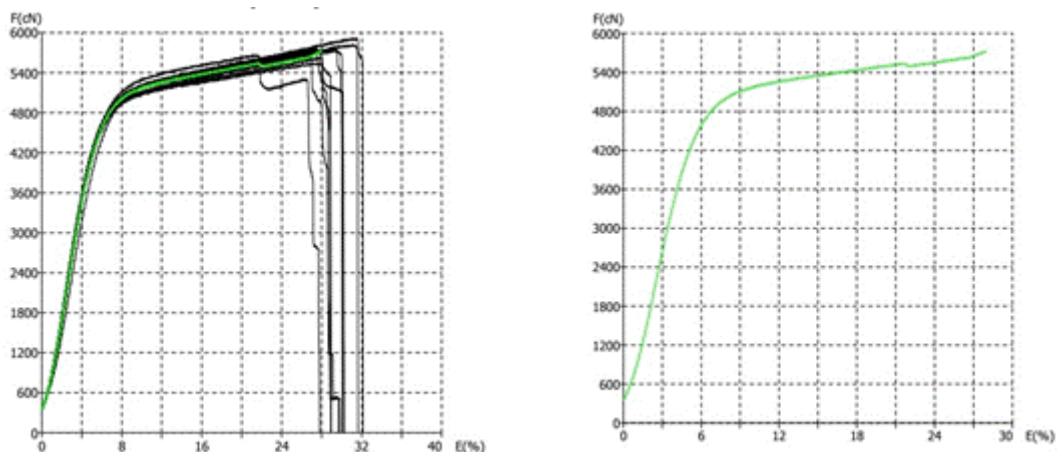
	Broj mjerjenja	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	S	CV
Prekidna sila, cN	10	2486,98	2282,72	2616,38	196,31	4,27
Prekidno istezanje, %	10	21,91	18,48	25,86	2,6	11,88
Rad prekida, cN\timescm	10	226,92	177,17	284,23	41,82	18,43
Čvrstoća cN/tex	10	8,29	7,61	8,72	0,35	4,27
Vrijeme prekida, s	10	13,61	11,68	16,10	1,57	11,52



Slika 32. Grafički prikaz prekidna sila/ prekidno istezanje i prosječna prekidna sila/prosječno istezanje alpaka pređe

Tablica 7. Čvrstoća merino pređe

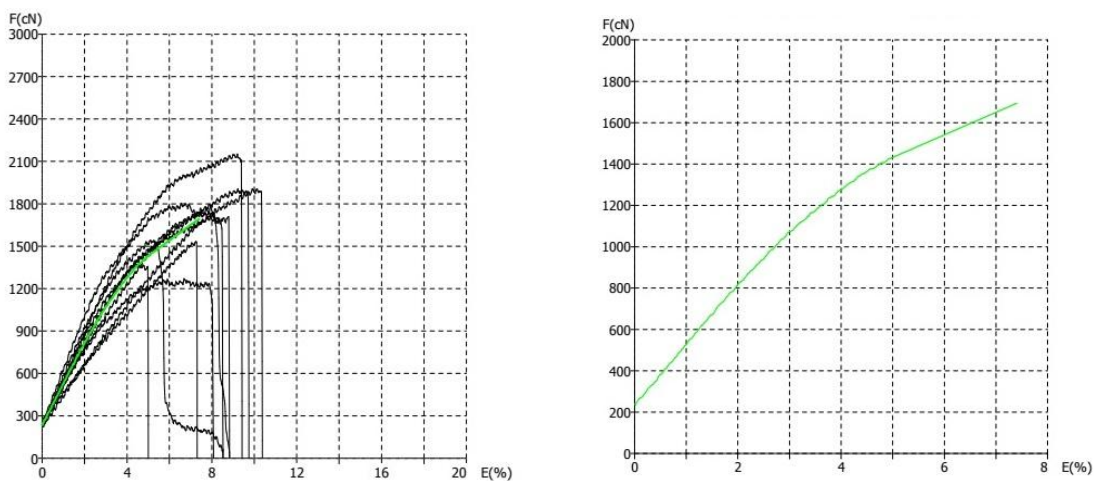
	Broj mjerena	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	S	CV
Prekidna sila, cN	10	5727,95	5550,14	5924,49	107,34	1,87
Prekidno istezanje, %	10	27,85	21,19	31,23	2,82	10,14
Rad prekida, cN\timescm	10	670,92	499,9	778,58	78,77	11,74
Čvrstoća cN/tex	10	8,18	7,93	8,46	0,15	1,87
Vrijeme prekida, s	10	18,47	17,12	19,90	0,80	4,34



Slika 33. Grafički prikaz prekidna sila/prekidno istezanje i prosječna prekidna sila/prosječno prekidno istezanje merino pređe

Tablica 8. Čvrstoća ručno predene pređe domaće pramenke

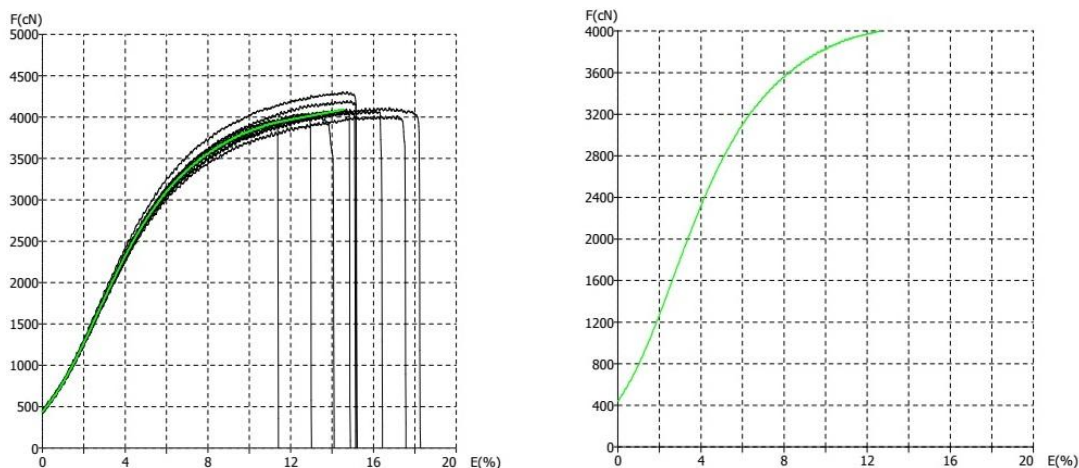
	Broj mjerjenja	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	S	CV
Prekidna sila, cN	10	1698,81	1273,6	2165,58	267,39	15,74
Prekidno istezanje, %	10	7,39	4,39	9,9	1,79	24,17
Rad prekida, cNxcn	10	42,35	17,4	68,46	16,01	37,8
Čvrstoća cN/tex	10	3,54	2,65	4,49	0,56	15,74
Vrijeme prekida, s	10	5,14	3,05	6,32	0,90	17,56



Slika 34. Grafički prikaz prekidna sila/prekidno istezanje i prosječna prekidna sila/prosječno prekidno istezanje ručno predene pređe domaće pramenke

Tablica 9. Čvrstoća strojno predene pređe domaće pramenke

	Broj mjerena	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	S	CV
Prekidna sila, cN	10	4096,28	3967,29	4313,16	101,2	2,47
Prekidno istezanje, %	10	14,52	11,13	17,18	1,85	12,75
Rad prekida, cN×cm	10	217,58	149,83	266,2	35,8	16,45
Čvrstoća cN/tex	10	4,56	4,42	4,80	0,11	2,47
Vrijeme prekida, s	10	9,44	7,05	11,39	1,28	13,53



Slika 35. Grafički prikaz prekidna sila/prekidno istezanje i prosječna prekidna sila/prosječno prekidno istezanje strojno predene pređe domaće pramenke

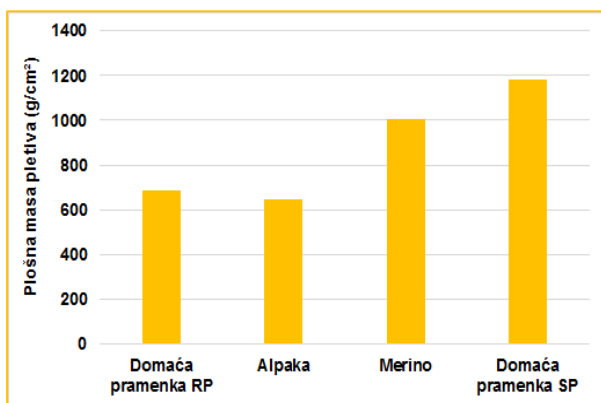
U nastavku rada pristupilo se ispitivanju svojstava izrađenih pletiva te se odredila **plošna masa** i **debljina** pletiva. Dobiveni rezultati prikazani su tablično i grafički u *tablicama 10 i 11*, te na *slikama 36, 37 i 38*.

Obzirom da su uzorci ručne izrade, iako je broj očica koji se koristio kao osnovni red, kod svih uzoraka iznosio isto, površine, a samim time ni plošne mase, nisu iste. Razlog tome je promjer pređe, masa pređe te način pletenja.

Gledajući plošnu masu pletiva, najveću ima pletivo pleteno od strojno predene domaće pramenke, a slijedi ga merino pletivo. Sljedeće pletivo, gledajući plošne mase, je pletivo od ručno predene pređe domaće pramenke. Najmanju plošnu masu ima alpaka pletivo

Tablica 10. Plošna masa pletiva

Plošna masa	Domaća pramenka RP	Alpaka	Merino	Domaća pramenka SP
M g/cm ²	686	645	1006,46	1180,49



Slika 36. Grafički prikaz rezultata mjerenja plošne mase pletiva

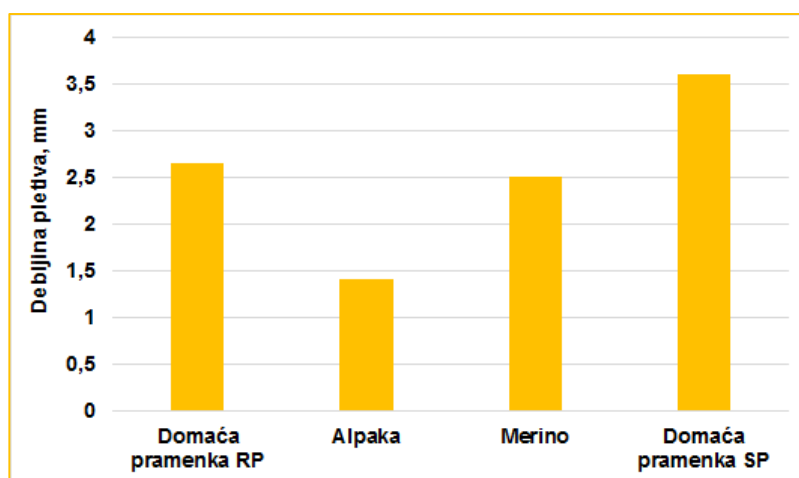


Slika 37. Mikroskopska snimka alpaka i merino pletiva (mikroskop Dino – Lite AM7013)

Pri mjerenju, **debljina pletiva** ovisi o sili pritiska na pletivo i površini nalijeganja. Površina nalijeganja ovisi o strukturi pletiva. Površina nalijeganja prilikom mjerenja iznosila je 9 cm, a mjerenja su obavljena pri opterećenju od 2 cN. Na osnovi pet mjerenja određena je prosječna debljina pletiva koja se nalazi u granicama od 1,40 mm do 3,60 mm. Uobičajeno, debljina pletiva ovisi o masi i finoći pređe. Povezano s time, pletenjem finijom alpaka predom dobiveni su uzorci pletiva manje debljine, dok su pletenjem grubljom strojno predenom domaćom pramenkom dobiveni uzorci pletiva veće debljine.

Tablica 11. Debljina pletiva

Prosječna debljina	Domaća pramenka RP	Alpaka	Merino	Domaća pramenka SP
Mm	2,65	1,40	2,50	3,60



Slika 38. Grafički prikaz debljine pletiva

4.2. Optimiranje pripreme ugušćivača i sastava tiskarske paste

Slijedeći korak u radu podrazumijevao je optimiranje pripreme ugušćivača i sastava tiskarske paste te detaljnu analizu, kao pripremu za provođenje tiska izrađenih pletenih tekstilnih podloga. Obzirom na karakteristike pređe i pletiva utvrđenih ispitivanjem fizikalno – mehaničkih i konstrukcijskih svojstava, potrebno je bilo definirati u prvom koraku odnos udjela suhe tvari i vode kod pripreme matičnog ugušćivača, a zatim i sastav tiskarske paste koji će omogućiti postizanje zadovoljavajuće pokrivenosti površine bojom kod tiska te zadovoljavajuće oštrote otiska i dubine obojenja otisnutih mjesta.

Prilikom izbora ugušćivača rukovodilo se uobičajenim preporukama te već poznatim, u literaturi navedenim karakteristikama primjenjivosti pojedinih vrsta ugušćivača za tisak proteinskih vlakana kiselo – močilskim bojilima. Za tisak proteinskih vlakana poglavito vune kiselo – močilskim bojilima preporučuju se ugušćivači na bazi biljnih guma kao i guma dobivenih zagrijavanjem suhih škrobova (*British gum*), s većim udjelom suhe tvari. Stoga su za ispitivanje izabrana dva ugušćivača koji odgovaraju navedenim preporukama: *Diagum R8* (eter rogačeva brašna) koji se može pripremiti u rasponu udjela suhe tvari do 8% i *Britanska guma* (dekstrin, odnosno derivat škroba) koji se može pripremiti u rasponu udjela suhe tvari do 13%.

Kao što je već navedeno u eksperimentalnom dijelu, u fazi optimiranja udjela suhe tvari u pripremi ugušćivača, za ugušćivač *Britanska guma* ispitan je sadržaj suhe tvari od 13%, 8% i 4%, dok je za ugušćivač *Diagum R8* ispitan sadržaj suhe tvari 8% i 4%. Oba ugušćivača ispitana su u neutralnom, te u kiselom i alkalnom obliku, a recepture pripreme matičnih ugušćivača prikazane su u *tablici 12* (prikazani omjeri odnose se na količine od 100g gotovog ugušćivača):

Tablica 12. Prikaz recepture pripreme ugušćivača Britanska guma i Diagum R8

Naziv	Podrijetlo (sastav)	Sadržaj suhe tvari	pH regulator	pH
Britanska guma	Dekstrin (derivat škroba)	13%	-	neutralan (7)
		8%	-	neutralan (7)
		8%	10ml 10% - CH ₃ COOH	kiseo (4)
		4%	5 ml 10% - CH ₃ COOH	kiseo (4)
		8%	0,05g Na ₂ CO ₃	lužnat (9)
		4%	0,025g Na ₂ CO ₃	lužnat (9)
Diagum R8	Eter rogačeva brašna	8%	-	neutralan (7)
		8%	10ml 10% - CH ₃ COOH	kiseo (5)

	4%	5ml 10% - CH ₃ COOH	kiseo (5)
	8%	0,2g Na ₂ CO ₃	lužnat (9)
	4%	0,1g Na ₂ CO ₃	lužnat (9)

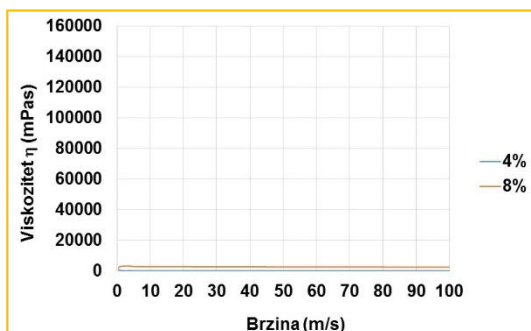
Potrebno je naglasiti da za ugušćivač *Diagum R8* nije postignut ciljani kiseli pH 4 te i nakon dodatka octene kiseline kao pH regulatora, ostaje nepromijenjen na vrijednosti pH 5. Stoga je za navedeni ugušćivač odlučeno da će se u daljnjoj obradi dani pH 5 uzimati u obzir kao blago kiseli, te se neće dalje podešavati prema kiselijem pH.

Nakon pripreme ugušćivača pristupilo se mjerenju reoloških svojstava. Na *slici 39 a – f*, grafički su prikazani rezultati mjerenja **viskoziteta** pripremljenih ugušćivača.

Rezultati mjerenja viskoziteta dobiveni za ugušćivač *Britanska guma 4%* u ovisnosti o pH pokazuju neznatnu razliku u promjeni viskoziteta (*slika 39 a, c, e*). Naime, pri istoj brzini vretena (100 m/s), vrijednost viskoziteta ugušćivača *Britanska guma 4%* u kiselom pH 4 iznosi 204 mPas (*slika 39.a*), dok u neutralnom pH 7 iznosi 323,9 mPas (*slika 39.c*). Uspoređujući rezultate viskoziteta za isti ugušćivač u neutralnom pH 7 (*slika 39.c*) s rezultatom viskoziteta u alkalnom pH 9 (*slika 39.e*), ne uočava se značajna razlika u promjeni viskoziteta, čime se može zaključiti da dodatak alkalije ne utječe na promjenu viskoziteta kod ugušćivača *Britanska guma*.

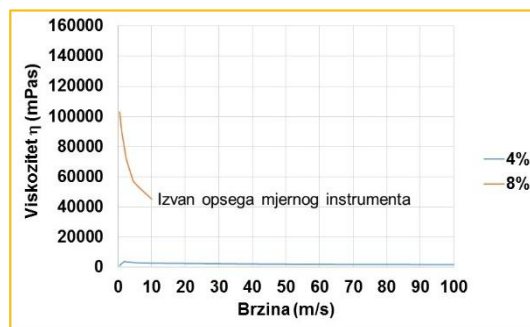
S porastom udjela suhe tvari, očekivano, vrijednost viskoziteta raste, te za isti ugušćivač pri istoj brzini vretena (100 m/s), ali za udio suhe tvari 8%, iznosi 4049 mPas u neutralnom pH 7 (*slika 39.c*) i 2615 mPas (*slika 36.a*) u kiselom pH 4. Daljnjim porastom udjela suhe tvari za isti ugušćivač (*Britanska guma 13%*), vrijednost viskoziteta se smanjuje sve do brzine 20 m/s. Pri toj brzini nije više moguće mjeriti viskozitet (*slika 39.c*). Za ugušćivač *Diagum 8* rezultati pokazuju značajnu razliku u ponašanju ugušćivača ovisno o udjelu suhe tvari, u odnosu na ugušćivač *Britanska guma*. Za ugušćivač *Diagum R8*, vrijednosti viskoziteta kod 8% udjela suhe tvari su izvan mjernog opsega instrumenta što ukazuje na nestabilnost svojstava ovog ugušćivača za navedeni udio suhe tvari (*slika 39 b, d, f*). Također, u ovisnosti o pH, rezultati viskoziteta pri brzini od 0,5 m/s u neutralnom iznosi 82 182 mPas, dok je pri istoj brzini u lužnatom taj iznos manji – 50 569 mPas. Isto tako, u lužnatom se, dostiže brzina rotacije vretena do 10 m/s, dok u neutralnom ta brzina iznosi 5 m/s. Također se za ugušćivač *Diagum 8* s udjelom suhe tvari 4% uočava da porastom brzine rotacije vretena vrijednost viskoziteta neznatno opada, dok za udio suhe tvari 8%, dolazi do značajnog pada viskoziteta povećanjem brzine, sve do 50 m/s na kojoj više nije moguće mjeriti viskozitet, zbog izlaska vrijednosti izvan mjernog opsega instrumenta (*slika 39 b, d, f*).

Britanska guma

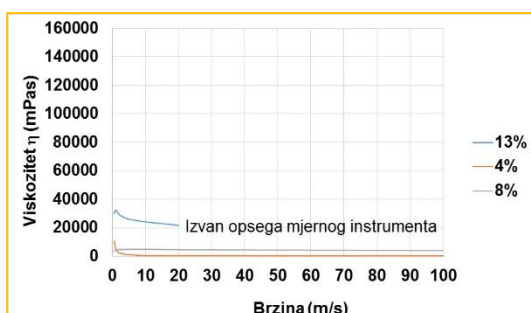


a. Viskozitet ugušćivača Britanska guma 4% i Britanska guma 8%, pH 4

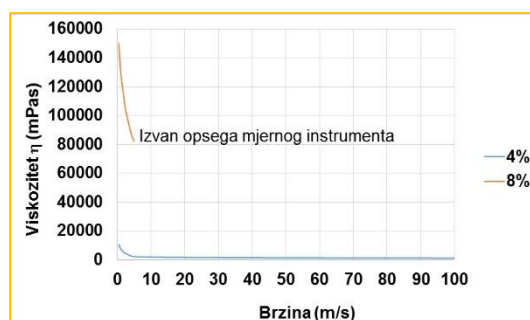
Diagum R8



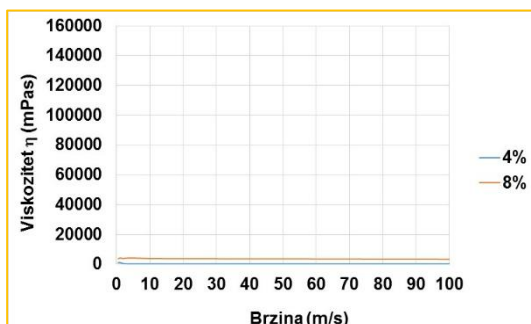
b. Viskozitet ugušćivača Diagum R8 4 i Diagum R8 8%, pH 5



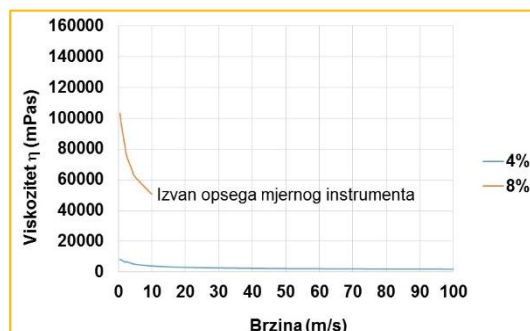
c. Viskozitet ugušćivača Britanska guma 13%, Britanska guma 4% i Britanska guma 8%, pH 7



d. Viskozitet ugušćivača Diagum R8 4% i Diagum R8 8%, pH 7



e. Viskozitet ugušćivača Britanska guma 4% i Britanska guma 8%, pH 9



f. Viskozitet ugušćivača Diagum R8 4% i Diagum R8 8%, pH 9

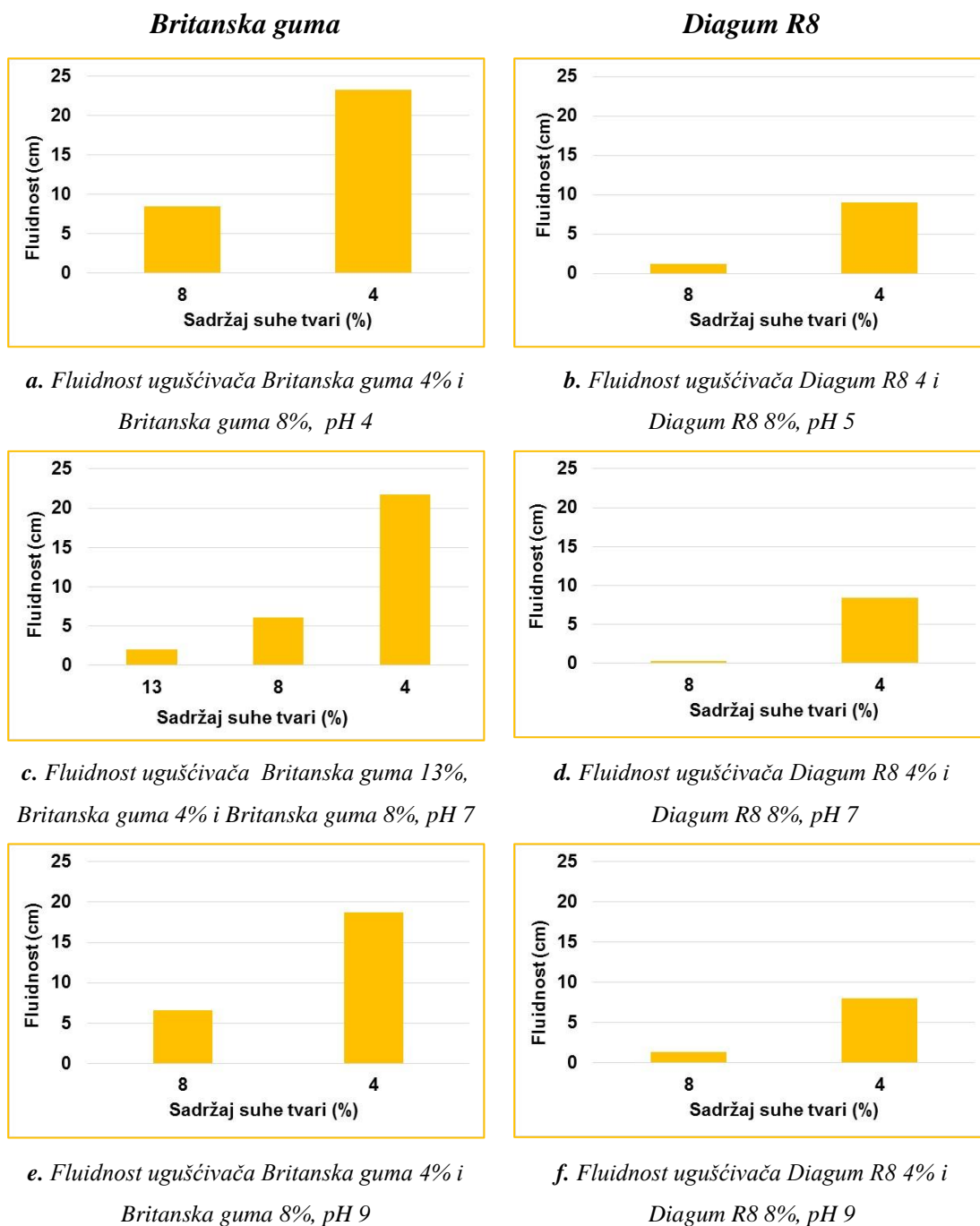
Slika 39. Viskozitet ugušćivača Britanska guma i Diagum R8 u ovisnosti o sadržaju suhe tvari i pH

Rezultati mjerenja viskoziteta ugušćivača potvrđuju da će vrijednosti viskoziteta ovisiti o udjelu suhe tvari te o porijeklu ugušćivača. Također, potvrđeno je da promjena pH nema značajnijeg utjecaja na vrijednosti viskoziteta.

Za ispitane ugušćivače može se reći da je *Britanska guma 4%* prema rezultatima mjerenja niskoviskozaan ugušćivač, dok je *Britanska guma 8%* srednjeviskozaan ugušćivač. Uspoređujući ugušćivače *Britanska guma 4%* i *Diagum R8* istih udjela suhe tvari, može se potvrditi da je prvi niskoviskozaan, dok je drugi srednjeviskozaan.

Osim viskoziteta, provedeno je i mjerenje **fluidnosti** ugušćivača. Dobiveni rezultati prikazani su na *slici 40 a – f.*, te se općenito uočava povećanje fluidnost sa smanjenjem udjela

suhe tvari, za oba ispitana ugušćivača. Sukladno tome najmanja vrijednost fluidnosti dobivena je za ugušćivač *Britanska guma 13%*, slijede vrijednosti fluidnosti za *Britanska guma 8%* i *Britanska guma 4%* s najmanjim udjelom suhe tvari i najvećom fluidnosti.



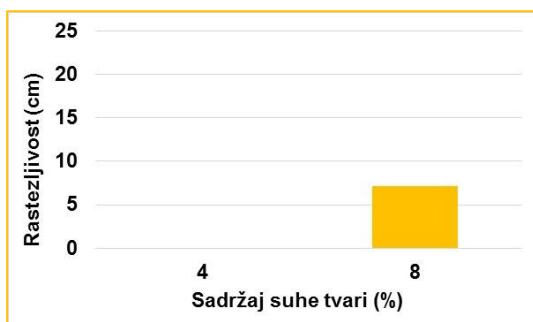
Slika 40. Fluidnost ugušćivača *Britanska guma* i *Diagum R8* u ovisnosti o sadržaju suhe tvari i pH

Rezultati, potvrđuju da nema značajnog utjecaja pH vrijednosti na svojstvo fluidnosti ugušćivača *Britanska guma* (slika 40 a, c, e), dok se kod ugušćivača *Diagum R8* kod 8 %

udjela suhe tvari, može primjeniti povećanje vrijednosti fluidnosti u kiselom i alkalnom pH u odnosu na neutralni pH (slika 40 b, d, f).

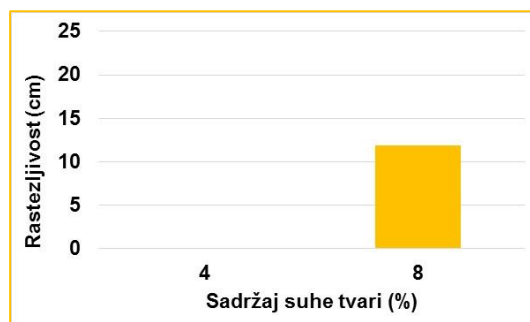
Rezultati mjerenja **rastezljivosti** ugušćivača prikazani su na slici 41 a – f.

Britanska guma

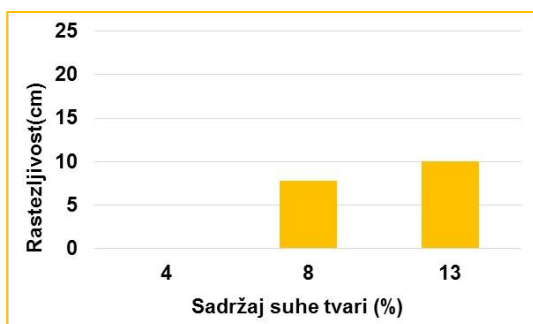


a. Rastezljivost ugušćivača Britanska guma 4% i Britanska guma 8%, pH 4

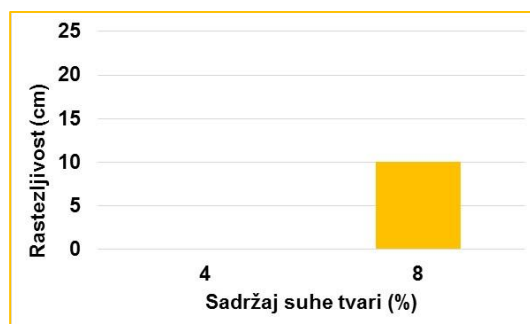
Diagum R8



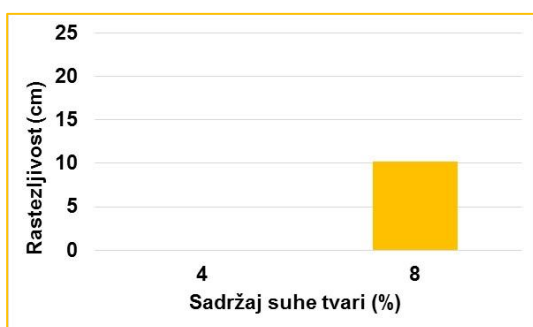
b. Rastezljivost ugušćivača Diagum R8 4% i Diagum R8 8%, pH 5



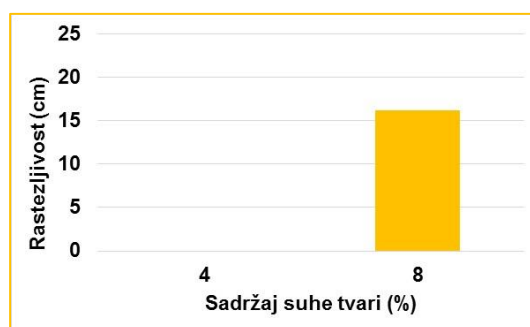
c. Rastezljivost ugušćivača Britanska guma 13%, Britanska guma 4% i Britanska guma 8%, pH 7



d. Rastezljivost ugušćivača Diagum R8 4% i Diagum R8 8%, pH 7



e. Rastezljivost ugušćivača Britanska guma 4% i Britanska guma 8%, pH 9



f. Rastezljivost ugušćivača Diagum R8 4% i Diagum R8 8%, pH 9

Slika 41. Rastezljivost ugušćivača Britanska guma i Diagum R8 u ovisnosti o sadržaju suhe tvari i pH

Rezultati, općenito, potvrđuju povećanje rastezljivosti ugušćivača s povećanjem udjela suhe tvari. Karakteristično je da se ugušćivačima s najmanjim udjelom suhe tvari, 4%, nije mogla izmjeriti rastezljivost jer se nisu rastezali u konstantnoj liniji. Također, rezultati

potvrđuju povećanje rastezljivosti ugušćivača u alkalnom pH 9, u odnosu na kiseli i neutralni pH, za oba ispitivana ugušćivača sa sadržajem suhe tvari 8%.

4.3. Tisak

Nakon provedene iscrpne analize fizikalno – mehaničkih svojstava pređe i pletiva, te analize reoloških svojstava pripremljenih ugušćivača, pristupilo se postupku izrade probnih otisaka s ciljem definiranja optimalnog sastava tiskarske paste za tisak uzorka finalnog proizvoda. Kao što je i prikazano u *tablici 1*, postavljeno je 6 osnovnih receptura tiskarskih pasti s različitim koncentracijama bojila, različitim udjelima uree i glicerola te udjelima močila koje je prisutno u Recepturama 2, 3 i 4 kod pigmenta oraha.

Nakon pripreme tiskarskih pasti i izrade šablone jednostavne tiskovne forme prema prikazu na *slici 24.*, otisnuto je tehnikom ručnog sitotiska, ukupno 62 uzorka. Cilj je bio postaviti optimalnu recepturu za svaki korišteni biljni pigment, a koja će osigurati zadovoljavajuću pokrivenost površine otiska te zadovoljavajuće kolorističke vrijednosti otisnute površine.

Osim ispitivanja različitih sastava tiskarske paste provedeno je i ispitivanje različitih vremena fiksiranja otisaka. Naime, fiksiranje je ključna faza tekstilnog tiska u kojoj dolazi do reakcije bojilo – vlakno te do vezanja bojila za vlakno. Preporučeno vrijeme fiksiranja za vunu, obzirom na njenu prirodnu karakteristiku hidrofobnosti, je 30 min., postupkom fiksiranja parom u atmosferskim uvjetima. Osim tog uobičajenog vremena fiksiranja, provelo se ispitivanje vremena od 45 min. i 60 min.

Rezultati su prikazani u *tablici 13*.

Prvih 36 uzoraka (18 pletenih alpaka vunom i 18 pletenih merino vunom), tiskano je tiskarskom pastom prema *Recepturi 1*. Na temelju čistog subjektivnog vizualnog doživljaja otisnutih uzoraka, može se potvrditi, općenito, zadovoljavajuća pokrivenost i probojadisanost tekstilne površine na otisnutim područjima. Neznatno slabija pokrivenost i probojadisanost površine uočava se na uzorcima pletenih alpaka vunom zbog ranije utvrđenog većeg udjela stršećih vlakana (*tablica 5*), te rjeđe strukture zbog manjeg promjera pređe što se također potvrđuje rezultatima mjerenja promjera pređe (*tablica 4*). Također, alpaka vlakna su medulirana, što stvara problem pri tiskanju – dolazi do otežanog protiskivanja tiskarske paste i neravnomjernog nanosa bojila, a otisnuta područja su vizualno svjetlija u odnosu na otiske na nemeduliranim vunanim vlaknima. Slabija pokrivenost bojilom se može primijetiti i na oba uzorka otisnuta tiskarskom pastom s ugušćivačem








Britanska guma 13% gdje je zbog veće koncentracije suhe tvari, odnosno veće viskoznosti ovog ugušćivača, pokrivenost bojilom manja. Iz tog se razloga ovaj ugušćivač se odbacuje u daljnjim ispitivanjima.







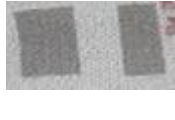

















U daljnjem radu, optimiranje se nastavilo samo na uzorcima pletenim alpaka predom zbog dobivanja slabijih rezultata pokrivenosti bojilom i probojadsanosti otisnutih mjesta, u odnosu na uzorke pletene merino predom. Daljnjih 17 uzoraka pletiva, izrađenih od alpaka pređe, tiskano je tiskarskom pastom pripremljenom po *Recepturi 1*, za oba ispitivana ugušćivača – *Britanska guma* i *Diagum R8* u koncentracijama suhe tvari 4 i 8%, te kiselom i alkalnom pH.





















Promjena pH utječe na promjenu nijanse obojenja koje se postiže korištenim biljnim pigmentima – orah, luk, kurkuma. Stoga su ugušćivačima dodavani pH regulatori te se uočava postizanje tamnijeg obojenja na otiscima pigmentom oraha (prvih 15 uzoraka s orahom), za razliku od uzoraka tiskanih tiskarskom pastom koja sadrži ugušćivač bez pH regulatora.













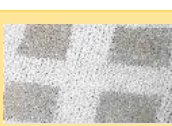
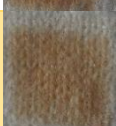


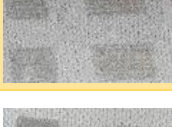



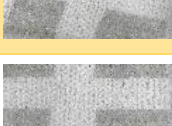
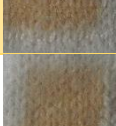
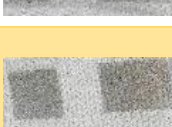
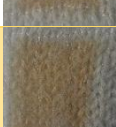
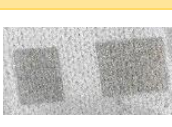
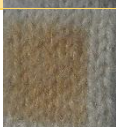


Obzirom na porijeklo i sadržaj suhe tvari ugušćivača, može se uočiti da je, vizualno i subjektivno, kod od ovih 15 uzoraka, bolja pokrivenost bojilom i probojadsanost površine tekstilne podloge dobivena za uzorke otisnute tiskarskom pastom s ugušćivačem *Britanska guma 4%*, neovisno o pH. Razlog je niska viskoznost ovog ugušćivača, koja omogućava lakše protiskivanje i jednakomjerniji nanos tiskarske paste. Jednakomjerni nanos tiskarske paste doprinosi lakšoj apsorpciji bojila u samo vlakno. Obzirom na dobivene rezultate, ugušćivač *Britanska guma* s 4% udjela suhe tvari, za pH 4 (kisel) i pH 9 (alkalni), izabran je za daljnji rad i proces optimiranja, dok je ugušćivač *Diagum R8* odbačen u daljnjem radu.



























Tablica 13. Prikaz otisnutih uzoraka











Pređa/bojilo	Oznaka	Ugušćivač	Receptura	Otisak	Vrijeme fiksiranja	Otisak nakon fiksiranja
Alpaka – kurkuma	1	Britanska guma 13%	1		45 min	
Alpaka – luk	2	Britanska guma 13%	1		45 min	
Alpaka – orah	3	Britanska guma 13%	1		45 min	
Merino – kurkuma	4	Britanska guma 13%	1		45 min	

Merino – luk	5	Britanska guma 13%	1		45 min	
Merino – orah	6	Britanska guma 13%	1		45 min	
Alpaka – kurkuma	7	Britanska guma 8%	1		45 min	
Alpaka – luk	8	Britanska guma 8%	1		45 min	
Alpaka – orah	9	Britanska guma 8%	1		45 min	
Merino – kurkuma	10	Britanska guma 8%	1		45 min	
Merino – luk	11	Britanska guma 8%	1		45 min	
Merino – orah	12	Britanska guma 8%	1		45 min	
Alpaka – kurkuma	13	Diagum R8 8%	1		45 min	
Alpaka – luk	14	Diagum R8 8%	1		45 min	
Alpaka – orah	15	Diagum R8 8%	1		45 min	
Merino – kurkuma	16	Diagum R8 8%	1		45 min	
Merino – luk	17	Diagum R8 8%	1		45 min	

Merino – orah	18	Diagum R8 8%	1		45 min	
Alpaka – kurkuma	19	Diagum R8 8%	1		60 min	
Alpaka – luk	20	Diagum R8 8%	1		60 min	
Alpaka – orah	21	Diagum R8 8%	1		60 min	
Merino - kurkuma	22	Diagum R8 8%	1		60 min	
Merino – luk	23	Diagum R8 8%	1		60 min	
Merino – orah	24	Diagum R8 8%	1		60 min	
Alpaka – kurkuma	25	Britanska guma 8%	1		60 min	
Alpaka – luk	26	Britanska guma 8%	1		60 min	
Alpaka – orah	27	Britanska guma 8%	1		60 min	
Merino – kurkuma	28	Britanska guma 8%	1		60 min	
Merino – luk	29	Britanska guma 8%	1		60 min	
Merino – orah	30	Britanska guma 8%	1		60 min	

Alpaka – kurkuma	31	Britanska guma 13%	1		60 min	
Alpaka – luk	32	Britanska guma 13%	1		60 min	
Alpaka – orah	33	Britanska guma 13%	1		60 min	
Merino – kurkuma	34	Britanska guma 13%	1		60 min	
Merino – luk	35	Britanska guma 13%	1		60 min	
Merino – orah	36	Britanska guma 13%	1		60 min	
Alpaka – orah	37	Britanska guma 4% kiselo	1		30 min	
Alpaka – orah	38	Britanska guma 4% lužnato	1		30 min	
Alpaka – orah	39	Britanska guma 8% kiselo	1		30 min	
Alpaka – orah	40	Britanska guma 8% lužnato	1		30 min	
Alpaka – orah	41	Diagum R8 4% kiselo	1		30 min	
Alpaka – orah	42	Diagum R8 4% lužnato	1		30 min	
Alpaka – orah	43	Diagum R8 8% kiselo	1		30 min	
Alpaka – orah	44	Diagum R8 8% lužnato	1		30 min	

Alpaka – orah	45	Britanska guma 4% kiselo	1		45 min	
Alpaka – orah	46	Britanska guma 4% lužnato	1		45 min	
Alpaka – orah	47	Britanska guma 8% kiselo	1		45 min	
Alpaka – orah	48	Britanska guma 8% lužnato	1		45 min	
Alpaka – orah	49	Diagum R8 4% kiselo	1		45 min	
Alpaka – orah	50	Diagum R8 4% lužnato	1		45 min	
Alpaka – orah	51	Diagum R8 8% kiselo	1		45 min	
Alpaka – orah	52	Diagum R8 8% lužnato	1		45 min	
Alpaka – orah	53	Britanska guma 4% kiselo	2		45 min	
Alpaka – luk	54	Britanska guma 4% lužnato	2		45 min	
Alpaka – kurkuma	55	Britanska guma 4% kiselo	1		45 min	
Alpaka – kurkuma	56	Britanska guma 4% lužnato	1		45 min	
Alpaka – kurkuma	57	Britanska guma 4% kiselo	2		45 min	

Alpaka – kurkuma	58	Britanska guma 4% lužnato	2		45 min	
Alpaka – orah	59	Britanska guma 4% kiselo	3		45 min	
Alpaka – orah	60	Britanska guma 4% kiselo	4		45 min	
Alpaka – luk	61	Britanska guma 4% lužnato	5		45 min	
Alpaka – luk	62	Britanska guma 4% lužnato	6		45 min	

Za uzorke 53 i 54 korištena je tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 2* s ugušćivačem *Britanska guma 4%* u kiselom pH za pigment oraha, te *Britanska guma 4%* u alkalnom pH za pigment luka. Uspoređujući uzorak 53 s uzorcima tiskanim tiskarskom pastom pripremljenom prema *Recepturi 1*, uočava se značajna promjena svjetline i zasićenosti boje – boja je tamnija, manje zasićena i vizualno ide prema osjetu crne. Razlog tome je dodavanje metalnih soli željezovog sulfata FeSO_4 . Za uzorak 34 tiskan pigmentom luka po istoj *Recepturi 2* bez metalnih soli. uočava se promjena tona boje koji se subjektivno mijenja prema crvenijem. Promjena obojenja pripisuje se utjecaju pH.

Rezultati pokrivenosti površine intenziteta obojenja dobiveni s pigmentom kurkume su zadovoljavajući pri oba pH (uzorci 55 do 58), no uočava se neznatno jači intenzitet obojenja u kiselom pH (*tablica 13*).

Uzorci 59 i 60, otisnuti su pigmentom oraha u tiskarskim pastama pripremljenim po *Recepturi 3* (za uzorak 59) i *4* (za uzorak 60). Razlika u *Recepturama* je povećanje koncentracije bojila, metalnih soli i ostalih dodataka, pa se dobiva naglašenija akromatičnost uzorka koji se vizualno doživljava kao crno – smeđi. Slični se rezultati dobivaju i za uzorke tiskane lukom.

Uzorci 61 i 62 otisnuti su pigmentom luka u tiskarskim pastama pripremljenim prema *Recepturi 5* (za uzorak 61) i *6* (za uzorak 62). Prije postupka fiksiranja ne uočava se značajnija razlika u odnosu na uzorke tiskane pigmentom oraha 59 i 60, no nakon postupka fiksiranja parom i pranja, dobiva se obojenje specifičnog intenzivnog crveno – smeđeg tona

na uzorku 61 i narančasto – smeđeg tona boja na uzorku 62. Dobivena razlika u boji rezultat je ponovne ekstrakcije pigmenta iz ljuski luka. Iako je korištena ista vrsta luka te je bojilo ekstrahirano pod istim uvjetima i na isti način, nije moguće dobiti identičan pigment koji će omogućiti istovrsnu reprodukciju boje, jer na boju može utjecati značajan broj ostalih parametara, kao što su uvjeta rasta biljke i sazrijevanja - zemlja, klima, i/ili uvjeta skladištenja.

Razlog općenito dobivenih zadovoljavajućih rezultata pokrivenosti površine pletiva bojom i intenziteta obojenja za pigment kurkume jest finoća kristala bojila, odnosno veličina čestice koja je manja, i stupanj dispergiranoosti koji je veći u odnosu na pigmente oraha i luka. Pigment kurkume dolazi u obliku finog praha, koji se u tiskarskoj pasti lako i brzo homogenizira. Zrnca bojila ne zaostaju na pletivu, te bojilo lako prekriva površinu i prodire unutar vlakna. Kristali pigmenta luka i nisu tako fini, veličina im varira od većeg do manjeg, teško se tope u tiskarskoj pasti, i zbog toga zaostaju na pletivu nakon tiska. Taj se problem može umanjiti tako da se tiskarske paste s oba bojila puste da neko vrijeme odstoje, kako bi se kristali bojila mogli otopiti. A može se i u tiskarsku pastu, na bojilo, prije svih drugih dodataka dodati par kapljica vruće vode, kako bi se bojilo bolje i brže otopilo.

Fiksiranje otisnutih uzoraka provedeno je parom, a vremenski je za prvih 18 uzoraka iz *tablice 13* iznosilo 45 minuta. Zadovoljavajući rezultati intenziteta i dubine obojenja te pokrivenosti otisnute površine nakon provedenog postupka fiksiranja, općenito su dobiveni za uzorke merino pletiva. Zbog zbijene i glatke strukture merino pletiva (što se može povezati i s rezultatima mjerenja dlakavosti pređe iz *tablice 5* koji potvrđuju da merino pređa sadrži manje stršćih vlakanaca za razliku od alpaka pređe), bojilo lakše prekriva površinu vlakna te se u vlaknu veže kemijskim vezama.

Na alpaka pletivima za pigment kurkume također su dobiveni zadovoljavajući rezultati, no za alpaka uzorke otisnute pigmentom luka i oraha, već u samoj fazi fiksiranja dobivena je indikacija loše postojanosti obojenja jer dolazi do značajnog skidanja bojila. Razlog ovakvim rezultatima dobivenim za pigmente oraha i luka leži, između ostaloga, zasigurno i u veličini kristala bojila kao i slabije sposobnosti otapanja u tiskarskoj pasti. Stoga u velikoj količini zaostaju na pletivu nakon tiska, a dodatno zbog dlakavosti pletiva ne može se postići optimalna prekrivenost vlakna što otežava fiksiranje bojila za vlakno. Također, kod primjene ugušćivača s većim udjelom suhe tvari (*Britanska guma 13% i 8%* te *Diagum R8 8%*), zbog svojstva viskoziteta i gustoće nije moguće postići optimalnu pokrivenost površine i jednoličnost otiska jer je prolaz tiskarske paste kroz sito šablone otežan.

Uzorci 19 – 36 tiskani su pod istim uvjetima kao i uzorci 1 – 18, no produženo je vrijeme fiksiranja na 60 min. Rezultati ukazuju na određenu nestabilnost tiskarske paste u produženom vremenu fiksiranja parom te dolazi do razlijevanja i ispiranja bojila. Stoga je vrijeme fiksiranja u trajanju od 60 min. odbačeno za daljnje optimiranje.

Daljnji postupak optimiranja proveden je samo na alpaka pletivima. Uzorci 36 – 44 tiskani su pigmentom oraha u tiskarskim pastama pripremljenim prema *Recepturi 1*, s ugušćivačima *Britanska guma* s udjelom suhe tvari 4% i 8% te *Diagum R8* s udjelom suhe tvari 8%, pH 4 i 9. Vrijeme fiksiranja - 30 min. Isti su uzorci fiksirani i 45 minuta, te se uočava neznatna razlika u dubini obojenja. Neznatno veća dubina obojenja dobiva se u vremenu fiksiranja 45 min. u odnosu na 30 min. Uzimajući u obzir sve prethodno dobivene rezultate, u daljnjem radu provodi se fiksiranje u vremenu od 45 min.

Uspoređujući svih 62 uzorka prije i nakon fiksiranja, optimalni rezultati pokrivenosti površine i dubine obojenja dobiveni su za uzorke otisnute tiskarskim pastama s ugušćivačem *Britanska guma 4%*, uz dodatak pH regulatora i povećanje koncentracije bojila te fiksiranim u vremenu od 45 min.

Šablonom jednostavne tiskovne forme prema prikazu na *slici 24.*, otisnuto je tehnikom ručnog sitotiska, ukupno 18 uzoraka pletiva domaće pramenke. Od toga 9 uzoraka pletenih strojno predenom pređom i 9 uzoraka pletenih ručno predenom pređom, tiskano je tiskarskom pastom prema *Recepturi 1*.

















Rezultati se nalaze u *tablici 14*.

Na temelju čistog subjektivnog vizualnog doživljaja otisnutih uzoraka, može se potvrditi, zadovoljavajuća pokrivenost i probojadisanost tekstilne površine na otisnutim područjima. Neznatno slabija pokrivenost i probojadisanost površine uočava se na uzorcima pletenih domaćom pramenkom ručno predenom zbog ranije utvrđenog većeg udjela stršećih vlakana (*tablica 5*), te rjeđe strukture zbog manjeg promjera pređe što se također potvrđuje rezultatima mjerenja promjera pređe (*tablica 4*).

Tablica 14. Prikaz otisnutih uzoraka

Pređa/bojilo	Oznaka	Ugušćivač	Receptura	Otisak	Vrijeme fiksiranja	Otisak nakon fiksiranja
Domaća pramenka SP–kurkuma	1	Britanska guma 13%	1		45 min	

Domaća pramenka SP – luk	2	Britanska guma 13%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – orah	3	Britanska guma 13%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – kurkuma	4	Britanska guma 13%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – luk	5	Britanska guma 13%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – orah	6	Britanska guma 13%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – kurkuma	7	Britanska guma 8%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – luk	8	Britanska guma 8%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – orah	9	Britanska guma 8%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – kurkuma	10	Britanska guma 8%	1		45 min	

Domaća pramenka RP – luk	11	Britanska guma 8%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – orah	12	Britanska guma 8%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – kurkuma	13	Diagum R8 8%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – luk	14	Diagum R8 8%	1		45 min	
Domaća pramenka SP – orah	15	Diagum R8 8%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – kurkuma	16	Diagum R8 8%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – luk	17	Diagum R8 8%	1		45 min	
Domaća pramenka RP – orah	18	Diagum R8 8%	1		45 min	

Fiksiranje otisnutih uzoraka provedeno je parom, u vremenu od 45 min. Zadovoljavajući rezultati intenziteta i dubine obojenja te pokrivenosti otisnute površine nakon provedenog postupka fiksiranja, općenito su dobiveni za uzorke pletiva domaće pramenke strojno predene. Zbog zbijene i glatke strukture ovog pletiva (što se može povezati i s rezultatima mjerenja dlakavosti pređe iz *tablice 5* koji potvrđuju da strojno predena pređa

sadrži manje stršećih vlakana za razliku od ručno predene pređe), bojilo lakše prekriva površinu vlakna te se u vlaknu veže kemijskim vezama.

4.4. Wash – test

Otisnutim probnim uzorcima (62 uzorka) ispitana je postojanost na pranje provođenjem *Wash – testa* prema normi HRN EN ISO 105-C06:2010: Tekstil - Ispitivanje postojanosti obojenja - C06, kao što je i objašnjeno u poglavlju Eksperimentalnog dijela rada 3.10. U prvom dijelu analize provedeno je snimanje uzoraka mikroskopom Dino – Lite AM7013MT s povećanjem 50x, prije i nakon pranja. Komparativne snimke prikazane su u *tablici 15*.

Na temelju dobivenih rezultata mogu se izdvojiti uzorci 19, 25 i 31 (100% alpaka otisnuta prirodnim pigmentom kurkume) kod kojih je dobivena naglašena razlika između uzorka prije pranja i poslije pranja. Rezultati ukazuju na određenu nestabilnost i nepostojanost obojenja, pokrivenost površine i probojadisanost pređe nije zadovoljavajućem te se već vizualnom, subjektivnom usporedbom može potvrditi loša postojanost na pranje odnosno nezadovoljavajuća trajnost i otpornost otiska.

Za razliku od navedenih uzoraka, uzorci 56, 57 i 58 (100% alpaka otisnuta prirodnim pigmentom kurkume) ističu se, naprotiv, minimalnom razlikom u kvaliteti obojenja i pokrivenosti površine obzirom na pranje te ih karakterizira optimalna dubina i briljantnost obojenja kao i pokrivenost površine.

Kao što je vidljivo, radi se o uzorcima identičnog sirovinskog sastava otisnutim pigmentom kurkume, no razlikuju se obzirom na primijenjeni ugušćivač, vrijeme fiksiranja i recepturama tiskarskih pasti (*tablica 13*). Za tisak uzoraka 56, 57 i 58 korišten je ugušćivač *Britanska guma* s udjelom suhe tvari 4%, te s dodatkom pH regulatora.














U daljnjem tekstu koristiti će se oznaka 1 za uzorke prije pranja i oznaka 2 za iste uzorke poslije pranja.

















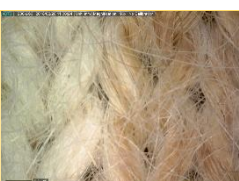
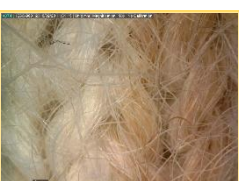
Tablica 15. *Dino lite mikroskopske slike opranih i neopranih alpaka i merino pletiva*


Uzorak	Oznaka	Prije pranja	Oznaka	Nakon pranja
Alpaka – kurkuma	1_1		1_2	



Alpaka – luk	2_1		2_2	
Alpaka – orah	3_1		3_2	
Merino – kurkuma	4_1		4_2	
Merino – luk	5_1		5_2	
Merino – orah	6_1		6_2	
Alpaka – kurkuma	7_1		7_2	
Alpaka – luk	8_1		8_2	
Alpaka – orah	9_1		9_2	
Merino- kurkuma	10_1		10_2	












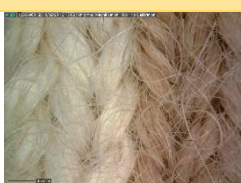
Merino – luk	11_1		11_2	
Merino – orah	12_1		12_2	
Alpaka – kurkuma	13_1		13_2	
Alpaka – luk	14_1		14_2	
Alpaka – orah	15_1		15_2	
Merino – kurkuma	16_1		16_2	
Merino – luk	17_1		17_2	
Merino – orah	18_1		18_2	
Alpaka – kurkuma	19_1		19_2	

Alpaka – luk	20_1		20_2	
Alpaka – orah	21_1		21_2	
Merino – kurkuma	22_1		22_2	
Merino – luk	23_1		23_2	
Merino – orah	24_1		24_2	
Alpaka – kurkuma	25_1		25_2	
Alpaka – luk	26_1		26_2	
Alpaka – orah	27_1		27_2	
Merino – kurkuma	28_1		28_2	

Merino – luk	29_1		29_2	
Merino – orah	30_1		30_2	
Alpaka – kurkuma	31_1		31_2	
Alpaka – luk	32_1		32_2	
Alpaka – orah	33_1		33_2	
Merino – kurkuma	34_1		34_2	
Merino – luk	35_1		35_2	
Merino – orah	36_1		36_2	
Alpaka – orah	37_1		37_2	











Alpaka – orah	38_1		38_2	
Alpaka – orah	39_1		39_2	
Alpaka – orah	40_1		40_2	
Alpaka – orah	41_1		41_2	
Alpaka – orah	42_1		42_2	
Alpaka – orah	43_1		43_2	
Alpaka – orah	44_1		44_2	
Alpaka – orah	45_1		45_2	
Alpaka – orah	46_1		46_2	
















Alpaka – orah	47_1		47_2	
Alpaka – orah	48_1		48_2	
Alpaka – orah	49_1		49_2	
Alpaka – orah	50_1		50_2	
Alpaka – orah	51_1		51_2	
Alpaka – orah	52_1		52_2	
Alpaka – orah	53_1		53_2	
Alpaka – luk	54_1		54_2	
Alpaka – kurkuma	55_1		55_2	

Alpaka – kurkuma	56_1		56_2	
Alpaka – kurkuma	57_1		57_2	
Alpaka – kurkuma	58_1		58_2	
Alpaka – orah	59_1		59_2	
Alpaka – orah	60_1		60_2	
Alpaka – luk	61_1		61_2	
Alpaka – luk	62_1		62_2	

Otisnutim pletivima domaće pramenke ručno i strojno predene ispitana je postojanost na pranje provođenjem *Wash – testa* prema normi HRN EN ISO 105-C06:2010: Tekstil - Ispitivanje postojanosti obojenja - C06, kao što je i objašnjeno u poglavlju Eksperimentalnog dijela rada 3.10. U prvom dijelu analize provedeno je snimanje uzoraka mikroskopom Dino – Lite AM7013MT s povećanjem 50x, prije i nakon pranja. Komparativne snimke prikazane su u *tablici 16*.

Tablica 16. Dino lite mikroskopske slike opranih i neopranih pletiva domaće pramenke ručno i strojno predene

Uzorak	Oznaka	Prije pranja	Oznaka	Nakon pranja
Domaća pramenka SP – kurkuma	1_1		1_2	
Domaća pramenka SP – luk	2_1		2_2	
Domaća pramenka SP – orah	3_1		3_2	
Domaća pramenka RP – kurkuma	4_1		4_2	
Domaća pramenka RP – luk	5_1		5_2	
Domaća pramenka RP – orah	6_1		6_2	
Domaća pramenka SP – kurkuma	7_1		7_2	
Domaća pramenka SP – luk	8_1		8_2	
Domaća pramenka SP – orah	9_1		9_2	

Domaća pramenka RP – kurkuma	10_1		10_2	
Domaća pramenka RP – luk	11_1		11_2	
Domaća pramenka RP – orah	12_1		12_2	
Domaća pramenka SP – kurkuma	13_1		13_2	
Domaća pramenka SP – luk	14_1		14_2	
Domaća pramenka SP – orah	15_1		15_2	
Domaća pramenka RP – kurkuma	16_1		16_2	
Domaća pramenka RP – luk	17_1		17_2	
Domaća pramenka RP – orah	18_1		18_2	

Na temelju dobivenih rezultata ne mogu se izdvojiti uzorci se kod kojih je dobivena naglašena razlika između uzorka prije pranja i poslije pranja. Rezultati ukazuju na minimalnu razliku u kvaliteti obojenja i pokrivenosti površine obzirom na pranje.

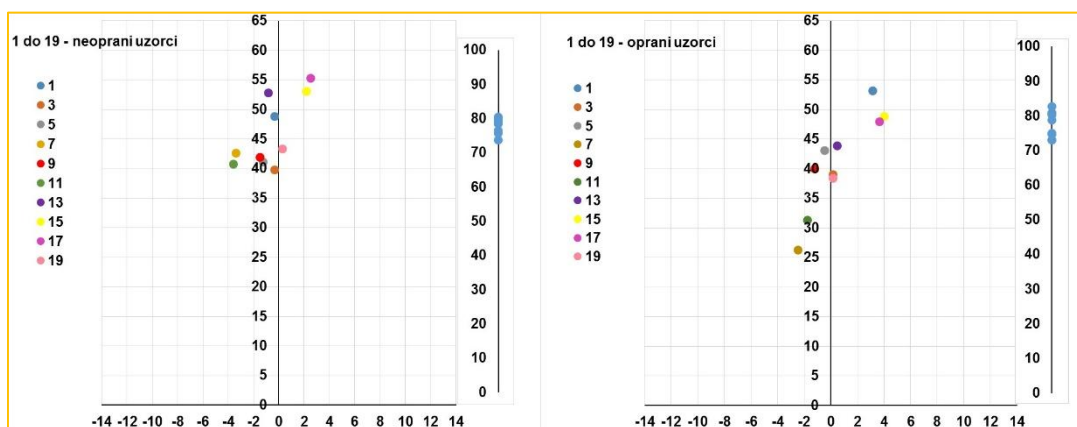
4.5. Objektivno vrednovanje boje i razlika u boji otisnutih uzoraka

U svrhu preciznog, objektivnog vrednovanja kolorističkih karakteristika otisnutih Uzoraka kao i objektivnog vrednovanja razlika u boji obzirom na provedeno ispitivanje postojanosti an pranje, uzorci su prije i nakon pranja (*wash – test*) mjereni spektrofotometrijski remisijskim spektrofotometrom DataColor Spectra Flas 600 PLUS – CT (poglavlje 3.12. Eksperimentalnog dijela rada). Rezultati mjerenja prikazani su grafički smještajem uzoraka u $L^*a^*b^*$ prostor boje i grafičkim prikazom remisijskih krivulji, a rezultati vrednovanja razlika u boji prikazani su u *tablicama 17 – 24*. Potrebno je naglasiti da je objektivno vrednovanje razlika u boji, u svrhu procjene postojanosti na pranje kao parametra kvalitete otiska, provedeno prema dvije standardne formule CIE sustava – CIE76 i CMC(l:c). CIE 76 formula izabrana je zbog svoje univerzalnosti, a CMC(l:c) formula zbog toga što je propisana ISO standardom za objektivno vrednovanje razlika u boji u području tekstila.

Na *slikama 42 – 50* prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka prije i nakon provedenog procesa pranja.

Na *slici 42* prikazan je smještaj uzoraka alpaka pletiva otisnutih pigmentom kurkume u tiskarskim pastama pripremljenim prema recepturama prikazanim u *tablici 1*. Općenito se može reći da se prikazani uzorci međusobno razlikuju po vrsti ugušćivača i sadržaju suhe tvari, sastavu tiskarske paste, dodacima (pH regulatori) i vremenu fiksiranja. Detaljan prikaz procesnih parametara tiska nalazi se u *tablici 13*.

Prema smještaju uzoraka u $L^*a^*b^*$ prostor boje vidljivo je da se pigmentom kurkume postiže osnovni spektralni žuti ton boje (uzorci su grupirano oko osi $+b^*$), s neznatnim rasponom u parametru zasićenosti, C^* , obzirom na vrstu ugušćivača, udio suhe tvari, recepturu tiskarske paste i vrijeme fiksiranja. Također, na temelju ovakvog prikaza procjenjuju se promjene u parametru tona, svjetline i zasićenosti, obzirom na ispitanu postojanost na pranje. Općenito uočava se promjena u parametru tona i zasićenosti nakon pranja uzoraka. U parametru svjetline nije došlo do značajnijih promjena.



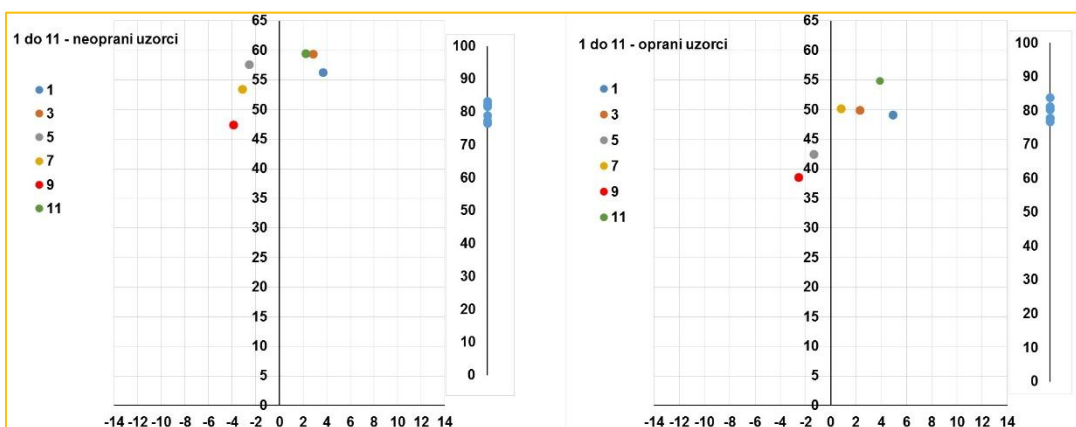
Slika 42. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom kurkumom na alpaka pletivu

1	Alpaka_K_56_1	1	Alpaka_K_56_2
3	Alpaka_K_1_1	3	Alpaka_K_1_2
5	Alpaka_K_13_1	5	Alpaka_K_13_2
7	Alpaka_K_19_1	7	Alpaka_K_19_2
9	Alpaka_K_25_1	9	Alpaka_K_25_2
11	Alpaka_K_31_1	11	Alpaka_K_31_2
13	Alpaka_K_55_1	13	Alpaka_K_55_2
15	Alpaka_K_57_1	15	Alpaka_K_57_2
17	Alpaka_K_58_1	17	Alpaka_K_58_2
19	Alpaka_K_7_1	19	Alpaka_K_7_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Iako relativno visoke $+b^*$ vrijednosti ukazuju na zadovoljavajuću zasićenost žutog tona boje i procesa nakon pranja, ipak uočava se određeni pad vrijednosti krome kod svih uzoraka osim kod uzorka 1. Kod navedenog uzorka uočava se porast vrijednosti krome (zasićenosti) nakon provedenog procesa pranja. Pad vrijednosti krome naglašen je kod uzorka 7. Uzorak 1 karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* (sastav paste se može vidjeti u *tablici 1*), ugušćivač *Britanska guma 4% lužnato* i vrijeme fiksiranja od 45 minuta, a uzorak 7 karakterizira ista receptura tiskarske paste, ali s ugušćivačem *Diagum R8 8%* te isto vrijeme fiksiranja od 45 minuta.

Iako su potvrđene određene promjene u parametru zasićenosti i tona boje nakon procesa pranja, kod ovih uzoraka te promjene nisu značajne. Smještaj uzoraka uz $+b^*$ koordinatu $L^*a^*b^*$ prostora boje potvrđuje postizanje čistog žutog tona boje ($h = 80 - 100^\circ$) prirodnim pigmentom kurkume.



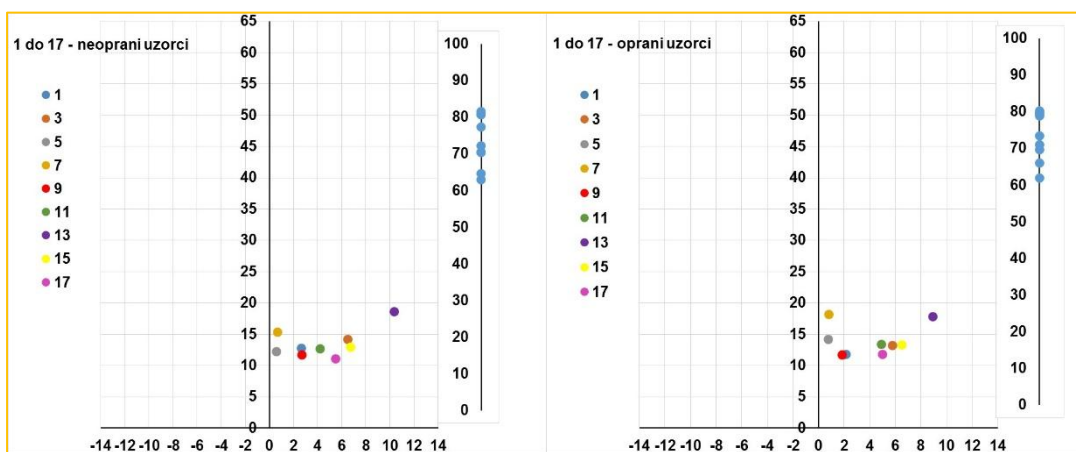
Slika 43. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom kurkumom na merino pletivu

1	Merino_K_10_1	1	Merino_K_10_2
3	Merino_K_16_1	3	Merino_K_16_2
5	Merino_K_22_1	5	Merino_K_22_2
7	Merino_K_28_1	7	Merino_K_28_2
9	Merino_K_34_1	9	Merino_K_34_2
11	Merino_K_4_1	11	Merino_K_4_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalazi se u tablici 13

Na slici 43 prikazan je odnos kolorističkih parametara uzoraka merino pletiva otisnutih pigmentom kurkume, prije i nakon provedenog procesa pranja. Iako se općenito uočava promjena u parametru tona, zasićenosti i svjetline nakon pranja uzoraka, nije došlo do značajnijih promjena. Uočava se pad vrijednosti krome kod svih uzoraka, no naglašen je kod uzoraka 5 i 9. Uzorak 5 karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* (sastav paste se može vidjeti u tablici 1), ugušćivač *Diagum R8 8%*, te fiksiranje u vremenu od 60 minuta. Uzorak 9 karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema istoj recepturi ali s ugušćivačem *Britanska guma 13%*, fiksiranje je također u vremenu od 60 minuta.

Prirodnim pigmentom ekstrahiranim iz kore luka i ljuske oraha postiže se ton boje žutog do narančastog spektra, no zbog nižih vrijednosti krome (zasićenosti) ($C^* = 3 - 26$), vizualno se dobiveni ton boje doživljava kao kromatsko – akromatski smeđi.

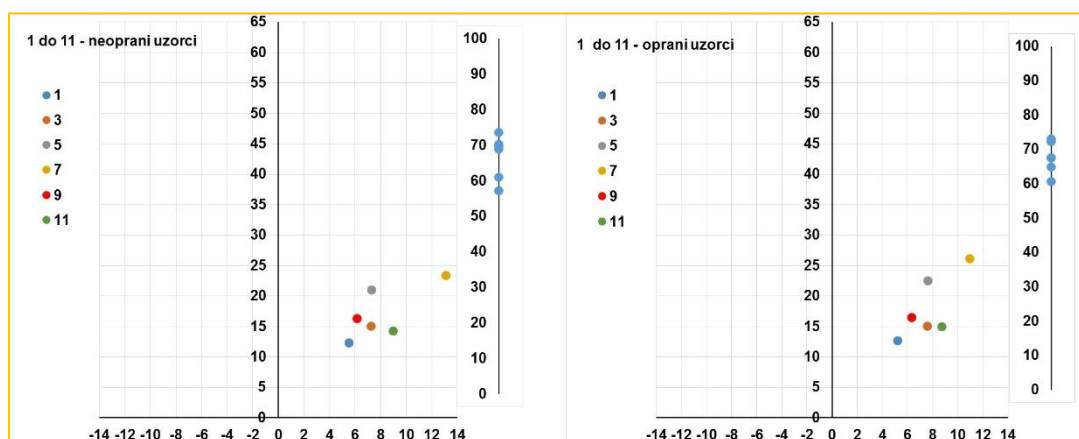


Slika 44. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom lukom na alpaka pletivu

1	Alpaka_L_14_1	1	Alpaka_L_14_2
3	Alpaka_L_2_1	3	Alpaka_L_2_2
5	Alpaka_L_20_1	5	Alpaka_L_20_2
7	Alpaka_L_26_1	7	Alpaka_L_26_2
9	Alpaka_L_32_1	9	Alpaka_L_32_2
11	Alpaka_L_54_1	11	Alpaka_L_54_2
13	Alpaka_L_61_1	13	Alpaka_L_61_2
15	Alpaka_L_62_1	15	Alpaka_L_62_2
17	Alpaka_L_8_1	17	Alpaka_L_8_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalazi se u tablici 13

Na slici 44 prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka pigmentim bojom biljke luk, prije i nakon provedenog procesa pranja, za koje se ne uočava značajna promjena u vrijednosti tona, zasićenosti i svjetline. Smještaj uzoraka uz $+b^*$ koordinatu $L^*a^*b^*$ prostora boje potvrđuje postizanje čistog smeđeg tona boje ($h = 80 - 100^\circ$) prirodnim pigmentom luka.

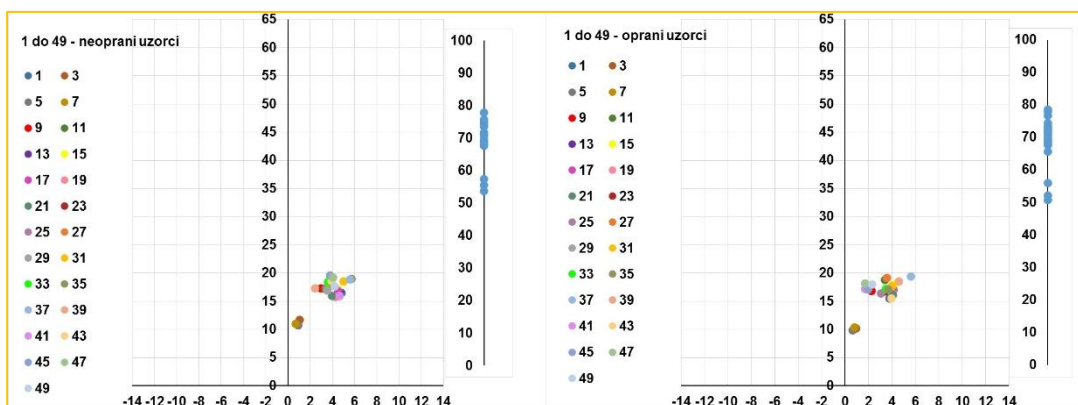


Slika 45. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom lukom na merino pletivu

1	Merino_L_11_1	1	Merino_L_11_2
3	Merino_L_17_1	3	Merino_L_17_2
5	Merino_L_23_1	5	Merino_L_23_2
7	Merino_L_29_1	7	Merino_L_29_2
9	Merino_L_35_1	9	Merino_L_35_2
11	Merino_L_5_1	11	Merino_L_5_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Na slici 45 prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka bojilom biljke luk na merino pletivu, prije i nakon provedenog procesa pranja, gdje se ne uočava bitna promjena u vrijednosti tona, zasićenosti i svjetline.



Slika 46. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom orahom na alpaka pletivu

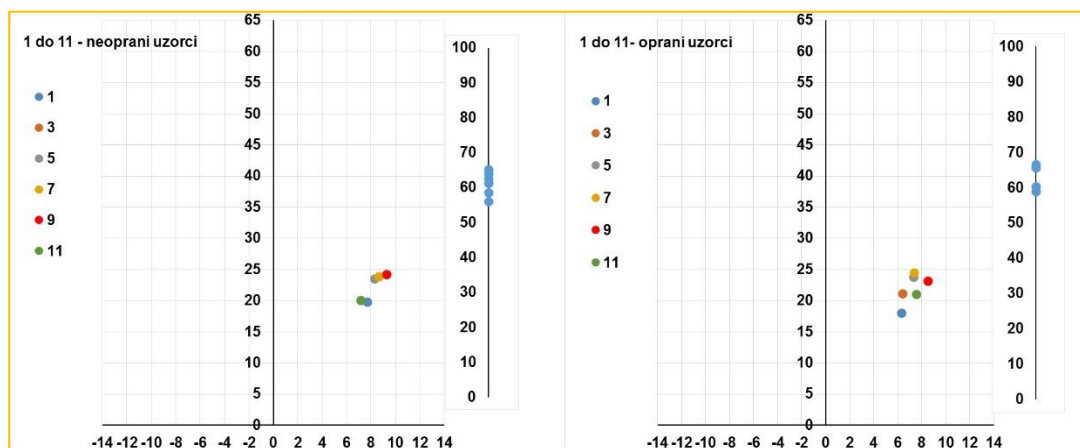
1	Alpaka_O9_1	1	Alpaka_O_9_2
3	Alpaka_O_60_1	3	Alpaka_O_60_2
5	Alpaka_O_59_1	5	Alpaka_O_59_2
7	Alpaka_O_53_1	7	Alpaka_O_53_2
9	Alpaka_O_52_1	9	Alpaka_O_52_2
11	Alpaka_O_51_1	11	Alpaka_O_51_2
13	Alpaka_O_49_1	13	Alpaka_O_50_2
15	Alpaka_O_48_1	15	Alpaka_O_49_2
17	Alpaka_O_47_1	17	Alpaka_O_48_2
19	Alpaka_O_46_1	19	Alpaka_O_47_2
21	Alpaka_O_45_1	21	Alpaka_O_46_2
23	Alpaka_O_44_1	23	Alpaka_O_45_2
25	Alpaka_O_43_1	25	Alpaka_O_44_2
27	Alpaka_O_42_1	27	Alpaka_O_43_2

29	Alpaka_O_41_1	29	Alpaka_O_42_2
31	Alpaka_O_40_1	31	Alpaka_O_41_2
33	Alpaka_O_39_1	33	Alpaka_O_40_2
35	Alpaka_O_38_1	35	Alpaka_O_39_2
37	Alpaka_O_37_1	37	Alpaka_O_38_2
39	Alpaka_O_33_1	39	Alpaka_O_37_2
41	Alpaka_O_3_1	41	Alpaka_O_33_2
43	Alpaka_O_27_1	43	Alpaka_O_3_2
45	Alpaka_O_21_1	45	Alpaka_O_27_2
47	Alpaka_O_15_1	47	Alpaka_O_21_2
49	Alpaka_O_50_1	49	Alpaka_O_15_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Na slici 46 prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka bojilom biljke orah na alpaka pletivu, prije i nakon provedenog procesa pranja, gdje se ne uočava bitna promjena u vrijednosti tona, zasićenosti i svjetline.

Uzorci 3, 5, 7 oprani imaju specifičan akromatski ton boje, blizak vizualnom doživljaju crne, dobiven dodatkom metalne soli željezovog sulfata $FeSO_4$.

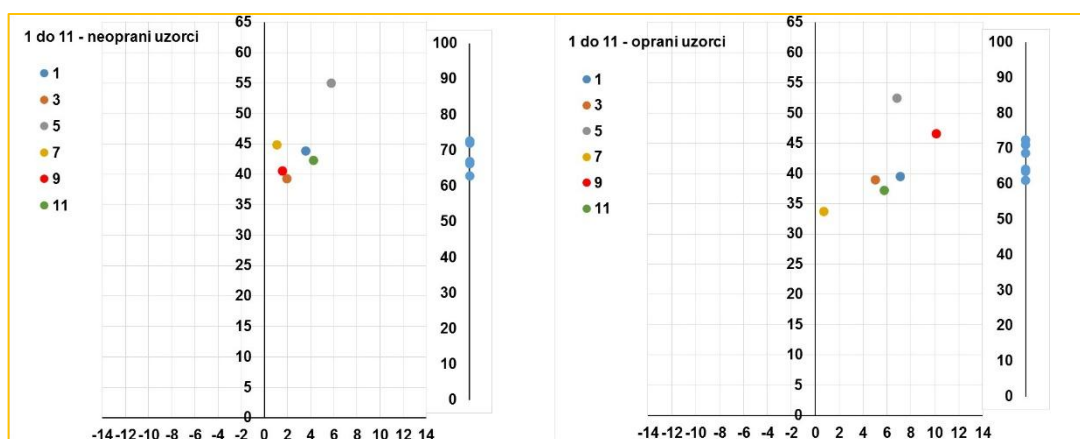


Slika 47. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom orahom na merino pletivu

1	Merino_O_6_1	1	Merino_O_6_2
3	Merino_O_36_1	3	Merino_O_36_2
5	Merino_O_30_1	5	Merino_O_30_2
7	Merino_O_24_1	7	Merino_O_24_2
9	Merino_O_18_1	9	Merino_O_18_2
11	Merino_O_12_1	11	Merino_O_12_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Na slici 47 prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka bojilom biljke orah na merino pletivu. Na temelju smještaja uzoraka ne uočava se bitna promjena u vrijednosti tona, svjetline i zasićenosti, obzirom na ispitanu postojanost na pranje.

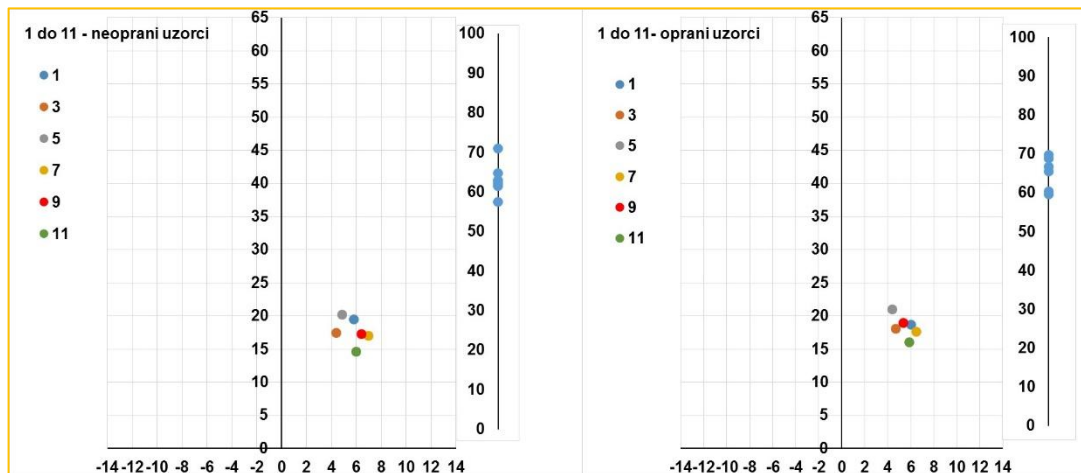


Slika 48. Odnos kolorističkih parametara (a^*/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom kurkumom na pletivu domaće pramenke

1	Pramen_K_1_1	1	Pramen_K_1_2
3	Pramen_K_10_1	3	Pramen_K_10_2
5	Pramen_K_13_1	5	Pramen_K_13_2
7	Pramen_K_16_1	7	Pramen_K_16_2
9	Pramen_K_4_1	9	Pramen_K_4_2
11	Pramen_K_7_1	11	Pramen_K_7_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 14

Na slici 48 prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka bojilom biljke kurkuma na pletivu domaće pramenke. Na temelju smještaja uzoraka ne uočava se bitna promjena u parametru tona, zasićenosti i svjetline nakon pranja uzoraka. Iako relativno visoke $+b^*$ vrijednosti ukazuju na zadovoljavajuću zasićenost žutog tona boje i procesa nakon pranja, ipak uočava se određeni pad vrijednosti krome kod svih uzoraka osim kod uzorka 7 i 9. Kod navedenih uzoraka uočava se porast vrijednosti krome (zasićenosti) nakon provedenog procesa pranja. Navedene uzorke karakterizira ugušćivač *Britanska guma 8%*, tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1*, te vrijeme fiksiranja od 45 min.

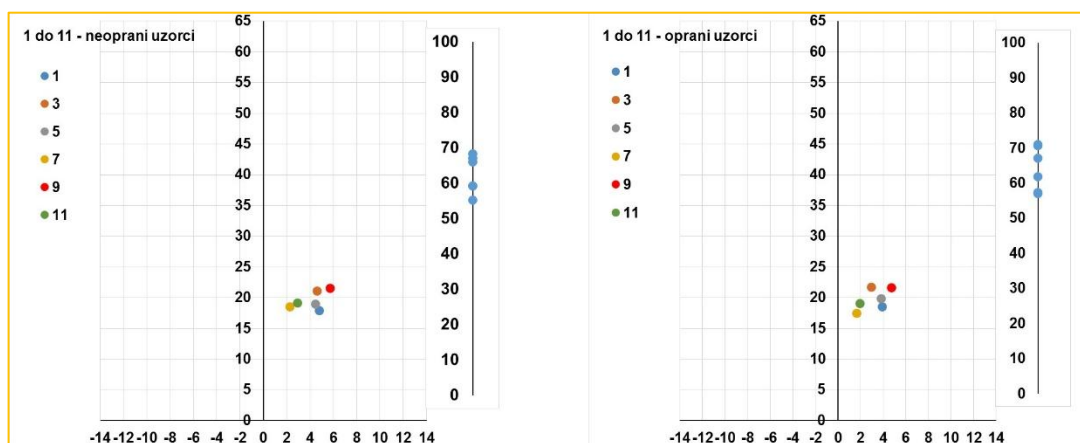


Slika 49. Odnos kolorističkih parametara (a^/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom lukom na pletivu domaće pramenke*

1	Pramen_L_11_1	1	Pramen_L_11_2
3	Pramen_L_14_1	3	Pramen_L_14_2
5	Pramen_L_17_1	5	Pramen_L_17_2
7	Pramen_L_2_1	7	Pramen_L_2_2
9	Pramen_L_5_1	9	Pramen_L_5_2
11	Pramen_L_8_1	11	Pramen_L_8_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 14

Na slici 49 prikazan je smještaj uzoraka pletiva domaće pramenke otisnutih pigmentom luka u tiskarskim pastama pripremljenim prema *Recepturi 1*. Iako su potvrđene određene promjene u parametru zasićenosti i tona boje nakon procesa pranja, kod ovih uzoraka te promjene nisu značajne.



Slika 50. Odnos kolorističkih parametara (a^/b^*) opranih i neopranih uzoraka otisnutim prirodnim pigmentom orahom na pletivu domaće pramenke*

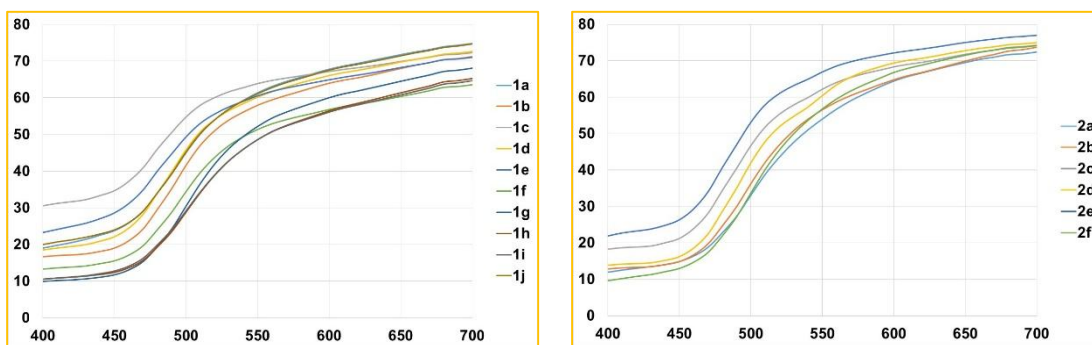
1	Pramen_O_9_1	1	Pramen_O_9_2
3	Pramen_O_6_1	3	Pramen_O_6_2
5	Pramen_O_3_1	5	Pramen_O_3_2
7	Pramen_O_18_1	7	Pramen_O_18_2
9	Pramen_O_15_1	9	Pramen_O_15_2
11	Pramen_O_12_1	11	Pramen_O_12_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 14

Na slici 50 prikazan je odnos kolorističkih parametara otisnutih uzoraka pigmentim bojilom biljke orah na pletivu domaće pramenke, prije i nakon provedenog procesa pranja, za koje se ne uočava značajna promjena u vrijednosti tona, zasićenosti i svjetline.

Smještaj uzoraka uz +b* koordinatu L*a*b* prostora boje potvrđuje postizanje čistog smeđeg tona boje prirodnim pigmentom oraha.

Prikazom **remisijskih krivulja** na slikama 51 – 56 dana je usporedba spektralnih karakteristika otisaka obzirom na sastav tiskarske paste, koncentraciju bojila, vrijeme fiksiranja i vrstu vlakna. Remisijska krivulja definira karakteristiku boje u ovisnosti o podlozi.



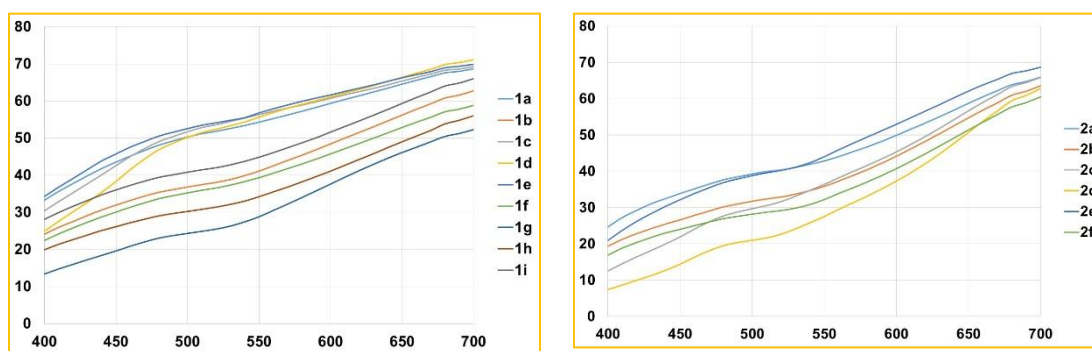
Slika 51. Remisije opranih uzoraka tiskanih kurkumom na alpaka i merino pletivu (s lijeva na desno)

1a	Alpaka_K_1_2	2a	Merino_K_10_2
1b	Alpaka_K_13_2	2b	Merino_K_16_2
1c	Alpaka_K_19_2	2c	Merino_K_22_2
1d	Alpaka_K_25_2	2d	Merino_K_28_2
1e	Alpaka_K_31_2	2e	Merino_K_34_2
1f	Alpaka_K_55_2	2f	Merino_K_4_2
1g	Alpaka_K_56_2		
1h	Alpaka_K_57_2		

- 1i Alpaka_K_58_2
- 1j Alpaka_K_7_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Na slici 51 usporedno su prikazane remisijске krivulje žutog tona boje dobivenog prirodnim pigmentom kurkume, otisnutog na pletivu sirovinskog sastava 100% alpaka i 100% merino. Općenito se uočava da je ukupni postotak refleksije s tekstilne podloge sirovinskog sastava 100% merino nešto manji, što ukazuje na postizanje niže vrijednosti svjetline, no u parametru zasićenosti i tona, ne uočavaju se značajnije razlike. Također, prikaz remisija potvrđuje kromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom kurkume.



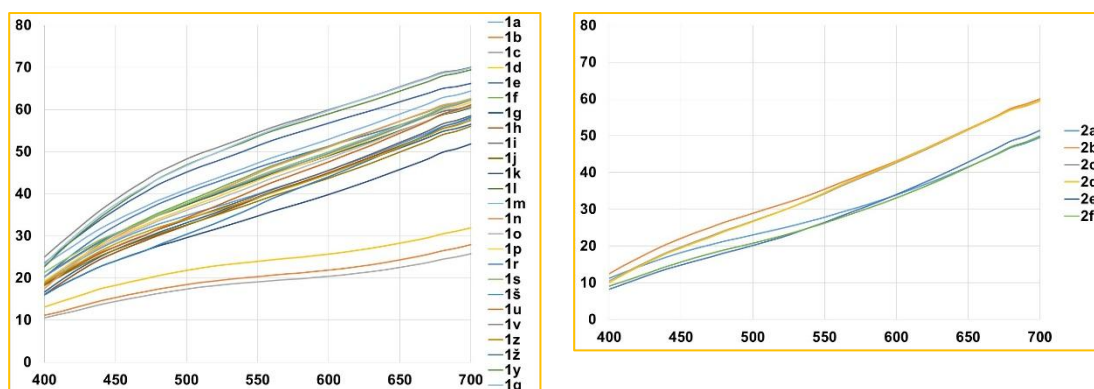
Slika 52. Remisije opranih uzoraka tiskanih lukom na alpaka i merino pletivu (s lijeva na desno)

- | | | | |
|----|---------------|----|---------------|
| 1a | Alpaka_L_14_2 | 2a | Merino_L_11_2 |
| 1b | Alpaka_L_2_2 | 2b | Merino_L_17_2 |
| 1c | Alpaka_L_20_2 | 2c | Merino_L_23_2 |
| 1d | Alpaka_L_26_2 | 2d | Merino_L_29_2 |
| 1e | Alpaka_L_32_2 | 2e | Merino_L_35_2 |
| 1f | Alpaka_L_54_2 | 2f | Merino_L_5_2 |
| 1g | Alpaka_L_61_2 | | |
| 1h | Alpaka_L_62_2 | | |
| 1i | Alpaka_L_8_2 | | |

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Na slici 52 usporedno su prikazane remisijске krivulje smeđeg tona boje dobivenog prirodnim pigmentom luka, opranih pletiva sirovinskog sastava 100% alpaka i 100% merino otisnutih prirodnim pigmentom luka. Uočava se da je ukupni postotak refleksije s tekstilne podloge 100% merino neznatno manji, što ukazuje na postizanje nešto niže vrijednosti

svjetline, no u parametru zasićenosti i tona, ne uočavaju se značajnije razlike. Također, prikaz remisija potvrđuje akromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom luka.



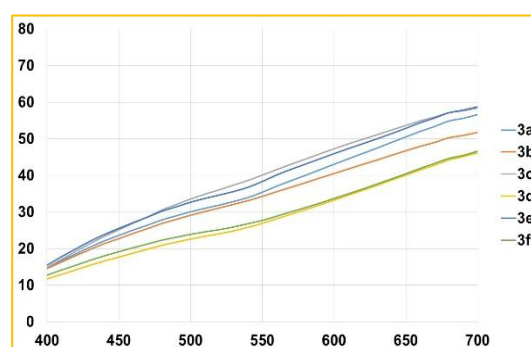
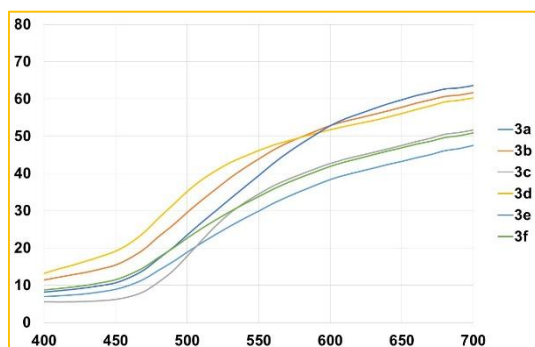
Slika 53. Remisije opranih uzoraka tiskanih orahom na alpaka i merino pletivu (s lijeva na desno)

1a	Alpaka_O_9_2	2a	Merino_O_6_2
1b	Alpaka_O_60_2	2b	Merino_O_36_2
1c	Alpaka_O_59_2	2c	Merino_O_30_2
1d	Alpaka_O_53_2	2d	Merino_O_24_2
1e	Alpaka_O_52_2	2e	Merino_O_18_2
1f	Alpaka_O_51_2	2f	Merino_O_12_2
1g	Alpaka_O_50_2		
1h	Alpaka_O_49_2		
1i	Alpaka_O_48_2		
1j	Alpaka_O_47_2		
1k	Alpaka_O_46_2		
1l	Alpaka_O_45_2		
1m	Alpaka_O_44_2		
1n	Alpaka_O_43_2		
1o	Alpaka_O_42_2		
1p	Alpaka_O_41_2		
1r	Alpaka_O_40_2		
1s	Alpaka_O_39_2		
1š	Alpaka_O_38_2		
1u	Alpaka_O_37_2		
1v	Alpaka_O_33_2		
1z	Alpaka_O_3_2		
1ž	Alpaka_O_27_2		
1y	Alpaka_O_21_2		
1q	Alpaka_O_15_2		

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 13

Na *slici 53* usporedno su prikazane remisijske krivulje vizualno crnog tona boje dobivenog prirodnim pigmentom oraha, opranih pletiva sirovinskog sastava 100% alpaka i 100% merino otisnutih prirodnim pigmentom luka. Uočava se da je ukupni postotak refleksije s tekstilne podloge 100% merino neznatno manji, što ukazuje na postizanje nešto niže vrijednosti svjetline, no u parametru zasićenosti i tona, ne uočavaju se značajnije razlike.

Može se primijetiti kako se ističu uzorci 1b, 1c i 1d. koji imaju specifičan akromatski ton boje, blizak vizualnom doživljaju crne, dobiven dodatkom metalne soli željezovog sulfata $FeSO_4$



Slika 54. Remisije opranih uzoraka tiskanih kurkumom na pletivu domaće pramenke

Slika 55. Remisije opranih uzoraka tiskanih lukom na pletivu domaće pramenke

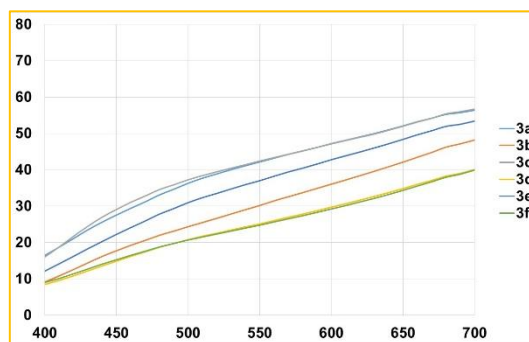
3a	Pramen_K_1_2
3b	Pramen_K_10_2
3c	Pramen_K_13_2
3d	Pramen_K_16_2
3e	Pramen_K_4_2
3f	Pramen_K_7_2

3a	Pramen_L_11_2
3b	Pramen_L_14_2
3c	Pramen_L_17_2
3d	Pramen_L_2_2
3e	Pramen_L_5_2
3f	Pramen_L_8_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 14

Na *slici 54* su prikazane remisijske krivulje žutog tona boje dobivenog prirodnim pigmentom kurkume, otisnutog na pletivu domaće pramenke. Prikaz remisija potvrđuje kromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom kurkume.

Na *slici 55* remisijske krivulje tona dobivenog prirodnim pigmentom luka, otisnutog na pletivu domaće pramenke. Prikaz remisija potvrđuje akromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom luka.



Slika 56. Remisije opranih uzoraka tiskanih orahom na pletivu domaće pramenke

3a	Pramen_O_12_2
3b	Pramen_O_15_2
3c	Pramen_O_18_2
3d	Pramen_O_3_2
3e	Pramen_O_6_2
3f	Pramen_O_9_2

Podaci o koncentraciji bojila, pH, ugušćivačima i vremenu fiksiranja nalaze se u tablici 14

Na slici 56 remisijske krivulje tona dobivenog prirodnim pigmentom oraha, otisnutog na pletivu domaće pramenke. Prikaz remisija potvrđuje akromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom luka.

U slijedećoj fazi rada provedena je analiza **vrijednosti razlika u boji** opranih uzoraka u odnosu na neoprane. Rezultati su izraženi vrijednostima ukupne razlike u boji (dE) i vrijednostima razlika u pojedinačnim parametrima boje (dL*, dC*, dh). Također, provedena je analiza razlika u boji, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). CIE 76 je najrašireniji univerzalni objektivni sustav za definiranje razlika u boji, a CMC (l:c) je sustav relevantan za iskazivanje razlika u boji za područje tekstila, usvojen ISO sustavom.

Razlike i specifičnosti navedenih sustava i njihovih formula za vrednovanje razlika u boji prikazane su i objašnjene u teorijskom dijelu rada. Općenito se CMC (l:c) jednadžbom dobivaju niže vrijednosti ukupne razlike u boji, što proizlazi iz definirane veće tolerancije na razliku u parametru svjetline u odnosu na CIE 76 jednadžbu. Naime, prema CMC (l:c) sustavu ljudsko oko je manje selektivno za razlike u parametru svjetline nego za razlike u parametru tona i zasićenosti

Tablica 17. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkumom na alpaka pletivu

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Alpaka_K_56_1						
Uzorak: Alpaka_K_56_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-3,81	3,51	4,31	4,4	-3,4	6,74
Standard: Alpaka_K_56_1	L	c	SI	Sc	Sh	
	2,00	1,00	1,35	2,54	1,50	
Uzorak: Alpaka_K_56_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,41	1,73	-2,26	3,18		
Standard: Alpaka_K_57_1						
Uzorak: Alpaka_K_57_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,75	1,83	-4,26	-4,14	-2,09	5,39
Standard: Alpaka_K_57_1	L	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,33	2,64	1,52	
Uzorak: Alpaka_K_57_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,04	-1,57	-1,37	2,33		
Standard: Alpaka_K_58_1						
Uzorak: Alpaka_K_58_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-3,49	1,14	-7,29	-7,21	-1,57	8,16
Standard: Alpaka_K_58_1	L	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,33	2,68	1,54	
Uzorak: Alpaka_K_58_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,31	-2,68	-1,02	3,16		
Standard: Alpaka_K_1_1						
Uzorak: Alpaka_K_1_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,01	0,51	-0,75	-0,75	-0,5	1,36
Standard: Alpaka_K_1_1	L	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,36	2,31	1,37	
Uzorak: Alpaka_K_1_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,37	-0,33	-0,37	0,62		

Standard: Alpaka_K_13_1						
Uzorak: Alpaka_K_13_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-0,15	0,79	1,94	1,92	-0,83	2,1
Standard: Alpaka_K_13_1	L	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,35	2,34	1,41	
Uzorak: Alpaka_K_13_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,06	0,82	-0,59	1,01		
Standard: Alpaka_K_19_1						
Uzorak: Alpaka_K_19_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,73	0,91	-16,34	-16,35	0,5	16,59
Standard: Alpaka_K_19_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,36	2,39	1,47	
Uzorak: Alpaka_K_19_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,01	-6,85	0,34	6,93		
Standard: Alpaka_K_25_1						
Uzorak: Alpaka_K_25_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,55	0,26	-1,92	-1,93	-0,2	2,02
Standard: Alpaka_K_25_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,36	2,37	1,42	
Uzorak: Alpaka_K_25_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,2	-0,82	-0,14	0,85		
Standard: Alpaka_K_31_1						
Uzorak: Alpaka_K_31_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,25	1,84	-9,44	-9,55	-1,14	9,62
Standard: Alpaka_K_31_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,36	2,34	1,44	
Uzorak: Alpaka_K_31_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,09	-4,08	-0,79	4,16		
Standard: Alpaka_K_55_1						
Uzorak: Alpaka_K_55_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1	1,29	-8,87	-8,88	-1,26	9,02

Standard: Alpaka_K_55_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,31	2,63	1,56	
Uzorak: Alpaka_K_55_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,38	-3,38	-0,8	3,49		
Standard: Alpaka_K_7_1						
Uzorak: Alpaka_K_7_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,33	-0,14	-4,91	-4,91	0,12	5,44
Standard: Alpaka_K_7_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,35	2,4	1,41	
Uzorak: Alpaka_K_7_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,86	-2,04	0,08	2,22		

U *tablici 17* prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkume na podlozi 100% alpaka, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Općenito se CMC (l:c) jednadžbom dobivaju niže vrijednosti ukupne razlike u boji, što proizlazi iz definirane veće tolerancije na razliku u parametru svjetline u odnosu na CIE 76 jednadžbu. Uzorci kojima je izmjerena niža vrijednost ukupne razlike u boji (niže od 1,5) su *Alpaka_K_1_2*, *Alpaka_K_13_2* i *Alpaka_K_25_2*.

Prvi uzorak karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* s ugušćivačem *Britanska guma 13%* i vremenom fiksiranja 45 minuta. Drugi uzorak karakterizira ista tiskarska pasta i vrijeme fiksiranja, ali ugušćivač *Diagum R8 8%*. Treći uzorak karakterizira ista receptura tiskarske paste i ugušćivač *Britanska guma* ali s udjelom suhe tvari 8%, fiksiranje 60 min., (sastav tiskarskih pasta se može vidjeti u *tablici 1*)

Tablica 18. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkumom na merino pletivu

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Merino_K_10_1						
Uzorak: Merino_K_10_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-0,72	1,23	-7,15	-7,03	-1,81	7,29
Standard: Merino_K_10_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,34	2,71	1,54	

Uzorak: Merino_K_10_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,27	-2,6	-1,18	2,86		
Standard: Merino_K_16_1						
Uzorak: Merino_K_16_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,18	-0,54	-9,5	-9,52	0,1	9,59
Standard: Merino_K_16_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,33	2,77	1,59	
Uzorak: Merino_K_16_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,44	-3,43	0,06	3,46		
Standard: Merino_K_22_1						
Uzorak: Merino_K_22_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-0,47	1,22	-15,13	-15,17	-0,63	15,19
Standard: Merino_K_22_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,37	2,73	1,65	
Uzorak: Merino_K_22_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,17	-5,55	-0,38	5,56		
Standard: Merino_K_28_1						
Uzorak: Merino_K_28_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,93	3,93	-3,31	-3,39	-3,86	5,49
Standard: Merino_K_28_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,37	2,65	1,61	
Uzorak: Merino_K_28_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,7	-1,28	-2,4	2,81		
Standard: Merino_K_34_1						
Uzorak: Merino_K_34_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,52	1,34	-8,9	-8,97	-0,68	9,01
Standard: Merino_K_34_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,38	2,51	1,54	
Uzorak: Merino_K_34_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,19	-3,58	-0,44	3,61		
Standard: Merino_K_4_1						

Uzorak: Merino_K_4_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,03	1,68	-4,67	-4,57	-1,93	5,07
Standard: Merino_K_4_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,35	2,77	1,6	
Uzorak: Merino_K_4_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,38	-1,65	-1,21	2,08		

U *tablici 18* prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkume na podlozi 100% merino, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Općenito se CMC (l:c) jednadžbom dobivaju niže vrijednosti ukupne razlike u boji, no u *tablici 18* se kod svih uzoraka uočava izmjerena viša vrijednost ukupne razlike u boji CMC (l:c) u odnosu na CIE 76 jednadžbu.

Tablica 19. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom lukom na alpaka pletivu

Standard: Alpaka_L_20_1						
Uzorak: Alpaka_L_20_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1	0,18	1,93	1,94	-0,08	2,18
Standard: Alpaka_L_20_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,36	1,31	0,78	
Uzorak: Alpaka_L_20_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,37	1,48	-0,1	1,52		
Standard: Alpaka_L_26_1						
Uzorak: Alpaka_L_26_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,53	0,15	2,9	2,91	-0,02	3,28
Standard: Alpaka_L_26_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,36	1,45	0,85	
Uzorak: Alpaka_L_26_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,56	2	-0,03	2,08		
Standard: Alpaka_L_32_1						
Uzorak: Alpaka_L_32_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,36	-0,85	-0,03	-0,19	0,83	1,61
Standard: Alpaka_L_32_1	l	c	SI	Sc	Sh	

	2	1	1,37	1,3	0,69	
Uzorak: Alpaka_L_32_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,5	-0,15	1,2	1,31		
Standard: Alpaka_L_54_1						
Uzorak: Alpaka_L_54_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,57	0,72	0,71	0,9	-0,45	2,76
Standard: Alpaka_L_54_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,3	1,36	0,67	
Uzorak: Alpaka_L_54_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,99	0,66	-0,68	1,37		
Standard: Alpaka_L_61_1						
Uzorak: Alpaka_L_61_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,03	-1,42	-0,87	-1,44	0,85	1,96
Standard: Alpaka_L_61_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,22	1,7	0,69	
Uzorak: Alpaka_L_61_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,42	-0,84	1,23	1,55		
Standard: Alpaka_L_62_1						
Uzorak: Alpaka_L_62_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,34	-0,23	0,35	0,21	0,37	1,41
Standard: Alpaka_L_62_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,24	1,42	0,6	
Uzorak: Alpaka_L_62_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,54	0,15	0,61	0,83		
Standard: Alpaka_L_8_1						
Uzorak: Alpaka_L_8_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,86	-0,45	0,7	0,45	0,7	2,98
Standard: Alpaka_L_8_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,29	1,32	0,59	
Uzorak: Alpaka_L_8_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,11	0,34	1,2	1,67		

U *tablici 19* prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom luka na podlozi 100% alpaka, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Uzorci kojima je izmjerena niža vrijednost ukupne razlike u boji CMC (l:c) jednadžbom (niže od 1,5) su: *Alpaka_L_32_2*, *Alpaka_L_54_2* i *Alpaka_L_62_2*. Prvi uzorak karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* s ugušćivačem *Britanska guma 13%* i vremenom fiksiranja 60 min. Uzorak *Alpaka_L_54_2* karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 2* s ugušćivačem *Britanska guma 4% kiselo* i vremenom fiksiranja 45 min. Treći uzorak karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 6* s ugušćivačem *Britanska guma 4% lužnato* i fiksiranjem u vremenu 45 min. (Recepture tiskarskih pasta se mogu vidjeti u *tablici 1*)

Tablica 20. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom lukom na merino pletivu

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Merino_L_11_1						
Uzorak: Merino_L_11_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,02	-0,32	0,32	0,17	0,42	2,07
Standard: Merino_L_11_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,29	1,37	0,62	
Uzorak: Merino_L_11_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,79	0,12	0,69	1,05		
Standard: Merino_L_17_1						
Uzorak: Merino_L_17_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,39	0,33	0	0,15	-0,3	1,43
Standard: Merino_L_17_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,27	1,51	0,65	
Uzorak: Merino_L_17_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,54	0,1	-0,45	0,71		
Standard: Merino_L_23_1						
Uzorak: Merino_L_23_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,17	0,33	1,54	1,57	0,19	2,68
Standard: Merino_L_23_1	l	c	Sl	Sc	Sh	

	2	1	1,28	1,74	0,82	
Uzorak: Merino_L_23_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,85	0,9	0,23	1,26		
Standard: Merino_L_29_1						
Uzorak: Merino_L_29_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	3,48	-2,12	2,78	1,57	3,12	4,93
Standard: Merino_L_29_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,17	1,9	0,76	
Uzorak: Merino_L_29_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,49	0,83	4,08	4,42		
Standard: Merino_L_35_1						
Uzorak: Merino_L_35_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-0,44	0,18	0,16	0,21	-0,11	0,5
Standard: Merino_L_35_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,31	1,54	0,72	
Uzorak: Merino_L_35_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,17	0,14	-0,16	0,27		
Standard: Merino_L_5_1						
Uzorak: Merino_L_5_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	3,89	-0,23	0,68	0,46	0,55	3,95
Standard: Merino_L_5_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,2	1,52	0,59	
Uzorak: Merino_L_5_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,61	0,31	0,93	1,89		

U tablici 20 prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom luka na podlozi 100% merino, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Uzorci kojima je izmjerena niža vrijednost ukupne razlike u boji CMC (l:c) jednadžbom (niže od 1,5) su: *Merino_L_11_2*, *Merino_L_17_2*, *Merino_L_23_2*, *Merino_L_35_2*. Prvi uzorak karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* s ugušćivačem *Britanska guma 8%* i vremenom fiksiranja 60 min. Drugi uzorak karakterizira tiskarska pasta pripremljena po istoj recepturi ali s ugušćivačem *Diagum R8 8%* i vremenom fiksiranja 45 min. Treći uzorak karakteriziraju isti

parametri ugušćivača i recepture tiskarske paste kao i drugi uzorak, ali je fiksiranje u vremenu od 60 minuta. Četvrti uzorak karakterizira također tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* s ugušćivačem *Britanska guma* ali s udjelom suhe tvari 13% i fiksiranjem u vremenu od 60 minuta. (Recepture tiskarskih pasta se mogu vidjeti u *tablici 1*)

Tablica 21. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom orahom na alpaka pletivu

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Alpaka_O_50_1						
Uzorak: Alpaka_O_50_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,87	-0,24	-0,19	-0,24	0,2	1,9
Standard: Alpaka_O_50_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,29	1,57	0,81	
Uzorak: Alpaka_O_50_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE	
CMC (l:c)		-0,73	-0,15	0,24	0,78	
Standard: Alpaka_O_15_1						
Uzorak: Alpaka_O_15_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	3,69	-1,75	-1,21	-1,48	1,52	4,26
Standard: Alpaka_O_15_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,32	1,64	0,85	
Uzorak: Alpaka_O_15_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE	
CMC (l:c)		1,4	-0,9	1,79	2,45	
Standard: Alpaka_O_21_1						
Uzorak: Alpaka_O_21_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,58	-2,08	-1,42	-1,69	1,86	3,6
Standard: Alpaka_O_21_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,33	1,65	0,87	
Uzorak: Alpaka_O_21_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE	
CMC (l:c)		0,97	-1,03	2,14	2,57	
Standard: Alpaka_O_27_1						
Uzorak: Alpaka_O_27_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,5	-1,93	-1,53	-1,82	1,66	3,51

Standard: Alpaka_O_27_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,32	1,61	0,84	
Uzorak: Alpaka_O_27_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)		0,95	-1,13	1,98	2,47		
Standard: Alpaka_O_3_1							
Uzorak: Alpaka_O_3_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		-0,11	-0,69	-0,36	-0,53	0,57	0,79
Standard: Alpaka_O_3_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,28	1,51	0,75	
Uzorak: Alpaka_O_3_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)		-0,04	-0,35	0,77	0,85		
Standard: Alpaka_O_33_1							
Uzorak: Alpaka_O_33_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		0,7	-0,75	-0,1	-0,19	0,73	1,03
Standard: Alpaka_O_33_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,34	1,54	0,84	
Uzorak: Alpaka_O_33_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)		0,26	-0,12	0,87	0,91		
Standard: Alpaka_O_37_1							
Uzorak: Alpaka_O_37_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		1,35	-0,98	-0,37	-0,61	0,85	1,71
Standard: Alpaka_O_37_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,27	1,64	0,8	
Uzorak: Alpaka_O_37_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)		0,53	-0,37	1,05	1,24		
Standard: Alpaka_O_38_1							
Uzorak: Alpaka_O_38_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		-1,42	-0,13	0,45	0,39	0,25	1,5
Standard: Alpaka_O_38_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,27	1,64	0,8	
Uzorak: Alpaka_O_38_2		dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		

CMC (l:c)	-0,56	0,24	0,32	0,68		
Standard: Alpaka_O_39_1						
Uzorak: Alpaka_O_39_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,29	0,12	-1,36	-1,31	-0,39	1,88
Standard: Alpaka_O_39_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,31	1,6	0,84	
Uzorak: Alpaka_O_39_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,49	-0,82	-0,47	1,06		
Standard: Alpaka_O_40_1						
Uzorak: Alpaka_O_40_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	4,35	-1,53	-1,26	-1,58	1,2	4,78
Standard: Alpaka_O_40_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,26	1,62	0,81	
Uzorak: Alpaka_O_40_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,72	-0,98	1,49	2,48		
Standard: Alpaka_O_41_1						
Uzorak: Alpaka_O_41_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,67	0,45	0,81	0,89	-0,27	2,82
Standard: Alpaka_O_41_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,32	1,54	0,8	
Uzorak: Alpaka_O_41_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,01	0,58	-0,34	1,21		
Standard: Alpaka_O_42_1						
Uzorak: Alpaka_O_42_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,82	0,27	-0,19	-0,13	-0,3	2,84
Standard: Alpaka_O_42_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,31	1,57	0,82	
Uzorak: Alpaka_O_42_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,07	-0,08	-0,37	1,14		
Standard: Alpaka_O_43_1						

Uzorak: Alpaka_O_43_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-3,09	0,12	1,71	1,7	0,2	3,53
Standard: Alpaka_O_43_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,33	1,56	0,82	
Uzorak: Alpaka_O_43_2						
CMC (l:c)						
	-1,16	1,09	0,24	1,61		
Standard: Alpaka_O_44_1						
Uzorak: Alpaka_O_44_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,69	-0,39	-0,76	-0,82	0,24	1,09
Standard: Alpaka_O_44_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,31	1,55	0,81	
Uzorak: Alpaka_O_44_2						
CMC (l:c)						
	0,26	-0,53	0,3	0,66		
Standard: Alpaka_O_45_1						
Uzorak: Alpaka_O_45_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,16	-0,55	0,8	0,66	0,71	0,98
Standard: Alpaka_O_45_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,3	1,5	0,77	
Uzorak: Alpaka_O_45_2						
CMC (l:c)						
	0,06	0,44	0,93	1,03		
Standard: Alpaka_O_46_1						
Uzorak: Alpaka_O_46_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,6	-0,2	0,29	0,23	0,27	2,62
Standard: Alpaka_O_46_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,27	1,5	0,75	
Uzorak: Alpaka_O_46_2						
CMC (l:c)						
	-1,02	0,15	0,35	1,09		
Standard: Alpaka_O_47_1						
Uzorak: Alpaka_O_47_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,53	-0,44	-0,58	-0,67	0,29	0,9

Standard: Alpaka_O_47_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,26	1,55	0,78	
Uzorak: Alpaka_O_47_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,21	-0,43	0,37	0,61		
Standard: Alpaka_O_48_1						
Uzorak: Alpaka_O_48_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,18	-0,34	-0,13	-0,21	0,3	0,41
Standard: Alpaka_O_48_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,28	1,56	0,79	
Uzorak: Alpaka_O_48_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,07	-0,14	0,39	0,41		
Standard: Alpaka_O_49_1						
Uzorak: Alpaka_O_49_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,61	-0,26	1,61	1,49	0,65	3,08
Standard: Alpaka_O_49_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,29	1,54	0,77	
Uzorak: Alpaka_O_49_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,01	0,97	0,85	1,64		
Standard: Alpaka_O_51_1						
Uzorak: Alpaka_O_51_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,19	0,07	1,63	1,61	0,23	2,02
Standard: Alpaka_O_51_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,32	1,55	0,82	
Uzorak: Alpaka_O_51_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,45	1,04	0,28	1,17		
Standard: Alpaka_O_52_1						
Uzorak: Alpaka_O_52_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,33	-0,73	-0,44	-0,54	0,66	1,58
Standard: Alpaka_O_52_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,32	1,55	0,83	
Uzorak: Alpaka_O_52_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		

CMC (l:c)	-0,5	-0,35	0,79	1		
Standard: Alpaka_O_53_1						
Uzorak: Alpaka_O_53_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,55	0,16	-0,58	-0,57	-0,19	1,66
Standard: Alpaka_O_53_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,17	1,25	0,75	
Uzorak: Alpaka_O_53_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,66	-0,45	-0,26	0,84		
Standard: Alpaka_O_59_1						
Uzorak: Alpaka_O_59_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-3,03	-0,28	-0,89	-0,91	0,22	3,17
Standard: Alpaka_O_59_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,13	1,24	0,73	
Uzorak: Alpaka_O_59_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,34	-0,73	0,3	1,55		
Standard: Alpaka_O_60_1						
Uzorak: Alpaka_O_60_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-3,45	-0,13	-1,5	-1,5	0	3,76
Standard: Alpaka_O_60_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,15	1,29	0,75	
Uzorak: Alpaka_O_60_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,5	-1,16	0	1,9		
Standard: Alpaka_O9_1						
Uzorak: Alpaka_O_9_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,29	-1,02	-0,98	-1,21	0,73	1,44
Standard: Alpaka_O9_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,28	1,53	0,76	
Uzorak: Alpaka_O_9_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,11	-0,79	0,96	1,25		

U tablici 21 prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom luka na podlozi 100% merino, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Uzorci kojima je izmjerena niža vrijednost ukupne razlike u boji CMC (l:c) jednadžbom (niže od 1,5) su: *Alpaka_O_9_2*, *Alpaka_O_3_2*, *Alpaka_O_33_2*, *Alpaka_O_37_2*, *Alpaka_O_38_2*, *Alpaka_O_41_2*, *Alpaka_O_42_2*, *Alpaka_O_45_2*, *Alpaka_O_46_2*, *Alpaka_O_47_2*, *Alpaka_O_48_2*, *Alpaka_O_50_2*, *Alpaka_O_51_2*, *Alpaka_O_52_2*, *Alpaka_O_53_2*.

Prva dva uzorka karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1*, vrijeme fiksiranja 45 min. No, uzorak *Alpaka_O_3_2* karakterizira ugušćivač *Britanska guma 13%*, dok uzorak *Alpaka_O_9_2* karakterizira ugušćivač *Britanska guma 8%*. Uzorak *Alpaka_O_33_2* karakterizira također *Receptura tiskarske paste 1*, ugušćivač *Diagum R8 8%* i vrijeme fiksiranja od 60 minuta. Uzorke od *Alpaka_O_37_2* do *Alpaka_O_42_2* karakterizira ista tiskarska pasta, ali je vrijeme fiksiranja 30 min. i ugušćivači su *Diagum R8 4%* i *8%*, *Britanska guma 4%* i *8%* sa kiselim i lužnatim pH. Uzorke od *Alpaka_O_45_2* do *Alpaka_O_52_2* karakterizira ista receptura tiskarske paste, fiksiranje u vremenu 45 minuta i ugušćivači *Diagum R8 4%* i *8%*, *Britanska guma 4%* i *8%* s kiselim i lužnatim pH. Uzorak *Alpaka_O_53_2* karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 2*, ugušćivač *Britanska guma 4% kiselu* i fiksiranje u vremenu od 45 minuta. (Recepture tiskarskih pasta se mogu vidjeti u tablici 1)

Tablica 22. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom orahom na merino pletivu

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Merino_O_12_1						
Uzorak: Merino_O_12_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	0,41	0,39	1,02	1,09	-0,02	1,17
Standard: Merino_O_12_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,18	1,7	0,8	
Uzorak: Merino_O_12_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,17	0,64	-0,03	0,67		
Standard: Merino_O_18_1						
Uzorak: Merino_O_18_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,14	-0,74	-1,07	-1,26	0,32	2,51
Standard: Merino_O_18_1	l	c	Sl	Sc	Sh	

	2	1	1,21	1,87	0,86	
Uzorak: Merino_O_18_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,89	-0,67	0,37	1,18		
Standard: Merino_O_24_1						
Uzorak: Merino_O_24_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	3,26	-1,26	0,68	0,25	1,41	3,56
Standard: Merino_O_24_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,22	1,85	0,86	
Uzorak: Merino_O_24_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,34	0,13	1,64	2,12		
Standard: Merino_O_30_1						
Uzorak: Merino_O_30_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,67	-0,97	0,25	-0,07	1	1,94
Standard: Merino_O_30_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,23	1,84	0,86	
Uzorak: Merino_O_30_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,68	-0,04	1,16	1,34		
Standard: Merino_O_36_1						
Uzorak: Merino_O_36_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,34	-1,59	-2,47	-2,83	0,76	3,22
Standard: Merino_O_36_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,24	1,84	0,87	
Uzorak: Merino_O_36_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,54	-1,54	0,87	1,85		
Standard: Merino_O_6_1						
Uzorak: Merino_O_6_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	4,24	-1,38	-1,81	-2,18	0,67	4,81
Standard: Merino_O_6_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,15	1,7	0,78	
Uzorak: Merino_O_6_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,83	-1,28	0,86	2,4		

U *tablici 22* prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom luka na podlozi 100% alpaka, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (1:c). Uzorci kojima je izmjerena niža vrijednost ukupne razlike u boji CMC (1:c) jednadžbom (niže od 1,5) su: *Merino_O_12_2*, *Merino_O_18_2*, *Merino_O_30_2*.

Uzorke *Merino_O_12_2* i *Merino_O_18_2* karakterizira tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1* i vrijeme fiksiranja 45 minuta. *Merino_O_12_2* karakterizira ugušćivač Britanska guma 8%, dok uzorak *Merino_O_18_2* karakterizira ugušćivač *Diagum R8* 8%. Uzorak Drugi uzorak *Merino_O_30_2* karakterizira ista receptura tiskarske paste, ugušćivač *Britanska guma* 8% i vrijeme fiksiranja od 60 minuta.

Tablica 23. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkumom na pletivu domaće pramenke

RAZLIKE U BOJI							
Standard: Pramen_K_1_1							
Uzorak: Pramen_K_1_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		-5,94	3,54	-4,39	-3,9	-4,08	8,2
Standard: Pramen_K_1_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,26	2,42	1,36	
Uzorak: Pramen_K_1_2		dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (1:c)		-2,36	-1,61	-2,99	4,14		
Standard: Pramen_K_10_1							
Uzorak: Pramen_K_10_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		-1,01	3,07	-0,27	0	-3,08	3,24
Standard: Pramen_K_10_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,3	2,29	1,32	
Uzorak: Pramen_K_10_2		dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (1:c)		-0,39	0	-2,34	2,37		
Standard: Pramen_K_13_1							
Uzorak: Pramen_K_13_2							
CIE 76		dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
		0,74	1,04	-2,57	-2,43	-1,33	2,87
Standard: Pramen_K_13_1		l	c	SI	Sc	Sh	
		2	1	1,22	2,69	1,49	
Uzorak: Pramen_K_13_2		dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (1:c)		0,3	-0,9	-0,89	1,31		
Standard: Pramen_K_16_1							

Uzorak: Pramen_K_16_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-0,01	-0,35	-11,11	-11,11	0,1	11,11
Standard: Pramen_K_16_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,3	2,44	1,42	
Uzorak: Pramen_K_16_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0	-4,55	0,07	4,55		
Standard: Pramen_K_4_1						
Uzorak: Pramen_K_4_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-3,96	8,54	5,99	7,04	-7,69	11,15
Standard: Pramen_K_4_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,3	2,33	1,34	
Uzorak: Pramen_K_4_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-1,52	3,02	-5,72	6,65		
Standard: Pramen_K_7_1						
Uzorak: Pramen_K_7_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-2,09	1,53	-5,1	-4,87	-2,16	5,72
Standard: Pramen_K_7_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,25	2,38	1,32	
Uzorak: Pramen_K_7_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,83	-2,04	-1,63	2,75		

U tablici 23 prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkume na podlozi 100% alpaka, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Uzorak kojem je izmjerena niža vrijednost ukupne razlike u boji CMC (l:c) jednadžbom (niže od 1,5) je: *Pramen_K_13_2*

Ovaj uzorak karakterizira ugušćivač *Diagum R8 8%*, tiskarska pasta pripremljena prema *Recepturi 1*, i vrijeme fiksiranja od 45 min.

Tablica 24. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom lukom na pletivu domaće pramenke

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Pramen_L_11_1						
Uzorak: Pramen_L_11_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,94	0,24	-0,88	-0,77	-0,49	2,15
Standard: Pramen_L_11_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,24	1,67	0,82	
Uzorak: Pramen_L_11_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		

CMC (I:c)	0,79	-0,46	-0,6	1,09		
Standard: Pramen_L_14_1						
Uzorak: Pramen_L_14_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	3,34	0,3	0,61	0,66	-0,15	3,4
Standard: Pramen_L_14_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,21	1,57	0,8	
Uzorak: Pramen_L_14_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (I:c)	1,37	0,42	-0,18	1,45		
Standard: Pramen_L_17_1						
Uzorak: Pramen_L_17_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,32	-0,45	0,78	0,66	0,61	1,59
Standard: Pramen_L_17_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,29	1,68	0,86	
Uzorak: Pramen_L_17_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (I:c)	-0,51	0,39	0,71	0,96		
Standard: Pramen_L_2_1						
Uzorak: Pramen_L_2_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,81	-0,54	0,62	0,38	0,73	1,99
Standard: Pramen_L_2_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,21	1,58	0,72	
Uzorak: Pramen_L_2_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (I:c)	-0,75	0,24	1,02	1,29		
Standard: Pramen_L_5_1						
Uzorak: Pramen_L_5_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	5,74	-1,05	1,66	1,26	1,51	6,07
Standard: Pramen_L_5_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,22	1,59	0,74	
Uzorak: Pramen_L_5_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (I:c)	2,35	0,79	2,03	3,21		
Standard: Pramen_L_8_1						
Uzorak: Pramen_L_8_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,89	-0,17	1,45	1,29	0,68	3,24
Standard: Pramen_L_8_1	l	c	SI	Sc	Sh	
	2	1	1,17	1,47	0,67	
Uzorak: Pramen_L_8_2	dL/SI	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (I:c)	1,24	0,88	1,01	1,82		

U *tablici 24* prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkume na podlozi 100% alpaka, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Uzorci kojima su izmjerene niže vrijednosti ukupne razlike u boji CMC (l:c) jednadžbom (niže od 1,5) su: *Pramen_L_11_2*, *Pramen_L_14_2*, *Pramen_L_17_2*, *Pramen_L_2_2*.

Ove uzroke karakteriziraju iste tiskarske paste pripremljene prema *Recepturi 1*, te fiskiranje u trajanju od 45 min, no različiti ugušćivači. Uzorak *Pramen_L_2_2* karakterizira ugušćivač *Britanska guma 13%*, uzorke *Pramen_L_11_2* i *Pramen_L_14_2* karakterizira ugušćivač *Britanska guma 8%*, dok uzorak *Pramen_L_17_2* karakterizira ugušćivač *Diagum R8 8%*.

Tablica 25. Rezultati analize razlike u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom orahom na pletivu domaće pramenke

RAZLIKE U BOJI						
Standard: Pramen_O_12_1						
Uzorak: Pramen_O_12_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,52	-1	-0,1	-0,23	0,98	2,71
Standard: Pramen_O_12_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,27	1,63	0,88	
Uzorak: Pramen_O_12_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,99	-0,14	1,11	1,5		
Standard: Pramen_O_15_1						
Uzorak: Pramen_O_15_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	2,81	-1,03	0,12	-0,13	1,03	2,99
Standard: Pramen_O_15_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,19	1,74	0,87	
Uzorak: Pramen_O_15_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,18	-0,07	1,18	1,68		
Standard: Pramen_O_18_1						
Uzorak: Pramen_O_18_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	3,91	-0,63	-1,04	-1,11	0,51	4,1
Standard: Pramen_O_18_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,26	1,6	0,88	
Uzorak: Pramen_O_18_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	1,55	-0,69	0,58	1,8		

Standard: Pramen_O_3_1						
Uzorak: Pramen_O_3_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	-1,86	-0,67	0,93	0,77	0,85	2,18
Standard: Pramen_O_3_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,19	1,63	0,83	
Uzorak: Pramen_O_3_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	-0,78	0,47	1,02	1,37		
Standard: Pramen_O_6_1						
Uzorak: Pramen_O_6_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,29	-1,68	0,66	0,36	1,77	2,22
Standard: Pramen_O_6_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,25	1,71	0,88	
Uzorak: Pramen_O_6_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,52	0,21	2	2,08		
Standard: Pramen_O_9_1						
Uzorak: Pramen_O_9_2						
CIE 76	dL*	da*	db*	dC*	dh	dE
	1,84	-0,9	0,69	0,47	1,03	2,17
Standard: Pramen_O_9_1	l	c	Sl	Sc	Sh	
	2	1	1,15	1,59	0,8	
Uzorak: Pramen_O_9_2	dL/Sl	dC/Sc	dh/Sh	dE		
CMC (l:c)	0,81	0,29	1,3	1,56		

U tablici 25 prikazane su rezultati analize razlika u boji opranih i neopranih uzoraka otisnutih prirodnim pigmentom kurkume na podlozi 100% alpaka, prema dva različita sustava definiranja razlika u boji, CIE 76 i CMC (l:c). Uzorci kojima su izmjerene niže vrijednosti ukupne razlike u boji CMC (l:c) jednadžbom (niže od 1,5) su: *Pramen_O_12_2*, *Pramen_O_18_2*, *Pramen_O_3_2*.

Ove uzroke karakteriziraju iste tiskarske paste pripremljene prema *Recepturi 1*, te fiskiranje u trajanju od 45 min, no različiti ugušćivači. Uzorak *Pramen_O_12_2* karakterizira ugušćivač *Britanska guma 8%*, uzorak *Pramen_O_18_2* karakterizira ugušćivač *Diagum R8 8%*, dok uzorak *Pramen_O_3_2* karakterizira ugušćivač *Britanska guma 13%*.

5. IZRADA KONAČNOG PROIZVODA

Prema dobivenim rezultatima na temelju optimiranja, donesenim zaključcima, te postavljenim zahtjevima, odabrani su odgovarajući ugušćivači, recepture tiskarskih pasti te metode rada, i primijenjene prilikom izrade konačnog proizvoda – dječjih pokrivača pletenih od alpaka i merino vune, te tiskanih prirodnim bojilima. Tijek izrade podijeljen je u nekoliko faza:

1. Izrada dječjih pokrivača
2. Odabir i priprema uzorka
3. Izrada šablone
4. Priprema ugušćivača
5. Priprema tiskarske paste
6. Tisak
7. Fiksiranje
8. Bojadisanje pamučnog materijala
9. Šivanje
10. Prikaz gotovog proizvoda
11. Izrada privjesnica

1. Izrada dječjih pokrivača

Pri izradi dječjih pokrivača, korišten je kao i u fazi optimiranja, ručno ravnopletaći dvoiglenični stroj za pletenje Singer.

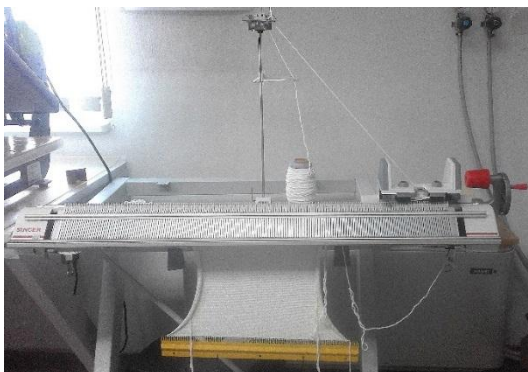
→ Pletenje s alpaka vunom:

- Razmak između iglenica kod pletenja s alpaka vunom: 4
- Uključena je svaka igla, dakle 110 igala, 55 s lijeva i 55 s desna. Širina pletiva je tada 40 cm
- Kako bi se dobilo desno lijevo – pletivo, uključen je taster Λ
- Gustoća očica: 4

→ Pletenje s merino vunom:

- Razmak između iglenica kod pletenja s merino vunom: 5
- Uključena je svaka igla, dakle 94 igle, 47 s lijeva i 47 s desna. Širina pletiva je tada 40 cm
- Kako bi se dobilo desno lijevo – pletivo, uključen je taster Λ
- Gustoća očica:

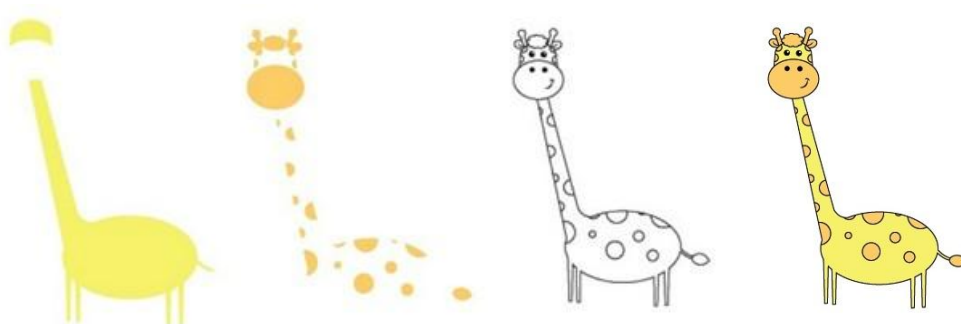
Ispletena su 4 pletiva, po dva od svake pređe, širine 40 cm, i dužine 45 cm. (slika 57)



Slika 57. Izrada finalnog proizvoda na ručnom ravnopletaćem dvoigleničnom stroju za pletenje Singer

2. Odabir uzorka

Kao uzorak koji će se tiskati, odabrana je žirafa A4 formata, te žirafa koja će se ponavljati u raportu. Nakon izbora motiva proveden je postupak separacije po efektima kao priprema za izradu šablona (slika 58).



Slika 58. Odabrani uzorak podijeljen prema efektima

3. Izrada šablone

U radu se koristila klasična ravna šablona, gustoće sita 77 niti/cm. Izrada šablone:

1. Sito se napinje i fiksira na čvrsti metalni ili drveni okvir. Nakon napinjanja sita, ono se odmašćuje i pere kako bi se sa njega uklonile sve moguće nečistoće.
2. Tako pripremljeno sito se premazuje fotoemulzijom (u radu je korištena fotoemulzija FOTECOAT 1833 BLUE SOLO), s vanjske i unutarnje strane te se suši u sušioniku Scholl na hladnom zraku.
3. Pripremljeno sito, prethodno premazano fotoemulzijom, osvjetljava se preko folija na kojima je neprozirnom crnom bojom iscrtan uzorak. Pod utjecajem svjetla dolazi do polimerizacije fotoemulzije na mjestima prolaska svjetlosti, a na mjestima gdje je prolazak svjetlosti bio blokiran uzorkom iscrtanim crnom neprozirnom bojom, fotoemulzija se neće polimerizirati. Za svaki pojedini efekt iz raporta, odnosno za svaku boju zastupljenu u raportu, izrađuje se posebna šablona. U ovom radu, u raportu su zastupljena 3 efekta, pa su tako izrađene 3 šablone, te je vrijeme osvjetljivanja za svaku, bilo različito. Što je efekt finiji, to se kraće osvjetljuje, pa su se tako konture žirafe osvjetljavale 45 sekundi, točke 55 sekundi, a ispuna 60 sekundi.
4. Ispiranje šablone mlazom vode pod laganim pritiskom radi skidanja nepolimerizirane fotoemulzije. Samim ispiranjem, otvara se sito u konturama željenog uzorka i tako pripremljena šablona spremna je za tisak.

4. Priprema ugušćivača

Prema rezultatima dobivenih tijekom optimiranja, kao najbolji ugušćivač odabrana je *Britanska guma 4%*, te je isti ugušćivač primjenjen prilikom izrade konačnog proizvoda. Pri tom, u tiskarskoj pasti sa orahom i kurkumom, korištena je *Britanska guma 4%* u kiselom, dok je u tiskarskoj pasti sa lukom, korištena *Britanska guma 4%* u lužnatom. Prema tome, pripremljena su 3 ugušćivača, po 100g svakog, kako bi bilo dostatno prilikom tiska sva četiri konačna proizvoda (*tablica 26*).

Tablica 26. Receptura ugušćivača Britanska guma

Ugušćivač	Britanska guma	Britanska guma	Britanska guma
Udio suhe tvari	4%	4%	4%
pH regulator	5ml 10% - CH ₃ COOH	5ml 10% - CH ₃ COOH	0,025g Na ₂ CO ₃
pH	kiseo (4)	kiseo (4)	lužnat (9)

5. Priprema tiskarske paste

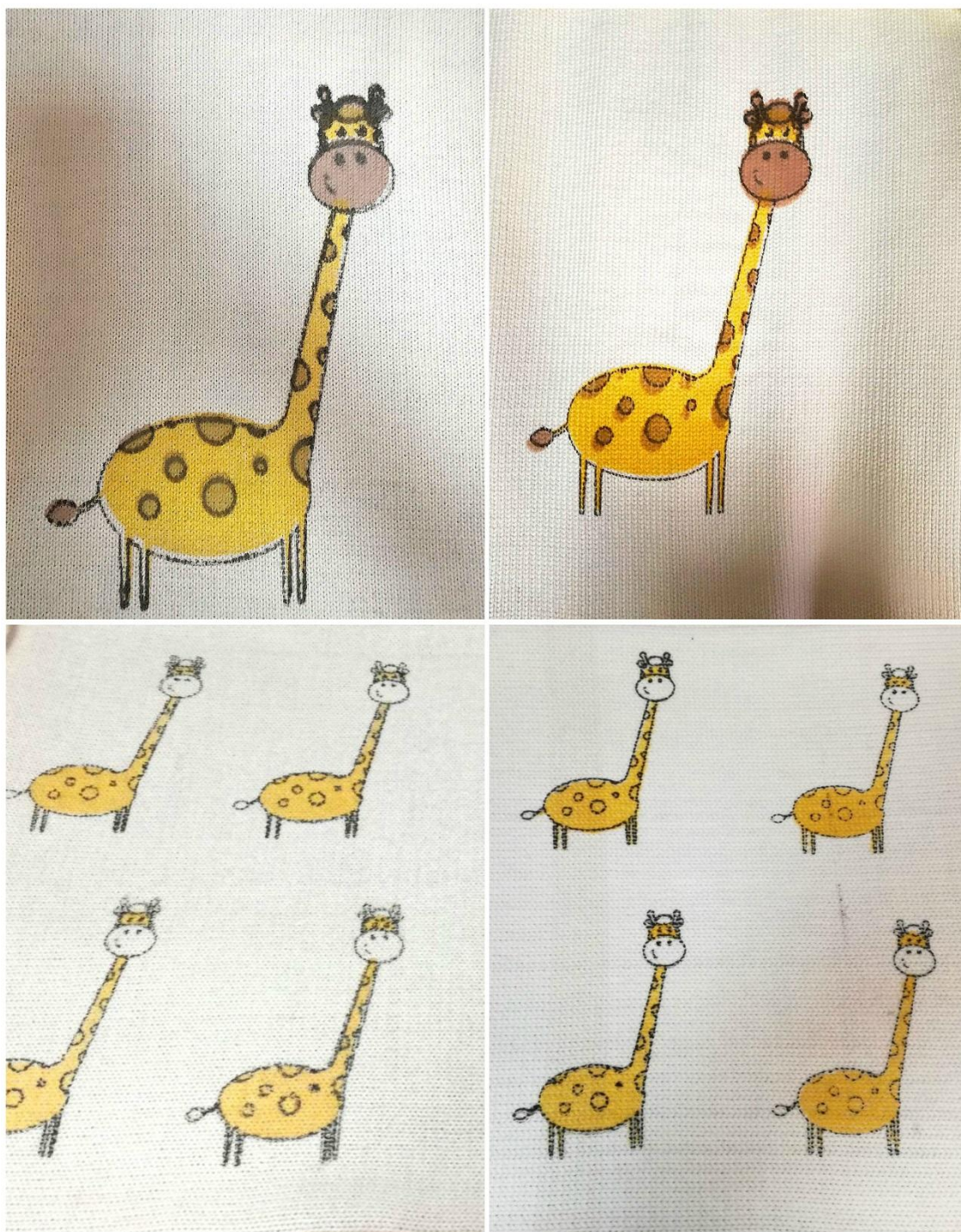
Prema rezultatima dobivenih tijekom optimiranja, kao najbolje tiskarske paste, izabrana je *Receptura 2* za kurkumu, *Receptura 3* za orah i *Receptura 5* za luk. Tiskarske paste su pripremljene na 100g ugušćivača, i korištene su prilikom tiska pletiva ispletenih i od alpaka i merino vune (*tablica 27*).

Tablica 27. Receptura tiskarskih pasti

Receptura 2 (kurkuma)	Receptura 3 (orah)	Receptura 5 (luk)
10g bojila	4g FeSO ₄	10g bojila
1g uree	10g bojila	1,6g uree
1g glicerola	1,6g uree	1,6g glicerola
100g ugušćivača	1,6g glicerola	100g ugušćivača
	100g ugušćivača	

6. Tisak

Pripremljena pletiva, tiskana su tehnikom sitotiska, pomoću prethodno pripremljene šablone, i to na način da se prvo otisne tijelo žirafice, dakle žuta boja, koristeći tiskarsku pastu s kurkumom, zatim njezine točkice, narančasta boja, koristeći tiskarsku pastu s lukom, te naposljetku konture, crna boja, koristeći tiskarsku pastu s orahom. Kod pletiva s raportom, najprije se otisne tijelo žirafice, žuta boja, zatim kontura, odnosno crna boju. Nakon otiska, pletiva se suše na zraku (*slika 59*).



Slika 59. Otisnute žirafice na pletivima s lijeva na desno: alpaka i merino

7. Fiksiranje

Na temelju rezultata prilikom optimiranja, zaključuje se kako je najbolje vrijeme fiksiranja parom u vremenu od 45 minuta, te se ono primjenjuje i prilikom fiksiranja konačnih proizvoda.

8. Bojadsanje pamučnog materijala

Obzirom da vuna koje je korištena u ovom radu, nije češljana, te postoji mogućnost da vlakanca dođu u nosić ili usta djeteta, kao podstava i kao rub na pletivima, našiva se pamučni materijal.

Za bojadsanje pamuka izabrano je bojilo kurkume. Razlog tome su optimalna bojadisarska svojstva potvrđena i prema rezultatima optimiranja u tablicama 11 i 12. Zatim, zadovoljavajući intenzitet žutog obojenje koje se postiže pigmentom kurkume te je po svojim kolorističkim parametrima harmonijski usklađeno s uzorkom žirafe na pletivu, što doprinosi privlačnosti konačnog proizvoda.

Materijal izabran za podstavu i porub dječje dekice je pamučna tkanina u platno vezu 1/1, kemijski bijeljen. Nakon pripreme materijala, pristupilo se postupku bojadsanja prirodnim bojilom kurkume uz dodatak pH regulatora CH_3COOH i elektrolita NaCl . Proces bojadsanja traje 2 h na 90°C .

9. Šivanje

Obojen, osušen i izglačan materijal, spreman je za našivanje na prethodno otisnuta pletiva. I to tako, da rubovi sa obje strane iznose 15 cm, dok, gornji i donji iznose 25 cm. Tim je dimenzijama dobivena i potrebna ukupna veličina konačnog proizvoda koja iznosi 60 x 90 cm.

10. Prikaz gotovog proizvoda

U svrhu što boljeg predstavljanja gotovog proizvoda, odnosno dječjih pokrivača pletenih od alpaka i merino vune, osmišljena je i realizirana vizualna prezentacija kojom se naglašavaju funkcije i karakteristike proizvoda.



Slika 60. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača (Otisnuto merino pletivo + obojadisana pamučna podstava i rub)



Slika 61. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača (Otisnuto alpaka pletivo + obojadisana pamučna podstava i rub)



Slika 62. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača (Otisnuto merino pletivo + obojadisana pamučna podstava i rub)



Slika 63. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača (Otisnuto alpaka pletivo + obojadena pamučna podstava i rub)



Slika 64. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača



Slika 65. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača



Slika 66. Fotografija izradenog dječjeg pokrivača



Slika 67. Fotografija izradenog dječjeg pokrivača



Slika 68. Fotografija izrađenog dječjeg pokrivača



Slika 69. Fotografija izradenog dječjeg pokrivača

11. Izrada privjesnica

U svrhu realizacije cjelovitog proizvoda, prepoznatljivog ne samo po originalnoj ideji primjene vrlo kompleksnog postupka tiska prirodnim bojilima, već i po postignutim estetskim komponentama ali i po osmišljavanju tržišnog identiteta proizvoda, osmišljena je **privjesnica** koja sadrži vlastiti logo, zatim crtež djeteta koji predstavlja proizvod, odnosno pokrivač s njegovim dimenzijama. Zatim ručno crtana alpaka, merino ovca i pamuk, kao prikaz sirovinskog sastava pokrivača. Tu su i crteži bojila koja su se koristila. Osim toga, na privjesnici se nalazi i mjesto i način proizvodnje, način održavanja te oznaka prirodnog proizvoda. Svi crteži prisutni na privjesnici su ručno crtani, zatim obrađeni u Adobe Illustratoru. Privjesnica je pričvršćena alpaka i merino predom.



Slika 70. Skenirana izrađena privjesnica za merino dječji pokrivač



Slika 71. Skenirana izrađena privjesnica za alpaka dječji pokrivač

6. ZAKLJUČAK

Danas su poznate različite metode proizvodnje i primjene bojila, prije svega tehnološki postupci koji uključuju znanja mikrobiologije, kemije, fizike i tehnologija. I sintetska i prirodna bojila imaju svoje mjesto i značenje u današnjem svijetu. Pa je tako gotovo u svim dijelovima svijeta neizbježan kontakt sa sintetskim bojilima u moru industrijskih proizvoda koji su u nekom trenutku obojeni; od uredskog materijala preko namještaja i tekstila pa do prehrambenih proizvoda. No, prirodna bojila ne mogu zamijeniti sintetska, ali svako nastojanje obnove tradicionalnog znanja o prirodnim izvorima bojila i tehnologijama proizvodnje pridonosi očuvanju baštine. Nadalje, ta znanja mogu biti podloga suvremene industrije u osmišljavanju ekološki i zdravstveno prihvatljivijih proizvoda kao protuteža intenzivnoj industrijalizaciji i globalizaciji, ali i istraživačkom radu pojedinca.

Ovaj se istraživački rad temelji na upravo takvim znanjima te si kao cilj zadaje – proizvesti i koristiti određeno bojilo koje je na istom području bilo poznato još prije nekoliko milenija, koristilo se do pred stotinjak godina, a danas je zaboravljeno, te osmisлити i izraditi ekološki i zdravstveno prihvatljiv proizvod.

Vodeći se tom mišlju, te na temelju provedenog iscrpnog znanstveno – istraživačkog rada, a u skladu s postavljenim ciljevima i dobivenim rezultata ispitivanja, slijede zaključci.

Prema rezultatima mjerenja viskoziteta korištenih ugušćivača potvrđuje se da odabrani ugušćivač *Britanska guma 4%* daje najbolje rezultate prilikom tiska, zbog svoje niske viskoznosti. I to, *Britanska guma* iste koncentracije u alkalnom pH za luk, zbog neznatne, ali očito dovoljno značajne smanjene vrijednosti viskoziteta u odnosu na isti ugušćivač u neutralnom pH. Te *Britanska guma* iste koncentracije u kiselom pH za kurkumu i orah, zbog nižeg viskoziteta u odnosu na isti ugušćivač u neutralnom pH. Niži viskozitet ovog ugušćivača neovisno o pH vrijednosti, omogućuje lakše protiskivanje tiskarske paste kroz šablonu što rezultira optimalnom pokrivenošću i zadovoljavajućim intenzitetom i jednoličnošću obojenja.

Prilikom procesa optimiranja, zaključeno je da na širu paletu tonova utječe odabir ugušćivača, pH, koncentracija bojila, metalnih soli i ostalih dodataka u tiskarskoj pasti.

Određivanjem kolorističkih parametara otisnutih uzoraka prije i nakon provedenog procesa pranja, te na temelju smještaja uzoraka u $L^*a^*b^*$ dijagramu ne uočava se značajna promjena u parametru tona, svjetline i zasićenosti kod obje vrste vune otisnute pigmentima kurkuma, luk i orah, čime je dokazana dobra postojanost na pranje. Prikazom remisija, općenito se uočava da je ukupni postotak refleksije s tekstilne podloge 100% merino

neznatno niži, što ukazuje na niže vrijednosti svjetline, no u parametru zasićenosti i tona, ne uočavaju se značajnije razlike. Također, prikaz remisija potvrđuje kromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom kurkume, te kromatsko – akromatski karakter boje dobivene prirodnim pigmentom luka i oraha. Na temelju dobivenih rezultata potvrđuje se kako se prirodna bojila biljnog podrijetla ekstrahirana iz biljki kurkuma, luk i orah mogu koristiti prilikom tiska vunениh tekstilnih materijala uz dobivanje ekološki prihvatljivog proizvoda dobrih uporabnih postojanosti te visoke estetske vrijednosti, umirujućeg kolorita u harmonijskom odnosu spram čovjeka i okoliša.

7. LITERATURA

- [1] Đ. Parac – Osterman, B. Karaman: *Osnove teorije bojenja tekstila*, Tekstilno – tehnološki fakultet, 2013.god., (Zagreb: Denona) 1. str
- [2] M. Randić: Kako obojiti svijet, u A. Brenko, M. Randić, M.I. Glogar, M. Kapović, M. Živković, K.N. Simončić: *Moć boja – kako su boje osvojile svijet*, Etnografski muzej, Zagreb, ožujak – rujan, 2009.god., 98. str.
- [3] R. Čunko, M. Andrassy: *Vlakna*, Zrinski, Zagreb [i.e.] Čakovec, 2005.god.
- [4] Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža
- [5] M. Schoeser: *Svijet tekstila, kratka povijest*, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb, 2009. god
- [6] S.J. Eichorn: *Handbook of textile fibre structure*, Volume 2.: Natural, regenerated, inorganic and specialist fibres, Cam: Woodhead Pub., 2009.god., 52 – 56 str.
- [7] Ortovox: *Properties of sheep's wool* (<https://www.ortovox.com/uk/stories/wool/merino-wool/wool-functionality/>)
- [8] R. Esquivel: *Wild and Wolly: Merino sheep*, PowerKids Press, 2018. god.
- [9] M. Feughelman: *Mechanical properties and structure of alpha – keratin fibres*, University of New South Wales Press, Sydney, 1997.god., 3 – 6 str
- [10] J. G. Cook: *Handbook of textile fibres, Vo.1: Natural fibres*, reprinted by Woodhead Publishing Limited, 2001. god. 91 – 102. str
- [11] Unit – Chemistry of Garments: Animal Fibres (http://wwwchem.uwimona.edu.jm/courses/CHEM2402/Textiles/Animal_Fibres.html)
- [12] B. Ziek: *What is so special About Alpaca Fiber* (<http://www.wildhairalpacas.com/pages/1414/wild-hair-alpacas-llc-whats-so-special-about-alpaca-fiber>)
- [13] H. Caban, K. Cullen: *Foothills Suri Alpacas* (<http://www.openherd.com/farms/104/foothills-suri-alpacas>), Sunline Alpacas (<http://sunline.fatcow.com/alpaca-info.php>)
- [14] R. M. Kozlowski: *Handbook of natural fibres, Volume 1: Types, properties and factors affecting breeding and cultivation*, Woodhead Publishing Limited, 2012. god., 202 – 220. str
- [15] <https://www.pinterest.com/pin/265642077995416228/?lp=true> M. Breyer: *10 things you didn't know about alpacas* (<https://www.mnn.com/earth-matters/animals/stories/10-things-you-didnt-know-about-alpacas>) https://en.wikipedia.org/wiki/Alpaca_fiber

- [16] M. Montes, I. Quicaño, R. Quispe, E. Quispe and L. Alfonso: *Quality characteristic of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica*, Spanish Journal of Agricultural Research, 6, 2008. god., 33 – 38 str
- [17] T. Sheets: *Heritage Farm Suri Alpacas: Understanding Alpaca Fiber Structure*, 2012. god.
- [18] B. Mioč, V. Pavić, V. Sušić: *Ovčarstvo*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2007. god.
- [19] <http://event42.com/poljoprivrednik/index.php/poljoprivredne-teme/stocarstvo/item/535-domaca-autohtona-rasa-ovaca-pramenka-u-ustibaru-kod-rudog>
- [20] J. Savedge: *Break out the sheepskin: Study finds babies who sleep on animal skins are less likely to develop asthma* (<https://www.mnn.com/family/babies-pregnancy/blogs/break-out-the-sheepskin-study-finds-babies-who-sleep-on-animal-skins>)
- [21] S. Scott, T. Cole, P. Lucas, M. Richards: *Weight gain and movement patterns of very low birthweight babies nursed on lambswool*, The Lancetm October 1983. god., 322, 1014 – 1016. str.
- [22] N. Lang, R. Bromiker, I. Arad: *The effect of wool vs. cotton head covering and length of stay with the mother following delivery on infant temperature*, International Journal of Nursing Studies, 41, November 2004. god., 843 – 846 str.
- [23] The History of Knitting Pt 1: *Mysterious Origins* (<http://sheepandstitch.com/the-history-of-knitting-part-1-mysterious-origins/>)
- [24] M. Križaj: *Diplomski rad: Disney kao inspiracija za vlastitu kolekciju*, Tekstilno – tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2016. god., 36. str.
- [25] D.J. Spencer: *Knitting Technology*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2001. god
- [26] The History of Knitting Pt.2: *Madonnas, Stocking and Guilds* (<http://sheepandstitch.flywheelsites.com/the-history-of-knitting-pt-2-madonnas-stockings-and-guilds-oh-my/>)
- [27] <https://www.pinterest.co.uk/pin/109634572157200310/?lp=true>
- [28] <http://www.sussexvt.k12.de.us/science/The%20History%20of%20the%20World%201500-1899/William%20Lee.htm>
- [29] Principles of Knitting: *History of Supported Needle Method* (<http://www.principlesofknitting.com/supported-needle-method/>)
- [30] *POVIJEST 12: kolonijalizam i građanske revolucije*, Europapress holding d.o.o, Glavni urednik hrvatskog izdanja prof. dr. Ivo Goldstein, 2008. god. 66. – 67. str
- [31] V. Lasić: *Vezovi pletiva*, udžbenik za tekstilne škole, Zagreb, 1998. god.

- [32] Let's All Knit: Why You'll Love It, How To Get Going And Free Patterns Just For You (<https://www.apartmenttherapy.com/modern-knitting-free-patterns-inspiration-resources-amp-supplies-240513>)
- [33] <http://diply.com/diycozyhome/article/chunky-cozy-diy-blanket-for-your-home>
<https://www.brooklyncraftcompany.com/products/arm-knitting-workshop>
- [34] W. R. Crozier: *The Psychology of Colour Preferences*, Rev. Prog. Coloration, 26, 1996. god., 63. – 71.str
- [35] D. Patterson: *The Development of Colour Science*, Rev. Prog. Coloration, 7, 46 – 54. low, F., W.: COLOUR Its Principles and their Applications, Fountain Press, London, UK, 1972. god.
- [36] J. D. Mollon: *The Origins of Modern Color Science*, In Shevell, S. (Ed) Color Science, Optical Society of America, Washington
- [37] B. Rigg: *Colorimetry and the CIE System*, Colour Physics for Industry, Eds R. McDonald, Society of Dyers and Colourists, 1987. god.
- [38] M. D. Farnich: *Color Appearance Models* (2nd Edn), Wiley IS&T, 2005. god.
- [39] A. H. Munsell: *A Grammar of Colour*, edited and with an Introduction by Faber Birre, Van Nostrand – Reinhold, New York, 1996. god.
- [40] J. Herak: *Osnove kemijske fizike*, SDC, Školska knjiga d.d. Zagreb, 2001. god.
- [41] K. Nassau: *Colour for Science, Art and Technology*, Elsevier Science, ISBN: 0 444 89846, Netherlands, 1998. god.
- [42] R. Mc. Donald: *Colour Physics for Industry*, Society of Dyers and Colourists EDT., ISBN: 0 901956 45 7, Engleska, 1987. god.
- [43] H.S. Shah, R.S. Gandhi: *Instrumental Colour Measurements and Computer Aided Colour Matching*, Mahajan Book Distributors, Ahmeabad, 1990. god.
- [44] https://www.google.com/search?hl=en-HR&tbm=isch&q=cielab+1976&chips=q:cielab+1976,online_chips:cie+1976&sa=X&ved=0ahUKEwj7ktvH--jaAhVGzaQKHUAyD8YQ4IYIKCgB&biw=1366&bih=647&dpr=1#imgrc=RWyOQJ22afE-aM:
- [45] P. Đurđica: *Osnove o boji i sustavi vrjednovanja*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2007. god.
- [46] D. B. Judd, G. Wyszecki: *Color in Business*, Science Industry, John Willey and Sons Ltd., New York, 1975. god.
- [47] G. Wyszecki, W. S. Stiles: *Color Science, Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, Wiley Classics Library Edt., John Wiley & Sons Inc., New York, 2000. god.

- [48] R. S. Hunter: *The Measurement of Apperance*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1975. god.
- [49] F. J. J. Clarke, R. McDonald, B. Rigg: *Modification of the JPC79 Colour – Difference Formula*, JSDC, 1984. god., 117 – 148. str
- [50] J. J. McCann, S. P. McKee, T. H. Taylor: *Qunatitative studies in retinex theory: a comparison between theoretical predictions and observer responses to the color Mondrian experiments*, Vision Res. 16, 1976. god., 445. – 448. str.
- [51] ISO International standard: *Textiles – Test for colour fastness – Part J01: Measuremenz of Colour and Colour differences*, ISO 105 – J01, 1989. god
- [52] A. R. Robertson: *The CIE 1976 Colour Difference Formulae*, Colour Res. Appl., 1997. god., 7. – 11. str
- [53] R. H. Wardman, D. Heggie, M. R. Luo: *A Comparasion of the Colour Differences Computed Using the CIE94, CMC (l:c) and BFD (l:c) Formulae*, JSDCE, 1996. god., 264. – 269. str.
- [54] D. H. Altman: *CIE TC 1 – 29 Industrial Colour – Difference Evaluation Progress Report*, Colour Res. Appl. 18, 1993. god., 137 – 139. str
- [55] J. Serdar: *Prenosila i dizala*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975. god., 155 – 158 str.
- [56] F. Brunello: *The Art of Dyeing In The History of Mankind*, Neri Pozza Editore, Vicenza, 1973. god., 3 – 20 str.
- [57] K. Driessen: *The earliest dyes* (<http://www.quilthistory.com/dye.htm>)
- [58] R.M.Kozłowski: *Handbook of natural fibres, Volume 2: Processing and applications*, Woodhead Publishing Limites, 2012. god., 84 – 85 str
- [59] N. Sekar: *Application of natural colourants to textiles – principles and limitations.*, Colourage, 46 (7), 1999. god., 33. – 34. str
- [60] M. D. Teli, R. Paul, P. D. Pardeshi: *Natural dyes: Classification, chemistry and extriction methods, Part – I: Chemical classes, extraction methods and future prospects*, Colourage, 47 (12), 2000. god., 43 – 48. str
- [61] Beatta: *Ljekovite biljke*, broj 4, svibanj – lipanj 2003. god., 64 – 67 str.
- [62] J. H. Hofenk de Graaf: *The Colorful Past, Origins, Chemistry and Indetification of Natural Dyestuff*, Abegg – Stifung and Archetype, Publications Ltd. Riggisberg and London, 2004. god., 52. – 84. str
- [63] A. Sutlović: *Bojadisanje prirodnim bojilima – doprinos humanojoj ekologiji*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet, 2007.
- [64] G. S. Nadiger, K. P. Sharma, P. Jarag: *Screening of natural dyes*, Coloruage 51 (annual), 130. – 137. str

- [65] H. Scheppe: *Handbuch der Naturfarbstoffe: Vorkommen, Verwendung, Nachweid, Landsberg am Lech*: Ecomed, 1992. god.
- [66] E. R. Trotman: *Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres*, Charles Griffin & Co LTD, London, 1970.
- [67] E. Engeler: *Wollfarbstoff – Gamen und ihr okologisches Umfeld*, Textilverdlung 32 (7 – 8), 1997. god., 156 – 161. str
- [68] Nastavni materijali s predavanja iz kolegija Prirodna bojila, dr. sc. Ana Sutlović, izv. prof., Sveučilište u Zagrebu, TTF
- [69]https://www.google.com/search?biw=1366&bih=647&tbm=isch&sa=1&ei=qLbqWsz2Cs6tkwW8ya5o&q=flavonoidi&oq=flavonoidi&gs_l=psy-ab.3..0j0i30k1j0i24k113j0i10i24k1j0i24k114.47433.52315.0.52614.20.14.5.1.1.0.189.1902.0j14.14.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.20.2006...0i67k1j0i10k1.0.9h2UMhiKC8o#imgrc=6s4WQvzquSS4QM:
- [70] Nastavni materijali s predavanja iz kolegija Bojadisanje i tisak, dr. sc Ana Sutlović, izv. prof., Sveučilište u Zagrebu
- [71] P.N. Ravindran, K.Nirmal Babu, K. Sivaraman: *Turmeric: The genus curcuma, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Taylor and Francis Group, LLC, 2007. god., poglavlje: P.N. Ravindran: *Turmeric – The Golden Spice of life*, 1. str.
- [72] L. Greene: *Amazing Health Benefits of Ginger Turmeric Tea* (<https://www.balancemebeautiful.com/health-benefits-of-ginger-turmeric-tea/>)
- [73] Plantea: Priroda i biljke: *Kurkuma* (<https://www.plantea.com.hr/?s=kurkuma>)
- [74] E.V.Steinhauser: *Tumeric Curcumin: Discover the Amazing Health Benefits and Healing Power of Turmeric Curcumin*, A Gamma Mouse, 2015. god., poglavlje: What is Turmeric and Curcumin, 3.str
- [75] J. Grahn: *Povrće i začinsko bilje*, Mladinska knjiga, Ljubljana, 1987. god., poglavlje: Luk, 94. str
- [76] Plantea: Priroda i biljke: *Allium cepa* (<https://www.plantea.com.hr/?s=allium+cepa>)
- [77]https://www.google.com/search?q=yellow+onions&hl=en-HR&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZ1476henaAhWDDOwKHa6iDKYQ_AUICigB&biw=1366&bih=647#imgrc=TZYIUtbduG3vdM:
- [78] P. D. Mišić: *Nove sorte voćaka*, Drugo prerađeno i dopunjeno izdanje, Molit, Beograd, poglavlje: Orah 218 – 226. str.
- [79] Plantea: Priroda i biljke: *Juglans regia* (<https://www.plantea.com.hr/?s=juglans+regia>)

- [80] www.google.com/search?q=walnut+trees+in+utah&hl=en-HR&biw=1366&bih=647&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi9tKvQhunaAhWBvBQKHRgLDxkQ_AUICigB#imgrc=yvkrvER287VXhM:
- [81] E.Knecht: *The principles and practice of textile printing*, Charles Griffin & Company, Limited, London, 1912. god., 3. str..
- [82] A. Burić: Završni rad: *Reološka svojstva ugušćivača – utjecaj porijekla*, Tekstilno – tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2016. god., 12 str.
- [83] S. Bolanča, K. Golubović: *Tehnologija tiska od Gutenberga do danas*, zb.35., Senj, 2008. god., 136.str.
- [84] A. Stromquist: *Simple Screenprinting: Basic Techniques & Creative Projects*, Lark Books, A division of Sterling Publishing Co., Inc., New York, 2004. god., 13.str.
- [85] The Singer Company, Ref.No. 609125, 1978.god.
- [86] <http://www.dino-lite.com/>
- [87] https://www.google.com/search?q=Viskozimetar+Brookfield+DV+II%2B&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiw15_uiOnaAhWR2qQKH7WCfYQ_AUICigB&biw=1366&bih=647#imgdii=700K11vHL1qQBM:&imgrc=euLHEWdX_BAntM:
- [88] http://www.tsrc.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=102%3A600&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=hr