Trikromija u procesu bojadisanja polimidnog pletiva kiselim bojilima

Mijač, Jagoda

Undergraduate thesis / Završni rad

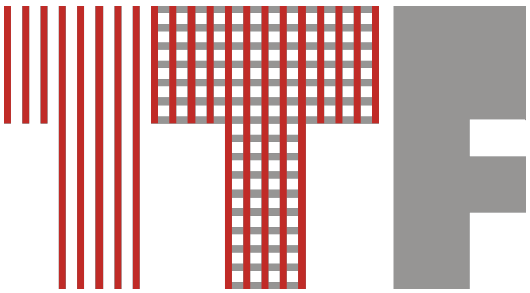
2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:990830

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

TRIKROMIJA U PROCESU BOJADISANJA POLIAMIDNOG PLETIVA KISELIM BOJILIMA

JAGODA MIJAČ

Zagreb, rujan 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

ZAVRŠNI RAD

TRIKROMIJA U PROCESU BOJADISANJA POLIAMIDNOG PLETIVA KISELIM BOJILIMA

Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović

JAGODA MIJAČ, 10458/TTI

Zagreb, rujan 2017.

Sveučilište u Zagrebu

Tekstilno-tehnološki fakultet

Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

Broj stranica: 31

Broj tablica: 3

Broj slika: 21

Broj formula: 2

Broj literature: 11

Članovi povjerenstva: 1. Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar, predsjednik

2. Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović, član – mentor

3. Doc. dr. sc. Sanja Ercegović, član

4. Doc. dr. sc. Sandra Flinčec Grgac, zamjenik člana

Datum predaje rada: 07.09.2017.

Datum obrane rada: 12.09.2017.

SAŽETAK

Završni rad "Trikromija u procesu bojadisanja poliamidnog pletiva" podijeljen je na tri dijela: teorijski dio, eksperimentalni dio te rezultate i raspravu.

Kroz teorijski dio opisuje se boja kao psihofizički osjet induciran svjetlom te njezino objektivno vrednovanje prema načelima CIEL*a*b* sustava. Također je opisan postupak trikromije te izbor bojila za poliamid budući da se u radu, kao materijal za bojadisanje, koristi poliamidno pletivo. Od bojila su značajnije opisana kisela bojila jer se upravo njihovim miješanjem, postupkom trikromije, dobilo željeno obojenje.

U eksperimentalnom dijelu napravljena je karakterizacija tekstilnog materijala kako bi se dobila potvrda da se radi o poliamidnom vlaknu te saznalo o kojem je točno poliamidu riječ. Prema recepturama iz Jadran tvornice čarapa d.d. napravljena je sistematizacija za rad u laboratorijskim uvjetima. Bojadisanje poliamidnih uzoraka odvijalo se procesom trikromije, tako da je bilo potrebno napraviti shemu prema kojoj će se dodavati i miješati tri kisela bojila kako bi se dobilo 36 obojadisanih uzoraka u različitim tonovima.

Kao rezultat i rasprava ovog završnog rada priložena je fotografija obojadisanih uzoraka, spektrofotometrijski izmjereni koloristički parametri dobivenih boja te grafički prikaz tona, zasićenja i svjetline u CIEL*a*b* koordinatnom sustavu.

Ključne riječi: boja, trikromija, kisela bojila, poliamid, CIEL*a*b* sustav

SUMMARY

The Final Work "Trichromia in the process of dyeing the polyamide knitting" is divided into three parts: theoretical part, experimental part and results and discussion.

The theoretical part describes color as a psychophysical sensation induced by light and its objective evaluation by the principles of CIEL * a * b * system. The tricrhomatic process and the choice of polyamide dyes are also described, since dyeing agent used in the work is a polyamide knit. Among the color dyes acidic dyes were more accurately described because the desired coloring was obtained by their mixing in the tricrhomatic process.

In the experimental part, the textile material characterization was made to obtain confirmation that it was polyamide fibers and found out which polyamide it is exactly. Systematization for work in laboratory conditions was made according to the recipes from the *Jadran tvornica čarapa d.d.*. Dyeing of polyamide samples was carried out by the tricrhomatic process, so it was necessary to make a scheme for adding and mixing three acid dyes to obtain 36 dyed samples in different tones.

A photography of dyed samples, spectrophotometrically measured color parameters of the obtained colors and a graphic representation of tones, saturation and brightness in the CIEL * a * b * coordinate system are attached as a result of the discussion of this Final Work.

Keywords: color, trichromia, acid dyes, polyamide, CIEL * a * b * system

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 2

2.1. O boji 2

2.2. Objektivno vrednovanje boje prema CIEL*a*b* sustavu 5

2.3. Trikromija 6

2.4. Izbor bojila za poliamid (PA) 9

2.5. Karakteristike kiselih bojila 10

3. EKSPERIMENTALNI DIO 13

3.1. Karakterizacija tekstilnog materijala 13

3.2. Receptura iz Jadran tvornice čarapa d.d. 15

3.3. Sistematizacija receptura za realizaciju bojadisanja trikromijom 17

3.4. Izrada sheme za realizaciju bojadisanja trikromijom 20

3.5. Određivanje koloristićkih parametara obojadisanih uzoraka prema CIEL*a*b* sustavu 24

4. REZULTATI I RASPRAVA 25

5. ZAKLJUČAK 30

6. LITERATURA 31

1. UVOD

U ovom radu proučava se kakva se obojenja mogu dobiti prilikom bojadisanja postupkom trikromije. Budući da je trikromija postupak u kojem se mješanjem tri spektralne boje u prikladnim omjerima može dobiti velika paleta različitih boja, proučavat će se obojenje na 36 uzoraka poliamidnog pletiva dobiveno bojadisanjem mješavine kiselih bojila žutog, crvenog i plavog tona. Obojadisanim uzorcima odredit će se koloristički parametri prema CIEL*a*b* sustavu te grafički prikazati u CIEL*a*b* koordinatnom sustavu.

Tema rada izabrana je u suradnji Tekstilno-tehnološkog fakulteta sa Jadran tvornicom čarapa d.d. te se iz tog raloga kao tekstilni materijal za bojadisanje koristi poliamidno pletivo od kojeg se proizvode hulahopke. Također se kao bojila koriste kisela bojila Tectilon gelb 3 R 200, Tectilon rot 2 B 200, Tectilon blau 4 R-01200 jer se njihovim mješanjem dobiva tamnodrap nijansa Jadran tvornice čarapa d.d.

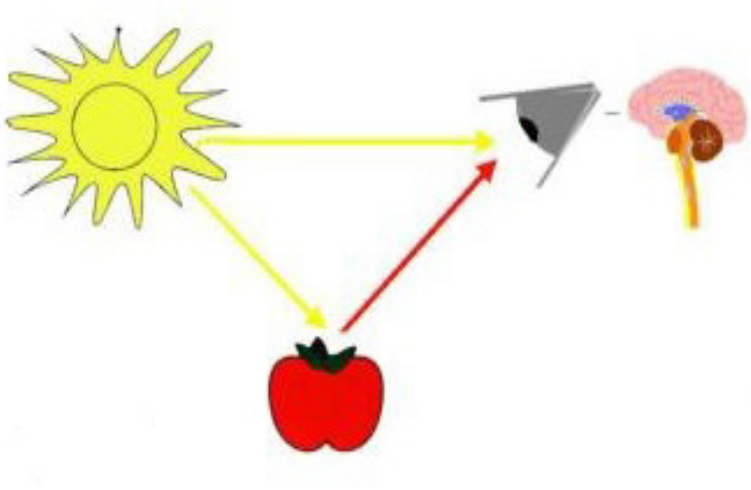
2. TEORIJSKI DIO

2.1. O boji

Smisao za boje nedavno se pojavio u povijesti ljudskog roda. Stari narodi bili su vrlo siromašni u označavanju i imenovanju boja. Izvorno su boje nazivane prema predmetima za koje su bile karakteristične pa tako i danas za prosječnog čovjeka boja ima svojstvo predmeta: ljubičica je ljubičasta, naranča narančasta itd. no razvojem industrije boja i tkanina, tiskarstva, kozmetike itd., razvijala se i potreba za imenovanjem i označavanjem boja. [1]

Boja je isključivo psihofizički osjet induciran svjetlom, odnosno osjet koji u oku izaziva svjetlost emitirana iz nekog izvora svjetlosti i reflektiranu s neke obojene površine. Za doživljaj boje potrebna su tri uvjeta: izvor svjetla potreban za pobuđivanje osjeta vida, osjet vida gledatelja i njegov vizualni sustav te objekt koji se promatra sa osobinama moduliranja svjetlosti (apsorpcija, refleksija i transmisija) (sl. 1).

„Ukoliko izostane jedan od navedenih uvjeta, nema doživljaja boje.“ [2]

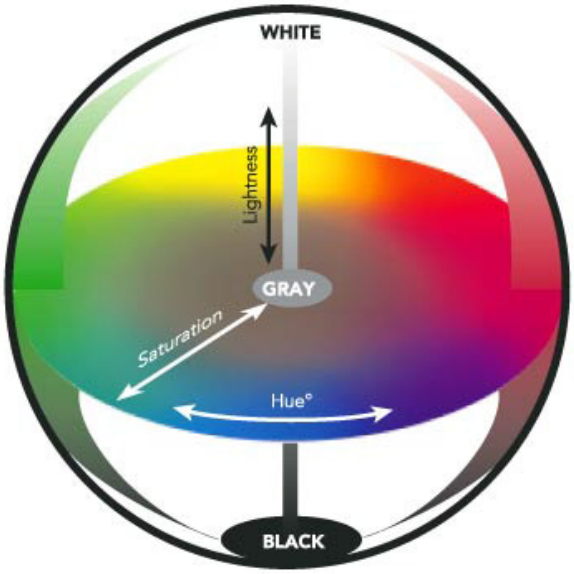


Slika 1. Doživljaj (vizualizacija) boje

Izvor: https://goo.gl/UDU9xr

Određivanjem psihofizičkih parametara za doživljaj boje bavi se metrika boje, čija je osnova mjerenjem boja svakom bojenom doživljaju pridružiti parametre potrebne za njegovu jednoznačnu karakterizaciju, što podrazumjeva točno i precizno vrednovanje boje, njezinu reprodukciju i preciziranje razlika u boji. Svaka boja koju ljudsko oko percepira ujedinjuje tri

dimenzije boje, pri čemu se svaka može mijenjati neovisno o drugoj, a to su ton (H), svjetlina (L) i zasićenost (C) (sl. 2). [2]



Slika 2. Parametri boje

Izvor: https://goo.gl/1vWNQJ

Ton boje je vizualni doživljaj prema kojem točno definiramo pojedinu boju kao plavu, crvenu, zelenu itd., prema dominirajućoj valnoj duljini svjetla. Definira se kao kromatska kvaliteta boje, odnosno kvaliteta na temelju koje se pojedina boja razlikuje od neke druge. Svjetlina boje je relativna količina svjetla koju pojedina boja prividno emitira, a označava koliko je boja tog tona tamna ili svijetla, odnosno sličnija crnoj ili bijeloj boji. Zasićenost tj. kromatičnost je stupanj do kojeg se boja čini čistom, a ukazuje na udio čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje. Ton, svjetlina i zasićenost predstavljaju psihološke atribute boje i prema njima boja je prostorno, trodimenzionalno definirana. Boje se mogu podjeliti u dvije osnovne skupine: kromatske i akromatske boje (sl. 3 i sl. 4). [1]



Slika 3. Kromatske boje

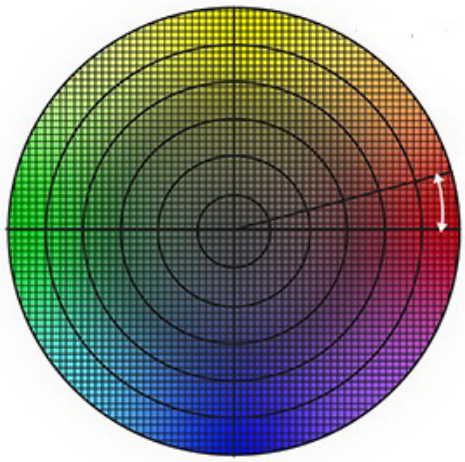
Izvor: https://media-x.hr/kromatske-boje-2/



Slika 4. Akromatske boje

Izvor: https://goo.gl/SdCLa4

Kromatske boje (šarene boje) su svi tonovi boja raspoređeni u zatvoreni krug boja od 0° do 360° te predstavljaju beskonačno mnogo tonova boja, dok su akromatske boje (neboje) tonovi od crne preko sivih do bijele koji se nalaze u sredini kruga boje (sl. 5). [2]



Slika 5. Krug boja prema CIE

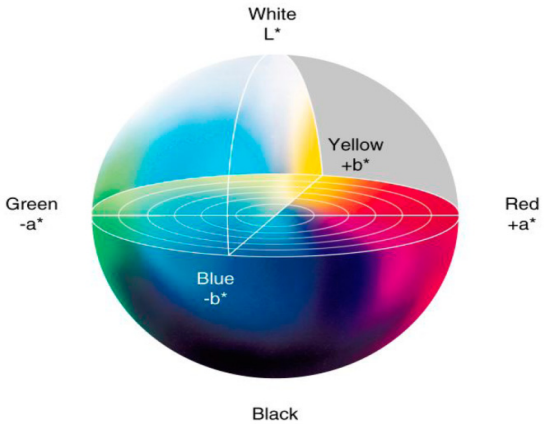
Izvor: http://sensing.konicaminolta.us/2015/03/understanding-the-cie-lch-color-space/

2.2. Objektivno vrednovanje boje prema CIEL*a*b* sustavu

CIE sustav je prvi standardizirani matematički sustav za brojčano vrednovanje boje i razlika među njima. Njegovo usvajanje, 1931. godine, bio je najznačajniji korak u razvoju moderne znanosti o boji. Sustav boja, standardiziran 1976. godine od CIE organizacije kao CIEL*a*b* sustav (sl. 6), gdje je prostor boje definiran jednakim razmakom vrijednosti svjetline (L* os), s pripadajućim koordinatama boje a* i b* je najprihvatljiviji za brojčano vrednovanje boja i najbolje odgovara vizualnoj percepciji boje. CIE komisija, kao izvor svjetlosti je standardizirala i definirala A-remisijski spektar svjetla Volframove žarulje, B-remisijski spektar simuliranog dnevnog svjetla, C-remisijski spektar svjetla Volframove žarulje propušten kroz plavi filter i D65-remisijski spektar Xenon lampe, standardizirano dnevno svjetlo koje odgovara poslijepodnevnoj dnevnoj svjetlosti što je važno i za ispitivanje pojave metamerije. L*, a*, b* koordinate se izračunavaju prema matematičkim izrazima na temelju tristimulans vrijednosti X, Y, i Z preko kojih se računskim izrazima dobivaju podaci o koordinatama kromatičnosti x i y. Iz CIEL*a*b* koordinatnog sustava, prema matematičkim izrazima, izračunava se vrijednost h° kao kut između a* i b* koordinata koji se kreće u obrnutom smjeru od kazaljke na satu te vrijednost zasićenosti C* koja predstavlja vektorsku udaljenost uzorka od središnje točke a*/ b* dijagrama. Vrijednost svjetline, L*, definira sustav i predstavlja skalu od 0, koja označava crno, odnosno najmanju svjetlinu do 100, koja označava bijelo, odnosno najveću svjetlinu. [2] [3]

$$h^\circ = \text{arctg}\,(b^*/ a^*)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

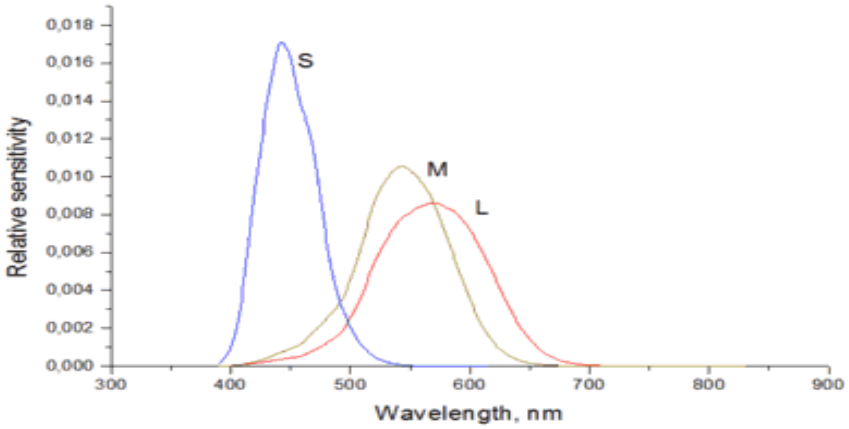


Slika 6. CIE L*a*b* sustav

Izvor: https://goo.gl/sCJWX9

2.3. Trikromija

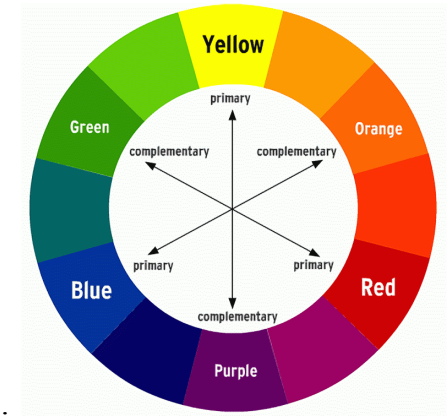
Razvoj teorije vizualizacije boje počinje sa prijedlogom Thomasa Younga, koji 1802. godine postavlja teoriju o postojanju tri receptora u ljudskom oku, od kojih je svaki osjetljiv na određeni dio vidljivog svjetla. Receptori su smješteni u mrežnici oka i odgovorni su za viđenje boje i oblika a svaki od njih osjetljiv je na određeni dio vidljivog svjetla. Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, 1850. godine razvija dalje teoriju trikromije i postavlja da se ta tri receptora – čunjića mogu klasificirati kao čunjić za kratke valne dužine, čunjić za srednje valne dužine i čunjić za duge valne dužine što odgovara dijelovima spektra crvene, zelene i plave. Različitim pobuđivanjem ta tri receptora dolazi do stvaranja slike određene boje u našem mozgu. Za svaki od ta tri receptora mogu se konstruirati teorijske krivulje spektralne osjetljivost (sl. 7). [4]



Slika 7. Krivulje spektralne osjetljivosti za plavu, zelenu i crvenu svjetlost

Izvor: http://www.daltonizam.com/pict/etc/normpdt2.gif

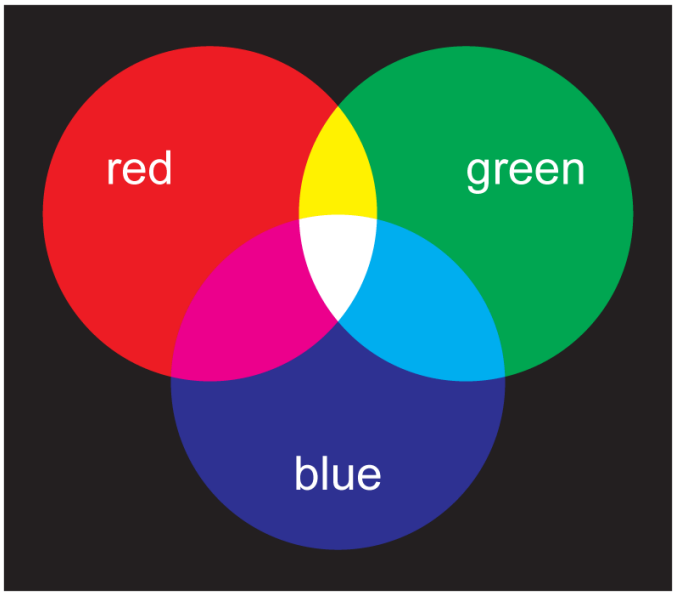
Promatrač može razlikovati svaku boju kao određenu mješavinu svjetla onih boja koje se ne mogu dobiti međusobnim mješanjem svjetla drugih boja. To su primarne boje svjetla, odnosno aditivni primari: crvena, plava i zelena. Apsorpcija i refleksija pojedinih valnih duljina odvija se na principu komplementarnog odnosa boja (sl. 8).



Slika 8. Komplementarni odnos boja

Izvor: https://www.webfabrika.rs/slaganje-boja/

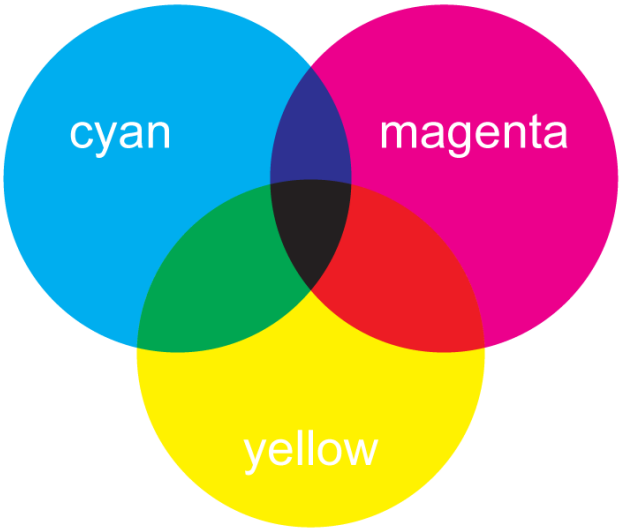
„Može se reći da su komplementarne boje su one koje se međusobno nadopunjuju, a rezultat njihovog mješanja bit će bijela, siva ili crna, ovisno mješaju li se obojena svjetla na principu aditivnog mješanja ili se mješaju pigmenti i bojila na principu suptraktivnog mješanja.“ [2] Aditivni sustav mješanja boja je temeljni sustav koji se bazira na trikromatskoj fiziologiji ljudskog oka adicijom svjetlosnih spektara crvene, zelene i plave u različitim udjelima pri čemu se dobivaju nove boje (sl. 9).



Slika 9. Aditivno mješanje boja

Izvor: http://www.supertisak.hr/content/uploads/2013/04/rgb_pojmovnik.png

Suprotno aditivnom mješanju boja, gdje dolazi do pojave združivanja određenih djelova spektra do "bijelog svjetla", suptraktivno mješanje nastaje uklanjanjem jedne ili više spektralnih komponenti iz ukupne količine apsorbiranog svjetla do crnog tona boje (sl. 10).



Slika 10. Suptraktivno mješanje boja

Izvor: http://www.supertisak.hr/content/uploads/2013/04/cmyk_pojmovnik.png

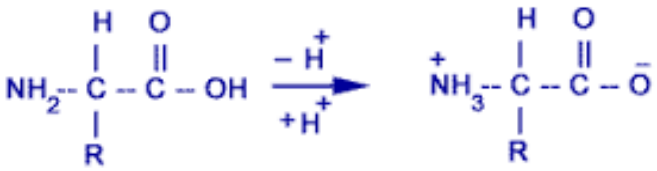
Tumačenje primara ovisi o različitim kriterijima tako da uz aditivne primare kao boje svjetla postoje i suptraktivni primari: cijan (nastaje mješanjem zelenog i plavog svjetla), magenta (nastaje mješanjem crvenog i plavog svjetla) te žuta (nastaje mješanjem crvenog i zelenog svjetla), te psihološki primari: crvena, zelena, plava, žuta, crna i bijela. Kao boje površine, izabrani su slikarski primari: crvena, plava, žuta, crna i bijela te likovni primari: crvena, žuta i plava. [5]

Moderna teorija boja uči kako se sve nijanse mogu dobiti mješanjem tri primarne boje: žute, crvene i plave. Ova tehnika poznata je bojadisarima kao *trikromatsko bojadisanje* i koristi se u širokom spektru papirne i tekstilne industrije. Pri odabiru bojila za trikromiju veoma je važna kompatibilnost komponenta bojila. Kompatibilnost ovisi o kemijskoj strukturi bojila, metodi sintetiziranja, a u obzir uzima ne samo molekularnu masu nego i molekularni volumen te hidrofilno/hidrofobni balans. Ako komponente bojila nisu kompatibilne može doći do velikih varijacija u nijansama. Današnji zahtjevi koji se postavljaju na bojila za trikromiju su brzina bojadisanja, djelovanje na drugo bojilo, ponašanje na različite uvjete pH, temperature i koncentracije elektrolita, konstantnost boje pod različitim izvorima svjetla pri čemu je cilj

odabrati bojilo koje pokazuju minimalne promjene boje u takvim okolnostima te homogenost i postojanost. Ovakvim načinom bojadisanja postiže se velika paleta boja te smanjenje troškova skladištenja bojila. Dodatna prednost je uporaba računalno kontrolirane opreme za predviđanje recepta te doziranje bojila čime je uvelike smanjena vjerojatnost grešaka i netočnosti. Bez pomoći instrumentalnog mjerenja boje na računalu zahtjevi koji se postavljaju bojadisarima bili bi zastrašujući. Danas postoje precizne i pouzdane instrumentalne metode mjerenja boje no potrebno je i temeljito razumjevanje teorije i prakse spektrofotometrije, mjerenja boje i znanosti o boji za uspješno receptiranje i bojadisanje. [6] [7]

2.4. Izbor bojila za poliamid (PA)

Poliamidna vlakna su vlakna građena od linearnih makromolekula u kojima su meri povezani amidnim (-CONH-) vezama pri čemu najmanje 85% njih povezuje alifatske i cikloalifatske konstitucijske jedinice. Uz temeljnu kraticu PA, pri označavanju određene vrste poliamidnog vlakna, veže se i jedan ili dva broja koji označavaju o kojem je poliamidu riječ te od kojih je monomernih spojeva polimer sintetiziran kao npr. PA6, PA6.6 i dr. Prema svojim bojadisarskim i ostalim svojstvima poliamidna vlakna se smatraju graničnim sa proteinskim vlaknima vunom i svilom. Na bojadisarska svojstva poliamidnih vlakana utječe molekulska i nadmolekulska struktura vlakna, tj. međusobni poredak lančanih molekula u makromolekuli, stupanj uređenosti, karakteristične temperature, pristupačnost funkcionalnim skupinama o kojima ovisi reaktivnost vlakna, utjecaj vode. Poliamidna vlakna imaju amfoterni karakter, uzrokovan posjedovanjem bazičnih $–NH_2$ i kiselih – COOH skupina u svojoj građi sa karakterističnom izoelektričnom točkom u području pH od 4-5,5 što znači da promjenom pH mjenjaju polaritet od kationskog do anionskog oblika (sl. 11). [8]



Slika 11. Amfoternost poliamida

Izvor: http://www.citycollegiate.com/biochemistry3.htm

Vlakna imaju dobru sposobnost bojadisanja i mogu se bojadisati kiselim, kromnim, metalo-kompleksnim, diperznim, reaktivnim i direktnim bojilima. Reaktivnost poliamida bojadisanog

kiselim bojilima ovisi o pH kupelji za bojadisanje. Bojadisanjem poliamida kromnim bojilima uočava se znatno manji stupanj adsorpcije kromatnog i dikromatnog iona u odnosu na vunu zbog manjeg broja krajnjih amino skupina na vlaknu. U kupelj se dodaju redukcijska sredstva kako bi se osigurala redukcija kroma. Bojadisanje se provodi u neutralnoj kupelji, no zbog slabih egalizacijskih svojstava početna adsorpcija se regulira temperaturom i pH kupelji. Metalo-kompleksna bojila s metakom stvaraju stabilan kompleks na vlaknu ili se primjenjuju kao stabilni obojeni kompleks. S bojadisarskog stajališta slična su kiselim bojilima. 1:1 metalo-kompleksna bojila se primjenjuju u jako kiseloj kupelji uz dodatak sumporne kiseline no zbog opasnosti od oštećenja PA vlakna se rijetko primjenjuju dok se 1:2 metalo-kompleksna bojila mogu primjenjivati u slabo kisleom, neutralnom pa i u alkalnoj kupelji. 1:2 metalo-metalokompleksna bojila imaju dobra egalizirajuća svojstva, dobru penetraciju u vlakno te dobru postojanost na pranje. Disperzna bojila za bojadisanje PA koriste se za srednje dubine obojenja a bojadisanje se provodi u slabo kiseloj kupelji. Imaju dobra migracijska svojstva a količina bojila na vlaknu ovisna je isključivo o temperaturi vođenja procesa bojadisanja. Bojadisanje poliamida reaktivnim bojilima temelji se na reakciji nukleofilnih skupina vlakna sa elektrofilnim centrom reaktivne skupine bojila. Stabilna su u vodi i u slabo kiselim uvjetima a reagiraju isključivo s krajnim amino skupinama u vlaknu. Direktna bojila se rijetko koriste za bojadisanje poliamida, imaju mali stupanj iscrpljenja zbog znatno veće molekule u usporedbi s kiselim bojilima. Bojadisanje se provodi u neutrajnoj ili slabo kiseloj kupelji uz veliki afinitet bojila prema vlaknu uz dodatak amonijeva acetata. [9] [10]

2.5. Karakteristike kiselih bojila

Kisela bojila su topiva u vodi te su karakteristični predstavnici anionskih bojila (sl.12). U molekuli sadrže bar jednu sulfo (-SO3H) i rijeđe karboksilnu skupinu (-COOH) koje im omogućavaju dobru topljivost u vodi a pripravljaju se kao natrijeve soli. Otapanjem u vodi disociraju te daju obojeni anion a naziv kisela su dobili jer se proces bojadisanja provodi u kiselim kupeljima uz dodatak mineralnih ili organskih soli. Po kemijskom sastavu mogu se svrstati u 3 glavne skupine: azo bojila, antrakinonska bojila, trifenilmetanska bojila i bojila ostalih skupina a njihova bojadisarska kao i ostala svojstva ovise o kemijskoj strukturi i veličini molekule.

Kod azo bojila su većinom zastupljena mono, disaazo a rijeđe trisazo bojila pri čemu su zastupljeni svi tonovi boja, od žutih do crnih. Antrakinonska bojila imaju veliku postojanost

na svijetlo, dobru sposobnost egaliziranja a najčešće su plavih, zelenih i ljubičastih tonova. Trifenilmetanska bojila imaju srednju postojanost prema svjetlu, dobru postojanost prema mokroj doradi a uglavnom su crvenih, plavih i zelenih tonova. Od bojila ostalih skupina značajna su ksantenska bojila koja karakteriziraju briljantni tonovi i dobra postojanost na svijetlo, fenazinska bojila uglavnom od plavih do crnih tonova dobre postojanosti, nitro bojila od žutih do smeđežutih tonova s dobrom postojanosti te indigoidna svijetlih tonova i ftalocijaninska bojila plavo-zelinih tonova koja također imaju dobru postojanost na svijetlo i mokru doradu.

Kemijska struktura bojila, broj sulfo ili karboksilnih skupina, pH, elektroliti i temperatura utječu na karakter vodene otopine bojila. Osjetljivi su na redukcijska sredstva te se većina kiselih bojila u vodenim otopinama ponaša kao koloidni elektroliti i imaju tendenciju stvaranja agregata. Bojilo sa vlaknom stvara ionske, ionske + vodikove veze te dipolne (Van der Waalesove) + ionske a vrsta i jačina veze kiselo bojilo-vlakno ovisi o kemijskoj strukturi, veličini i planarnosti molekule kiselih bojila. S obzirom na bojadisarska svojstva, kisela bojila se djele u tri glavne skupine: leveling (primjena u jako kiselom području, pH 2-4), miling (primjena u izoelektričnom području, pH 4-6) i supermiling bojila (primjena u neutralnom području, pH 6-7). Leveling bojila su bojila male molekulske mase, velike topljivosti a karakterizira ih velika brzina bojadisanja i migracija bojila, velika jednoličnost obojenja te mala postojanost na mokro trenje. Najveći stupanj iscrpljenja dobiva se sumpornom kiselinom a najmanji octenom. Miling i supermiling bojila su bojila manje topljivosti, većih molekulskih masa a karakterizira ih manja brzina bojadisanja i mala brzina migracije bojila te velika postojanost na mokro trenje. Najveći stupanj iscrpljenja za miling bojila je kod pH 4 a postiže se dodatkom octene kiseline kao i amonijevog sulfata dok je kod supermiling bojila najveći stupanj iscrpljenja kod pH 6. Stupanj iscrpljenja i jednoličnost obojenja ovise o :pH kupelji, temperaturi kupelji, elektrolitu te omjeri kupelji za bojadisanje.

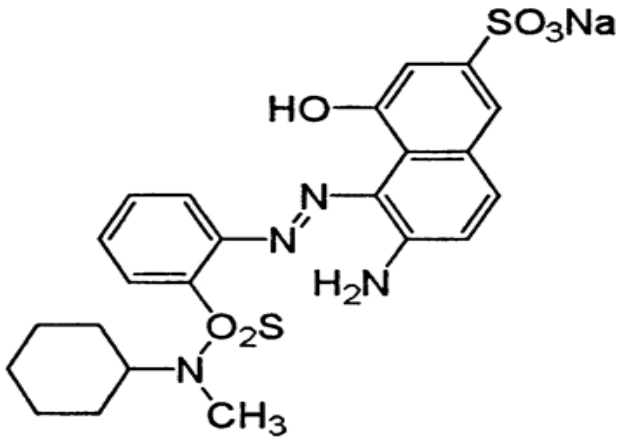
Najodgovorniji parametar u procesu bojadisanja je pH a u kojem pH području će se provoditi bojadisanje ovisit će o kemijskoj strukturi bojila, njegovoj molekularnoj masi, karakteristici otopine bojila u vodi i upotrebljenoj kiselini.

Temperatura kupelji utječe na izgled vodene otopine i na brzinu difuzije kiselog bojila u vlakno, potrebno ju je prilagoditi kritičnom području svakog kiselog bojila kako bi se spriječila brza adsorpcija bojila na početku bojadisanja što rezultira nejednoličnosti obojenja.

Vodena otopina leveling bojila je molekulskog izgleda dok su vodene otopine miling i supermiling bojila koloidnog izgleda.

Elektrolit u procesu bojadisanja ima ulogu retardera, tj. usporava brzinu adsorpcije bojila na vlakno a najčešće se koristi natrijev sulfat odnosno Glauberova sol. Za leveling bojila dodatak elektrolita usporava iscrpljenje bojila, što osigurava jednoličnost obojenja a kod miling i supermiling bojila dodatak elektrolita povećava iscrpljenje bojila na vlakno.

Veličina kupelji ovisi o izboru bojila i uređaja u kojem će se bojadisati a ne smije biti manja od 1:10 niti veća od 1:50 zbog ekonomskih razloga. Kisela bojila su u Color Index-u svrstani pod generičkim imenom C.I.Acid bojila. Karakteriziraju ih vrlo živi tonovi, velika paleta tonova, jednostavan postupak bojadisanja i veliko iscrpljenje. [9] [11]



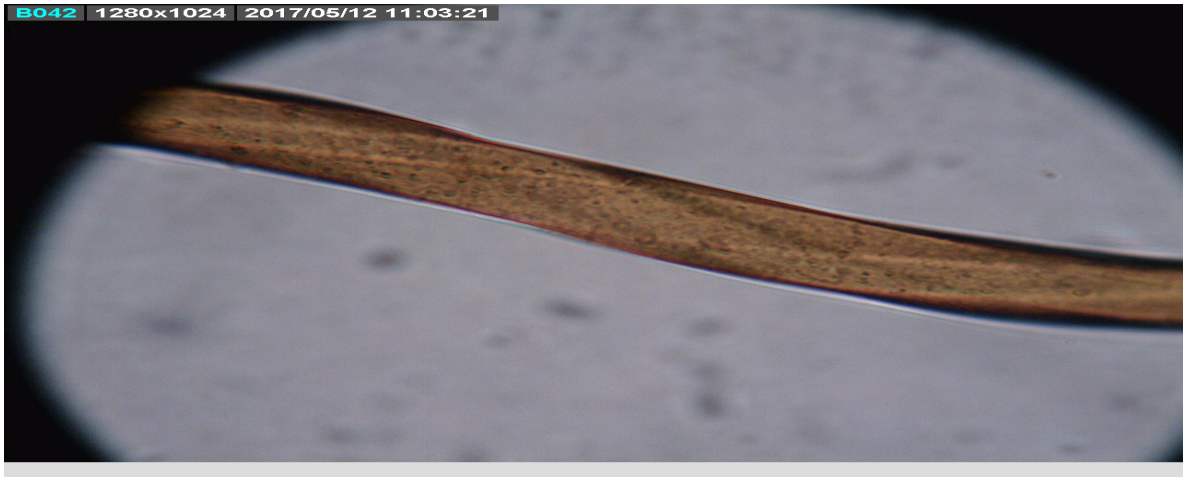
Slika 12. C.I.Acid Red 361

Izvor: http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/06/Acid-Red-361.gi

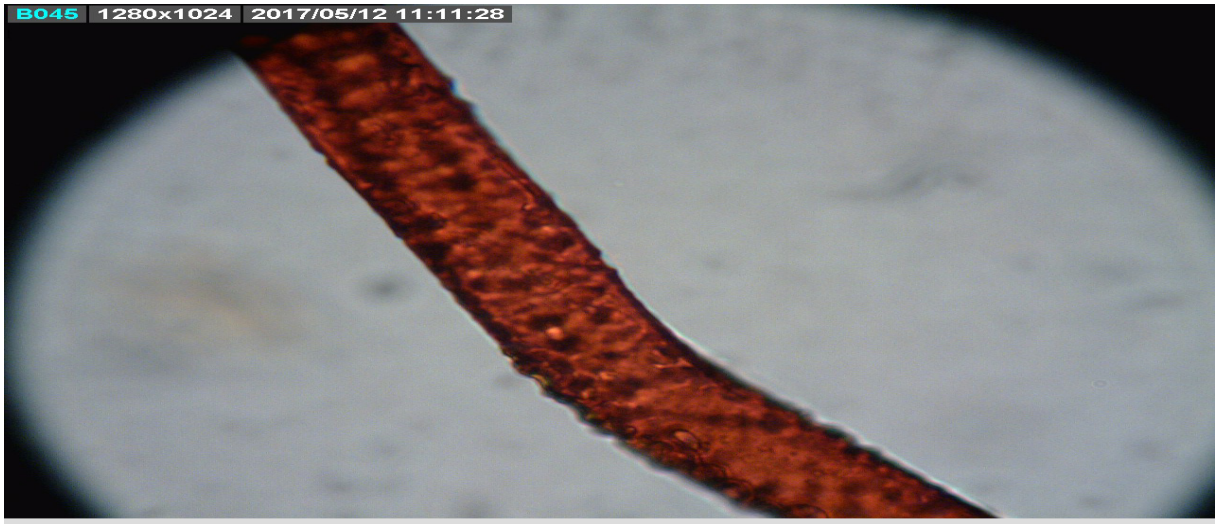
3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Karakterizacija tekstilnog materijala

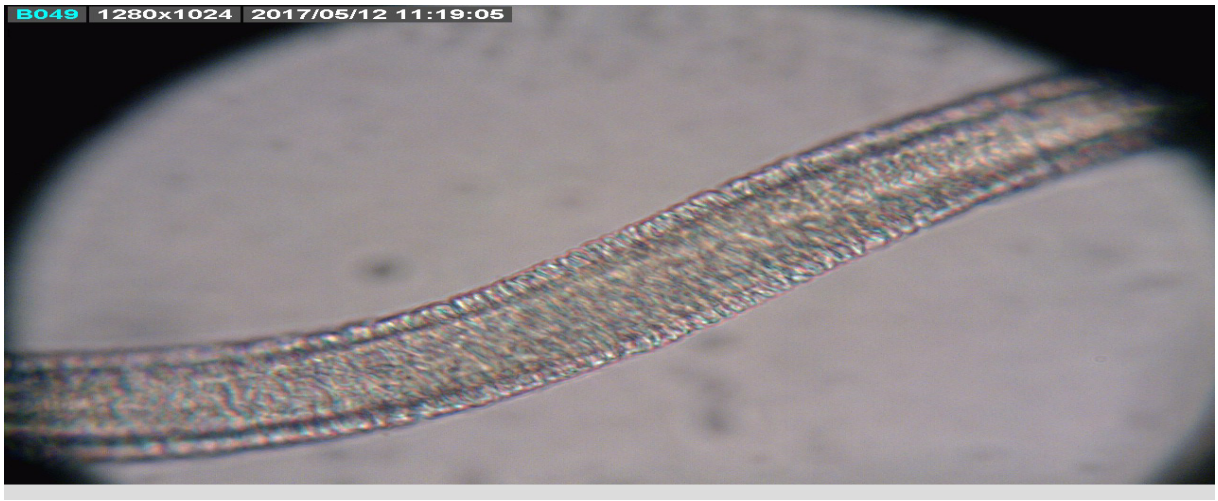
U ovom radu, kao tekstilni materijal za bojadisanje, korišteno je poliamidno pletivo finoće 40 dena. Budući da postoje razne vrste poliamida, bilo je potrebno mikroskopski identificirati poliamidno vlakno kako bi se znalo o kojem poliamidu je riječ. Uzorak vlakna pri sobnoj temperaturi uz reagens ClZnI požuti a pri zagrijavanju se pojavljuje frotte efekt pri čemu je potvrđeno da se radi o poliamidnom vlaknu (sl. 13 i sl. 14). Nadalje, uz Frotte I reagens, pri sobnoj temperaturi dolazi do frotte reakcije čime su potvrđeni poliamid 6 ili poliamid 6.6 a isključen poliamid 11(sl.15). Daljnim identificiranjem, uz reagens Frotte II pri sobnoj temperaturi također dolazi do frotte reakcije, što ukazuje da se radi poliamidu 6 (sl. 16).



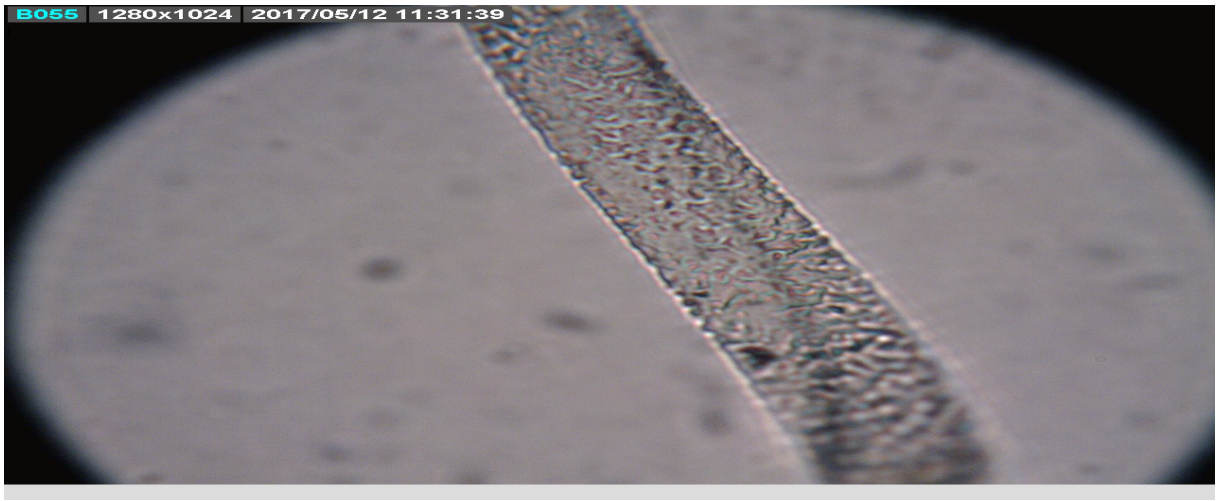
Slika 13. Reakcija poliamida s ClZnI pri sobnoj temperaturi



Slika 14. Reakcija poliamida s ClZnI pri zagrijavanju



Slika 15. Reakcija poliamida s Frotte I reagensom



Slika 16. Reakcija poliamida s Frotte II reagensom

3.2. Receptura iz Jadran tvornice čarapa d.d.

Jadran tvornica čarapa d.d. 26/01/2017

11:13:14

PU325L

3405,3396,3116,3126,3018,3026 - P.M.1485/1633,1647,1651,7044

Godina: **2017**

Org. jedinica: **13 000 Pogon III-Termička dorada tankog programa**

Partija	**149**	Stari broj partije	
Boja	**12**	Masa u gramima	**80.896,0**
Stroj	**0000000304**	Litraža stroja	**2.550**
Početak	**26.01.2017/10:28:05**	Završetak	**01.01.1901/00:00:00**

Popis artikala u partiji

Robna grupa	Veličina	Boja	Radni nalog	Količina	Masa (g)	Ukupno (g)
3396 EMOCIONE	1-2	12	2017/137	200	17,5	3.490,0
3396 EMOCIONE	2-3	12	2017/137	2.600	18,4	47.918,0
3405NTL ŽENSKI MINIHOP	2-3	12	2017/141	1.600	18,4	29.488,0

Faza: *1* ***Pretpranje***

Operacija: 1 **Pretpranje**

Trajanje (Min): 20,000 **Temp. (C):** 80,000 **Vrijem Zag. (Min):** 15,000

Artikl/Materijal	Po normativu	Utrošeno	
155995 LOSIN OCB-O	*3825,0*	*3825,0*	*GR*
388 ANTIPJENIĆ 200	*255,0*	*255,0*	*GR*

Faza: *2* ***Ispiranje***

Faza: *4* ***Bojadisanje B - 03, 10,11, 12, 19, 20, 38, 41,49,4,57,95***

Operacija: 1 **Pomočna sredstva**

Trajanje (Min): 10,000 **Temp. (C):** 40,000 **Vrijem Zag. (Min):** 5,000

Artikl/Materijal	Po normativu	Utrošeno	
201227 VAIGAL PLS	*1617,9*	*1617,9*	*GR*
479 OCTENA KISELINA	*2550,0*	*2550,0*	*GR*
388 ANTIPJENIĆ 200	*255,0*	*255,0*	*GR*
459 AMONIJEV SULFAT	*2550,0*	*2550,0*	*GR*

Operacija: 2 **Dodavanje boja**

Trajanje (Min): 10,000 **Temp. (C):** 40,000 **Vrijem Zag. (Min):** 0,000

Artikl/Materijal	Po normativu	Utrošeno	
412 TECTILON GELB 3 R 200	*137,4*	*137,4*	*GR*
413 TECTILON ROT 2 B 200	*55,5*	*55,5*	*GR*
414 TECTILON BLAU 4 R - 01200	*42,5*	*42,5*	*GR*

Korigirano 23.11.2016.

1

3405,3396,3116,3126,3018,3026 - P.M.1485/1633,1647,1651,7044

Godina: **2017**

Org. jedinica: **13 000 Pogon III-Termička dorada tankog programa**

Partija	**149**		Stari broj partije		
Boja	**12**	TAMNODRAP	Masa u gramima	**80.896,0**	
Stroj	**0000000304**	Cubotex 3 - 2550 L	Litraža stroja	**2.550**	
Početak	**26.01.2017/10:28:05**		Završetak	**01.01.1901/00:00:00**	

Operacija: 3 **Rad**

Trajanje (Min): 60,000 **Temp. (C):** 98,000 **Vrijem Zag. (Min):** 90,000

Operacija: 4 **Kontin. ispiranje**

Trajanje (Min): 5,000 **Temp. (C):** 30,000 **Vrijem Zag. (Min):** 0,000

Faza: *8* ***Sapunanje***

Operacija: 1 **Sapunaje**

Trajanje (Min): 20,000 **Temp. (C):** 40,000 **Vrijem Zag. (Min):** 5,000

Artikl/Materijal	*Po normativu*	*Utrošeno*	
386 KEMOPON 30	*2550,0*	*2550,0*	*GR*
Artikl/Materijal	*Po normativu*	*Utrošeno*	
388 ANTIPJENIĆ 200	*255,0*	*255,0*	*GR*

Operacija: 2 **Kontinuirano ispiranje**

Trajanje (Min): 5,000 **Temp. (C):** 30,000 **Vrijem Zag. (Min):** 0,000

Faza: *13* ***Ispiranje***

Faza: *14* ***Omekšavanje***

Operacija: 1 **Omekšavanje**

Trajanje (Min): 20,000 **Temp. (C):** 40,000 **Vrijem Zag. (Min):** 5,000

Artikl/Materijal	*Po normativu*	*Utrošeno*	
241240 SOFTYCON KPS	*2022,4*	*2022,4*	*GR*
Artikl/Materijal	*Po normativu*	*Utrošeno*	
479 OCTENA KISELINA	*1275,0*	*1275,0*	*GR*
Artikl/Materijal	*Po normativu*	*Utrošeno*	
382 AVISTAT AZ	*809,0*	*809,0*	*GR*

3.3. Sistematizacija receptura za realizaciju bojadisanja trikromijom

Za realizaciju bojadisanja, bilo je potrebno odrediti optimalan broj uzoraka, kako bi se moglo metodom trikromije dobiti odgovarajući trokut na čijim krajevima će biti uzorci žutog, crvenog i plavog tona, a između kombinacije bojila tih tonova. Također je bilo potrebno odrediti masu pojedinačnog uzorka te iz recepture tvornice JADRAN preračunati potreban omjer kupelji te kemikalije za predpranje i sapunjanje, pomoćne kemikalije za bojadisanje te koncentraciju bojila s obzirom na ukupnu masu pripremljenih uzoraka.

Sve obrade provedene su u laboratorijskom aparatu za oplemenjivanje i bojadisanje *Turbomat P4502, Mathis* (sl. 17) koji radi na principu gibanja materijala i kupelji. Aparat je računalom vođen te ima mogućnost podešavanja temperature i vremena obrade materijala, gradijenta zagrijavanja i hlađenja te smjera okretanja osovine na koju su učvršćene kivete sa uzorcima.



Slika 17. Uređaj za oplemenjivanje i bojadisanje Turbomat P4502, Mathis

Izvor: http://www.ts-rc.eu/images/stories/equip/aparat_za_mokro_oplemenjivanje_i_bojadisanje_hrv.jpg

Broj uzoraka: 36

m(uzorka) = 3g

$m(uzoraka)_{uk}$ = 108g

OK = 1:30

$V_{kupelji}$ = 3240 ml

Faza 1: Predpranje

Trajanje = 20 min

Temperatura = 80°C

Vrijeme zagrijavanja = 15 min

m(kemopon 30) = 4,86g

Uređaj: *Turbomat P4502, Mathis*

Faza 2: Ispiranje

Za ispiranje uzoraka korištena je meka voda.

Faza 4: Bojadisanje

Trajanje = 60 min

Temperatura = 98°C

Vrijeme zagrijavanja = 90 min

Uređaj: *Turbomat P4502, Mathis*

Pomoćna sredstva

m(vaigal PLS) = 2,16g

$m(CH_3COOH)$ = 3,24g

$m((NH_4)_2SO_4)$ = 0,324g

Dodavanje bojila

Za bojadisanje uzoraka korištena su tri kisela bojila: Tectilon gelb 3 R 200, Tectilon rot 2 B 200, Tectilon blau 4 R-01200.

$C(bojila)_{uk} = 0.3\%$

Za ispiranje je korištena meka voda a uzorci su toplo-hladno fiksirani također u mekoj vodi.

Faza 8: Sapunjanje

Trajanje = 20 min

Temperatura = 40°C

Vrijeme zagrijavanja = 5 min

m(kemopon 30) = 4.86g

Uređaj: *Turbomat P4502, Mathis*

Faza 13: Ispiranje

Za ispiranje je korištena meka voda.

3.4. Izrada sheme za realizaciju bojadisanja trikromijom

Ukupna koncentracija bojila korištena za bojadisanje trikromijom iznosi 0,3%. Budući da je 36 uzoraka bojadisano korištenjem mješavine bojila žutog, crvenog i plavog tona u različitim omjerima, u tab. 1. su prikazane koncentracije pojedinih bojila (kao višekratnici broja 0,043) koje su korištene za realizaciju bojadisanja.

Tab. 1: Koncentracije bojila žutog, crvenog i plavog tona (%)

POZICIJA	BOJILO ŽUTOG TONA	BOJILO CRVENOG TONA	BOJILO PLAVOG TONA
1	0,3	0	0
2	0,257	0,043	0
3	0,257	0	0,043
4	0,214	0,086	0
5	0,214	0,043	0,043
6	0,214	0	0,086
7	0,171	0,128	0
8	0,171	0,086	0,043
9	0,171	0,043	0,086
10	0,171	0	0,128
11	0,128	0,171	0
12	0,128	0,128	0,043
13	0,128	0,086	0,086
14	0,128	0,043	0,128
15	0,128	0	0,171

16	0,086	0,214	0
17	0,086	0,171	0,043
18	0,086	0,128	0,086
19	0,086	0,086	0,128
20	0,086	0,043	0,171
21	0,086	0	0,214
22	0,043	0,257	0
23	0,043	0,214	0,043
24	0,043	0,171	0,086
25	0,043	0,128	0,128
26	0,043	0,086	0,171
27	0,043	0,043	0,214
28	0,043	0	0,257
29	0	0,3	0
30	0	0,257	0,043
31	0	0,214	0,086
32	0	0,171	0,128
33	0	0,128	0,171
34	0	0,086	0,214
35	0	0,043	0,257
36	0	0	0,3

Zbog lakšeg i preciznijeg rada tjekom bojadisanja, koncentracije korištenih bojila preračunate su u potrebne volumene za realizaciju trikromije te prikazane u tablici 2. Za pripravu matične kupelji za uzimanje alikvota bojila otapano je po 0,1g bojila žutog, crvenog i plavog tona u 100ml vode.

Tab. 2: Alikvoti volumena bojila žutog, crvenog i plavog tona (ml)

POZICIJA	BOJILO ŽUTOG TONA	BOJILO CRVENOG TONA	BOJILO PLAVOG TONA
1	9,00	0,00	0,00
2	7,71	1,29	0,00
3	7,71	0,00	1,29
4	6,42	2,58	0,00
5	6,42	1,29	1,29
6	6,42	0,00	2,58
7	5,13	3,84	0,00
8	5,13	2,58	1,29
9	5,13	1,29	2,58
10	5,13	0,00	3,84
11	3,84	5,13	0,00
12	3,84	3,84	1,29
13	3,84	2,58	2,58
14	3,84	1,29	3,84
15	3,84	0,00	5,13
16	2,58	6,42	0,00

17	2,58	5,13	1,29
18	2,58	3,84	2,58
19	2,58	2,58	3,84
20	2,58	1,29	5,13
21	2,58	0,00	6,42
22	1,29	7,71	0,00
23	1,29	6,42	1,29
24	1,29	5,13	2,58
25	1,29	3,84	3,84
26	1,29	2,58	5,13
27	1,29	1,29	6,42
28	1,29	0,00	7,71
29	0,00	9,00	0,00
30	0,00	7,71	1,29
31	0,00	6,42	2,58
32	0,00	5,13	3,84
33	0,00	3,84	5,13
34	0,00	2,58	6,42
35	0,00	1,29	7,71
36	0,00	0,00	9,00

3.5. Određivanje koloristićkih parametara obojadisanih uzoraka prema CIEL*a*b* sustavu

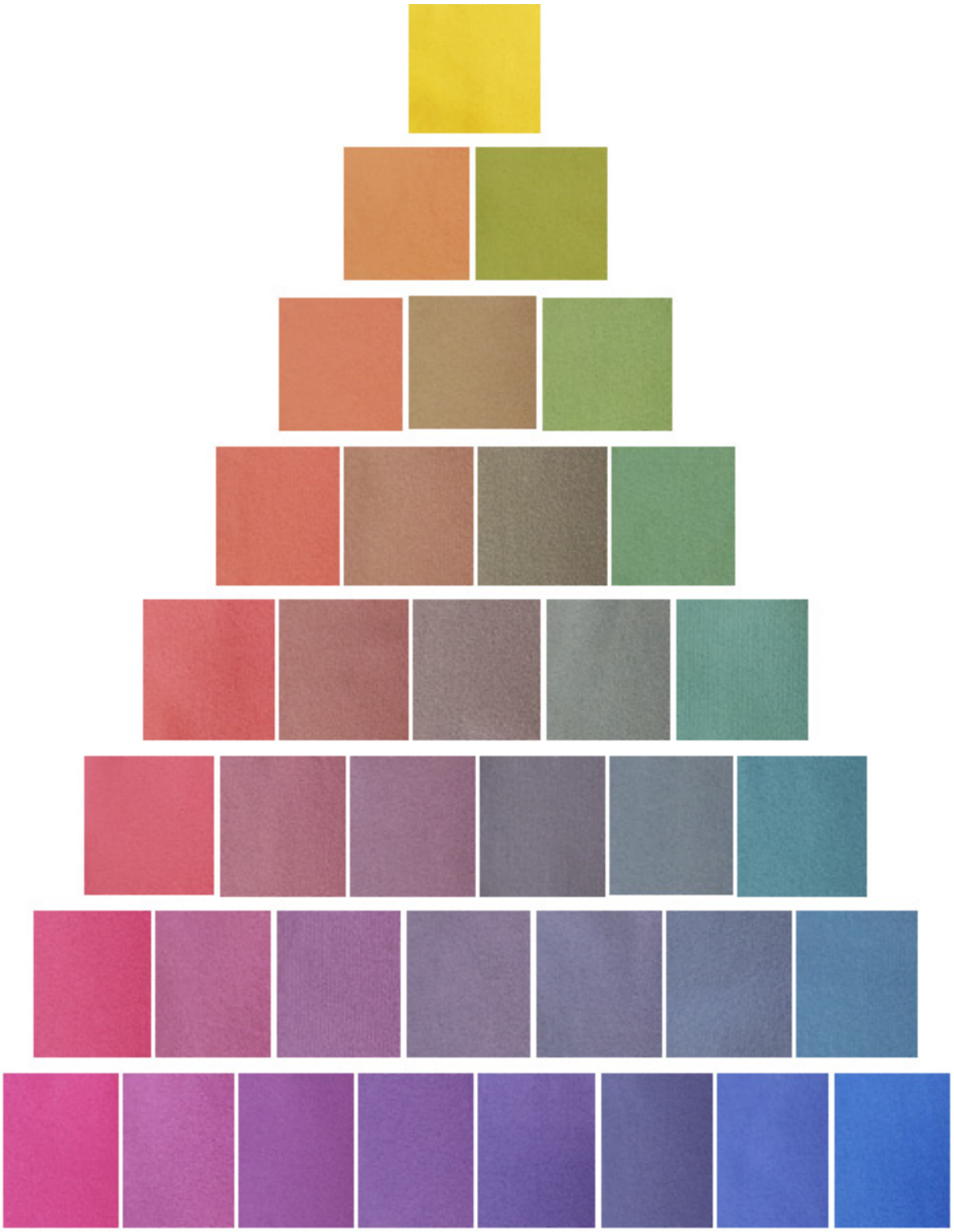
Određivanje koloristićkih parametara obojadisanih uzoraka prema CIEL*a*b* sustavu određeno je spektrofotometrijski na uređaju *Datacolor remission spectrophotometer Spectraflash SF 600 PLUS CT*. Kao izvor svjetla korišten je B-remisijski spektar simuliranog dnevnog svjetla.



Slika 18. Datacolor remission spectrophotometer Spectraflash SF 600 PLUS CT

Izvor: http://www.ttf.unizg.hr/slike/oprema_labosa/tktim_bojadisanje_1-vel.jpg

4. REZULTATI I RASPRAVA

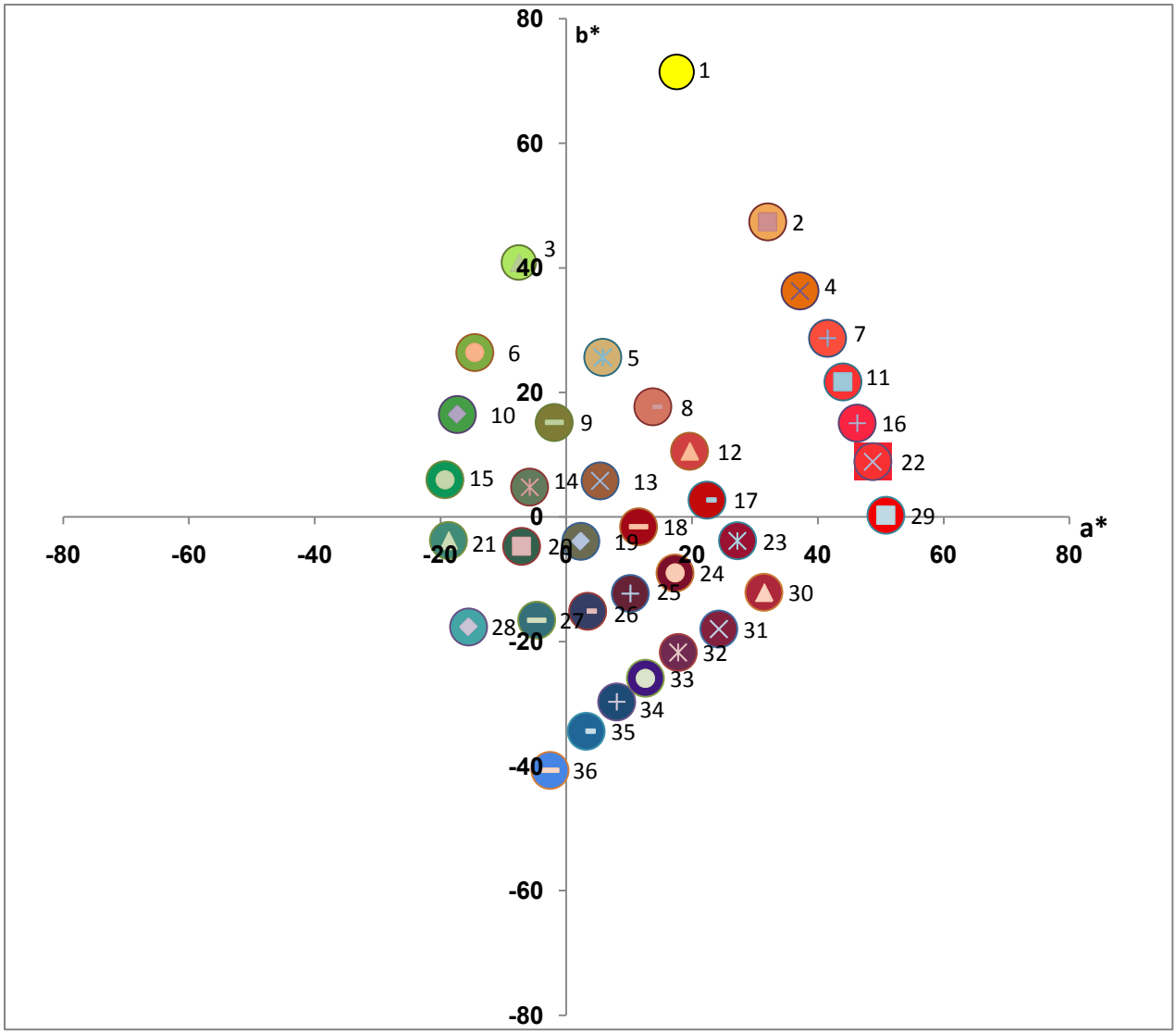


Slika 19. Uzorci obojadisanji postupkom trikromije

Tab. 3: Koloristički parametri obojadisanih uzoraka prema CIEL*a*b* sustavu određeni spektrofotometrijski

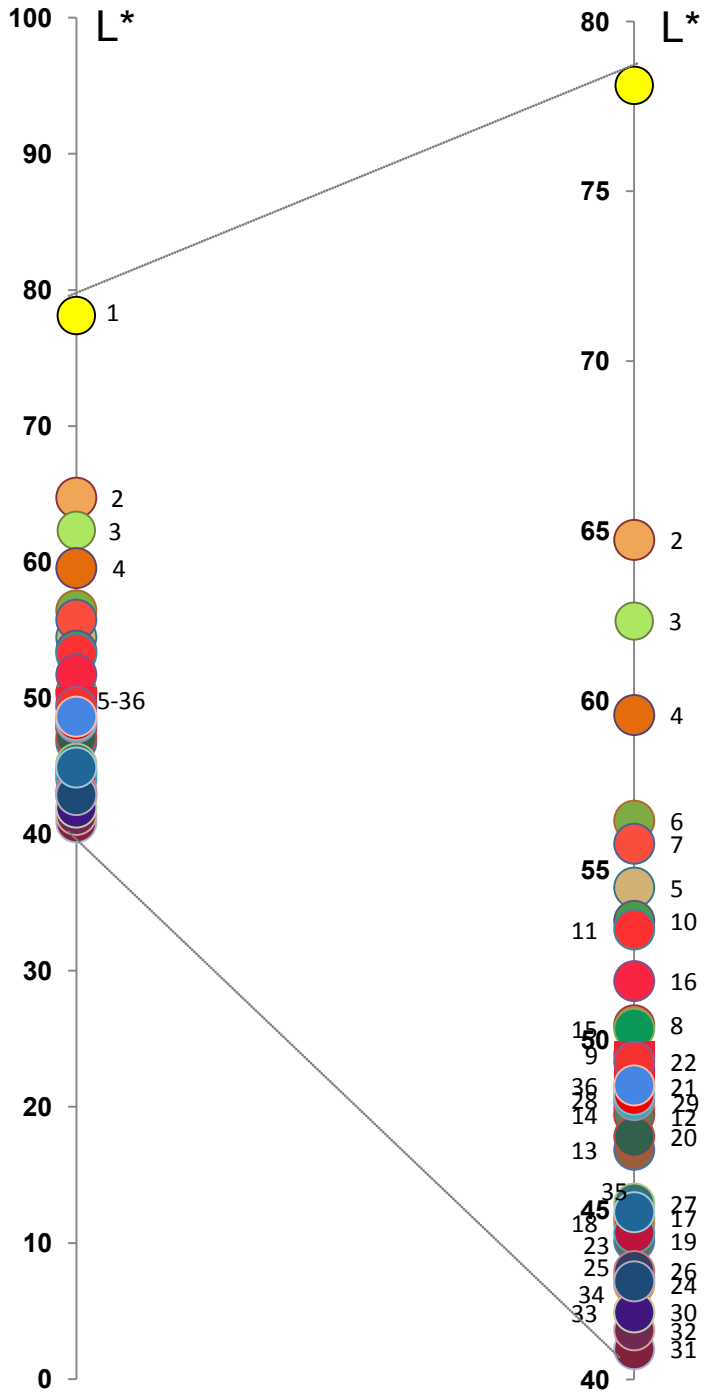
Uzorak	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
1	78,12	17,55	71,46	73,59	76,20	57,50	53,41	10,05	0,4754	0,4416
2	64,73	32,01	47,37	57,17	55,95	41,62	33,71	10,39	0,4856	0,3933
3	62,34	-7,55	40,87	41,56	100,47	27,29	30,81	11,21	0,3938	0,4445
4	59,57	37,15	36,27	51,92	44,31	36,24	27,65	11,15	0,4830	0,3684
5	54,49	5,80	25,62	26,27	77,25	22,52	22,44	11,84	0,3965	0,3951
6	56,46	-14,56	26,41	30,16	118,88	20,03	24,38	12,83	0,3499	0,4259
7	55,78	41,54	28,69	50,49	34,63	32,78	23,70	11,53	0,4821	0,3484
8	50,44	13,77	17,69	22,42	52,11	20,51	18,79	12,19	0,3983	0,3649
9	49,58	-1,92	15,19	15,31	97,21	16,79	18,07	12,58	0,3539	0,3809
10	53,51	-17,34	16,47	23,91	136,48	17,06	21,52	14,82	0,3195	0,4030
11	53,26	43,97	21,70	49,04	26,26	30,48	21,29	12,52	0,4741	0,3311
12	48,00	19,59	10,56	22,25	28,34	19,56	16,79	13,32	0,3937	0,3380
13	46,77	5,37	5,80	7,91	47,20	15,93	15,84	14,41	0,3450	0,3430
14	47,80	-5,82	4,77	7,53	140,65	14,79	16,64	15,63	0,3144	0,3535
15	50,33	-19,29	5,96	20,19	162,84	14,37	18,69	17,09	0,2866	0,3727
16	51,74	46,26	15,07	48,66	18,04	29,35	19,91	14,12	0,4631	0,3142
17	44,75	22,39	2,71	22,55	6,89	17,42	14,36	14,25	0,3784	0,3120
18	44,61	11,49	-1,57	11,59	352,23	15,38	14,26	16,00	0,3370	0,3124
19	44,08	2,30	-3,92	4,55	300,36	13,52	13,89	16,67	0,3068	0,3151

20	47,16	-7,12	-4,71	8,53	213,51	14,13	16,14	19,67	0,2830	0,3232
21	48,63	-18,74	-3,77	19,11	191,38	13,31	17,30	20,51	0,2604	0,3384
22	49,36	48,73	8,87	49,53	10,32	27,37	17,88	15,00	0,4542	0,2968
23	44,33	27,20	-3,83	27,47	351,98	17,97	14,07	16,82	0,3678	0,2879
24	42,80	17,30	-8,99	19,50	332,54	15,05	13,02	18,03	0,3265	0,2824
25	43,00	10,18	-12,29	15,96	309,64	14,03	13,16	19,88	0,2982	0,2795
26	43,20	3,37	-15,12	15,49	282,58	13,11	13,29	21,58	0,2732	0,2770
27	45,19	-4,70	-16,59	17,25	254,19	13,18	14,68	24,41	0,2522	0,2808
28	48,23	-15,54	-17,66	23,53	228,66	13,53	16,97	28,39	0,2297	0,2882
29	48,39	50,80	0,28	50,81	0,32	26,85	17,10	18,21	0,4319	0,2751
30	41,99	31,42	-12,11	33,68	338,92	16,90	12,50	18,90	0,3500	0,2588
31	40,90	24,25	-18,00	30,20	323,41	14,85	11,80	20,99	0,3117	0,2477
32	41,45	17,78	-21,76	28,10	309,26	14,18	12,15	23,65	0,2837	0,2431
33	41,98	12,57	-25,92	28,81	295,88	13,72	12,49	26,76	0,2590	0,2358
34	42,89	8,03	-29,68	30,74	285,13	13,62	13,09	30,30	0,2389	0,2295
35	44,93	3,18	-34,39	34,53	275,28	14,25	14,49	36,37	0,2188	0,2226
36	48,66	-2,60	-40,68	40,77	266,34	15,97	17,32	47,26	0,1982	0,2150



Slika 20. Grafički prikaz koloristićkih parametara tona i zasićenja u a*b* koordinatnom sustavu

Prema podacima dobivenim spektrofotometrijskom analizom koloristićkih parametara tona i zasićenja i njihovim grafičkim prikazom u a*b* koordinatnom sustavu može se primjetiti da uzorak 1 bojadisan samo bojilom žutog tona u sebi sadrži i udio crvenog tona jer njegov položaj u koordinatnom sustavu nije na osi b* nego je malo pomaknut prema osi a*, dok je kod bojila crvenog i plavog tona jako mali udio žutog odnosno zelenog tona što je i vidljivo na slici 20. Prema slici 19, uzorak 5 kod kojeg ja najveći udio bojila žutog tona, dok su udjeli bojila crvenog i plavog tona jednaki, pokazuje najveću sličnost tamnodrap nijansi Jadran tvornice čarapa d.d. Također, na slici 20 se može primjetiti da su uzorci središnjeg dijela trikromatskog trokuta (sl. 19) pozicionirani u središtu a*b* koordinatnog sustava što nam ukazuje da njihova boja prelazi u akromatsko područje.



Slika 21. Grafički prikaz koloristčkog parametra svjetline na L* skali

Na sl. 21. kao i u tab. 3 može se primjetiti da je veliki dio uzoraka približnog nivoa svjetline, na području od 40-55, dok se kod uzoraka sa većim udiom bojila žutog tona primjećuje povećana svjetlina. Kod uzorka 1, obojadisanog samo sa bojilom žutog tona primjećuje se najveća svjetlina u vrijednosti L* = 78,12 što je i očekivano s obzirom da je žuta i prirodno svijetla boja.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata, uočeno je da se bojadisanjem trikromijom, korištenjem tri kisela bojila istog proizvođača, može dobiti široka paleta boja veoma živih tonova. Zadovoljeni su uvjeti koji se postavljaju na bojila za trikromiju, postignuto je zadovoljavajuće obojenje pod jednakim uvjetima temperature, koncentracije elektrolita te vremena bojadisanja. Budući da je proces bojadisanja postignut prema recepturi Jadran tvornice čarapa d.d. te da uvjeti procesa nisu mjenjani, pri proširenju palete boja u proizvodnji čarapa preporučava se bojadisanje primjenom postupka trikromije jer ne zahtjeva veće troškove čime je zadovoljena ekonomičnost postupka.

6. LITERATURA

[1] http://racunala.ttf.unizg.hr/files/Boja_i_atributi_boje.pdf

[2] Parac-Oserman, Đ: Osnove o boji i sustav vrednovanja II. Izdanje, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2013.

[3] http://sensing.konicaminolta.us/2015/03/understanding-the-cie-lch-color-space/

[4] Nastavni materijali s predavanaj iz kolegija Metrika boje; dr. sc. Martinia Ira Glogar, izv. prof., Sveučilište u Zagrebu, TTF.

[5] Tanhofer, N.: O boji , ADU i Novi Liber d.o.o., Zagreb, 2008

[6] Freeman, H.S., Peters, A.T.: Colorants for non- textile applications, Elsevier, Amsterdam, 2000., https://goo.gl/mKN7SK

[7] https://goo.gl/gH6btK

[8] Čunko, R., Andrassy, M.: Vlakna, Izdavačka kuća Zrinski d.d., Zagreb, 2005.

[9] Parac-Osterman, Đ., Karaman, B.: Osnove teorije bojenja tekstila, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2013.

[10] Bird C.L., W.S. Boston: The Theory of Coloration of Textiles, S.D.C, Bradford, 1975

[11] Ratee, I.D., Breuer, M.M.: Physical Chemistry of Dye Adsorption, Academic Press, London, 1974