

Biljni transfer tisak

Omerović, Tena

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:978127>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-13**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAGREB

BILJNI TRANSFER TISAK
ZAVRŠNI RAD

Tena Omerović
10897-IDTO

Zagreb, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAGREB

BILJNI TRANSFER TISAK
ZAVRŠNI RAD

Mentorica:
Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović

Tena Omerović
10897-IDTO

Zagreb, rujan 2020.

Rad je izrađen na Zavodu za tekstilnu kemiju i ekologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ane Sutlović.

Broj stranica: 52

Broj slika: 50

Broj jednadžbi: 2

Broj tablica: 4

Broj literaturnih izvora: 22

Članovi povjerenstva:

Izv. prof. art. Koraljka Kovač Dugandžić, predsjednica

Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović, mentorica

Prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar, članica

Doc. art. Lea Popinjač, zamjenica članice

Datum predaje rada: 11.09.2020.

Datum obrane rada: 17. 09.2020.

ZAHVALE

Velike zahvale prvenstveno upućujem svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Ani Sutlović, bez čijeg stručnog vodstva i inovativnih ideja ne bi bilo ovog završnog rada te nadasve mojoj obitelji i prijateljima za svu njihovu pomoć i podršku.

SAŽETAK

Biljni transfer tisak doživio je veliki rast unazad par godina, poglavito iz razloga što jača svijest o zaštiti okoliša te se nastoji smanjiti negativan učinak koji tekstilna i modna industrija ostavljaju na naš planet. On predstavlja poboljšan ekološki prihvatljiviji način izrade tekstila, samim time što u izradi sudjeluju prirodna bojila i obnovljivi prirodni materijali poput biljaka, a s druge se strane dobivaju vrlo intrigantni i zanimljivi, neuniformirani otisci koji apeliraju na umjetničku stranu dizajna tekstila. Ovim radom istraživali su se načini i tehnike izrade koristeći biljni tisak te su se dalje upoznavale vrijednosti i granice iskoristivosti prirodnih bojila i na taj se način ukazalo na njihovu važnost u budućnosti bojadisanja.

Ključne riječi: bojadisanje, biljni (eko) tisak, kiselo-močilska bojila, prirodna bojila

ABSTRACT

Natural contact printing hit a major growth in interest going a few years back, especially due to the fact that people are getting more and more woke and involved with environmental protection, as well as trying to diminish the negative impact of textile and fashion industry on our planet. It represents a well-improved and eco-friendlier way of creating textile designs, notably for the reason that natural dyes and replenishable natural materials such as plants are being used in the making process, and on the other hand considering the matter of getting genuinely intriguing and interesting, unsystematic patterns that appeal to the artistic side of textile design. With this thesis, , different ways and techniques of textile design were examined and tested by using contact eco printing. Furthermore, the values and limitations of natural dyes have been detected and perceived, and thus its importance in the future of dyeing has been demonstrated.

Key words: dyeing, contact (eco) printing, acid-mordant dyes, natural dyes

SADRŽAJ

Zahvale

Sažetak

1. UVOD.....	1
2. PRIRODNA BOJILA	2
2.1. Pigmenti u prirodnim bojilima.....	3
2.2. Definicija boje i sustav vrednovanja.....	6
2.3. Prirodna bojila ovisno o kemijskoj konstituciji	7
2.3.1. Polienska bojila.....	7
2.3.2. Diaroilmetanska bojila	8
2.3.3. Karbociklička bojila.....	8
2.3.4. Heterociklička bojila.....	9
2.4. Primjena prirodnih bojila kroz povijest	10
2.5. Kemijsko vezivanje bojila za vlakno	13
2.5.1. Prirodna kiselo-močilska bojila	13
3. BILJNI TRANSFER TISAK.....	14
3.1. Fizikalni način dobivanja tiska-„hapa-zome tehnika“	15
3.2. Kemijski načini biljnog otiskivanja.....	17
3.2.1. Izbor močila.....	17
3.2.2. Metode kemijskog otiskivanja-hladno i vruće prešanje	19
3.2.2.1. Hladno prešanje	19
3.2.2.2. Vruće prešanje	20
3.3. Ekološki aspekt biljnog tiska.....	20
3.4. Kontaktni (eko) tisak	22
3.4.1. Izbor materijala i tehnika izrade	22
3.5. Biljni transfer tisak u modi današnjice	23
3.5.1. India Flint	24
3.5.2. Velma Bolyard	25
4. EKSPERIMENTALNI DIO.....	26
4.1. Izbor tekstilnih materijala.....	26
4.2. Izbor biljaka-lišća i cvijeća	26
4.3. Izbor močila i kemikalija.....	29
4.4. Instrumenti i oprema	29

4.5. Metodika rada.....	31
4.6. Određivanje postojanosti obojenja na pranje	34
4.7. Izrada mape uzoraka.....	34
4.8. Izrada odjevnog predmeta-„kimono“	34
5. REZULTATI RADA I RASPRAVA.....	35
5.1. „Hapa zome“ tehnika.....	35
5.2. Fiksiranje termičkom prešom Original Hanau 7501	35
5.3. Vruće fiksiranje korištenjem vodene pare.....	37
5.4. Spektrofotometrijska analiza obojadisanih i otisnutih uzoraka prije i poslije pranja.....	43
5.5. Izrada odjevnog predmeta-interpretacija kimona.....	46
6.ZAKLJUČAK	47
7. LITERATURA.....	49

1. UVOD

Ovaj će se rad baviti analizom i načinima primjene biljnog transfer tiska na prirodnim materijalima, prvenstveno vuni te ponešto i na pamuku, koristeći neškodljiva prirodna bojila te soli metala željeza i aluminijska. Korištenje prirodnih bojila danas predstavlja jako ekološki pristupačan način bojadisanja, prihvatljiv za okoliš, ali i čovjeka. Tekstilna i modna industrija danas čine najveće onečišćivače okoliša nakon naftne industrije, počevši od goleme potrošnje vode, iscrpljivanja zemlje i prirodnih resursa, pa sve do goleme količine otpada koji se stvara iz godine u godinu. Upravo iz ovih razloga modna se industrija sve više okreće prema održivim načinima proizvodnje, radi smanjenja utjecaja kojeg posjeduje na ekologiju. Unatoč svojoj povoljnoj ekološkoj namjeni, korištenje prirodnih materijala i prirodnih bojila može biti ograničavajuće, osobito zbog limitiranog raspona tonova i samih zakonitosti u tehnikama izrade. Iz ovih razloga jača razvoj biljnog transfer tiska, relativno novog načina dizajna tekstila u kojem se koristi dostupan biljni materijal poput lišća i cvijeća, prirodna biljna bojila (u ovome su radu korišteni broć i orah) te metalne soli koje imaju funkciju močila. Biljni transfer tisk kombinira kemijski aspekt bojadisanja sa umjetničkom slobodom dizajna biljnih otisaka, prilikom kojeg nastaju unikatni i vrlo zanimljivi dizajni.

Cilj ovog rada bio je pobliže upoznati ovaj način eko-tiska, upoznati se i testirati pojedine metode izrade te uvidjeti može li ovaj način izrade tekstila u određenoj mjeri zamijeniti sintetska bojila i primijeniti se na industrijski način proizvodnje tekstila, sve s ciljem smanjenja negativnog učinka tekstilne i modne industrije na okoliš.

Ovaj rad započinje analizom tekstilnih i biljnih materijala te tehnika korištenih u izradi uzoraka, zatim opisom prirodnih materijala i biljaka i u konačnici sa opisom korištenih metoda bojadisanja i izbora močila u svrhu dobivanja optimalnih rezultata. Na kraju su iznošeni izrađeni uzorci te odjevni predmet izrađen ovom tehnikom.

2. PRIRODNA BOJILA

Bojila su organske tvari koje u svom sastavu sadrže karakteristične nezasićene atomske skupine, odnosno kromatofore, te se kao takve još od davne prošlosti upotrebljavaju za bojanje raznoraznih tekstilnih materijala, a u današnje vrijeme i sve više u prehrambenim i farmaceutskim proizvodima. Kromatofori su ujedno i nositelji obojenja u bojilu te ovisno o vrsti nezasićene atomske skupine postoje razne vrste bojila, azo-, nitro-, nitrozo- i karbonilnaneke su od učestalijih. Neka se tvar kao bojilo može smatrati ukoliko sadrži kromatofor te ako ima sposobnost vezanja i ugrađivanja u strukturu materijala. Kod procesa bojadisanja, za razliku od primjerice procesa tiska, čestice bojila dolaze na površinu materijala, prodiru u samu strukturu te potom tvore kemijsku vezu, bilo fizikalno privlačnim adhezijskim silama, ili kemijski, stvaranjem ionskih ili kovalentnih veza. Ovakav način reakcije i promjene strukture omogućuje trajnost obojenja i postojanost [1].

Prema izvorima iz kojih se bojila mogu sintetizirati, postoje dvije glavne vrste bojila, a to su prirodna i sintetska. Kroz povijest, prirodna bojila smatrala su se glavnim bojilima za bojadisanje tekstilnih materijala, sve dok se u 19. st. nisu počela sve više koristiti sintetska bojila. Prirodna bojila moguće je dobiti ekstrakcijom sastojaka iz biljnih ili životinjskih izvora. Koriste se razne biljke koje posjeduju izražajne pigmente, primjerice šafran, kurkuma za dobivanje žute i narančaste boje, orah za smeđu i ostali, dok se kod životinjskih izvora koriste ljuštore insekata Cochenila za crvenu i kućice puževa volaka za dobivanje purpurne boje. Korištenje prirodnih bojila u tekstilnoj industriji danas je ograničeno, gdje se ona više koriste u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji. Razlog tomu jest velika količina sirovine koja je potrebna za relativno malu količinu bojila, potom povećano korištenje soli u kupelji radi boljeg iscrpljenja te primjerice sam ton obojenja. Naime, za razliku od korištenja sintetskih bojila čija je prednost dobivanje postojanog briljantnog tona, kod prirodnih bojila takav ton obojenja nije moguć. Tonovi i raspon boja dobiveni prirodnim bojilima su nježni i pastelni, što može biti i prednost, ali se tehnički gledano smatra nedostatkom (slika 1.) [1].



a) Pastelni tonovi dobiveni prirodnim bojilima



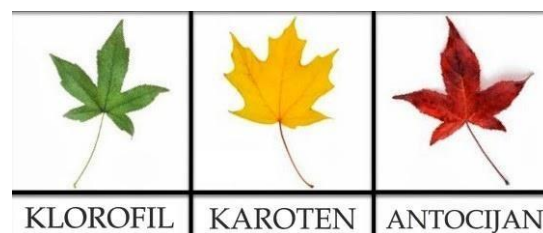
b) Prirodna bojila korištena na lanu

Slika 1. Primjeri primjene prirodnih bojila [I, II]

Iako se korištenje prirodnih bojila može smatrati neisplativim, količinski zahtjevno izvedivim te ujedno i skupim, u današnje vrijeme raste zanimanje za njegovom upotrebom. Zbog povećane svijesti i brige o okolišu, apelira se na ekološki aspekt prirodnih bojila. Za razliku od sintetskih bojila, one se ne dobivaju se iz sintetskih resursa već iz prirodnih, što ih samim time čini povoljnima za ljudsko zdravlje gdje ona nisu štetna, a ujedno se i uklanjaju mogućnosti za razvitak mogućih problema ili bolesti uzrokovanih sintetskim bojilima. S obzirom da su po sastavu organski spojevi, u živim organizmima (biljkama, životinjama i mikroorganizmima) mogu se nalaziti u slobodnom i vezanom obliku. Kurkumin je jedan od spojeva koji je slobodan, dok se većina prirodnih bojila nalazi u vezanom obliku sa šećerima i proteinima. Jedno od najpoznatijih prirodnih bojila, indigo, ali i purpur koji se koristio prvenstveno u povijesti, zapravo su bezbojna, te se njihovo specifično obojenje dobiva tek postupkom oksidacije, fermentacije ili izlaganjem svjetlosti. S obzirom na širok raspon živućih vrsta koje se koriste za dobivanje prirodnih bojila, danas se ona ograničavaju na bojila koja se koriste poglavito u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, zatim u tekstilnoj i kožarskoj, ali čak i u drvnoj i kozmetičkoj industriji. Njihovo korištenje nije strano niti u kemijskoj industriji, gdje se upotrebljavaju kao indikatori i reagensi, te kao sredstvo za selektivno bojadisanje mikroskopskih preparata [1].

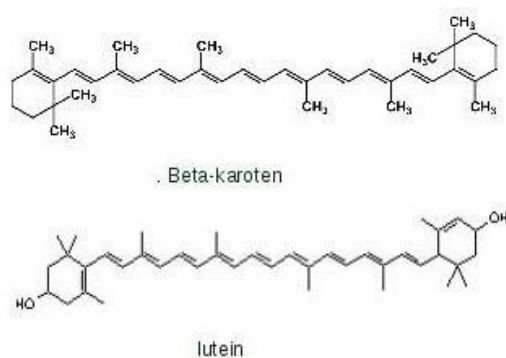
2.1. Pigmenti u prirodnim bojilima

Pigmentima se smatraju sve tvari koji omogućuju obojenost živih organizama ili umjetnih tvari. Kod živih se organizama oni nalaze u obliku sitnih čestica vezanih uz odgovarajući protein. Ovisno o obojenju koje donose, najzastupljeniji pigmenti su karotenoidi u koje pripadaju žuti ksantofil i narančasti karoteni, zatim antocijani, odnosno nositelji crvene, ljubičaste i plave boje, fikobilini u koje se svrstavaju crveni fikoeritrin i modri fikocijan te značajni flavoni i flavonoli, zajedničkim imenom znani kao flavonoidi i antoksantini koji daju žuto obojenje raznih biljaka te nekih kukaca i ježinaca (slika 2). „Krivci“ za crveno obojenje također su spojevi pod nazivom betalaini [2].



Slika 2. Biljni pigmenti u lišću drveća [III]

Karotenoidi pripadaju skupini spojeva čiji su žuti, narančasti i narančasto-crveni pigmenti najrašireniji u mnogobrojnim biljnim vrstama, a pogotovo u žutonarančastome voću i povrću kao što su mrkva, batat, naranča, papaja i ostali. Najpoznatiji spoj u ovoj skupini zasigurno je beta-karoten, drugog imena provitamin A, molekulske formule $C_{40}H_{50}$. Karotenoidima pripada i ksantofil, $C_{40}H_{56}O_2$, kojega se nalazi u biljnim kloroplastima, a koji je zaslužan za lijepu boju žutih cvijetova i žutog jesenskog lišća [3].

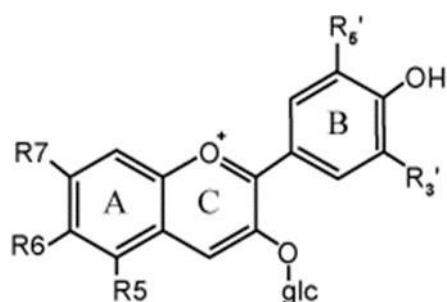


a) Kemijska struktura karotenoida

b) Ksantofil u sastavu francuskog nevena (*Tagetes patula*, L.)

Slika 3: Karotenoidi [IV, V]

Antocijani čine skupinu organskih spojeva koji su izrazito osjetljivi na promjenu pH-vrijednosti. U kiselim mediju daju crveno, a u alkalnom plavo obojenje. Sastavni su dio latica, crvenog i tamnog jesenjeg lišća te plodova kao rajčica i cikla (slika 4) [4].

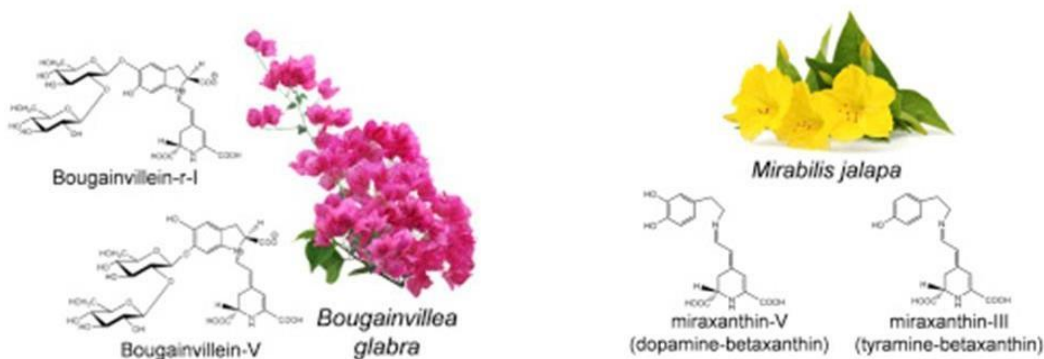


a) Generalna kemijska struktura antocijana

b) Antocijan u sastavu nara (*Punica granatum*, L.)

Slika 4. Antocijanini [VI, VII]

Betalaini su kemijski spojevi koji u svom sastavu sadrže dušik, te ovisno o rodu biljke u kojoj se nalaze daju obojenje, a mogu se podijeliti na dvije osnovne strukturne grupe-betacijanine i betaksantine, gdje je za svaku grupu specifičan ostatak R_1-N-R_2 . Ovisno o rodu biljke u kojoj se nalaze mogu davati raspon boja od žute pa sve do ljubičaste. Kromatičnost betalaina rezultat je rezonantnih dvostrukih veza i supstitucija osnovne strukture sa aromatičnim prstenom (slika 5) [5].

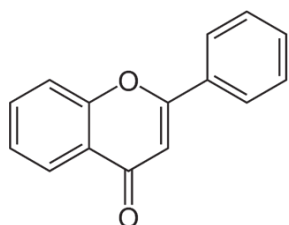


a) Betacijanin u sastavu bugenvilije (*Bougainvillea glabra*, L.)

b) Betaksantin u sastavu peruanskog noćurka (*Mirabilis jalapa*, L.)

Slika 5. Betalaini [VIII]

Flavonoidi označavaju grupu prirodnih organskih heterocikličkih spojeva koji u svom sastavu sadrže kisik, a najčešće se nalaze u biljkama kao što su paprati i stablašice. Može se nalaziti u laticama, korijenu, sjemenu biljke i ploda te u pokožici lišća. Kao i većina prirodnih bojila, mogu se nalaziti u slobodnom obliku ili tvoriti kompleks glikozida. Postoji više vrsta flavonoida, počevši od spomenutih flavona i flavonola, pa sve do izoflazona, flavanona i ostalih. Cijela grupa kemijskih spojeva zapravo je dobila ime prema osnovnom spoju od kojega se sastoji, flavonu, čije ime na latinskom označava žutu boju. U današnje se vrijeme flavonoidi osim kao pigmenti koriste i zbog svojih antikancerogenih i antioksidacijskih čimbenika u prehrambenoj industriji (slika 6) [6].



a) Kemijska struktura flavonoida

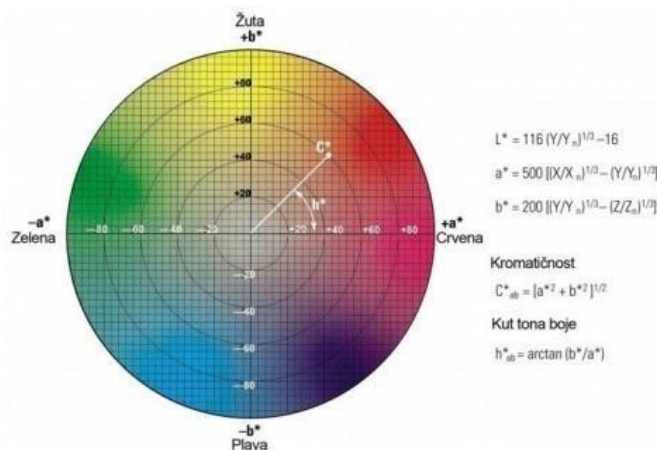


b) Flavonol kvercetin u sastavu paprati (porodica *Tracheophytes*)

Slika 6. Flavonoidi [IX, X]

2.2. Definicija boje i sustav vrednovanja

Boja je kao pojam ujedno i nosilac obojenja kojeg se naziva ovisno o pigmentima u njenom sastavu, ali je i nadasve apstraktni osjet do kojeg dolazi u ljudskom oku prilikom emitiranja svjetlosti od pojedinog izvora ili refleksijom od površine pojedinih tvari. Znanstveno govoreći, boju se može definirati kao psihofizički osjet nastao emitiranjem elektromagnetskog vala u području vidljive svjetlosti, na valnoj duljini od 380 do 750 nm. Boja je kompleksan pojam sastavljen od tri čimbenika, ili kako ih Đurđica Parac-Osterman naziva, „tri psihološka atributa“-tona, svjetline i zasićenosti. Oni ujedno čine i tri dimenzije boje. Tonom se specifično definira pojedina boja kao primjerice ljubičasta, zelena i slično, svjetlina opisuje povezanost boje sa nizom akromatskih boja, dakle količinu od crne do bijele, dok zasićenost ukazuje na udio čiste boje sadržane u cjelokupnom vizualnom doživljaju, specifično u kojoj je mjeri količina boje pomiješana sa nijansama sive. S obzirom da su svi ljudi individue koje percipiraju boju na drugačiji način te sama boja jako ovisi o ova tri prethodno navedena čimbenika, kako bi ona bila objektivno evaluirana, uveden je sustav vrednovanja boje koji se naziva CIEL*a*b*. Ovo je najprihvatljiviji sustav vrednovanja boja, gdje je prostor boje definiran trima koordinatama- L* osi koja označava vrijednost svjetline, te osi a* i b* koje predstavljaju vizualnu percepciju boje. Vrijednost svjetline L* predstavlja skalu od 0 do 100, gdje je 0 apsolutno crno, a 100 apsolutno bijelo, dok koordinate kromatičnosti a* i b* označavaju cjelokupni raspon boja, od plave do žute i od crvene do zelene. Ovisno o kutu između osi a* i b* dobiva se vrijednost tona h^0 , prema formuli $h^0 = \arctg (b^*/a^*)$, dok se vrijednost kromatičnosti (zasićenosti) C* izračunava prema Pitagorinom poučku iz vrijednosti a* i b* koordinata, prema formuli $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. Također, što je mjerni uzorak udaljeniji od središnje točke akromatičnosti na CIEL*a*b* dijagramu (slika 7.), to je sama boja kromatičnija i prožeta [7].



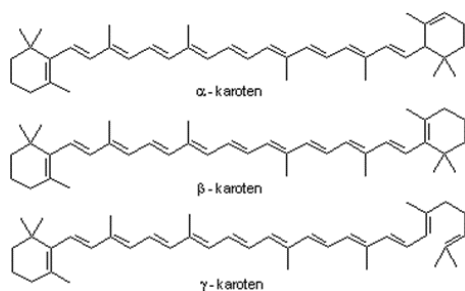
Slika 7. CIEL*a*b* koordinatni sustav boja [XI]

2.3. Prirodna bojila ovisno o kemijskoj konstituciji

Prirodna bojila su prema strukturi obojeni organski spojevi koji sadrže nosioce boje zvane kromatofori te se nalaze u sastavu biljaka i životinja. U živim organizmima nalaze se u sklopu spojeva sa šećerima i proteinima, ili se nalaze u zasebnom, slobodnom obliku. Ovisno o svojoj kemijskoj konstituciji, mogu se svrstati u bojila prema porijeklu ili prema području primjene. Pritom ih je najispravnije ipak svrstavati prema kemijskoj konstituciji, točnije prema aktivnim tvarima koje daju obojenje, za razliku od klasifikacije prema porijeklu ili području primjene, jer se na taj način uspostavlja najtočnija i najpreciznija klasifikacija. S obzirom da se jedno prirodno bojilo može dobiti iz više izvora te se istodobno ima više načina primjene, ovakva bi klasifikacija bila nedovoljno točna. Prema kemijskoj konstituciji prirodna se bojila svrstavaju u polienska, diaroilmetanska, karbociklička i heterociklička prirodna bojila. Od polienskih bojila najznačajniji su karotenoidi i karoten, kod diaroilmetanskih izdvaja se kurkumin, kod karbocikličkih bojila predstavnici su alizarin, juglon i loson, dok su kod heterocikličkih najpoznatiji antiktini purpur, indigo i klorofil.

2.3.1 Polienska bojila

Kao glavna dva predstavnika polienskih bojila navode se karotenoidi i karoten. Prema kemijskoj strukturi čine ih spojevi tetraterpenske strukture, sačinjavajući dugolančane molekule povezane konjugiranim dvostrukim vezama. Obojenje im varira od žute pa sve do tamnocrvene. U svom sastavu obično sadrže središnji dio od 20 ugljikovih atoma i različite krajnje skupine, obično razgranate lance ili supstituente prema kojima se međusobno i razlikuju. Ovisno o strukturnoj formuli i razmještanju krajnjih skupina, razlikuju se α -, β - i γ -karoten. Karoten $C_{40}H_{56}$ smjesa je ovih triju karotena, a dobiva se iz korijena mrkve *Daucus carota*, L. i ploda afričke uljane palme, *Elaeis guinensis*, L. Karoteni nemaju toliku primjenu u tekstilnoj, ali imaju značajnu primjenu u prehrambenoj industriji, gdje se koriste za bojenje ulja i masti, sladoleda i obogaćivanja margarina (slika 8.) [8].



a) Kemijska struktura karotena

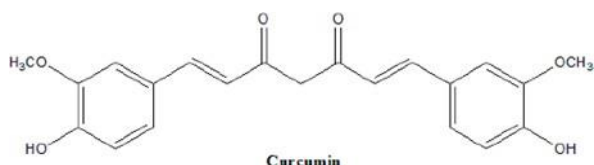


b) Mrkva (*Daucus carota*, L.)

Slika 8. Karoteni [XII, XIII]

2.3.2. Diaroilmetanska bojila

Govoreći o ovoj skupini bojila, najvažnije prirodno bojilo jest kurkumin (slika 9.). Molekulske formule $C_{21}H_{20}O_6$, dobiva se iz korijena biljka kurkume (*Curcuma tinctoria*, L.), autohtone biljke Indije i Kine. Karakteristične jarke žuto-narančaste boje i antikancerogenih svojstava, smatra se najzdravijim začinom na svijetu, a svoju primjenu našla je u raznim granama industrije. U bojadisarstvu koristi se za obojenje prirodnih materijala, poglavito pamuka, dok se koristi i u kozmetičkoj i drvenoj industriji za bojenje voskova, lakova, papira i drva [8].



a) Kemijska struktura kurkumina



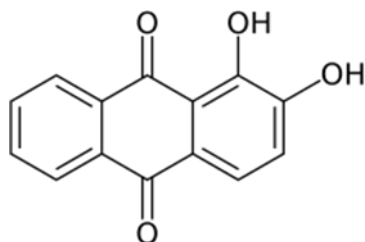
b) Kurkumin u sastavu kurkume (*Curcuma tinctoria*, L.)

Slika 9. Kurkumin [XIV, XV]

2.3.3. Karbociklička bojila

U svojoj strukturi ova bojila sadrže kinon, nezasićeni ciklički ketonski spoj. Iako u prirodi postoji više od 100 vrsta karbocikličkih bojila, kao bojilo ili pigmenti upotrebljavaju se samo derivati naftokinona i antrakinona, točnije alizarin, juglon i loson između ostalih.

Alizarin (slika 10.) je aktivna supstanca koja se dobiva iz korijena žutoga broća (*Rubia tinctorum*, L.), povijesno važne biljke sa područja Balkana i srednje Europe. Alizarin se najviše upotrebljava za bojadisanje vune, svile i pamuka, gdje stvaranjem kompleksa sa ionima metala kao što su željezo i aluminij, može tvoriti crveno, crvenosmeđe i ljubičasto obojenje [8].



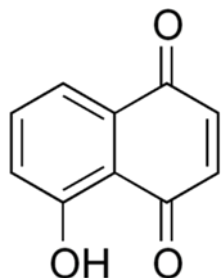
a) Kemijska struktura alizarina



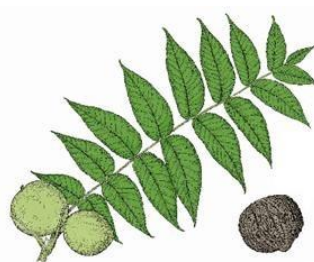
b) Korijen biljke broć (*Rubia tinctorum*, L.)

Slika 10. Alizarin [XVI, XVII]

Juglon (slika 11.) je pigment koji se nalazi najviše u orahu (*Juglans regia*, L.), ali i u ostalim biljkama iz iste porodice kao što su crni orah (*Juglans nigra*, L.) i sivi orah (*Juglans cinerea*, L.). Može se nalaziti u lišću, korijenu, ljuski, plodu pa čak i kori drveća iz ove porodice biljaka. Vrlo dobro reagira sa aluminijskim, željeznim i kromnim solima u kombinaciji sa proteinskim vlaknima, gdje vunu primjerice boji u smeđe-žutu, dok pamuk može bojiti i u ružičasto u prisutnosti aluminijskih soli. Ekstrakcija juglona provodi se od 1851. godine, dok se njegova sinteza iz 1,5-dihidroksinaftalena provodi od 1887. godine [8].



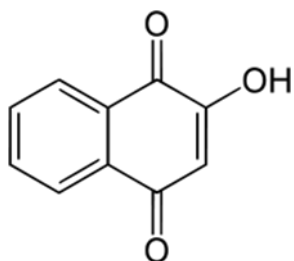
a) Kemijska struktura juglona



b) Crni orah (*Juglans nigra*, L.) iz kojeg se dobiva

Slika 11. Juglon [XVIII, XIX]

Loson (slika 12.) je prirodni sastojak žute lavsonije (*Lawsonia inermis*, L.), a upotrebljava se kao bojilo za svilu i vunu u kojima daje narančasto-žuto obojenje. Korištenjem raznih varijacija metalnih soli u kombinaciji sa kiselim kupeljima, moguće je dobiti širok raspon boja od narančaste pa sve do smeđe-crvene [8].



a) Kemijska struktura losona



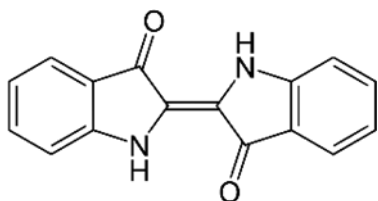
b) Loson u sastavu žute lavsonije (*Lawsonia inermis*, L.)

Slika 12. Loson [XX, XXI]

2.3.4. Heterociklička bojila

Heterociklička bojila u svojoj strukturi sadrže više aromatskih prstenova zajedno sa kisikom ili dušikom. Kisik u strukturi posjeduju brazilein i hematein, dok dušik sadrže antikni purpur, indigo i klorofil. Brazilein se nalazi u drveću iz roda *Casalpinia*, a upotrebljava se pri bojenju vune i svile, gdje ovisno o močilu i metalnim solima može dati ljubičasto, ljubičasto-sivo i narančasto-smeđe obojenje. Kao važno i često upotrebljavano heterocikličko prirodno bojilo, važno je izdvojiti indigo. Indigo (slika 13.) se dobiva iz tropskih mahunarki *Indigofera*, točnije *Indigofera tinctoria*, L. i *Indigofera anil*, L. i biljke krstašice, *Isatis tinctoria*, L. Listovi ovih

biljaka sadrže glikozid indikan koji je sam po sebi nije bojilo te se ono dobiva tek njegovom redukcijom u indoksil, bezbojni i vodotopivi oblik i potom sušenjem na zraku. Karakteristična modra boja nastaje namakanjem u vodenoj otopini indoksila, a potom sušenjem. Na ovaj se način bojaju vunene, svilene i pamučne tkanine, a raspon dobivenog obojenja varira od modre, purpurno-ljubičaste, plavo-ljubičaste i izražajno plave boje [8].



a) Kemijska struktura indiga



b) Biljka *Indigofera tinctoria*, L. iz koje se dobiva indigo

Slika 13. Indigo [XXII, XXIII]

2.4. Primjena prirodnih bojila kroz povijest

Čovjek je odjeću izrađivao i nosio još u doba prapovijesti, gdje je njena uloga bila zaštita od nepovoljnih vremenskih uvjeta i hladnoće. Arheološki nalazi u španjolskoj špilji Altamira pokazali su kako je princip bojadisanja prirodnim bojilima također bio poznat pretpovijesnom čovjeku, a daljnjim se napredovanjem čovječanstva kontinuirano i razvijao. Prema nalazima pronađenim u egipatskim grobnicama, potvrđena je činjenica kako su i stari Egipćani bojadisali svoje tkanine, pritom koristeći alizarin, indigo i antikni purpur, danas dobro poznata karbociklička prirodna bojila. Antikni purpur (slika 14) koristili su i narodi Južne i Srednje Amerike za bojenje tkanina i za fiksiranje indiga.



a) Dobivanje antiknog purpura



b) Puž *Murex brandaris*, L. od kojeg se ekstrahira

Slika 14. Purpur [XXIV, XXV]

Antikni purpur prvi su počeli koristiti Feničani na području Tira čak 1200 godina pr. Kr., a kasnije ga prenose na Zapad. Pigmenti su nerijetko bili teško nabavljivi, a sama obrada je bila strogo čuvana tajna vrhunskih znalaca. Znan i kao „Tirski purpur“ te „fenička crvena“, pigment je koji se dobiva iz sluzi specifične vrste puževa (bodljikavih volaka) iz porodice *Muricidae*, *Murex brandaris L.* Žlijezde ovih puževa lučile su žutu tekućinu koja bi sušenjem na zraku boju promijenila u ljubičasto-crvenu. S obzirom na zahtjevnu nabavljivost i kompleksnost proizvodnje, purpur otada počinje biti istoznačnica sa moći i bogatstvom (slika 15). Antikni purpur izrazito su cijenili stari Rimljani, koji su ga upotrebljavali kao bojilo za ceremonijalne halje, koje su isključivo smjeli nositi carevi i vladari. Antikni purpur sve do 13. stoljeća glasi kao najskuplje prirodno bojilo.



a) Bizantski car Justinijan I u Tirskom purpuru



b) Justinijan I. (rekonstrukcija)

Slika 15. Primjena purpura u antička vremena [XXVI, XXVII]

Nadalje govoreći o povijesti prirodnih bojila, u doba antičke Grčke i Rimskog Carstva, kao bojila su se koristile i lisne uši *Coccus illicis* (slika 16.), čija je aktivna supstanca kermesna kiselina te šafran koji u svom sastavu sadrži krocetin. Kermesna kiselina inače je glavni sastojak koji grimiznoj boji daje njenu upečatljivu nijansu, dok krocetin kao pigment iz skupine karotenoida, daje efektan zlatno-žuti ton. Kada je riječ o žutim prirodnim bojilima, ona su bila znatno rasprostranjena i široko korištena tijekom povijesti. Također čine najmnogobrojnija prirodna bojila, no većina ih je karakterizirana slabim obojenjem i slabom postojanošću na svjetlo. Biljka žuta lavonija, *Lawsonia inermis L.*, u svom sastavu sadrži loson, biljka je od koje se dobiva kana, prirodno bojilo koje se koristi za bojanje kose i kože, ali se u povijesti rabila i za bojadisanje svile, vune i kože, od drevnog Egipta 1500 godina pr. Kr., Engleske u 18. stoljeću, pa sve do danas gdje se također upotrebljava u istočnim zemljama.



a) Kraljica Elizabeta I. u grimiznoj haljini



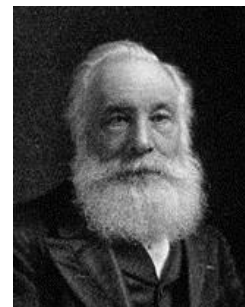
b) Lisna uš *Porphyrophora polonica*, L

Slika 16. Grimiz [XXVIII, XXIX]

Žuta boja također je specifična za odjeću kineskih mandarina, koji su je bojili sokom japanske sofore, *Sophora japonica*, L., drveta uzgajanog u blizini budističkih hramova, čija se žuta boja dobivala kuhanjem osušenih cvjetova i pupoljaka u vodi. Prirodna bojila bila su glavni način bojadisanja sve do sredine 19. stoljeća, kada je 1856. godine Sir William Henry Perkin, stvorio prvo sintetičko bojilo-mauvein (slika 17.). Mauvein je umjetno azo-bojilo, po sastavu mješavina anilina ekstrahiranog iz kamenog ugljena, p-toluidina i o-toluidina koji mu daju njegov briljantni ljubičasti ton. Perkinsonovo otkriće smatra se revolucionarnim u području razvitka bojadisarstva, tiska pa čak i područja organske kemije. Zbog njegovog otkrića katran se počeo koristiti za ekstrakciju novih materijala, počeo je razvitak i sinteza novih umjetnih bojila, počele su nicati bojadisaone i tiskare te je sve to utjecalo na daljnje otkrivanje nijansi na bazi anilina. S obzirom da su se sintetička bojila počela sve češće i češće koristiti, ujedno se smanjila i cijena tkanina ljubičastih nijansi, koju su sada mogli priuštiti i ljudi nižih klasa, a ne isključivo plemići. Dolaskom sintetičkih bojila jenjava korištenje prirodnih bojila. Umjetna bojila pokazala su se jeftinijima, lakše dostupnima i jednostavnijeg načina dobivanja od prirodnih, stoga je njihova upotreba bila ograničena na prehrambenu, farmaceutsku i kozmetičku industriju, a ne toliko na tekstilnu. U današnje vrijeme, vraća se interes za korištenje prirodnih bojila, poglavito radi njihove ekološke povoljnosti te sigurnosti za ljudsko zdravlje [9-13].



a) Tkanina obojadisana Mauvein bojilom



b) Izumitelj sir William Henry Perkin

Slika 17. Mauvein [XXX, XXXI]

2.5. Kemijsko vezivanje bojila za vlakno

Proces bojadisanja trajan je postupak u kojem se direktno utječe na promjenu strukture vlakna na način da se čestice bojila kemijskim vezama ugrade u unutrašnjost vlakna. Bojadisanje započinje adsorpcijom bojila iz kupelji na površinu vlakna, gdje se čestice bojila prvo fizički i mehanički vežu na površinu vlakna, zatim slijedi difuzija bojila u unutrašnjost vlakna i konačno njegovo fiksiranje u samu strukturu vlakna. Fiksiranje se uspostavlja stvaranjem kemijskih veza, bilo ionskim, kovalentnim ili vodikovim vezama, ovisno o konstituciji i sastavu samog bojila. Prethodno je bilo spomenuto kako se bojila sastoje od kromatofora, nezasićene atomske skupine koja uzrokuje obojenost organskih spojeva, te se ujedno sastoji i od vanjske, funkcionalne skupine koja omogućuje vezivanje bojila na materijal i ona se naziva auksokrom. Neki od najčešćih kromatofora su azo-, nitro-, nitrozo-, karbonil- i karbimilna kemijska skupina, dok su samim time neki od najčešćih auksokroma karboksilna i sulfonska skupina, te amino-, hidroksi- i metoksi- kemijska skupina. Ovisno o tipu kromatofora te broju i tipu auksokroma bojila se prema njihovim bojadisarskim svojstvima mogu podijeliti u topiva i netopiva, odnosno dalje u direktna, kisela, bazna, metalkompleksna, reaktivna, sumporna, disperzna, reduktivna i pigmentna bojila. Specifičnost svakog bojila jest da pokazuje određeni afinitet za bojadisanje pojedinog vlakna. Za prirodne celulozne materijale se stoga koriste direktna, bazna, reduktivna i pigmentna bojila, dok se za prirodna proteinska vlakna upotrebljavaju kisela, močilska, reaktivna i metal-kompleksna bojila. S obzirom na njihovu strukturu prirodna bojila poglavito pripadaju grupi močilskih bojila, gdje zajedno sa solima metala stvaraju komplekse na tekstilnom materijalu, a nešto rjeđe i u grupu supstantivnih, baznih ili redukcijskih bojila [14].

2.5.1. Prirodna kiselo-močilska bojila

Močilska bojila zajedno kako im i ime govori, uz pomoć močila stvaraju komplekse i pritom stvaraju različita obojenja. U ovome slučaju močila su metalne soli, gdje se najviše koriste soli željeza, aluminija i u nešto rjeđim slučajevima soli bakra i kositra. Prirodna proteinska vlakna poput vune i svile vrlo dobro reagiraju sa ovim tipom bojila. Vlakna je pritom potrebno prethodno, istovremeno ili naknadno močiti kako bi se dobio optimalan rezultat. Kao izvori prirodnih kiselo-močilskih bojila koriste se biljke koje sadrže flavonoide, točnije crveni, tj. ljubičasti luk (*Allium cepa*, L.) i nar (*Punica granatum*, L.), zatim biljke koje sadrže alizarin, poput broća (*Rubia tinctorum*, L.) i biljke koje u svom sastavu sadrže juglon, kao što su obični (*Juglans regia*, L.), crni (*Juglans nigra*, L.) i sivi orah (*Juglans cinerea*, L.). S obzirom da

prirodna bojila zbog svoje kemijske strukture ne stvaraju kemijske veze, tkanina se mora dodatno oplemeniti moćilima. Sam izbor moćila za prirodne materijale razlikovat će se ovisno o tipu vlakna od kojih je materijal izrađen, ali ovisi i o izboru bojila te o nijansi koja se željela dobiti. Moćila mogu imati kiseli ili alkalni pH, gdje prirodna celulozna vlakna bolje reagiraju sa alkalnim, dok prirodna proteinska vlakna bolje reagiraju sa kiselim pH vrijednostima. Povijesno govoreći, kao kiselo moćilo za svilu i vunu rabio se limunov sok i sok kiselih bobica, dok se kao alkalno moćilo za pamuk i lan koristio pepeo ili urin. U današnje vrijeme kiselo moćilo zamijenili su octena (vinska) ili oksalna kiselina, a alkalni otopina natrijeva karbonata. Tkaninu je prvotno bilo potrebno namakati u moćilu, a zatim tijekom ili nakon bojenja dodati metalne soli, gdje je izbor metalnih soli zapravo ključan za uspjeh bojadisanja sa prirodnim bojilima. Poznavanje metalnih soli bilo je važno i prapovijesnom čovjeku, gdje su ljudi još u doba paleolitika koristili željezo i njegove okside za dobivanje smeđe, oker i crvene boje. Aluminijski su dobivali iz stipse ili tzv. alauna (kalijevog aluminijskog sulfata, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$), koji je bio sveprisutan i lako dostupan, jer se pojavljuje isparavanjem morske vode. U današnje vrijeme aluminijski se također dobiva iz stipse, dok željezo dolazi iz sulfata, u obliku zelene galice (željezova (II) sulfata heptahidrata, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$), bakar iz modre galice (bakrova (II) sulfata pentahidrata, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$), a kositar iz raznih legura [10].

3. BILJNI TRANSFER TISAK

Unazad nekoliko godina, sa jačanjem svijesti o zaštiti okoliša, novim saznanjima u područjima „zelene kemije“, ekološke održivosti te povećanim korištenjem prirodnih materijala u izradi odjeće, dolazi do sve učestalijeg korištenja prirodnih bojila, a sa njima se ujedno javlja i novi način ukrašavanja tekstila, točnije biljni tisak. Koriste se prirodni biljni materijali poput latica cvijeća te raznoliko lišće uz niz prirodnih bojila. Prirodna bojila moguće je iskoristiti na mnogo načina- ekstrakcijom bojila iz kupelji, fermentacijom bojila, iskuhavanjem organskog materijala i slično. Biljni tisak unatoč svom nazivu, pripada u grupu kontaktnog bojadisanja, a pritom ga je moguće izvesti na više principa. Postoji fizikalni (mehanički) način, popularno zvan i hapa-zome tehnika, gdje se korištenjem mehaničke sile biljni dizajni utiskuju u materijal, te kemijski, gdje se korištenjem prirodnih moćilskih bojila i metalnih soli uz korištenje vodene pare sa prirodnim materijalima poput latica cvijeća i raznoraznog lišća mogu dobiti veoma intrigantni i unikatni dezeni (slika 19.). Biljni tisak svoj je razvoj doživio nedavno, poglavito sa jačanjem kreativnosti modnih dizajnera poput Indie Flint (slika 18.) i Rebecce Desnos koji

su željele doprinijeti jačanju svijesti o štetnosti modne i tekstilne industrije na okoliš, a samim time i promovirati eko-dizajn. Biljni tisak nije stran niti hobby art entuzijastima, poglavito iz razloga što ga je jednostavno izraditi, a sam produkt je neobičan, efektan i unikatan. Problem koji prati ovaj način dizajna tekstila jest njegova slaba postojanost na pranje i nejednoličnost obojenja [15].



Biljni transfer tisak na tekstilu



Slika 19. Način izrade biljnog transfer tiska

Slika 18. Biljni transfer tisak [XXXII, XXXIII]

3.1. Fizikalni način dobivanja biljnog dizajna-„hapa-zome tehnika“

Hapa-zome tehnika (slika 20) je način izrade biljnog eko tiska koristeći mehaničku silu kako bi se oblik i boja odabranih biljaka utisnuli u strukturu materijala. Pritom se koristi čekić ili neki drugi teški objekt te se udaranjem biljnog predloška njegova kontura i obris direktno prenose na tekstil. Začetnica ove tehnike jest australska modna dizajnerica India Flint, danas jedna od najcjenjenijih dizajnerica na području izrade eko-tekstila i zagovornica „zelene mode“. India je još 2006. godine nakon svog inspirativnog puta u Japan počela značajno eksperimentirati sa raznim načinima fiksiranja prirodnih bojila na tekstilne materijale i tako formirala „hapa-zome“ tehniku. Ime joj dolazi od japanskih riječi za list (葉っぱ, čit. „happa“) i bojiti, odnosno bojadisati (染める, čit. „someru“), što bi u prijevodu značilo „bojanje lišćem“ odnosno „bojilo od lišća“. Razlika od japanske tehnike udaranja lišćem zvane „tataki zome“, jest ta da se ovdje koristi tekstilni materijal i teški objekt, za razliku od washi papira i malih komadića gume. Sam

postupak je arbitran, potreban je tekstilni materijal gustog tkanja, preferabilno platno, čekić ili kamen i biljni materijal. S obzirom da biljke u sebi sadrže sokove i eterična ulja, može doći do razlijevanja otiska stoga je potrebno dodatno učvrstiti biljni materijal te ispod platna koristiti čvrstu podlogu. No, eterična ulja iz biljaka zapravo su i poželjna, jer nam upravo ona omogućuju lijep otisak na tekstilu. Razlijevanje se može kontrolirati i jačinom udaraca, gdje svaka biljka zahtjeva određenu jačinu udaranja. Naime, biljke koje sadrže više eteričnih ulja, a samim time i više tekućine, mogu ostaviti nezgrapnu mrlju umjesto krasnog otiska, stoga je potrebno razraditi stupanj siline udaranja. Unatoč tome što se ovom tehnikom izrade dobiva upečatljiv dizajn gdje je svaki pojedini rad jedinstven, glavni nedostatak ove tehnike jest nepostojanost na pranje i ograničenost korištenja. Prilikom pranja i upotrebe detergenata dolazi do promjene boje biljnih elemenata na materijalu i razlijevanja, pa čak i do njihovih ispiranja stoga je ovaj način izrade pogodan samo za materijale koji nisu često u upotrebi, primjerice tabletića, ukrasnih jastučnica ili kao ukrasna slika. Ukoliko se ne koriste biljke koje sadrže istančane pigmente poput indiga (*Indigofera tinctoria*, L.), nevena (*Calendula officinalis*, L.) i korovnog sljeza (*Malva neglecta*, L.) dolazi do blijeđenja otisaka s vremenom, što ukazuje na još jedan nedostatak-nepostojanost na svjetlo i vremenske uvjete. Najljepši dizajn dat će cvijeće jarkog obojenja, poput vibrantnih maćuhica (*Viola tricolor*, L.), ali i lišće koje sadrži dosta soka. Ključ korištenja ove tehnike jest korištenje svježih biljaka, jer suho bilje neće dati željeni efekt [15, 20].



Slika 20. Hapa-zome tehnika [XXXIV]

3.2. Kemijski načini biljnog otiskivanja

Prirodna bojila klasificiraju se kao metal-kompleksna, odnosno močilska bojila, gdje će o željenom tonu obojenja ovisiti izbor biljnih pigmenata i metalnih soli, odnosno močila. Prirodna bojila zajedno sa solima željeza, aluminijska, bakra te u rjeđim slučajevima kositra i kroma, tvore metalne-komplekse varijabilnih obojenja. Nadalje, nakon izbora močila, bojilo je potrebno fiksirati u strukturu vlakna, što se može učiniti na dva načina-hladnim i vrućim prešanjem [16].

3.2.1. Izbor močila

S obzirom da se prirodna bojila razlikuju prema kemijskoj strukturi te prema afinitetu stvaranja metalnih kompleksa, o uspješnosti biljnog tiska ovisit će i izbor močila. Močila direktno utječu na trajnost i postojanost obojenja, a ujedno se njihovo korištenje odražava i na raspon boja i tonova. Moguće je znatno utjecati na promjenu boje isključivo promjenom vrste močila, dok bojilo ostaje isto. Raspon boja i njihovih nijansi, njihova dubina obojenja i faktor blijeđenja sve su čimbenici na koje se može utjecati promjenom vrste i koncentracije močila. S obzirom na izvor od kojeg se dobivaju, strukturu i način korištenja, močila se mogu razdijeliti u četiri glavne skupine-konvencionalna anorganska metalna močila, biološka (eko) močila, uljna i najčešće korištena močila [16].

Konvencionalna anorganska metalna močila su grupa močila koja obuhvaćaju sve metalne soli željeza, kroma, aluminijska, bakra i kositra. Pritom se daleko najviše koriste soli željeza i aluminijska, dok se spojevi sa bakrom i kromom koriste sve manje jer mogu tvoriti spojeve koji su toksični za ljudsko zdravlje. Naime, spojevi šesterovalentnog kroma (Cr^{6+}) klasificiraju se kao spojevi teških metala i kancerogenih spojeva, a samim time se isključuje njihova upotreba za tekstilnu industriju. Povijesno gledajući, spojevi kroma imali su značajnu ulogu pri bojadisanju materijala zajedno sa kampehovim drvom (*Haematoxylum campechianum*, L.), gdje su stvarali duboke nijanse crne, ali se kao takvi danas više ne koriste zbog opasnosti koje donose. Od spojeva bakra i kroma najčešće su u upotrebi bakrov (II) sulfat (CuSO_4) i kalijev dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). U kombinaciji sa octenom ili limunskom kiselinom, bakar se pokazao kao efektivno močilo za proteinska vlakna, gdje ih pritom za razliku od željeza, ne čini grubima na dodir. Vlakna močena bakrom doduše brže gube obojenje za razliku od onih močenih stipsom. Govoreći o nijansama boje, bakar stvara nijanse plavo-zelene i modre, dok ružičaste postaju ljubičaste. Močila na bazi aluminijska najčešće se koriste, a istovremeno se smatraju jednim od najpovoljnijih prema mjerilu toksičnosti i načina aplikacije prirodnih bojila na tekstil. Aluminijski kalij sulfat (APS, stipsa, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$) i aluminijski acetat (AA, $\text{C}_6\text{H}_9\text{AlO}_6$) većinski se

koriste pri bojadisanju s prirodnim bojilima, poglavito pamuka. Aluminijski-kalij sulfat smatra se neutralnim močilom, u smislu činjenice da se boja materijala neće razlikovati od boje kupelji. Njegovo korištenje rezultira dobrim obojenjem i rasponu nijansa. U kombinaciji sa kalijevim bitartratom (vinskim praškom za pecivo, $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$) zaštićuju se vunena vlakna te ona postaju meka na dodir. Dalje govoreći, često korištena močila su na bazi željeza, gdje se ono može koristiti samostalno ili u obliku spojeva, od kojih je najčešće u upotrebi željezov (II) sulfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), koji u odgovarajućoj količini i koncentraciji daju podosta dobre rezultate bojadisanja. Spojevi željeza, zajedno sa spojevima kositra (primjerice kositrova (II) klorida, SnCl_2) osim na boju mogu utjecati i na taktilne karakteristike tekstila, posebice na proteinska vlakna poput vune koja su osjetljiva na povišenu koncentraciju ili na dugotrajnu izloženost željeznim ionima, gdje se vlakno oštećuje, a sam materijal postaje grub na dodir. Što se tiče boje, željezo boja materijal ponajviše u nijanse zelene i smeđe. Žuta postaje maslinasta, dok ružičasta postaje ljubičasto-smeđa [16,17].

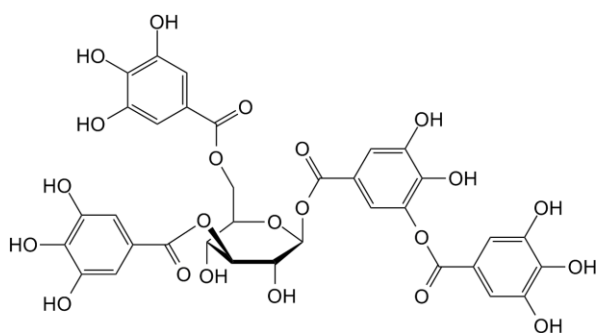
Biološka (eko) močila skupina su kemijskih supstanci pronađenih u sastavu raznih biljaka, korištenih za fiksiranje prirodnih bojila na materijal stvaranjem koordinacijskog kompleksa sa molekulama bojila. Ovoj grupi pripadaju tanini, taninska kiselina i tartarska kiselina, od kojih najznačajniju uporabu imaju tanini. Tanini (slika 21.) prirodnih bojila su organske molekule kompleksne strukture koje se nalaze u sastavu pojedinih biljaka. Još se naziva i taninska kiselina, a prema kemijskoj strukturi spada u skupinu polifenola, koje se može naći u stabljici, listovima, kori i sjemenu biljke. Tanini daju raspon obojenja od blijedo-žute pa sve do svijetlo-smeđe, a koristi ih se u kožnoj industriji, bojadisarstvu, izradi tinte i slično. Upravo fenolske hidroksilne skupine omogućuju efektivno vezanje tanina za vlakno, gdje pritom stvaraju tri vrste veza sa proteinskim vlaknima (sa vunom i svilom), a mogu i sa celuloznim vlaknima (sa pamukom, viskozom i ostalima).

Mogu tvoriti vodikove veze, između fenilskih hidroksilnih skupina tanina te slobodnih amino ili amidnih skupina proteinskih vlakana, odnosno slobodnih hidroksilnih ili karboksilnih skupina u slučaju ostalih vlakana.

Zatim mogu tvoriti ionske veze, koje povezuju anionske skupine tanina i kationske skupine proteinskih vlakana, te konačno, mogu tvoriti kovalentne veze, koje se pojavljuju između kinonskih i semikinonskih skupina tanina i bilo kojih odgovarajućih reaktivnih skupina na proteinskom vlaknu ili nekom drugom polimeru.

Stabilnost same veze tanin-vlakno ovisi o jačini i vrsti veze te o metalima koji se koriste kao močila. Korištenje metala kao močila direktno utječe na fiksiranje bojila, ali i na postojanost obojenja i postojanost na svjetlo. U bojadisarstvu taninska kiselina ima značajnu ulogu u

fiksiranju celuloznih vlakana, pogotovo u kombinaciji sa korištenjem alauna, iz razloga što celulozna vlakna ne reagiraju u jednako dobrom mjerilu sa alaunom kako reagiraju primjerice proteinska vlakna. Tanin kao močilo zajedno sa alaunom stvara stabilni kompleks koji je dalje primjenjiv na celulozna vlakna. Prirodna bojila koja sadrže tanin uključuju crni orah, nar, biljke iz porodice *Myrabolan* kao što su šljiva, japanska šljiva i japanska trešnja te peruanska vrba (*Shinopsis balansae*, L.), guava, lišće banane i ružmarin. Mnoge od ovih biljaka mogu poslužiti kao bojadisarske biljke gdje će se njihovim korištenjem postići adekvatno obojenje i njegova postojanost. S obzirom da dolaze iz prirodnih izvora, tanini se smatraju izvrsnim eko-močilima, prihvatljivima za okoliš i ljude.



Slika 21. Tanin [XXXV]

Posljednju skupina močila čine uljna močila, koja se napose koriste za formiranje kompleksa sa alaunom, nakon što je alaun korišten kao glavno močilo [16,18].

3.2.2. Metode kemijskog otiskivanja-hladno i vruće prešanje

3.2.2.1. Hladno prešanje

Tehnika hladnog prešanja nešto je bolja tehnika od „hapa-zome“ tehnike, u smislu dugotrajnosti otisaka. Naime, ovom tehnikom moguće je dobiti vrlo lijep dizajn na prirodnim materijalima, što proteinskim (vuna i svila), što celuloznim (pamuk i lan). Za izvedbu ove tehnike potrebno je posložiti vodom navlaženo lišće na materijal te ih podatno učvrstiti gumicama ili špagom te presavinuti i čvrsto namotati oko cilindričnog objekta (valjka ili nečeg sličnog). Nakon presavijanja i omotavanja potrebno je vlažan materijal ostaviti kako bi vrijeme učinilo svoje. Ključ ove tehnike jest koristiti biljke koje u svom sastavu sadrže što više tanina ili flavonoida, materijal ostaviti da što duže odstoji te naknadno fiksirati sa metalnim solima kako bi se dobio optimalan rezultat [15].

3.2.2.2. Vruće prešanje

Ova tehnika većinski obuhvaća jednak postupak kao i hladno prešanje, dakle umakanje lišća u otopinu vode ili metala, slaganje, presavijanje i čvrsto namotavanje, samo što se u ovom slučaju iskorištava termodinamičko djelovanje vodene pare kao fiksatora otisaka na tekstil te medijatora koji omogućava bolje prodiranje biljka u sam tekstil. Vlaga i visoka temperatura omogućuju bolje lučenje biljnih sokova i njihovo prodiranje na materijal, a ujedno i ubrzavaju postupak samog transfera printa. Razlika između hladnog i vrućeg prešanja jest u tome što će se kod vrućeg prešanja materijal „uparavati“ 60 ili 90 minuta te se potom ostaviti kako bi se ohladio. Ovaj način biljnog tiska također omogućuje postojanije rezultate za razliku od „hapa-zome“ tehnike [15].

3.3. Ekološki aspekt biljnog tiska

U današnjem vremenu, sa porastom svijesti o globalnom zatopljenju, klimatskim promjenama, ograničenošću vodenih resursa te problema zbrinjavanja kemijskog otpada, biljni tisak i bojadisanje prirodnim bojilima može se smatrati kao dobro rješenje te korak u dobrom smjeru vezan za zaštitu okoliša i očuvanju planeta. Tekstilna industrija smatra se drugim najvećim zagađivačem okoliša, nakon naftne industrije, gdje prema statističkim podacima, 20 % cjelokupne zagađenosti otpadnih voda dolazi od procesa tretiranja i bojadisanja tekstila, sa čak 200 000 tona bojila zaostalih u otpadnim vodama. Velik problem za okoliš predstavlja njihovo zbrinjavanje, jer u niže razvijenim zemljama u kojima je tekstilna industrija razvijenija zbog jeftinije radne snage, čak 90 % svih otpadnih industrijskih voda pušta se natrag u okoliš bez pročišćavanja. Količina preostalog bojila i povećana koncentracija teških metala kao olova, željeza, aluminijska, kroma i sličnih, ima kritični učinak prvenstveno na sastav tla i vode, mijenja pH i alkalitet, djeluje razorno na biljne i životinjske vrste, a u konačnici i na čovjeka. Osim samih bojila i otpadnih voda, veliki problem predstavlja i količina vode koja se troši u procesima izrade tekstila (za samo jedan kilogram pamuka potrebno je 20 000 litara vode), a prema podacima iz 2017. godine, godišnja potrošnja vode penje se do 79 milijardi kubičnih metara. Problem nadalje predstavlja i zbrinjavanje tekstilnog otpada, gdje je godišnja količina proizvedenog otpada čak 92 milijuna tona. Gomilanjem otpada dolazi i do akumulacije svih kemijskih tvari korištenih u obradi tekstila, a i samih sintetičkih vlakana (sintetička vlakna raspadaju se više od 200 godina), zatim količina mikroplastike koja se otpusti u vode i oceane prilikom tretiranja i pranja sintetičkih materijala te još mnogo, mnogo drugih problema. (slika 22).

Tekstilna i modna industrija

-u brojevima-



Slika 22. Ekološki aspekt tekstilne i modne industrije [XXXVI]

Dalo bi se zaključiti da je tekstilna industrija podosta problematična i „prljava“, no ekološkim osvještavanjem proizvođača i potrošača takvi se epiteti mogu polagano i promijeniti. U ovome mogu pomoći prirodna bojila i odabir čišćih, ekološki prihvatljivijih metoda obrade. Prirodna bojila dolaze iz prirodnih izvora, a sam način ekstrakcije pigmenta ne uključuje ekološki ofenzivne procese. Pritom, ona su biorazgradiva te njihovim raspadom neće doći do onečišćenja okoliša. Nadalje, dolaze iz obnovljivih izvora, koje je moguće iskoristiti bez velike štete u ekosustavu te konačno, nisu štetna, jer ne sadrže nikakve štetne niti opasne supstance. Unatoč svim ovim prednostima, važno je napomenuti i relevantni problem troška njihove uporabe, količina i dostupnost izvora te problem zbrinjavanja metala korištenih kao močila u metal-kompleksnim bojilima. S obzirom da je potrebna velika količina sirovine u odnosu na sintetska bojila (za 1 kilogram pamuka potrebno je 230 grama prirodnog u odnosu na 5 grama sintetskog bojila), trošak je značajno veći, a i samim time se dovodi u pitanje dostupnost materijala, iako dolaze iz obnovljivih izvora. Veći problem predstavljaju močila, koja je potrebno iskoristiti prilikom bojadisanja, jer ona pomažu kako bi se molekule prirodnih bojila uhvatile za strukturu vlakna, koja također mogu biti toksična. Aluminijski, bakar, željezo i krom neki su od glavnih krivaca čijim nagomilavanjem dolazi do promjena u ekosustavu. Problem nagomilavanja može se dakako jednostavno riješiti adekvatnim zbrinjavanjem otpadnih voda i njihovim pročišćavanjem. Biljni tisak konkretno, koristi dakle ekološki povoljna bojila, proces obrade i fiksiranja ne zahtijevaju mnogo vode i energije, te koristi obnovljive izvore koji su lako dostupni i nisu skupi. Ova tehnika mogla bi se smatrati kao ekološki prihvatljiv i estetski prigodan način dizajna tekstila koji daje unikatne i neobične uzorke. Ekološki osviješteni

dizajneri poput Indije Flint, Velme Bolyard, Karen Leigh Casselman, Bonnie Bowman i ostalih koristeći ovaj način ukrašavanja tekstila promoviraju sustabilniji i prihvatljiviji način dizajna te velik korak u smjeru osvještavanja društva i industrije o pojmu eko-mode [16, 19].

3.4. Kontaktni (eko) tisak

Pojam kontaktnog (eko) tiska i bojadisanja odnosi se na direktnu uporabu biljaka u procesu, bez ekstrakcije njihovih prirodnih supstanci. S obzirom da ne postoji jednoličnost materijala, konačni rezultat će svakako varirati te se neće moći dobiti stopostotna repetitivnost uzoraka, već će svaki biti unikat za sebe. Prilikom eko-tiska, sami uzorci se prenose na površinu vlakna, gdje je potrebno znanje tehnike i korištenje određenih kemikalija i parametara kako bi taj otisak izgledao što jasnije i oštrije. Kemijsko vezivanje molekula bojila u strukturu vlakna nastupa nakon, te se ovdje dobiva na dugotrajnosti uzorka. Kontaktni ili transfer tisak jest zapravo metoda kojom se sljubljuju znanstvena tehnika i umjetnički dizajn. Samim time što uzorci su unikatni, jedinstveni i nepredvidljivi, do izražaja dolazi upravo umjetnička sloboda. Koriste se prirodni materijali-od svih dijelova biljaka, korijena, listova, cvjetova i ostalog, plodovi, kora, pa čak i bio-otpad te oni služe kao predlošci u dobivanju zbilja interesantnih nijansi, boja i uzoraka na tekstilu. Ovu tehniku moguće je primijeniti na raznim vrstama vlakana, od prirodnih celuloznih kao pamuk, lan, juta i konoplja, ali i na prirodnim regeneratima kao viskoza i Tencel, iako daleko najbolje djeluje na prirodnim proteinskim vlaknima kao što su vuna i svila. Kontaktni tisak razlikuje se od konvencionalnih metoda industrijskog tiska, samim time što nije moguće dobiti repetitivan uzorak te se ponajviše koriste prirodna bojila, za razliku od sintetskih. Ovaj način dizajna izvrstan je za dobivanje asimetričnih i nepredvidivih uzoraka, što je direktno povezano umjetničkom stranom tekstilne industrije [16].

3.4.1. Izbor materijala i tehnika izrade

Kako je već bilo spomenuto, kod biljnog tiska moguće je koristiti sve dijelove biljaka, ovisno o želji dizajnera, iako će lišće dati najjasniji otisak. Prilikom izrade uzoraka najčešće se koristi vruće prešanje, gdje se svi odabrani dijelovi biljaka slažu na materijal, čvrsto se vežu na valjak ili u sendvič te potom slijedi fiksiranje bojila. Fiksiranje je krucijalni korak koji omogućava uspješan rezultat, jer prilikom fiksiranja zapravo dolazi do željenih efekata, tekstura, obojenja i ostalog. Specifičnost biljnog tiska leži u činjenici da prilikom izrade dolazi do tzv. „razdvajanja boje“, gdje se spontano stvaraju uzorci, a uzrok tomu jest tendencija razdvajanja biljnih pigmenata na dijelove, točnije supstrate. Na repeticiju uzorka ne može se djelovati

maksimalno, ali može se u nekoj mjeri predvidjeti uporabom močila prije ili poslije bojenja, korištenjem metalnih soli, promjenom pH vrijednosti kupelji (primjerice kiseljenjem sa octenom kiselinom ili alkaliziranjem uz pomoć natrijeva karbonata), pa čak i miješanjem više vrsta bojila i direktnim nanošenjem. Na sam dizajn može utjecati i način na koji se biljni materijal posloži ili učvrsti prilikom fiksiranja, primjerice korištenjem špage koja se može omotati na više načina, čvršće ili slabije, automatski se dobivaju drugačiji uzorci. Potom, ovisno o tome koliko puta i na koji način je materijal presavijen ili omotan, dobivaju se novi uzorci. Je li materijal uronjen u vodu ili samo paren na vodenoj pari također igra ulogu u izgledu uzoraka. Svjetlost je još jedan od čimbenika koji utječu na izgled, gdje je moguće uzorke ostaviti na sunčevoj svjetlosti i vidjeti kako će ona utjecati na ishod.

Na boju uzoraka utječu ponajviše močila i izbor metalnih soli. Tako se primjerice korištenjem željezovog (II) sulfata dobivaju smeđa obojenja, a korištenjem bakrovog (II) sulfata zelene nijanse. Obojenje se može dobiti i ekstrakcijom iz prirodnih izvora.

Izbor tekstilnog vlakna također značajno utječe na izgled dizajna u konačnici. Prirodna bojila najbolje reagiraju sa proteinskim vlaknima, gdje se njihovom kombinacijom dobivaju izražajni, jasno obojeni uzorci, za razliku od celuloznih vlakana gdje obojenje nije toliko vibrantno, već nježnije i tupo. U današnje vrijeme, mnogi dizajneri eksperimentiraju sa raznim vrstama vlakana, sa viskozom, Tencelom, pa čak i netkanim tekstilom [16].

3.5. Biljni transfer tisak u modi današnjice

U današnje doba sve veći broj dizajnera i umjetnika kreće sa korištenjem prirodnih bojila i eko tiska. Neke od njih uključuju Indiju Flint, Karen Leigh Casselman, Velmu Bolyard, Paulu Burch, Jennifer Cooper, Bonnie Bowman, Sandy Webster, Elenu Ulyanovu, Amiliju Pool, Arlee Barr i Jenny Dean između mnogih ostalih. Povećan interes za prirodna bojila i eko tisak jača sve više i više, prvenstveno jer predstavlja ekološki mnogo bolju soluciju za okoliš, a daje osebujne dizajne. Uz biljni transfer tisak veže se i pojam održive mode, kojom se maksimalno pokušava smanjiti negativni utjecaj tekstilne industrije na okoliš. Korištenje prirodnih bojila može se smatrati održivim načinom obrade poglavito zbog toga jer dolazi do proizvodnje malog broja odjeće, koja je ujedno unikatna i nije masovno proizvedena, tako da neće doći do goleme potrebe za sirovinom, a dolazi i do promicanja zdravih i sigurnih uvjeta rada bez izlaganja opasnostima za zdravlje, jer se ne koriste nikakve štetne kemikalije. Između ostalog reducira se količina otpada, a s obzirom da su lišće, cvijeće, kora i grančice glavna sirovina, moguće ga je reciklirati/ponovno iskoristiti. S obzirom da se ne koriste jake kemikalije, nema rizika od

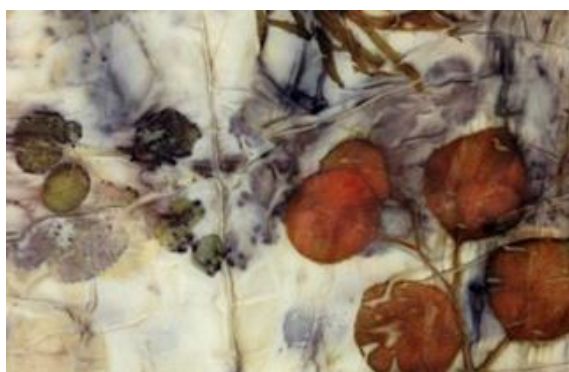
zagađenja tla, zraka i voda. Ujedno, biljni tisak može biti vrlo efektivan način prenamjene stare odjeće, gdje umjesto kupovine nove, stari odjevni komadi mogu dobiti potpuno novo ruho. Prema statističkim izračunima, do 2030. godine će potrošnja odjeće porasti do 63%, a količina godišnjeg tekstilnog otpada čak do 102 milijuna tona. Ako je cilj očuvanja okoliša te nezamanevarivanje budućih generacija, održiva moda velik je korak u dobrom smjeru [15, 16].

3.5.1. India Flint

Neobična i pomalo boemska australska modna dizajnerica i tekstilna umjetnica, utemeljiteljica je „hapa-zome“ tehnike eko-printa te ujedno možda i najutjecajnija dizajnerica u tom području danas. Za sebe govori da je „botanički alkemičar“, „šumska lutalica“ i „zvjezdoznalac“, sanjar, pustolovni duh i pisac mnogih priča. Osim što je osnovala „hapa-zome“ tehniku, India Flint (slika 23 a)) osmislila je i „eukaliptografiju“ (slika 23.b)), odnosno tehniku otiskivanja biljnim tiskom sa isključivo eukaliptusom, autohtonom australskom biljkom. Upravo eukaliptografijom promovira i zagovara korištenje lokalnih biljnih vrsta za dizajn tekstila, a samim time i naglašava važnost očuvanja prirode. Eukaliptus je biljka koja je zaintrigirala ovu tekstilnu umjetnicu, ponajviše zbog specifičnog crveno-narančastog obojenja koji daje prilikom korištenja, ali i njegove ponovne iskoristivosti, gdje je on jedna od rijetkih biljaka koju je moguće iskoristiti više od 1-2 puta prilikom eko-tiska. Autorica je mnogih knjiga na temu ekološkog printa, održivih metoda bojadisanja i prirodnih bojila, a njezin rad može se naći diljem Australije, Europe i ostatka svijeta. Od materijala za izradu svojih komada koristi platno, filc te lokalno sakupljena, ekološki prihvatljiva prirodna bojila (slika 24 a) i b)) [20, 21].



a) India Flint



b) Print dobiven „eukaliptografijom“

Slika 23. India Flint [XXXVII, XXXVIII]



a) Rad Indije Flint [XXXXIX]



b) Rad Indije Flint [XL]

Slika 24. Radovi Indije Flint

3.5.2. Velma Bolyard

Velma Bolyard (slika 25 a)) također je poznata umjetnica koja svoj umjetnički doprinos predstavlja koristeći eko-tisak na raznim materijalima kao što su papir, tekstil i shifu (uvijen i tkan papirnati tekstil). Najpoznatija je po izradi „artist book-ova“, odnosno umjetničkih knjižica (slika 25 b)) kombinirajući biljni tisak i papir. Svoje usmjerenje prema eko-tisku započela je korištenjem prirodnih bojila i korištenjem tzv. „kompostnog bojadisanja“, gdje je koristila zemlju i platno te ih izložila raznim vremenskim uvjetima. Blisko je surađivala sa već spomenutom Indiom Flint, te se kasnije opredijelila za izradu eko-printa na papiru po kojem je ujedno danas i najpoznatija. Papir izrađuje doma, ručno, od lokalno uzgojenih biljaka kao što su listovi ljljana, kratka vlakanca pamuka, ljuski kukuruza, listovi rabarbare, abake, kore brijesta i sličnog. Posebno je vješta u izradi shifu predmeta, odnosno predmeta izrađenih posebnom japanskom tehnikom uvijanja i tkanja ručno rađenog papira u platno. Uz ručni papir najviše koristi pamuk ili svilu, a većina predmeta koje izrađuje su korice knjiga i tome slično [22].



a) Velma Bolyard [XLI]



b) Tekstilne knjižice [XLII]

Slika 25. Velma Bolyard

4. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu rada naglasak je bio na testiranju i pronalaženju optimalnih procesnih parametara kako bi se postigli najuspješniji otisci biljnog transfer tiska.

4.1. Izbor tekstilnih materijala

Istraživanja su provedena na tekstilnim materijalima prirodnog podrijetla:

Vuna – proteinsko vlakno

Pamuk – celulozno vlakno

4.2. Izbor biljaka- lišća i cvijeća

Svi biljni materijali nabavljeni su lokalno, lako su dostupni i u potpunosti obnovljivi.


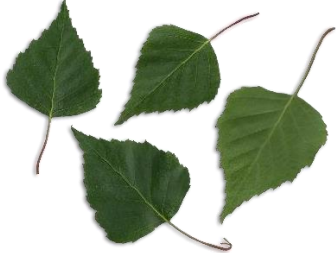



Prirodni biljni materijal bio je korišten u dva oblika:






- za dobivanje prirodnog bojila u kojem su bili uronjeni tekstilni materijal i/ili biljni materijal
- za dobivanje kontura i otisaka na samom tekstilnom materijalu.

Za dobivanje bojila rabljeni su suhi listovi običnog oraha (*Juglans regia* L.) i suhi korijen broća (*Rubia tinctorum* L.). U 3 litre destilirane vode dodano je 30,0 grama suhog lišća oraha odnosno 60,0 grama suhog broća. Ekstrakcija bojila provodila se na temperaturi od 100 °C, u vremenskom periodu od 60 minuta. Potom je bojilo odstajalo preko noći, sljedeći dan procijeđeno i potom spremno za uporabu.

Biljke korištene za prijenos bojila i konturu prikazane su u tablici 1.

Tablica 1: Biljke korištene za prijenos bojila i konturu

<p>suhe i svježe latice ruža crvene, ružičaste i narančaste boje (porodica <i>Rosaceae</i> L.)</p>	
<p>svježe lišće breze (<i>Betula pendul</i> L.)</p>	
<p>svježe lišće norveškog javora (<i>Acer platanoides</i> L.)</p>	
<p>svježe lišće šećernog javora (<i>Acer saccharum</i> L.)</p>	
<p>svježe lišće gorskog javora (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)</p>	

<p>Svježe lišće japanske crvenolisne šljive (<i>Prunus cerasifera nigra</i> L.)</p>	
<p>Svježe lišće hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.)</p>	
<p>Suho lišće obične paprati (<i>Pteridium aquilinum</i> L.)</p>	
<p>Svježe lišće kupine (<i>Rubus fruticosus</i> L.)</p>	
<p>Svježe lišće bijele vrbe (<i>Salix alba</i> L.)</p>	

4.3. Izbor močila i kemikalija

Većina prirodnih bojila spada u skupinu kiselomočilskih tj. za stvaranje veze između bojila i vlakna, fiksiranje bojila potrebno je koristiti metalne soli (močila). Zbog toga su u istraživanju korištena sljedeća močila:

- $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, kalijev aluminijev sulfat dodekahidrat, Kemika, Zagreb (trivijalni naziv: alaun, stipsa)
- $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, željezov (II) sulfat heptahidrat, Kemika, Zagreb (trivijalni naziv: zelena galica)

Na temelju osnovnih znanja iz područja bojadisanja tekstila poznato je da se bojadisanje proteinskih vlakana provodi u kiselom mediju, a bojadisanje celuloznih materijala u alkalnom mediju. Osiguranje pH kupelji važno je zbog stvaranja veza između bojila i vlakna i očuvanja kvaliteta sirovine npr. u kiselom mediju može doći do oštećenja pamučnog materijala, a u alkalnom vunenog. U radu su korišteni sljedeći pH-regulatori:

- $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ – 2,3-dihidroksi butandionska kiselina, Kemika, Zagreb (trivijalni naziv: vinska kiselina)
- Na_2CO_3 - natrijev karbonat, Kemika, Zagreb (trivijalni naziv: soda bikarbona)

U istraživanju su korišteni sljedeći tenzidi radi smanjenja površinske napetosti tekstila i biljnih materijala te kao sredstvo za pranje:

- 1) Kemonecer NI, CHT Bezema, Švicarska-sredstvo za kvašenje
- 2) Kemopon 30, CHT Bezema, Švicarska-sredstvo za pranje

4.4. Instrumenti i oprema

U radu je korištena sljedeća oprema: emajlirani lonci, indukcijske ploče, plamenici, staklene čaše i posude, cjedilo, stakleni štapići, pincete, PVC valjak, aluminijska folija, plastične vrećice za zamrzavanje i običan tanki konopac.

Od instrumenata je korištena termička preša Original Hanau; 7501, za provedbu suhog fiksiranja (slika 26.).



Slika 26. Termička preša Original Hanau 7501



Slika 27. Remisijski spektrofotometar DataColor SP600 + CV UV

Radi određivanja kolorističkih parametara i mjerenja razine promjene obojenja uzoraka uporabljen je remisijski spektrofotometar DataColor SP600 + CV UV (slika 27.). Remisijski spektrofotometar DataColor SP600 + CV UV je instrument koji mjeri vidljivi dio spektra na valnoj duljini od 360 do 700 nm. Opremljen je integracijskom kuglom promjera 152 mm (mjerna glava instrumenta) koja osigurava geometriju osvjetljavanja mjernog uzorka $d/8^\circ$ (kut upadnog svjetla na mjereni uzorak). Izvor svjetlosti unutar instrumenta je ksenonska žarulja koja je opremljena dodatnim filtrima da bi omogućila simulaciju standardnog dnevnog svjetla oznake D65 uključujući i UV komponentu za mjerenje bjeline optički bijeljenog materijala.

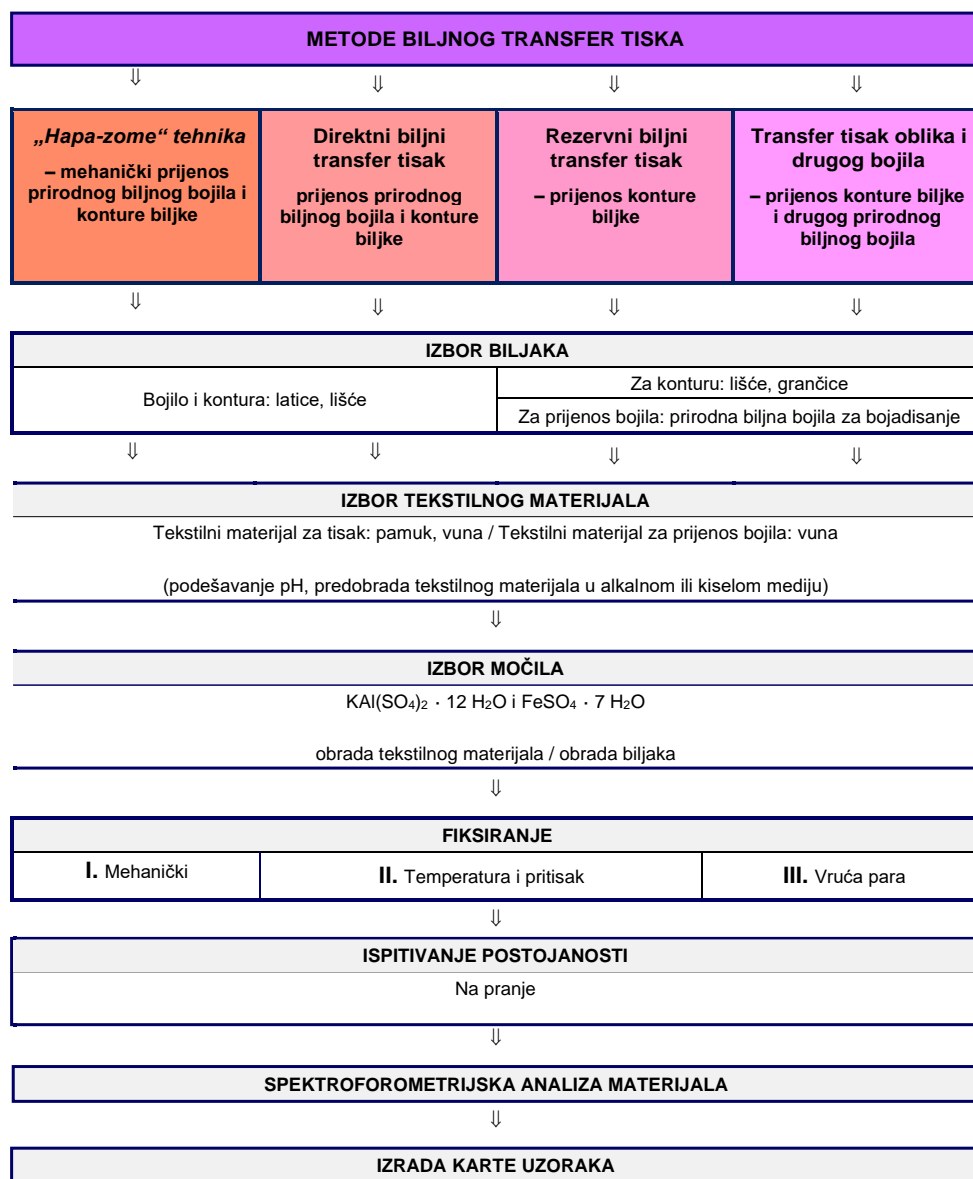
Za pranje uzoraka korišten je laboratorijski aparat za procese mokrog oplemenjivanja i bojadisanja, Polycolor, Mathis, uređaj sa mogućnosti računalnih podešavanja procesnih parametara (slika 28) Uzorci su prani u jedan i dva navrata, u vremenskom periodu od 30 i 60 minuta, na temperaturi od 30 °C.



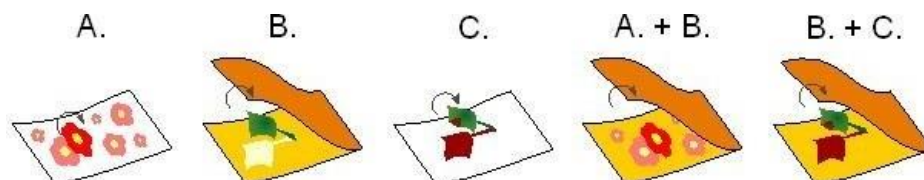
Slika 28. Uređaj Polycolor Mathis

4.5. Metodika rada

Biljni transfer tisak proveden je prema shematskim prikazima na slikama 29. i 30.



Slika 29. Shematski prikaz eksperimentalnog dijela rada



Slika 30. Shematski prikaz postupaka prijenosa prirodnog bojila i konture biljke

A) Biljke se moče u otopini metalnih soli te se slažu na tkaninu nakvašenu vodom i otopinom tenzida.

B) Koriste se dvije tkanine istog sastava. Gornja tkanina se namoči u otopinu prirodnog bojila i tenzida, a biljke u otopinu metalnih močila. Donja tkanina se nakvasi destiliranom vodom i pH regulatorom.

C) Tkanina se nakvasi destiliranom vodom i otopinom tenzida, a biljke umoče u otopinu metalnih močila i prirodnih bojila.

A + B) Biljke se urone u otopinu metalnih močila i poslože na donju tkaninu prethodno nakvašenu vodom i otopinom tenzida, dok se gornja tkanina uroni u otopinu prirodnog bojila.

B + C) Koriste se dvije tkanine istog sastava, gdje se donja tkanina nakvasi vodom i otopinom tenzida, a gornja uroni u otopinu prirodnog bojila i tenzida. Na donju tkaninu se posloži svježe lišće prethodno umočeno u otopinu prirodnog bojila i metalnih močila.

Predobrada tekstilnog materijala - Prije provedbe biljnog transfer tiska pH je osiguran uranjanjem materijala u otopinu destilirane vode, sredstva za kvašenje Kemonecer N.I. i pH-regulatora (5 g/L vinske kiseline za vunu (pH 4) tj. 5 g/L Na₂CO₃ za pamuk (pH 8)) i kvašen u trajanju od 5 minuta, prije uranjanja u kupelj.

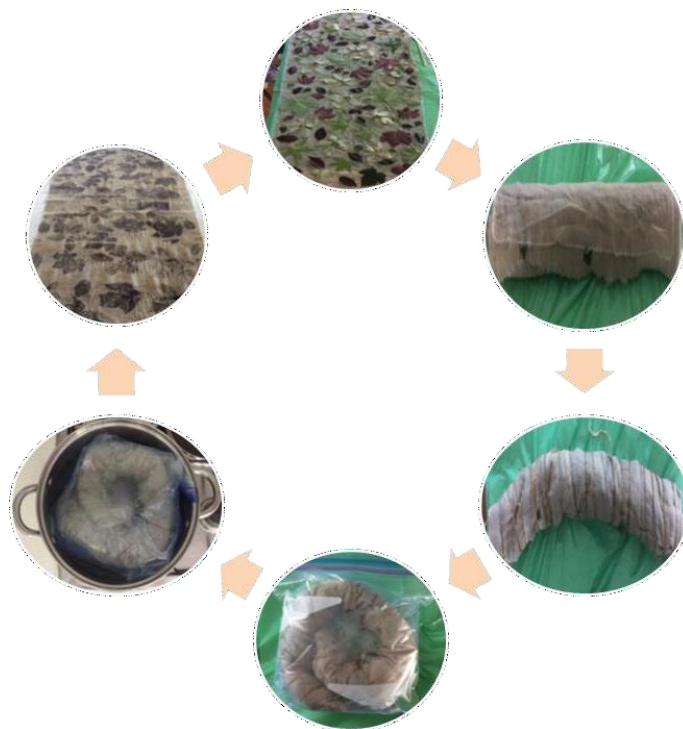
Postupci prijenosa biljnog bojila i konture biljke na tekstilni materijal mogu se podijeliti na dva osnovna principa: mehanički i kemijski.

Mehanički način izrade tj. „hapa-zome“ tehnika – temelji se na uporabi čekića, gdje se primjenom fizičke sile lupanja i udaranja, kontura i boja biljnog materijala prenijela na tekstilni materijal postupkom A (slika 30).

Kemijske metode rada uključivale su metode biljnog transfer tiska, točnije direktni (postupak A) i rezervni transfer tisak (postupak B), te transfer tisak oblika i drugog prirodnog bojila (postupak C). Metode rada navedene su na slici 30.

Kemijskim su putem, uzorci bili pripremljeni korištenjem različitog lišća i latica, zajedno sa močilima (slika 31). Promatran je način utjecaja različitih močila na kromatičnost i ton obojenja otisaka, u jednakoj mjeri kao i njihov utjecaj na obris i kvalitetu otiska, uporabom jednakih dijelova biljnog materijala. Nakon što je tekstilni materijal bio tretiran otopinom močila, korištenjem metode močenja prije uranjanja u kupelj, lišće i latice bili su dekorativno posloženi na površinu tekstilnog materijala. Materijal je potom bio čvrsto omotan, u jednom slučaju bez,

a u drugom na PVC valjak, zatim zategnut običnim konopcem te naposljetku ubačen u aluminijsku foliju ili u plastične vrećice za zamrzavanje koje su također bile učvršćene konopcem. Konačno, slijedio je proces fiksiranja bojila na materijal, pri kojem su također korištene različite metode fiksiranja.



Slika 31. Postupak biljnog transfer tiska sa metodom vrućeg fiksiranja

Metode fiksiranja - Na uzorcima je provedeno tri vrste fiksiranja: mehaničko fiksiranje korištenjem „hapa-zome“ tehnike, fiksiranje termičkom prešom Original Hanau 7501 i vruće fiksiranje korištenjem vodene pare.

Fiksiranje „hapa-zome“ tehnikom. U ovome slučaju je dobivanje uzoraka na tekstilu ujedno i fiksiranje. Mehaničkim djelovanjem čekića utiskuju se pigmenti biljnog materijala na površinu tekstilnog materijala.

Fiksiranje termičkom prešom Original Hanau 7501: Kod pamučnih uzoraka dobivenih „hapa-zome“ tehnikom, te pamučnih uzoraka dobivenih slaganjem suhih i svježih latica ruža na materijal kao metoda fiksiranja koristila se termička preša, gdje su se uzorci fiksirali na temperaturama od 180 °C, 140 °C i 120 °C, u trajanju od 10, 5 i 2 minute.

Fiksiranje korištenjem vruće pare. Tretiranje uzoraka vodenom parom provodilo se na rešetki iznad kipuće vode ili unutar plastičnih vrećica za zamrzavanje koje su bile uronjene u kupelj. Proces tretiranja vodenom parom i iskuhavanja trajao je 90 minuta. Nakon svakog procesa

vrućeg fiksiranja, uzorci su bili isprani koristeći vodovodnu vodu, a potom su bili sušeni na sobnoj temperaturi.

Metode omotavanja i učvršćivanja - Tekstilni materijal bio je omotan u svežanj sa ili bez PVC-valjka. Također se koristio konopac kojem se omotao svežanj ili PVC-valjak. Istodobno su se koristile i plastične vrećice za zamrzavanje, unutar kojih su bili svežanj tekstilnog materijala ili tkanina na PVC-valjku, istovremeno dodatno učvršćene konopcem. Pazilo se na jačinu omotavanja i učvršćivanja, jer je ono imalo utjecaj na izgled samoga uzorka.

4.6. Određivanje postojanosti obojenja na pranje

Dobiveni uzorci podvrgnuti su procesu pranja na temperaturi od 30 °C, u trajanju od 30 minuta. Korišteno sredstvo za pranje bila je otopina masene koncentracije 0,5 g/L industrijskog detergenta Kemopon 30, CHT Bezema, pH vrijednosti 6. Uzorci su prani jedanput i dva puta. Postojanost obojenja na pranje određena je instrumentalno uz pomoć remisijskog spektrofotometra DataColor SP600 CV + UV te je određena ukupna razlika u boji dE u odnosu na netretirane (neoprane) uzorke (jednadžba 1):

$$dE = ((dL)^2 + (dC)^2 + (dh)^2)^{1/2} \quad (1)$$

Gdje je :

dL- razlika u svjetlini

dC-razlika u zasićenosti

dh- razlika u tonu

4.7. Izrada mape uzoraka

Vuneni i pamučni tekstilni materijali obojadisani prirodnim bojilima i oplemenjeni biljnim transfer tiskom prikazani su kao mapa uzoraka ovisno o korištenim močilima i metalnim solima. Mapa uzoraka se nalazi u prilogu.

4.8. Izrada odjavnog predmeta-interpretacija kimona

U sklopu završnog rada od tkanine na kojoj su obojeni efekti postignuti biljnim transfer tiskom izrađen je i odjevni predmet korištenjem postupka opisanog slikom 31.

5. REZULTATI RADA I RASPRAVA

Rezultati istraživanja prikazani su na temelju primijenjene tehnike prijenosa prirodnog bojila i konture biljke na tekstilni materijal te metode fiksiranja. Tehnike prijenosa odgovorne su za estetsku komponentu uzorkovanja dok je tehnika fiksiranja odgovorna za funkcionalna svojstva tj. postojanost obojenja.

5.1. „Hapa-zome“ tehnika

Dobiveni uzorci (slika 34) pokazuju određenu vibrantnost i kromatičnost, no s druge strane kontura i obris samih likova nije jasno naznačena, već se stapa sa tekstilnim materijalom. Prije same izrade očekivao se jasan oblik uzoraka na tekstilu te izražajni ton boja, no dobiven rezultat odudara od očekivanja. Obzirom da ova tehnika izrade uvelike ovisi o izboru biljke, o njenom sadržaju tekućine i eteričnih ulja i nadasve o količini pigmenata u samoj biljci, dalo bi se zaključiti kako ruža nije optimalni izbor za ovu tehniku izrade, već bi se boljima pokazale biljke briljantnijih pigmenata poput maćuhica, indiga ili nevena. Na uzorcima je primijećeno i razlijevanje bojila u materijal, što može biti nedostatak, ali i ne mora, ovisno o preferencama dizajnera.



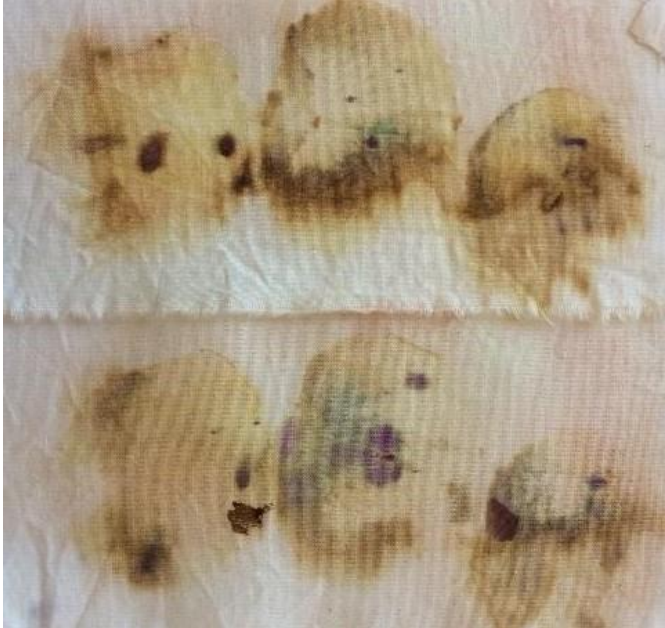


Slika 34. Uzorak dobiven „hapa-zome“ tehnikom

5.2. Fiksiranje termičkom prešom

Ovim načinom fiksiranja ispitivana je mogućnost provedbe biljnog transfer tiska uz procesne parametre temperature, pritiska i vremena. Ispitivanje je provedeno na vuni i pamuku korištenjem tenzida Nonionik NI koji je služio za kvašenje tekstilnog i biljnog materijala i uporabom prirodnih bojila i metalnih soli koji su služili za bojadisanje biljnog materijala. Rezultati su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati dobiveni fiksiranjem vrućom prešom

POSTUPAK	UZORAK
<p>Latice umočene u broć, tenzid i 5 %-tni kalijev aluminijev sulfat Postupak prijenosa A slika 30. Fiksiranje: 140°C, 5 min</p>	
<p>Latice umočene u tenzid i 5 %-tni željezov (II) sulfat heptahidrat Postupak prijenosa: A, slika 30. Fiksiranje: 180°C, 5 minuta</p>	
<p>Latice umočene u tenzid, broć i bakrov (II) sulfat pentahidrat Postupak prijenosa: A, slika 30. Fiksiranje: 140°C, 2 minute</p>	

U Tablici 2. prikazani su neki od uzoraka dobiveni ovim načinom fiksiranja. Fiksiranje termičkom prešom pokazalo se kao neadekvatan način fiksiranja uzoraka te nije postignut željeni rezultat. Iako su se koristile različite temperature prešanja (120 °C, 140 °C i 180 °C) te različita vremena obrade (2, 5 i 10 minuta), uzorci su i dalje dobili „pregoren“ efekt te sam transfer tisak biljnog materijala nije uspješno prenesen. Korištenjem temperature od 180°C došlo je i do oštećenja materijala, tako da se da zaključiti da ovaj način fiksiranja nije pogodan za biljni transfer tisak.

5.3. Vruće fiksiranje korištenjem vodene pare

Fiksiranjem korištenjem vodene pare (slika 35.) ispitivane su mogućnosti transfera biljaka i njihovih pigmenata na tekstilni materijal te sam utjecaj procesnih parametara (temperatura, vlažnost, močilo) na uspješnost transfera. Fiksiranje je uključivalo više parametara-neki uzorci su bili direktno uronjeni u kupelj, neki su bili zaštićeni aluminijskom folijom pa potom uronjeni u kupelj, neki su bili namotani na PVC valjak, a neki u „sendvič“ (dvije tkanine-gornja i donja, omotane jedna na drugoj), koristile su se plastične vrećice za zamrzavanje te su uzorci bili uronjeni u kupelj ili su bili posloženi na mrežici. Također vrlo bitan parametar koji je omogućio provedbu biljnog transfer tiska na tekstilni materijal jest i izbor močila. Ova su dva parametra usko povezana te njihova kombinacija daje optimalne i zadovoljavajuće rezultate. U nizu sljedećih slika prikazani su načini kombiniranja močila i prirodnih bojila sa različitim metodama fiksiranja vodenom parom.

a) Uranjanje direktno u kupelj i uparavanje na mrežici (situ)



Slika 35. Uzorci koji su bili uronjeni direktno u kupelj te držani na površini mrežice (sita)



Slika 36. Svježe latice ruža uronjene u broć i Al (pH 4), postupak A+B



Slika 37. Suhe latice ruža uronjene u orah i 5%-tno Fe (pH 4), postupak A+B



Slika 38. Suhi list hrasta umočen samo u 10%-tno Fe (pH 8), postupak C

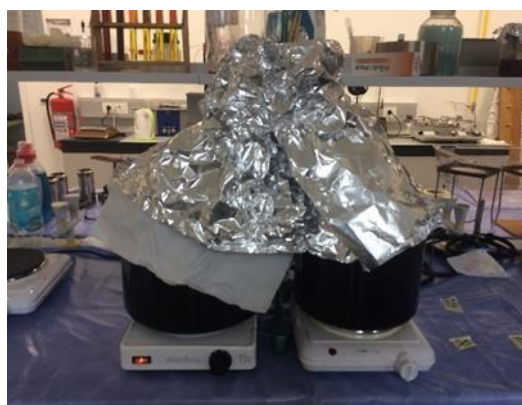
Uzorci su simultano bili uronjeni u kupelj, sa ili bez aluminijske folije te su bili držani na površini mrežice. Kod uzoraka koji su bili uronjeni direktno u kupelj, došlo je do razlijevanja bojila i nejasne konture oblika, poglavito iz razloga što je voda uronila unutar samih uzoraka. Dobiven ton obojenja je jasan i varira između smeđih, narančastih, pa sve do ljubičastih i tamnozelenih nijansi. Najoptimalniji rezultati postigli su se korištenjem željezova (II) sulfata heptahidrata kao močila, gdje se dobila lijepa kontura oblika i točkavost uzoraka. Uzorci koji su se nalazili na površini mrežice (sita) nisu razvili preciznu konturu oblika, već se ona stopila u strukturi tekstilnog materijala. Iz dobivenih rezultata zaključuje se kako vodena para ima optimalni utjecaj na prijenos pigmenata iz lišća i latica, ali da je potrebno amplificirati njen učinak. Direktna uron u kupelj nije se pokazao dobrim u prijenosu pigmenata jer u prevelikoj mjeri utječe na razlijevanje bojila, a isto tako se i aluminijska folija nije pokazala dobrim izolatorom, gdje je voda također uzrokovala razlijevanje bojila. Valja se napomenuti ukoliko je preferenca dizajnera postići razlijevanje bojila, ovo je adekvatan način postizanja takovog efekta.

b) Uparavanje u kupelji korištenjem plastičnih vrećica

Na slici 39. prikazan je način provedbe vrućeg fiksiranja vodenom parom koristeći plastične vrećice za zamrzavanje. Plastične vrećice za zamrzavanje pokazale su se izrazito dobrima za prijenos pigmenata i bojila na tekstilni materijal, gdje je dobiveno jarko obojenje, duboki tonovi, izražajna točkavost uzoraka uz minimalno razlijevanje. Prilikom izrade uzoraka koristile su se metode namotavanja na PVC valjak ili u „sendvič“ te su potom uzorci postavljeni u plastične vrećice koje su dodatno učvršćene običnim konopcem te se cijeli sustav fiksirao u loncu u trajanju od 90 minuta. Na slici 40. je prikazana aparatura:

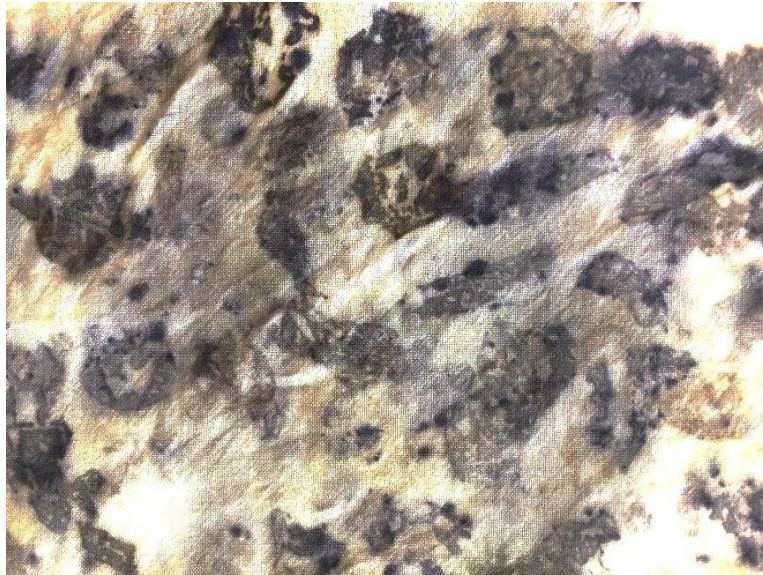


Slika 39.. Provedaba fiksiranja parom- Uzorci unutar plastičnih vrećica



Slika 40. Uzorci u procesu fiksiranja (aparatura)

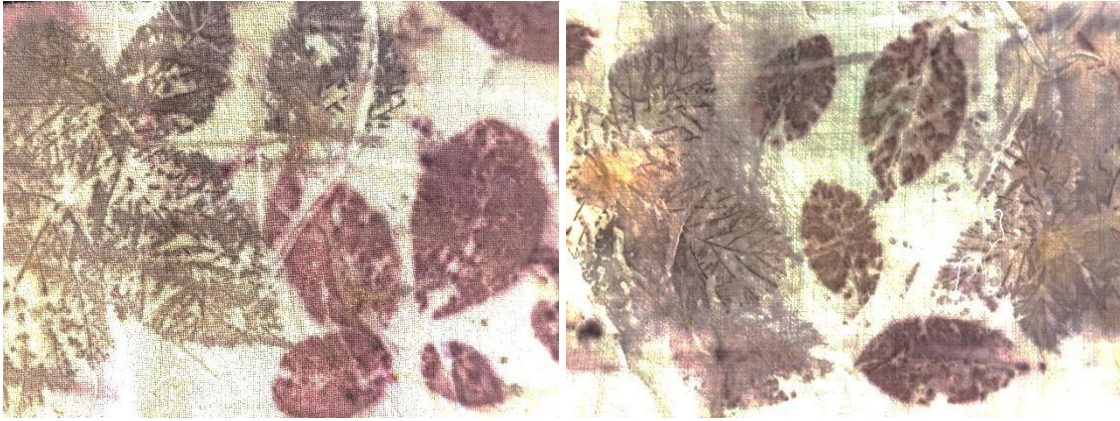
Dobiveni uzorci pokazali su najbolje rezultate od bilo koje druge tehnike fiksiranja. Zaključuje se da je do povoljnih rezultata došlo radi činjenice što je sama plastična vrećica djelovala kao zatvoreni sustav u kojemu se dodatno poticao prijenos bojila i pigmenata na tekstilni materijal. Na slikama 41.- 47. prikazani su uzorci dobiveni ovom tehnikom fiksiranja:



Slika 41. Suhe ružine latice umočene u orah i 10%-tno Fe, postupak A + B



Slika 42. Svježe lišće breze i javora uronjeni u 5%-tni Al, postupak A + B



Slika 43. Svježe lišće kupine i japanske crvenolisne šljive uronjene u 5%-tnu otopinu Fe, postupak A+B



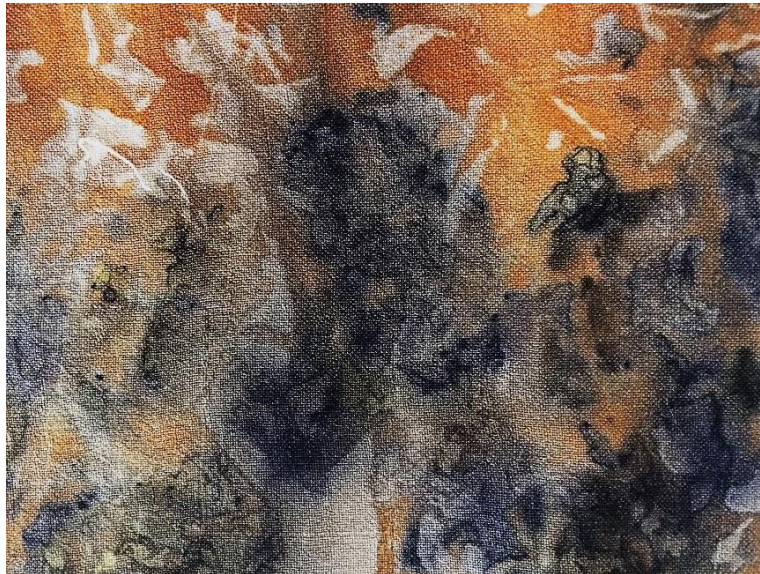
Slika 44. Svježe lišće javora i japanske crvenolisne šljive uronjene u 10%-tnu otopinu Al, postupak A+B



Slika 45. Svježe lišće breze umočeno u orah i 5%-tnu otopinu Fe, postupak A+B



Slika 46. Svježe lišće kupine umočenu u H₂O i tenzid Kemonecer N.I., postupak B+C












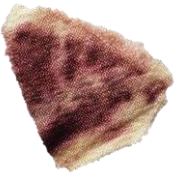


Slika 47. Suhe latice ruža (crvene i narančaste) uronjene u 10%-tnu otopinu Fe, postupak A+B

Pribavljeni uzorci pokazuju izrazitu kromatičnost i duboki ton obojenja. Pritom valja primijetiti kako je unatoč korištenja istih koncentracija i istih sorta biljaka dobiven različit konačni rezultat, iz čega se da povezati kako su zapravo svi dizajni dobiveni biljnim transfer tiskom unikatni, autentični i uvelike ovise o količini, koncentraciji i izboru močila, pa sve do same biološke strukture pojedinog biljnog materijala.

5.4. Spektrofotometrijska analiza obojadisanih i otisnutih uzoraka prije i nakon pranja

Spektrofotometrijska analiza obojenja provedena je prije i nakon pranja te su uzorci uspoređeni kako bi se odredila postojanost obojenja na pranje. Koloristički parametri neopranih uzoraka dobiveni su mjerenjem pomoću remisijskog spektrofotometra DataColor SP600 CV+ UV. Pritom je važno napomenuti da je kod biljnog transfer tiska nemoguće u potpunosti točno odrediti kolorističke parametre, jer sami uzorci ne sadrže isključivo jednu boju, već više njih. Uzorci su prikazani u tablici xx, a rezultati mjerenja prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Uzorci prije i nakon ispitivanja postojanosti na pranje

Uzorak	Postupak dobivanja	Prije pranja	Nakon prvog pranja	Nakon drugog pranja
1	Vuna bojadisana orahom te su korištene suhe latice ruža umočene u 10%-tnu otopinu željezova (II) sulfata, postupak prijenosa A+B, postupak fiksiranja uranjanjem u kupelj koristeći plastične vrećice			
2	Pamuk na kojemu je primijenjena „hapa-zome“ tehnika; korištene svježe latice ruža; Postupak prijenosa A			
3	Vuna obojadisana orahom te je korišteno svježe lišće japanske crvenolisne šljive umočeno u 5%-tnu otopinu željezova (II) sulfata, Postupak prijenosa A+B, Postupak fiksiranja uranjanjem u kupelj koristeći plastične vrećice			
4	Vuna nakvašena otopinom destilirane vode i sredstva za kvašenje Kemonecer N.I (pri pH 4). te je korišteno svježe lišće japanske crvenolisne šljive umočeno u 5%-tnu otopinu željezova (II) sulfata, Postupak prijenosa C (ali sa 2 tkanine) Postupak fiksiranja uranjanjem u kupelj koristeći plastične vrećice			

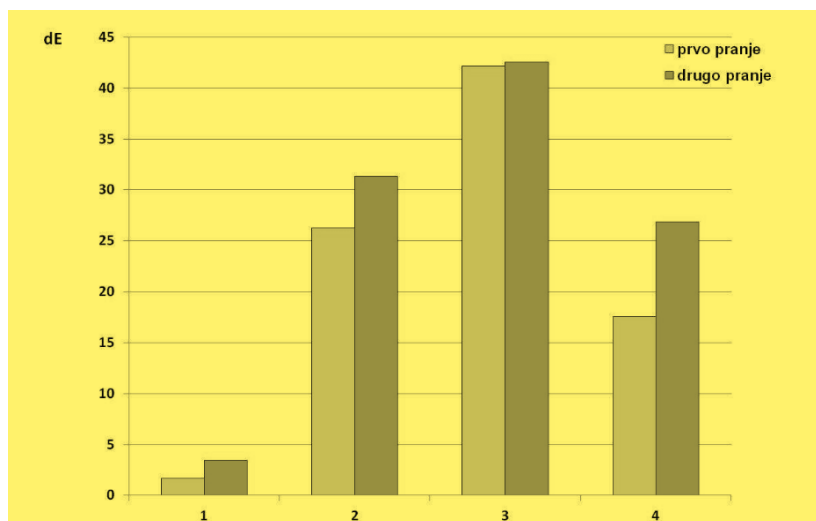
Neoprani uzorak 1 bio je uzorak vune obojadisan orahom te su korištene suhe latice ruža umočene u 10%-tnu otopinu željezova (II) sulfata. Neoprani uzorak 2 bio je uzorak pamuka dobiven mehaničkim načinom, odnosno korištenjem „hapa-zome“ tehnike udaranja gdje se boja i kontura svježih ružinih latica direktno utisnula u tekstilni materijal. Neoprani uzorak 3 bio je uzorak vune obojadisan orahom, gdje je lišće japanske crvenolisne šljive bio uronjen u otopinu željezova (II) sulfata. Neoprani uzorak 4 bio je uzorak vune gdje se nije koristilo prirodno bojilo, već je sama vuna bila nakvašena destiliranom vodom i otopinom tenzida (pri pH 4), a lišće japanske crvenolisne šljive bilo umočeno u otopinu željezova (II) sulfata.

Iz dobivenih uzoraka (tablica 3.) vidljiva je nejednoličnost u obojenju, točkavost, pa i razlijevanje boje. Ton boja je jasan i kromatičan. Kontura biljnog materijala jasnija je u uzorcima 3 i 4, gdje je korišteno lišće, dok je u uzorcima 1 i 2 u kojima su korištene ružine latice, vidljiva, ali nema jasnog obrisa kao kod uzoraka u kojima je korišteno lišće. Također, vidljiva je nejednoličnost u obojenju, točkavost, pa i razlijevanje boje. Ton boja je jasan i kromatičan. Kontura biljnog materijala jasnija je u uzorcima 3 i 4, gdje je korišteno lišće, dok je u uzorcima 1 i 2 u kojima su korištene ružine latice, vidljiva, ali nema jasnog obrisa kao kod uzoraka u kojima je korišteno lišće. Iz kolorističkih parametara uzoraka (tablica 4.) prije pranja vidljiv je velik i varirajući raspon tonova boja, što samim time potvrđuje činjenicu da konačno obojenje i raspon tonova na materijalu uvelike ovisi o tipu korištenog biljnog materijala, o količini i tipu močila te o korištenoj tehnici obrade.

Tablica 4.: Koloristički parametri uzoraka prije i nakon pranja

UZORAK	L*	a*	b*	C*	H
prije pranja					
1	26,86	0,70	4,15	4,21	80,48
2	57,33	23,25	-10,47	25,5	335,76
3	45,92	4,90	11,10	12,14	66,18
4	60,07	14,96	0,96	14,99	3,67
nakon prvog pranja					
1	26,90	1,20	6,42	6,53	79,45
2	58,63	1,72	-3,78	4,15	294,43
3	4,49	-1,92	7,70	7,94	104,03
4	49,96	1,29	2,42	2,74	62,03
nakon drugog pranja					
1	23,87	1,27	2,57	2,86	64,01
2	76,09	3,05	4,51	5,44	55,96
3	3,97	-1,27	7,46	7,57	99,65
4	40,30	-2,69	5,26	5,91	117,03

Prilikom ispitivanja postojanosti na pranje uzorci bili prani jedanput ili dvaput, a ujedno je ostavljen i testni neoprani uzorak kako bi se mogla vidjeti promjena u obojenju. Nakon pranja uzoraka izmjerena je razlika u kolorističkim parametrima u odnosu na neoprane uzorke te je navedena ukupna razlika u obojenju prije i poslije pranja, dE. Izmjerene vrijednosti navedene su u tablici 4, a ukupna razlika u obojenju prikazana je na slici 48.



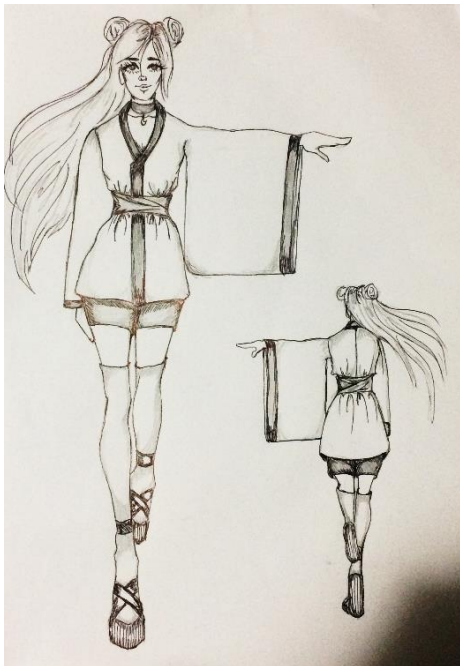
Slika 48. Ukupna razlika u boji (dE) uzoraka nakon prvog i drugog pranja u odnosu na neoprane uzorke

Nakon jednoga ciklusa pranja došlo je do značajne promjene obojenja kod uzoraka 2, 3 i 4, dok je kod uzorka 1 promjena vidljiva, ali nije drastična. Kod uzoraka 2, 3 i 4 došlo je do potpune promjene tona, gdje je ton iz ljubičaste prešao u zeleno-smečkastu. Polako se počela gubiti i kontura oblika i dolazi do razlijevanja boje u tekstilni materijal. Konkretno kod uzorka 2, ton boje prešao je iz tople ljubičasto-narančaste u hladnu tamnoplavu, ali se kontura oblika i dalje raspoznaje. Kod uzorka 1 nije zamijećena prevelika promjena, dolazi samo do blagog razlijevanja boje. Prilikom pranja dolazi do gubitka zasićenja boje kod svih uzoraka. Kod dvaput pranih uzoraka, još je jasnije vidljiv gubitak obojenja i kontura oblika. Dolazi do daljnjeg razlijevanja boje, konture postaju nejasnije te sami oblici tamne i postaju zagasitiji. Dolazi do daljnjeg gubitka kromatičnosti, a tonovi prelaze u još tamniju zelenu ili u slučaju uzorka 2, gotovo u potpunosti blijede. Iz dobivenih rezultata proizlazi da biljni transfer tisa nije postojan na pranje jer dolazi do promjene tona obojenja, izgleda uzorka i zasićenja boje. Od promatranih uzoraka najotpornijima su se prikazali uzorci dobiveni bojadisanjem sa većom koncentracijom željezova (II) sulfata, dok su se najlošijima pokazali uzorci dobiveni „hapa-zome“ tehnikom. Iz rezultata zaključuje se kako su uzorci dobiveni korištenjem visoke koncentracije željezova (II) sulfata stvorili stabilnije veze sa molekulama tanina u biljnom

materijalu te samim time stvorili bolju otpornost na pranje, dok u slučaju uzoraka dobivenih „hapa-zome“ tehnikom nije bilo željezova (II) sulfata kao močila, pa se stoga nisu mogle niti uspostaviti kemijske veze između pigmenata biljke i samog tekstilnog materijala te je ovakav biljni tisak izrazito neotporan na pranje.

5.5. Izrada odjevnog predmeta-interpretacija kimona

Odabrani odjevni predmet inspiriran je tradicionalnim japanskim kimonom, no dužina je mnogo kraća, pojas je uži te izbor boja nije tradicionalan. Kimono je odabran zbog autoričine fascinacije japanskom kulturom i kulturnom baštinom, te u jednakoj mjeri zbog toga što vizualno vrlo lijepo dočarava intrigantnost i posebnost biljnog transfer tiska. Izgled odjevnog predmeta prikazan je na slikama 49 i 50.



Slika 49. Skica „kimona“



Slika 50. Gotov odjevni predmet

6. ZAKLJUČAK:

Na temelju provedenog završnog rada, u skladu sa postavljenim ciljevima rada, slijede zaključci:

- Na biljni transfer tisaak uvelike utječu procesni parametri provedeni tijekom izrade samog dizajna, počevši od izbora prirodnih bojila, izbora tekstilnog materijala, močila, biljnog materijala te metoda fiksiranja.
- Od metoda fiksiranja najboljom se pokazala metoda vrućeg fiksiranja vodenom parom, pritom koristeći plastične vrećice za zamrzavanje. Vrećice su stvorile svojevrsan zatvoreni sustav koji je djelovao kao parna kupelj za tekstilni materijal te je postignut maksimalni učinak transfera kontura biljaka i njihovih pigmenata. Najslabijom se pokazala metoda fiksiranja „hapa-zome“ tehnikom, gdje je rezultat bila nepostojana kontura oblika i razlijevanje bojila. Metoda fiksiranja termičkom prešom Original Hanau 7501 također se pokazala, neadekvatnom, gdje je došlo do oštećenja tekstilnog materijala i neestetskog izgleda biljnih otisaka.
- Od korištenih tekstilnih materijala, vuna je pokazala dostatnu kompatibilnost sa ovim načinom tiska, dok su rezultati sa pamukom bili razočaravajući.
- Izbor močila izrazito utječe na uspješnost transfera biljnih pigmenata. Korištenje kalijeva aluminijeva sulfata dodekahidrata (alauna) i željezova (II) sulfata heptahidrata (zelene galice) pokazalo se kvalitetnim izborom za ovaj način tiska, gdje su rezultati bili vrlo zadovoljavajući. Korištenjem alauna dobio se raspon tonova od žute do smeđe, sa nježnijom dubinom obojenja, dok se korištenjem zelene galice dobio raspon tonova od ljubičaste i zelene, pa sve do crne, sa izražajnom dubinom obojenja i karakterističnom točkavosti. Jače obojenje korištenjem željeza rezultat je uspostavljanja kemijskih veza između molekula tanina u strukturi biljaka i veza u strukturi metalnog močila. Iz ovog razloga smatra se da je korištenje željeza najoptimalniji izbor za dobivanje kvalitetnih rezultata.

- Izbor prirodnih bojila utjecao je na izgled dobivenih uzoraka, gdje je najuspješnije obojenje bilo korištenjem oraha, a adekvatno obojenje korištenjem broća i breze.
- Izbor biljnog materijala jedna je od najbitnijih stavki prilikom biljnog transfer tiska, zbog same strukture i sastava biljnog materijala koji mnogo utječe na izgled konačnog dizajna. Najbolje rezultate dale su biljke koje u svom sastavu sadrže velik udio tanina, poput kupine, javora, breze i japanske crvenolisne šljive. Pritom se zaključuje da veći udio tanina u sastavu biljke omogućuje optimalniji rezultat.
- Postojanost na pranje biljnog transfer tiska pokazalo se niskom i nezadovoljavajućom. Došlo je do razlijevanja bojila, promjene kompletnog tona obojenja, a u „hapa-zome“ slučaju i do blijedenja. Rezultati su pokazali kako biljni transfer tisak nije otporan na pranje.
- Funkcionalnost ovog načina tiska je ograničena, poglavito zbog loše postojanosti na pranje. Moguće ga je primijeniti na odjevne predmete, no za one odjevne predmete koji ne zahtijevaju često pranje, primjerice šalovi ili marame. Njegova upotreba leži u dekorativnom tekstilu, primjerice kod ukrasnih jastučića ili presvlaka za namještaj. Ukoliko bi se provele daljnje obrade na tekstilu, primjerice obrada za vodoodbojnost ili na znojenje, njegova upotreba više ne bi bila u tolikoj mjeri ograničena.

Na temelju donesenih zaključaka može se reći kako je biljni transfer tisak ekološki vrlo prigodan način stvaranja tekstilnog dizajna, umjetnički vrlo interesantan zbog nemogućnosti repetitive uzoraka na tekstilu te estetski vrlo lijepog izgleda. No i on dolazi sa svojim ograničenjima, poglavito razmatrajući postojanost na pranje i funkcionalnost, ali primjenom naknadnih obrada tekstila i ovi nedostaci mogli bi biti riješeni. U daljnjim bi se istraživanjima fokus trebao postaviti na pronalaženju rješenja za ove nedostatke te pokušati još više unaprijediti same tehnike izrade, jer velik potencijal leži u korištenju biljnog transfer tiska, što sa ekološkog, a što sa dizajnerskog aspekta.

7. LITERATURA

1. Bojila. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 1. 8. 2020.
<<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=8466>>.
2. Pigmenti. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 1. 8. 2020.
<<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=48181>>.
3. Karotenoidi. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 1. 8. 2020.
<<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=30645>>.
4. Antocijani. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 1. 8. 2020.
<<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=3133>>.
5. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/betalaini> Pristupljeno 1.8.2020.
6. http://www.pmf.unsa.ba/hemija/files/Katedra%20za%20organsku%20hemiju%20i%20Obiohemiju/Predmeti%20KOHBI/I_ciklus/IV_godina/Hemija_prirodnih_produkata/10-Flavonoidi.pdf Pristupljeno 1.8.2020.
7. Osnove o boji i sustavi vrednovanja, Đ. Parac-Osterman, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, II. Izdanje, Zagreb 2013., str. 3, 20, 37-40
8. https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/prirodna_bojila.pdf Pristupljeno 3.8.2020.
9. Tehnička enciklopedija,
https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/prirodna_bojila.pdf, Pristupljeno 5.8.2020.
10. Analiza svojstava celuloznih tekstilnih materijala bojadisanih prirodnim bojilom životinjskog podrijetla ekstrahiranim iz *Dactylopius coccus*, rad za Rektorovu nagradu, V. Ljubić, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2017., str.4-7
11. <https://www.skolskiportal.hr/sadržaj/zanimljivosti/boja-vatre-i-krvi-zivota-i-smrti/> Pristupljeno 5.8.2020.
12. <https://www.plantea.com.hr/japanska-sofora/#Etimologija> Pristupljeno 5.8.2020.
13. <https://repozitorij.ttf.unizg.hr/islandora/object/ttf%3A389/datastream/PDF/view> Pristupljeno 5.8.2020.
14. Interna skripta za kolegij Procesi oplemenjivanja tekstila, A. Tarbuk, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2018.

15. Održivost u modi kao inspiracija za kreiranje tekstila, S. Kranjec, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2017., str. 6-7, 10, 14-16
16. Patterns from Nature: Contact Printing, Ö. Erdem Ismal, Dokuz Eylül University, Faculty of Fine Arts, Textile and Fashion Design Department, Journal of the Textile Association, srpanj-kolovoz 2016., str. 81-85
17. <https://alpenglowyarn.wordpress.com/2014/11/11/mordants-and-natural-dyeing-the-great-debate/> Pristupljeno 10.08.2020.
18. https://www.researchgate.net/publication/259591361_Plant_based_dyes_and_mordant_A_Review Pristupljeno 10.08.2020.
19. <https://www.sustainyourstyle.org/old-environmental-impacts>, Pristupljeno 11.08.2020.
20. <https://www.nion.berlin/leaf-smash-or-capturing-delicate-floral-beauty/> Pristupljeno 14.08.2020.
21. <https://www.indiaflint.com/india-flint>, Pristupljeno 14.08.2020.
22. <http://www.velmabolyard.com/aboutme>, Pristupljeno 14.08.2020.

SLIKE:

- I. https://cdn.shopify.com/s/files/1/0537/5557/files/Photo-Mar-26_-9-43-33-AM-edit_1024x1024.jpg?v=1585355506 (Pristupljeno 01.08.2020.)
- II. https://2.bp.blogspot.com/-7M-axMmz_50/UkAKu3j0iDI/AAAAAAAAA-Y/99doDLqgr7U/s1600/tree-pigments.jpg (Pristupljeno: 01.08.2020.)
- III. <https://azkurs.org/karotenoidi-pripremio-prof-dr-midhat-jai/img4.jpg> (Pristupljeno: 01.08.2020.)
- IV. https://lh3.googleusercontent.com/proxy/c-XjxsCdj3aI0CNy1f7uU6L9eldU9cqRrx6QPUBLaWiKgrs_4ZXKlkoG_YtV0zaOMW3G1EaCs5mgZnqnhaB0c2V5KVN2N9KWD6Y9-wHzaEm4jvsieLSXjMQ (Pristupljeno: 03.08.2020.)
- V. <https://www.micro-ox.com/images/chemantho1.gif> (Pristupljeno: 03.08.2020.)
- VI. <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-3791903399b98adcd20f0a92cd304d74> (Pristupljeno: 03.08.2020.)
- VII. <https://marlin-prod.literatumononline.com/cms/attachment/2ac4b3c1-b704-430d-b733-a7c6c1d53883/gr1.jpg> (Pristupljeno: 05.08.2020.)
- VIII. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c6/Flavon.svg/1200px-Flavon.svg.png> (Pristupljeno: 05.08.2020.)
- IX. <https://cdn.britannica.com/30/73130-138-917E422E/Ferns-systems-tracheophytes-leaves-water.jpg> (Pristupljeno: 05.08.2020.)

- X. https://eprints.grf.unizg.hr/2131/1/Z556_Culjak_Antonija.pdf (Pristupljeno: 05.08.2020.)
- XI. https://lh3.googleusercontent.com/proxy/p4-wZrN52ctDSPFTc4RnuqmsoNqft1kvH1KqFrj65F9ntELfJjn8xvHE8Lqu7IeCFoP CJZRSe5eQPZsCmG_MVt_pXEr4fjekrQ (Pristupljeno: 05.08.2020.)
- XII. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Daucus_carota_%E2%80%94%94_Flora_Batava_%E2%80%94%94_Volume_v2.jpg (Pristupljeno: 10.08.2020.)
- XIII. https://www.mdpi.com/biomolecules/biomolecules-09-00270/article_deploy/html/images/biomolecules-09-00270-g001.png (Pristupljeno: 10.08.2020.)
- XIV. <https://5.imimg.com/data5/HU/WF/ET/SELLER-8051866/turmeric-curcumin-extract-50--500x500.jpg> (Pristupljeno: 10.08.2020.)
- XV. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9b/Alizaryna.svg/220px-Alizaryna.svg.png> (Pristupljeno: 10.08.2020.)
- XVI. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9b/Rubia_tinctorum_-_K%C3%B6hler%E2%80%9393s_Medizinal-Pflanzen-123.jpg/220px-Rubia_tinctorum_-_K%C3%B6hler%E2%80%9393s_Medizinal-Pflanzen-123.jpg (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XVII. https://dnan0fzjxnrj.cloudfront.net/Pictures/2000x2000fit/1/6/8/16168_madderrot_997326.jpg (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XVIII. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/11/Juglone.png/200px-Juglone.png> (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XIX. https://nature.mdc.mo.gov/sites/default/files/media/images/2014/12/black_walnut_juglans_nigra.jpg (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XX. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d4/HNQ.svg/200px-HNQ.svg.png> (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XXI. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Lawsonia_inermis_Blanco_1.108-cropped.jpg (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XXII. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Indigo_skeletal.svg/1200px-Indigo_skeletal.svg.png (Pristupljeno: 11.08.2020.)
- XXIII. <https://i.pinimg.com/600x315/60/e3/7b/60e37bd9ffa0c90e3d302a29ba395b2e.jpg> (Pristupljeno: 12.08.2020.)
- XXIV. <https://www.the961.com/media/2020/03/837256278.jpg> (Pristupljeno: 12.08.2020.)
- XXV. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/95/Bolinus_brandaris_01.jpg/360px-Bolinus_brandaris_01.jpg (Pristupljeno: 12.08.2020.)

- XXVI. <https://lh3.googleusercontent.com/proxy/Ffmb7PnHjyyKIcIyq48zqs9hleAh08iDjGcf3QC3MCQM7qNIJzpgrbDI3yeK1fFhsY7cilE5MSlof5fNA6yQRNoVbEellMJZ8gTTeDRqyQMRyp9j60qmnRxiSiGyqSy-MRrIc7> (Pristupljeno: 14.08.2020.)
- XXVII. <https://www.pinterest.com/pin/4644405845993443/> (Pristupljeno: 14.08.2020.)
- XXVIII. <https://i.pinimg.com/originals/65/ff/08/65ff08a62bc9d9540457733acf56a701.jpg> (Pristupljeno: 14.08.2020.)
- XXIX. <https://i.pinimg.com/originals/5e/8e/10/5e8e10a3fb99b11456b5de38323448d6.jpg> (Pristupljeno: 16.08.2020.)
- XXX. <https://nuruosmaniyekultur.com/images/color-databases/big/polonica-fem.jpg> (Pristupljeno: 16.08.2020.)
- XXXI. https://americanhistory.si.edu/sites/default/files/blog_teaser_images/perkinmauvesquare.jpg (Pristupljeno: 16.08.2020.)
- XXXII. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b0/William_Henry_Perkin.jpg/1200px-William_Henry_Perkin.jpg (Pristupljeno: 16.08.2020.)
- XXXIII. <https://i.pinimg.com/originals/ce/14/2e/ce142e3048f16e426efd0cd349856ea6.jpg> (Pristupljeno: 17.08.2020.)
- XXXIV. <https://i.pinimg.com/originals/af/55/30/af5530d69b73ad35d03ba9e93adad211.jpg> (Pristupljeno: 17.08.2020.)
- XXXV. <https://img.ev buc.com/https%3A%2F%2Fcdn.ev buc.com%2Fimages%2F57772814%2F4607873901%2F1%2Foriginal.20190303-211218?auto=compress&s=7e14225b1da2b71c3b92c29d970c97d4> (Pristupljeno: 17.08.2020.)
- XXXVI. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Tannic_acid.png (Pristupljeno: 17.08.2020.)
- XXXVII. <https://thepланthunter.com.au/people/india-flint/> (Pristupljeno: 18.09.2020.)
- XXXVIII. <https://barbarabeamiss.files.wordpress.com/2018/08/india-flint4-810x514.jpg?w=519&h=330> (Pristupljeno: 18.09.2020.)
- XXXIX. <https://fernandamartinezcastro.files.wordpress.com/2018/07/leafsilkcardy4-e1531443829320.jpg?w=318> (Pristupljeno: 18.09.2020.)
- XL. <https://naturalfabricdyeing.com/wp-content/uploads/2017/08/india-flint-2.jpg> (Pristupljeno: 18.09.2020.)
- XLI. <https://www.northcountrypublicradio.org/news/images/bookpic1.jpg> (Pristupljeno: 18.09.2020.)
- XLII. <https://i.pinimg.com/474x/94/99/82/949982f97459c68d864e15d7520cadad--artists-book-admiration.jpg> (Pristupljeno: 18.08.2020.)