Pigmentni tisak s prirodnim biljnim bojilima

Iva Brlek*, Nika Usmiani
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska
*Dopisni autor: iva.brlek@ttf.unizg.hr

Prispjelo: 18. siječnja 2025.
Prihvaćeno: 7. travnja 2025.
UDK 677.027.5:677.047.52

Ovaj je rad licenciran pod licencom
Creative Commons Attribution 4.0 International License

Stručni rad**

Zbog sve veće ekološke svijesti i potrebe za primjenom kružnog gospodarstva, prirodna bojila se sve više koriste u tekstilnom sektoru. U ovom istraživanju pigmentni tisak se provodi s prirodnim biljnim bojilima, odnosno biljnim ekstraktima iz lišća oraha, kore nara i ljuske luka. Sastav tiskarske paste i parametri fiksiranja su optimizirani. Šablona za pigmentni tisak je izrađena za procjenu kvalitete otiska, fokusirajući se na oštrinu otiska. Uspoređivane su paste s univerzalnim ugušćivačima za tisak na tekstilu Prisulon-om DCA 90 ili Tubivis Star-om, bez i s dodatkom aluminijeve soli. Ispitivanje postojanosti na pranje i trljanje provedeno je na otisnutim pamučnim tkaninama. Rezultati su analizirani spektrofotometrijski koristeći Datacolor 850 spektrofotometar. Utvrđeno je da je fiksiranje otisnute tekstilne tkanine pastom koja sadrži ugušćivač Prisulon DCA 90 s aluminijevim solima i prirodnim biljnim bojilom tijekom 240 sekundi na 180°C dovelo do najboljih rezultata u pogledu postojanosti na pranje i trljanje. Prirodna bojila i njihove koncentracije odabrane su prema dizajnerskoj ideji s ciljem implementacije u dizajn tekstila na konačnom proizvodu.

Ključne riječi: *prirodna bojila; pigmentni tisak; fiksiranje; otpornost na pranje; otpornost na trljanje*

Professional paper**

Pigment printing with natural plant dyes

Due to increasing environmental awareness and the need to apply the circular economy, natural dyes are increasingly used in the textile sector. In this research, pigment printing is carried out with natural plant dyes, i.e. plant extracts from walnut leaves, pomegranate peels and onion peel. The composition of the printing paste and the fixation parameters are optimised. A print screen is created to assess the quality of the print, focussing on the sharpness of the print. Pastes with Prisulon DCA 90 or Tubivis Star, a universal thickening agent for textile printing, were compared without and with the addition of aluminium salt. A launder and rub resistance test were carried out on printed cotton fabrics. The results were analysed spectrophotometrically using a Datacolor 850 spectrophotometer. It was found that fixing the printed textile fabric with a paste containing the thickening agent Prisulon DCA 90 with aluminium salts and natural plant dye for 240 seconds at 180°C led to the best results in terms of wash and rub resistance. The natural dyes and their concentrations are selected according to the design idea with a view to the desired implementation in the textile design on the final product.

Keywords: *natural dyes; pigment printing; fixation; laundering fastness; rubbing fastness*

**Izlaganje na 17. znanstveno-stručnom savjetovanju „Tekstilna znanost i gospodarstvo", 28. siječnja 2025., Zagreb, Hrvatska

1. Uvod

Prirodna bojila i pigmenti mogu se dobiti iz raznih izvora: minerala, biljaka i životinja. Prirodna bojila koriste se od prapovijesti. Prve primjene prirodnih boja na tekstilnim vlaknima počele su u Mezopotamiji i Indiji oko 4000. pr. Kr. Pretpostavlja se da su u tim prvim pokušajima bojadisanja korišteni pigmenti koji su se zbog slabe mehaničke veze s vlaknima trljanjem i pranjem lako uklanjali s tkanina, tako da proces bojadisanja nije bio baš uspješan. A pretpostavlja se da je metoda bojadisanja močilom otkrivena slučajno. Otkriće prvog sintetičkog bojila promijenilo je prirodne navike bojadisanja i sintetička bojila zamijenila su gotovo sva prirodna bojila. Danas neslaganja oko rizika korištenja sintetičkih bojila i rastuća ekološka svijest dovode do povećanog interesa za prirodne resurse, ekološki prihvatljive proizvode i nove strategije. Prirodna bojila su poljoprivredno obnovljivi, održivi izvori bojila biljnog porijekla. Mogućnost dobivanja bojila iz obnovljivih prirodnih izvora čini prirodna bojila atraktivnom klasom bojila za održiviji svijet [1].

Prirodna bojila mogu se nanositi na vlakna ne samo bojadisanjem već i tiskom. Tisak na tekstilu jedna je od najvažnijih i najsvestranijih metoda dizajniranja i bojadisanja tekstila. Drevni ljudi miješali su bojila poput drvenog ugljena ili zemljanih bojila s uljima i nanosili ih svojim prstima u linijama na različite materijale. Bojadisanje tkanina ekstraktima biljnih bojila omogućilo je različite metode. Uzorci se mogu stvoriti nanošenjem voska kako bi se dobila otporna tekućina za bojadisanje ili zatvaranjem područja kako bi se dobilo prianjajuće i rezervirano područje. Riječ tiskanje odnosi se na proces u kojem se bojilo dodaje materijalu pritiskom, a neporecivo je da su prvi otisci na tekstilu nastajali od tiskovnih blokova s reljefnom tiskovnom površinom, koji su se zatim bojadisali i otiskivali na tkaninu [1-4].

1.1. Pigmentni tisak

Pigmentni tisak je jedna od najpopularnijih, najekonomičnijih i svakako najstarijih tehnika direktnog tiska. Više od 50% ukupne proizvodnje tiskanog tekstila čini pigmentni tisak. U pigmentnom tisku vezivanje bojila za podlogu prvenstveno ovisi o izboru veziva koje stvara polimerni film i fiksira pigment na površinu tekstilne podloge. Pigmentni tisak je pogodan za sve vrste tekstilnih materijala, prvenstveno zbog sustava mehaničkog vezivanja pigmenata za tekstil. Ako se za određeni tekstilni materijal odaberu prava veziva, sredstva za umrežavanje i pigmenti tada pigmentni tisak može postići odgovarajuće postojanosti [5-9].

1.2. Tiskarske paste

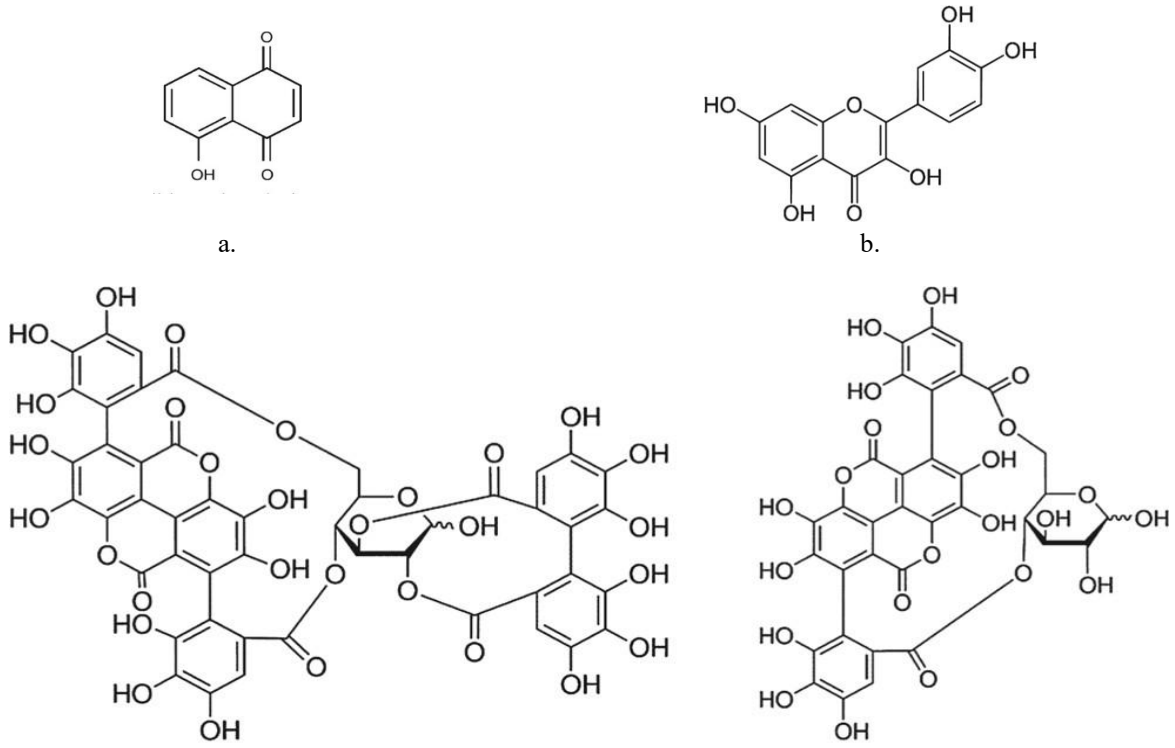
Tiskarska pasta sastoji se od ugušćivača, bojila i aditiva. Najvažnija komponenta tiskarske paste je ugušćivač koji osigurava nanošenje bojila i aditiva na tekstil u konturama odabranog uzorka. Drugim riječima, ugušćivač sprječava istjecanje tiskarske paste izvan kontura definiranih šablonskim uzorkom. Najvažnija svojstva ugušćivača su da djeluje kao mehanički prijenosnik bojila i aditiva, svladava kapilarne sile tkanine i održava komponente tiskarske paste u homogenoj cjelini [5]. Ugušćivači se prema podrijetlu dijele na prirodne i sintetske.

S ekološkog gledišta, pigmentne paste za tisak na bazi sintetičkih ugušćivača prikladnije su od ostalih oblika pasti za tisak. Nadalje, pigmentni tisak ima širok raspon primjena. Koristi se za odjeću, posteljinu i stolnjake te kupaonski tekstil. Pigmenti korišteni u ovom radu čuvaju boju u tiskarskoj pasti. Pigmenti čine oko 75% svih tiskarskih procesa jer su tako jednostavni i praktični i ne zahtijevaju mnogo opreme [8]. Pigmenti su obojeni, netopljivi kemijski spojevi koji imaju svojstvo upijanja svjetlosti u vidljivom spektru, ali nemaju afiniteta prema tekstilnom materijalu te su mehanički vezani uz pomoć veziva [9]. Prema kemijskoj strukturi mogu se podijeliti u skupine azo-bojila, antrakinona, indigoida i ftalocijanina. Pigment mora imati dovoljnu postojanost na svjetlo i na određenu temperaturu. Otpor na trljanje je nešto slabiji i ovisi prvenstveno o vezivu koje se koristi.

Dodaci u pripremi tiskarske paste omogućuju topljivost i disperziju bojila te osiguravaju da se sve komponente tiskarske paste zadrže u homogenom obliku. Stoga se u ovom radu za pripremu tiskarske paste koriste sredstva za fiksiranje, vezivo i urea. Sredstva za fiksiranje koriste se za ubrzavanje vezivanja, a veziva se koriste u pigmentnom tisku za stvaranje polimernog filma. Urea je higroskopni aditiv koji ne samo da poboljšava topljivost i iskoristivost bojila, već također usporava isparavanje vode tijekom sušenja, čime se olakšava reakcija bojilo-vlakno. Treba napomenuti da ne smije doći do kemijske reakcije između komponenti paste za tisak [5].

2. Materijali i kemikalije

Tekstilna tkanina korištena za istraživanje je 100% pamučna tkanina u platno vezu isporučena od strane hrvatske tvrtke TTT d.o.o. Površinska masa tkanine je 191,45 g/m^2, a gustoća pređe osnova/potka 26/25 niti/cm.



a. b.

c.

Sl.1 Kemijska struktura: a. juglona iz oraha; b. kvercetina u ljusci luka i c. derivati tanina u kori nara [11]

U istraživanju su korišteni ugušćivač prirodnog podrijetla Prisulon DCA 90 i ugušćivač sintetskog podrijetla Tubivis Star. Prisulon DCA 90 je neionski ugušćivač u obliku praha, a Tubivis Star je tekući anionski ugušćivač. Svojstva ugušćivača Prisulon DCA 90 (CHT) su sljedeća [9]: stabilan na elektrolite, lako se ispire, dobra penetracija, oštre konture, velika plošnost površine i visoka čistoća. Svojstva ugušćivača Tubivis Star (CHT) su sljedeća [10]: stabilan na elektrolite, visok prinos boje i velika plošnost površine.

Pigmenti korišteni u ovom istraživanju su prirodna biljna bojila ekstrahirana iz oraha, *Juglans regia* L., luka, *Allium cepa* L. i kore nara, *Punica granatum* L. Zelene ljuske oraha i mladi listovi oraha sadrže juglon (sl.1a) i druge kromofore koji su odgovorni za stvaranje smeđeg obojenja. Ljuske crvenog luka bogate su flavonoidima od kojih je najzastupljeniji kvercetin (sl.1b) koji je zaslužan za žuto obojenje. Kora nara sadrži približno 28% tanina (sl.1c) koji su odgovorni za žuto obojenje [11]. Ekstrakcija je provedena prema prethodnim istraživanjima [12].

Tiskarska pasta sadrži i kalijev aluminijev sulfat dodekahidrat, $KAl(SO_4)_2 \times 12\ H_2O$ (Kemika) koji se koristi zbog dobrih svojstava, jednostavnosti upotrebe, niske cijene i manje toksičnosti od drugih opcija. Stabilizira viskoznost u tiskarskoj pasti, što rezultira ravnomjernim i preciznim nanošenjem paste na tekstilni materijal. Njegovom se upotrebom poboljšava postojanost prirodnih bojila na pranje i trljanje, a posebno da se ne mijenja osnovna boja [13].

Dodaci koji se koriste za izradu tiskarskih pasta su fiksator Tubifix ML 55 (Bezema AG), vezivo Tubifast AS-BN (Bezema AG) i urea.

3. Eksperimentalni dio

3.1. Priprema tiskarskih pasti

Na temelju preliminarnih istraživanja i dizajnerskih odluka za analizu su odabrane tri tiskarske paste. Jedna je na bazi ugušćivača Tubivis Star, a druge dvije na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90.

Za tiskarsku pastu s ugušćivačem Tubivis Star (T) korištena je koncentracija suhe tvari u iznosu od 8%. Osim ugušćivača Tubivis Star, za preliminarna ispitivanja korištena je urea, sredstvo za fiksiranje, vezivo i pigment. Za Prisulon DCA 90 sadržaj suhe tvari u pasti je 9%. Uz ugušćivač Prisulon DCA 90 pastama je dodana i urea. Za sva preliminarna ispitivanja i optimizaciju tiskarskih pasta odabran je biljni pigment iz ekstrakta nara. Pastama za tiskanje dodana je voda prema potrebi za otapanje biljnog pigmenta. Razlika između pasti je u tome što jedna ne sadrži metalne soli (P), a druga sadrži metalnu soli (PAl), odnosno sadrži kalij aluminijevim sulfat

dodekahidrat ($KAl(SO_4)2 \times 12\ H_2O$). Sastav analiziranih tekstilnih pasti naveden je u tab.1.

Tab.1 Sastav analiziranih tiskarskih pasti

Sastav tiskarske paste	T (Tubivis Star)	Prisulon DCA 90	
		P (bez metalnih soli)	PAl (s metalnim solima)
ugušćivač / g	100	100	100
pigment / g	2	2	2
urea / g	0,5	0,5	0,5
fiksator / g	1,6	-	-
binder / g	25	-	-
$KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$ / g	-	-	0,2

3.2. Tiskanje i fiksiranje

Tiskanje je provedeno ručnim sitotiskom uz korištenje sljedećih alata: ravni stol za sitotisak, poliuretansko rastiralo s drvenom ručkom i aluminijsko sito dimenzija 40 × 50 cm gustoće 62 niti/cm^2. Kut rastirala je bio 7-10°, uz optimalan pritisak kako bi se osigurao ravnomjeran prijenos paste za tisak na površinu tekstilne podloge. Nakon tiskanja, fiksiranje je provedeno na termopreši pri 180°C i optimizirano je vrijeme fiksiranja (30s, 40s, 60s, 120s i 240s).

3.3. Analiza postojanosti boje

Tiskani uzorci ispitani su na postojanost na pranje i na postojanost na trljanje. Ispitivanje postojanosti na pranje provedeno je nakon fiksiranja na laboratorijskoj termopreši. Ispitivanje je provedeno u skladu sa HRN EN ISO 105-C06:2010 *Tekstil - Ispitivanje postojanosti obojenja - Dio C06: Postojanost obojenja pri pranju u kućanstvu i komercijalnom pranju* primjenom 0,5 g/l Kemopon 30, industrijskog deterdženta iz mješavine anionskog i neionskog tenzida (Kemo, Zagreb), uz omjer kupelji 1:30, temperatura 30 ± 2°C, trajanje 40 minuta, u laboratorijskom uređaju Polycolor, Mathis.

Postojanost obojenja na trljanje ispitana je prema HRN EN ISO 105-X12:2016 *Tekstil - Ispitivanje postojanosti obojenja - Dio X12: Postojanost obojenja na trljanje*. Ispitivanje pri suhim uvjetima provedeno je pomoću laboratorijskog uređaja Crockmetar (AATCC, Lowell, SAD).

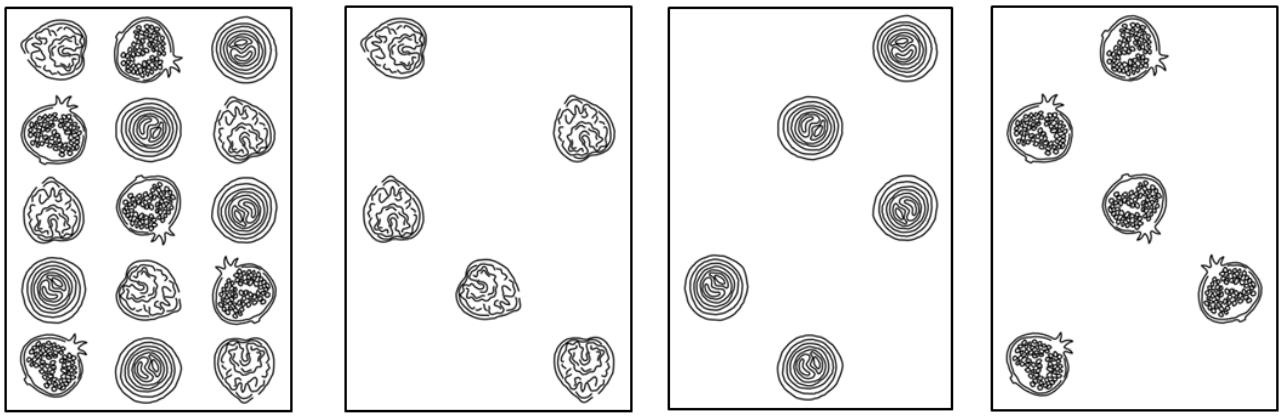
Postojanosti obojenja objektivno su vrednovane mjerenjem remisijskim spektrofotometrom Datacolor 850 s konstantnim otvorom instrumenta, svjetlo D65, geometrija d/8°.

3.4. Realizacija finalnog proizvoda

Kreativni dio rada odnosi se na izradu nadstolnjaka s odabranim uzorkom otisnutim prirodnim biljnim pigmentima, odnosno biljnim ekstraktima oraha, luka i nara. Idejni crtež za izradu uzorka izrađen je na računalu pomoću programa Inkscape (verzija 1.3.2). Definirana je najmanja ponavljajuća (raportna) jedinica, idejnog crteža (sl.2a). Raportna jedinica razvijena je korištenjem efekata i svaki je efekt odvojen kao zaseban crtež na prozirnoj foliji A4 formata (sl.2b-2d). Ideja krajnjeg proizvoda projicira se pomoću alata korištenih na web stranici redbubble.com (sl.3).



Sl.3 Projicirana slika krajnjeg proizvoda



a. b. c. d.

Sl.2 Raportna jedinica: a. svih segmenata zajedno; b. segment oraha; c. segment luka i d. segment nara

4. Rezultati

4.1. Tisak, fiksiranje i spektrofotometrijska analiza

Pripremljene su tri tiskarske paste i otisnut je tekstilni materijal prema planu eksperimentalnog dijela rada. Uvjeti fiksiranja optimizirani su koristeći termoprešu. Vrijednosti spektralnih svojstava određene spektrofotometrom Datacolor 850 su svjetlina L^*, parametar a^*, parametar b^*, kromatičnost C^* i ton $h°$. Rezultati spektrofotometrijske analize navedeni su u tab.2 za pastu s Tubivis Star (T) i u tab.3 za paste s Prisulon DCA (P i PAl).

Može se primijetiti pomak od žutog tona prema narančastom ($h°$ = 85,08 – 74,61) nakon fiksiranja. Svjetlina se smanjuje s povećanjem vremena fiksiranja (L^* = 77,06 – 61,72), tj. najmanju svjetlinu ima uzorak T 240 (L^* = 61,72) što je u korelaciji s rezultatima tona. Povećanjem vremena fiksiranja veća količina bojila ostaje na materijalu. Kromatičnost se ne mijenja značajnije kod fiksiranih uzoraka (C^* = 37,69 – 36,26), osim kod nefiksiranog uzorka T-0, koji ima najnižu kromatičnost (C^* = 29,11).

Budući da se numeričke vrijednosti ne mijenjaju značajno, može se zaključiti da vrijeme fiksiranja od 240 s nema negativan učinak na spektralna svojstva otisnutog uzorka kada se kao ugušćivač koristi Tubivis Star.

Kod uzoraka otisnutih pastom koja sadrži ugušćivač Prisulon DCA bez dodatka metalnih soli (P) svjetlina se značajno smanjuje s povećanjem vremena fiksiranja (L^* = 77,61 – 58,49). Vrijednosti tona i kromatičnosti također se smanjuju, ali ne u istoj mjeri (C^* = 29,54 – 26,73, $h°$ = 85,44 – 75,29). Iz rezultata se može vidjeti da s povećanjem vremena fiksiranja dolazi do pomaka od žutog tona prema narančastom tonu, koji je također manje zasićen i svijetao, ali je pokazatelj veće količine bojila na materijalu.

Kod uzoraka otisnutih pastom koja sadrži ugušćivač Prisulon DCA s dodatkom metalnih soli (PAl) svjetlina se smanjuje s povećanjem vremena fiksiranja (L^* = 85,44 – 65,72), najmanja svjetlina je kod uzorka PAl-240 (L^* = 65,72) te je i u ovom slučaju pokazatelj veće količine vezanog bojila na materijalu. Vrijednosti za ton i kromatičnost variraju. Najmanju brojčanu vrijednost kromatičnosti ima nefiksirani uzorak PAl-0 (C^* = 11,87) i najmanju vrijednost tona ima najduže fiksirani uzorak PAl-240 ($h°$ = 75,11).

4.2. Postojanost na pranje

Spektrofotometrijski su određene vrijednosti i automatski su izračunate razlike spektralnih karakteristika u nakon pranja i to ukupna razlika boje dE, razlika svjetline dL^*, razlika parametra da^*, razlika parametra db^*, razlika kromatičnosti dC^* i razlika nijanse

Tab.2 Parametri boje tiskanih materijala s pastama na bazi ugušćivača Tubivis Star (T) pri različitim vremenima fiksiranja

Uzorak	Vrijeme fiksiranja/ s	L^*	a^*	b^*	C^*	$h°$
T-0	0	77,06	2,50	29,00	29,11	85,08
T-30	30	65,50	9,49	36,48	37,69	75,41
T-40	40	64,52	9,28	35,82	37,00	75,47
T-60	60	65,24	9,06	35,88	37,00	75,83
T-120	120	64,93	9,39	35,87	37,08	75,33
T-240	240	61,72	9,62	34,96	36,26	74,61

Tab.3 Parametri boje tekstila tiskanog tiskarskom pastom na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90 bez metalnih soli (P) i s tiskarskom pastom s metalnim solima (PAl) pri različitim vremenima fiksiranja

Uzorak	Vrijeme fiksiranja/ s	L^*	a^*	b^*	C^*	$h°$
P-0	0	77,61	2,35	29,45	29,54	85,44
P-30	30	76,97	3,31	26,52	26,73	82,88
P-40	40	74,37	3,92	27,94	28,22	82,01
P-60	60	73,02	4,28	28,36	28,68	81,41
P-120	120	68,77	5,20	28,01	28,48	79,49
P-240	240	58,49	6,99	26,64	27,54	75,29
PAl-0	0	85,44	1,81	11,73	11,87	81,25
PAl-30	30	82,50	2,45	14,09	14,31	80,12
PAl-40	40	78,49	2,85	20,21	20,41	81,97
PAl-60	60	76,50	3,48	21,41	21,69	80,76
PAl-120	120	74,85	3,89	19,21	19,60	78,56
PAl-240	240	65,72	5,37	20,19	20,89	75,11

dh° za paste na bazi ugušćivača Tubivis Star (T), tab.4., i na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90 (bez metalnih soli – P i s metalnim solima – PAl), tab.5.

Nakon postojanosti na pranje, nefiksirani uzorak T-0 ima najmanju razliku u boji u odnosu na ostale uzorke (*dE* = 2,34). Nefiksirani uzorak također pokazuje najmanju razliku u svjetlini i tonu boje (*dL** = -0,69, *dh*° = 0,01). Međutim, ako se zanemari nefiksirani uzorak T0, razlika u boji općenito se smanjuje s povećanjem vremena fiksiranja (*dE* = 9,83 – 5,12). Razlika u kromatičnosti varira i najmanja je za uzorak T-60 (*dC** = 0,35).

Uzorak s najdužim vremenom fiksiranja (P-240) ima najmanju razliku u boji u odnosu na ostale uzorke (*dE* = 2,58) pri korištenju paste na bazi ugušćivača Prisulon DCA bez dodatka metalnih soli (P). Naime, najduže fiksirani uzorak P-240 pokazuje najmanju razliku u svjetlini i kromatičnosti (*dL** = 0,18, *dC** = -2,57). Razlika u tonu boje najmanja je kod nefiksiranog uzorka P-0 (*dh*° = -0,02), ali također nema značajne razlike kod najduže fiksiranog uzorka P-240 (*dh*° = 0,09). Najduže fiksirani uzorak (PAl-240) ima najmanju razliku u boji u odnosu na ostale uzorke (*dE* = 1,77) pri korištenju paste na bazi ugušćivača Prisulon DCA s dodatkom metalnih soli (PAl). Naime, uzorak PAl-240, koji je bio najduže fiksiran, pokazuje najmanju razliku u nijansi i kromatičnosti boje (*dh*° = 0,38, *dC**= -1,44).

Razlika u svjetlini najmanja je za uzorak PAl-120 (*dL** = 0,62), ali nema značajne razlike ni za uzorak PAl-240 s najduljim vremenom fiksiranja (*dL** = 0,96).

4.3. Postojanost na trljanje

Trljanje na suho je provedeno koristeći Crockmetar. Vrijednosti spektralnih karakteristika su određene spektrofotometrijski i određena je ukupna razlika boje *dE*, razlika svjetline (*dL**), razlika parametara da*, razlika parametara *db**, razlika kromatičnosti (*dC**) i razlika tona (*dh*°). Rezultati spektrofotometrijske analize za pastu na bazi Tubivis Star (T) prikazani su u tab.6 a za Prisulon DCA 90 (bez metalnih soli – P i s metalnim solima – PAl) u tab.7.

Nakon trljanja, najmanju razliku u boji ima uzorak T-120 (*dE* = 0,53). Uzorak T-120 također pokazuje malu razliku u svjetlini i tonu (*dL** = -0,02, *dh*° = 0,05). Razlika u kromatičnosti je manja za duže fiksirane uzorke (*dC** ≈ 0,51) u usporedbi s nefiksiranim i kraćim fiksiranim uzorcima (*dC** ≈ 1,05).

Uzorak P-120 (*dE* = 0,30, *dL** = -0,07), otisnut pastom bez dodatka metalnih soli, pokazuje najmanju razliku u boji, ali i najmanju razliku u svjetlini, ispred uzorka P-240 (*dE* = 1,14, *dL** = 0,50) koji je najduže fiksiran.

Tab.4 Razlika u boji uzoraka otisnutih pastom na bazi ugušćivača Tubivis Star (T) prije i poslije pranja s različitim vremenom fiksiranja

Uzorak	***dE***	***dL****	***da****	***db****	***dC****	***dh*°**
T-0	2,34	-0,69	-0,20	-2,23	-2,23	0,01
T-30	7,40	-7,36	0,09	0,79	0,79	0,11
T-40	9,83	-9,63	1,89	0,47	0,96	-1,69
T-60	6,20	-6,18	-0,26	0,43	0,35	0,36
T-120	5,69	-5,58	-1,05	-0,29	-0,54	0,95
T-240	5,12	-4,30	-2,06	-1,87	-2,32	1,54

Tab.5 Razlika u boji uzoraka otisnutih tiskarskim pastama na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90 (bez metalnih soli – P i s metalnim solima – PAl) prije i poslije pranja s različitim vremenom fiksiranja

Uzorak	***dE***	***dL****	***da****	***db****	***dC****	***dh*°**
P-0	5,74	1,98	-0,41	-5,37	-5,39	-0,02
P-30	7,66	4,26	-0,50	-6,35	-6,36	-0,34
P-40	9,26	5,62	-0,95	-7,30	-7,36	-0,09
P-60	7,10	2,89	-0,61	-6,46	-6,48	-0,41
P-120	5,73	-4,97	0,21	-2,83	-2,74	-0,76
P-240	2,58	0,18	-0,74	-2,47	-2,57	0,09
PAl-0	6,38	2,91	0,42	-5,67	-5,41	-1,74
PAl-30	3,16	1,52	0,13	-2,77	-2,69	-0,67
PAl-40	8,38	3,34	0,15	-7,68	-7,53	-1,54
PAl-60	7,40	2,50	-0,18	-6,96	-6,87	-1,14
PAl-120	3,80	0,62	-0,12	-3,75	-3,68	-0,70
PAl-240	1,77	0,96	-0,72	-1,30	-1,44	0,38

Tab.6 Razlika u boji uzoraka otisnutih tiskarskim pastama na bazi ugušćivača Tubivis Star (T) prije i poslije suhog trljanja s različitim vremenom fiksiranja

Uzorak	*dE*	*dL**	*da**	*db**	*dC**	*dh°*
T-0	1,13	0,61	-0,24	-0,92	-0,93	0,17
T-30	1,20	0,55	-0,66	-0,84	-0,98	0,43
T-40	1,51	0,83	-0,46	-1,17	-1,25	0,15
T-60	1,36	-1,23	0,54	0,22	0,34	-0,47
T-120	0,53	-0,02	-0,18	-0,50	-0,53	0,05
T-240	1,13	0,86	-0,48	-0,55	-0,66	0,32

Tab.7 Razlika u boji uzoraka otisnutih tiskarskim pastama na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90 (bez metalnih soli – P i s metalnim solima – PAl) prije i poslije trenja s različitim vremenom fiksiranja

Uzorak	*dE*	*dL**	*da**	*db**	*dC**	*dh°*
P-0	0,87	0,57	-0,21	-0,62	-0,63	0,16
P-30	1,50	1,50	-0,03	-0,10	-0,10	0,02
P-40	1,09	1,09	0,05	0,10	0,10	-0,04
P-60	0,71	0,56	0,08	-0,42	-0,40	-0,14
P-120	0,30	-0,07	0,13	0,26	0,28	-0,08
P-240	1,14	0,50	-0,33	-0,97	-1,02	0,07
PAl-0	0,67	0,15	-0,13	0,64	0,62	0,22
PAl-30	0,33	0,01	-0,05	0,33	0,32	0,10
PAl-40	1,10	0,45	0,15	-1,00	-0,97	-0,29
PAl-60	1,33	-1,24	0,29	0,39	0,43	-0,22
PAl-120	2,37	-2,24	0,50	0,62	0,71	-0,36
PAl-240	0,81	-0,76	0,20	0,19	0,23	-0,14

Najkraće fiksirani uzorak P-30 (*dC** = -0,10, *dh°* = 0,02) pokazuje najmanju razliku u kromatičnosti i tonu. Kada se tiskarskoj pasti dodaju metalne soli, najkraće fiksirani uzorak PAl-30 pokazuje najmanju razliku u boji, svjetlini i tonu (*dE* = 0,33, *dL** = 0,01, *dh°* = 0,10). Najduže fiksirani uzorak PAl-240 ima najmanju razliku u kromatičnosti (*dC** = 0,23) i njegova vrijednost razlike u boji je vrijednost razlike tonova boje najkraće fiksiranog uzorka PAl-30 (*dh°* = -0,14).

4.4. Realizacija krajnjeg proizvoda

U sklopu kreativnog dijela izrađen je nadstolnjak s odabranim uzorkom otisnutim prirodnim biljnim bojilima. Korištena je tiskarska pasta s ugušćivačem Prisulon DCA s dodatkom metalnih soli. Na sl.4 prikazana je realizacija nadstolnjaka.



Sl.4 Krajnji proizvod

5. Zaključak

Analiza spektralnih vrijednosti pokazuje da su postignuti zadovoljavajući rezultati fiksiranja na 180 °C tijekom 240 s. Nakon analize preliminarnih ispitivanja, ugušćivač trgovačkog naziva Tubivis Star je odbačen jer nisu postignuti zadovoljavajući rezultati. Točnije, pokazao je nižu otpornost na trljanje i nižu postojanost na pranje u usporedbi s ugušćivačem Prisulon DCA 90.

Nakon ispitivanja obje tiskarske paste na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90, tiskarska pasta bez dodatka aluminijeve soli je odbačena jer je uzorak pokazao nižu postojanost na trljanje i nižu postojanost na pranje nego uz dodatak aluminijeve soli. Najmanju razliku u boji pokazao je uzorak fiksiran tiskarskom pastom na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90 s dodatkom aluminijeve soli tijekom 240 s na 180 °C. Ovaj je uzorak pokazao najbolje rezultate i postigao zadovoljavajuće postojanosti na pranje i trljanje.

Istraživanje u ovom radu pokazalo je da je moguće postići širu primjenu prirodnih bojila u tekstilnoj industriji, ali i u drugim područjima, što je u skladu s globalnim nastojanjima smanjenja utjecaja modnog i tekstilnog sektora na okoliš. Kao primjer takve prakse, u kreativnom dijelu ovog rada izrađen je nadstolnjak otisnut prirodnim biljnim bojilima koji ima zadovoljavajuću postojanost na pranje i suho trljanje.

L i t e r a t u r a :

[1] Yıldırım, F.F.; Yavas, A.; Avinc, O. Printing with Sustainable Natural Dyes and Pigments. In: *Sustainability in the Textile and Apparel Industries. Sustainable Textiles: Production, Processing, Manufacturing & Chemistry*. Muthu, S., Gardetti, M. (Eds). Springer, Cham, 2020, pp.1-35. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38545-3_1

[2] Arora, J.; Agarwal, P.; Gupta, G. Rainbow of Natural Dyes on Textiles Using Plants Extracts: Sustainable and Eco-Friendly Processes. *Green and Sustainable Chemistry* **2017**, 7(1), pp. 35-47. https://doi.org/10.4236/gsc.2017.71003

[3] Teklemariam, Z.; Alemayehu T. Application of natural dyes on textile: a review. *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH* **2014**, 2(2), pp. 1-8. https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v2.i2.2014.3067

[4] Ashis Kumar, S.; Priti, A. Application of natural dyes on textiles. *Indian Journal of Fibre and Textile Research* **2009**, 34, pp. 384-399.

[5] Miles L.W.C. (ed.) Textile Printing, Society of Dyers and Colourists. The Alden Press, Oxford, UK, **1994**, ISBN 0 901956 79 1.

[6] Ding, Y.; Zhendong, W.; Chuanxiong, Z.; Ruobai, X.; Wenliang, X. A Study of the Application of Pigment Printing on Cotton Fabrics. *Text. Res. J.* **2021**, 91, pp. 2283–2293. https://doi.org/10.1177/0040517521997926

[7] Glogar, M.I.; Dekanić, T.; Tarbuk, A.; Čorak, I.; Labazan, P. Influence of Cotton Cationization on Pigment Layer Characteristics in Digital Printing. *Molecules* **2022**, 27, 1418. https://doi.org/10.3390/molecules27041418

[8] Ragab, M.M.; Othman, H.A.; Hassabo, A.G. An Overview of Printing Textile Techniques. *Egyptian Journal of Chemistry* **2022**, 65(8), pp. 749-761. https://doi.org/10.21608/ejchem.2022.131477.5793

[9] ICT-TEX. Dostupno na: https://platform.ict-tex.eu/course/section.php?id=454. Pristupljeno: 14/12/2024.

[10] CHT: PRISULON DCA 90. Dostupno na: https://solutions.cht.com/cht/web.nsf/id/pa_en_productdetail.html?Open&pID=PDE-TUEB-BAPEE4-EN. Pristupljeno: 13/12/2024.

[11] CHT: TUBIVIS STAR. Dostupno na: https://solutions.cht.com/cht/web.nsf/id/pa_en_productdetail.html?Open&pID=PDE-RSCR-9LGHMM-EN&prange=WW. Pristupljeno: 13/12/2024.

[12] Sutlović, A.; Glogar, M.I.; Bešlić, S.; Brlek, I. Prirodna bojila za tekstil - doprinos kreativnosti i održivosti. *Tekstil* **2020**, 69(1-3), pp. 1-10. https://hrcak.srce.hr/280078

[13] Glogar, M., Tancik, J.; Brlek, I.; Sutlović, A.; Tkalec, M. Optimisation of process parameters of Alpaca wool printing with Juglans regia natural dye. *Coloration Technology* **2020**, 136(2), pp. 188-201. https://doi.org/10.1111/cote.12462

[14] LittleYellowWheelbarrow; Dostupno na: https://www.littleyellowwheelbarrow.com/mordants-for-natural-dyes/ Pristupljeno: 15/12/2024.