

# Prugasti uzorak na pletivu postignut različitom predobradom pamuka

---

**Stamać, Veronika**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:145233>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

ZAVRŠNI RAD

PRUGASTI UZORAK NA PLETIVU POSTIGNUT RAZLIČITOM PREDOBRADOM  
PAMUKA

VERONIKA STAMAĆ

Zagreb, rujan 2017

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

Industrijski dizajn tekstila i odjeće

ZAVRŠNI RAD

PRUGASTI UZORAK NA PLETIVU POSTIGNUT RAZLIČITOM  
PREDOBRADOM PAMUKA

Mentor:  
Doc. dr. sc. Anita Tarbuk

Izradila:  
Veronika Stamać

Zagreb, rujan 2017.

---

## Završni rad

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet,  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb  
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

### Rad sadrži:

Broj stranica: 30

Broj slika : 21

Broj tablica: 2

Broj literaturnih referenci: 22

### Članovi Povjerenstva za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Vesna Marija Potočić Matković, predsjednica
2. Doc. dr. sc. Anita Tarbuk, mentorica, članica
3. Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović, članica
4. Dr. sc. Lea Botteri, zamjenica člana

---

## ZAHVALE



Ovaj rad izrađen je na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ), br. 9967 Napredni tekstilni materijali dobiveni ciljanom modifikacijom površine (ADVANCETEX - *Advanced textile materials by targeted surface modification.*)

## ZAHVALE

Zahvaljujem se svojoj mentorici, doc. dr. sc. Aniti Tarbuk na pomoći, strpljenju, brojnim savjetima i razumijevanju pri izradi završnog rada. Veliko hvala izv. prof. Vesni Mariji Potočić Matković na ukazanoj pomoći i savjetima. Hvala Filipu i Antunu na pomoći u tehničkom dijelu te Bruni i prijateljima na potpori. Posebna zahvala ide mojim roditeljima i obitelji na razumijevanju, strpljenju i podršci.

---

## **SAŽETAK:**

***Veronika Stamać:***

***Prugasti uzorak na pletivu postignut različitom predobradom pamuka***

Zadatak ovog završnog rada bio je postići prugasti uzorak na pletivu različitom predobradom pamuka jer je poznato da se s pojedinom predobradom mijenjaju adsorpcijska svojstva pamuka. U tu svrhu iz različito predobrađene pređe: Sirove smuđene, industrijski mercerizirane uz rasteg, slobodno mercerizirane, kemijski bijeljene i kationizirane tijekom mercerizacije izrađena su prugasta pletiva. Potom su pletiva bojadisana direktnim i reaktivnim bojilom. Pokazalo se da se najsvjetlija pruga postiže bojadisanjem kemijski bijeljene pređe, dok se najtamnija postiže bojadisanjem kationizirane pređe bez obzira koje bojilo primijenili. Po pletenju i bojadisanju, na osnovu izgleda dobivenih pletiva, osmišljeni su modeli ženske odjeće koji bi se mogli izraditi: haljina, pončo i čarape.

---

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. PAMUK.....	2
2.1.1. KEMIJSKA I MORFOLOŠKA GRAĐA VLAKANA .....	5
2.2 ISKUHAVANJE .....	7
2.3. BIJELJENJE .....	8
2.4. MERCERIZACIJA .....	9
2.5. KATIONIZIRANJE .....	10
2.6. BOJADISANJE.....	12
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	13
3.1. ZADATAK RADA.....	13
3.2. MATERIJALI.....	13
3.3. OBRADJE MATERIJALA .....	15
3.4. MJERNE METODE .....	16
4. REZULTATI S RASPRAVOM .....	17
5. LIKOVNA MAPA .....	24
6. ZAKLJUČAK .....	28
7. LITERATURA.....	29

---

## 1. UVOD

Primjese sirovog pamuka većinom se nalaze u primarnoj stjenci vlakna i čine ga hidrofobnim. Kako bi se pamuk učinilo hidrofilnim, neophodno je ukloniti sve primjese. Mehaničke nečistoće se najvećim dijelom uklanjaju tijekom predenja, tkanja, čišćenja, stršeća vlakna u procesu smuđenja, dodane primjese uklanjaju se uglavnom tijekom odškrobljavanja i pranja, dok se stečene primjese pamuka uklanjaju u procesu iskuhavanja i bijeljenja. Dodatno pamuk se može modificirati – mercerizacijom i kationiziranjem, te mu se na taj način mijenjaju mehanička svojstva, sjaj i adsorptivnost. Upravo to svojstvo različite adsorpcije iskorišteno je za postizanje prugastog uzorka na pletivu isključivo primjenom pređa različite predobrade.

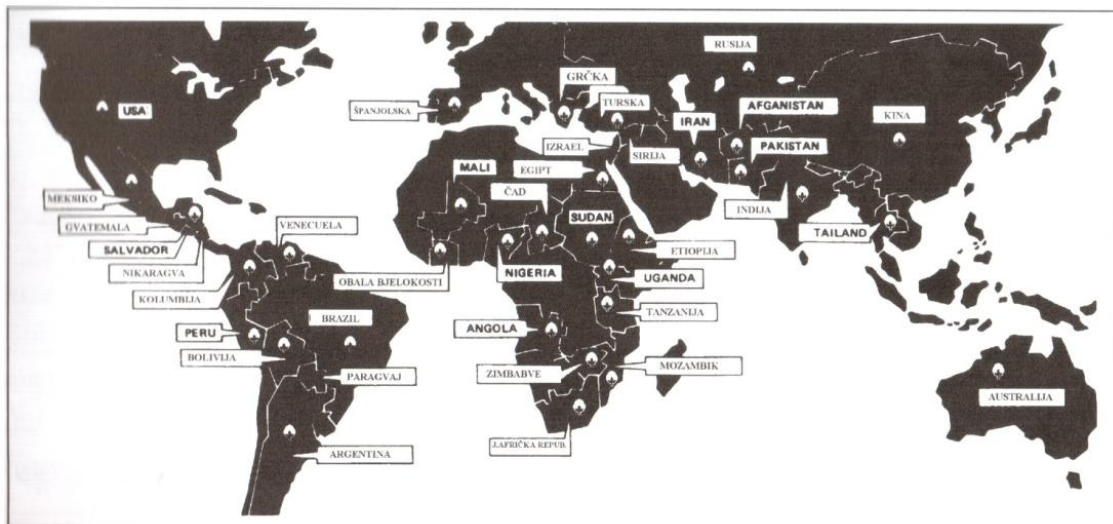


## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. PAMUK

Pamuk je najšire i najviše upotrebljavano vlakno te jedna od najvažnijih sirovina za izradu tekstilija za raznovrsna područja uporabe (sl.1). [1] Povijesni izvori govore da najstariji pamučni tekstil potječe čak iz vremena oko 5800 pr. Kr. U Europi je poznat tek od srednjeg vijeka, ovako su ga iz sjeverne Afrike donijeli Arapi u 10. St. Znanstvenici su identificirali oko 40 vrsta pamučnih biljaka. Sve pripadaju rodu *Gossypium*, porodici *Malvaceae*, a samo su 4 kultivirane za uzgoj s ciljem dobivanja vlakana.

Daleko najraširenija vrsta pamuka koja se uzgaja za dobivanje vlakana je *Gossypium hirsutum* na koju otpada oko 85% ukupne proizvodnje pamuka za dobivanje vlakana. Daje vlakna srednje duljine od 19 do 32 mm i finoće oko 2,2 dtex. [1]



Slika 1 – Rasprostranjenost uzgoja pamuka diljem svijeta [1]

---

*Gossypium barbadense* obuhvaća oko 8% svjetske proizvodnje pamuka. Vlakna ovog pamuka su čvršća, srednja duljina im je u području 34 do 38 mm, a finoća 1,0 do 1,3 dtex.

*Gossypium berbaceum* je indijska je vrsta pamuka, duljina im je do 27 mm, relativno gruba i slabe čvrstoće.

*Gossypium arboreum* također je istočnjačka vrsta pamuka. Raste kao drvo i raste u visinu do 6 m. Vlakna su do 23 mm i gruba. [1]

Vegetacijsko vrijeme pamučne biljke je vrijeme od sjetve do berbe vlakana i ono je kod raznih vrsta pamuka različito. Listovi biljke slični su listovima vinove loze, a cvjetići su bijeli, žućkasti ili ružičasti i cvatu samo jedan dan. Kad oni otpadnu razvijaju se čahure veličine oraha u kojima se razvijaju sjemenke, a iz sjemenke izrastaju vlakna (sl.2). Iz jedne sjemenke izrasta oko 2000 do 7000 vlakana, a svako vlakno je jedna stanica zbog čega s ubrajaju u jednostanična vlakna. Po sazrijevanju i otvaranju čahura loptice pamučnih vlakana se sabiru. Berba se može obavljati ručno i strojno. Nakon berbe valja odvojiti vlakna od sjemenaka, ostataka čahura, lišća i sličnih nečistoća, te pakiranje u bale.



**Slika 2** – Čahura s lopticama vlakana [2]

Za suvremenu proizvodnju pamuka karakterističan je monokulturni uzgoj. To znači da se biljka uzgaja na golemim površinama uz razmak redova od oko 1 m, što uz relativno visoke temperature i veliku vlažnost zraka u suptropskom i tropskom pojasu pogoduje širenju raznih štetočina kao što su gusjenice, gljivice, insekti, plijesni koje

napadaju biljku, stoga je nužno koristiti različite insekticide i pesticide. To su velika ekološka opterećenja, posebno za tlo i vode. To je izazvalo veliko negodovanje potrošača pamučnih proizvoda, naročito u razvijenim zemljama i postupno u zajednici s ekološkim pokretom dovelo do velikog pritiska na proizvođače pamuka u smislu ekološki prihvatljivog uzgoja pamuka kako slijedi [1]:

- Strogo kontrolirani uzgoj biljke uz poštivanje njezinih biološko-dinamičnih karakteristika
- zabranu primjene sintetskih pesticida, herbicida, insekticida i defolijanata
- izbjegavanje korištenja umjetnih gnojiva i umjetnih regulatora rasta
- čišćenje tla i njegovo obogaćivanje ugljikom i organskim tvarima tijekom mirovanja kroz razdoblje od 2 i 3 godine
- davanje prednosti ručnoj berbi

Ako se pamuk uzgaja u skladu s navedenim mjerama, proizvođač to označava izjavom o ekološkom uzgoju. Istinitost izjave utvrđuje se analizom prisutnosti tragova štetnih tvari na vlaknu, u skladu sa suvremenim propisima vezanim uz ekološko vrednovanje tekstila, pa sukladno tome može dobiti oznaku EU eco-label i oeko-Tex Standard 100 (sl.3) [1]



a.



b.

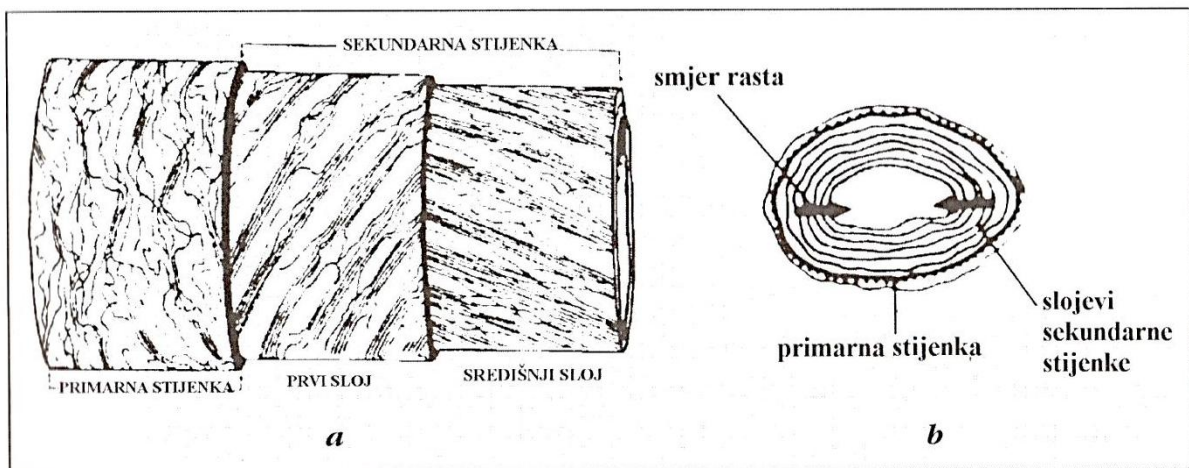
**Slika 3** – Oznake za ekološko vrednovanje tekstila,

a. EU eco-label [3], b. oeko-Tex Standard 100 [4]

### 2.1.1. KEMIJSKA I MORFOLOŠKA GRAĐA VLAKANA

Morfološke karakteristike pamučnog vlakna vrlo su specifične i po njima je vlakno prepoznatljivo (sl.4) [1].

Kutikula je vanjska stjenka i sastoji se od voskova, pektina, proteina i drugih tvari hidrofobnog karaktera. Njezina je funkcija da štiti vlakno u toku rasta. Unutarnji dio joj je naboran, dok je u ispupčenom dijelu nategnuta. Dokazano je da su ona mjesta gdje nema naprezanja zone najveće reaktivnosti i tu najlakše dolazi do kemijskih reakcija [5].



**Slika 4** - Morfološka građa pamuka [1]

Primarna stjenka se sastoji iz slabije orijentirane celuloze, a sadrži vosak i pektin. Ona osigurava kompaktnost vlaknu. Sekundarna stjenka čini 91,5 % mase vlakna. Građena je od celuloze, pretežno kristalične građe gdje su slojevi različite orijentiranosti i od toga dolazi do stvaranja uvoja na pamučnom vlaknu. Lumen je zrakoprazni prostor u sredini vlakna gdje je za vrijeme rasta vlakana bila protoplazma [1].

Pamučno vlakno je prirodno celulozno vlakno biološki složene građe, te je kemijski pretežito građeno od celuloze. Pored celuloze tu su u manjoj količini i pektini, voskovi, organske kiseline, proteini i minerali, a većinom se nalaze u vanjskom dijelu vlakna (tab.1).

**Tablica 1** - Kemijski sastav pamučnog vlakna [6]

<b>Tvar</b>	<b>Udio / %</b>
celuloza	82 do 89
apsorbirana vlaga	7 do 10
pektini	0,6 do 1,1
proteini	1,0 do 1,8
organske kiseline	0,5 do 0,9
voskovi	0,4 do 0,9
ostalo	1,0
mineralne tvari i pepeo	0,6 do 1,5

Postotni udio tih tvari je različit u pojedinim vrstama pamuka, što ovisi o genetskim i klimatskim čimbenicima, sastavu tla, primijenjenim agrotehničkim mjerama tijekom uzgoja biljke. [6]

Primjese sirovog pamuka većinom se nalaze u primarnoj stjeci vlakna što pamuk čini hidrofobnim. S pamuka treba ukloniti sve primjese i učiniti ga hidrofilnim kako bi mogao upijati kemijska sredstva neophodna u oplemenjivanju tekstila [5-10]. Mehaničke nečistoće se najvećim dijelom uklanjaju tijekom predenja, tkanja, čišćenja i slično, stršeća vlakna u procesu smuđenja, dodane primjese uklanjaju se uglavnom tijekom odškrobljavanja i pranja, dok se stečene primjese pamuka uklanjaju u procesu iskuhavanja i bijeljenja. Pri tome je najvažnije ukloniti pektin, pa voskove, masti i razoriti pigmente, dok ostale primjese nisu toliko važne jer se lako uklanjaju u iskuhavanju, te toplom i hladnom ispiranju.

---

## 2.2 ISKUHAVANJE

Iskuhavanjem se želi postići dobra hidrofilitnost vlakana, a pri tom ne oštetiti pamučno vlakno. Najvažnije je ukloniti pektin iz vanjske stjenke [9], a potom ostale primjese. Tradicionalno se iskuhavalu u lužini, a danas se koriste enzimi, najčešće pektinaze.

Prilikom tradicionalnog iskuhavanja u lužini se esteri osapunjuju, a dobiveni sapuni olakšavaju emulgiranje neosapunjenog ili netopivog dijela voska. Bjelančevine se razgrađuju u amino kiseline, pektini razgrađuju, dok se hemiceluloze hidroliziraju i daju topljive produkte. U alkalnom iskuhavanju može doći do oštećenja celuloze pamuka, te je potrebno strogo kontrolirati uvjete obrade. Voda koja se upotrebljava za iskuhavanje mora biti mekana, budući da u tvrdoj vodi mogu nastati netopljivi Ca-sapuni masnih kiselina i Ca-pektati koji se talože na materijalu i smetaju [7].

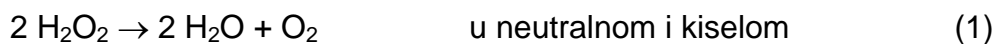
Prije dvadesetak godina započeta su intenzivna istraživanja na enzima za iskuhavanje pamuka kao zamjenu za ekološki neprihvatljivu NaOH [5, 6, 8-13]. Potrebni uvjeti za enzimatsko iskuhavanje pamuka uključuju odgovarajući izbor enzima, eventualno korištenje kombinacije enzima, raspoznavanje enzimatskog djelovanja kao prave mjere za aktivnost enzima, ulogu mehaničke energije i tenzida u povećanju aktivnosti enzima. Da bi enzimatsko iskuhavanje imalo puni učinak potrebno je voditi računa o sljedećem: vosak, proteini i pektini nalaze se u amorfnom području pamučnog vlakna, primarna stjenka pamuka više je amorfnu od sekundarne, necelulozne primjese i primarna stjenka celuloze čine mali udio mase pamučnog vlakna, na površini pamučnog vlakna nalaze se mikropore i pukotine. Enzimatsko iskuhavanje, za razliku od alkalnog provodi se u blažim uvjetima i nema negativan utjecaj na morfologiju pamučnog vlakna. Najprikladnijim su se pokazale neutralne pektinaze kojima se postiže visok učinak čišćenja pamuka enzimatskom razgradnjom pektina, a pamuk je mekšeg opipa i veće čvrstoće od alkalno iskuhanog. Enzimatsko iskuhavanje daje ekološki povoljnije otpadne vode, štedi energiju i kompatibilno je s drugim procesima.

---

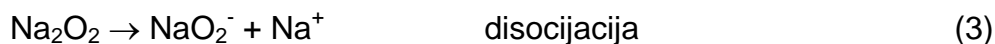
### 2.3. BIJELJENJE

Pamuk koji je iskuhan je potrebno bijeliti jer nije u potpunosti uklonjeno njegovo prirodno obojenje. Bijeli se oksidativnim sredstvima, najčešće vodikovim peroksidom [10, 14, 15]. Tijekom bijeljenja obojene se tvari razgrađuju i prelaze u bezbojne produkte, koji se lako ispiru. Svrha bijeljenja je dobivanje visoke bjeline uz neznatno oštećenje celuloze. Glavni parametri koje treba kontrolirati kod oksidativnog bijeljenja su koncentracija sredstva za bijeljenje, temperatura, pH vrijednost kupelji i vrijeme. Može se kemijski bijeliti s natrijevim hipokloritom, natrijevim kloritom, vodikovim peroksidom, perocetenom kiselinom i perkarbonatom [10]. Spojevi na bazi klora više nisu dozvoljeni, pa se vodikov peroksid danas najviše koristi za oksidativno bijeljenje pamuka i njegovih mješavina. Razlozi su što je relativno jeftin, bijeljenjem s njim postižu se visoke i trajne bjeline, rad je jednostavan, a oštećenje vlakana manje [15].

Bijeljenje vodikovim peroksidom odvija se prema (1-4) [10]:



Zbog agresivnosti atomarnog kisika koji nastaje izvan kontroliranih uvjeta (1) bijeli se u lužnatom:



U procesu bijeljenja vodikovim peroksidom može doći i do određenih grešaka ukoliko se proces ne provodi ispravno, ili ako se pojave neke nepredviđene okolnosti, npr. kad u kupelj za bijeljenje ili na materijal dospiju tragovi metala (5), metalnih oksida ili metalnih iona [15]. Oksidi nisu reaktivni, a peroksidi su jaki oksidansi:

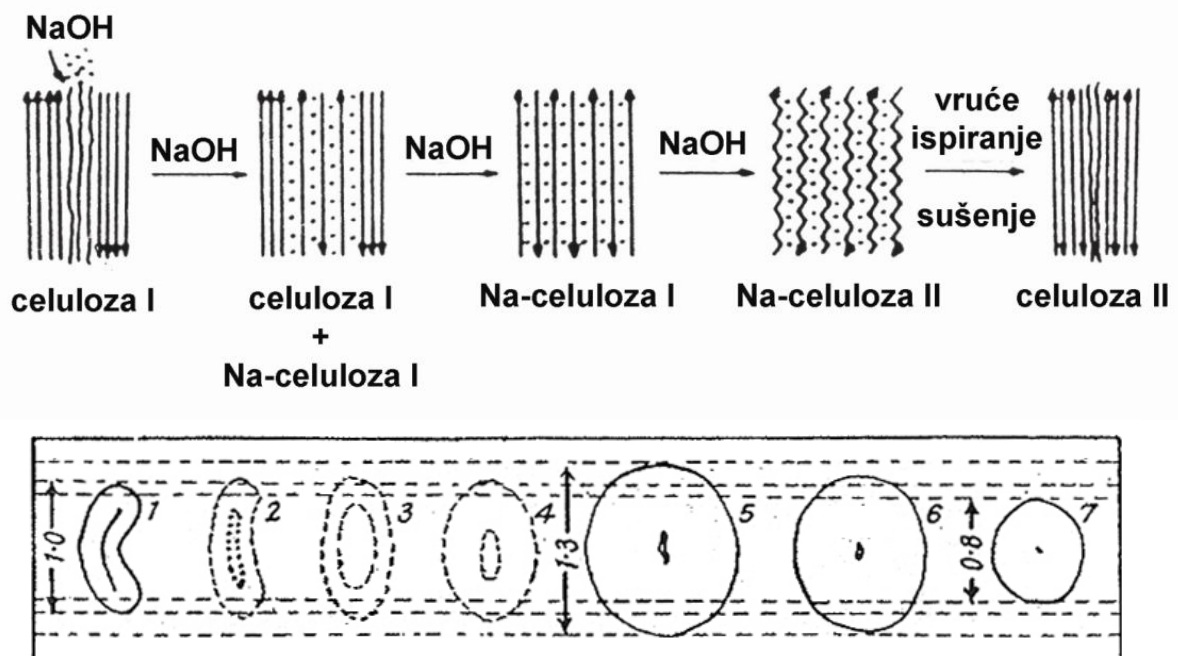




## 2.4. MERCERIZACIJA

Mercerizacija je najstariji poznati proces postojanog oplemenjivanja pamuka i ostalih prirodnih celuloznih vlakana. Mercerizacijom pamuk dobiva plemenita svojstva koja su postojana na kemijske i mehaničke operacije, kao i postojanost u upotrebi i postupcima njege. Značenje mercerizacije je u posljednje vrijeme još i poraslo, osobito nakon što su uvedeni procesi visokog oplemenjivanja pamuka i njegovih mješavina i nakon što su porasli zahtjevi za dimenzionalnom stabilnošću i visokom kvalitetom pletiva. Razrađeni su procesi vruće mercerizacije i mercerizacije u tekućem amonijaku koji bi trebali zamijeniti proces klasične mercerizacije hladnom Na-lužinom. Glavna poboljšanja koja se postižu u mercerizaciji su: povećanje sjaja, poboljšanje adsorptivnosti bojila, povećana otpornost na habanje i savijanje, povećana prekidna sila, povećanje stabilnosti dimenzija i poboljšanje svojstva visoko oplemenjenih materijala. [16]

Mercerizacija se provodi djelovanjem koncentrirane NaOH, najčešće 24%. Djelovanjem koncentrirane lužine vlakna jako bubre, što uzrokuje promjene u kristalnoj strukturi pamučnog vlakna (sl.5).

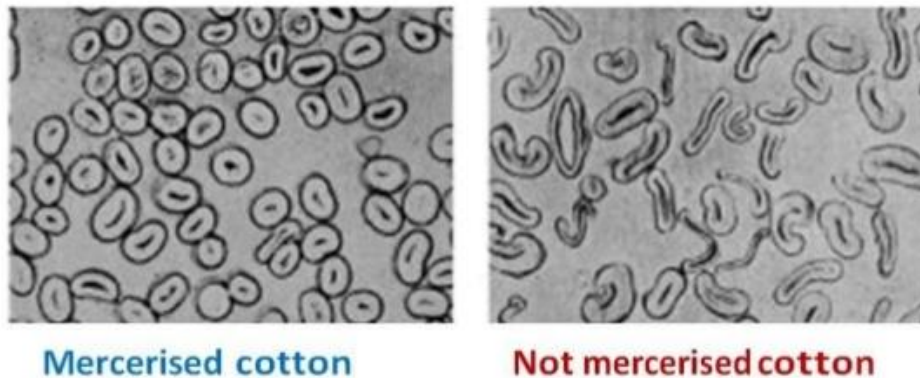


Slika 5 – Promjene u pamučnom vlaknu tijekom mercerizacije [10]



---

Zbog promjene kristalne rešetke i povećanja amornog udjela u vlaknu povećava se broj adsorpcijskih mjesta u vlaknu, što povećava adsorptivnost za vlagu, lužinu, bojila i druge stvari. Iscrpljenje bojila se povećava čime se postižu znatne uštede bojila, ako se bojadiše do iste dubine tona kao i nemerkerizirano vlakno.



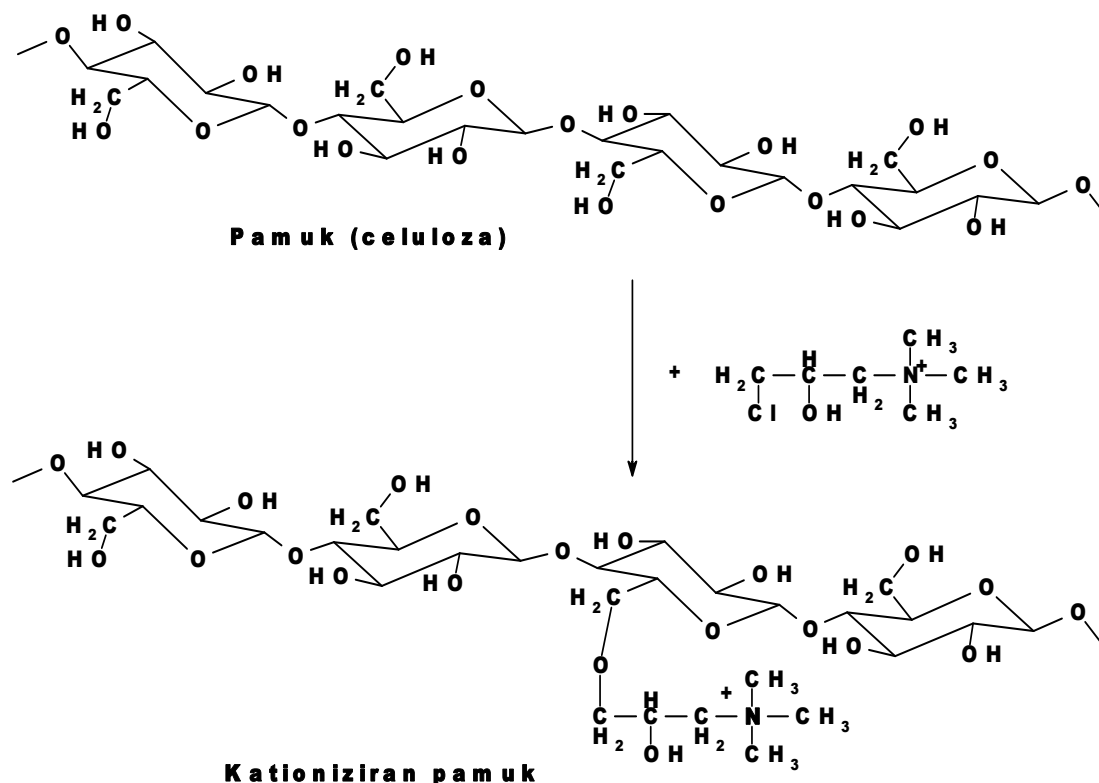
**Slika 6** – Pamuk prije i poslije mercerizacije [17]

Kod mercerizacije mijenja se i morfologija pamučnog vlakna, vlakno prelazi iz uvijenog u okrugli štapičasti oblik, a poprečni presjek iz graholikog u okrugli (sl.6). Ako se mercerizira uz istezanje, tada se struktura unutar vlakna zbija, dolazi do povećanja čvrstoće radi novih povezivanja među lancima, a povećava se i sjaj radi usmjerene refleksije svjetlosti [10, 15].

## 2.5. KATIONIZIRANJE

Pamuk je u neutralnim i alkalnim vodenim otopinama, kao većina tekstilnih vlakana, električki negativno nabijen. Zbog toga odbija anione, a budući da su bojila, optička bjelila i druga tekstilna pomoćna sredstva, većinom anioni njihova je adsorpcija otežana. Prisutne odbojne sile savladavaju se dodatkom velikih količina elektrolita što je ekološki i ekonomski nepovoljno. Kationiziranje je alternativna modifikacija celuloze pamuka aminima i kvarternim amonijevim solima [18-22].

Kationiziranje se sastoji u blokiranju negativnih –OH skupina celuloze pamuka sa spojevima koji će dati pozitivan naboj vlaknu (sl.7).



**Slika 7** - Kationiziranje pamuka kratkolančanim kationskim spojem 3-kloro-2-hidroksipropil trimetil amonijevim kloridom (CHPTAC) [19]

Hauser i sur. su razvili kationiziranje pamuka uz 3-kloro-2-hidroksipropil trimetil amonijev klorid (CHPTAC) i 2,3-epoksipropil trimetil amonijev klorid (EPTAC) u naknadnoj obradi za poboljšanje bojadisanja i tiska, dok su Grancarić, Tarbuk i sur. razvili tehnološki postupak primjene navedenih spojeva tijekom mercerizacije [18-22]. Kationiziranjem tijekom mercerizacije pamuk, pored poznatih učinaka mercerizacije – povećanja adsorptivnosti, sjaja i čvrstoće, dobiva i nova svojstva – pozitivan naboj, čime mu se povećava kvaliteta. Promjenom naboja celuloze u potpunosti mijenja sustav bojilo-celuloza i tenzid-celuloza, i kao takav, predstavlja izuzetan potencijal za zaštitu okoliša, odnosno zbrinjavanja otpada tekstilnih tvornica [19, 20, 22].

---

## 2.6. BOJADISANJE

Bojadicenje je slozeni proces u kojemu kemijske reakcije ovise o izboru vlakana i strukturi reaktanata, te uvjetima pod kojima se reakcije odvijaju [10]. U procesu bojadicenja molekule bojila za vlakno se vežu određenom brzinom, sve dok se ne uspostavi ravnotežno stanje između količine bojila na vlaknu i količine bojila u kupelji. Bojadicenje se odvija u 3 faze:

1. Migriranje bojila iz kupelji na granicu faze sa vlaknom i adsorpcija na površinu vlakna
2. Difuzija bojila s površine prema središtu vlakna
3. Reakcija molekula bojila sa funkcionalnim skupinama tekstilnog vlakna – fiksiranje

**Reaktivna bojila** su topljivi obojeni spojevi koji sadrže skupine sposobne da stvaraju kovalentnu vezu s funkcionalnim skupinama tekstilnog supstrata. Imaju sposobnost bojadicenja tekstila i na sobnoj temperaturi dajući pri tome obojenja s dobrim postojanostima na mokru doradu. Na brzinu reakcije može se djelovati temperaturom i pH kupelji. Povećanjem pH kupelji povećava se brzina reakcije sa celulozom, optimalni pH je 9,5-10,5. Proces bojadicenja odvija se u tri faze: adsorpcija, difuzija i fiksiranje bojila. [10]

**Direktna ili supstantivna bojila** su dobro topljiva u vodi, vežu se na celulozno vlakno direktno, bez prethodnog moćenja. Bojadicenje celuloznog materijala s direktnim bojilima provodi se u neutralnom do slabo alkalnom mediju uz dodatak elektrolita. Ova bojila imaju veliki stupanj iskorištenja, ali postojanosti obojenja, posebno na pranje, vrlo su niske, pa zahtijevaju naknadnu doradu (najčešće s kationskim sredstvima). Primjenjuju za pamuk i viskozu, kao i njihove mješavine s vunom, svilom i poliamidnom. Cilj je postići sto ravnornijije obojenje i ekonomičnije iskorištenje bojila. Povećanjem temperature bojadicenja smanjuje se stupanj agregacije bojila i povećava brzina difuzije bojila u vlakno. [10]

---

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1. ZADATAK RADA

Zadatak ovog završnog rada bio je postići prugasti uzorak na pletivu različitom predobradom pamuka. U tu svrhu iz različito predobrađene pređe izrađeno je pletivo s prugastim uzorkom, koje je kasnije bojadisano reaktivnim i direktnim bojilom.

Na svim pletivima s prugastim uzorkom istražene su spektralne karakteristike, te je izrađena likovna mapa kao moguća realizacija ovih pletiva.

### 3.2. MATERIJALI

Za ovo istraživanje korišteno je 5 pređa različite predobrade:

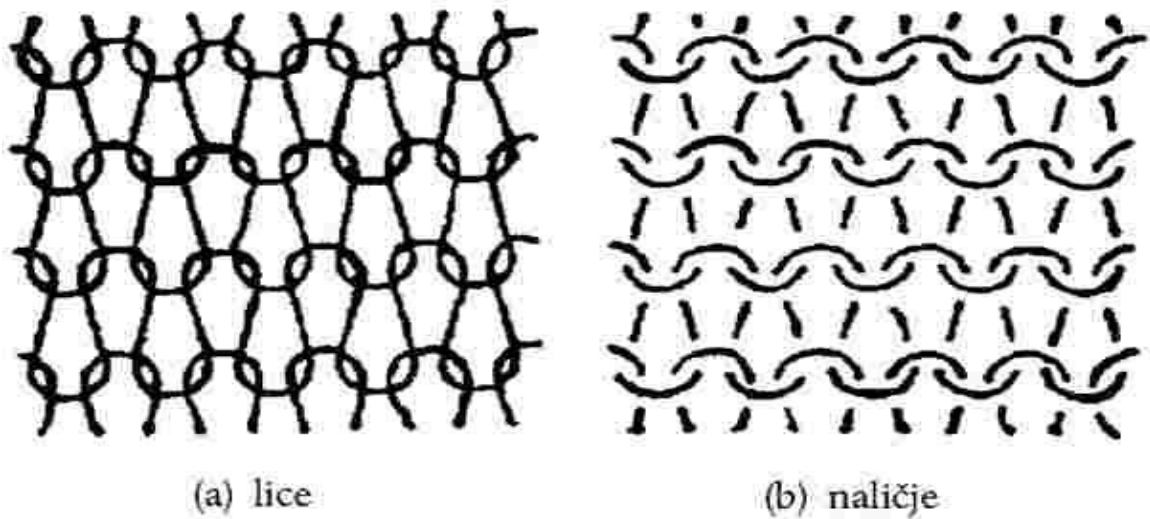
- Smuđena (S) - industrijski
- Nemercerizirana, iskuhana pa kemijski bijeljena (B) - industrijski
- Sirova mercerizirana uz rasteg (ISM) - industrijski
- Mercerizirana bez rastega (SLM) - laboratorijski
- Kationizirana tijekom mercerizacije (K) - laboratorijski

Na ravnopletaćem dvoigleničnom stroju, finoće E5, tvrtke Singer (sl.8) izrađeno je glatko kulirno pamučno pletivo u desno-desnom prepletu (sl.9). Horizontalna gustoća je 6 oč/cm, a vertikalna 5 oč/cm. Prugasti uzorak izveden je nizanjem pređa različite predobrade kako slijedi:

1. ISM
2. K
3. B
4. SLM
5. ISM
6. S
7. B



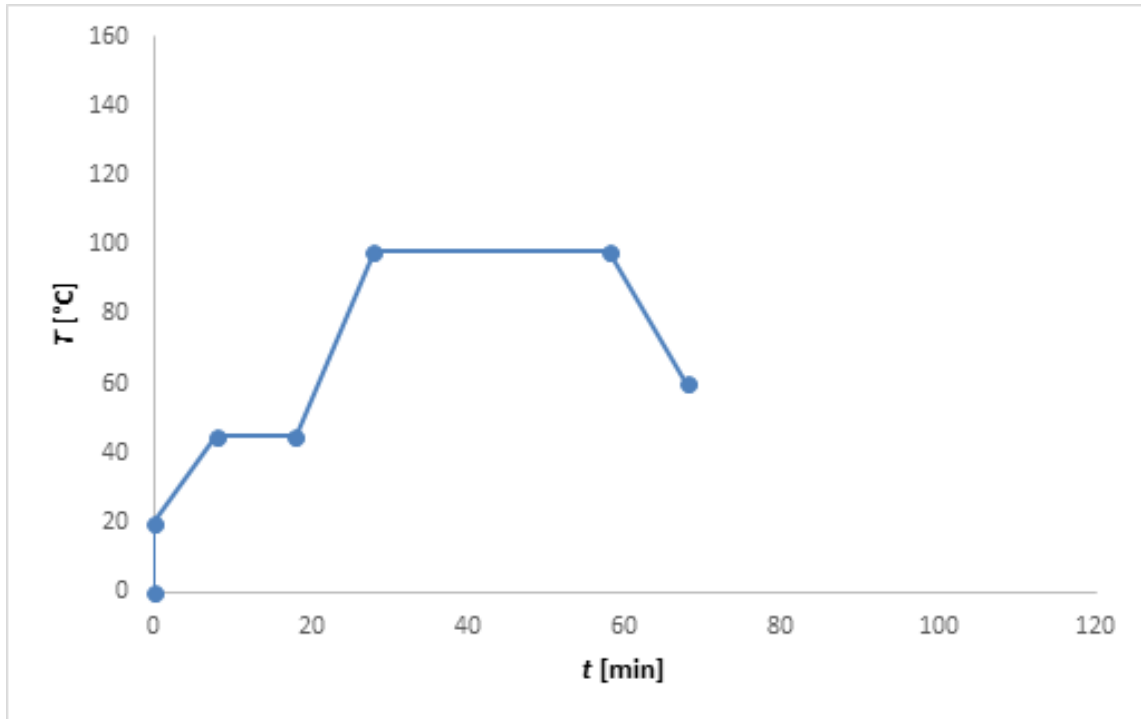
Slika 8 – ravnopletači, dvoiglenični stroj (Singer)



Slika 9 – gladki, desno-desni preplet

### 3.3. OBRADE MATERIJALA

Bojadisanje pletiva provedeno je u Polymath uređaju u trajanju 68 min na temperaturi od 98 °C (sl.10). Nakon bojadisanja uzorci oprani više puta vodom i sapunom, te sušeni u sušioniku na 60°C sat vremena.



Slika 10 - Shematski prikaz procesa bojadisanja

#### Bojadisanje direktnim bojilom

- 1% direktnog bojila TUBANTIN Rot 6BLL (BEZEMA) na masu materijala
- Omjer kupelji 1:25
- Masa materijala: 10 g
- Bojilo: 1 g
- Kupelj: 250 ml
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  : 5 g/l  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- $\text{Na}_2\text{SO}_4$  : 10 g/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- NaOH: 1,2 g/l -> 5 kapi NaOH za pH 9-10

---

### Bojadsanje reaktivnim bojilom:

- 1% reaktivnog bojila BEZAKTIV Rot S-3B (BEZEMA) na masu materijala
- Omjer kupelji 1:25
- Masa materijala: 10 g
- Bojilo: 1 g
- Kupelj: 250 ml

### 3.4. MJERNE METODE

**Spektralne karakteristike** izmjerene su na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 600 PLUS-CT, tt. Datacolor (sl.11). Mjerenjem se dobiju tri vrijednosti remisije: X-crvenog, Y-zelenog, Z-plavog svjetla iz kojeg se računalno preračunavaju svi parametri boje.



**Slika 11** - Remisijski spektrofotometar Spectraflash SF 600 PLUS-CT

Na nebojadsanim prugastim uzorcima automatski je izračunat stupanj bjeline prema CIE ( $W_{CIE}$ ) u skladu s ISO 105-J02:1997, te Indeks požućenja (Yellowing Index, YI) prema DIN 6167:1980.

Iz remisije, nakon bojadsanja, izračunata je dubina obojenja (K/S) prema:

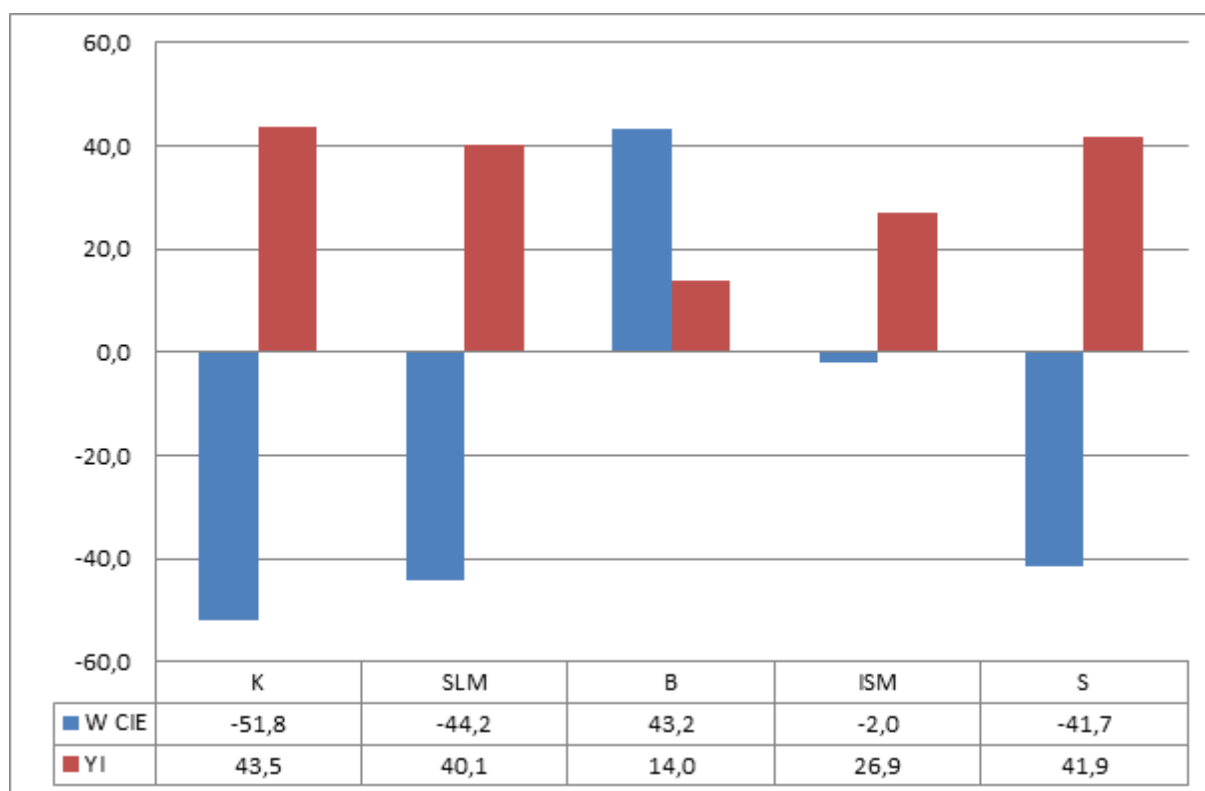
$$K/S = (1-R)^2/2R \quad (6)$$

gdje je R vrijednost remisije u relaciji od 0-1 (R/100).

## 4. REZULTATI S RASPRAVOM

Cilj ovog završnog rada bio je istražiti može li se postići prugasti uzorak na pletivu različitom predobradom pamuka. U tu svrhu je iz 5 različito predobrađenih pređa: smuđene (S), nemerцерizirane, iskuhane pa kemijski bijeljene (B), industrijski mercerizirane uz rasteg (ISM), mercerizirane bez rastega (SLM) i kationizirane tijekom mercerizacije (K) izrađeno pletivo s prugastim uzorkom. Potom je pletivo bojadisano reaktivnim i direktnim bojilom, te su izmjerene spektralne karakteristike. Na osnovu rezultata izrađena je likovna mapa kao moguća realizacija ovih pletiva.

Razlike u boji do kojih dolazi predobradom pamuka iskazane su kao stupanj bjeline i indeks požućenja na sl. 10. Koordinate boje različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastim uzorcima pletiva nakon prije i nakon bojadisanja direktnim (D) i reaktivnim (R) bojilom prikazane su u tab.2, a remisija i dubina obojenja na sl. 12-18.



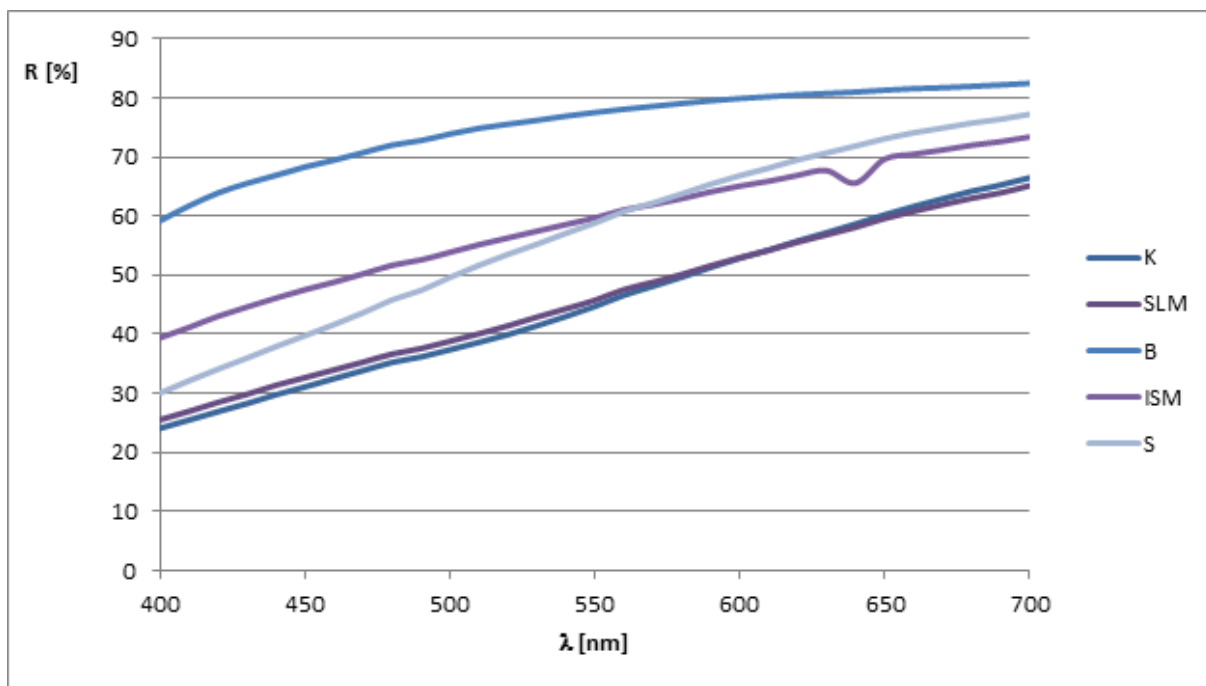
**Slika 12** – Stupanj bjeline prema CIE ( $W_{CIE}$ ) i indeks požućenja (YI) pruge u pletivu izrađenom iz različito predobrađenih pređa: smuđene (S), nemercerizirane, iskuhane pa kemijski bijeljene (B), industrijski mercerizirane uz rasteg (ISM), mercerizirane bez rastega (SLM) i kationizirane tijekom mercerizacije (K)



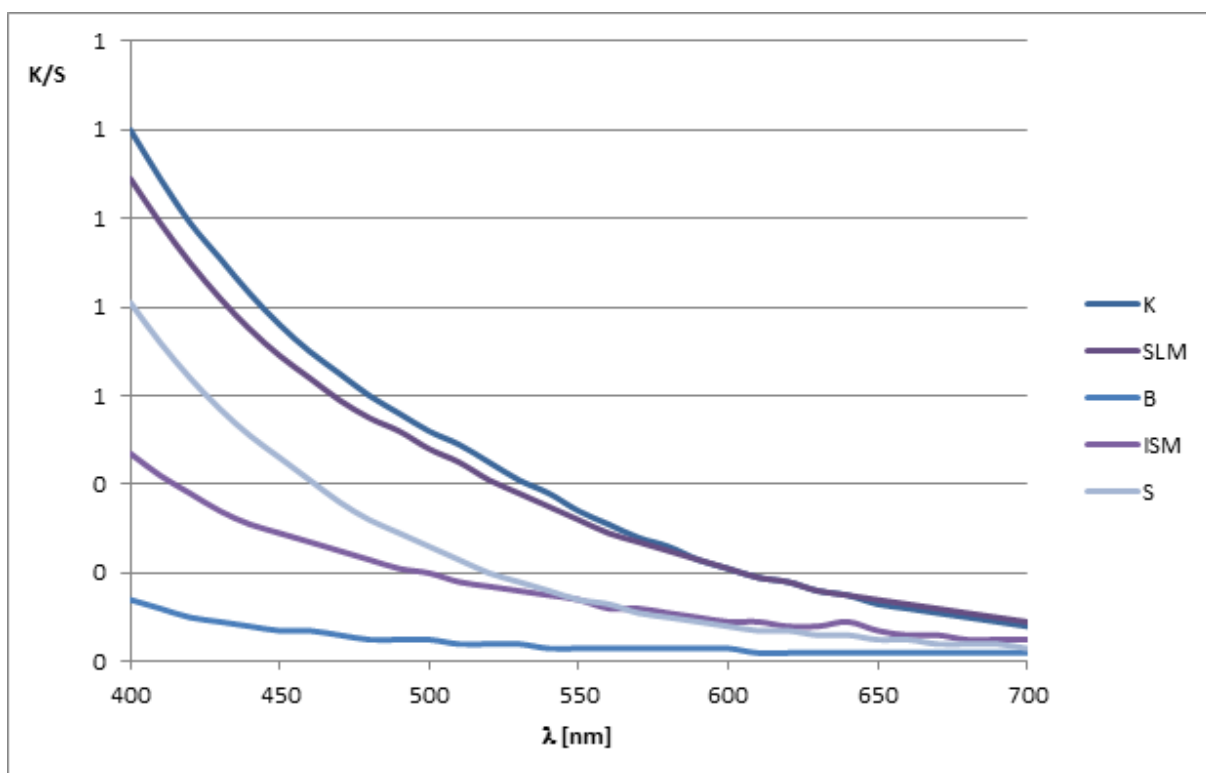
**Tablica 2** - Koordinate boje različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastim uzoracima pletiva nakon prije i nakon bojadisanja direktnim (D) i reaktivnim (R) bojilom

	L*	a*	b*	C*	h
K	72,99	6,03	17,51	18,52	71,00
K-D	20,07	31,22	14,81	34,55	25,38
K-R	30,90	53,98	8,55	54,65	9,00
SLM	73,57	5,03	16,35	17,10	72,89
SLM-D	37,51	43,85	11,06	45,23	14,16
SLM-R	43,23	51,6	-3,45	51,71	356,17
B	90,34	0,08	7,15	7,15	89,34
B-D	44,48	43,8	5,54	44,15	7,21
B-R	54,46	49,65	-7,77	50,25	351,10
ISM	81,64	2,51	12,04	12,30	78,25
ISM-D	39,00	44,85	10,72	46,12	13,44
ISM-R	47,33	54,44	-6,42	54,82	353,27
S	81,04	3,82	19,59	19,96	78,96
S-D	46,26	43,98	5,33	44,31	6,91
S-R	57,08	45,56	-7,76	46,22	350,33

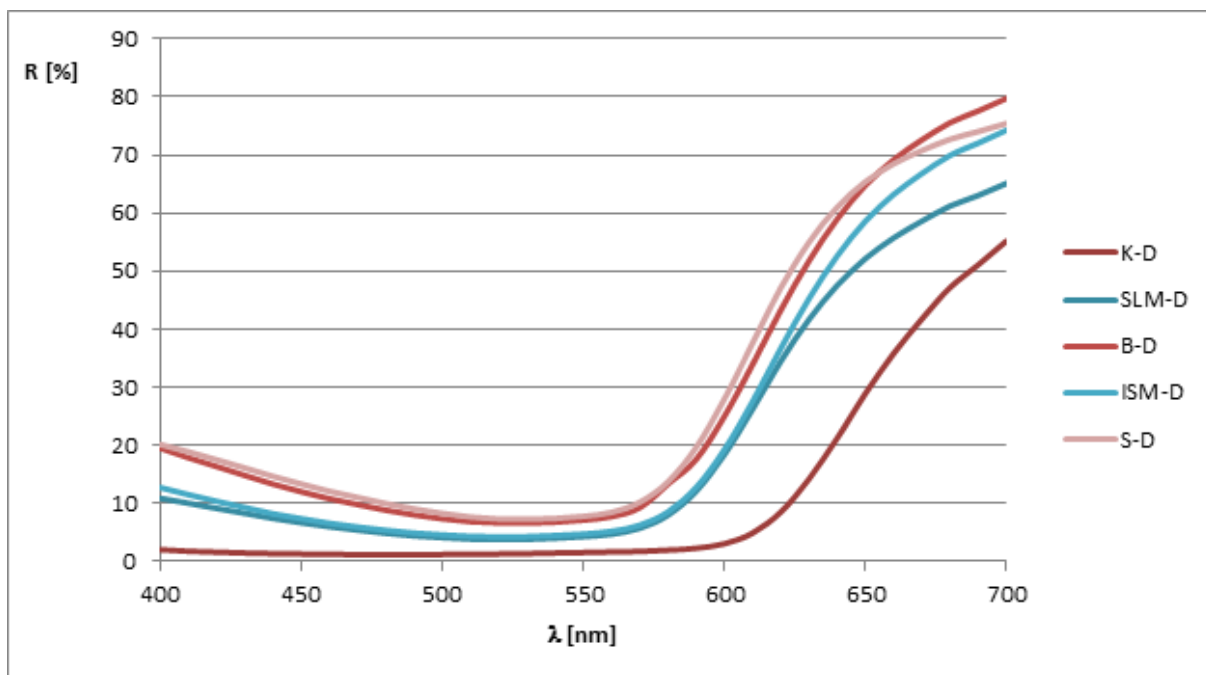
Iz rezultata bjeline i požućenja prikazanih na sl. 12, remisije na sl. 13 i L\*, b\* u tab.2 vidljivo je da se predobradom pređe značajno mijenja i temeljna boja. Sirova pređa koja je smuđena (S), mercerizirana bez rastega (SLM) i kationizirana tijekom mercerizacije (K) ima značajno manji stupanj bjeline i zadržava prirodno žućkasti ton pamuka. Sirovi pamuk sadrži razne primjese koje mu daju žućkasto obojenje, pa su mu remisija i bjelina niske. Mercerizacijom, pa time i kationiziranjem tijekom mercerizacije u laboratorijskim uvjetima je uklonjen dio primjesa sirove pamučne pređe, ali i dalje dio primjesa ostaje i zadržava žuti ton. Razlog tomu je što se mercerizacijom pamuka mijenja makro i mikro strukturu vlakna, a kationiziranjem naboj celuloze pamuka, no remisija i bjelina ostaju iste.



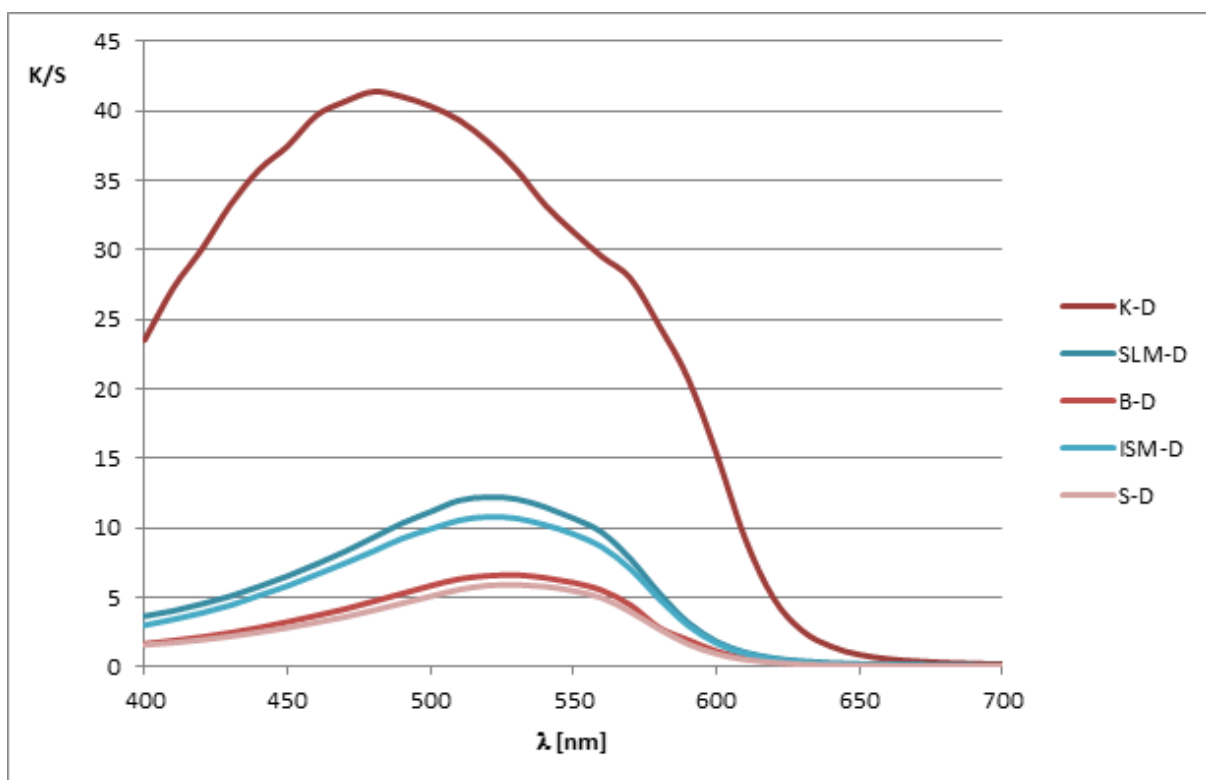
**Slika 13** – Remisija različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastom pletivu



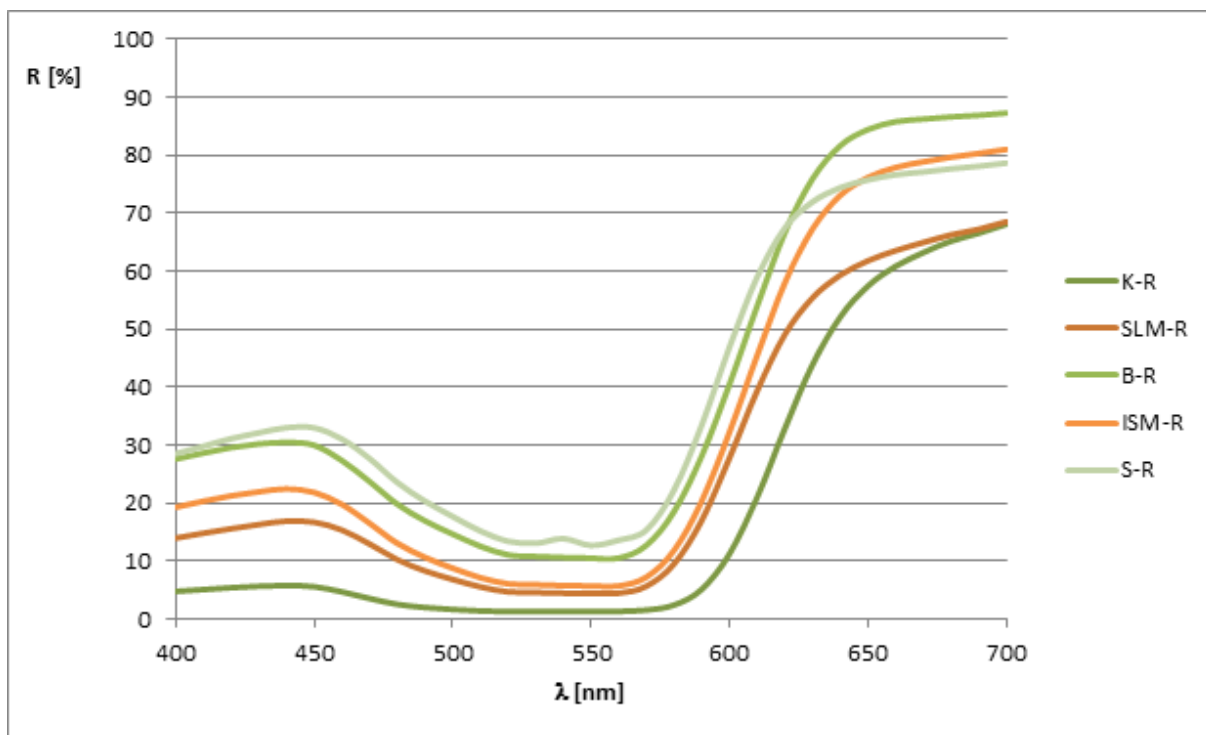
**Slika 14** – Dubina obojenja različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastom pletivu



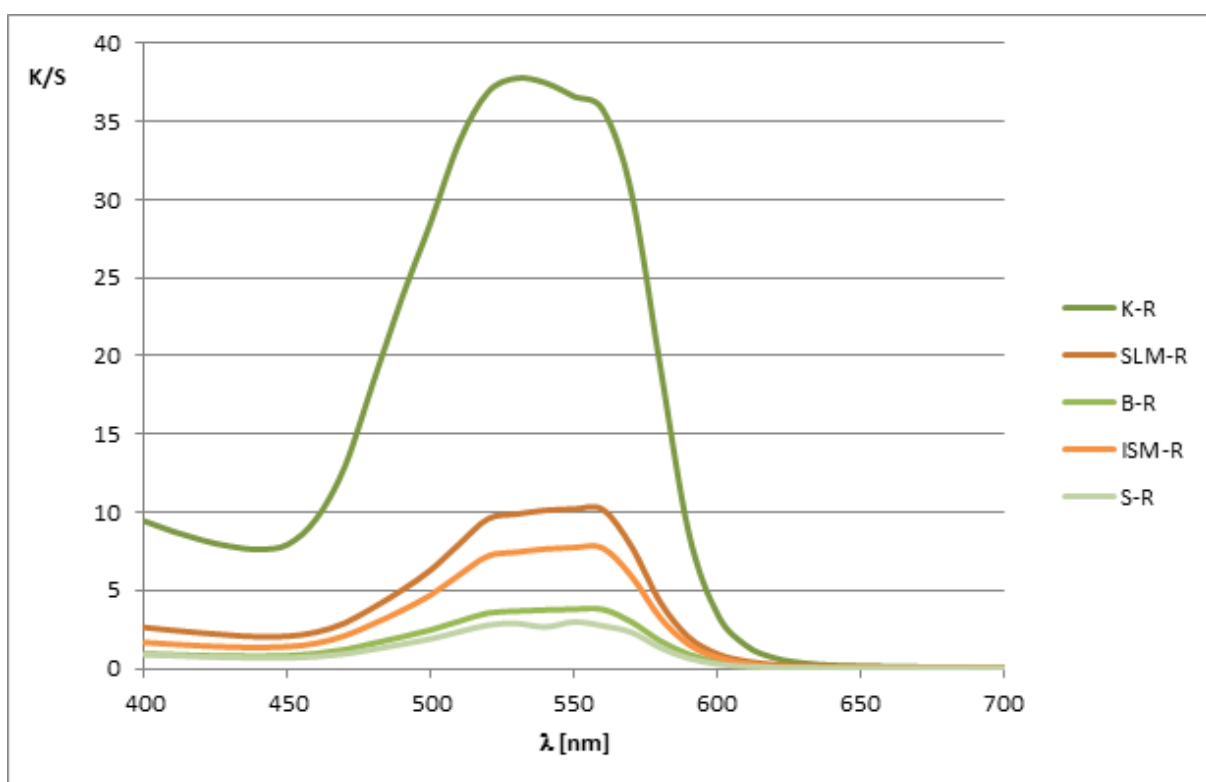
**Slika 15** – Remisija različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastom pletivu bojadisanih direktnim bojilom



**Slika 16** – Dubina obojenja različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastom pletivu bojadisanih direktnim bojilom



**Slika 17** – Remisija različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastom pletivu bojadisanih reaktivnim bojilom



**Slika 18** – Dubina obojenja različito predobrađenih pamučnih pređa u prugastom pletivu bojadisanih reaktivnim bojilom

---

Mercerizacijom uz rasteg (ISM) u industriji uklanja se veći dio primjesa, pa takva pređa ima bolju bjelinu ( $W_{CIE}$  ide sa -40 za S na -2 za ISM) i manje požućenje (YI s 41,9 na 26,9). Iskuhavanjem pamuka uklanjaju se masnoće, voskovi, pektini, proteini i druge organske tvari iz primarne stjenke pamuka, a pigmenti u procesu kemijskog bijeljenja što utječe na povećanje remisije i bjeline pletiva ( $W_{CIE} = 43,2$ ). Analogno povećanju bjeline i remisije, smanjuje se indeks požućenja, YI (sl. 10). Najviši YI imaju sirova pamučna pletiva (S, SLM I K) zbog pigmenata i primjesa, a najniži YI kemijski bijeljeno pamučno pletivo (ISM).

Obzirom na zadatak ovog rada istražena su obojenja direktnim i reaktivnim bojilom prugastog pletiva izrađenog od različito predobrađenih pređa. Poznato je da se s pojedinom predobradom mijenjaju adsorpcijska svojstva pamuka, te je upravo to svojstvo iskorišteno za dobivanje prugastog uzorka pletiva. Na osnovu postignutog izgleda pletiva izrađena je likovna mapa odjevnih predmeta koji bi se mogli napraviti.

Iz rezultata koordinata boje (tab.2), remisije i K/S vrijednosti (sl. 13-16) može se vidjeti da se pruga iz sirove smuđene (S) pređe najmanje obojila bez obzira o kojem se bojilu radi. To je bilo za očekivati jer voskovi i pektini onemogućavaju prodor bojila na vlakno. Iskuhavanjem i bijeljenjem se postiže dobra bjelina, uklanjaju se primjese pa takav pamuk dobro adsorbira bojilo. Mercerizacija pamuka mijenja makro i mikro strukturu vlakna. Mercerizacijom celulozni lanac ostaje nepromijenjen obzirom na duljinu, ali se mijenja ravnina u kojoj su položeni celulozni lanci. Taj pomak ravnine i blagi zaokret celuloznih lanaca uvjetuje njihovo razmicanje, te se povećava broj pristupačnih hidroksilnih  $-OH$  skupina, adsorpcijskih i reaktivnih mjesta u vlaknu, što omogućava bolju adsorpciju vlage, bojila i drugih tvari. Iz tog razloga mercerizirane pređe (SLM, ISM) adsorbiraju duplo više bojila od bijeljenog pamuka. Kao što je bilo za pretpostaviti slobodno mercerizirana pređa adsorbira nešto više bojila od mercerizirane pređe uz rasteg. Razlog tomu je što je pređa u slobodnom stanju mogla bubriti u svim smjerovima te je nastalo više amorfni područja nego u mercerizaciji uz rasteg. Vidljivo je da je iako je mercerizirani pamuk imao nižu bjelinu, da je imao veći broj aktivnih mjesta pa je dubina obojenja veća.

Kationiziranjem merceriziranog pamuka dobiva se električki pozitivno nabijeno pamučno vlakno. Takav elektropozitivan pamuk jače apsorbira anionska bojila. Iz tog razloga kationizirani uzorci imaju znatno manje vrijednosti svjetline ( $L^*$ ), najnižu

---

remisiju i najveću K/S vrijednost bez obzira o kojem bojilu se radi – direktnom ili reaktivnom.

Uspoređujući rezultate dobivene za reaktivno i direktno bojilo vidljivo je da se direktno bojilo više iscrpilo. Razlog tomu je što se reaktivno bojilo na vlakno veže kovalentnom vezom, a direktno ionskom. Ovaj učinak najizraženiji je kod kationizirane pređe gdje se iz razloga ionskog vezivanja na kationiziranom pamuku vidi najveća dubina obojenja.

---

## 5. LIKOVNA MAPA

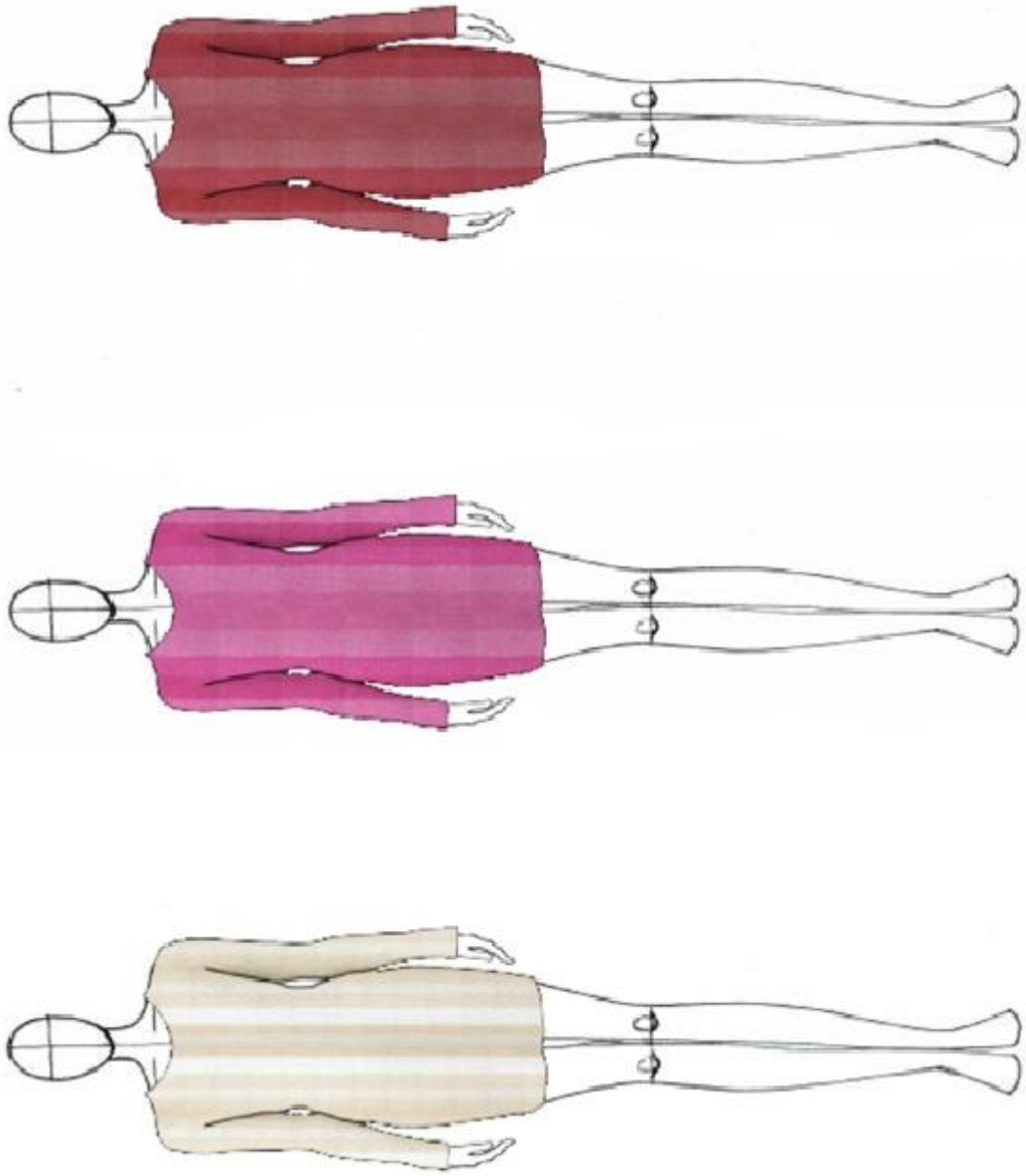
Nakon obrade uzoraka pamučnog pletiva dobivena su 3 različita prugasta pamučna pletiva. Uzorak koji nije bojadisan ostao je bijel-bež, uzorak bojadisan reaktivnim bojilom je ružičast, a bojadisan direktnim bojilom crven. Osmišljeni su modeli ženske odjeće koji bi se mogli napraviti iz dobivenih uzoraka.

Prva tri modela (sl. 19) prikazuju jednostavnu žensku haljinu/tuniku. Modeli su nastali iz potražnje za praktičnim i jednostavnim odjevnim predmetom koji bi bio udoban za svakodnevne odjevne kombinacije. Na haljini možemo primijetiti uzdužne pruge koje su i karakteristične za dobivene uzorke, a obzirom da su postavljeni uzdužno vizualno izdužuju figuru. Za prvi model zamišljeno je da je bojadisan reaktivnim bojilom, drugi direktnim, a treći model je iz neobojadisan, ali ispleten od pamuka različitih predobrada.

Sljedeća tri modela (sl. 20) prikazuju jednostavnu verziju ponča. Nastali su također iz ideje da se odjevni predmet učini sto praktičiji i udobniji, ali i estetski zanimljiv. Pončo kao ženski odjevni predmet može upotpuniti različite svakodnevne odjevne kombinacije, te je lagan i prozračan zahvaljujući pamučnom pletivu. Idealan je za ranu jesen i kasno proljeće. Isto kao i kod prva tri modela može se uočiti da je prvi model bojadisan reaktivnim bojilom, drugi model direktnim bojilom, a treći neobojadisan, ali također ispleten od pamučnih pređa različitih predobrada.

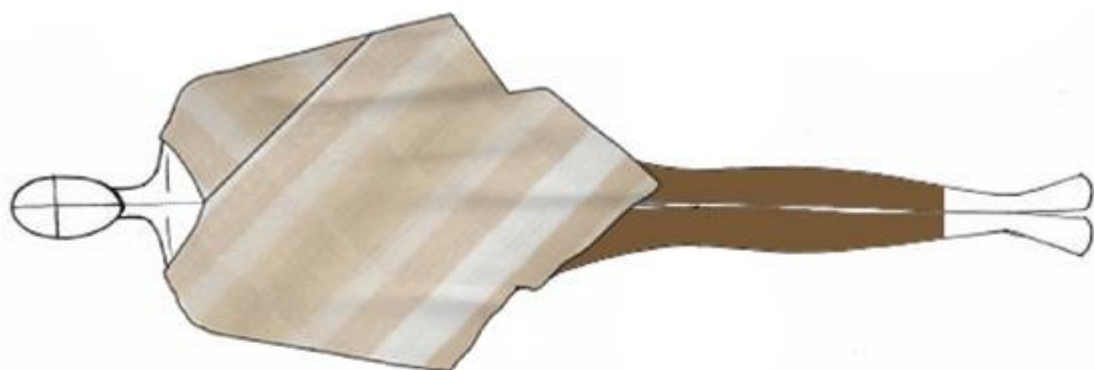
Zadnja tri modela (sl. 21) su modeli čarapa. Nakon što su uzorci bojadisani, njihov izgled svojom bojom i opipom podsjeća na čarape, pa je tu nastala ideja za zadnja tri modela. Pamučno pletivo ugodno je na dodir i sprječava znojenje nogu, a svojim prugama daje modelu zaigran i kreativan izgled.

Inspiracija za izradu ovih modela proizašla je prvenstveno iz izgleda i opipa dobivenih pletiva, a zatim iz potrebe za udobnim i praktičnim odjevnim predmetima koji će osvježiti i upotpuniti svakodnevne odjevne kombinacije.



**Slika 19** – Modeli ženske prugaste haljine





**Slika 20** – Modeli ženskog prugastog ponča



**Slika 21** – Modeli prugastih čarapa

---

## 6. ZAKLJUČAK

Predobrade pamuka mijenjaju njegova svojstva kao što su adsorptivnost, sjaj, bjelina, otpornost na habanje i povećanje prekidne sile. Upravo svojstvo različite adsorpcije iskorišteno je za postizanje prugastog uzorka na pletivu isključivo primjenom pređa različite predobrade. Pri izradi pletiva korištene su pamučne pređe: Sirova smuđena, industrijski mercerizirana uz rasteg, slobodno mercerizirana, kemijski bijeljena i kationizirana. Izrađena prugasta pletiva bojadisana su direktnim i reaktivnim bojilom.

U oba slučaja uočeno je isto ponašanje u bojadisanju. Pokazalo se da se najsvjetlija pruga postiže bojadisanjem kemijski bijeljene pređe, dok se najtamnija postiže bojadisanjem kationizirane pređe. Valja istaknuti da se vidi razlika u boji slobodno mercerizirane pređe i industrijski mercerizirane uz rasteg. Slobodno mercerizirana pređa je nešto tamnija, dok je industrijski mercerizirana svjetlija, ali sjajnija.

Po pletenju i bojadisanju, na osnovu izgleda dobivenih pletiva, osmišljeni su modeli ženske odjeće koji bi se mogli izraditi: haljina, pončo i čarape. Modeli su inspirirani izgledom i opipom dobivenih pletiva, sa svrhom izrade udobnih i praktičnih odjevnih predmeta koji će osvježiti i upotpuniti svakodnevne odjevne kombinacije.

---

## 7. LITERATURA

- [1] Čunko R., M. Andrassy: Vlakna, Zrinski d.d. Čakovec, Zagreb 2005.
- [2] ... Cotton Flower; poveznica: <https://oregonaitc.org/resource/cotton-flower/>, pristupljeno: 20-2-2017
- [3] ...EU eco-label; poveznica: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/faq.html>; pristupljeno: 20-2-2017
- [4] ... Oeko-Tex Standard 100; poveznica: <https://oecotextiles.wordpress.com/2011/07/28/certifications-oeko-tex/>; pristupljeno: 20-2-2017
- [5] Li Y., I.R. Hardin: Enzymatic Scouring of Cotton: Effects on Structure and Properties, Textile Chemists and Colorists 66 (1997) 8, 71-76.
- [6] Zulić D., A. M. Grancarić: Alkalne pektinaze za iskuhavanje pamuka, Tekstil 51 (2002.) 1, 128-135
- [7] Soljačić I., D. Katović, A. M. Grancarić: Osnove oplemenjivanja tekstila, Knjiga I, Pripremni procesi i strojevi za oplemenjivanje, 1984.
- [8] Grancarić A. M., D. Ujević, A. Tarbuk, B. Brlobašić Šajatović: Enzimatsko iskuhavanje pamučnog pletiva neutralnim pektinazama – utjecaj na prošivljivost, Tekstil 58 (2009.) 11, 537-545
- [9] Tarbuk, A.; T. Pušić, M. Jukić: Optimiranje postupka iskuhavanja pamučne tkanine kiselim i neutralnim pektinazama. Tekstil 62 (2013) 9-10; 353-360
- [10] Tarbuk, A. Predavanja iz kolegija Procesi oplemenjivanja tekstila, 2015.
- [11] Bach E., E Schollmeyer: Kinetische Untersuchungen zum enzymatischen Abbau von Baumwollpektin; Textilveredlung 27 (1992) 2, 144-148
- [12] Bischof S, I. Soljačić, D. Katović: Enzimi u oplemenjivanju i pranju tekstila, Tekstil 43 (3) 136-143 (1994.)
- [13] Araujo R., Casal M., Cavaco- Paulo A.: Application of enzymes for textile fibre processing, Biocatalysis and Biotransformation 26 (2008) 5, 332-349
- [14] Soljačić I.: Istraživanje mogućnosti sprečavanja katalitičkog djelovanja metalnih iona pri bijeljenju pamuka vodikobim peroksidom, Savezni časopis za tekstilnu tehnologiju i konfekciju, broj 1 (1978.)

- 
- [15] Soljačić I.: Problematika bijeljenja pamuka vodikovim peroksidom, Savezni časopis za tekstilnu tehnologiju i konfekciju, broj 11 (1977.)
- [16] Soljačić I., B. Kuzmek, D. Katović: O mercerizaciji pamuka, Tekstil 36 (3) 123-130 (1987.)
- [17] Asian Textile Studies: Cotton; poveznica: <http://www.asiantextilestudies.com/cotton.html>, pristupljeno: 27-2-2017
- [18] Grancarić, A. M., A. Tarbuk, T. Dekanić: Elektropozitivan pamuk; Tekstil 53 (2004) 2, 47-51
- [19] Tarbuk A., A. M. Grancarić, A. Majcen le Mareshal, Kationiziranje celuloznih materijala – mogućnost primjene u sustavima za pročišćavanje voda, Tekstil 61 (2012) 7-12, 346-348
- [20] Tarbuk, A., A.M.Grancarić, M. Leskovac: Novel cotton cellulose by cationisation during the mercerisation process - Part 1: Chemical and morphological changes, Cellulose 21 (2014) 3; 2167-2179
- [21] Tarbuk, A.; A. M. Grancarić, J. Bišćan: Modificirani pamuk pozitivnog elektroničkog naboja, Zbornik radova 1. znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo (Bischof Vukušić, S.), Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008, 109-112
- [22] Tarbuk, A., A. M. Grancarić, D. Golob, A. Majcen le Marechal: Mogućnost primjene kationiziranog pamuka u sustavima za pročišćavanje vode, Zbornik radova 6. znanstveno-stručnog savjetovanja TZG2013 "Sinergija - ključ uspjeha" (ur. Penava, Ž.; Gudlin Schwarz, I.), Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2013. 47-52