

Utjecaj kationiziranja na promjene prvotnih svojstava pamučne tkanine

Marković, Josip

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:201:063213>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-17**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO**

ZAVRŠNI RAD

**UTJECAJ KATIONIZIRANJA NA PROMJENE PRVOTNIH
SVOJSTAVA PAMUČNE TKANINE**

Josip Marković

Zagreb, rujan 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
Studij: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo (TTI)
Smjer: Projektiranje i menadžment tekstila (PMT)

ZAVRŠNI RAD

**UTJECAJ KATIONIZIRANJA NA PROMJENE PRVOTNIH
SVOJSTAVA PAMUČNE TKANINE**

Mentor: doc. dr. sc. Anita Tarbuk

Josip Marković

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

Broj stranica:	36
Broj tablica:	10
Broj slika:	22
Broj literaturnih izvora:	25

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Doc. dr. sc. Sandra Flinčec Grgac, predsjednica
2. Doc. dr. sc. Anita Tarbuk, članica - mentorica
3. Doc. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić, članica
4. Dr. sc. Tihana Dekanić, zamjenica članice

ZAHVALE

Zahvaljujem tvrtki “DM TEKSTIL KROJAČKI OBRT” Ozalj na doniranim uzorcima otpadnih tkanina koje smo modificirali.

Zahvaljujem Sveučilištu u Zagrebu na financijskim potporama istraživanju “Istraživanje i primjena kationiziranih celuloznih materijala” (TP149), 2015. i “Primjena kationiziranih celuloznih materijala” (TP5-16), 2016. voditeljice doc. dr. sc. A. Tarbuk, kojima je financirano ovo istraživanje.

*Veliko hvala mojoj obitelji na podršci i razumijevanju tijekom ove 3 akademske godine,
te tijekom cjelokupnog procesa izrade ovog rada.*

SAŽETAK:

Josip Marković

UTJECAJ KATIONIZIRANJA NA PROMJENE PRVOTNIH SVOJSTAVA PAMUČNE TKANINE

U ovom radu istražena je mogućnost modificiranja/kationiziranja otpadnog celuloznog materijala u svrhu poboljšavanja njegovih prvotnih svojstava. Kationiziranje čistog pamuka tijekom mercerizacije primjenom kratkolančanih kationskih sredstava rezultira materijalom unaprijeđenih svojstava, otpornijih na mehanička oštećenja. U svrhu ovog istraživanja otpadni celulozni materijal, optički bijeljena i tiskana pamučna tkanina, okrajci iz šivaonice, kationizirane su tijekom postupka mercerizacije u laboratorijskim uvjetima s visokoučinkovitim 3-kloro-2-hidroksipropil-trimetil amonijevim kloridom (CHPTAC) te ekološki prihvatljivijim trgovačkim proizvodima tvrtke CHT- Bezema Rewin OS i Rewin DWR. Obzirom da se radi o otpadnom materijalu kojem su aktivne skupine blokirane, bilo je upitno može li ga se uopće kationizirati. Pokazalo se da je moguće, no ipak treba voditi računa o odabiru otpadnog materijala jer učinkovitost ovisi o prethodnim obradama kojima je materijal bio podvrgnut. Utvrđeno je da se otpadne optički bijeljena i tiskana pamučna tkanina mogu kationizirati i dati poboljšane učinke u pogledima poboljšane čvrstoće i prekidnog istezanja. Ovako modificirani otpadni materijal ima dobru adsorptivnost, a povećana čvrstoća omogućila bi izradu „filtra“ postupkom iglanja. Primjena ovakvog filtra bila bi od višestruke koristi za tekstilnu industriju – zbrinjavanje otpadnog tekstila i pročišćavanje otpadnih voda, čime bi se pozitivno utjecalo i na zaštitu okoliša.

Ključne riječi: *kationiziranje tijekom mercerizacije, otpadni pamuk iz šivaonice, čvrstoća, prekidno istezanje*

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	TEORIJSKI DIO	2
2.1.	Pamuk	2
2.1.1.	Mercerizacija	4
2.1.2.	Kationiziranje	6
3.	EKSPERIMENTALNI DIO	8
3.1.	Zadatak	8
3.2.	Materijal	8
3.2.1.	Tkanine	8
3.2.2.	Sredstva za kationiziranje	12
3.3.	Postupak modifikacije - kationiziranja tijekom mercerizacije	12
3.4.	Mjerne metode	13
3.4.1.	Konstruktivna svojstva tkanine	13
3.4.2.	Broj niti osnove i potke	14
3.4.3.	Površinska masa, m	14
3.4.4.	Prekidna sila (F_p, F_o) i prekidno istežanje (ϵ_p, ϵ_o)	14
4.	REZULTATI S RASPRAVOM	16
5.	ZAKLJUČAK	33
6.	LITERATURA	34

1. UVOD

Tekstilna i odjevna industrija, osim otpadnih voda, ima i otpad iz krojačnica i šivaonica, koji je neophodno zbrinjavati. Upravo stoga se ovaj rad bavi istraživanjem kationiziranja otpadnog tekstilnog celuloznog materijala tijekom mercerizacije koji bi se kao materijal dodane vrijednosti mogao primijeniti kao „filtrar“ u sustavima za pročišćavanje otpadne vode.

Kationiziranjem pamuka kratkolančanim kationskim sredstvima tijekom mercerizacije nastaje novi materijal koji zadržava sva povoljna svojstva merceriziranog pamuka uz promjenu naboja celuloze pamuka čime se povećava afinitet prema anionskim sredstvima (tenzidi, bojila i polielektroliti). Ovi rezultati su ukazali na potencijalnu mogućnost ekološkog zbrinjavanja otpadnih anionskih sredstava, no nije poznato da li bi se iz otpadnih celuloznih materijala tekstilne industrije mogao izraditi filtrar. Otpadni materijali često su obojeni i/ili dorađeni, pa već imaju zauzeta reaktivna mjesta u celulozi na koja bi se trebalo vezati kationsko sredstvo, a trganjem i regeneracijom dolazi do depolimerizacije te se trebalo istražiti da li će se postupak kationiziranja tijekom mercerizacije moći uspješno provesti i rezultirati svojstvima koje ovaj postupak modifikacije pokazuje u čistim sustavima.

Iz tog razloga odabrane su dvije otpadne tkanine za kationiziranje, jedna tiskana reaktivnim bojilom, a druga optički bijeljena, te je istražena mogućnost modificiranja-kationiziranja tijekom mercerizacije u svrhu poboljšavanja njegovih prvotnih svojstava, prvenstveno čvrstoće kako bi se omogućila izrada „filtra“ postupkom iglanja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Pamuk

Pamuk je najšire i najviše upotrebljavano tekstilno vlakno te jedna od najvažnijih sirovina za izradu tekstilija za raznovrsna područja upotrebe. Unatoč razvitku brojnih novih vrsta vlakana izvrsnih svojstava, milijuni ljudi diljem svijeta oblače se u pamučnu odjeću i danomice koriste ugodne pamučne tekstilije. U ukupnoj svjetskoj proizvodnji i potrošnji vlakana prisutan je s oko 36 %, dok je unutar skupine prirodnih vlakana zastupljen s oko 74 %. Danas se pamuk uzgaja u oko 75 zemalja svijeta na svim kontinentima, a najveći proizvođači su Kina, SAD, Indija, Pakistan, Uzbekistan i Turska. Tih šest zemalja proizvodi oko $\frac{3}{4}$ ukupne količine pamuka u svijetu.

Pamuk je sjemensko vlakno biljaka koje pripadaju rodu *Gossypium* porodici *Malvaceae*, ali samo su 4 vrste kultivirane za uzgoj s ciljem dobivanja vlakana:

- *G. hirsutum*: brdski pamuk, autohton za područje centralne Amerike, Meksika, Kariba i južne Floride (90% svjetske proizvodnje)
- *G. barbadense* : poznat kao pamuk dugačkog vlakna, autohton za tropsku Južnu Ameriku (8% svjetske proizvodnje)
- *G. herbaceum* : raste u obliku malih stabala, autohton za područje Indije i Pakistana (manje od 2% svjetske proizvodnje)
- *G. arboreum* : autohton za južnu Afriku i Arapski poluotok (manje od 2% svjetske proizvodnje) [1].



Slika 1. Pamuk [2]

Pamučno je vlakno prirodno celulozno vlakno složene građe, ali kemijski gledano je pretežno građeno od celuloze. Pored celuloze u vlaknu su u manjoj količini prisutne i druge prirodne popratne tvari. Te su tvari pektini, voskovi, organske kiseline, proteini i minerali, a većinom se nalaze u vanjskom dijelu vlakna, te se radi daljnje preradivosti uklanjaju postupkom iskuhavanja. Pamučna vlakna pretežito su bijela odnosno blijedo žućkasta. Bjelina pamuka ovisi o vrsti, zrelosti i klimatskim uvjetima pri kojima je biljka rasla. U novije vrijeme primjenom genetskog inženjeringa razvijene su i pamučne vrste koje daju vlakna žućkastosmeđe, crvene i crvenkastosmeđe nijanse (tzv. Obojeni pamuci).

Općenito se može reći da su pamučna vlakna relativno kratka. Granična duljina je 12,5 mm. Pamučna vlakna se ubrajaju u skupinu finih vlakana. Uobičajena se finoća nalazi u području 1,5-2 dtex, ali su mogući i širi rasponi vrijednosti od 2,5 do 8 dtex. Dovoljno su čvrsta za vrlo raznovrsne tekstilne proizvode, premda čvrstoća značajno varira ovisno o vrsti pamuka te se nalazi u području od 20 do 50 cN/tex. U praksi je uobičajeno da se čvrstoća pamučnih vlakana izražava tzv. presli indeksom (PI) (pressley indeks), koji se određuje specijalnim dinamometrom kojim se mjeri sila u librama pri kojoj dolazi do prekida snopića vlakana određene mase i izražava librama po miligramu (lb/mg; jedna libra iznosi 0,454 kg) (Tab.1.)

Tablica 1. Razvrstavanje pamuka prema čvrstoći

Oznaka pamuka	PI [lb/mg]
Slabi	Manje od 6,5
Umjereno čvrsti	6,5 do 6,9
Prosječno čvrsti	6,95 do 7,4
Čvrsti	7,5 do 8,0
Vrlo čvrsti	8,1 do 8,5
Odlični	Iznad 8,6

Kako bi se poboljšala svojstva pamučnog vlakna, ono se modificira na različite načine, od kojih su najpoznatije mercerizacija i u novije vrijeme, kationiziranje [2-6].

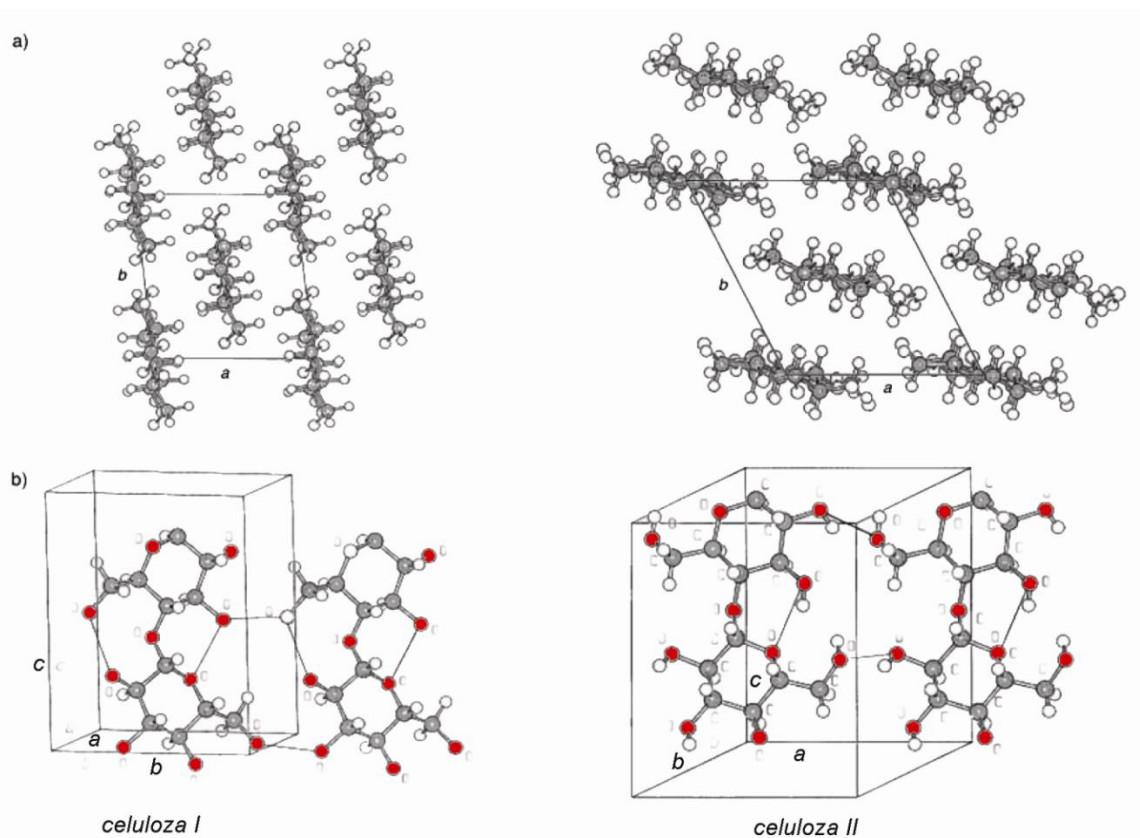
2.1.1. Mercerizacija

Počeci mercerizacije sežu još u 1844., kada je J. Mercer ustanovio da se u dodiru s koncentriranim lužinama pamučna tkanina znatno mijenja: skuplja, bubri, postaje gušća te joj se povećava apsorptivnost i čvrstoća. H. Lowe je 1890. ustanovio da se istovremenim istezanjem i uranjanjem u lužinu na pamučnoj tkanini postiže trajan plemenit sjaj, postojan i u pranju. Na osnovi tih spoznaja desetak godina kasnije započela je industrijska primjena mercerizacije i do danas nije izgubila na značenju. Istovremeno su nastavljena istraživanja s ciljem utvrđivanja najpovoljnijih uvjeta provedbe procesa, te traženje ocjene učinaka koji se njime postižu. S vremenom su razrađeni procesi vruće mercerizacije i mercerizacije u tekućem amonijaku, koji bi trebali zamijeniti proces klasične mercerizacije hladnom NaOH. S. M. Neale je 1930-ih postavio najviše prihvaćenu teoriju mercerizacije te matematički i eksperimentalno dokazao da je bubrenje vlakana u mercerizacijskim lužinama veće što je temperatura niža. Mercerizacija je postupak oplemenjivanja pamučnih pređa, tkanina, pletiva u koncentriranoj (obično 24 %-tnoj) natrijevoj lužini uz istodobno istezanje, kojim oni trajno dobivaju veći sjaj te veću čvrstoću i sposobnost apsorpcije vode i bojila. Tkanine i pletiva merceriziraju se tijekom prolaska kroz lužinu koji traje 50 do 120 s i zatim se u napetom stanju ispiru vrućom mekanom vodom, neutraliziraju i peru [7-12].

Usljed unutarnjih i vanjskih promjena u vlaknu ili na vlaknu za vrijeme djelovanja lužine tijekom procesa mercerizacije dolazi do promjene strukture kristalne jedinice celuloze (tab.2, sl.2), te se mijenja odnos kristalnih i amorfnih područja u pamučnom vlaknu [3, 7-12].

Tablica 2. Dimenzije kristalne jedinice celuloze I i celuloze II [7]

	<i>a</i> [nm]	<i>b</i> [nm]	<i>c</i> [nm]	β [°]
celuloza I	83,5	103,0	79,0	84
celuloza II	81,0	103,0	91,0	62



Slika 2. Kristalna struktura celuloze I i celuloze II –
a) projekcija jedinične ćelije; b) slaganje molekula u jediničnoj ćeliji [12]

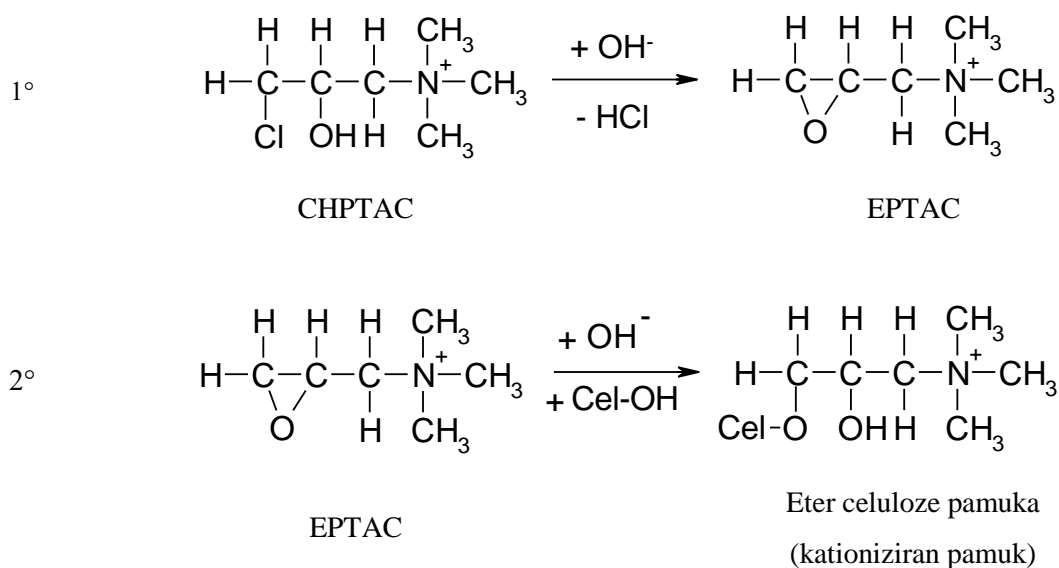
Usljed unutarnjih i vanjskih promjena u vlaknu ili na vlaknu za vrijeme djelovanja lužine tijekom procesa mercerizacije dolazi do promjene strukture kristalne jedinice celuloze (tab.2), te se mijenja odnos kristalnih i amorfnih područja u pamučnom vlaknu [8,9]. Kao što se iz tab.2 vidi, dimenzija b ostaje nepromijenjena, dimenzija a se neznatno mijenja, dok se dimenzija c znatno produžuje. To znači da celulozni lanac ostaje nepromijenjen obzirom na duljinu, ali da se mijenja ravnina u kojoj su položeni celulozni lanci.

U obradi uronjeno vlakno znatno nabubri, površina presjeka mu poraste, a oblik presjeka priđe iz nepravilnoga graholikog u kružni, odn. vlakno dobije gladak valjkast oblik. Pamuk merceriziran bez napinjanja (tzv. *luženje* ili *mercerizacija bez napetosti*) čvršći je i povećane je sposobnosti upijanja, a dobiva i elastičnost, koju trajno zadržava ako se naknadno obradi sredstvima za fiksiranje. Ta su svojstva nakon mercerizacije uz napinjanje manje izražena, ali se njome postiže veći sjaj. Ponekad se mercerizacija provodi u tekućem amonijaku, obradba traje 30 do 40 s, nije potrebno naknadno pranje, ali su njezini učinci slabije izraženi [8-11].

2.1.2. Kationiziranje

Pamuk je u vodi elektronegativno nabijen što otežava procese oplemenjivanja i bojadisanja anionskim sredstvima zbog odbojnih sila negativno nabijenog vlakna i aniona sredstva/bojila. Zato se u posljednje vrijeme istražuje kationiziranje pamuka. Početak istraživanja kationiziranog pamuka s ciljem poboljšanja bojenja veže se uz M. Rupina koji je obrađivao pamuk s 40 % otopinom epoksiopropil-trimetil amonijevog klorida. Početkom 1990.-ih započela su detaljna istraživanja na problematici modifikacije pamuka s drugim kationskim sredstvima sa svrhom istraživanja boljeg iscrpljenja anionskih bojila u bojenju i tisku s tiskarskim pastama s direktnim, reaktivnim i kiselim bojilima, te postojanosti obrada u oplemenjivanju. Istraživanja kvarternih amonijevih spojeva za kationiziranje celuloze pamuka istraživali su Hauser, Hashem i suradnici. Razvili su kationiziranje pamuka uz primjenu 3-kloro-2hidroksiopropil-trimetil amonijeva klorida (CHPTAC) i 2,3-epoksiopropil-trimetil amonijeva klorida (EPTAC) u naknadnoj obradi za poboljšanja svojstva prilikom bojadisanja i tiska [13-15].

Kationiziranje pamuka je modifikacija u alkalnim uvjetima mehanizmom blokade –OH skupina, pri čemu nastaju eteri celuloze (sl.3). Najčešće se radi s reaktivnim kvarternim amonijevim spojevima kraćeg lanca kao što su CHPTAC i EPTAC. Reakcija celuloze s kvarternom amonijevom skupinom CHPTAC zahtijeva alkalne uvjete i odvija se stupnjevito, na što utječu vrijeme, temperatura i pH, te uvjetuju njen tijek. U prvom stupnju CHPTAC prelazi u aktivni epoksidni oblik, EPTAC. Nepoželjna strana reakcije je što može doći do hidrolize epoksida u nereaktivni 2,3-dihidroksi derivat. Potom dolazi do umrežavanja epoksida s celulozom. Usprkos činjenici da svaka glukozna jedinica sadrži tri dostupne –OH skupine, dokazano je da one nisu jednako reaktivne. Reaktivna je samo –OH skupina na šestom C-atomu, koja reagira s kvarternim amonijevim spojem dajući derivat celuloze kationskog karaktera [13-19].



Slika 3. Reakcija nastajanja etera celuloze pamuka [5]

Za razliku od Hausera i sur., Grancarić, Tarbuk i sur. [4-6, 16-19] razvili su tehnološki postupak primjene navedenih spojeva tijekom mercerizacije. Uz unaprijed poznata svojstva koja se postižu mercerizacijom, kationiziranjem tijekom procesa mercerizacije dodano se mijenja naboj celuloze pamuka, čime se u potpunosti mijenja sustav bojilo-celuloza i tenzid-celuloza. U konačnici za krajnji rezultat ovih reakcija dobivamo modificirani pamučni materijal pozitivnog naboja.

Za kationiziranje pamuka mogu se koristiti i druga sredstva kao što su Denimcol FIX, Rewin DWR i Rewin OS (CHT/Bezema) na bazi kationski reaktivnih poliamonijskih spojeva [19-22]. Rewin DWR se koristi za oplemenjivanje tekstila u svrhu poboljšanja mokre postojanosti obojenja i postojanosti obojenja na pranje, prilikom uporabe reaktivnih bojila na celuloznim vlaknima. Rewin OS je također kationsko sredstvo koje se koristi za oplemenjivanje celuloznih vlakana u alkalnom mediju. Nakon obrade s Rewin OS obojena celulozna vlakna daju bolju postojanost obojenja na pranje, prilikom uporabe direktnih bojila.

Obzirom na kationizirani čisti pamuk ima visoku adsorptivnost za anionska sredstva, te bi se mogao napraviti filter za pročišćavanje otpadnih voda [18, 22-24], nametnula se ideja primjene jednakog načina kationiziranja otpadnih celuloznih materijala.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Zadatak

Zadatak rada je istražiti mogućnost kationiziranja otpadne pamučne tkanine, te utjecaj navedene modifikacije na njena prvotna svojstva. Zbog toga je u ovome radu pamučna tkanina kationizirana tijekom mercerizacije s 3-kloro-2-hidroksipropil trimetilamonij kloridom (CHPTAC, Sigma Aldrich), te kationskim reaktivnim poliamonijskim spojevima: Rewin OS (CHT-Bezema) i Rewin DWR (CHT-Bezema).

Plan rada:

- Kationiziranje celuloznog pamučnog materijala.
- Karakterizacija modificiranog materijala.
- Ispitivanje utjecaja kationiziranja na promjene prvotnih svojstava pamučne tkanine.

3.2. Materijal

3.2.1. Tkanine

Iz šivaonice „ DM TEKSTIL KROJAČKI OBRT“ dobivene su dvije vrste pamučnog celuloznog materijala. Prva vrsta pamučne tkanine je optički bijeljena koja se koristi u svrhu prerade za operaciono i posteljno rublje. Druga vrsta dobivene pamučne tkanine je tiskana tkanina koja se koristi u svrhu izrade posteljina. Specifikacije navedenih tkanina prikazane su na sl. 4 i 5.



euroinspekt
www.eurotextil.org

EUROINSPEKT EUROTETIL d.o.o.
za kontrolu robe i inženjering

KONTAKTNI PODACI

Preradovičeva 31/a
HR-10000 ZAGREB

T: +385 (0)1 4817 184
F: +385 (0)1 4552 479
laboratorij@eurotextil.org

T: +385 (0)1 4817 188
certifikacija@eurotextil.org

T i F: +385 (0)42 351 311

IBAN HR0223600001101226590
OIB: 06907657180

Društvo je upisano kod Trgovačkog suda u Zagrebu MBS 080098823 / Tem. kapital 35.500,00 kn uplaćen u cijelosti.

Uprava - direktor: Gordana Rendulić

Akreditirani laboratorij HRN EN ISO/IEC 17025

Odjel za certifikaciju HRN EN ISO/IEC 17065 - prijavljeno tijelo (notified body)

**Laboratorij za ispitivanje tekstila, naslojenog tekstila, geosintetika, kože, obuće i
osobne zaštitne opreme**

Akreditiran prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007

ISPITNI IZVJEŠTAJ br: 3975/15



Datum prijema: 21.05.2015.

Završeno dana: 21.05.2015.

Naziv i adresa naručitelja: DM TEKSTIL, krojački obrt, Jaškovo 53A, 47280 Ozalj

Plan uzorkovanja: naručitelj

Broj prijema uzorka: 1926/15 (16E3)

Oznaka ispitnog uzorka: Tkanina (platno vez)

Vrsta i boja ispitnog uzorka: tkanina, bijela

Opis i stanje ispitnog uzorka: uzorak veličine: 85x50 cm

Voditelj laboratorija:

Danko Mihelić, dipl.ing.

EUROINSPEKT EUROTETIL
d.o.o. za kontrolu robe
i inženjering
Zagreb, Preradovičeva 31/a

Rezultati ispitivanja se odnose samo na ispitani uzorak. Ispitni izvještaj se ne smije preslikavati djelomično ili u cijelosti bez odobrenja laboratorija.
Akreditacija vrijedi u području iz priloga Potvrde o akreditaciji 1118 (www.akreditacija.hr)

ZP-090-11

C:lab

Str. 1/2

Slika 4/1. Specifikacija optički bijeljene tkanine.

REZULTATI ISPITIVANJA:

Laboratorijski uvjeti: standardna atmosfera 20°C ±2% 65%RH ±2%

Ispitni izvještaj br: 3975/15

Ispitivanje	Ispitne metode	Vrijednost		Odstupanje	
		Zahtjev:	Utvrđeno:	Doz v	Utvrđ
Širina (cm)	HRN ISO 22198		160, 300		
Sirovinski sastav (%)	HRN EN ISO 1833-1 EU 1007/prilog VIII kvalitativno		100% pamuk		
Masa po jedinici površine (g/m ²)	HRN EN 12127		191		
Vež/Prepletaj*	HRN ISO 3572		Platno 1/1		
Tkanina: Određivanje broja niti na jedinicu duljine (niti/1cm) osnova/ potka	HRN EN 1049-2 Metoda A		25,5/23,5		
Prekidna sila (N) Osnova/potka	HRN EN ISO 13934-1		726/637		
Prekidno istezanje (%) osnova/potka	HRN EN ISO 13934-1		17/25		
Duljinska masa pređe iz tkanine: osnova potka	HRN ISO 7211-5 Metoda B		osnova: 36 x 1 Tex, Nm 27,8/1 potka: 34 x 1 Tex, Nm 29,4/1		
Dimenzijske promjene nakon pranja na 95°C (%)	HRN EN ISO 5077 HRN EN ISO 3759 HRN EN ISO 6330 Sušenje metoda F		dužina -1,1 širina -3,1		
Dimenzijske promjene nakon 5 pranja na 95°C (%)	HRN EN ISO 5077 HRN EN ISO 3759 HRN EN ISO 6330 Sušenje metoda F		dužina -3,7 širina -3,7		
Simboli održavanja	HRN EN ISO 3758				

metode označene * nisu obuhvaćene područjem akreditacije

Analizu izvršio:

 Darko Mihelčić dipl. ing.

EUROINSPEKT EUROTTEXTIL
 d.o.o. za kontrolu robe
 i inženjering
 Zagreb, Preradovičeva 31/a

Voditelj laboratorija:

 Darko Mihelčić dipl. ing.

Rezultati ispitivanja se odnose samo na ispitani uzorak. Ispitni izvještaj se ne smije preslikavati djelomično ili u cijelosti bez odobrenja laboratorija.
 Akreditacija vrijedi u području iz priloga Potvrde o akreditaciji 1118 (www.akreditacija.hr)
 ZP-090-11

Cilab

Str. 2/ 2

Slika 4/2. Specifikacija optički bijeljene tkanine.



Zagreb, 28.08.2008.

IZVJEŠĆE O ISPITIVANJU Br.643/08

NARUČITELJ: DUBRAVATEKS d.o.o., Zagreb, Aleja Lipa 1c
NAZIV PROIZVODA: TKANINA FLANEL ZA POSTELJNO RUBLJE/FLANEL BOJANI
ZEMLJA PORIJEKLA: TURSKA
NAČIN UZORKOVANJA: Uzorak dostavljen od firme Dubravateks

REZULTATI ISPITIVANJA	Deklarirano	Pronađeno
1. Širina, cm		282-3=279
2. Sirovinski sastav, % pamuk		100
3. Težina robe, g/m ² g/tm		164,5 459,0
4. Gustoća na 10 cm osnova/potka		185/150
5. Prekidna čvrstoća, daN osnova/potka		44,6/47,1
6. Prekidno izduženje, % osnova/potka		14,0/27,5
7. Skupljanje, pranje na 60°C, % po duljini/širini		-0,7/-3,0 95°C-2,0/-4,7
8. Postojanost boje na - pranje - znoj alkalni - suho trljanje - mokro trljanje		5/5 5/5 5 5
9. Finoća prediva, osnova/potka, tex osnova/ potka, Nm		27,5/70,0 36,4/1 14,3/1

Održavanje

Pranje U BOJI 60°C BIJELO 95°C
Glačanje 150°C
Kemijsko čišćenje X
Bijeljenje X
Sušenje zabranjeno sušenje u bubnju
I/L ocijediti, objesiti na užu i sušiti



Direktor sektora Nafta-Kemija

Mladen Čobanov, dipl.ing.

Slika 5. Specifikacija tiskane tkanine

3.2.2. Sredstva za kationiziranje

Pamučne tkanine kationizirane su tijekom mercerizacije prema [16] s:

- 3-kloro-2-hidroksipropil trimetil-amonij kloridom (CHPTAC, Sigma Aldrich), te kationskim reaktivnim poliamonijskim spojevima tvrtke CHT-Bezema:

- Rewin OS i
- Rewin DWR

Prema sigurnosnoj listi proizvođača – Fluka, CAS No. 3327-22-8, $M_m = 188.1$; to je 65-70 %-tna vodena otopina. Treba se skladištiti na 2-8°C jer hidrolizira. Obzirom na izvješća Europske komisije za zdravlje i zaštitu potrošača o utjecaju na zaštitu ljudi i okoliša prilikom rukovanja neophodna je primjena propisanih zaštitnih mjera. CHPTAC ne uzrokuje velike probleme po ljude i okoliš, ali primjenom u alkalnom mediju dolazi do pretvorbe u reaktivni EPTAC koji predstavlja najveću opasnost. Stoga se nakon primjene ne smije ispuštati u kanalizaciju već se skladišti i primjereno zbrinjava. Iz tog razloga primijenjeni su ekološki prihvatljivi trgovački proizvodi tvrtke CHT-Bezema Rewin OS (CHT-Bezema) i Rewin DWR čiji je mehanizam vezanja drugačiji i imaju nešto slabiji stupanj kationiziranja.

3.3. Postupak modifikacije - kationiziranja tijekom mercerizacije

Kationiziranje tijekom mercerizacije [16] je provedeno na jiggeru (sl. 6) kontinuirano brzinom od $v = 2$ m/min uz rasteg 0 %. Izvršeno je 12 prolaza kroz kupelj.



Slika 6. Jigger

Postupak modifikacije:

- Mercerizacija u kupelji koja sadrži:
 - 24 % NaOH
 - 5 g/l Subitol MLF (Bezema) - anionsko sredstvo za kvašenje
- Unos zaluženog celuloznog materijala (pamučne tkanine) u kupelji koja sadrži:
 - 50 g/l sredstva za kationiziranje CHPTAC ili Rewin OS ili Rewin DWR
- Odležavanje 24 h u zatvorenom sustavu
- Vruće ispiranje destiliranom vodom temperature 80-90 °C
- 2x hladno ispiranje destiliranom vodom
- Neutralizacija s 5 % CH₃COOH
- Niz hladnih ispiranja destiliranom vodom do neutralnog pH
- Sušenje na zraku

U tablici 3. navedene su oznake i obrade uzoraka.

Tablica 3. Oznake uzoraka

Oznaka	Obrada
OB	Optički bijeljena pamučna tkanina
TI	Tiskana pamučna tkanina
DWR	Bijeljenje, kationiziranje s Rewin DWR
OS	Bijeljenje, kationiziranje s Rewin OS
CHPTAC	Bijeljenje, kationiziranje s CHPTAC

3.4. Mjerne metode

3.4.1. Konstrukcijska svojstva tkanine

Broj niti osnove i potke, površinska masa i debljina tkanine utvrđeni su nakon modifikacija (mercerizacija i kationiziranje) prema standardnim metodama.

3.4.2. Broj niti osnove i potke

Broj niti osnove i potke [br./cm \equiv cm⁻¹] proveden je prema ASTM D3775-07 *Standard Test Method for Warp (End) and Filling (Pick) Count of Woven Fabrics*.

3.4.3. Površinska masa, m

Površinska masa pamučnih tkanina određena je vaganjem (sl.7) prema HRN ISO 3801:2003 *Tekstil - Tkanine - Određivanje mase po jedinici duljine i mase po jedinici površine*.



Slika 7. Digitalna vaga s točnošću mjerenja 0,001 g

3.4.4. Prekidna sila (F_p , F_0) i prekidno istežanje (ϵ_p , ϵ_0)

Prekidna sila (F_p) i prekidno istežanje (ϵ_p) izmjereni su prema HRN EN ISO 13934-1:2008 *Tekstilije - Vlačna svojstva plošnih tekstilija - 1. dio: Određivanje maksimalne sile i istežanja pri maksimalnoj sili metodom trake* na dinamometru Tensolab, MESDAN-LAB (sl.8).



Slika 8. Dinamometar Tensolab, MESDAN-LAB

Uvjeti određivanja prekidne sile i prekidnog istezanja su:

- dimenzije uzorka 200 mm x 50 mm
- razmak među stezaljkama 100 mm
- brzina istezanja 100 mm/min
- predopterećenje 2 N.

4. REZULTATI S RASPRAVOM

U radu je istražen utjecaj kationiziranja tijekom mercerizacije otpadnih pamučnih tkanina na promjene njihovih prvotnih svojstava. Za potrebe ovog istraživanja kationizirane su optički bijeljene pamučne tkanine te tiskane pamučne tkanine.

Rezultati su prikazani tablično i grafički kroz:

- konstrukcijska svojstva tkanine
- površinsku masu tkanine
- prekidnu silu i prekidno istežanje

Najprije su analizirani rezultati za kationiziranje optički bijeljene tkanine, potom za tiskanu, te je na kraju donesen zaključak uzevši u obzir obje otpadne pamučne tkanine.

4.1. Analiza prvotnih svojstava modificirane otpadne optički bijeljene pamučne tkanine

Broj niti osnove i potke otpadne optički bijeljene pamučne tkanine utvrđeni su prema standardnim metodama nakon modifikacije - kationiziranja tijekom mercerizacije. Rezultati su prikazani u tab. 4-5. te na sl. 9-10.

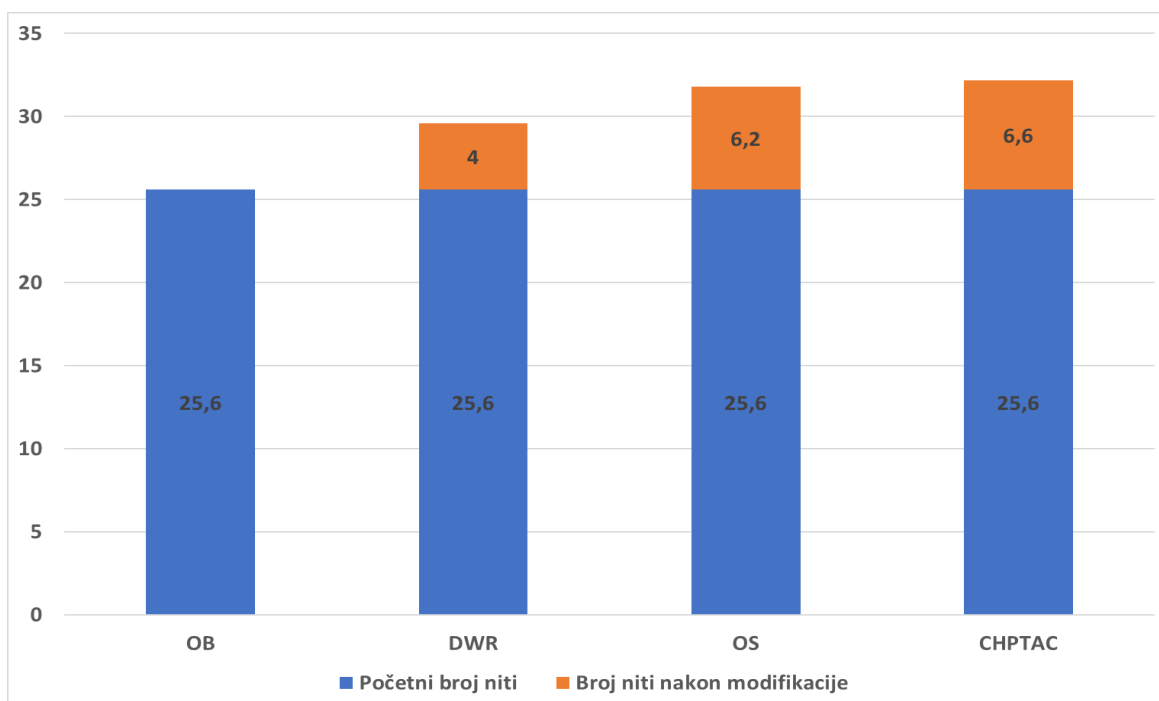
Površinska masa utvrđena je vaganjem optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija. Rezultati su prikazani u tab.6 i na sl.11.

Prekidna sila (F_{op}) i prekidno istežanje (ϵ_{op}) optički bijeljene pamučne tkanine izmjereni su prije i nakon modifikacije metodom trake. Rezultati su prikazani u tab. 7-10 i na sl. 12-15.

Tablica 4. Gustoća osnove optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Uzorak	No [cm ⁻¹]	σ	CV [%]	Δ No [%]
OB	25,6	1,14	4,45	0,00
DWR	29,6	1,14	3,85	15,63
OS	31,8	1,30	4,10	24,22
CHPTAC	32,2	0,84	2,60	25,78

*No - srednja vrijednost niti osnove po cm; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije

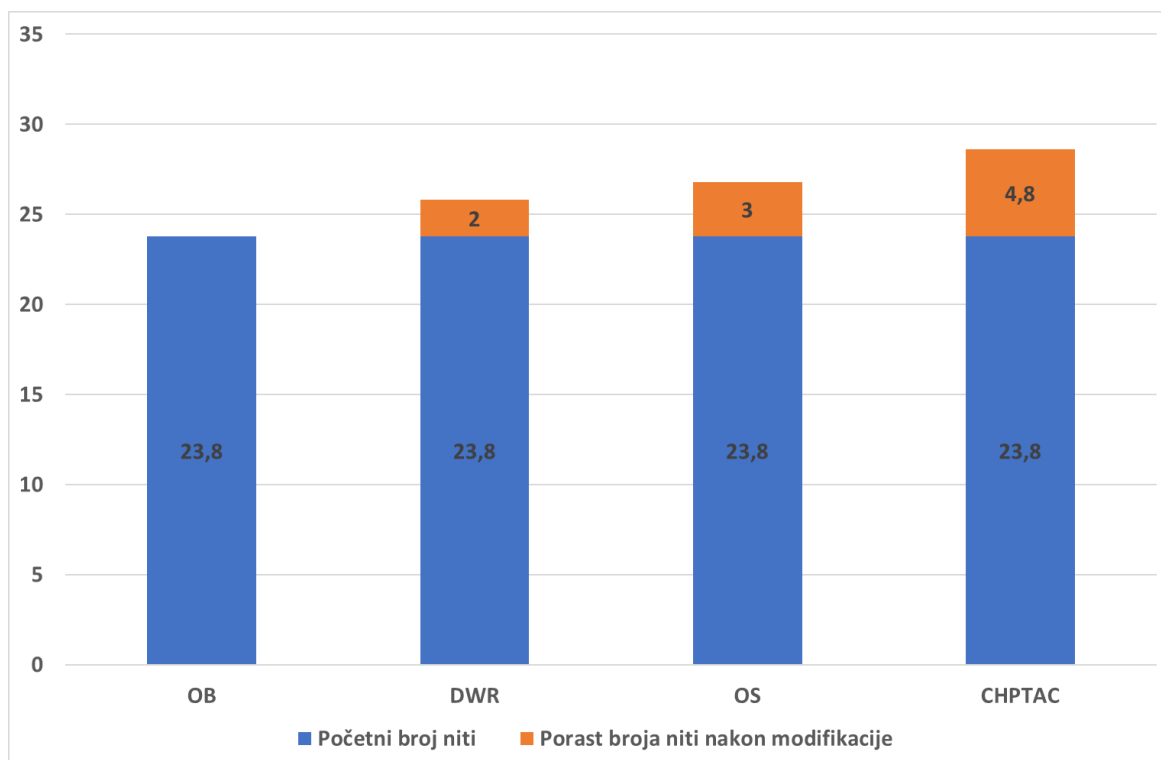


Slika 9. Gustoća osnove optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 5. Gustoća potke optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Uzorak	Np [cm ⁻¹]	σ	CV [%]	ΔNp [%]
OB	23,8	0,84	3,52	0,00
DWR	25,8	0,84	3,24	7,75
OS	26,8	1,30	4,87	11,19
CHPTAC	28,6	1,14	3,99	16,78

* Np srednja vrijednost niti osnove po cm; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije

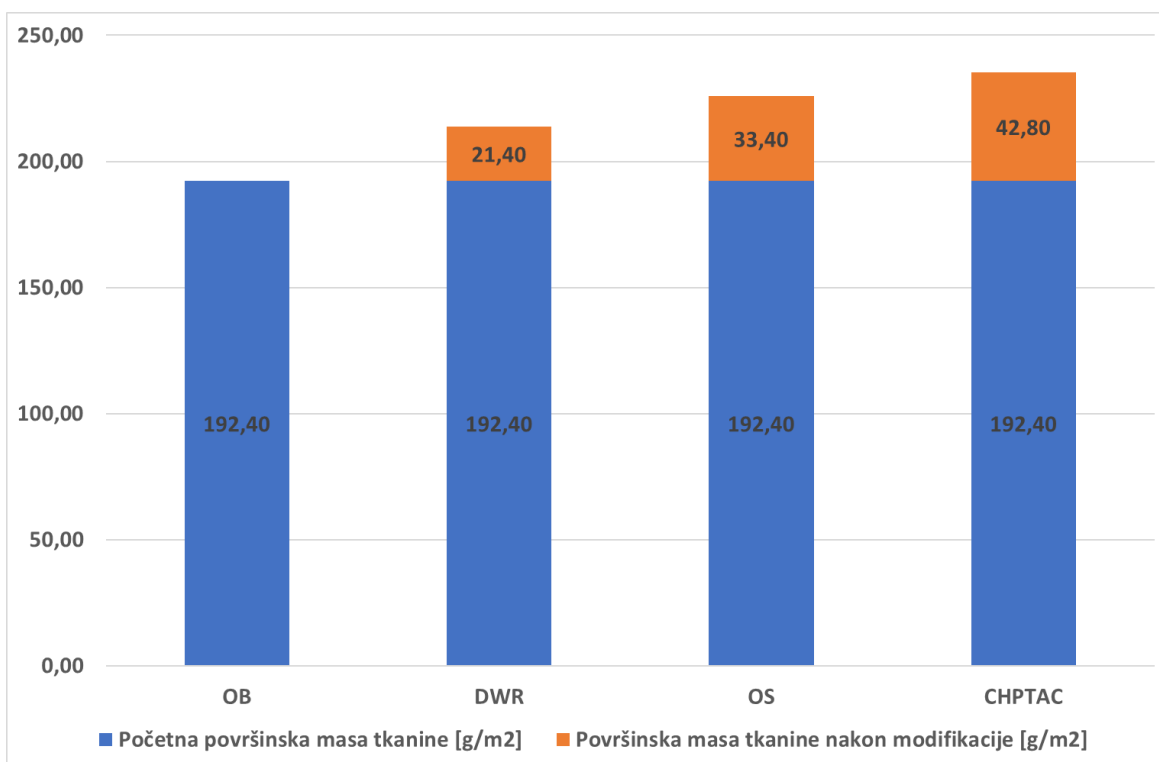


Slika 10. Gustoća potke optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 6. Površinska masa m [g/m^2] optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Uzorak	m [g/m^2]	σ	CV [%]	Δm [%]
OB	192,40	3,51	1,82	0,00
DWR	213,80	4,09	1,91	10,01
OS	225,80	2,28	1,01	14,79
CHPTAC	235,20	2,17	0,92	18,20

* m - srednja vrijednost površinske mase [g/m^2]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije

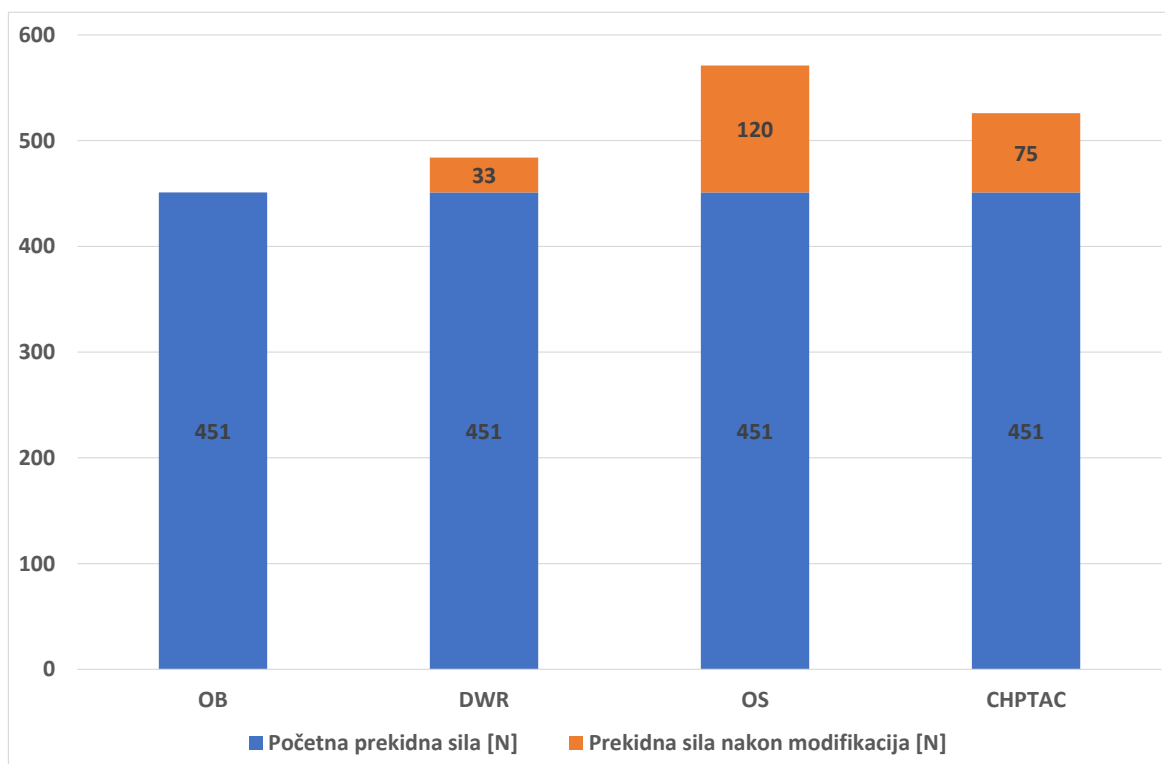


Slika 11. Površinska masa (m) optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 7. Prekidna sila (F_0) osnove optički bijeljene celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	F_0 [N]	σ	CV [%]	ΔF_0 [%]	po niti	t(s)
OB	451	32	7,12	0,00	8,81	7
DWR	484	20	4,08	7,32	8,18	8,2
OS	571	39	6,91	26,61	8,98	11,8
CHPTAC	526	14	2,66	16,63	8,17	9,6

* F_0 - srednja vrijednost prekidne sile po osnovi [N]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; ΔF_0 - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].

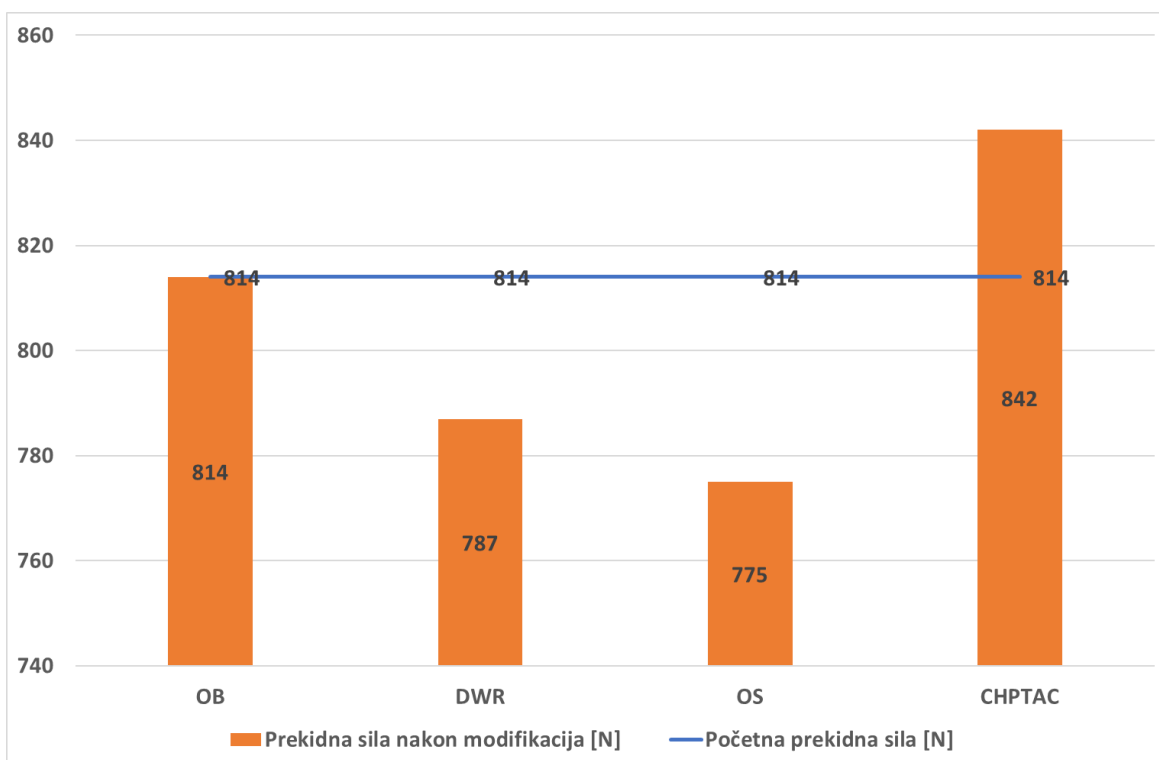


Slika 12. Prekidne sila (F_0) osnove optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 8. Prekidna sila potke (F_p) optički bijeljene celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	F_p [N]	σ	CV [%]	ΔF_p [%]	po niti	t(s)
OB	814	24	2,95	0,00	17,10	7
DWR	787	69	8,82	-3,32	15,25	8,2
OS	775	99	12,77	-4,79	14,46	11,8
CHPTAC	842	48	5,64	3,44	14,72	9,6

* F_p - srednja vrijednost prekidne sile po osnovi [N]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; ΔF_p - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].

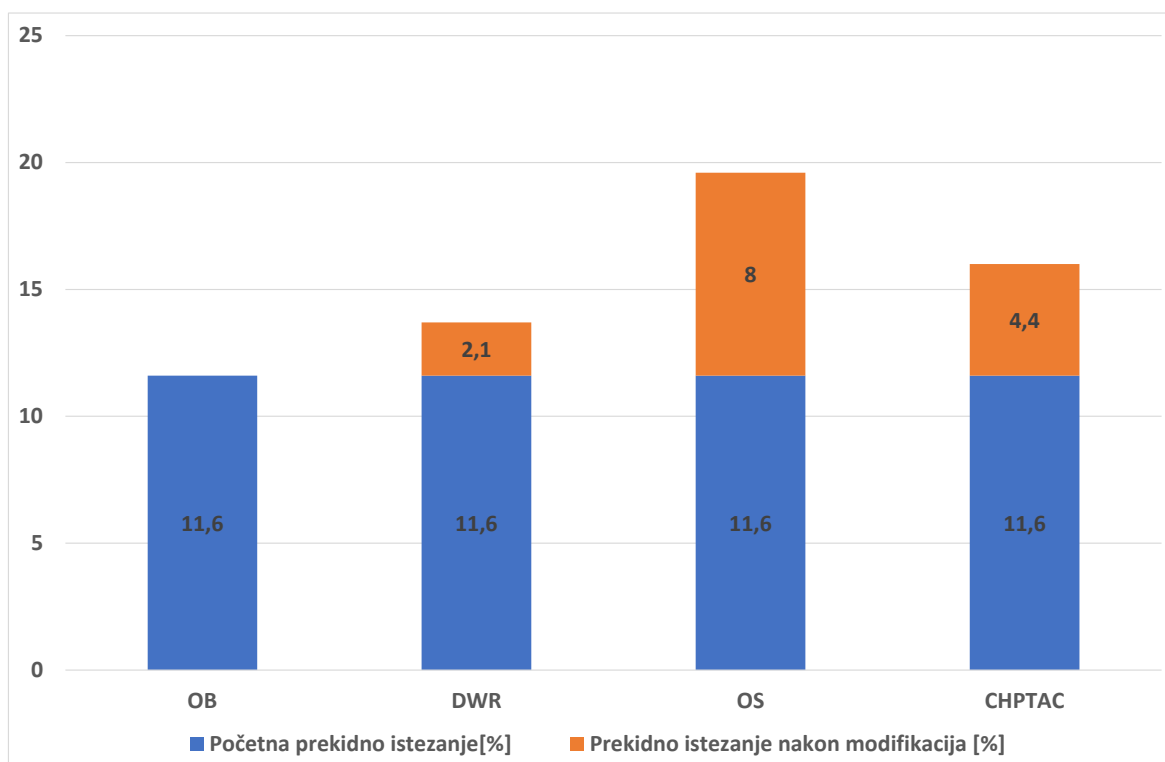


Slika 13. Prekidne sila (F_p) potke optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 9. Prekidno istežanje (ϵ_0) osnove optički bijeljene celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	ϵ_0 [%]	σ	CV [%]	$\Delta\epsilon_0$ [%]	po niti	t(s)
OB	11,6	0,35	2,99	0,00	0,23	7,0
DWR	13,7	1,25	9,12	18,10	0,23	8,2
OS	19,6	0,35	1,77	68,97	0,31	11,8
CHPTAC	16,0	0,62	3,90	37,93	0,25	9,6

* ϵ_0 - srednja vrijednost prekidne sile po osnovi [%]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; $\Delta\epsilon_0$ - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].

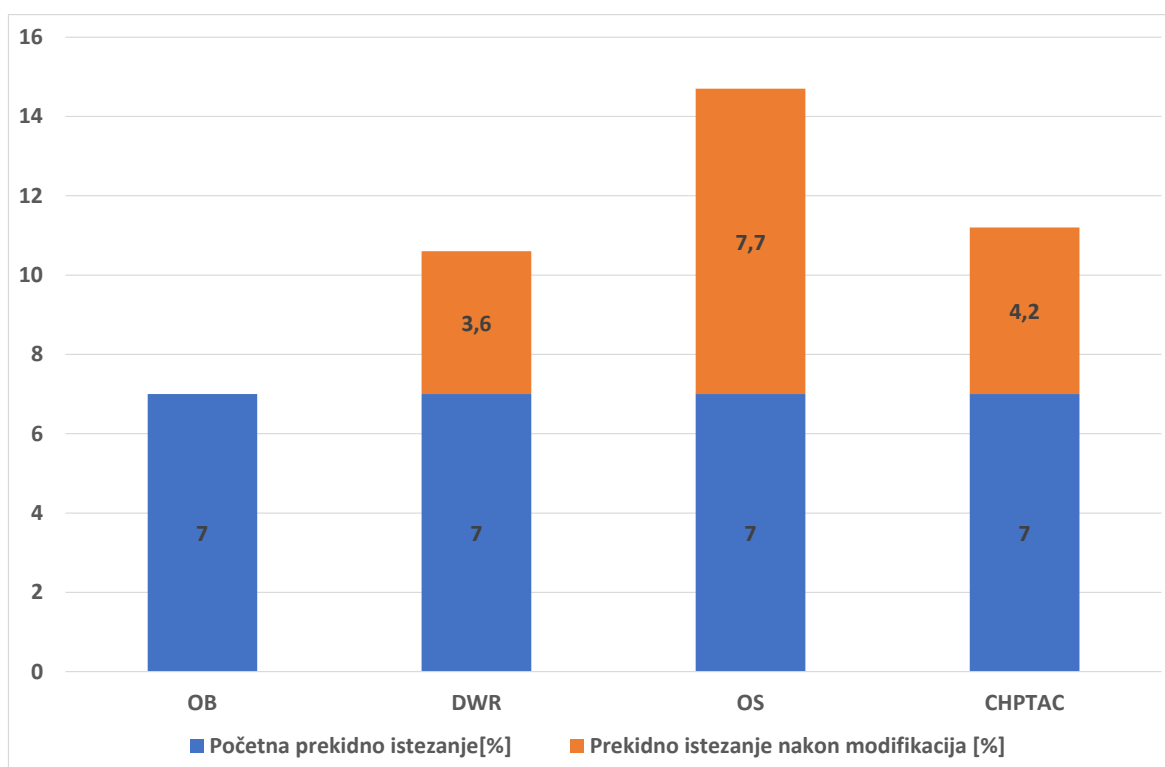


Slika 14. Prekidno istežanje (ϵ_0) osnove optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 10. Prekidno istežanje (ϵ_p) potke optički bijeljene celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	ϵ_p [%]	σ	CV [%]	$\Delta\epsilon_p$ [%]	po niti	t(s)
OB	7,0	0,35	4,95	0,00	0,15	7,0
DWR	10,6	1,21	11,44	51,43	0,21	8,2
OS	14,7	0,60	4,08	110,00	0,27	11,8
CHPTAC	11,2	0,35	3,09	60,00	0,20	9,6

* ϵ_o - srednja vrijednost prekidne sile po potki [%]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; $\Delta\epsilon_o$ - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].



Slika 15. Prekidno istežanje (ϵ_p) potke optički bijeljene pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Analizirajući prvotna svojstva modificirane otpadne optički bijeljene pamučne tkanine nakon kationiziranja iz rezultata broja niti osnove i potke prikazanih u tab. 4-5. te na sl. 9-10, te površinske mase u tab.6 i na sl.11 jasno je uočljiv porast svih vrijednosti. Razlog tomu je što u svim mokrim obradama, posebice u mercerizaciji dolazi do bubrenja celuloznih materijala što nakon sušenja dovodi to skupljanja tkanine. Obzirom da je kationiziranje rađeno tijekom mercerizacije i sredstva se ugrađuju u strukturu, može se uočiti da u slučaju kratkolančanog spoja CHPTAC bubrenje je najjače i zato baš ta tkanina ima najveće povećanje broja niti i površinske mase.

Rezultati prekidne sile (F_{op}) i prekidnog istezanja (ϵ_{op}) po osnovi i po potki optički bijeljene tkanine, prikazani u tab. 7-10 i na sl. 12-15, ukazuju na poboljšanje mehaničkih svojstava. Zapažena su manja povećanja u vidu prekidne sile u smjeru osnove potrebne za pucanje materijala obrađenog sa Rewin DWR (CHT – Bezema) i 3-kloro-2- hidroksipropil trimetilamonij kloridom (CHPTAC – Sigma Aldrich), dok se najboljim pokazala primjena Rewin OS (CHT- Bezema). Kod prekidne sile tkanine u smjeru potke nema većih promjena što možemo objasniti ime da je materijal bubrio u smjeru osnove radi takve orijentacije u jiggeru. Razlog povećanju prekidne sile je u povećanju broja niti, kao i promjena kristalne rešetke iz celuloze I u celulozu II pri čemu rotacije lanaca uvjetuju stvaranje novih veza.

4.2. Analiza prvotnih svojstava modificirane otpadne tiskane pamučne tkanine

Broj niti osnove i potke otpadne tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacije - kationiziranja tijekom mercerizacije, su prikazani u tab. 11-12 te na sl. 16-17.

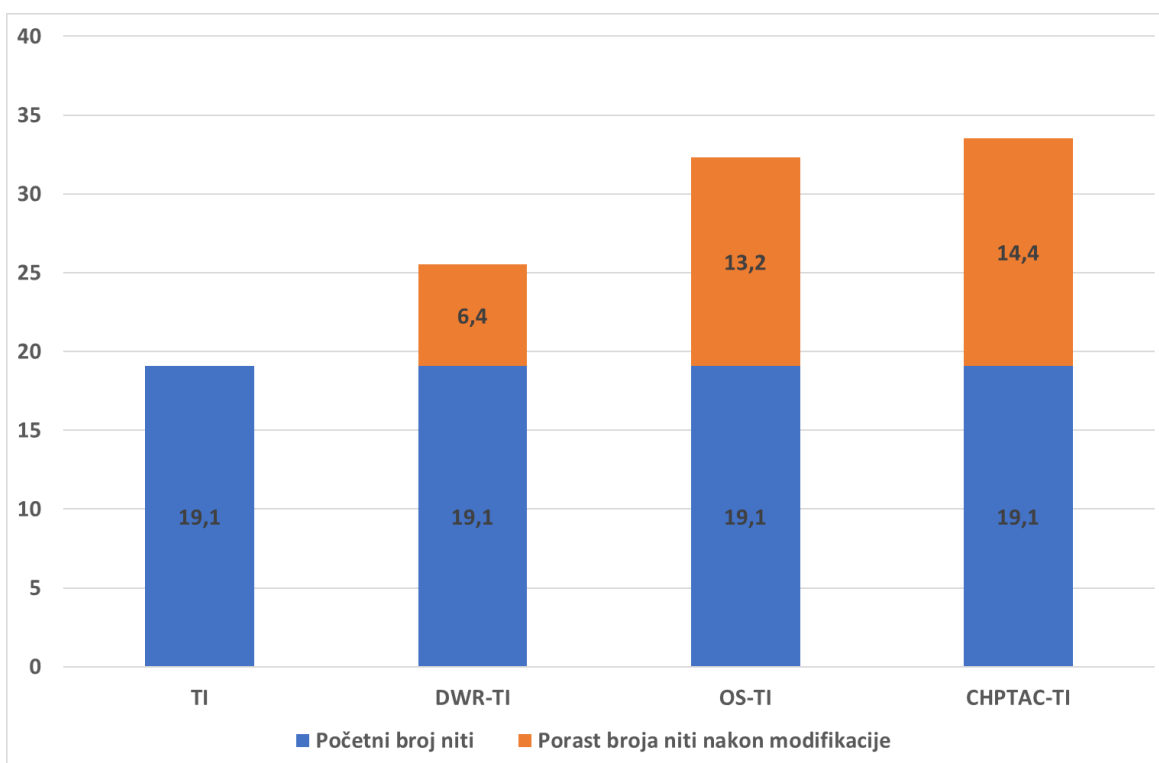
Rezultati površinske mase otpadne tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacije utvrđeni vaganjem prikazani su u tab.13 i na sl.18.

Prekidna sila (F_{op}) i prekidno istezanje (ϵ_{op}) otpadne tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacije izmjereni metodom trake prije i nakon modifikacije. Rezultati su prikazani u tab. 14-17 i na sl. 19-22.

Tablica 11. Gustoća osnove tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Uzorak	No [cm ⁻¹]	σ	CV [%]	Δ No [%]
TI	19,1	0,55	2,87	0
DWR-TI	25,5	0,98	3,82	25,16
OS-TI	32,3	0,64	1,99	40,90
CHPTAC-TI	33,5	0,95	2,84	43,05

*No - srednja vrijednost niti osnove po cm; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije

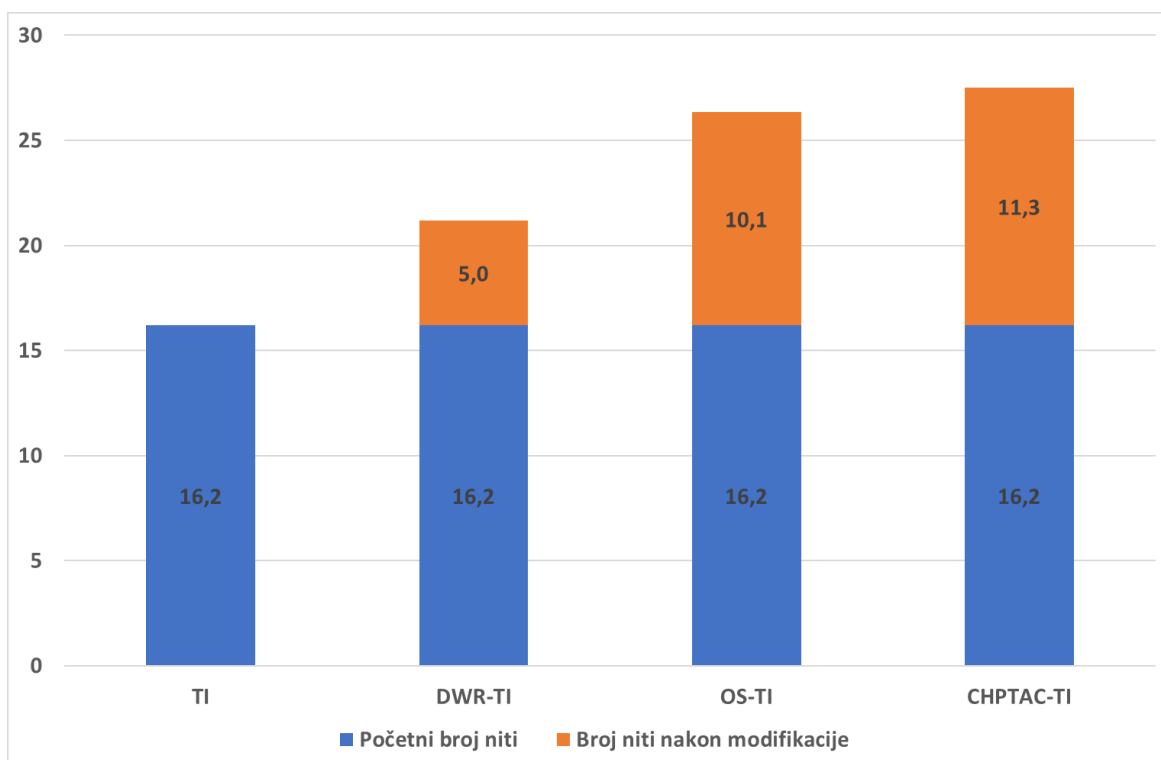


Slika 16. Gustoća osnove tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 12. Gustoća potke tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Uzorak	Np [cm ⁻¹]	σ	CV [%]	ΔNp [%]
TI	16,2	1,1	6,76	0
DWR-TI	21,2	0,84	3,95	23,58
OS-TI	26,3	0,61	2,33	38,50
CHPTAC-TI	27,5	0,98	3,55	41,13

* Np srednja vrijednost niti osnove po cm; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije

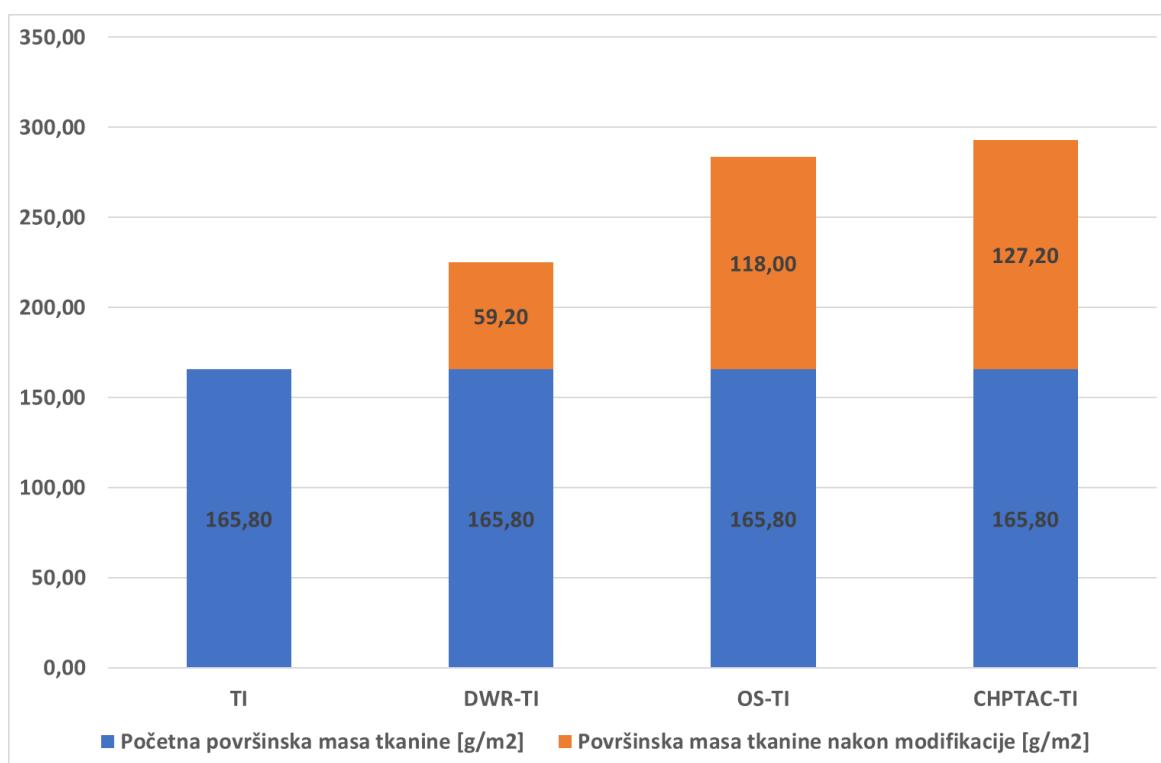


Slika 17. Gustoća potke tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 13. Površinska masa m [g/m^2] tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Uzorak	m [g/m^2]	σ	CV [%]	Δm [%]
TI	165,80	2,95	1,78	0,00
DWR-TI	225,00	3,81	1,69	26,31
OS-TI	283,80	1,30	0,46	41,58
CHPTAC-TI	293,00	4,69	1,6	43,41

* m - srednja vrijednost površinske mase [g/m^2]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije

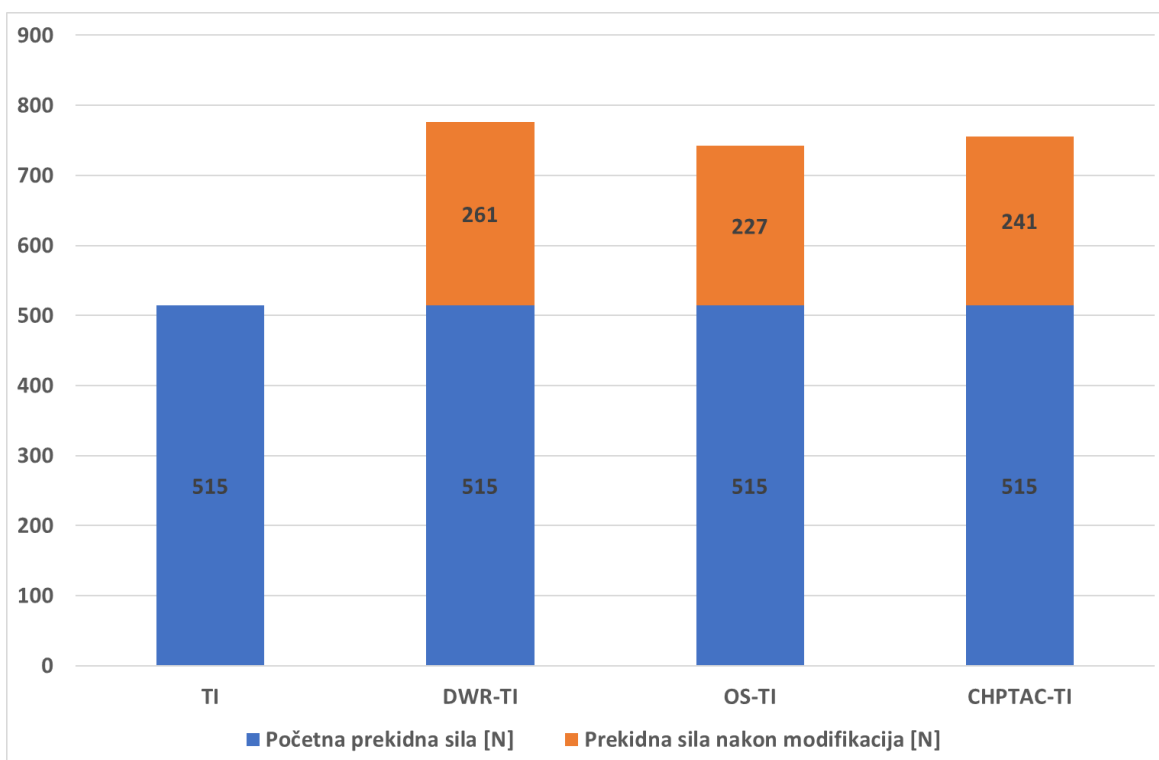


Slika 18. Površinska masa tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 14. Prekidna sila (F_0) osnovne tiskane celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	F_0 [N]	σ	CV [%]	ΔF_0 [%]	po niti	t(s)
TI	515	7	1,35	0,00	13,48	11,2
DWR-TI	776	60	7,70	50,68	15,20	21,2
OS-TI	742	2	0,28	44,08	11,48	19,62
CHPTAC-TI	756	108	14,24	46,80	11,27	20,2

* F_0 - srednja vrijednost prekidne sile po osnovi [N]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; ΔF_0 - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].

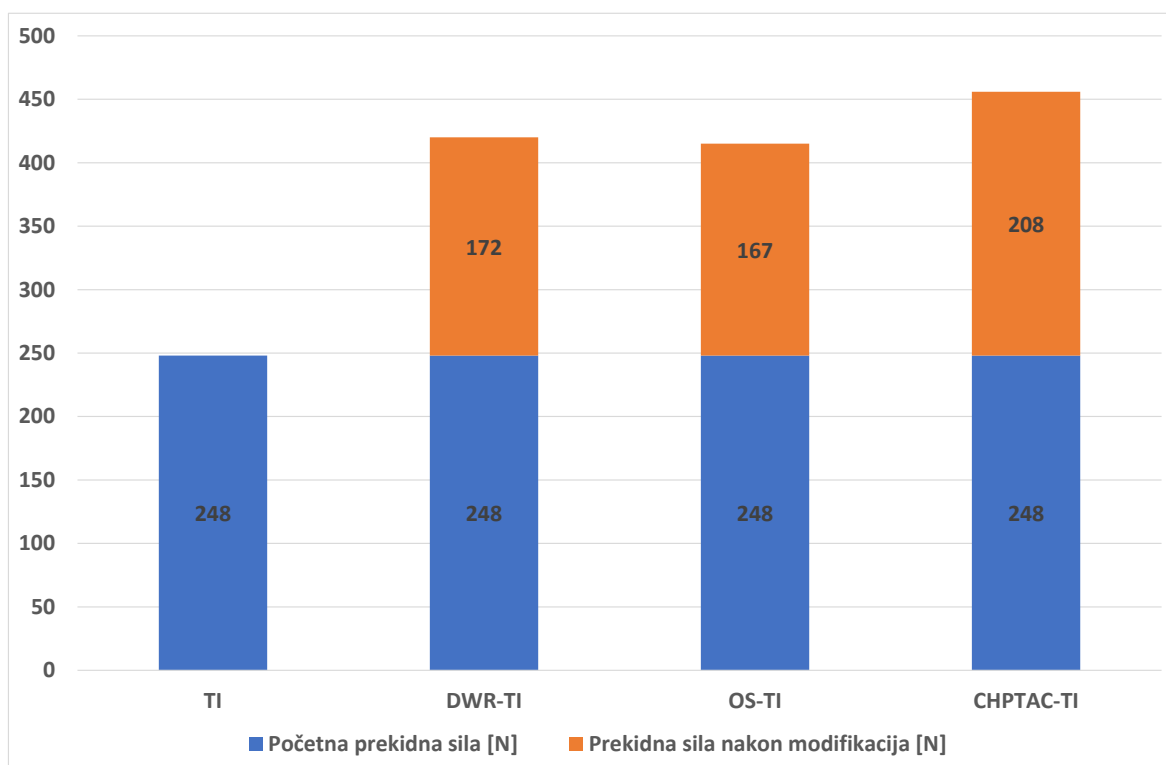


Slika 19. Prekidne sila (F_0) osnovne tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 15. Prekidna sila potke (F_p) tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	F_p [N]	σ	CV [%]	ΔF_p [%]	po niti	t(s)
TI	248	11	4,58	0,00	7,65	3,5
DWR-TI	420	46	10,93	69,35	9,91	11,4
OS-TI	415	7	1,69	67,34	7,88	10,3
CHPTAC-TI	456	20	4,32	83,87	8,28	14

* F_p - srednja vrijednost prekidne sile po osnovi [N]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; ΔF_p - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].

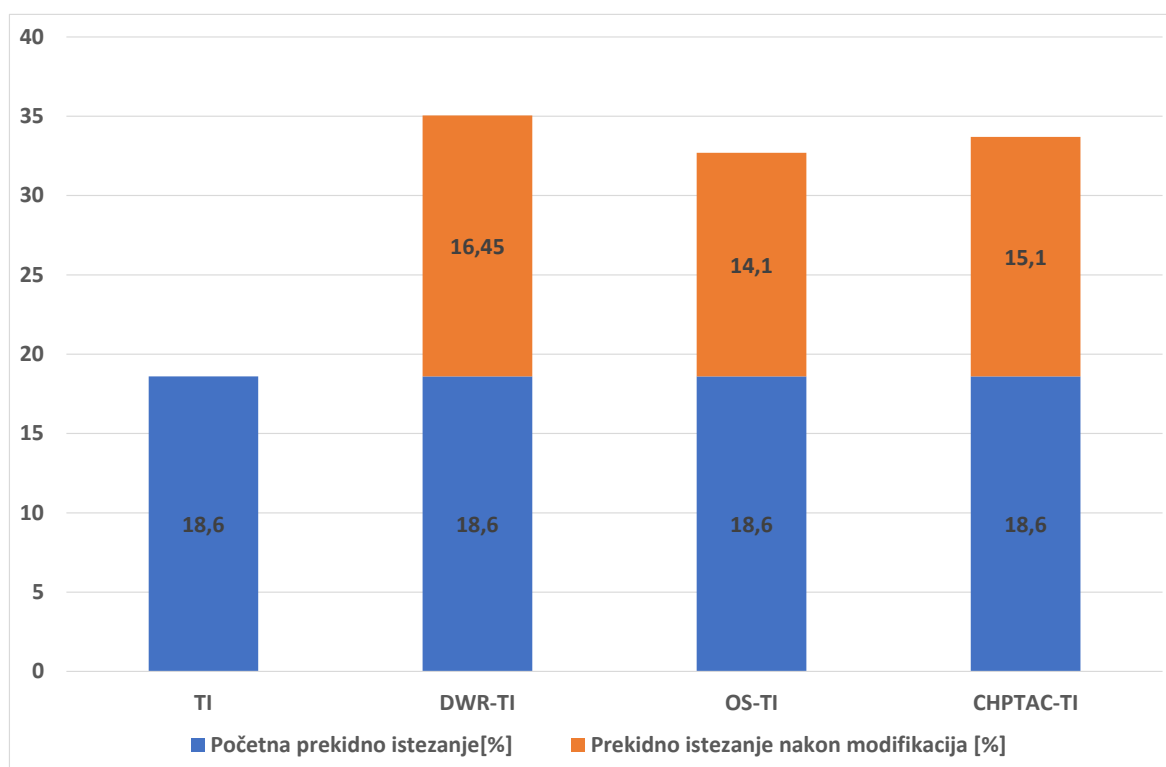


Slika 20. Prekidne sila (F_p) potke tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 16. Prekidno istežanje (ϵ_0) osnovne tiskane celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	ϵ_0 [%]	σ	CV [%]	$\Delta\epsilon_0$ [%]	po niti	t(s)
TI	18,60	0,30	1,61	0,00	0,97	11,2
DWR-TI	35,05	1,35	3,85	88,44	1,37	21,2
OS-TI	32,70	0,79	2,43	75,81	1,01	19,62
CHPTAC-TI	33,70	1,93	5,72	81,18	1,00	20,2

* ϵ_0 - srednja vrijednost prekidne sile po osnovi [%]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; $\Delta\epsilon_0$ - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].

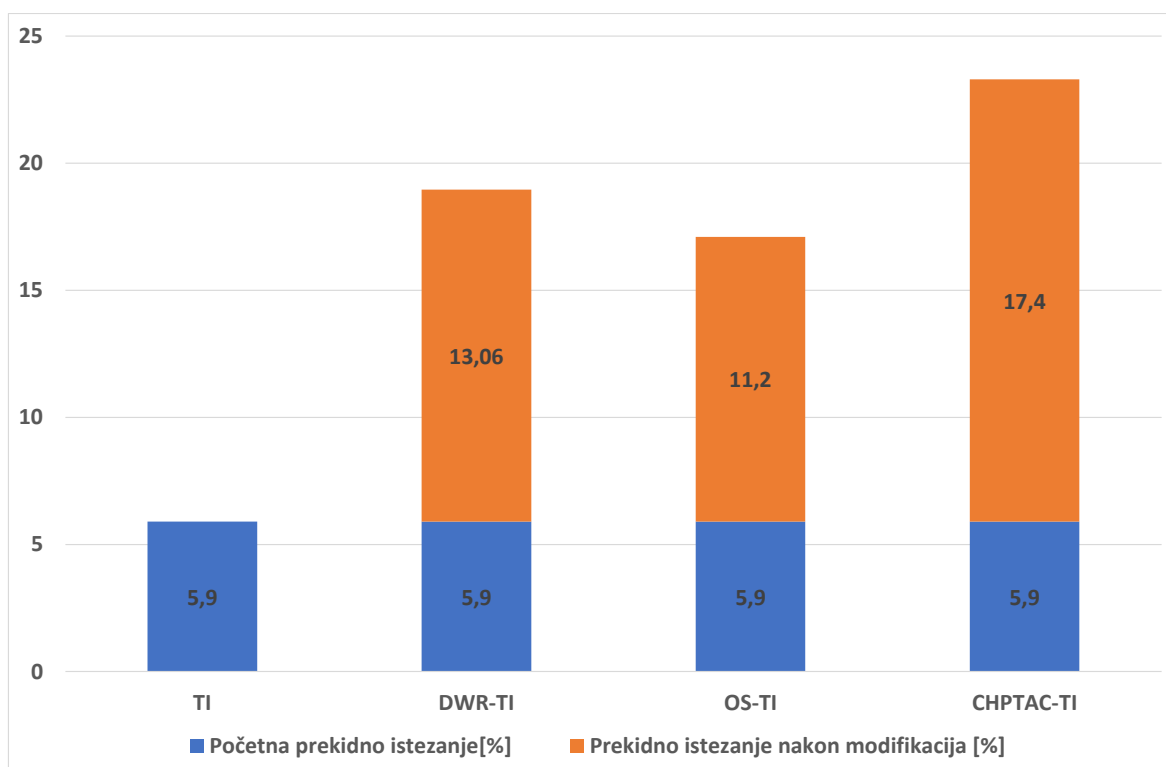


Slika 21. Prekidno istežanje (ϵ_0) osnovne tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Tablica 17. Prekidno istežanje (ϵ_p) potke optički bijeljene celulozne tkanine prije i nakon modifikacija te vrijeme prekida.

Uzorak	ϵ_p [%]	σ	CV [%]	$\Delta\epsilon_p$ [%]	po niti	t(s)
TI	5,90	0,17	2,94	0,00	0,18	3,5
DWR-TI	18,96	0,81	4,26	221,36	0,45	11,4
OS-TI	17,10	1,04	6,08	189,83	0,32	10,3
CHPTAC-TI	23,30	2,00	8,57	294,92	0,42	14

* ϵ_o - srednja vrijednost prekidne sile po potki [%]; σ - standardna devijacija; CV - koeficijent varijacije; $\Delta\epsilon_o$ - Povećanje prekidne sile [%]; t- vrijeme do prekida [s].



Slika 22. Prekidno istežanje (ϵ_p) potke tiskane pamučne tkanine prije i nakon modifikacija.

Analizom prvotnih svojstva modificirane otpadne tiskane pamučne tkanine nakon kationiziranja uočavaju se slične promjene kao kod optički bijeljene. Uočljiv je porast broja niti te porast površinske mase u kationiziranju. Razlog tomu je skupljanje pamučne tkanine čime se povećava broj niti po jedinici dužine u svim smjerovima, a time i površinska masa. Uspoređujući sredstva za kationiziranje najučinkovitijim se pokazao 3-kloro-2-hidroksipropil trimetil amonijev klorid (CHPTAC), čijim djelovanjem obje tkanine imaju najveće povećanje mase i broja osnovinih i potkinih niti. Valja istaknuti da je ovo svojstvo naglašenije kod tiskane tkanine, te se bilježi povećanje površinske mase za čak 77%, sa 166 na 293 g/m².

Rezultati prekidne sile (F_{op}) i prekidnog istezanja (ϵ_{op}) po osnovi i po potki tiskane tkanine ukazuju na slične učinke kao i kod optički bijeljene. Poboljšanje mehaničkih svojstava je naglašenije kod tiskane. Potrebna prekidna sila u smjeru osnove je povećana za oko 50 % uslijed svih triju obrada, dok je kod optički bijeljene između 7 i 26 %. Kod tiskane pamučne tkanine potrebna prekidna sila u smjeru potke povećana je za 50-70 %, a kod optički bijeljene ostaje ista ili se neznatno smanjuje.

Uočljiv je i značajan porast prekidnog istezanja i po osnovi i po potki. Razlog tomu je postupak kationiziranja koji omogućava bubrenje u nenapetom stanju. Budući da je došlo do promjene strukture celuloze, dolazi do povećanja prekidne sile i prekidnog istezanja čime se produžilo i vrijeme prekida.

5. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada bio je kationizirati otpadne pamučne tkanine iz šivaonice, te istražiti utjecaj navedene modifikacije na njena prvotna svojstva. U tu svrhu otpadna optički bijeljena i tiskana pamučna tkanina kationizirane su tijekom mercerizacije s 3-kloro-2-hidroksipropil trimetil amonijevim kloridom (CHPTAC – Sigma Aldrich), i kationskim reaktivnim poliamonijskim spojevima Rewin OS (CHT- Bezema) i Rewin DWR (CHT – Bezema).

Utvrđeno je da se otpadne optički bijeljena i tiskana pamučna tkanina mogu kationizirati i dati poboljšane učinke u pogledima poboljšane čvrstoće i prekidnog istežanja. Uzevši u obzir istraživanja zeta potencijala [25] utvrđeno je da se optički bijeljena pamučna tkanina jače kationizirala u odnosu na tiskanu, te ima povećanu adsorpciju anionskih tenzida i reaktivnih bojila. Iz tog razloga navedeni otpadni materijal daje mogućnost primijene kao “filtrar” za pročišćavanje otpadne vode, a povećana čvrstoća omogućila bi izradu „filtra“ postupkom iglanja.

6. LITERATURA

- [1] Čunko R., M. Andrassy: *Vlakna*, Zrinski d.d. Čakovec, Zagreb 2005.
- [2] Grancarić, A.M., I. Soljačić, D. Katović: *Osnove oplemenjivanja tekstila*, Knjiga 2, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1994.
- [3] Soljačić, I., A.M. Grancarić: *Vježbe iz procesa oplemenjivanja tekstila*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1995.
- [4] Grancarić, A.M., A. Tarbuk, T. Dekanić: *Elektropozitivan pamuk*; *Tekstil* 53 (2004) 2, 47-51
- [5] Tarbuk, A.: *Međupovršinske pojave kationiziranog pamuka*, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet 14. 10. 2009.
- [6] 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.
- [7] Marsh, J. T.: *Mercerising*; Chapman & Hall Ltd., London 1951.
- [8] Soljačić, I., M. Žerdik: *Osnovi mercerizacije pamuka*, *Tekstil* 17 (1968) 6, 495-518
- [9] Žerdik, M. Soljačić, I.: *Studij proces mercerizacije*, *Tekstil* 18 (1969) 2, 99-114
- [10] Soljačić I. i sur.: *O mercerizaciji pamuka*, *Tekstil* 36 (1987) 3, 123-130
- [11] Soljačić, I., Katović, D., Grancarić, A. M.: *Istraživanje novih modificiranih postupaka mercerizacije pletiva*; *Tekstil* 36 (1987) 11, 607-610
- [12] Dinand E. et al.: *Mercerization of Primary Wall Cellulose and its Implication for the Conversion of Cellulose I to cellulose II*; *Cellulose* 9 (2002); 7-18
- [13] Lewis, D. M., McIlroy, K. A.: *The Chemical Modification of Cellulosic fibers to Enhance Dyeability*, *Review of Progress in Coloration* 27 (1997), 5-17
- [14] Hauser, P. J. A. H. Tappa: *Improving the Environmental and Economic Aspects of Dyeing Cotton*, *Coloration Technology* 117 (2001) 5, 282-288
- [15] Cannon, K. M., Hauser, P. J.: *Color Assessment of Cationic Cotton Dyed with Fiber Reactive Dyes*, *AATCC Review* 3 (2003) 5, 39-40

-
- [16] Grancarić, A.M.; Tarbuk, A.; Jančijev, I. Dyeing Effects of Cationized Cotton, in *Color: Ciencia, Artes, proyecto y enseñanza*, (eds. Caivano, J. L.; Lopez, M.), Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, Nobuko, 2006., 39-44.
- [17] 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
- [18] Tarbuk, A., A.M. Grancarić, M. Leskovac: Novel cotton cellulose by cationisation during mercerisation - Part 2: Interface phenomena; *Cellulose* 21 (2014) 3; 2089-2099.
- [19] Tarbuk, A.; Grancarić, A. M.: Interface Phenomena of Cotton Cationized in Mercerization, Chapter 6 in *Cellulose and Cellulose Derivatives: Synthesis, Modification and Applications, Part I: Cellulose Synthesis and Modification*; Ed. Ibrahim H. Mondal, New York : Nova Science Publishers, 2015, 103-125
- [20] Grancarić, A. M.; N. Ristić, A. Tarbuk, I. Ristić. Electrokinetic Phenomena of Cationized Cotton and its Dyeability with Reactive Dyes. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 21 (2013) 6(102); 106-110.
- [21] Ristić, N.; Tarbuk, A.; Grancarić, A. M.; Ristić, I.; Šmelcerović, M. Interface Phenomena and Dyeability with Reactive Dyes of Cationized Cotton. *Industria Textila*. 65 (2014) 4; 220-227
- [22] 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
- [23] 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.

-
- [24] Tarbuk, A.; Sutlović, A.; Dekanić, T.; Konjevod, L. Cotton Cationized in Mercerization – Material of Added Value or Base for Wastewaters Treatment, 6th International Professional and Scientific Conference “Occupational Safety and Health” BOOK OF PROCEEDINGS / Kirin, S. (ur.). Karlovac: Karlovac University of Applied Sciences, 2016. 994-999.
- [25] Vunderl, M., Marković, J.: Kationiziranje otpadnog celuloznog materijala – mogućnost pročišćavanja otpadne vode, studentski rad za Rektorovu nagradu, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, lipanj 2017.