

Učinak inovativnih deterdženata u pranju materijala od vune i svile

Kerhoni, Danijela

Undergraduate thesis / Završni rad

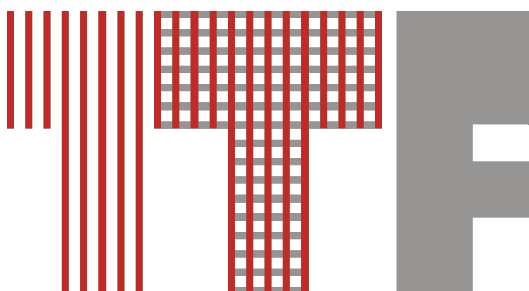
2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:881850>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

UČINAK INOVATIVNIH DETERDŽENATA U PRANJU
MATERIJALA OD VUNE I SVILE

DANIJELA KERHONI

Zagreb, rujan 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

ZAVRŠNI RAD

UČINAK INOVATIVNIH DETERDŽENATA U PRANJU
MATERIJALA OD VUNE I SVILE

Mentor:

Prof. dr. sc. Tanja Pušić

Izradila:

Danijela Kerhoni

Broj indeksa: 10456/TTI

Zagreb, rujan 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKI KARTICA

Institucija: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Sveučilišni prediplomski studij: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

Smjer: Tekstilna kemija, materijali i ekologija

Student: Danijela Kerhoni

Matični broj (broj indeksa): 10456

Mentor: prof. dr. sc. Tanja Pušić

Broj stranica: 39

Broj slika: 17

Broj tablica: 16

Broj literaturnih izvora: 10

Jezik teksta: hrvatski

Članovi povjerenstva:

1. Izv. prof. dr. sc. Branka Vojnović, predsjednica
2. Prof. dr. sc. Tanja Pušić, mentor
3. Doc.dr.sc. Sandra Flinčec Grgac, članica
4. Dr.sc. Tihana Dekanić, zamjenica članice

ZAHVALA

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost, HRZZ-9967.

SADRŽAJ:

1.	UVOD	1
2.	TEORETSKI DIO	2
2.1.	Tekstilije u pranju	2
2.2.	Voda	4
2.3.	Deterdženti – sredstva za pranje tekstila	5
2.3.1.	Tekući deterdženti	6
2.4.	Zakonodavstvo – Pravilnik o deterdžentima	10
2.5.	Učinci u pranju	13
2.5.1.	Primarni učinci u pranju	13
2.5.2.	Sekundarni učinci u pranju	14
2.6.	Oštećenja u pranju	14
3.	EKSPERIMENTALNI DIO	16
3.1.	Materijali	16
3.1.1.	Karakteristike tkanina	16
3.2.	Sredstva za pranje	17
3.3.	Postupci i uređaji	18
3.3.1.	Postupak pranja	18
3.4.	Metode	20
3.4.1.	Mjerenje spektralnih karakteristika	20
3.4.2.	Skenirajuća (pretražna) elektronska mikroskopija, SEM	21
3.4.3.	Određivanje pH	25
3.4.4.	Određivanje tvrdoće vode	25
4.	REZULTATI I RASPRAVA	26
5.	ZAKLJUČCI	38
6.	LITERATURA	39

SAŽETAK

Razvoj tekućih formulacija deterdženata za pranje rublja je usklađen s tehnološkim zahtjevima i ekološkim smjernicama. Ovaj rad obuhvaća primjenu inovativnih deterdženata za pranje osjetljivih materijala od vune i svile. Deterdženti se razlikuju po sastavu, vrsti i udjelu površinski aktivnih tvari – tenzida. Analiziran je utjecaj sastava ovih deterdženata na promjenu spektralnih karakteristika i površinu materijala nakon 15 ciklusa pranja. Komparativno je provedeno i pranje u vodi. Učinak je vrednovan kroz razlike spektralnih veličina opranih materijala od vune i svile nakon 10 i 15 ciklusa u odnosu na neprane materijale. Načinjene su SEM snimke površine materijala. Dobiveni rezultati kumulativnog učinka su pokazali da novoformulirani deterdženti imaju dobar potencijal zadržavanja kvalitete vune i svile u pranju.

Ključne riječi: vuna, svila, pranje, deterdžent, voda

1. UVOD

Tekući deterdženti su sve zastupljeniji u primjeni, poglavito za pranje osjetljivog rublja. Kontinuirano se njihov sastav unapređuje i prilagođava zahtjevima korisnika. Uvode se specijalni dodaci koji osiguravaju trajnost i funkcionalnost rublja.

U ovom radu su novoformulirani deterdženti čiji je razvoj i istraživanje tematski vezani za projekt Hrvatske zaklade za znanost ADVANCETEX 9967. Učinak ovih inovativnih deterdženata je analiziran kroz mjerenje spektralnih karakteristika vune i svile, te karakterizaciju njihove površine nakon višestrukih ciklusa pranja.

Svrha ovog rada bila je istražiti utjecaj novoformuliranih deterdženata različitog sastava namijenjenog pranju vune i svile kroz 15 ciklusa u laboratorijskim uvjetima. U tu svrhu su odabrane različite vrste vunениh materijala, dvije vunene tkanine i pletivo, te tkanina od svile. Komparativno je provedeno i pranje u vodovodnoj vodi.

Promjene svojstava materijala u pranju su analizirane praćenjem spektralnih karakteristika materijala prije i nakon 10 i 15 ciklusa. Promjene opranih u odnosu na neprane materijale su vrednovane preko ukupne razlike u boji, promjene u svjetlini, promjene u zasićenju, promjene tona, te je ocijenjena postojanost obojenja na temelju ISO i AATCC sustava.

Površina materijala je analizirana skenirajućom elektronskom mikroskopijom, SEM slikama, koje mogu doprinijeti u analizi kvalitete deterdženata inovativnog sastava.

Analiza kumulativnog učinka iskazanog kroz male promjene spektralnih karakteristika kao i površine su pokazali da su obadva deterdženta minimalno utjecala na kvalitetu materijala od vune i svile. Usporedbom kumulativnog učinka ovih deterdženata s učinkom vode je razvidno da novoformulirani deterdženti imaju dobar potencijal zadržavanja kvalitete vune i svile u pranju.

2. TEORETSKI DIO

U procesu pranja sudjeluju partneri koji su zastupljeni u određenim udjelima i u međudjelovanju uvjetuju postizanje učinka u pranju. Osnovni partneri su: tekstil, prljavštine, voda, sredstvo za pranje ili deterdžent i perilica ili stroj za industrijsko pranje.

2.1. Tekstilije u pranju

Tekstilije dolaze na tržište u najrazličitijim oblicima. Mogu biti ravne plošne tvorevine sastavljene od jedne ili više vrsta vlakana npr. kuhinjske krpe, plahte, stolnjaci, ručnici, salvete, zavjese itd. U njezi tekstila, pranju i kemijskom čišćenju, sušenju i glačanju strogo treba voditi računa o svim dijelovima tekstilnog predmeta, a ne samo o tekstilnim dijelovima, jer oštećenja bilo kojeg dijela odjeće znači smanjenje njezine upotrebne vrijednosti ili čak i nemogućnosti daljnje upotrebe. Raznolikost tekstilija, posebice mješavna iziskuje pažnju u formuliranju deterdženata koji će što dulje održati njihova početna svojstva. U procesu pranja prljavštinu treba što potpunije ukloniti uz minimalno oštećenje tekstilije. Doziranje sredstava provodi se prema količini, vrsti rublja i stupnju zaprljanja.

S obzirom da su u ovom radu s novoformuliranim deterdžentom oprane vunene i svilene tekstilije, detaljnije su data njihova svojstva, tablice 1 i 2 [1-3].

Vuna je vlakno koje pripada skupini prirodnih proteinskih ili životinjskih vlakana. Vlakno vune se dobiva iz dlake, tj. runa raznih pasmina ovaca. Vuna se može dobiti striženjem, gdje razlikujemo runsku vunu koja je visoke kvalitete i kožarsku (tabačku) vunu koja je slabije kvalitete i ne nosi oznaku runske vune. Regenerirana vuna je prethodno upotrebljavana vuna. Po svojoj strukturi vuneno vlakno je heterogeno i složeno. Izgrađeno je od polimernih molekula keratina međusobno vezanim van der Waalsovima, vodikovim, cističkim i ionskim vezama. Aktivne skupine su -OH, -NH₂ i -COOH. Površina vunenog vlakna je prekrivena ljuskicama, o čijem broju ovisi klasiranje vune (što je veći broj ljuskica vlakno je finije). Vlakno vune je općenito izgrađeno iz:

- *kutikule*: vanjski omotač, sloj ljuskastih epitelnih stanica koje obavijaju vlakno i prekrivene su voskom.

- *korteksa*: čini 70 – 90% vunenog vlakna, a sastoji se od vretenastih stanica koje su posložene jedna iza druge. U vunenom vlaknu korteks se sastoji iz dvije vrste stanica: ortokorteks ili bazofilni (o-korteks) i parakorteks (p-korteks).

- *srži ili medula*: čini središnji dio vlakna. Ispunjena je saćastim stanicama i zrakom [3].

Tablica 1: Glavne karakteristike vune

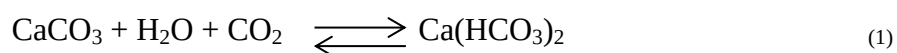
Svojstvo	Vrijednost
Finoća, μm	12 – 70
- fina vuna, μm	18 do 23
- gruba vuna, μm	Iznad 36
Čvrstoća, cN/dtex	1 do 2
Prekidno istezanje, %	25 do 50
Stupanj elastičnosti, %	
- pri 2 % istezanja	95 – 99
- pri 5 % istezanja	60 – 70
- pri 10 % istezanja	40 – 50
Gustoća, g/cm^3	1,30 do 1,32
Repriza, %	14, 5
Termostabilnost, $^{\circ}\text{C}$	
- temperatura pranja, $^{\circ}\text{C}$	30
- temperatura glačanja, $^{\circ}\text{C}$	160 do 170
- temperatura raspada, $^{\circ}\text{C}$	Oko 250
- temperatura pougljenjenja, $^{\circ}\text{C}$	590 - 600

Tablica 2: Glavne karakteristike svile

Svojstvo	Vrijednost
Finoća, degumirana svila, μm	9 – 11
- sirova svila, dtex	2 do 5
- degumirana svila, dtex	1 do 1, 5
Čvrstoća, cN/dtex	2, 7 do 5,0
Prekidno istezanje, %	18 do 22
Stupanj elastičnosti, %	
- pri 2% istezanja	95
- pri 5% istezanja	70
Gustoća, g/cm^3	
- sirova svila	1, 37 do 1, 44
- degumirana svila	1, 27 do 1, 38
Repriza, %	11
Termostabilnost, $^{\circ}\text{C}$	
- temperatura pranja, $^{\circ}\text{C}$	30
- temperatura glačanja, $^{\circ}\text{C}$	140 do 160
- temperatura raspada, $^{\circ}\text{C}$	170 do 180
- temperatura pougljenjenja, $^{\circ}\text{C}$	300 do 400

2.2. Voda

Voda je medij u kojem se pere i istovremeno služi za prijenos mehaničke i toplinske energije. Ovisno o geološkoj formaciji voda u svom putu otapa različite soli, prije svega kalcijeve i magnezijeve karbonate koji zbog djelovanja CO_2 u vodi prelaze u topive bikarbonate (hidrogen-karbonate).



Tako najveći dio u vodi topivih soli čine magnezijevi i kalcijevi hidrogen karbonati. K tome još dolaze kalcijev i magnezijev sulfat i klorid, zatim alkalne soli, a ponekad soli željeza i mangana i neke organske tvari. Sve u vodi otpoljene soli čine tvrdoću vode. Ukupna tvrdoća vode se sastoji od karbonatne i nekarbonatne tvrdoće. Mjera za tvrdoću vode se izražava najčešće u stupnjevima njemačke tvrdoće ($^{\circ}\text{DH}$).

Prema tvrdoći voda se može podijeliti na:

- vrlo mekanu (0-4°DH)
- mekanu (4-8°DH)
- umjereno tvrdu (8-12°DH)
- prilično tvrdu (12-18°DH)
- tvrdu (18-30°DH)
- vrlo tvrdu (preko 30°DH)

2.3. Deterdženti – sredstva za pranje tekstila

Suvremena sredstva za pranje ili deterdženti, trebali bi ispunjavati slijedeće zahtjeve [1]:

- Otkloniti raznolike vrste prljavština,
- Biti primjenjivi za različite vrste tekstilnog materijala,
- Otkloniti široku skalu različitih tvrdoća vode,
- Ne ostavljati nakon pranja nikakve taloge na dijelovima stroja za pranje, niti nikakve inkrustacije na tekstilu,
- Generirati nisku pjenu, odnosno posjedavati regulator pjene,
- Ekološki povoljni i neopasni za zdravlje,
- Ugodan miris,
- Imati besprijekoran zrnati ili praškasti oblik, ukoliko nisu tekući,
- Imati svrsishodno pakiranje,
- Imati dobru postojanost na odležavanje,
- Zadovoljiti uspjeh pranja uz najveće postavljene zahtjeve.

Deterdženti se na tržištu pojavljuju kao deterdženti za ručno pranje, za pranje u perilicama i za praonice. Te tri skupine deterdženata proizvode se u praškastom i tekućem obliku, a dijele se na tri glavne grupe:

- Deterdžent za univerzalno pranje,
- Deterdžent sa specijalnom namjenom,
- Pomoćna sredstva za pranje.

Da bi deterdženti za pranje tekstila mogli zadovoljiti tako postavljene zahtjeve sastavljeni su od više vrsti komponenata od kojih svaka zasebno ili u kombinaciji s drugima ima svoju zadaću u pranju. Prisutnost i udio pojedinih komponenti ovisi o namjeni deterdženta. U tablici 3 je prikazan sastav tipičnog univerzalnog deterdženta [1]:

Tablica 3: Glavne komponente univerzalnog deterdženta

Sastojak	Naziv	Djelovanje
površinski aktivne tvari (tenzidi)	anionske, neionske, amfoterne	odstranjivanje, emulgiranje i dispergiranje prljavština
sredstva za bijeljenje	natrijevperborat, perkarbonat, peroctenakiselina, natrijevhipoklorit	obezbojavanje obojenih mrlja
aktivator sredstva za bijeljenje	TAED (natrijev tetra acetil etilen diamin) NOBS (nonanoiloksibenzensulfonat) PAP (ftaloimidoperheksankiselina)	aktivatori bijeljenja na nižim temperaturama [4,5]
stabilizatori	magnezijevi silikati	adsorbiraju ione i okside teških metala, stabiliziraju raspad peroksida
bilder kobilder	zeolit polikarboksilat, fosfonat	omekšavaju vodu, reguliraju kupelj, sprječavaju nastajanje taloga na strojevima
aditivi	optička bjelila	povećavaju bjelinu
	regulatori pjene	sprečavaju prekomjerno razvijanje pjene
	enzimi [6,7] • proteaze • lipaze • amilaze • celulaze • mananaze	razgrađuju proteinske mrlje razgrađuju masne mrlje uklanjaju mrlje koje sadrže škrob uklanjaju prljavštine i oživljavaju boje uklanjaju mrlje koje sadrže manane
punila	natrijevsulfat	omogućuje sipkost
voda		

2.3.1. Tekući deterdženti

Tekući deterdženti su prikladni za primjenu, jer se lako doziraju i ne stvaraju probleme kod otapanja. Reološka svojstva gela olakšavaju uklanjanje prljavština u pretpranju i pranju na

nižim temperaturama. Danas se upotrebljavaju tekući deterdženti za univerzalno i specijalno pranje. Kao takvi mogu biti strukturirani i nestrukturirani, tablica 4 [1].

Nestrukturirani tip je onaj koji ima niži sadržaj anionskog tenzida i on je češće zastupljen. Nestrukturirani deterdženti sadrže posrednike za otapanje i alkohole te veću količinu sapuna s određenom duljinom ugljikovodikovog lanca koji služi za omekšavanje vode, tako da ukupni udio aktivnih komponenti može iznositi i do 60 %. U tekućim deterdžentima komponente moraju biti dobro topive u vodi, jer moraju biti stabilne u skladištenju. Nasuprot tome, strukturirani tekući deterdženti imaju uz dodatak sapuna veći sadržaj bildera koji veže kalcijeve i magnezijeve ione. Hidrotropne tvari povećavaju topljivost u vodi i sprječavaju nastajanje neželjenih taloga. Najnoviji tekući proizvodi imaju ugrađen i omekšivač. Prisustvom enzima poboljšava se moć pranja deterdženata. Količina vode je u oba tipa deterdženta podjednaka. Iz tablice 4 je vidljivo da ovi deterdženti ne sadrže kemijska bjelila. **Nestrukturirani tekući deterdženti** sadrže visoki udio **neionskih tenzida i sapuna**, a manji udio anionskih tenzida i bildere.

Strukturirani tekući deterdženti imaju veći udio **anionskih tenzida i bildera**, a manje neionskih i sapuna. Na tržištu je veća zastupljenost nestrukturiranih tekućih deterdženata od strukturiranih.

Tekući deterdženti mogu biti univerzalni i za specijalno pranje.

Tvrtka Novozymes je proizvela *Stainzyme*, enzimatski kompleks za učinkovito uklanjanje škrobnih zaprljanja već u hladnoj kupelji [8]. Ugrađena α -amilaza ima drugačiji pH i temperaturni profil u odnosu na postojeće. *Stainzyme* je učinkovit u uklanjanju mrlja od kečapa, umaka, čokolade, borovnica i dresinga, pri čemu prema tvrdnjama proizvođača sprečava i redepoziciju prljavština iz kupelji na čiste dijelove tekstilija [8].

U Europi se proizvode uglavnom deterdženti bez bildera, naročito zbog propisa o zabrani primjene fosfata. Tekući deterdženti su značajniji u SAD i tamo im potrošnja iznosi oko 50 %.

Tablica 4: Sastav univerzalnih tekućih deterdženata (%), stanje u Zapadnoj Europi 1998.

Supstanca	w (%)	
	Nestrukturirani	Strukturirani
Anionski tenzid	7-18	10-25
Neionskitenzid	15-30	6-10
Sapuni	10-22	4-6
Bilderi	0-8	15-30
Posrednici otapanja	1-12	0-5
Alkoholi	8-12	0-5
Enzimi	0-2,5	0-1,5
Optička bjelila	0,05-0,25	0,05-0,25
Stabilizatori	+/-	+/-
Ostalo, voda	30-50	30-50

Tekući deterdženti za pranje vune i zavjesa već su i u Europi dulje vrijeme u primjeni. Neki deterdženti za vunu sadrže osim neionskih i kationske tenzide, koji daju kupelj za fino pranje i omekšavanje čime se na vuni postiže fini mekani opip i izgled. U tablici 5 prikazane su okvirne recepture deterdženata za pranje osjetljivih tekstilija.

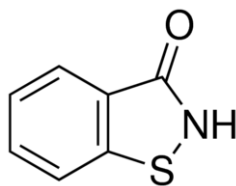
Tablica 5: Općeniti sastav tekućih deterdženata u Zapadnoj Europi

Sastojci	Sastav deterdženta za vunu [%]	
	s omekšivačem	bez omekšivača
anionski tenzidi (alkilbenzensulfonati, alkil-eter sulfati)	0-1	10-15
Neionski tenzidi (alkohol etoksilati, amidi masnih kiselina)	15-20	2-5
kationski tenzidi (esterkvati)	2-4	-
Sredstva za solubilizaciju (etanol, propilen-glikol)	0-5	0-5
Hidrotropna sredstva (toluensulfonati, ksilensulfonati, kumensulfonati)	-	0-3
Mirisi, bojila	+	+
Voda	60-70	60-80

Tržišno dostupan standardni deterdžent za pranje vunelih tekstilija u laboratorijskim uvjetima ispitivanja je IEC Wool wash detergent, WFK. Prednost ovih proizvoda je u njihovom jednoznačnom sastavu, koji je prikazan u tablici 6.

Tablica 6: Sastav standardnog deterdženta IEC deterdženta za pranje vune

Sastojak	w (%)
Linearni alkilbenzensulfonat	10,0
Etoksilirani masni alkohol	5,0
Antipjenič (masna kiselina)	1,0
Fosfonati	0,5
NaOH	do pH 8,5
1,2-benzizotiazol -3-on*	100 ppm
Voda	cca 78



*Benzizotiazol-3-on, fungicid ili biocid

U posljednje vrijeme se u industrijske praonice uvodi novi način pranja tekućim komponentama, tzv. komponentno pranje koje omogućava doziranje pojedinih komponenti u svrhu postizanja boljih primarnih i sekundarnih učinaka u pranju. Primjenom tekućih komponenti koje se automatski doziraju prema programu pranja postižu se uštede deterdženata i energije. Na taj način se uz ekonomsku opravdanost ispunjava ekološki aspekti zbog nižeg stupnja opterećenja otpadnih voda. Automatskim doziranjem prema programu isključuju se greške koje mogu nastati ručnim doziranjem deterdženata.

Tekući deterdženti za industrijsko pranje se sastoje od 5 komponenti: *alkalna*, kalijevog ili natrijevog hidroksida, *tenzidna komponenta* koja sadrži anionske i neionske tenzide, *komponenta za bijeljenje* na bazi vodikovog peroksida, NaClO ili peroctene kiseline,

komponenta za neutralizaciju na bazi octene ili mravlje kiseline. Poboljšane varijante tih deterdženata uključuju i doziranje enzima, najčešće uz tenzidnu komponentu.

Razvoj tekućih deterdženata u potpunosti je usklađen s razvojem praškastih, a u nekim slučajevima je čak naglašeniji. Napredak se očituje u povoljnijim ekološkim karakteristikama komponenti, pri čemu je važno naglasiti da istovremeno posjeduju funkcionalnost i kvalitetan učinak u pranju. Uvode se i amfoterni tenzidi, multienzimatski kompleksi, specijalni polimeri kao protektori i inhibitori posivljenja [9].

2.4. Zakonodavstvo – Pravilnik o deterdžentima

„Pravilnikom o deterdžentima (NN br. 1/2011) u nacionalno zakonodavstvo u cijelosti su prenesene odredbe Uredbe (EZ-a) br. 648/2004 Europskoga parlamenta i Vijeća o deterdžentima i Uredbe Komisije (EZ-a) br. 551/2009 o izmjenama i dopunama Uredbe (EZ-a) br. 648/2004, s ciljem prilagodbe njezinih Priloga V. i VI. (izuzeće tenzida). Važećim zakonodavstvom kojim su u Republici Hrvatskoj uređeni deterdženti utvrđuju se uvjeti koje moraju ispunjavati deterdženti i površinski aktivne tvari vezano uz stavljanje na tržište, opći uvjeti proizvodnje i stavljanja na tržište deterdženata i površinski aktivnih tvari za deterdžente te prava, dužnosti i ovlasti nadležnih tijela u vezi s deterdžentima i površinski aktivnim tvarima proizvedenim u Republici Hrvatskoj ili uvezenim i stavljenim na tržište Republike Hrvatske. Direktive Vijeća 73/404/EEZ od 22. studenoga 1973. o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na deterdžente, 73/405/EEZ od 22. studenoga 1973. o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na metode testiranja biološke razgradivosti anionskih tenzida, 82/242/EEZ od 31. ožujka 1982. o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na metode testiranja biološke razgradivosti anionskih tenzida, 82/243/EEZ od 31. ožujka 1982. o izmjeni Direktive 73/405/EEZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na metode testiranja biološke razgradivosti anionskih tenzida i 86/94/EEZ od 10. ožujka 1986. o drugoj izmjeni Direktive 73/404/EEZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na deterdžente, više su puta znatno mijenjane. Radi jasnoće i racionalizacije poželjno je preraditi dotične propise u jedan tekst. Preporuka Komisije 89/542/EEZ od 13. rujna 1989. o odredbama o označivanju koje se odnose na deterdžente i sredstva za čišćenje, također se treba uvrstiti u jedinstveni tekst. Cilj je ove Uredbe osigurati unutarnje tržište deterdžentima, budući da države članice taj

cilj ne mogu postići u dovoljnoj mjeri bez zajedničkih tehničkih kriterija u cijeloj Zajednici, dakle, cilj se na razini Zajednice bolje postiže. Zajednica može donijeti mjere u skladu s načelom supsidijarnosti prema članku 5. Ugovora. U skladu s načelom proporcionalnosti prema tome članku, ova se Uredba odnosi samo na ono što je potrebno za postizanje toga cilja. Uredba je primjeren pravni instrument, budući da zadaje točno određene uvjete koje istodobno i na isti način treba primijeniti u cijeloj Zajednici, izravno proizvođačima; u području tehničkih propisa potrebna je jedinstvena primjena u državama članicama, a to se može jamčiti jedino Uredbom. Potrebna je nova definicija deterdženta koja bi obuhvatila jednakovrijedne namjene i pratila razvoj na razini države članice. Potrebno je uvesti definiciju površinski aktivne tvari koja je nedostajala u postojećim zakonima. Postojeći propisi o biorazgradivosti površinski aktivnih tvari u deterdžentima obuhvaćaju samo primarnu biorazgradivost i primjenjuju se samo na anionske i neionske površinski aktivne tvari; stoga ih treba zamijeniti novim propisima kojima se pridaje najveće značenje konačnoj biorazgradivosti i odgovara na bitna pitanja povezana s potencijalnom toksičnošću postojećih metabolita. Potrebno je uvođenje nove grupe ispitivanja na temelju normi EN ISO i smjernica OECD-a, o čijim rezultatima ovisi davanje izravnog dopuštenja za stavljanje deterdženata u promet. Ispitivanja određena za biorazgradivost površinski aktivnih tvari treba obavljati u laboratorijima koji su u skladu s međunarodno priznatom normom, tj. normom EN/ISO/IEC/17025, ili načelima dobre laboratorijske prakse; ne bi bilo opravdano tražiti primjenu toga uvjeta na postojeće površinski aktivne tvari koje su prije stupanja navedene norme na snagu podvrgnute dostupnim ispitivanjima na podjednakoj razini znanstvene kvalitete. Uredbom utvrđuju pravila čija je svrha postizanje slobodnog kretanja deterdženata i površinski aktivnih tvari za deterdžente na europskom tržištu uz istodobno osiguranje visokog stupnja zaštite okoliša i ljudskog zdravlja. U tu se svrhu ovom Uredbom usklađuju sljedeća pravila za stavljanje u promet deterdženata i površinski aktivnih tvari za deterdžente:

- biorazgradivost površinski aktivnih tvari u deterdžentima,
- ograničenja ili zabrane za površinski aktivne tvari na temelju biorazgradivosti,
- dodatno označivanje deterdženata koje se odnosi na mirisne alergene, kao i
- podaci koje proizvođači moraju staviti na raspolaganje nadležnim tijelima država članica i medicinskom osoblju.

„Deterdžent” znači svaka tvar ili pripravak koji sadržava sapune i/ili druge površinski aktivne tvari namijenjene za procese pranja i čišćenja. Deterdženti mogu biti u bilo kojem obliku

(tekućine, prašci, paste, šipke, blokovi, kalupom ili na drugi način oblikovani komadi itd.), a stavljaju se u promet ili se rabe u kućanstvu ili u profesionalne ili industrijske svrhe. Stavljanje u promet i uporaba površinski aktivnih tvari kao sastojaka deterdženata mogu se odobravanjem iznimaka dopustiti ili, pak, djelomično ili strogo ograničiti, ovisno o rezultatima dopunske procjene rizika prema Prilogu IV. Iznimka može podrazumijevati i razdoblje postupnog ukidanja stavljanja u promet i uporabe površinski aktivnih tvari kao sastojaka deterdženata. Komisija može preispitati odobrenu iznimku čim se objavi podatak koji bi opravdao znatno preispitivanje i ispravak tehničke dokumentacije uvrštene u zahtjev za odobrenje iznimke. U tu svrhu, proizvođač Komisiji na zahtjev dostavlja tehničku dokumentaciju ažuriranu s obzirom na stavke navedene u Prilogu IV. Kad god se tvari i/ili pripravci obuhvaćeni ovom Uredbom stavljaju u promet, proizvođač je odgovoran za pravilno obavljanje odgovarajućih, gore navedenih ispitivanja. On također stavlja na raspolaganje dokumentaciju o obavljenom ispitivanju da bi dokazao sukladnost ovoj Uredbi kao i da bi dokazao da smije uživati prava vlasništva nad rezultatima ispitivanja, osim rezultata ispitivanja koji su već dostupni javnosti. Države članice ne smiju zabraniti, ograničiti ili spriječiti stavljanje u promet deterdženata i/ili površinski aktivnih tvari za deterdžente koji udovoljavaju uvjetima iz ove Uredbe zbog koji su predmet ove Uredbe. Sljedeće odredbe o označivanju primjenjuju se za pakiranja deterdženata u prodaji za široku potrošnju. Ovi rasponi postotaka mase: manje od 5 %, 5 % ili više, ali manje od 15 %, 15 % ili više, ali manje od 30 %, 30 % i više. Primjenjuju se za označivanje sadržaja sljedećih sastojaka ako se oni dodaju u koncentraciji većoj od 0,2 % prema masi:

- fosfati, fosfonati, anionske površinski aktivne tvari, kationske površinski aktivne tvari, amfoterne površinski aktivne tvari, neionske površinski aktivne tvari, izbjeljivači na bazi kisika, izbjeljivači na bazi klora, EDTA i njezine soli, NTA (nitrilotrioktenska kiselina) i njezine soli, fenoli i halogenirani fenoli, paradiklorobenzen, aromatski ugljikovodici, alifatski ugljikovodici, halogenirani ugljikovodici, sapun, zeoliti, polikarboksilati.

Sljedeće vrste sastojaka ako su dodani, navode neovisno o koncentraciji: enzimi, dezinficijensi, optički posvjetljivači boje, mirisi.

Kad država članica ima opravdane razloge vjerovati da je određeni deterdžent, iako udovoljava uvjetima iz ove Uredbe, rizičan za sigurnost ili zdravlje ljudi ili životinja ili za

okoliš, može privremeno zabraniti njegovo stavljanje u promet na svojem području ili ga privremeno podvrgnuti posebnim uvjetima“.

2.5. Učinci u pranju

Ispitivanjem primarnih i sekundarnih učinaka u pranju pokazuje se utjecaj pojedinih komponenti iz deterdženata u pranju tekstila. Primarni učinak se očituje na uklanjanju zaprljanja i sprečavanju prijenosa prljavština na tekstil. Ocjena se daje na temelju razlike remisije svjetla s oprane i neoprane tekstilije nakon pojedinačnog pranja. Sekundarni učinak se ocjenjuje nakon višekratnog pranja mjerenjem bjeline, sadržajem pepela, čvrstoće i oštećenja opranih u odnosu na neoprani tekstil.

2.5.1. Primarni učinci u pranju

U pranju najvažnija uloga pripada vodi jer je ona medij u kome se pere. Voda istovremeno služi kao otapalo za vodotopive prljavštine i najveći dio sastojaka deterdženata. Netopivi sastojci deterdženata i netopive prljavštine su u vodi dispergirane. Voda prenosi toplinsku energiju. Voskovi i masti na povišenoj temperaturi prelaze u tekuću fazu pa ih je lakše ukloniti. Osim toga, voda služi i kao prenosilac kinetičke energije (miješanje, cirkulacija, zagrijavanje). Zbog pokretanja vode, uzorokovanih mehaničkim i toplinskim utjecajem, čestica prljavštine se otkine s vlakna i otplavi u kupelj. Fizikalno odvajanje hidrofobnih prljavština s vlakna zbiva se zbog adsorpcije tenzida na graničnim površinama. Kationski tenzidi se ne mogu upotrijebiti za pranje jer daju česticama pozitivan naboj, koji bi se poništio već kod prvog ispiranja i došlo bi do ponovnog taloženja već skinutih čestica na drugim mjestima na vlaknu i do posivljenja. Neionski tenzidi ne djeluju na elektroforetsku pokretljivost, ali su ipak djelotvorni u pranju. Bilderi na bazi kompleksnog vezanja zemnoalkalijskih iona i iona teških metala, a isto tako i bilderi koji djeluju na bazi ionske izmjene u kombinaciji sa sredstvima za kompleksno vezanje, imaju dodatno djelovanje. Oni mogu iz čestica prljavština izvući metalne ione i na taj način čestice postaju šupljikave, lome se, čvrstoća vezanja za vlakno slabi i čestica se lakše odvaja. Osim toga omekšavaju vodu i reguliraju pH vrijednost i tako pojačavaju učinak pranja. Sinergizam pojedinih komponenti u pranju doprinosi postizanju dobrog primarnog učinka, koji se ocjenjuje mjerenjem remisije prije i nakon pranja [1].

2.5.2. Sekundarni učinci u pranju

Skinute prljavštine s tekstilija ostaju u kupelji tijekom pranja. Tekstilije se kroz izvjesno vrijeme peru u zaprljanoj kupelji, a to osobito vrijedi u perilicama. Nužno je da se prljavštine zadrže u kupelji i da se spriječi njihovo ponovno taloženje na drugim mjestima (soil redeposition) što izaziva posivljenje tekstilija. Tenzidi, stvarajući površinski sloj na česticama skinute prljavštine i kapljicama masnoće djeluju kao stabilizatori nastale disperzije i emulzije i sprječavaju ponovno taloženje na vlakno, tim više što je površina vlakna zasićena slojem tenzida. Taloženje sprečava i dodatno elektronegativno nabijanje prljavštine i vlakna čemu doprinose i bilderi. Inhibitori posivljenja ili nosioci prljavština imaju također bitnu ulogu u sekundarnim učincima pranja jer čisto fizički sprječavaju taloženje prljavština na vlaknu. Čestice i molekule skinutih prljavština je potrebno zadržati u kupelji što se postiže solubilizacijom. Solubilizacija je proces u kojem se spojevi koji se teško otapaju u vodi kao npr. mnoga bojila prihvaćaju u molekularnom obliku u hidrofobnim područjima asocijata tenzida te se stabilno otope. Ona se zbiva samo u prisutnosti micela tenzida i ovisi o konstituciji tenzida, ali i o veličini molekule solubilizata i drastično pada s povećanjem molekule. Brzina solubilizacije je vrlo značajna, jer se čestice moraju solubilizirati u tijeku procesa pranja. Nađeno je da brzina solubilizacije raste s temperaturom [1].

2.6. Oštećenja u pranju

U pranju mogu nastati znatna oštećenja tekstila, koja je teško ili nemoguće naknadno ukloniti. Ako se pažljivo radi ta oštećenja su rijetka, ali ipak moguća. Načelno se može reći da uzrok oštećenja nije loše izrađen deterdžent, jer su kroz njegov kraći ili dulji razvoj proizvođači deterdženata izvršili mnogostruka ispitivanja, te uz ostala teoretska saznanja praktički nije moguće da neka ozbiljnija tvornica plasira na tržište deterdžent koji bi izazvao oštećenja tekstila. Tekstilije iz domaćinstva najvećim dijelom peru se kod kuće, samo manji dio šalje se na pranje u praonice. U praksi najčešći uzrok oštećenja u pranju je nepažljiv rad, a tek u manjoj mjeri oštećenja nakon pranja postaju vidljiva zbog ranijih grešaka u proizvodnji i konficioniranju tekstilija. Zbog toga je vrlo važno upozoriti onoga koji će prati tekstil na uvjete u kojima se određeni tekstilni predmet smije prati. Pri tom se posebno misli na mehaniku pranja, omjer kupelji, vrijeme, temperaturu i izbor deterdženata. Od posebne su važnosti ušivene etikete s internacionalnim oznakama za njegu tekstilija. Pri tome etiketa označava dopuštene uvjete pranja koji se odnose na tekstilni dio predmeta i dodatne dijelove,

npr. puceta, patent zatvarači i sl. Etikete znatno olakšavaju izbor postupka i pojedinih uvjeta pranja. Načelno se ipak mogu dati opće smjernice prema kojima se može izabrati postupak pranja s obzirom na vrstu vlakna iz kojih je izrađena tekstilija, koja će se prati uz pretpostavku da su netekstilni dijelovi predmeta prilagođeni osnovnom tesktilnom materijalu. Vuna i svila su vrlo osjetljive na uvjete pranja. Tekstilije izrađene od njih moraju se prati u velikom omjeru kupelji specijalnom programom pranja uz malo mehanike i na temperaturi do maksimalno 30 °C s posebnim deterdžentima. Osobito je osjetljiva vuna jer je vuneno vlakno zbog ljuskave površine sklono pustenju u vodenim otopinama, pa se u određenim slučajevima preporuča umjesto pranja primijeniti kemijsko čišćenje. Pranje vune je olakšano ako je prethodno obrađena protiv pustenja. Za vrijeme nošenja i pranja dolazi do oštećenja vlakana, najviše zbog ribanja vlakana jednih o druge i o podlogu. U pranju je važan mehanički efekat kao posljedica mehaničkog djelovanja uzrokovanog okretanjem bubnja i trljanjem tesktilije o tekstiliju i o rubove i izbočine bubnja. Stupanj bubrenja koji je propocionalan količini vode adsorbirane pri 65 % relativne vlažnosti zraka i na 20 °C i utječe na promjene materijala u pranju. U tim uvjetima vuna apsorbira 15 % vlage od njene mase. Što vlakna apsorbiraju veću količinu vode, to je veće bubrenje i to je intenzivniji učinak mehaničke radnje vlakna u pranju. Na vuni je zbog većeg bubrenja vlakana, ali i zbog ljuskave površine vlakana ta pojava je još izraženija [1]. Vuna prana uz previše mehanike i na previsokoj temperaturi, osobito ako nije obrađena protiv pustenja, se skupi i pusti, te se više nikakvim postupkom ne može popraviti.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

Svrha ovog rada bila je istražiti utjecaj novoformuliranih deterdženata različitog sastava namijenjenog pranju vune i svile kroz višestruke cikluse u laboratorijskim uvjetima.

3.1. Materijali

Tijekom ovog rada novoformulirani deterdženti istraženi su u okviru tematskog područja istraživanja na projektu Hrvatske zaklade za znanost ADVANCETEX 9967. Učinak ovih inovativnih deterdženata je istražen kroz mjerenje spektralnih karakteristika vune i svile, te karakterizaciju njihove površine nakon višestrukih ciklusa pranja.

3.1.1. Karakteristike tkanina

Vunene tkanine su proizvedene u tvornici Varteks, a pletivo visoke dodane vrijednosti izrađeno od superwash pređe (Schoeller GmbH) u tvornici Beti preja, Slovenija. Njihove karakteristike su prikazane u tablici 7.

Tablica 7: Karakteristike tekstilnih materijala od vune i svile

Parametar kvalitete gotove tkanine		Artikl		
		Carboni 40555	Victoria 11137	-
Materijal		Tanja vunena tkanina	Deblja vunena tkanina	Pletivo
Oznaka		TV	DV	CP
Finoća pređe, tex		o/p: 13x2	o: 63 p: 63x2	19
Puna širina, cm		153	145	-
Masa kvadratnog metra, g		190	365	270
Masa tekućeg metra, g		290	530	-
Gustoća/10 cm	Osnova	340	214	-
	Potka	298	141	-
Sirovinski sastav		98% vuna 2% elasthan	75% vuna 25% janjeća vuna	100% vuna obrađena protiv skupljanja
Ton boje		Bijeli	Bijeli	Crni

3.2. Sredstva za pranje

Svrha ovog rada je bila istražiti utjecaj inovativnih deterdženata na primarni učinak kroz mjerenje spektralnih karakteristika vune i svile, te karakterizaciju njihove površine nakon višestrukih ciklusa pranja. Sastav formulacija deterdženata D1 i D2 su navedeni u tablicama 8 i 9.

Tablica 8: Sastav formulacije deterdženta na bazi **neionskih tenzida, D1**

Komponenta	w (%)
Neionski tenzid	7,7
Konzervans, fosfonat, emulgator, natrijev citrat, i propilen glikol, glicerol	30,0
Voda	do 100

Tablica 9: Sastav formulacije deterdženta na bazi **anionskih i neionskih tenzida, D2**

Komponenta	w (%)
Natrijev lauril eter sulfat	8,8
Neionski tenzid	9,0
Konzervans, fosfonat, emulgator, natrijev citrat, i propilen glikol, glicerol	30,0
Voda	do 100

Provedeno je komparativno pranje uzoraka u vodovodnoj vodi.

3.3. Postupci i uređaji

3.3.1. Postupak pranja

Pranje svilene i vunene tkanine provedeno je u tvrdoj vodi na temperaturi od 30 °C u vremenu 20 minuta u uređaju koji se zove Linitest, Original Hanau, 10 i slika 1.

Tablica 10: Karakteristike uređaja Linitest, Hanau

Naziv opreme:	Uređaj za oplemenjivanje i bojadisanje - Linitest, Hanau
Namjena:	Aparat za procese mokrog oplemenjivanja i bojadisanja sa mogućnošću podešavanja

	temperature.
Model, oznaka, zemlja proizvodnje:	Hanau, Njemačka
Tehničke karakteristike:	Napajanje: 220/380 V 50 Hz Snaga grijanja: od 1000W do 6000 W, mogućnost stupnjevito reguliranja Snaga motora: 100 W Težina: cca 42 kg Kupelj: 18 l Dimenzije: 510 X 450 X 450 (mm)
Metoda/način rada:	Rad temeljen na pokretu kupelji i materijala.

Tijek procesa je sljedeći:

OK 1:20

$T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$t = 20\text{ min}$

snaga motora = 3 kW



Slika 1: Uređaj za oplemenjivanje i bojadisanje - Linitest, Hanau

Uzorci su nakon pranja isprani u vodi kroz 4 ciklusa.

Tablica 11: Legenda uzoraka

Oznaka	Opis
TV_N	Neprani uzorak tanje vunene tkanine
DV_N	Neprani uzorak deblje vunene tkanine
S_N	Neprani uzorak svilene tkanine
CP_N	Neprani uzorak crnog pletiva
TV_D1	Tanja vunena tkanina oprana u deterdžentu 1
DV_D1	Deblja vunena tkanina oprana u deterdžentu 1
S_D1	Svilena tkanina oprana u deterdžentu 1
CP_D1	Crno pletivo oprano u deterdžentu 1
TV_D2	Tanja vunena tkanina oprana u deterdžentu 2
DV_D2	Deblja vunena tkanina oprana u deterdžentu 2
S_D2	Svilena tkanina oprana u deterdžentu 2
CP_D2	Crno pletivo oprano u deterdžentu 2
TV_V	Tanja vunena tkanina oprana u vodi
DV_V	Deblja vunena tkanina oprana u vodi
S_V	Svilena tkanina oprana u vodi

3.4. Metode

U ovom radu su primjenjene analitičke metode, titracijska, potenciometrijska, spektrofotometrijska i skenirajuća elektronska mikroskopija.

3.4.1. Mjerenje spektralnih karakteristika

Mjerenje spektralnih karakteristika provedeno je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 3890, tt. Datacolor. Remisijskim spektrofotometrom se mjeri bjelina bijelih uzoraka, koordinate kromatičnosti obojenih uzoraka i promjena tona obojenja. Računalno vođen remisijski spektrofotometar namijenjen mjerenju boje sa plošnih površina (tekstil, papir, plastika, drvo, metal, itd.), mjerenju bjeline i fluorescentnih obojenja i računalnom receptiranju. Sastoji se od uređaja koji je spojen za računalo gdje se dobivaju sve potrebne

informacije u vezi određivanja svjetline i tona kao što na neobrađenim tako i usporedno s time na obrađenim materijalima . Pri mjerenju remisije vrši se baždarenje s bijelim standardom (MgO , BaSO_4 ; $R = 100\%$) i s crnim standardom ($R = 0\%$) što se pohranjuje u računalo. Uređaj ima dvije veličine mjernog otvora: $R=0,65$ cm; $R=2,2$ cm. Na osnovu mjerenja razlike između upadne i od uzorka odbijene svjetlosti određuje se vrijednost remisije, tj. remisone krivulje u spektralnom području od 360 do 700 nm. Uzorak se postavlja i učvršćuje posebnim držačem na mjerni otvor instrumenta. Osvjetljava se iz izvora svjetlosti ugrađenog u instrument. Instrument mjeri valne duljine reflektiranog i apsorbiranog dijela upadne svjetlosti. Mjerni podaci pohranjuju se u računalnu bazu podataka, iz koje se pomoću specijaliziranog računalnog programa izračunavaju daljnji parametri potrebni za definiranje boje, bjeline ili potrebni za provođenje postupka računalnog receptiranja.

Prema DIN 6174, spektralne karakteristike boje su mjerene na spektrofotometru (Datacolor SF300) i programskom opremom za metriku boja, na temelju kojih se izračunava ukupna razlika u boji, ΔE^* , prema jednadžbama 1 i 2:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (2)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta H^*)^2} \quad (3)$$

Gdje je:

Δa^* - razlika na osi crveno/zeleno ($\Delta a^* = a^*_{\text{uzorak}} - a^*_{\text{standard}}$)

Δb^* - razlika na osi žuto/plavo ($\Delta b^* = b^*_{\text{uzorak}} - b^*_{\text{standard}}$)

ΔL^* - razlika u svjetlini ($\Delta L^* = L^*_{\text{uzorak}} - L^*_{\text{standard}}$)

ΔC^* - razlika u zasićenju ($\Delta C^* = C^*_{\text{uzorak}} - C^*_{\text{standard}}$)

ΔH^* - razlika u tonu



Slika 2: Remisijski spektrofotometar Spectraflash SF 300, tt. Datacolor

3.4.2. Skenirajuća (pretražna) elektronska mikroskopija, SEM

Bitne komponente pretražnog elektronskog mikroskopa su:

- izvor, koji proizvodi primarnu elektronsku zraku
- elektromagnetske leće i lukovi, koji fokusiraju primarnu zraku na uzorak
- vakuum sustav, koji omogućava prolaz elektronskoj zruci kroz kolonu bez interferencije s molekulama u zraku
- mjesto za uzorak
- detektori signala
- zaslon, koji nam omogućava promatranje slike uzorka.

Najjednostavniji i trenutno najkorišteniji elektronski izvor je zavojnica volframovih niti (katode), Wehnelt cilindra i anodne ploče. Elektronski izvor i tzv. Wehnelt cilindar su spojeni s negativnim polom visokog napona i karakteristično su smješteni na vrhu mikroskopske kolone. Na taj način se uspostavlja naponska razlika između katodne i anodne ploče. Negativno nabijeni elektroni se ubrzavaju prema anodi. Ova naponska razlika između katodne i anodne ploče služi kao “ubrzavajući napon“. Volframore niti koje čine zavojnicu mogu se nakon nekog vremena potrošiti zbog isparavanja i ionskog bombardiranja. Rok upotrebe niti ovisi o nekoliko faktora: održavanju visokog vakuuma, čistoći izvora i vodljivosti niti.

Elektroni generirani pomoću zagrijavanja volframovih niti, ukoliko su indicirani odozgo, idu prema anodi pomoću ubrzavajućeg napona. Ubrzavajući napon primjenjiv na većini pretražnih elektronskih mikroskopa iznosi približno od 1,000 do 50,000 V. Svaki elektron se

ubrzava od izvora prema anodi te stječe energiju od ubrzavajućeg napona. Na taj način, kada je korišten ubrzavajući napon od 30,000 V, elektroni u zraci stječu energiju od 30,000 eV. Za većinu pretražnih elektronskih mikroskopa i većinu uzoraka optimalna energija je od 15,000 eV (15 KeV) do 30,000 eV (30 KeV). Čvrsti uzorci podvrgnuti elektronskoj zraci izlažu se kompleksnoj interakciji s primarnom zrakom elektrona. Ova interakcija rezultira raznolikosti signala koji mogu biti detektirani u pretražnom elektronskom mikroskopu. Da bi analizirali uzorak vizualno tj. da bi vidjeli “sliku” uzorka, moguće je izabrati različite načine rada SEM-a i to pomoću: skupljanja i prikazivanja sekundarnih elektrona (*SE-Secondary electrons*), prethodno raspršenih elektrona (*BSE-Back scattered electrons*), propuštenih elektrona (*TE-Transmitted electrons*), kao i vodljivost uzorka (*Specimen current*). Da bi se dobile informacije o kemijskom sastavu uzorka, može se primjeniti analiza karakterističnog X-zračenja (*Characteristic X-Rays*) i karakterističnih malih elektronskih spektara (*Auger electrons*), a u određenim slučajevima i katodna luminescencija (*Cathodoluminescence*).

Trodimenzionalna slika dobivena pomoću pretražnog elektronskog mikroskopa, ne može se dobiti korištenjem svjetlosne mikroskopije. Temelj metode rada SEM-a je emisijski način rada, pomoću kojega se analizira površina uzorka. Slika koju vidimo na ekranu je indirektna elektronskoj slici. Slijedeća prednost SEM-a nad svjetlosnom mikroskopijom je veća širina fokusa, bolja razlučljivost, lakša manipulacija uzorka, veće područje povećanja te mogućnost ispitivanja uzorka s različitih aspekata. Kvaliteta i sveobuhvatnost slike velikim dijelom dolazi iz mogućnosti velike dubine koja se može postići promatranjem prikazanih uzoraka. Glavni nedostatak je visoka cijena opreme te cijena održavanja, visoka cijena prateće opreme, kao i činjenica da se uzorak ispituje u vakumu i da je tekstilni materijal loš vodič električnog naboja. Do sada se pokazalo da je emisijska metoda najbolja metoda rada za istraživanja tekstilnih materijala. Pretražni elektronski mikroskop (SEM) se može koristiti za ispitivanje:

- dimenzionalnog oblika vlakana iz različitih kuteva,
- površinskih detalja vlakana i tkanina,
- modifikacije oblika vlakana i površinskih detalja,
- oštećenja vlakana ili tkanina,
- raspodjele vlakana u pređi i tkaninama,
- konstrukcije pređe i tkanina,

- netkanog tekstila,
- nano i mikro tehnologije.

Pretražni elektronski mikroskop se zbog prirode elektronske slike ne može koristiti za ispitivanje unutarnjih detalja i boje.

Uzorak se velikom brzinom pretražuje putem zrake elektrona koju proizvodi izvor zračenja. Elektroni putuju od vrha kroz evakuiranu kolonu prolazeći kroz elektromagnetsko polje koje fokusira i smanjuje promjer veličine zrake. Kako se stožac elektrona sužava prema točki koja prolazi iza točke ravnine slike, počinje se rasipavati u sljedeći stožac. U postavkama smanjivanja, kut divergencije stošca iza ravnine slike je veći od kuta divergencije izvornog stošca odgovarajuće točke u sjecištu zraka. Veličina točke formirane od strane snopa na površini uzorka određuje osnovnu granicu razlučivanja (mjera za najsitniji detalj koji mikroskop može "vidjeti"). SEM uređaj ne može razlučiti detalje manje od same veličine točke. Snop elektrona prodire na određenu udaljenost u dubinu uzorka i može izazvati reakciju jednom ili više puta na cijelom putu. Područje unutar uzorka iz kojeg signali izmiču detekciji naziva se opseg interakcije.. U većini slučajeva opseg interakcije je znatno veći od same veličine točke i prema tome postavlja stvarnu granicu razlučivanja.

Skenirajući elektronski mikroskop je vrsta elektronskog mikroskopa koji prikazuje površinu uzorka pomoću skeniranja s visoko energetskim snopom elektrona u mreži linija pretraživanja, slika 3. Elektroni u međudjelovanju s atomima koji tvore uzorak stvaraju signale koji sadrže informacije o topografiji površine uzorka, sastavu i drugim svojstvima kao što je električna vodljivost. U elektronskim mikroskopima pištolj emitirajućeg polja se koristi za izradu elektronskog snopa koji je manji u promjeru, više koherentni do tri reda veličine veće gustoće mlaza ili svjetline nego što se može postići kod konvencionalnih termoelektronskih emitera.



Slika 3: MIRA\\ FEG-SEM mikroskop



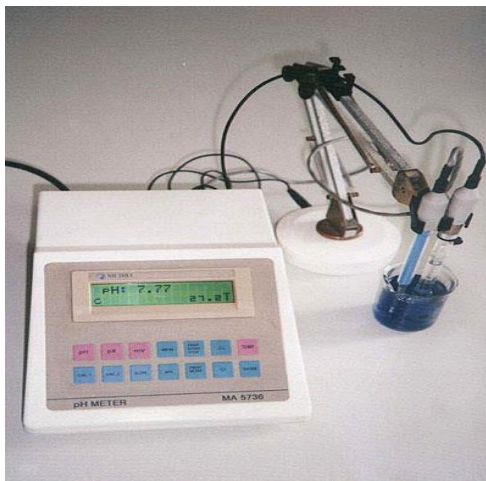
Slika 4: Instrument za raspršivanje sloja - naparivač, *Sputter Coater*

Skenirajući elektronski mikroskop uključuje izravnu i kontinuiranu kontrolu veličine zrake na mjestu ispitivanja i kretanja zrake. Postiže se stereoskopska slika tj. zbiljski uvid u trodimenzionalnost prostora. Brzina obrada slike lista iznosi do 20 ns/pixel-u.

Instrument za raspršivanje sloja s lakom zamjenom mete za raspršivanje na standardnoj bazi zlato/paladij (Au/Pd), slika 4. Raspršivanjem tog sloja uzorak postaje vodljiv te je spreman za mikroskopiranje skenirajućim elektronskim mikroskopom [10].

3.4.3. Određivanje pH

U otopinama koncentracija vodikovih iona se određuje mjerenjem elektromotorne sile u ćeliji između indikatorske (radne) i referentne elektrode. Kao radna elektroda se koristi staklena elektroda, a kao referentna obično se koristi zasićena kalomel elektroda, slika 5.



Slika 5: pH metar, Metrel

Potrebno je provesti prethodno baždarenje pH metra pomoću 2 standardne puferne otopine čije su pH vrijednosti približne pH vrijednosti ispitivanog uzorka.

3.4.4. Određivanje tvrdoće vode

Metoda temelji se na kompleksometrijskoj titraciji. U Erlenmeyer-ovu tikvicu otpipetira se 100 ml ispitivanog uzorka vode, dodati 2 ml pufera i par kristalića indikatora Eriokrom crno T. Titrirati otopinom kompleksona (K_{III}) koncentracije 0,1 mol/l ($c K_{III}$) do promjene obojenja iz roze u plavo.

Proračun:

$$^{\circ}dH = vK_{III} \times cK_{III} \times 56 \quad (4)$$

$$M_{CaO}=56 \text{ g/mol}$$

4. REZULTATI I RASPRAVA

Analiza utjecaja sastava novoformuliranih deterdženata za pranje osjetljivih tekstilija na 30°C kroz 15 ciklusa je provedena primjenom titrimetrijskih, potenciometrijskih, spektrofotometrijskih i površinskih metoda karakterizacije. Primjenom titrimetrije je analizirana tvrdoća vode, primjenom potenciometrije je određen pH otopine deterdženata i vode, primjenom spektrofotometrije je analizirana promjena tona, a skenirajućom elektronskom mikroskopijom je analizirana površina materijala prije i nakon pranja. U radu je u istim uvjetima provedeno komparativno pranje u tvrdoj vodi s ciljem utvrđivanja postojanosti obojenja, pri čemu su obuhvaćeni nepotpuni parametri Sinner-ovog kruga: temperatura, vrijeme i mehanika, a udio kemije je izostao. Na taj način se može utvrditi da li bojilo migrira s materijala u ispitivanim uvjetima kroz spomenuti udio čimbenika Sinner-ovog kruga. U tablici 12 su prikazane pH vrijednosti otopine deterdženata i vode.

Tablica 12: pH otopine (w=1%) deterdženata D1 i D2

Otopina	pH	T, °C
Deterdžent, D1	6,10	22,4
Deterdžent D2	6,59	22,7
Destilirana voda	5,7	22,9
Tvrda voda	7,01	22,5

Na temelju prikazanih vrijednosti je razvidno da obadva novoformulirana deterdženta imaju pH niži od 7, čime je ostvaren temeljni preduvjet prikladnosti formulacija za pranje vune i svile, kojima pogoduje kiseli ili neutralni medij.

Tvrdoća vode u kojoj je provedeno pranje vunениh i svilenih materijala iznosila je 22 °DH. Prema skali tvrdoća, ova vrijednost karakterizira tvrdu vodu.

Novoformulirani deterdženti označeni kao D1 i D2 se razlikuju po sastavu, što pokazuje pregled komponenti prikazan u tablicama 8 (D1) i 9 (D2).

Iz ovih tabličnih prikaza je vidljivo da deterdžent D1 (tablica 8) u formulaciji sadrži samo neionske tenzide, dok deterdžent D2 sadrži anionske i neionske tenzide. Deterdžent D1 se sastoji od 2 različita neionska tenzida, jedan ima 2 EO (etilenoksidne) skupine, a drugi sadrži 7 EO skupina. Na ovaj način se predviđa da će se u pranju ostvariti dobro kvašenje i pranje.

Deterdžent D2 (tablica 9) sadrži anionski tenzid, natrijev lauril eter sulfat i neionski tenzid, koji se sastoji od mješavine tenzida koji sadrže 7 i 5 EO skupina, pri čemu je udio tenzida sa 7 EO skupina dvostruko veći od udjela tenzida s 5 EO skupina.

Ostale komponente u obadva deterdženta su konzervansi, fosfonat, glicerol, propilen glikol, pufer (natrijev citrat) i voda.

Komparativno pranje je provedeno u tvrdoj vodi, pH 7,01 (V).

Poznato je da su vuna i svila vrlo osjetljive na uvjete pranja. Tekstilije izrađene od njih moraju se prati u velikom omjeru kupelji specijalnim programom pranja uz malo mehanike i na temperaturi do maksimalno 30 °C sa posebnim deterdžentima.

S obzirom na razliku u sastavu, cilj je utvrditi da li postoji razlika u utjecaju ovih novoformuliranih deterdženata na promjenu tona i površine vune i svile, odnosno koji deterdžent će biti odabran kao prihvatljivija formulacija za zadržavanje svojstava ovih materijala izvjesne osjetljivosti u pranju. Važno je napomenuti da ove formulacije deterdženata nisu konačne, već ih je potrebno doraditi kroz dodatak nekih komponenti, koje mogu značajno doprinijeti kvalitetnijem primarnom učinku (uklanjanje mrlja u pranju).

Utjecaj sastava deterdženta na promjenu tona materijala od vune (bijeli i crni ton) i svile (bijeli ton) je analiziran kroz mjerenje spektralnih karakteristika, pri čemu su nastale promjene opranih materijala u odnosu na neprane analizirane preko ocjene postojanosti obojenja (ISO i AATCC), ukupne razlike u boji (dE), koja uključuje promjene svjetline (dL*), zasićenja (dC*) i tona (dH*). Rezultati promjena tona opranih kroz 10 i 15 ciklusa u odnosu na neprane uzorke vune i svile iskazani na temelju opisanih veličina su prikazani tablično, tablice 13-16. Materijali od vune uključuju dvije kvalitete tkanine bijelog tona, tanja i deblja, te pletivo crnog tona, koje je dodatno obrađeno protiv skupljanja u pranju, dok je tkanina od svile bijelog tona.

Tablica 13: Promjene spektralnih karakteristika oprane tanje vunene tkanine kroz 10 i 15 ciklusa u deterdžentima D1 i D2, te vodi (V) u odnosu na nepranu tkaninu

Uzorak	dL*	dC*	dH*	dE	ISO A05	AATCC
TV_D1_10x	-0,772	2,715	-5,374	6,070	2	2
TV_D1_15x	-1,051	1,513	-5,767	6,054	2	2
TV_D2_10x	-0,521	2,279	-3,893	4,541	2-3	2-3
TV_D2_15x	-0,586	1,024	-4,018	4,187	2-3	2-3
TV_V_10x	-0,764	0,972	0,062	1,238	4-5	4-5
TV_V_15x	-1,246	0,290	-0,369	1,332	4	4

U tablici 13 su prikazane spektralne karakteristike tanje vunene tkanine. Rezultati pokazuju da je u pranju došlo do promjene tona fine vunene tkanine u svim kupeljima (D1, D2 i V). Razlike između 15 i 10 ciklusa nisu značajne. Zanimljivo je zapaziti da je deterdžent D1 utjecao jače na promjenu tona, što je posebno vidljivo kroz vrijednosti ukupne razlike u boji (dE). Te razlike nisu tako jako vidljive na temelju ocjene postojanosti (ISO i AATCC). Pranjem u vodi je također došlo do neznatne promjene tona, koja se produbljuje nakon 10 ciklusa pranja.

Tablica 14: Promjene spektralnih karakteristika oprane deblje vunene tkanine kroz 10 i 15 ciklusa u deterdžentima D1 i D2, te vodi (V) u odnosu na nepranu tkaninu

Uzorak	dL*	dC*	dH*	dE	ISO A05	AATCC
DV_D1_10x	-0,736	-0,376	-0,828	1,169	4-5	4-5
DV_D1_15x	-0,456	-0,005	-0,487	0,667	4-5	4-5
DV_D2_10x	-0,476	-0,195	-0,658	0,835	4-5	4-5
DV_D2_15x	-0,234	0,100	-0,298	0,391	5	5
DV_V_10x	-1,622	-0,619	-0,041	1,736	4	4

DV_V_15x	-1,806	-0,291	0,051	1,830	4	4
----------	--------	--------	-------	-------	---	---

Vunena tkanina opisana kao deblja (DV) se sastoji od mješavine vune (75) i janjeće vune (25%). Rezultati u tablici 14 pokazuju da su promjene u pranju deterdžentima D1 i D2 znatno manje nego promjene kod tanje vunene tkanine. Međutim, pranje u vodi je izazvalo jače promjene tona u odnosu na promjene tanje vune oprane u vodi. Deterdžent D2 se i u ovom slučaju pokazao prihvatljivijim nego deterdžent D1, po ovom kriteriju.

Tablica 15: Promjene spektralnih karakteristika oprane svilene tkanine kroz 10 i 15 ciklusa u deterdžentima D1 i D2, te vodi (V) u odnosu na nepranu tkaninu

Uzorak	dL*	dC*	dH*	dE	ISO A05	AATCC
S_D1_10x	-0,486	-0,474	-0,104	0,687	4-5	4-5
S_D1_15x	1,254	-0,597	0,020	1,389	4	4
S_D2_10x	-0,381	-0,372	-0,017	0,533	4-5	4-5
S_D2_15x	1,127	-0,531	0,050	1,247	4-5	4-5
S_V_10x	-1,453	-0,152	-0,007	1,461	4	4
S_V_15x	0,625	-0,461	0,008	0,777	4-5	4-5

Rezultati promjene spektralnih karakteristika svilene tkanine oprane deterdžentima D1, D2 i vodi kroz 10 i 15 ciklusa su prikazane u tablici 15. Dobivene vrijednosti ukazuju na veće promjene između 10 i 15 ciklusa u odnosu na vrijednosti dobivene za vunene tkanine. Uočavaju se manje razlike između deterdženata D1 i D2.

Tablica 16: Promjene spektralnih karakteristika opranog crnog pletiva kroz 10 i 15 ciklusa u deterdžentima D1 i D2, te vodi (V) u odnosu na neprano pletivo

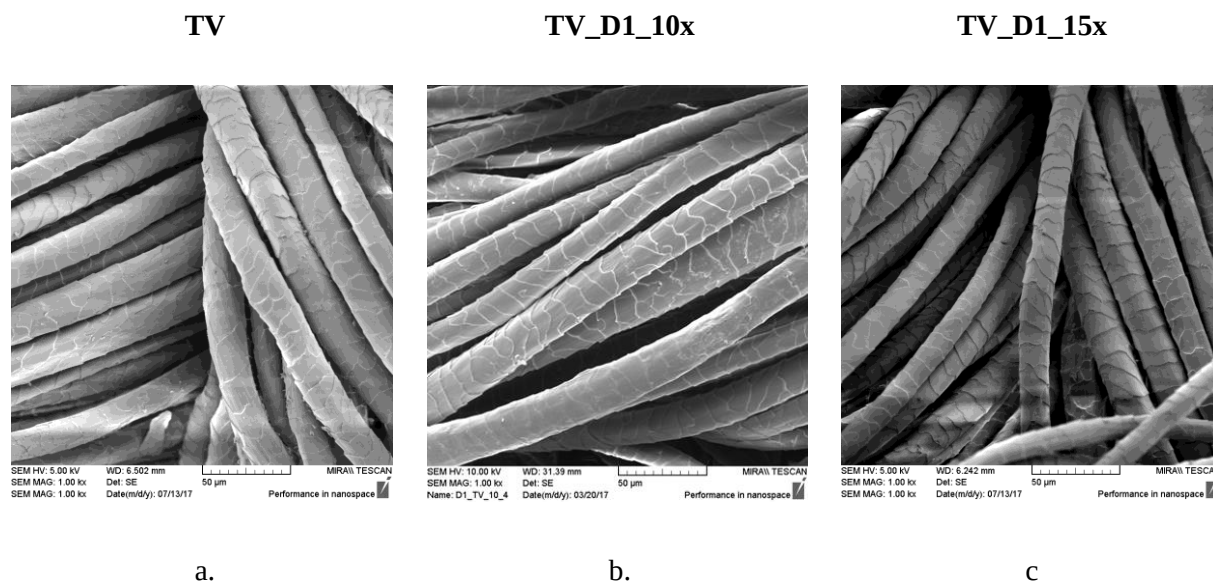
Uzorak	dL*	dC*	dH*	dE	ISO A05	AATCC
CP_D1_10x	0,081	0,051	0,066	0,117	5	5
CP_D1_15x	-1,355	-0,006	-0,022	1,356	4	4
CP_D2_10x	0,125	0,049	-0,107	0,171	5	5
CP_D2_15x	-1,722	-0,035	-0,131	1,727	4	4
CP_V_10x	0,085	0,091	-0,010	0,125	5	5
CP_V_15x	-1,649	-0,162	-0,166	1,665	4	4

Vuneno pletivo crnog tona obrađeno protiv skupljanja (*super wash* kvaliteta) oprano je u formulacijama deterdženata D1 i D2, te vodi. Dobiveni rezultati su prikazani u tablici 16. Vidljivo je da se većim brojem pranja produbljuju promjene materijala opranog u svim kupeljima (D1, D2 i V). Ocjena postojanosti obojenja (ISO i AATCC) vunelog pletiva u crnom tonu opranog u svim kupeljima su identične (ocjena 5 nakon 10 ciklusa, ocjena 4 nakon 15 ciklusa). To ukazuje da je utjecaj novoformuliranih deterdženata minoran, te su prihvatljiviji za pranje tamnih tonova.

Vuna i svila su osjetljive na uvjete pranja, te se tekstilije izrađene od njih moraju prati uz malo mehanike i na temperaturi do maksimalno 30 °C sa specijalnim deterdžentima, koji imaju niži pH. Vuna je amfoterno vlakno, te mu najviše pogoduje pH 5,5. Osobito je osjetljiva vuna jer je vuneno vlakno zbog ljuskave površine sklono pustenju u vodenim otopinama, pa se u određenim slučajevima preporuča umjesto pranja primijeniti kemijsko čišćenje. Pranje vune je olakšano ako je prethodno obrađena protiv pustenja. Za vrijeme nošenja i pranja dolazi do oštećenja vlakana, najviše zbog ribanja vlakana jednih o druge i o podlogu. U pranju je važan mehanički efekat kao čimbenik Sinner-ovog kruga koji se generira kao posljedica mehaničkog djelovanja uzrokovanog okretanjem bubnja i trljanjem tekstilije o tekstiliju i o rubove i izbočine bubnja. Stupanj bubrenja utječe na promjene materijala u pranju, pa je na vuni zbog većeg bubrenja vlakana i ljuskave površine ta pojava još izraženija [1]. Vuna prana

uz previše mehanike i na previsokoj temperaturi, osobito ako nije obrađena protiv pustenja, se skupi i pusti, te se više nikakvim postupkom ne može popraviti. Ove promjene se mogu dobro karakterizirati primjenom mikroskopije.

U ovom radu je načinjena karakterizacija površine pomoću skenirajuće elektronske mikroskopije, SEM slika, slike 6-17.



Slika 6: Površina tanje vunene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D1; c. nakon 15 ciklusa u D1

SEM slike tanje vunene tkanine od mješavine vune (98%) s elastanom (2%) oprane kroz 15 ciklusa u deterdžentu D1 koji sadrži neionske tenzide, prema slici 6, ukazuju da je površina vunenog vlakna sačuvana. Slika 6.c. prikazuje vunenu tkaninu opranu kroz 15 ciklusa, gdje se uočava mjestimično otvaranje karakterističnih ljuskica vunenog vlakna.

TV



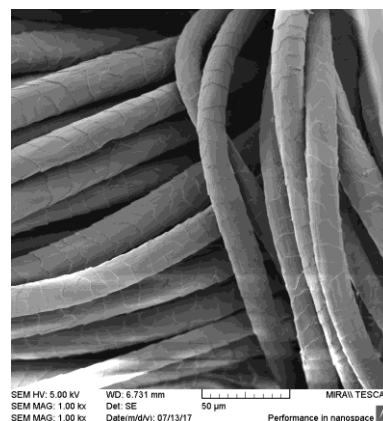
a.

TV_D2_10x



b.

TV_D2_15x



c.

Slika 7: Površina tanje vunene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D2; c. nakon 15 ciklusa u D2

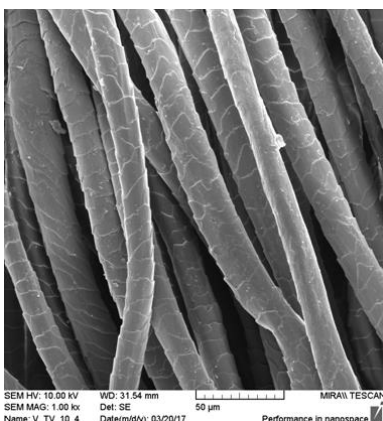
SEM slike tanje vunene tkanine oprane kroz 15 ciklusa u deterdžentu D1 koji sadrži anionske i neionske tenzide, prema slici 7, ukazuju da je površina vunenog vlakna u potpunosti sačuvana, te nema značajne razlike između 10. (slika 7.b.) i 15. ciklusa (slika 7c.) To ukazuje da je mješavina tenzida u deterdžentu prihvatljivija za održavanje fine vunene tkanine načinjene od pređe finoće 13 tex.

TV



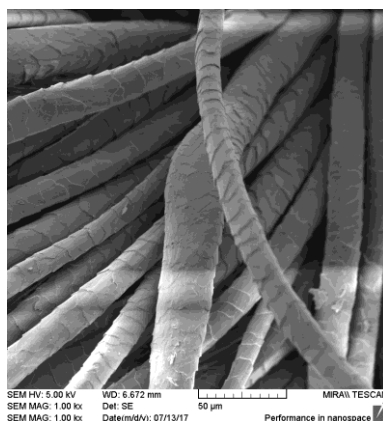
a.

TV_V_10x



b.

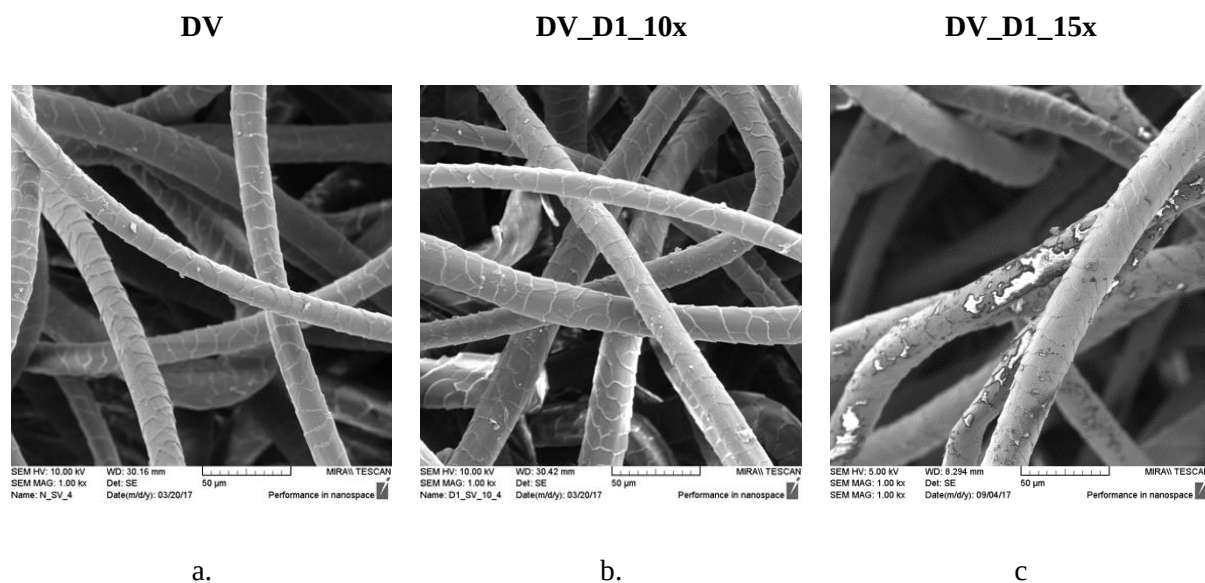
TV_V_15x



c.

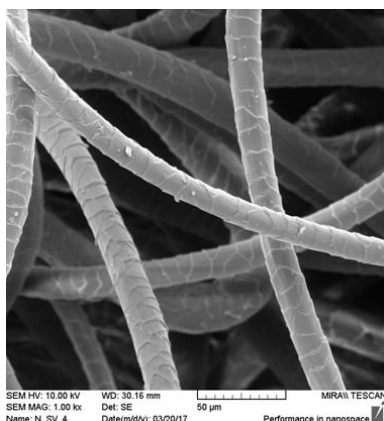
Slika 8: Površina tanje tkanine: a. Prije pranja; b. Nakon 10 ciklusa pranja u V; c. Nakon 15 ciklusa u V

SEM slike tanke vunene tkanine oprane u vodi kroz 10 i 15 ciklusa ukazuju da je u pranju došlo do bubrenja i promjene debljine vunenog vlakna, što znači da je došlo do skupljanja radi bubrivosti vlakana, slika 8. Također je vidljivo da 15 ciklusa produbljuje istaknutu promjenu. Dodatno se na površini vunenih vlakana uočavaju talozi (inkrustacije) radi pranja u tvrdoj vodi.



Slika 9: Površina deblje tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D1; c. nakon 15 ciklusa u D1

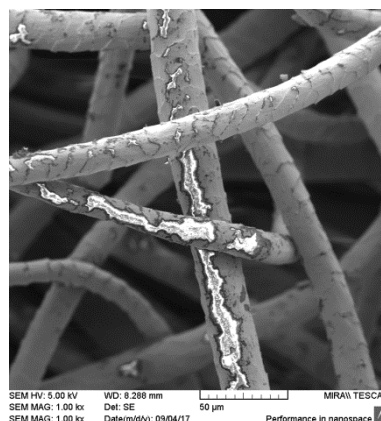
Na slici 9 je SEM neprane i oprane deblje vunene tkanine u deterdžentu D1 kroz 15 ciklusa, koji ukazuje da je pranje u deterdžentu D1 izazvalo jače promjene površine u odnosu na tanku vunenu tkaninu. To se očituje samo kroz veći promjer opranih vlakana radi bubrenja, dok su ljuske lijepo zaglađene.

DV

a.

DV_D2_10x

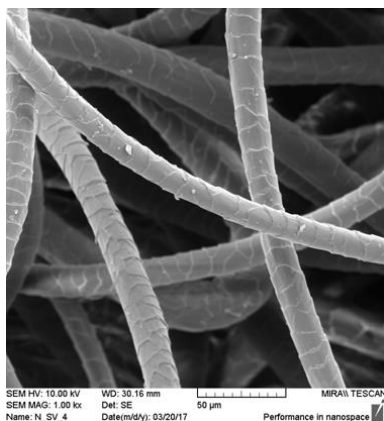
b.

DV_D2_15x

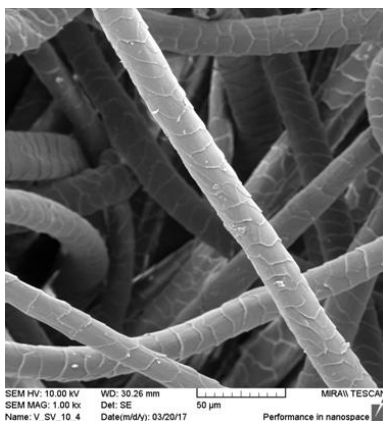
c.

Slika 10: Površina deblje vunene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D2; c. nakon 15 ciklusa u D2

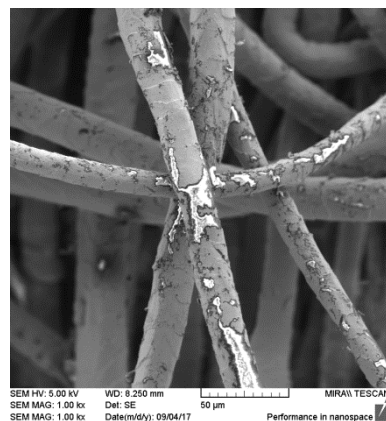
Slika 10 prikazuje površinu neprane i oprane vunene tkanine u deterdžentu D2. Vidljivo je da je nakon 10 ciklusa došlo do izvjesnog čišćenja tkanine (ne uočavaju se nakupnine na površini), što se može pripisati djelovanju anionskih tenzida u novoformuliranom deterdžentu.

DV

a.

DV_V_10x

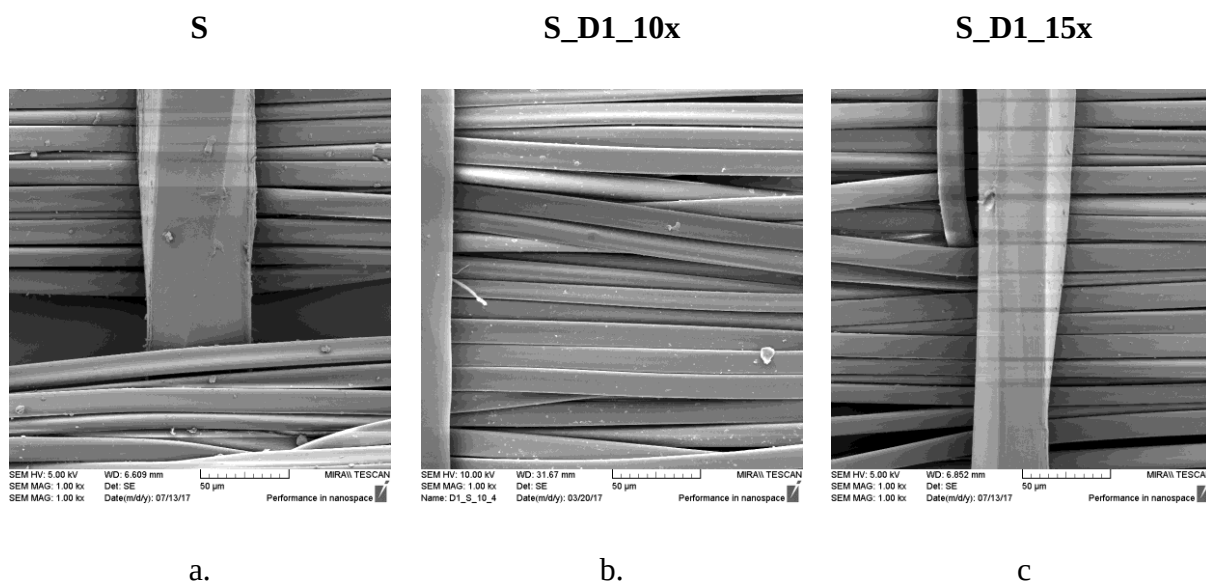
b.

DV_V_15x

c.

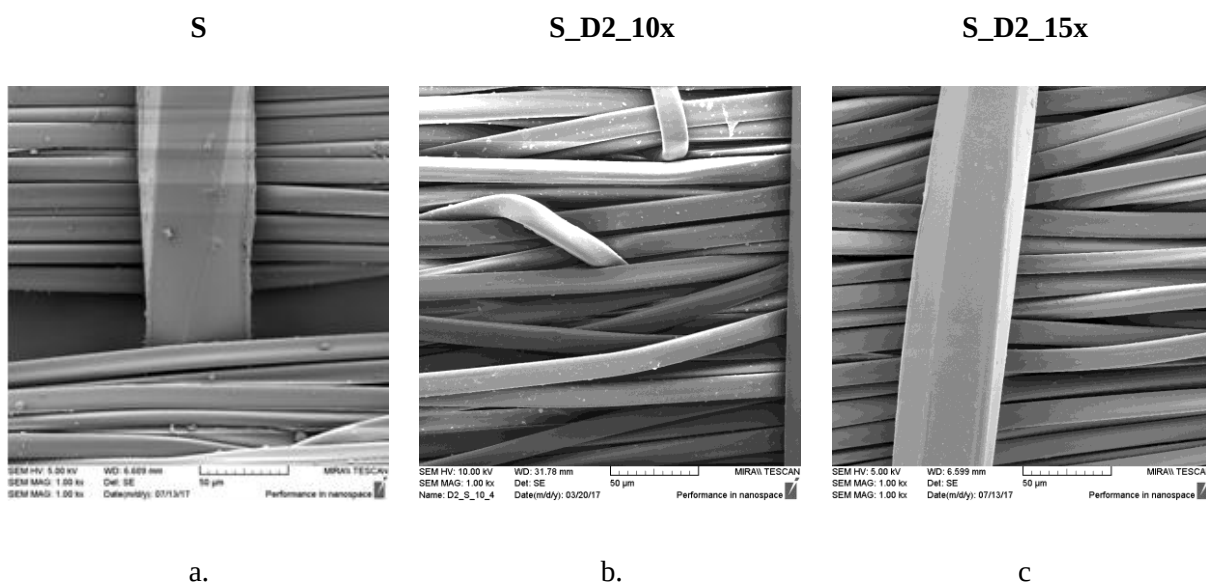
Slika 11: Površina deblje vunene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u V; c. nakon 15 ciklusa u V

Pranje u vodi je utjecalo na skupljanje deblje vunene tkanine, slika 11. Dodatno je površina oprane tkanine kontaminirana talozima iz tvrde vode za pranje (slika 11 b,c).



Slika 12: Površina svilene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D1; c. nakon 15 ciklusa u D1

Pranjem svilene tkanine u otopini deterdženta D1 je došlo do čišćenja njene površine, što je naročito vidljivo nakon 15 ciklusa pranja (slika 12 c). Ostale promjene morfologije se ne uočavaju.



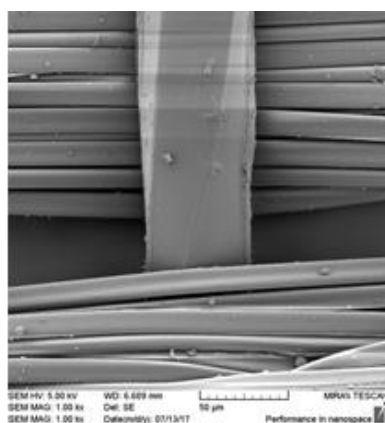
Slika 13: Površina svilene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D2; c. nakon 15 ciklusa u D2

Prethodno istaknuti učinak deterdženta D1 kroz čišćenje površine svilene tkanine je također vidljiv u pranju deterdžentom D2.

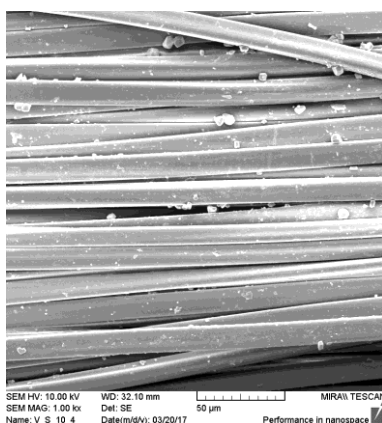
S

S_V_10x

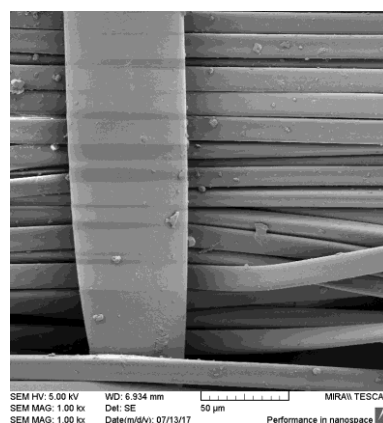
S_V_15x



a.



b.



c.

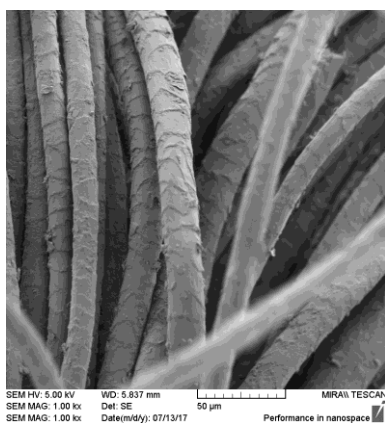
Slika 14: Površina svilene tkanine: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u V; c. nakon 15 ciklusa u V

Višestruko pranje svilene tkanine u tvrdoj vodi je utjecalo na jak stupanj zasićenja površine talozima.

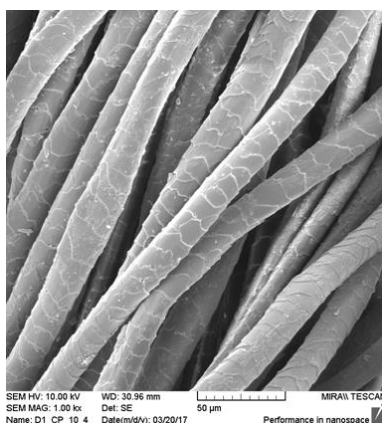
CP

CP_D1_10x

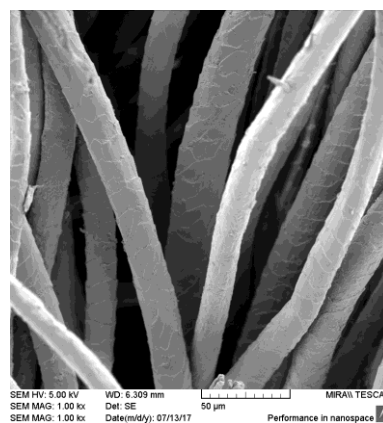
CP_D1_15x



a.



b.



c.

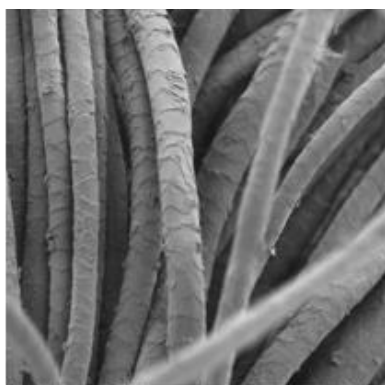
Slika 15: Površina crnog vunenog pletiva: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D1; c. nakon 15 ciklusa u D1

Pranje vunenog pletiva obrađenog protiv skupljanja u deterdžentu D1 nije utjecalo na promjenu površine, slika 15.

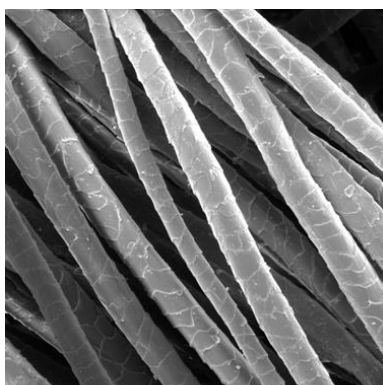
CP

CP_D2_10x

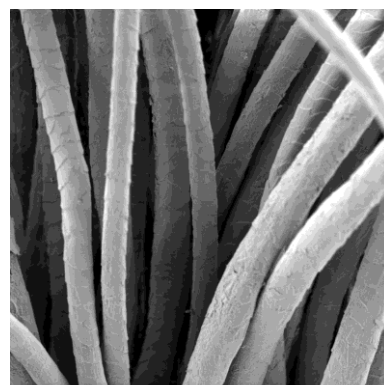
CP_D2_15x



a.



b.



c.

Slika 16: Površina crnog vunenog pletiva: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u D2; c. nakon 15 ciklusa u D2

Pranje vunenog pletiva obrađenog protiv skupljanja u deterdžentu D2 nije utjecalo na promjenu površine, slika 16.

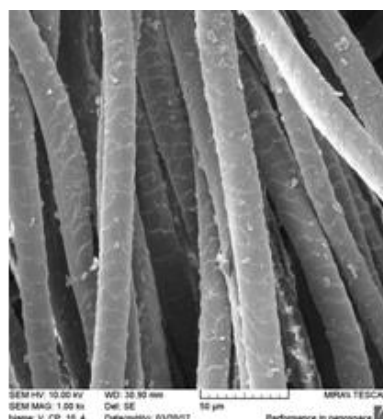
CP

CP_V_10x

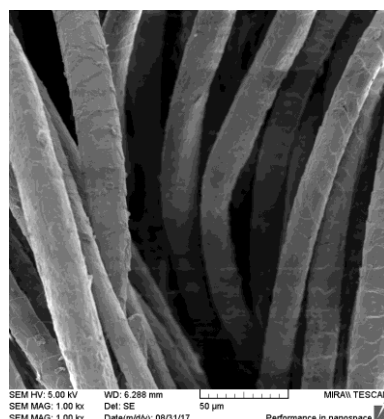
CP_V_15x



a.



b.



c.

Slika 17: Površina crnog vunenog pletiva: a. prije pranja; b. nakon 10 ciklusa pranja u V; c. nakon 15 ciklusa u V

Pranje crnog vunenog pletiva u vodi je utjecalo na prethodno istaknuti problem taloženja anorganskih supstanci.

5. ZAKLJUČCI

U radu je analiziran utjecaj novoformuliranih deterdženata čiji je razvoj i istraživanje tematski vezani za projekt Hrvatske zaklade za znanost ADVANCETEX 9967. Učinak ovih inovativnih deterdženata je analiziran kroz mjerenje spektralnih karakteristika vune i svile, te karakterizaciju njihove površine nakon 15 ciklusa pranja.

Svrha ovog rada bila je istražiti utjecaj novoformuliranih deterdženata različitog sastava namijenjenog pranju vune i svile u laboratorijskim uvjetima. U tu svrhu su odabrane različite vrste vunениh materijala, dvije vunene tkanine i pletivo, te tkanina od svile. Komparativno je provedeno i pranje u vodovodnoj vodi.

Promjene svojstava materijala u pranju su analizirane praćenjem spektralnih karakteristika materijala prije i nakon 10 i 15 ciklusa pranja.

- Na temelju spektralnih karakteristika je razvidno da je sastav deterdženta D2, koji uključuje anionske i neionske tenzide, povoljniji za pranje osjetljivih tekstilija u odnosu na deterdžent u čijem su sastavu samo neionski tenzidi.

Površina nepranih i opranih materijala nakon 10. i 15. ciklusa analizirana skenirajućom elektronskom mikroskopijom, SEM slikama može doprinijeti u analizi kvalitete deterdženata inovativnog sastava.

- SEM slike materijala su pokazale da deterdžent D2 ima povoljniji utjecaj na površinu od deterdženta D1. To se može pripisati djelovanju anionskih tenzida u novoformuliranom deterdžentu.
- U pranju s obadva deterdženta, D1 i D2, nije došlo do taloženja anorganskih tvari iz tvrde vode, što potvrđuje dostatnu količinu fosfonata u obadva novoformulirana proizvoda.

Analiza kumulativnog učinka iskazanog kroz male promjene spektralnih karakteristika kao i neznatne promjene površine su pokazali da su obadva deterdženta minimalno utjecala na kvalitetu materijala od vune i svile. Usporedbom kumulativnog učinka ovih deterdženata s učinkom vode je razvidno da novoformulirani deterdženti imaju dobar potencijal zadržavanja kvalitete vune i svile u pranju.

6. LITERATURA

- [1] Soljačić, I., Pušić, T.: Njega tekstila – I dio, Čišćenje u vodenim medijima, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2005.
- [2] Smulders, E.: LaundryDetergents, Wiley-VCH GmbH&Co. KGaA, Duesseldorf, 2002.
- [3] R. Čunko, M. Andrassy, Vlakna, Zrinski 2005.
- [4] Pušić, T. i sur.: Istraživanje sredstava za kemijsko bijeljenje u pranju, Tekstil 56 (2007) 7, 412-417
- [5] Križman, P., Kovač, F., Forte Tavčer, P.: Bleaching of cotton fabricwith peracetic acid in the presence of different activators, ColorationTechnology 121 (2005), 304-309
- [6] Bischof Vukušić, S.: Enzimi u oplemenjivanju I pranju tekstila, Tekstil 43 (1994) 3, 136-143
- [7] Peran, J., Pušić, T.: Enzimi – bioinovatori u pranju rublja, Tekstil 62 (2013) 7-8; 329-337
- [8] http://www.happi.com/contents/view_suppliers-corner/2005-11-15/novozymes-launches-stainzyme-for-detergents, pristupljeno 16.08.2017.
- [9] Tarbuk, A.; Pušić, T.; Dekanić, T.: Postupci proizvodnje, uzorkovanja i analize deterdženata, Tekstil 62 (2013) 7-8, 319-328
- [10] Turalija M. i suradnici: Primjena skenirajućeg elektronskog mikroskopa za tekstil, Tekstil 58 (2009) 12; 640-64