

Novi pristupi analizi utjecaja sredstava za pranje osjetljivih tekstilija

Ana Burić¹, mag. ing. techn. text.

Prof. dr. sc. Tanja Pušić²

Doc. dr. sc. Tihana Dekanić²

¹Kärcher d.o.o., Zagreb, Hrvatska

²Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet,
Zagreb, Hrvatska

e-pošta: tanja.pusic@ttf.unizg.hr

Prispjelo: 25. 3. 2020.

UDK 677.016.253
Izvorni znanstveni rad

U radu je istražen utjecaj sredstava za pranje u procesu pri 30 °C kroz 10 ciklusa na svojstva osjetljivih bojadisanih tekstilija, dva vunena pletiva crnog tona (VP1 i VP2), plavu pamučnu tkaninu (PT) i narančastu tkaninu od mješavine lana i svile (LST). Varijacija sredstava načinjena je kroz izbor tri tekuća deterdženta (P, M, O), primijenjena u preporučenim koncentracijama i vodu (V). Procesu pranja prethodila je analiza deterdženata određivanjem ukupne površinski aktivne tvari i vrijednosti pH, koja je potvrdila međusobne razlike. Sekundarni učinak tekućih deterdženata u procesu pranja odabranih tekstilija uspoređen je s vodom kroz analizu spektralnih vrijednosti, stupanj hidrofilnosti i analizu površine opranih u odnosu na neoprane tekstilije. Kroz analizu anionske i neionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu 10 puta opranih tekstilija provjeren je učinak procesa ispiranja i količina rezidualanih površinski aktivnih tvari. Ocjene postojanosti obojenja tekstilija na pranje i ukupne razlike u boji (dE) opranih u odnosu na neoprane potvrdile su neznatne razlike u utjecaju primijenjenih sredstava. Razlike unutar ispitivane skupine deterdženata dobivene su kroz sadržaj neionske i anionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu opranih tekstilija. Sadržaj neionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu vunenog pletiva kompaktnije strukture (VP1) je iznad granične vrijednosti prema sustavu kvalitete RAL-GZ 992, dok su u vodenom ekstraktu ostalih tekstilija, vuneno pletivo manje površinske mase (VP2), pamučna tkanina (PT) i tkanina lan/svila (LST) ispod granične vrijednosti. Sadržaj anionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu ovisi o vrstama tekstilije i tekućeg deterdženta. Više vrijednosti od granične dobivene su u vodenom ekstraktu pletiva (VP1 i VP2) opranih deterdžentom M i tkanine LST oprane deterdžentom P. Prema ovom kriteriju najbolje sredstvo za sve tekstilije je deterdžent O. Rezultati su potvrdili da je uz ocjenu promjene obojenja osjetljivih tekstilija u procesu pranja kao estetski kriterij, indikativno provesti analizu vodenog ekstrakta na sadržaj površinske tvari s obzirom na njihov potencijalan iritirajući učinak na kožu tijekom nošenja.

Ključne riječi: tekstil, sredstvo za pranje, sekundarni učinak, postojanost obojenja, površinski aktivne tvari

1. Uvod

Unaprjeđenja procesa njege usmjerena su na poboljšanje postojećih i uvođenje novih ekološki povoljnih postupaka i sredstava koji mogu osigurati trajnost i funkcionalnost tekstilija. Temeljni zadatak procesa pranja je uklanjanje prljavština uz očuvanje svojstava, površine, bjeline, tona boje, tiska, sjaja, stabilnosti dimenzija i aplikacija, prošivljivosti i ostalih specifičnosti pojedinih proizvoda. Na tekstilijama su zastupljene prljavštine, koje se osim po stupnju i homogenosti unutar zaprljanja, razlikuju po fizikalno-kemijskom sastavu i raspodjeli. Na tekstilije se mogu vezati između pojedinačnih niti pređe, između vlakana u pređi, unutar pora i na površini vlakana [1, 2]. Moć uklanjanja zaprljanja veže se uz svojstva tekstilija (sirovinski sastav, strukturalne elemente, stupanj i vrstu dorade, vlažnost), prljavština (fizikalno-kemijski sastav), njihovog međusobnog djelovanja (vrijeme odležavanja, utjecaj topline i kemikalija) te čimbenike procesa pranja koje objedinjuje Sinnerov krug [3].

Navedeni čimbenici tijekom procesa pranja obojenih tekstilija utječu na desorpciju i/ili migraciju slabo fiksiranih čestica bojila ili čestica pigmenta s površine tekstilija u kupelj [4]. Ovaj prijelaz uvjetovan je udjelom čimbenika Sinnerovoga kruga (sastav deterdženta, hidrodinamika, vrijeme i temperatura), vrijednošću pH i tvrdoćom vode [5]. Ukoliko se u istoj kupelji peru tekstilije nepostojanih tonova boje s bijelim tekstilijama, desorbirane ili migrirane čestice bojila posljedično prelaze na bijele tekstilije [6, 7].

Udio desorbiranog bojila moguće je stabilizirati površinski aktivnim tvarima, vodonetopivim sastojcima deterdženta i specijalnim aditivima (engl. *dye transfer inhibitors*, DTI) polimerima.

Bojila koja se teško otapaju u vodi, prihvaćaju se u molekularnom obliku u hidrofobnim dijelovima površinski aktivnih tvari gdje se stabilno otapaju, solubiliziraju. Kako bi solubilizacija bila uspješna, koncentracija površinski aktivne tvari mora biti veća od kritične micelarne koncentracije jer se čestice teško topivih bojila zadržavaju u micelama. Međutim, u kompleksnim matricama važno je optimirati količinu površinski aktivnih tvari radi njihovog utjecaja na okoliš [8]. Stabilizirajuće djelovanje površinski aktivne tvari na bojila u procesu pranja povećavaju specijalni polimeri, koji su kompatibilni s anionskim, kationskim i amfoternim površinski aktivnim tvarima [9]. Polimernim tvarima je zajedničko da mogu imati uzajamno djelovanje i s bojilima i s površinski aktivnim tvarima [6].

Prema Schwugeru mehanizmi stabilizacije bojila u kupelji za pranje su [6]:

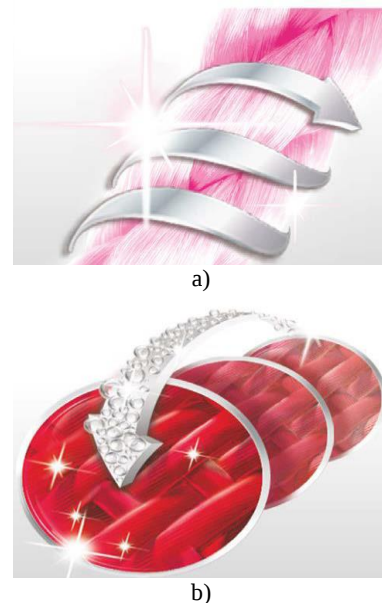
- međusobna djelovanja površinski aktivne tvari/bojilo,
- međusobna djelovanja površinski aktivne tvari/polimer/bojilo,
- međusobna djelovanja s vodonetopivim sastojcima deterdženta.

Praškasti deterdženti sadrže sastojke netopive u vodi kao što je natrijev alumosilikat (zeolit A), čiju djelotvornost određuje kapacitet i kinetika izmjene iona. Pokusima je potvrđeno da se bojila adsorbiraju na zeolit A ovisno o površinskim svojstvima adsorbensa i o vrsti otopljenih čestica bojila [2, 9, 10].

Intenzivno blijeđenje nekih bojadisanih tekstilija (pamuk, vuna) u većini slučajeva prestaje nakon 7 do 8 ciklusa procesa pranja. Prijelaz obojenja moguće je spriječiti ili umanjiti inhibitorima prijelaza boje (DTI sredstva) ili sredstvima za fiksiranje obojenja, a koji mogu biti sastojci deterdženta ili sredstva za naknadnu obradu [4].

Postojeća sredstva su polimeri na bazi polivinilpirolidona, polivinil alkohola, kationskih polikondenzacijskih produkata, kationskih polisaharida, minerala, enzima oksidaza, oksidansa, kvaternih amonijevih spojeva.

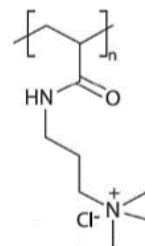
Na sl.1 prikazana su dva načina očuvanja obojenja: obavijanjem vlakana (pasivna zaštita) i djelovanjem celulaza na površinu (aktivna zaštita) [11].



Sl.1 Mehanizmi očuvanja tona boje: a) pasivna zaštita; b) aktivna zaštita [11]

Uključivanje (makro)molekula u formulacije deterdženta za pranje tekstilija koje inhibiraju neželjenu adsorpciju bojila na tkanine može se iskoristiti kao svrsishodan način inhibicije prijenosa boje [12].

N-heterociklički polimeri, npr. poliakrilamidopropil trimetil amonijev klorid ili Polymer 100, sl.2, inhibira prijelaz obojenja, odnosno sprječava prijelaz bojila i posivljenje, te sinergijski djeluje s celulazama, čime se poboljšava briljantnost tonova [13].



Sl.2 Polymer 100® [13]

Zadržavanje obojenja osigurava neionska površinski aktivna tvar u kombinaciji s Polimerom A, dok se ova sinergija ne ostvaruje u kombinaciji s anionskom površinski aktivnom tvari.

Tvrtka Ecolab kroz tehnologiju Turbo Color Protect razvila je inovativna rješenja koja djeluju na 3 razine:

- sprečavanje i/ili usporavanje posivljenja tekstilija - izvrsna učinkovitost suspenzije u uvjetima pranja rublja s visokim stupnjem zaprljanja,
- zaustavljanje mrlja od polikvaternija - specifični ostaci kozmetičkih proizvoda i proizvoda za osobnu higijenu koji se ne mogu ukloniti, nova Ecolab tehnologija štiti tekstil i sprečava pojavu mrlja od polikvata [14],
- zaustavljanje prijelaza bojila - zaštita bjeline bijelih pamučnih tekstilija ili mješavine s poliesterom kao i prijenosa bojila s obojadisanih tekstilija u kupelj za pranje.

Prednosti ove tehnologije su duži vijek trajanja tekstilija, smanjeni troškovi nabave i povećanje produktivnosti radi smanjenja ponavljanja ciklusa pranja (re-wash) [15].

U ovom istraživanju analizirana su tri tekuća deterdženta za pranje obojenih tekstilija (P, M, O) i voda (V) kao usporedno sredstvo s ciljem uvida u promjene svojstava tekstilija. Njihov utjecaj praćen je u procesu pranja dva vunena pletiva crnog tona, plavu pamučnu tkaninu i narančastu tkaninu od mješavine lana i svile kroz 10 ciklusa pri 30 °C. Procesu pranja prethodila je analiza deterdženata određivanjem ukupne površinski aktivne tvari i vrijednosti pH.

Sekundarni učinak tekućih deterdženata i vode u procesu pranja odabranih tekstilija praćen je kroz analizu spektralnih vrijednosti opranih u odnosu na neoprane tekstilije, stupanj hidrofilitnosti i analizu površine opranih u odnosu

na neoprane. Stanje površine opranih pletiva i tkanina nakon 10 ciklusa pranja analizirano je određivanjem vrijednosti pH i sadržaja anionske i neionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu kako bi se provjerio učinak procesa ispiranja i sadržaj rezidua ovih tvari na opranim tekstilijama.

2. Eksperimentalni dio

Odabrane tekstilije analizirane su u procesu pranja s četiri sredstva, tri tekuća deterdženta za pranje osjetljivog rublja (P, M, O) i vodu (V) koja je ujedno korištena za pripremu kupelji.

2.1. Materijal

U istraživanju su primijenjene četiri različite tekstilije, dva pletiva istog tona boje i različite

površinske mase, te dvije tkanine, različitog tona boje i različite površinske mase, čije su oznake i osnovne tehničke značajke prikazane u tab.1.

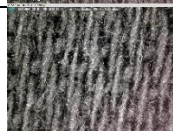
2.2. Sredstva za pranje

Unutar skupine klasificirana su tri tekuća deterdženta za osjetljivo rublje [16], od kojih dva pripadaju skupini tekućih *color* deterdženata za široku potrošnju (P, M), dok je treći tekući deterdžent za profesionalnu uporabu (O). Njihove oznake, opisi i doziranje za niski stupanj zaprljanja u procesu pranja u tvrdj vodi sadržani su u tab.2.

Tekući deterdžent (P) namijenjen strojnom i ručnom pranju tamnih tonova pri temperaturama 20–60 °C sadrži:

- 5–15 % anionske površinski aktivne tvari
- <5 % neionske površinski aktivne tvari, sapun

Tab.1 Značajke analiziranih pletiva i tkanina

Materijal	Oznaka	Sirovinski sastav (%)		Površinska masa (g/m ²)	Gustoća red/niz (očica/cm) osnova/potka (niti/cm)	Mikrograf, 50x
Pletivo - kompaktnije	VP1	Vuna	100	285	20/18	
Pletivo	VP2	Vuna	100	196	21/18	
Tkanina	PT	Pamuk	100	229	24/13	
Tkanina	LST	Lan/svila	N/A	126	72/36	

Tab.2 Oznake, opis i preporučeno doziranje analiziranih sredstava za pranje

Oznaka	Opis	Doziranje* (mL/3 kg)
P	<i>color</i> deterdžent za osjetljivo rublje (<i>black</i>)	75
M	<i>color</i> deterdžent za osjetljivo rublje (<i>black</i>)	75
O	deterdžent za pranje osjetljivog rublja	30
V	vodovodna voda	-

- enzime
- mirise – benzisotiazolinon, metilisotiazolinon.

Drugi deterdžent (M) namijenjen strojnom i ručnom pranju crnog i tamnog rublja pri temperaturama 30–60 °C sadrži:

- 5–15 % anionske površinski aktivne tvari
- <5 % neionske površinski aktivne tvari, sapun, fosfonat
- protektor boje
- miris.

Treći deterdžent (O) namijenjen strojnom pranju svih osjetljivih perivih tekstilija pri temperaturama 30–60 °C sadrži:

- 10–25 % etoksilirani masni alkohol (neionski površinski aktivna tvar)
- 2,5–10 % alkilbenzensulfonat (anionski površinski aktivna tvar)
- 2,5–10 % polipropilenglikol
- do 100 % voda.

2.3. Proces pranja

Proces pranja tekstilija mase 5 g tekućim deterdžentima (P, M, O) i vodom (V) proveden je u laboratorijskom aparatu Turbomat, P4502, Mathis, kroz 10 ciklusa u kupelji omjera 1:20 pri temperaturi 30 °C kroz 30 minuta. Uzorci su nakon procesa pranja isprani vodovodnom vodom kroz četiri ciklusa i osušeni na zraku.

2.4. Mjerne metode

Metodom kompleksometrijske titracije analizirana je tvrdoća vode korištene za pripremu otopina deterdženta i za proces pranja (V). U istraživanju su primijenjene fizikalno-kemijske metode za analizu deterdženata (određivanje vrijednosti pH i ukupne površinski aktivne tvari), kupelj za pranje (obojenost), tekstilija prije i nakon procesa pranja (hidrofilnost, spektralna svojstva, površina) i vodenog ekstrakta (vrijednost pH i sadržaj površinski aktivne tvari).

Deterdženti

Otopini deterdženta (1 %) potencijometrijski je određena vrijednost pH korištenjem pH metra Metrel, Iskra. Ukupna površinski aktivna tvar u analiziranim deterdžentima određena je gravimetrijski nakon provedene ekstrakcije u etanolu [17].

Kupelj za pranje (obojenost)

Prije i nakon svakog provedenog ciklusa pranja (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. i 10.) svih tekstilija praćena je obojenost kupelji.

Tekstilije

Hidrofilnost svih tekstilija prije i nakon 10 ciklusa pranja ispitana je kapanjem destilirane vode iz birete (visina 10 cm) na površinu, kako bi se odredilo vrijeme potpunog prodora u materijal.

Spektralne karakteristike analiziranih tekstilija mjerene su na četiri mjesta korištenjem spektrofotometra Spectraflash SF300, Data-Color, odabirom blende 20 mm, standardnoga svjetla D₆₅ i geometrije d/8. Rezultati su iskazani kao razlike u svjetlini (dL*), tonu (dH*), zasićenosti (dC*) i ukupnoj razlici u boji (dE) opranih u odnosu na neoprane uzorke. Postojanost je ocijenjena prema normiranim metodama ISO A05 i AATCC, gdje ocjena 5 odgovara izvrsnoj postojanosti obojenja, a ocjena 1 slaboj postojanosti obojenja [18].

Površina uzoraka tekstilija prije i nakon procesa pranja određena je korištenjem digitalnog mikroskopa, Dino-Lite, tip Premier uz povećanje 50 x.

Vrijednost pH vodenog ekstrakta analiziranih tekstilija prije i nakon procesa pranja određena je prema [19].

Količine anionskih i neionskih površinski aktivnih tvari, odnosno sadržaj njihovih ostataka na tekstilijama određene su in house/interonom metodom potencijometrijske titracije na uređaju Metrohm Autotitrator 736 GP Titrino. Ion-

selektivne tenzidne elektrode, High Sense Surfactant Electrode (6.0504.150) u kombinaciji s referentnom Ag/AgCl elektrodom (6.0733.100) korištene su za određivanje anionske površinski aktivne tvari. Ion-selektivna elektroda NIO electrode (6.0507.010) i ista referentna elektroda, sve Metrohm, korištene su za određivanje neionski površinski aktivne tvari u otopini.

Kalibracijske krivulje izrađene su za svaku pojedinu površinski aktivnu tvar određivanjem njihove količine u otopini. Anionska površinski aktivna tvar, natrijev dodecil sulfat (NLS) titrirana je pri vrijednosti pH 3 otopinom Hyamine 1622, a neionska površinski aktivna tvar, Triton X-100, titrirana je natrijevim tetrafenil boratom (NTFB) uz dodatak BaCl₂ [20, 21].

Sadržaj anionski površinski aktivne tvari u otopini (X) izračunava se iz jednadžbe kalibracijskog pravca:

$$X=(V-0,001)/0,0008 \quad (1)$$

X – sadržaj anionski površinski aktivne tvari u otopini (μg)

V – volumen Hyamine 1622 (mL)

Sadržaj neionski površinski aktivne tvari u otopini (X) izračuna se iz jednadžbe kalibracijskog pravca:

$$X=(V+0,0636)/0,004 \quad (2)$$

X – sadržaj neionske površinski aktivne tvari u otopini (μg)

V – volumen NaTFB (mL)

3. Rezultati i rasprava

Poznato je da se svojstva tekstilija mijenjaju u procesu pranja, a intenzitet promjena ovisi o čimbenicima koji se vežu uz njihove konstrukcijske značajke, sirovin-
ski sastav, stupanj oplemenjivanja i uvjete procesa pranja koji se opisuju Sinnerovim krugom [1-3].

U ovom istraživanju odabrane su tekuće formulacije deterdženata za pranje osjetljivog rublja. Prema specifikaciji color deterdžent P „poboljšava intenzitet boje, zaglađuje oštra vlakna, osigurava bolju refleksiju svjetla i pomaže ojačati vlakna kako bi zadržala dimenzije i oblik“.

Deterdžent M je tekući color deterdžent specijaliziran za strojno i ručno pranje crnog i tamnog rublja, a prema specifikaciji „čuva boje, održava elastičnost, obnavlja vlakna te ima dugotrajni učinak – nove formule, čineći rublje poput novog nakon 25 ciklusa pranja“.

Deterdžent O je koncentrirani blagi proizvod prikladan za pranje svih osjetljivih, perivih tekstilija u profesionalnim uvjetima, a prema specifikaciji „osvježava boju, sprečava redepoziciju i daje ugodan, osvježavajući miris opranim tekstilijama“.

Četvrto sredstvo za pranje je vodo-vodna voda (V) tvrdoće 385 ppm CaCO_3 .

U radu je ispitana vrijednost pH sredstava za pranje (tab.3) i ukupan sadržaj površinski aktivne tvari u deterdžentima (tab.4).

Tab.3 Vrijednosti pH sredstava za pranje

Sredstvo za pranje	pH	T (°C)
P	9,0	22,2
M	8,2	
O	7,8	
V	7,0	

Iz rezultata vrijednosti pH otopina tekućih deterdženata i vode od koje su otopine priređene je vidljivo da deterdžent P ima najvišu vrijednost (pH 9), koja je viša od vrijednosti pH tekućih deterdženata [2]. Deterdžent M ima nižu vrijednost (pH 8,2) od deterdženta P i ona je poput vrijednosti pH većine tekućih deterdženata. Najnižu vrijednost pH ima deterdžent O (pH 7,8), a još nižu tvrda voda (pH 7,0).

Ukupna površinski aktivna tvar (PAT) važan je parametar kvali-

tete deterdženta (tab.4), iako nije ključni parametar u postizanju dobrog primarnog i sekundarnog učinka u procesu pranja. Na temelju podataka koji su izvučeni s deklaracije deterdženata navedenih u opisu eksperimentalnog dijela vidljivo je da tri analizirana deterdženta sadrže anionske i neionske površinski aktivne tvari, a deterdženti P i M sadrže još i sapune. Udio deklariranih neionski površinski aktivnih tvari u deterdžentima P i M manji je od 5 %, a udio anionski površinskih aktivnih tvari u udjelu je 5–15 %. Deterdžent za profesionalne namjene O ima manji udio anionskih (2,5–10 %) u odnosu na neionske površinski aktivne tvari kojih ima 10–25 %. Eksperimentalno određene prosječne vrijednosti površinski aktivne tvari (PAT) prikazane su u tab.4.

Tab.4 Prosječne vrijednosti PAT analiziranih deterdženata

Deterdžent	PAT (%)
P	12,3
M	24,1
O	16,1

Iz dobivenih rezultata PAT-a vidljivo je da se analizirani deterdženti razlikuju, pri čemu najveći sadržaj posjeduje deterdžent M, potom deterdžent O te deterdžent P s najmanjim udjelom PAT-a. Unatoč navedenim razlikama u udjelu površinski aktivne tvari kroz analizu i usporedbu nije moguće predvidjeti primarni i sekundarni učinak pojedinih deterdženata u procesu pranja, odnosno njihovu kvalitetu i učinkovitost. Poznato je da se proces pranja odvija kroz čimbenike Sinnerovoga kruga, gdje se čimbenik kemije (učinak deterdženta) odvija u sinergiji s temperaturom, mehaničkim djelovanjem i vremenom [10].

Analizom hidrofilnosti tekstilija prije i nakon 10 ciklusa pranja metodom prodora kapi utvrđen je utjecaj sredstava za pranje na ovo svojstvo.

Hidrofilnost pamučne tkanine (PT) i tkanine u mješavini lan/svila (LST) prije i nakon pranja se razlikuju. Potpuni prodor kapi vode u neoprano pamučnu tkaninu je nastupio nakon 8 s, dok je prodor u deterdžentima i vodom oprane bio trenutno.

Potpun prodor kapi vode u neoprano tkaninu LST nastupio je nakon 155 s, dok je u tkaninu opranu analiziranim deterdžentima kroz 10 ciklusa prodor trenutno, a nakon pranja vodom kroz 10 ciklusa nakon 6 s.

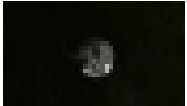
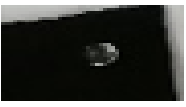
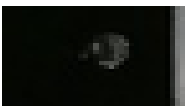
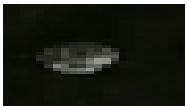
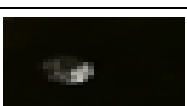
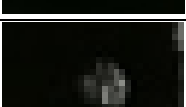
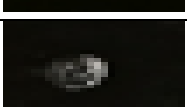
Vunena pletiva (VP1 i VP2) prije i nakon procesa pranja deterdžentom i vodom pokazala su lošiji stupanj hidrofilnosti u odnosu na tkanine PT i LST (tab.5).

Pletiva od vune (VP1 i VP2) ispitana prije i nakon 10 ciklusa pranja pokazala su slabu hidrofilnost, koja se očitovala u vremenskoj stabilnosti vodene kapi položene na površinu (tab.5). Rezolucija slika nije visoka, ali unatoč tome vidljiva je čvrsto lokalizirana kap vode na površini nepranih i opranih pletiva. Razlog tome je hidrofobnost vuninih tekstilija u odnosu na PT i LST, kao i niska temperatura pranja (30 °C) prilagođena vrsti tekstilija, a ne potpunom djelovanju anionski površinski aktivnih tvari.

Spektralne karakteristike tekstilija, vuninih pletiva crnog tona, pamučne tkanine plavog tona i tkanine u mješavini lan/svila narančastog tona analizirane su kroz razlike u svjetlini (dL^*), zasićenosti (dC^*), tonu (dH^*) i ukupnoj razlici u boji (dE) lica i naličja opranih u odnosu na neoprane tekstilije, te ocjenama postojanosti obojenja na pranje prema ISO i AATCC skali.

U tab.6 prikazane su prosječne vrijednosti razlika spektralnih karakteristika vuninog pletiva crnog tona (VP1) opranog deterdžentima P, M, O i vodom, dok sl.3 i sl.4 prikazuju ukupnu razliku u boji lica i naličja svih opranih tekstilija u odnosu na neoprane.

Tab.5 Izgled kapi na vunanim pletivima VP1 i VP2 prije i nakon 10 ciklusa pranja

Sredstvo	VP1	VP2
P		
M		
O		
V		
Neprani		

Tab.6 Razlike u spektralnim karakteristikama lica i naličja uzorka **VP1** opranog deterdžentom u odnosu na neprani i ocjena postojanosti obojenja (ISO, AATCC)

Sredstvo	Položaj	dE	dL*	dC*	dH*	ISO	AATCC
P	Lice	0,350	-0,195	0,166	-0,237	5	5
	Naličje	0,762	-0,724	0,096	-0,154	4-5	4-5
M	Lice	0,293	0,081	0,141	-0,167	5	5
	Naličje	0,396	-0,353	0,104	-0,132	5	5
O	Lice	0,420	-0,161	0,087	-0,154	4-5	4-5
	Naličje	0,284	-0,223	0,051	-0,145	5	5
V	Lice	0,740	-0,701	0,091	-0,198	4-5	4-5
	Naličje	0,576	-0,532	0,051	-0,207	4-5	4-5

Tab.7 Razlike u spektralnim karakteristikama lica i naličja uzorka **VP2** opranog deterdžentom u odnosu na neprani i ocjena postojanosti obojenja (ISO, AATCC)

Sredstvo	Položaj	dE	dL*	dC*	dH*	ISO	AATCC
P	Lice	0,626	-0,616	0,089	-0,042	4-5	4-5
	Naličje	0,948	-0,942	0,099	0,006	4-5	4-5
M	Lice	0,549	-0,529	0,137	-0,019	4-5	4-5
	Naličje	0,791	-0,750	0,187	0,085	4-5	4-5
O	Lice	0,778	-0,767	0,045	-0,107	4-5	4-5
	Naličje	1,072	-1,060	0,102	0,068	4-5	4-5
V	Lice	1,076	-1,069	-0,059	-0,108	4	4
	Naličje	1,112	-1,106	-0,013	0,045	4	4

Tab.8 Razlike u spektralnim karakteristikama lica i naličja uzorka **PT** opranog deterdžentom u odnosu na neprani i ocjena postojanosti obojenja (ISO, AATCC)

Sredstvo	Položaj	dE	dL*	dC*	dH*	ISO	AATCC
P	Lice	0,627	-0,494	0,367	0,089	4-5	4-5
	Naličje	0,520	-0,181	0,296	0,041	5	5
M	Lice	0,797	-0,709	0,251	0,140	4-5	4-5
	Naličje	0,398	-0,241	0,260	0,053	5	5
O	Lice	0,802	-0,666	0,408	0,506	4-5	4-5
	Naličje	0,408	-0,231	0,296	0,041	5	5
V	Lice	0,908	-0,864	0,215	0,170	4-5	4-5
	Naličje	0,514	0,440	0,232	0,044	5	5

Ocjene postojanosti (ISO, AATCC) obojenja lica i naličja vunenog pletiva crnog tona VP1 na pranje pri 30 °C ukazuju na blagi utjecaj sredstava u kojem je pletivo oprano. Crno vuneno pletivo (VP1) ima najbolju postojanost na pranje sredstvom M (ocjena 5 lica i naličja). Nakon procesa pranja VP1 ostalim sredstvima (deterdženti i voda) zadržan je visok stupanj postojanosti obojenja (ocjene 5 i 4-5), što potvrđuje dobru fiksiranost bojila i dobru tehnološku postojanost ove tekstilije.

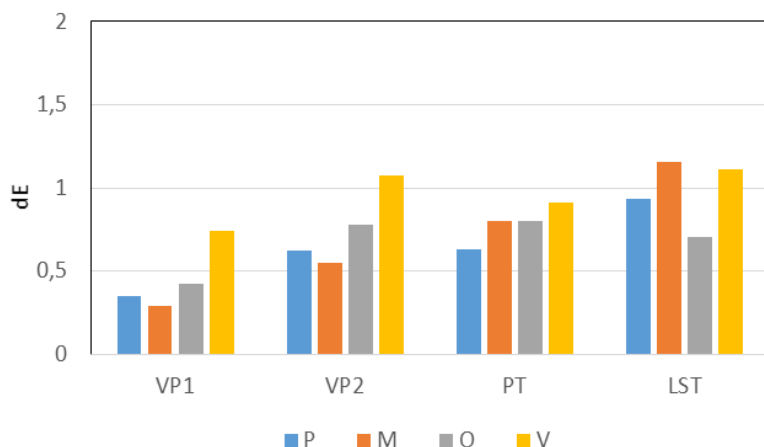
Ocjene postojanosti (ISO, AATCC) obojenja lica i naličja vunenog pletiva crnog tona VP2 na pranje pri 30 °C ukazuju na identičan utjecaj deterdženata u kojima je pletivo oprano (ocjene 4-5), tab.7. Crno vuneno pletivo (VP2) ima lošiju postojanost obojenja lica i naličja na pranje vodom (ocjena 4). Sastav deterdženata prilagođen očuvanju tamnijih tonova je ovim potvrđen.

Ocjene postojanosti (ISO, AATCC) obojenja lica i naličja pamučne tkanine plavog tona PT na pranje pri 30 °C u tab.8 ukazuju na identičan utjecaj deterdženata i vode u kojima je pletivo oprano, ocjene 5 (lice) i 4-5 (naličje), što potvrđuje dobru postojanost na provedene uvjete procesa pranja. Ocjene postojanosti (ISO, AATCC) obojenja lica i naličja tkanine lan/svila narančastog tona LST na pranje pri 30 °C u tab.9 ukazuju na identičan utjecaj deterdženata P, M, O i vode u kojima je tkanina oprana, ocjene 4-5 (lice) i 4 (naličje), što potvrđuje dobru postojanost na provedene uvjete procesa pranja. Na sl.3 prikazane su ukupne razlike u boji lica opranih tekstilija u odnosu na neoprane.

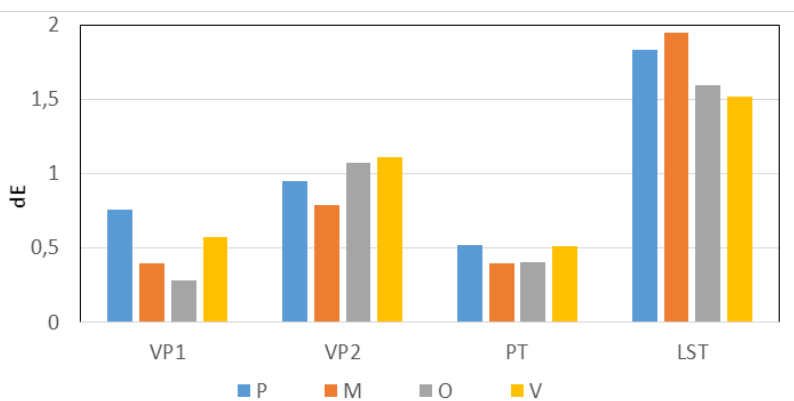
Ukupne razlike u boji (dE) lica svih opranih tekstilija nakon provedenih 10 ciklusa pranja u odnosu na neoprane potvrđuju najveći utjecaj vode na ovu spektralnu veličinu.

Tab.9 Razlike u spektralnim karakteristikama lica i naličja uzorka LST opranog deterdžentom u odnosu na neprani i ocjena postojanosti obojenja (ISO, AATCC)

Sredstvo	Položaj	dE	dL*	dC*	dH*	ISO	AATCC
P	Lice	0,931	0,289	0,579	-0,568	4-5	4
	Naličje	1,834	-1,606	-0,387	-0,786	4	4
M	Lice	1,155	0,459	0,520	-0,914	4-5	4
	Naličje	1,948	-1,496	-0,428	-1,164	4	4
O	Lice	0,708	-0,134	0,624	-0,279	4-5	4-5
	Naličje	1,595	-1,525	0,089	-0,358	4	4
V	Lice	1,111	-0,003	1,083	-0,121	4-5	4-5
	Naličje	1,517	-1,423	0,334	-0,368	4	4



Sl.3 Vrijednosti ukupne razlike u boji (dE) lica opranih tekstilija (VP1, VP2, PT i LST) kroz 10 ciklusa u odnosu na neprani



Sl.4 Vrijednosti ukupne razlike u boji (dE) naličja opranih tekstilija kroz 10 ciklusa u odnosu na neprani

Na sl.4 prikazane su ukupne razlike u boji naličja opranih tekstilija u odnosu na neoprane.

Ukupne razlike u boji (dE) naličja svih opranih tekstilija nakon provedenih 10 ciklusa pranja u odnosu na neoprane potvrđuju najveću osjetljivost tkanine lan/svila narančastog tona u procesu pranja. Razlog tome može biti „egzotična“ mješavina lan/svila kao i

narančasti ton boje tkanine LST. Za pretpostaviti je da je za bojanje ove mješavine korišteno kiselo bojilo, koje iziskuje neutralan ili blago kiseli medij kupelji za pranje. Unutar serije ispitivanih deterdženata najmanji utjecaj na promjene spektralnih karakteristika ima deterdžent O, koji u primijenjenoj koncentraciji ima najniži alkalitet, pH 7,8. Osim

najniže vrijednosti pH ovaj deterdžent sadrži polivinilpirolidon, PVP, polimer - protektor to-nova boje kao i povećan udio neionske površinski aktivne tvari u odnosu na anionsku površinski aktivnu tvar.

Utvrđene razlike spektralne veličine ukupne razlike u boji (dE) lica i naličja analiziranih tekstilija mogu se pripisati razlikama u strukturalnim značajkama analiziranih tekstilija. Tkanina LST je specifično dizajnirana, te ima efektne niti, čije razlike u debljini mogu utjecati na refleksiju svjetla pri mjerenju.

Površina analiziranih tekstilija (lice i naličje) prije i nakon 10 ciklusa pranja snimljena je digitalnim mikroskopom, pri čemu je korišteno povećanje 50x, tab.10 i tab.11.

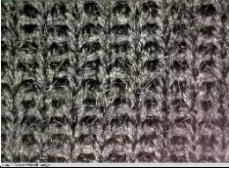
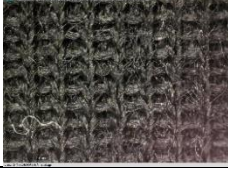
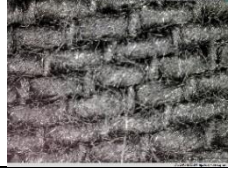
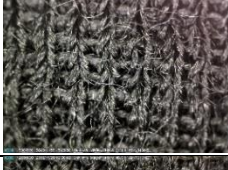
Mikroskopske slike površine tekstilija (lice) prije i nakon 10 ciklusa pranja uz povećanje 50x prikazane u tablici 10 pokazuju izvjesne promjene površine tekstilija opranih sredstvima za pranje (P, M, O) i vodom (V). Uočavaju se stršeća vlakanca nakon 10 ciklusa pranja vodom. Unutar ispitivane serije tekstilnih tekstilija najveća razlika se može vidjeti na VP1 i PT, a razlog tome može biti kompaktnost ovih tekstilija.

Mikroskopske analize naličja ispitivanih tkanina (VP1, VP2, PT i LST) prikazane u tab.11 ukazuju na nešto veći stupanj promjene, posebice kod VP1 i TP u odnosu na lice opranih tekstilija. Najmanja je razlika u površini tekstilija LST (lice/naličje) nakon 10 ciklusa pranja svim sredstvima. Razlog tome može biti izrazito fina pređa (svila), kao i visoka gustoća, posebice osnovinih niti pređe (72 niti/cm) u odnosu na tkaninu PT koja je izrađena od grube pređe, te pletiva VP1 i VP2 koje karakterizira znatno manja gustoća.

Tab.10 Mikroskopske slike površine tekstilija (**lice**) prije i nakon 10 ciklusa pranja uz povećanje 50x

Neoprani				
Sredstvo	VP1	VP2	PT	LST
P				
M				
O				
V				

Tab.11 Mikroskopske slike površine tekstilija (**naličje**) prije i nakon 10 ciklusa pranja uz povećanje 50x

Neoprani				
Sredstvo	VP1	VP2	PT	LST
P				
M				
O				
V				

Analiza vodenog ekstrakta

Kontrola procesnih faza ispiranja i neutralizacije važan je kriterij u kontroli kvalitete procesa pranja, pri čemu je važno odrediti vrijednost pH opranih tekstilija. Ukoliko su nedovoljno isprane i neutralizirane, može doći do iritacija tijekom nošenja [2, 22, 23]. Preporuka prema sustavu RAL-GZ 992 za vrijednost pH opranog rublja treba biti u granicama od 4,5 do 8,3 [24, 25].

Iz rezultata vrijednosti pH otopina tekućih deterdženata i vode u tab.12 potvrđeno je da najvišu vrijednost pH ima otopina deterdženta P. Deterdžent M ima nižu vrijednost pH (pH 8,2) od P (pH 9), a deterdžent O ima najnižu pH vrijednost, pH 7,8, dok voda ima vrijednost pH 7,0. U tab.12 prikazane su vrijednosti pH vodenog ekstrakta ispitivanih tekstilija nakon 10 ciklusa pranja u otopinama deterdženata i u vodi.

Usporedba vrijednosti pH vodenog ekstrakta pletiva VP1 nakon 10 ciklusa pranja sredstvima u tab.12 potvrđuje razlike u vrijednostima. Najvišu vrijednost pH 8,5 ima VP1 opran u vodi. Ova vrijednost je visoka s obzirom na

činjenicu da je materijal kroz 10 ciklusa opran u vodi (pH 7,0), a da i dalje ispušta alkalne supstance. Vodeni ekstrakt VP1 nakon pranja deterdžentima P i O ima podjednaku vrijednost pH 7,2, koja je za samo 0,2 pH jedinica viša od pH vode potvrđuje da je postupak ispiranja potpun. Visok pH ima vodeni ekstrakt VP1 nakon pranja deterdžentom M pokazuje da 4 ciklusa ispiranja nisu dostatna za neutralizaciju zaostalih alkalija na VP1.

Analiza vodenog ekstrakta pletiva VP2 nakon 10 ciklusa pranja deterdžentima P, M i O potvrdila je neutralnost (pH 7,3 i pH 7,4), te alkalni vodeni ekstrakt VP2 opranog u vodi (pH 8,6), tab.12.

Vrijednosti pH vodenih ekstrakata pamučne tkanine plavog tona, PT nakon 10 ciklusa pranja svim sredstvima za pranje u tab.12 ukazuju na slab učinak ispiranja zaostalih alkalija. Visoke vrijednosti pH vodenog ekstrakta PT ukazuje na moguću migraciju ili alkalne rezidue nepoznatog podrijetla koje su prisutne u ovoj tkanini. Površinska masa PT tkanine iznosi 228,8 g/m², što može biti dodatan razlog teškoćama u postupku

ispiranja. Rezultati pH vodenog ekstrakta tkanine LST prikazani u tab.12 razlikuju se od prethodno opisanih vrijednosti pH tekstilija VP1, VP2 i PT. Najpovoljniji pH vodenog ekstrakta tkanine LST dobiven je na uzorku opranom deterdžentom M (pH 7,7). Ostale vrijednosti pH vodenog ekstrakta LST opranog P (pH 8,0), O (pH 8,3) i vodom (8,4) potvrđuju alkalni ekstrakt i nedostatan učinak ispiranja.

Provjerena je obojenost vodenog ekstrakta, koja je vizualno ocijenjena nakon jednosatnog namakanja uz mućkanje uzoraka VP1, VP2, PT i LST, sl.5 i tab.13.

Tab.13 Obojenost vodenog ekstrakta nakon obrade tekstilija određene mase u 100 mL vode

Materijal	Obojenost	Ton boje
VP1	-	-
VP2	-	-
PT	+	žućkast
LST	+	crvenkast

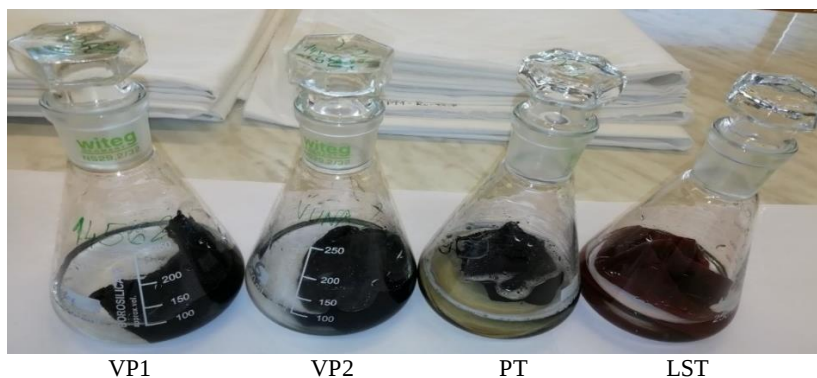
U tab.13 zabilježena je obojenost (+) i ton boje vodenog ekstrakta neopranih VP1, VP2, PT i LST u vodi nakon mućkanja kroz 1 sat. Rezultati pokazuju da su vodeni ekstrakti tkanina PT i LST obojeni, dok su od VP1 i VP2 neobojeni. Ton boje vodenog ekstrakta PT je žućkast, dok je ton boje LST crvenkast, što je i očekivano s obzirom na narančasti ton boje ovog uzorka. U skladu s dobivenim rezultatima može se potvrditi da bojila nisu u potpunosti fiksirana i očekivana je njihova migracija, te djelovanje polimera u sastavu tekućih deterdženata da to spriječe.

Obojenost kupelji nakon pojedinih ciklusa pranja

Vizualna ocjena obojenosti kupelji nakon pojedinačno provedenih ciklusa pranja (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. i 10.) tekstilija tekućim deterdžentima i vodom unutar serije od 10 ciklusa prikazana je u tab.14.

Tab.12 Vrijednosti pH vodenog ekstrakta

Sredstvo	pH vodenog ekstrakta			
	VP1	VP2	PT	LST
P	7,2	7,3	9,3	8,0
M	8,2	7,4	8,8	7,7
O	7,2	7,4	9,4	8,3
V	8,5	8,6	9,1	8,4



Sl.5 Boja vodenog ekstrakta tekstilija nakon namakanja uz mućkanje u destiliranoj vodi kroz 1 sat

Pregledom rezultata koji se odnose na ocjenu obojenosti kupelji nakon pojedinačno provedenih pranja uočavaju se razlike utjecaja sredstava na pojedine vrste tekstilija.

Kupelj nakon pranja pletiva crnog tona VP1 i VP2 svim sredstvima od 1. do 10. pojedinačnog ciklusa nije obojena, što pokazuje da nema migracije bojila s pletiva. Obojenje je postojano zahvaljujući kvaliteti tehnološki provedenog procesa bojadisanja, u ovom slučaju pređe od koje su kasnije načinjena pletiva. Analizom rezultata razvidno je da su kupelji nakon pranja tkanine PT svim sredstvima obojene, iako unutar pojedinih sredstava i broja ciklusa postoje razlike. Deterdženti P i M su utjecali na migraciju bojila kroz 4 ciklusa, a nakon 5. ciklusa kupelj od pranja ovim sredstvima nije obojena. Kupelj od pranja PT tkanine sredstvom O i vodom je obojena. Kupelj od pranja uzorka PT deterdžentom O je smečkasto obojena kroz 8 ciklusa, a nakon pranja vodom i nakon 9. ciklusa. S obzirom na ovo stanje može se zaključiti da je tehnološka postojanost bojadisane tamno plave PT tkanine slaba, odnosno da boja nije potpuno fiksirana.

Kupelj od pranja mješavine lan/svila (LST) u pranju svim deterdžentima je obojena, pri čemu je ton boje LST kupelji vizualno ocijenjen kao crvenkast, deterdžentom P (nakon 1.–8. ciklusa), deterdžentom M (nakon 1.–8. ciklusa) i deterdžentom O (nakon 1.–10. ciklusa), a ocjena kupelji nakon pranja vodom je bezbojna. Unatoč sastavu formulacija tekućih deterdženata, obrazloženje za obojenost kupelji može biti njihov alkalitet, koji je mogao utjecati na migraciju bojila u pranju, dok voda nije utjecala na migraciju bojila u pranju. Poznato je da je za pranje svilenih tekstilija povoljniji niži pH.

Rezultati određivanja sadržaja anionskih i neionskih površinski aktivnih tvari u vodenom ekstraktu

Nakon višestrukih ciklusa pranja i ispiranja provedena je analiza prisutnih rezidua površinski aktivnih tvari na opranom tekstilu – koje s obzirom na sastav deterdženata najčešće obuhvaćaju anionske i neionske površinski aktivne tvari. Granične vrijednosti rezidua površinski aktivnih tvari na tekstilu nakon višestrukih ciklusa

pranja i ispiranja propisuje kontrolni sustav RAL-GZ 992 [25, 26], koja za neionske površinski aktivne tvari iznosi 200 µg/g, a za anionske površinski aktivne tvari 400 µg/g.

Neionski površinski aktivna tvar

Vodeni ekstrakt vunenog pletiva VP1 nakon pranja deterdžentom P sadrži 223,3 $\mu\text{g/g}$ neionske površinski aktivne tvari, tab.15, što prelazi graničnu vrijednost, 200,0 $\mu\text{g/g}$. Vodeni ekstrakt vunenog pletiva VP1 nakon pranja deterdžentom M sadržavao je 111,1 $\mu\text{g/g}$ neionske površinski aktivne tvari, što je gotovo dvostruko manje od VP1 nakon pranja s deterdžentom P, tablica 15. Vodeni ekstrakt VP2 opranog deterdžentom M također je sadržavao nisku količinu od 31,8 $\mu\text{g/g}$, a vodeni ekstrakt opranih tkanina PT i LST nije sadržavao neionski površinski aktivne tvari.

Vodeni ekstrakt tekstilija VP1, VP2, PT i LST nakon pranja deterdžentom O nije sadržavao neionski površinski aktivne tvari, unatoč činjenici da deterdžent O sadrži znatno viši udio neionski površinski aktivne tvari u odnosu na P i M, stoga je učinak ispiranja izvrstan.

Tab.14 Obojenost kupelji nakon pojedinačno provedenih ciklusa pranja

[illegible]

Tab.15 Sadržaj neionski površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu 10 ciklusa opranih tekstilija

Sredstvo	Neionska površinski aktivna tvar (µg/g)			
	VP1	VP2	PT	LST
P	223,3	-	-	-
M	111,1	31,8	-	-
O	-	-	-	-
Granična vrijednost	200,0			

Anionski površinski aktivna tvar

Tab.16 Sadržaj anionski površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu 10 ciklusa opranih tekstilija

Sredstvo	Anionska površinski aktivna tvar (µg/g)			
	VP1	VP2	PT	LST
P	385,8	336,4	102,1	423,5
M	614,0	574,3	187,8	335,9
O	148,6	152,9	66,7	180,2
Granična vrijednost	400,0			

Vodeni ekstrakt tekstilija VP1, VP2, PT i LST nakon pranja deterdžentom P sadržavao je anionski površinski aktivne tvari, tablica 16. Vodeni ekstrakt LST opranog deterdžentom P sadrži 423,5 µg/g, što je više od granične vrijednosti 400 µg/g. Količine anionski površinske aktivne tvari ispod granične vrijednosti nađene su u vodenom ekstraktu VP1, VP2 i PT, pri čemu najnižu vrijednost ima PT.

Vodeni ekstrakt svih tekstilija VP1, VP2, PT i LST nakon pranja deterdžentom M sadržava anionski površinski aktivne tvari, tab.16. Pletiva, VP1 i VP2 oprana deterdžentom M u vodenom ekstraktu sadrže visoke količine anionski površinski aktivne tvari, od čega VP1 614,0 µg/g, a VP2 574,3 µg/g, što je više od granične vrijednosti 400 µg/g. Deterdžent M ima najveći sadržaj PAT-a, te je stoga za očekivati više vrijednosti u odnosu na deterdžente P i O. Ovako povišena količina anionske površinski aktivne tvari iziskuje dodatne cikluse ispiranja.

Vodeni ekstrakt tekstilija VP1, VP2, PT i LST nakon pranja deterdžentom O je također sadržavao anionski površinski aktivne tvari, i ispod su granične vrijednosti za anionski površinski tvar, tab.16. Vrijednosti nađene u ekstraktu

svih tekstilija nakon 10 ciklusa pranja deterdžentom O su ujednačene.

4. Zaključci

U radu je istražen utjecaj sredstava za pranje na svojstva nezaprljanih tekstilija, dva pletiva crnog tona (VP1 i VP2) i dvije tkanine, plavog (PT) i narančastog tona (LST), opranih kroz 10 ciklusa pri 30 °C. Varijacija je načinjena kroz izbor četiri sredstva: tri tekuća deterdženta za pranje osjetljivog rublja (P, M, O) u preporučenim koncentracijama i vodu (V).

Provedena analiza ukazala je na razlike u sastavu tekućih deterdženata, a koje su se očitovale u vrijednosti pH otopina sredstava:

$$P (pH 9,0) > M (pH 8,2) > O (pH 7,8) > V (pH 7,0)$$

i udjelu ukupne površinski aktivne tvari u deterdžentima se razlikuje, pri čemu:

$$M (24,1 \%) > O (16,1 \%) > P (12,3 \%)$$

Ukupna razlika u boji (dE) opranih tekstilija u odnosu na neoprane je parametar na temelju kojeg nisu utvrđene značajne razlike u utjecaju tekućih deterdženata kroz 10 ciklusa pranja.

Usporedba ocjena postojanosti obojenja također nije dala značajnije razlike unutar serije ispitivanih deterdženata, što implicira da ovaj kriterij nije u potpunosti prihvatljiv za usporedbu utjecaja sredstava za pranje.

Sadržaj neionske i anionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu tekstilija opranih sredstvima za pranje kroz 10 ciklusa je različit. Sadržaj neionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu vunenog pletiva (VP1) je prema sustavu kvalitete RAL-GZ 992 iznad granične vrijednosti, dok su u ekstraktu ostalih tekstilija (VP2, PT, LST) ispod granične vrijednosti.

Sadržaj anionske površinski aktivne tvari u vodenom ekstraktu ovisan je o vrsti tekstilija i deterdženta. Vodeni ekstrakt pletiva VP1 i VP2 opranog deterdžentom M i tkanina LST oprana deterdžentom P prelaze graničnu vrijednost 400 (µg/g). Prema ovom kriteriju najbolje sredstvo za sve analizirane materijale je tekući deterdžent O. Zaključno, prikazani rezultati odnose se isključivo na primijenjene nezaprljane tekstilije i korištene uzorke tekućih deterdženata i vodu u navedenim uvjetima pranja, te ne mogu biti osnova za cjelovitu valorizaciju i kategorizaciju odabranih deterdženata. Potvrđena je opravdanost provedbe metode analize vodenog ekstrakta na sadržaj alkalne i površinski aktivne tvari, koje mogu imati potencijalno iritirajući učinak na kožu tijekom nošenja. Važno je naglasiti da se anionske i neionske površinski aktivne tvari kao sastojci tekućih deterdženata u procesu pranja nisu utrošile na uklanjanje zaprljanja, te je njihova prisutnost u vodenom ekstraktu dijelom uvjetovana i tom činjenicom. Unatoč tome, utvrđene razlike rezidualnih supstanci površinski aktivnih i alkalnih tvari u vodenom ekstraktu i potvrđuju razlike između analiziranih deterdženata.

Zahvala

Dio istraživanja proveden je na opremi kupljenoj u okviru projekta KK.01.1.1.02.0024 Modernizacija infrastrukture Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil (MI-TSRC).

Literatura:

- [1] Šostar-Turk S., S. Fijan: Nega tekstilij in oblačil, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2000, Maribor, ISBN 86-435-0338-X
- [2] Soljačić I., T. Pušić: Njega tekstila: čišćenje u vodenim medijima, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2005, 953-7105-08-3
- [3] Sinner, H.: Über das Waschen mit Haushaltwaschmaschinen: In Welchem Umfang Erleichtern Haushaltwaschmaschinen und -Geräte das Wäschehaben im Haushalt? Haus und Heim-Verlag: Hamburg, Germany, 1960.
- [4] Kokol V. et al.: Zeolite Integrated Nanocellulose Films for Removal of Loose Anionic Reactive Dye by Adsorption vs. Filtration Mode during Textile Laundering, *Fibers and Polymers* 19 (2018.), 1556–1566, <https://doi.org/10.1007/s12221-018-8036-z>
- [5] Shih J. S. et al.: Water soluble dye complexing polymers, Patent US005776879A, 1997
- [6] Schwuger M.J., W.von Rybinski: Zadržavanje prelaženja bojila u pranju tekstila, *Tekstil* 51 (2002.) 12, 561-569
- [7] Developments in Colour Protection for Detergents, Published by Pira International Ltd Cleeve Road, Rav Lally (Ed) Leatherhead Surrey kt22 7ru, UK, 2008, ISBN 1 905189 001, <https://vdoc.pub/documents/developments-in-colour-protection-for-detergents-5ttrie1sif30>
- [8] Kurrey R. et al.: Analytical approach on surface active agents in the environment and challenges, *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 21 (2019) 1, e00061
- [9] Paderes M. et al.: Natural and synthetic polymers in fabric and home care applications, *Physical Sciences Reviews*, 2 (2017) 9, 20170021 <https://doi.org/10.1515/psr-2017-0021>
- [10] Smulders E.: Laundry Detergents, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim 2002
- [11] Stehr, R.: Re-new The Step to Intensive Colors, Book of Proceedings 46 International Detergency Conference, Düsseldorf, 2013, 62-77
- [12] Boardman S.J et al.: Polymers for dye transfer inhibition in laundry applications, *Journal of Applied Polymer Science*, 2020, 138:e49632, <https://doi.org/10.1002/app.49632>
- [13] Crutcher et al.: Novel Color Wash Fastness – Polymer Science for Color Maintenance in Laundry Detergents, 62 SEPAWA Congress and European Detergent Conference, October 14-16, 2015, Fulda, Germany
- [14] Lange A. et al.: Mrlje od polikvaternih spojeva u proizvodima za njegu, *Tekstil* 64 (2015.), 7-8, 269-271
- [15] Anonimus: Whiteness Protection & Anti-Color Transfer Technology, *Detergo* 67 (2019) 2, 35
- [16] Pravilnik o deterdžentima, NN 1/11, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2011_01_1_5.html, pristupljeno 15-3-2020
- [17] ISO 6842:1989 Surface active agents — Sulfated ethoxylated alcohols and alkylphenols — Determination of total active matter content
- [18] Parac-Osterman Đ.: Osnove o boji i sustavi vrednovanja; Tekstilno-tehnološki fakultet: Zagreb, Hrvatska, 2013; ISBN 978-953-7105-11-2
- [19] HRN EN ISO 3071:2020 - Tekstil - Određivanje pH vodenog ekstrakta
- [20] Application Bulletin 233/4 e. Potentiometric determination of anionic and cationic surfactants with surfactant electrodes, Metrohm, Swiss
- [21] Application Bulletin 230/2 e. Potentiometric determination of nonionic surfactants based on polyoxyethylene adducts using the NIO electrode, Metrohm, Swiss
- [22] Macan J. i sur. Zaštitna radna odjeća kao uzrok kožnih tegoba kod industrijskih radnika, *Sigurnost* 48 (2), 111 - 124 (2006)
- [23] Soljačić I., T. Pušić: Utjecaj neutralizacije i sušenja na učinke pranja, *Tekstil* 57 (2008.) 8, 414-417
- [24] RAL-GZ 992: Sachegemäße Waschepflege Gütezeichnung RAL-GZ 992 [Proper Linen Care, Quality Assurance RAL-GZ 992, RAL, Deutsches Institut für Gütezeichnung und Kennzeichnung e. V., Sankt Augustin 2001
- [25] Pušić T., I. Soljačić: Kontrola kvalitete pranja prema RAL-GZ 992, *Tekstil* 57 (2008.) 6, 296-302.

SUMMARY

New approaches to the analysis of the influence of washing agents for delicate textiles

A. Buric¹, T. Pušić², T. Dekanić²

The study is focused to the influence of the washing agents on the properties of delicate textiles, two black coloured wool knitwear, a blue cotton fabric and an orange linen-silk blended fabric through 10 cycles at 30 °C. The bath was varied by selecting four washing media: three liquid detergents (P, M, O), which were used in the recommended concentrations, and water. The washing process was preceded by an analysis of the detergents by determining the total surface-active substances and the pH value. Results of analysis showed differences between detergents. The secondary washing effect of liquid detergents and water of selected textiles was compared by analysing the spectral values of washed versus unwashed textiles, the degree of hydrophilicity and the surface analysis of all textiles. The effect of the washing process on the properties of textiles was checked by residual amounts of anionic and nonionic surfactants in an aqueous extract of textiles that had been washed 10 times and coloration of effluent after each washing cycle. The results of the parameters, the evaluation of colour fastness to washing and the total colour difference (dE) of washed compared to unwashed textiles, confirmed insignificant differences in the impact of liquid detergents on materials through 10 wash cycles at 30 °C. The greatest differences within the tested detergent series were achieved by the content of residual substances, nonionic and anionic surfactants in an aqueous extract of the washed materials. The content of nonionic surfactants in the extract of the wool knitwear with a more compact structure (VP1) is above the limit value according to the RAL-GZ 992 quality system, while it is below the limit values in the extract of the other materials (wool knitwear with a lower surface mass, cotton fabric and linen/silk fabric). The content of anionic surfactants in the aqueous extract depends on the type of textiles and the liquid detergent. Values above the limit value were obtained in an aqueous extract of knitwear (VP1, washed with detergent M), woollen knitwear VP2, washed with detergent M and fabrics LST, washed with detergent P. According to this environmental criterion, the best washing agent for all materials is detergent O. The results confirmed the justification of analysis of an aqueous extract on the surface substance content, which can have a negative effect to the skin.

Keywords: textiles, liquid detergent, washing, secondary effect, colour fastness, surfactants.

¹*Kärcher d.o.o., Zagreb, Croatia*

²*University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Zagreb, Croatia*
e-mail: tanja.pusic@ttf.unizg.hr

Received March 25, 2020

ZUSAMMENFASSUNG

Neue Ansätze zur Analyse des Einflusses von Waschmitteln auf empfindliche Textilien

Die Wirkung des Waschmittels in einem Prozess bei 30°C für 10 Zyklen auf die Eigenschaften der betroffenen Textilien, zwei Wollstoffe mit dunklem Farbton (VP1 und VP2), ein Baumwollgewebe (PT) und ein Leinen- und Seidenmischgewebe (LST), ist in den Empfehlungen dargestellt. Die Variation der Waschmittel basiert auf der Auswahl von drei Flüssigwaschmitteln (P, M, O), die in den empfohlenen Konzentrationen angewendet werden, und auf Wasser (V). Vor dem Waschvorgang wurde eine Analyse der Waschmittel durchgeführt, indem der Gesamtgehalt an Tensiden und der pH-Wert eingestellt wurden, was die Unterschiede zwischen den Waschmitteln bestätigte.

Die sekundäre Wirkung von Flüssigwaschmitteln beim Waschen von ungewaschenen Textilien wird durch die Analyse der Spektralwerte, der Hydrophilie und der Oberfläche von gewaschenen Textilien im Vergleich zu ungewaschenen Textilien mit Wasser eingestellt. Durch die Analyse von anionischen und nichtionischen Tensiden im wässrigen Extrakt von 10-mal gewaschenen Textilien wurden die Auswirkungen des Waschprozesses und die Menge der Resttenside überprüft. Die Bewertung der Waschbeständigkeit beider Textilien und die Einkaufsunterschiede im Kampf (dE) der gewaschenen Textilien im Vergleich zu den ungewaschenen Textilien bestätigten, dass es unbedeutende Unterschiede in der Wirkung der eingesetzten Mittel gab.

Unterschiede innerhalb der getesteten Gruppe von Waschmitteln wurden durch den Gehalt an nichtionischen und anionischen Tensiden im wässrigen Extrakt der gewaschenen Textilien ermittelt. Die Konzentration des nichtionischen Tensids im Wasserextrakt der kompakten Struktur des Wollgestricks mit kompakterer Struktur (VP1) liegt über dem Qualitätsgrenzwert der RAL-GZ 992, während im Wasserextrakt der anderen Textilien, des Wollgestricks mit geringerem Flächengewicht (VP2), des Baumwollgewebes (PT) und des Leinen-/Seidengewebes (LST) der Grenzwert unterschritten wird. Der Gehalt an anionischen Tensiden im Wasserextrakt hängt von der Art der Textilien und des Flüssigwaschmittels ab. Höhere Werte als der Grenzwert wurden im Wasserextrakt von Gewirken (VP1 und VP2), die mit Waschmittel M gewaschen wurden, und von Gewebe LST, das mit Waschmittel P gewaschen wurde, erzielt. Nach diesem Kriterium ist das Waschmittel O das beste Mittel für alle Textilien. Die Ergebnisse bestätigten, dass neben der Bewertung der Farbveränderung empfindlicher Textilien im Waschprozess als ästhetisches Kriterium eine Analyse des Wasserextraktes auf den Gehalt an Oberflächensubstanzen im Hinblick auf ihre potentiell hautreizende Wirkung während des Tragens sinnvoll ist.