

# Karakterizacija pamučnih salveta nakon pranja i izlaganja svjetlu

---

Muharemović, Valentina

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:614552>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARAKTERIZACIJA PAMUČNIH SALVETA NAKON  
PRANJA I IZLAGANJA SVJETLU**

**VALENTINA MUHAREMOVIĆ**

**Zagreb, rujan 2019.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**TEKSTILNO - TEHNOLOŠKI FAKULTET**  
**ODJEVNO INŽENJERSTVO**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARAKTERIZACIJA PAMUČNIH SALVETA NAKON**  
**PRANJA I IZLAGANJA SVJETLU**

**Mentor:**

**prof. dr. sc. TANJA PUŠIĆ**

**Student:**

**VALENTINA MUHAREMOVIĆ, 9945/TTI**

**Zagreb, rujan 2019.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Institucija: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno–tehnološki fakultet

Sveučilišni preddiplomski studij: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

Smjer: Odjevno inženjerstvo

Student: Valentina Muharemović

Matični broj (broj indeksa): 9945/TTI

Mentor: Prof. dr. sc. Tanja Pušić

Broj stranica: 36

Broj slika: 18

Broj tablica: 31

Broj literaturnih izvora: 12

Jezik teksta: Hrvatski

Članovi povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, predsjednica

Prof. dr. sc. Tanja Pušić, član

Doc. dr. sc. Tihana Dekanić, član

Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar, zamjenik člana

## **Sažetak**

U radu je analiziran utjecaj uvjeta pranja i djelovanja svjetla na zeleni ton obojenja materijala za izradu stolnog rublja. Variran je sastav deterdženta, broj ciklusa pranja, mjesto i vrijeme izlaganja materijala djelovanju svjetla. Neobrađeni i tretirani materijali su karakterizirani spektrofotometrijski s ciljem utvrđivanja nastalih spektralnih promjena ovisno o varijaciji prethodno naznačenih parametara. Rezultati su pokazali velike razlike spektralnih vrijednosti i slabe ocjene postojanosti svih uzoraka izloženih na lokaciji Zaprešić u odnosu na lokaciju Prilaz baruna Filipovića 28 i Xenotest.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
Rezultati su potvrdili: .....	2
2. TEORETSKI DIO.....	3
2.1. Pranje .....	3
2.2. Simboli za njegu.....	4
2.3. Oštećenja i reklamacije u njezi.....	6
2.4. Postojanost obojenja.....	9
2.5. Brojčano vrednovanje boja.....	12
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	15
3.1. Materijal .....	15
3.2. Sredstva.....	16
3.3. Postupci.....	18
3.3.1. Pranje.....	18
3.3.2. Izlaganje svjetlu.....	19
3.4. Metode.....	20
3.4.1. Remisijska spektrofotometrija.....	20
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	22
5. ZAKLJUČAK.....	35
6. LITERATURA .....	36

# 1. UVOD

Tehnološki zahtjevi koji se postavljaju na postupke njege su učinkovitost i zadržavanje temeljnih svojstava tekstilnih proizvoda nakon obrade: stabilnost dimenzija, postojanost obojenja, prihvatljiv izgled površine bez pilinga, nabora i slično. Da bi se smanjio broj reklamacija neophodna je spremnost izmjene informacija između dizajnera, stručnjaka za proizvodnju i stručnjaka za njegu tekstila. Stručnjaci za njegu moraju biti točno informirani ukoliko u proizvodnji dolazi do promjene vrste bojila ili apreture zbog ekoloških ili toksikoloških razloga i da li su nova sredstva nižih postojanosti od onih koja su se prije primjenjivala, da li su u tekstil ugrađene neke dodatne membrane ili ukrasi koji mogu biti osjetljivi na otapalo i sl. Postojanosti obojenja tekstilija su važne kako za proizvođače, tako i za korisnike bojadisanih i tiskanih proizvoda. S obzirom na različite utjecaje i reakcije u procesima oplemenjivanja, uporabe i njege proizvoda razlikuju se:

- **tehnološke postojanosti**
- **uporabne postojanosti.**

Pod pojmom tehnološke postojanosti se smatraju postojanosti pri bijeljenju, mercerizaciji, valjkanju, dekatiranju i drugim fazama procesa oplemenjivanja koji se pri bojadisanju i tiskanju provode u procesima proizvodnje.

Pod pojmom uporabne postojanosti se smatraju postojanosti na svjetlo, pranje, znoj i druge utjecaje, koji se pojavljuju pri upotrebi, nošenju i njezi obojadisanih proizvoda.

U ovom radu je ispitan utjecaj svjetla na postojanost obojenja neopranih i opranih stolnih salveta zelenog tona, pri čemu su uvjeti pranja varirani kroz sastav kupelji, a utjecaj svjetla kroz lokacije i vrijeme osvjetljavanja. Salvete su oprane u vodi, otopini deterdženta bez optičkog bjelila i otopini deterdženta s optičkim bjelilom na temperaturi 40°C kroz 5 ciklusa. Neoprane i oprane salvete su izložene djelovanju svjetla u različitim uvjetima:

- jednomjesečno izlaganje uzoraka svjetlu u laboratoriju na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u Zagrebu, veljača-ožujak 2019.,
- jednomjesečno izlaganje uzoraka svjetlu u sobnom prostoru na lokaciji Zaprešić, veljača-ožujak 2019.,
- 30 minutno izlaganje uzoraka svjetlu u uređaju Xenotest,
- 60 minutno izlaganje uzoraka svjetlu u uređaju Xenotest,

Spektralne karakteristike opranih salveta (lice i naličje) prije i nakon izlaganja svjetlu u odnosu na neoprane i osvjetljene ispitane su kroz spektralne vrijednosti: razlike svjetline ( $dL^*$ ), zasićenja ( $dC^*$ ), tona ( $dH^*$ ) i ukupnu razliku u boji ( $dE$ ) opranih i osvjetljenih u odnosu

na neoprane. Mjerenja su provedena bez UV stimulacije (0% UV) i uz UV stimulaciju (70% UV). Dodatno je provedeno vrednovanje putem ocjene postojanosti prema AATCC i ISO A05.

Rezultati su potvrdili:

- neznatan utjecaj sastava kupelji za pranje na promjenu spektralnih vrijednosti salveta,
- nezamjetljiv utjecaj uvjeta mjerenja spektralnih vrijednosti kroz parametar udjela UV komponente,
- na iznimno velik utjecaj izlaganja neopranih i opranih salveta svjetlu na lokaciji Zaprešić kroz 1 mjesec u odnosu na minimalne promjene spektralnih vrijednosti neopranih i opranih salveta izloženih djelovanju svjetla na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a,
- da produljeno vrijeme osunčavanja, s 30 na 60 minuta u Xenotestu, ne utječe na intenzitet promjena spektralnih vrijednosti opranih salveta u odnosu na nepranu.

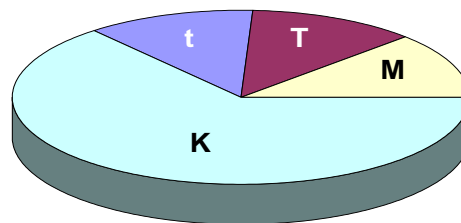
Zaključno, utjecaj dnevnog svjetla na promjene spektralnih vrijednosti salveta zelenog tona je neophodno razmatrati u kontekstu atmosferskih uvjeta. To su potvrdile velike razlike spektralnih vrijednosti i slabe ocjene postojanosti svih uzoraka izloženih na lokaciji Zaprešić u odnosu na lokaciju Prilaz baruna Filipovića 28. Međutim, kvalitativnu i kvantitativnu ocjenu nije bilo moguće načiniti jer na području Zaprešića ne postoji postaja za mjerenje kvalitete zraka.



## 2. TEORETSKI DIO

### 2.1. Pranje

Proces pranja se teorijski razmatra i praktično predstavlja Sinnerovim krugom koji je 1959. g. postavio organski kemičar dr. Herbert Sinner. Proces je određen kroz djelovanje četiri čimbenika: kemija, mehanika, vrijeme i temperatura, koje povezuje voda kao medij u kojem se proces provodi, slika [1]. Teorijski gledano njihov udio je podjednak, a u realnim sustavima promjenjiv. Ukoliko se jedan čimbenik mijenja, on mora biti kompenziran s jednim ili više čimbenika s ciljem postizanja cjelovitosti i povoljnih učinaka.



**Slika 1. Sinnerov krug pranja (t-vrijeme, T-temperatura, M-mehanika, K-kemija)**

Udio čimbenika Sinnerovog kruga u suvremenim uvjetima pranja se mijenja u skladu s tehnološkim zahtjevima i smjernicama održivog razvoja kroz:

- uštedu energije,
- uštedu vode,
- uštedu kemikalija,
- produljen životni ciklus tekstilija,
- smanjen stupanj opterećenja otpadnih voda.

Izazovi u suvremenoj tehnologiji pranja, osim potrebe za smanjenjem potrošnje energije i vode, iziskuju produljenje životnog ciklusa tekstila. Zastupljenost udjela pojedinih čimbenika Sinnerovog kruga sa svim pod elementima reflektira se na kvalitetu opranog rublja, koja se može sagledavati na temelju različitih kriterija i sustava. Sveobuhvatan sustav kontrole može ukazati na prednosti i eventualne nedostatke novo koncipiranih postupaka u usporedbi s klasičnim postupcima pranja, koje karakterizira visoka entalpija. Naravno, razina kvalitete mora biti u korelaciji sa zahtjevima proizvodnje i troškova. Kvaliteta opranog rublja se vrednuje na temelju: čistoće (primarni učinak), stupnja bjeline, tona obojenja, čvrstoće,

sadržaja depozita (sekundarni učinak) i higijene (dezinfekcijski učinak). Održivost tekstila u pranju na nižim temperaturama se očituje kroz:

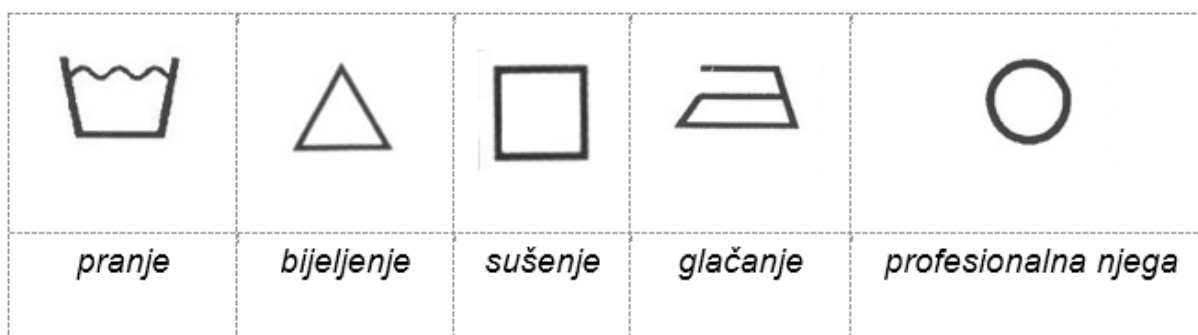
- povišen stupanj bjeline,
- smanjenje posivljenja tekstilija,
- smanjen stupanj obezbojavanja obojenih tekstilija.

Inovativni tenzidi, napredni enzimatski sustavi, visokoučinkovita bjelila i dobra sinergija čimbenika Sinnerovog kruga doprinose kvaliteti opranih tekstilija.

Kombiniran učinak mehanike, kemikalije, topline i vremena može utjecati na svojstva tekstila/odjeće koji se može očitovati kroz promjenu oblika (skupljanje ili nabiranje) i boju. U pranju mogu nastati znatna oštećenja tekstila, koja je teško ili nemoguće naknadno ukloniti [2, 3].

## 2.2. Simboli za njegu

Informacije o načinu održavanja korisnicima se prenose preko ušivnih etiketa ili privjesnica, a izbor simbola propisuje norma HRN EN ISO 3758 [4]. Norma propisuje 5 osnovnih simbola (pranje, bijeljenje, sušenje, glačanje, profesionalna njega), slika 2, čija je veličina i oblik zaštićen u Svjetskoj organizaciji za intelektualno vlasništvo, WIPO-*World Intellectual Property Organization*.



Slika 2. Osnovni simboli za njegu

Ova norma je od 1995. godine tri puta revidirana (2005., 2008. i 2012.). Njena revizija je uvjetovana novim tehnologijama, vlaknima, obradama, materijalima i ekološkim trendovima. Posljednja revizija se odnosi na promjenu simbola za sušenje.













Važno je upozoriti korisnike na uvjete u kojima se određeni tekstilni predmet smije prati. Pri tom se posebno misli na mehaniku pranja, omjer kupelji, vrijeme, temperaturu i izbor deterdženta. 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. To sve zajedno čini odjevni predmet npr., hlače, košulju, jastučnicu, zastor itd. Etikete znatno olakšavaju izbor postupaka 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 tekstilnom materijalu. Smatra se da putem simbola za njegu nije moguće u potpunosti informirati korisnika, pa se ponekad stave tekstualne upute:

- Odstrani .....prije pranja
- Peri odvojeno
- Peri zajedno sa slično obojenim
- Operi prije uporabe
- Peri okrenuto naopako
- Ne cijediti savijanjem
- Ne dodavati omekšivač
- Glačati na strani naličja
- Ne glačati dekorativne elemente
- Sušiti na ravnoj podlozi
- Samo profesionalno čišćenje kože
- Prati bez optičkog bjelila
- Pri pranju koristiti mrežicu
- Ne glačati parom
- Glačati samo parom
- Preporučljivo glačalo s parom
- Sušiti bez izravnog zagrijavanja
- Glačati preko suhe krpe
- Glačati preko vlažne krpe
- Ne sušiti izravno izloženo suncu.

Posljednja uputa: Ne sušiti izravno izloženo suncu, prema reviziji iz 2008. postaje sastavni dio norme. Simbol, sušiti u sjenci postaje inačica za sve načine prirodnog sušenja: u obješenom stanju, bez cijedenja u obješenom stanju, polegnuto i polegnuto bez prethodnog cijedenja, tablica 1.

**Tablica 1:** Usporedba simbola za prirodan način sušenja prema normi ISO 3758 iz 2005. i 2008.

Simboli za prirodan proces sušenja prema ISO 3758				
2005. aneks temeljnom dokumentu	2008. normativni dio			
 sušiti obješeno o konopac		sušiti u obješenom stanju		sušiti u obješenom stanju u sjenci
 sušiti bez cijedenja u obješenom stanju		sušiti bez cijedenja u obješenom stanju		sušiti bez cijedenja u obješenom stanju u sjenci
 sušiti polegnuto		sušiti polegnuto		sušiti polegnuto u sjenci
 sušiti u sjenci		sušiti polegnuto bez prethodnog cijedenja		sušiti polegnuto bez prethodnog cijedenja u sjenci

### 2.3. Oštećenja i reklamacije u njezi

Reklamacije nakon pranja uglavnom nastaju za cijele partije i to nakon jednog ili nekoliko pranja a odnose se na promjene dimenzija, mehaničko oštećenje, promjenu obojenja, posivljenje, požućenje ili nedovoljno uklanjanje mrlja. Potrebno je redovito kontrolirati i programirati procese i pažljivo sortirati robu prije pranja. Pri sortiranju također treba gledati i na postojanost obojenja. Osnovno je da se pri njezi treba držati propisa navedenih na ušivenoj etiketi, ali se uvijek mogu primijeniti i blaži uvjeti obrade [5].

Ukoliko se prilagode uvjeti pranja, oštećenja tekstilija su rijetka, ali ipak moguća. Načelno se može reći da uzrok oštećenja nije loše formulirani deterdžent, jer se deterdžent plasira na tržište nakon višestrukih ispitivanja. Dio tekstilija se najvećim dijelom pere u kućanstvu, a preostali dio se održava profesionalno u obrtnim ili industrijskim praonicama. U praonicama se najčešće pere hotelsko, bolničko rublje i radna odjeća. U praksi najčešći uzrok oštećenja u pranju je nepažljivi rad, a tek u manjoj mjeri oštećenja nakon pranja postaju vidljiva zbog ranijih grešaka u proizvodnji i konfencioniranju tekstilija.

Bijele tekstilije i obojene tekstilije s postojanim bojilima od pamuka i lana mogu se prati na visokim temperaturama deterdžentom za univerzalno pranje u malom omjeru kupelji i uz normalnu mehaniku. Ako su bojila slabije postojana onda treba prati na temperaturi od 60 °C ili čak 40 °C. Važno je istaknuti da pastelno obojene tekstilije, makar su obojene s postojanim bojilima treba prati deterdžentom koji ne sadrži optičko bjellilo.

Šarene tekstilije najbolje je prati na temperaturama do 60 °C tzv. color deterdžentom iako je ponekad dopuštena i upotreba deterdženta za univerzalno pranje. U oštećenja u pranju ne

moгу se ubrojiti oštećenja do kojih je došlo zbog dugotrajne upotrebe, djelovanja svjetla ili kemikalija npr. na zastorima, zaštitnim kutama i slično. No mora se naglasiti da ponekad takva oštećenja postaju vidljiva tek nakon pranja.

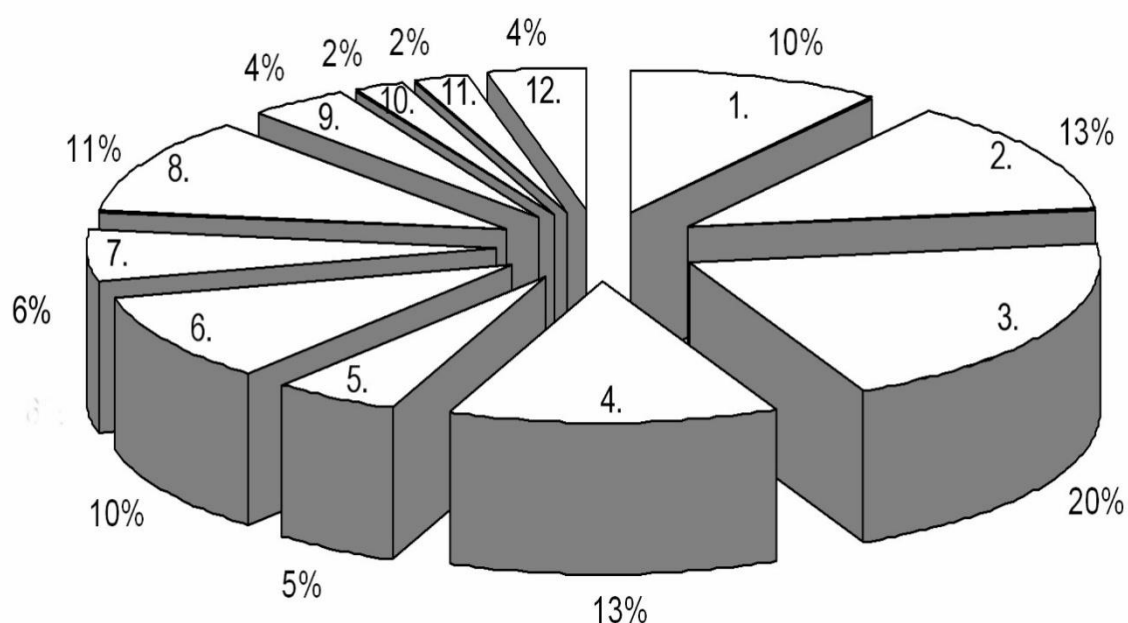
**Tablica 2:** Metode ispitivanja svojstava tekstilija

Svojstvo	Norma	Opis
Trljanje	HRN EN ISO 105-X12:2003	Tekstil - Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio X12: Postojanost obojenja na trljanje (ISO 105-X12:2001; EN ISO 105-X12:2002)
Promjena obojenja	HRN EN 20105-A02:2003	Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio A02: Siva skala za ocjenu promjene obojenja (ISO 105-A02:1993; EN 20105-A02:1994)
Postojanost obojenja	HRN ISO 105-F10:2003	Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio F10: Specifikacija za popratne tkanine: Multifilamentna vlakna (ISO 105-F10:1989)
Prijelaz obojenja	HRN EN 20105-A03:2003	Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio A03: Siva skala za ocjenu prelaska boje (ISO 105-A03:1993; EN 20105-A03:1994)
Postojanost obojenja na vodene mrlje	HRN EN ISO 105-E07:2010	Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio E07: Postojanost obojenja na vodene mrlje: voda (ISO 105-E07:2010; EN ISO 105-E07:2010)
Postojanost obojenja na svjetlo	HRN EN ISO 105-B06:	Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio B02: Postojanost obojenja na umjetno svjetlo: ispitivanje na blijeđenje Xenon lampom

Tehnološki zahtjevi koji se postavljaju na postupke njege su učinkovitost i zadržavanje temeljnih svojstava tekstilnih proizvoda nakon obrade, stabilnost dimenzija, postojanost obojenja, prihvatljiv izgled površine bez pilinga, nabora i slično. Da bi se u budućnosti što više smanjio broj reklamacija mora postojati spremnost izmjene informacija između

dizajnera, stručnjaka za proizvodnju i stručnjaka za njegu tekstila. Stručnjaci za njegu moraju biti točno informirani ukoliko u proizvodnji dolazi do promjene vrste bojila ili apreture zbog ekoloških ili toksikoloških razloga i da li su nova sredstva nižih postojanosti od onih koja su se prije primjenjivala, da li su u tekstil ugrađene neke dodatne membrane ili ukrasi koji mogu biti osjetljivi na otapalo i sl.

Na slici 3 i tablici 3 su prikazani statistički podaci za uzroke reklamacija u kemijskom čišćenju i u njezi od 1994. do 2008.



**Slika 3. Uzroci reklamacija u kemijskom čišćenju 2008. u Njemačkoj [5]**

1. Promjena dimenzija; 2. Mrlje; **3. Promjena obojenja**; 4. Vanjska slika/izgled; 5. Kemijska oštećenja; 6. Mehanička oštećenja; 7. Mjehurići i nabori; 8. Pokrivni slojevi i nanosi; 9. Posivljenje/požućenje; 10. Površinski izgled; 11. Oštećenje od glačanja; 12. Ostalo

**Tablica 3:** Statistički pregled vrsta oštećenja u njezi

Vrsta oštećenja	1994.	1997.	2000.	2004.	2008.
Promjena izgleda materijala	13,1	12,8	12,7	14,1	13,0
Promjena dimenzija	11,1	10,8	11,1	10,9	10,0
<b>Mrlje i mjestimične promjene obojenja</b>	<b>14,7</b>	<b>14,8</b>	<b>12,7</b>	<b>10,3</b>	<b>13,0</b>
<b>Promjene obojenja, posivljenje</b>	<b>20,4</b>	<b>19,6</b>	<b>15,1</b>	<b>10,3</b>	<b>20,0</b>
<b>Promjena obojenja djelovanjem svjetla</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>
Kemijska i mikrobiološka oštećenja	3,2	3,1	2,2	3,1	5,0
Mehanička oštećenja	8,5	8,4	8,3	9,4	10,0

Termička oštećenja	2,3	2,0	2,1	3,2	2,0
Oštećenja štetočinama vune	1,5	2,1	4,1	3,2	3,0
Frontalno fiksiranje (mjehurići i valovitost)	2,1	2,3	2,0	2,4	3,0
Oštećenja na naslojenim mat. i membranama	7,0	7,9	13,7	12,4	11,0
Reklamacije odjevnih predmeta od kože	9,0	7,8	6,2	10,8	-
Dodaci (npr. perle, zatvarači i sl.)	2,0	2,8	2,4	5,0	3,0
Ostalo	3,0	3,3	4,5	2,4	4,0

Proizvođači moraju biti upoznati s postupcima i promjenama u njezi kojima treba biti podvrgnut tekstil kojeg su oni proizveli (promjena otapala ili postupka u kemijskom čišćenju ili promjena postupka pranja). Samo takvom međusobnom suradnjom postižu se optimalni rezultati s kojima će biti zadovoljan potrošač i zbog kojih će se odlučiti za nabavu novog odjevnog predmeta ili neke druge tekstilije.

Obezbojavanje u svakom pranju, najjače u prvom pranju, vidljivije kod tamnih tonova (crna, tamno plava, crvena) .

## 2.4. Postojanost obojenja

Postojanosti obojenja su mjerilo za kvalitetu obojenih i tiskanih tekstilija i ovisne su o sustavu tekstilni supstrat-bojilo. Postojanost ovog sustava je ovisna prije svega o kemijskoj građi vlakna i bojila, te vezi koja među njima nastaje. Pod pojmom postojanost obojenja se podrazumijeva otpornost sustava tekstilni supstrat-bojilo na djelovanje različitih utjecaja u proizvodnji, uporabi i njezi bojadisanih i tiskanih tekstilija [6]. Vrednovanje svojstava bojila, odnosno sustava tekstilni supstrat-bojilo se provodi u metodama koje propisuju nacionalne, međunarodne i regionalne norme ili se razvijaju unutar laboratorija ili institucija (*in house*).

Postojanosti obojenja tekstilija su važne kako za proizvođače, tako i za korisnike bojadisanih i tiskanih proizvoda. S obzirom na različite utjecaje i reakcije u procesima oplemenjivanja, uporabe i njege proizvoda razlikuju se:

- **tehnološke postojanosti**
- **uporabne postojanosti.**

Pod pojmom tehnološke postojanosti se smatraju postojanosti pri bijeljenju, mercerizaciji, valjkanju, dekatiranju i drugim fazama procesa oplemenjivanja koji se pri bojadisanju i tiskanju provode u procesima proizvodnje..

Pod pojmom uporabne postojanosti se smatraju postojanosti na svjetlo, pranje, znoj i druge utjecaje, koji se pojavljuju pri upotrebi, nošenju i njezi obojadisanih proizvoda. [6]. Promjene obojene površine, svjetliji ton obojenja, na mjestima kontakta s kožom su također moguće promjene tona obojenja. Primjer promjena obojenja pod utjecajem pranja, znoja, trenja i svjetla su prikazane na slikama 4 – 8.



**Slika 4. Prijelaz obojenja (direktno bojilo) u pranju**



**Slika 5. Mjestimične promjene obojenja pod utjecajem trenja**



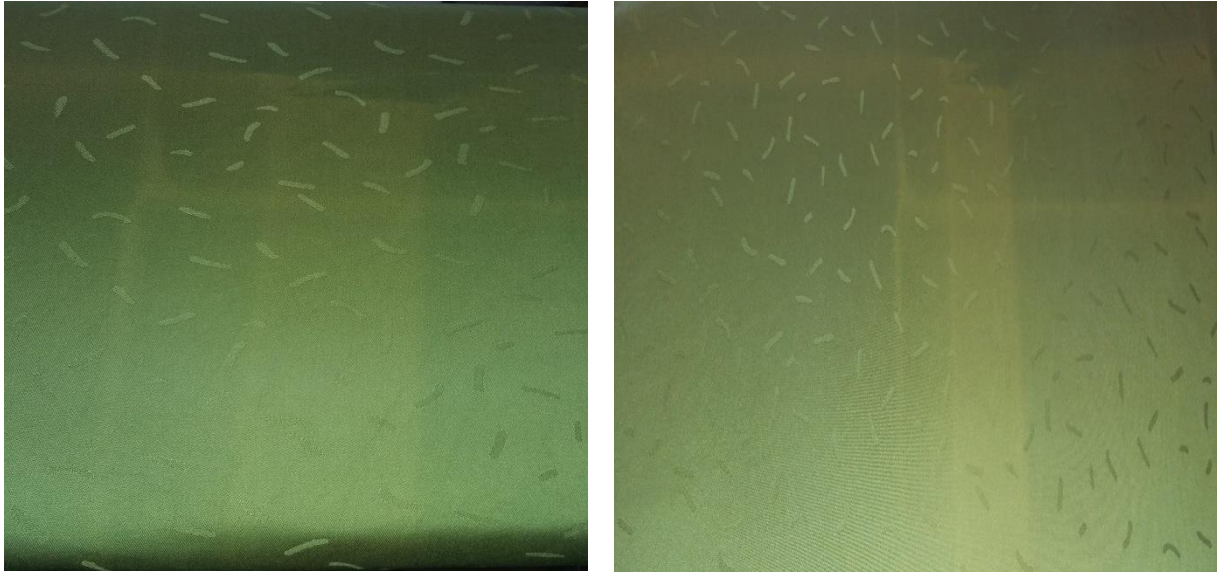


**Slika 6. Promjene obojenja pod utjecajem znoja**

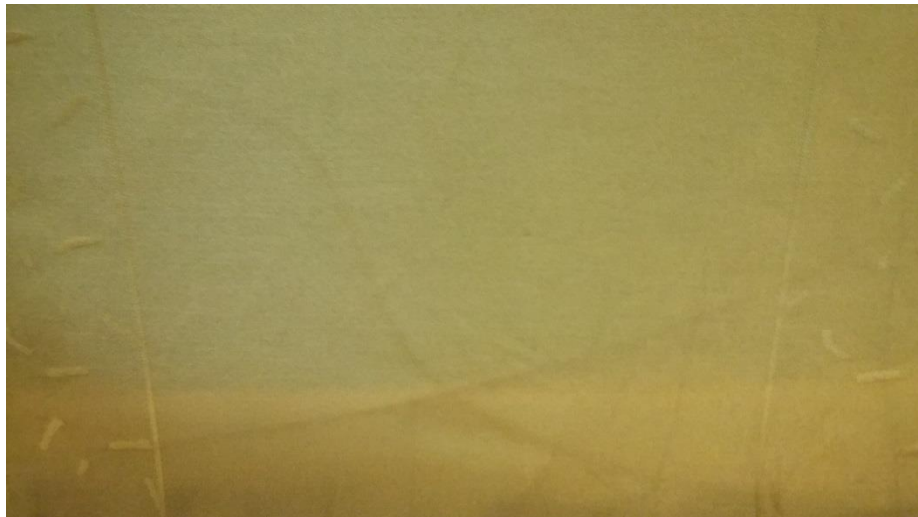
Izlaganje rublja direktnom i/ili indirektnom svjetlu može prouzročiti oštećenje tekstila. Stupanj oštećenja će ovisiti o [7]:

- vrsti vlakana
- pređi
- konstrukcijskim karakteristikama
- vrsti bojila
- vrsti tiska
- vrsti apreture
- atmosferskim uvjetima.

Postojanosti obojenja na svjetlo su važne za proizvode koji su izloženi djelovanju svjetla. Molekule bojila apsorbiraju energiju svjetla i zbog toga prelaze u pobuđeno stanje. Pri vraćanju u osnovno stanje, apsorbirana energija se promijeni u toplinu ili zračenje na višim valnim duljinama (fluorescencija ili fosforescencija). Pri tome se bojila, ovisno o kemijskom sastavu, preoblikuju ili reagiraju i te fotokemijske reakcije utječu na postojanost obojenja na svjetlo. Što su molekule dulje u pobuđenom stanju, veća je vjerojatnost za njihovu reakciju. Stoga mnoga fluorescentna bojila imaju niske postojanosti obojenja na svjetlo. Na fotostabilnost bojila utječu brojni parametri: izvor svjetla, kemijski sastav bojila i supstrata, učinkovitost prijelaza bojila na supstrat, vrijeme pobuđenog stanja i vanjski utjecaji: temperatura, vrijeme i sastav zraka [8].



**Slika 7. Stolnjak u zelenom tonu nakon pranja i izlaganja dnevnom svjetlu**



**Slika 8. Nadstolnjak u zelenom tonu nakon pranja i izlaganja dnevnom svjetlu**

## **2.5. Brojčano vrednovanje boja**

Postojanosti obojenja se ocjenjuju vizualno i instrumentalno (metrika boje). Promjena obojenja uzorka i prijelaz boje na popratne bijele tkanine se ocjenjuje pomoću sive skale, postojanosti na svjetlo se ocjenjuju pomoću plave skale. Objektivno vrednovanje promjena obojenja se izvodi pomoću metrike boja. Promjene obojenja uzorka i prijelaz boje na popratne bijele tkanine se ocjenjuje preko CIELAB razlika u boji. Računalnim programom se preporučena razlika obojenja u ocjene po sivoj skali (ocjene od 1 do 5).

Uspoređivanjem različitih obojenih uzoraka, na osnovnim perceptualnim karakteristikama, utvrđuju se razlike u tri pogleda: **ton** ( *hue-H* ), **svjetlina** ( *lightness-L* ) i **zasićenost** ( *chroma-C* ). To su psihološki atributi boje. Ton i zasićenost su veličine koje predstavljaju **kvalitetu** boje, a svjetlina predstavlja **kvantitetu** boje.

#### Ton (eng. *hue-H*)

Ton boje je atribut vizualnog doživljaja na osnovi kojeg točno definiramo pojedinu boju kao crvenu, plavu, ljubičastu prema dominirajućoj valnoj duljini svake boje svjetla. Ta dimenzija ne ovisi je li boja tamna ili svjetla, „jaka“ ili „slaba“, tj. nema količinsko značenje intenziteta. Kromatske boje („šarene boje“) su svi tonovi boja raspoređeni u zatvoreni krug od 0° do 360° i predstavljaju beskonačno tonova boja. Kod kromatskih boja (šarenih), svjetlost se razlikuje od tona boje. Žuta daje osjet najveće svijetline, plava i ljubičasta najmanje. Kod akromatskih boja (crna, siva i bijela) svjetlost je identična s obojenošću. Fizikalna veličina je dominantna valna duljina ( $\lambda$ ).

#### Svjetlina (eng. *lightness-L*)

Svjetlina je atribut vizualnog doživljaja na osnovi kojega neka uspoređivana površina u odnosu na neku definiranu površinu reflektira više ili manje svjetla. Svjetlina boje je karakteristika koja opisuje sličnost boje s nizom akromatskih boja, od crne preko sive do bijele. Redoslijed svjetlosnih stupnjeva je od 0 za apsolutno crno do 100 za apsolutno bijelo. Fizikalna veličina je luminacija- odnos luminantnog toka emitiranog po jediničnom prostornom kutu izvora svjetlosti prema površini.

#### Zasićenost (eng. *chroma-C*)

Zasićenost-kromatičnost je karakter boje svjetla ili neke površine u kontrastu s bijelom (akromatskom). Promjena zasićenosti neovisna je o tonu i kreće se linearno od područja neutralne akromatske točke do čiste boje. Ako se kromatska boja miješa s akromatskom jednakog stupnja svjetline, svjetlina boje ostaje ista. Nastala promjena u kvaliteti ovisi o relativnoj količini ovih dviju komponenata – saturacija (S) ili stupanj zasićenosti; stupanj do kojega boja ima čisti ton. Fizikalna veličina zasićenosti je čistoća pobude – odnos luminancije svjetlosti pojedine frekvencije prema luminanciji s akromatskom svjetlošću.

CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) sustav je prvi standardizirani matematički sustav za brojčano vrjednovanje boje i razlike među njima. 1931. bio je najznačajniji korak u razvoju moderne znanosti o boji. Napredak doživljava šezdesetih godina 20. stoljeća pojavom digitalnih računala. Sustav boja CIELAB standardiziran je 1976.g. od CIE organizacija. Sustav je najprihvatljiviji za brojčano vrjednovanje boja. Prostor boje je definiran jednakim

razmakom vrijednosti svijetline  $L^*$  os, s pripadajućim koordinatama boje  $a^*$  i  $b^*$ . Najbolje odgovara vizualnoj percepciji boje.

U prostornom prikazu CIE  $L^*a^*b^*$  sustava boja, svaka boja je opisana s pripadajućim psihološkim atributima  $H^*$ ,  $L^*$ ,  $C^*$ .

$H^*$  - ton (*hue*) boje, atribut vizualnog osjeta, prema kojem se točno definira pojednina boja kao crvena, plava, ljubičasta, s dominirajućom valnom duljinom.

$L^*$  - svjetlina (*lightness*) obojenog uzorka je količina svjetlosti koja se transmitira ili reflektira s površine objekta.

$C^*$  - zasićenost (*chroma*) udio boje istog tona.

Sustav definira vrijednost svjetline ( $L^*$ ) i predstavlja skalu od 0=crno do 100=bijelo. Za neutralne boje (bijela, siva, crna) vrijednosti  $a^*$  i  $b^*$  iznose 0.

$L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordinate, izračunavaju se na temelju tristimulusnih vrijednosti boje X, Y i Z prema slijedećim matematičkim izrazima:  $L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$ ,  $a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$ ,  $b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$ . Koordinate  $a^*$  i  $b^*$  mogu imati pozitivan i negativan predznak, pri čemu pozitivna  $a^*$  vrijednost ( $+a^*$ ) predstavlja crveno, a negativna  $a^*$  vrijednost ( $-a^*$ ) je zeleno, pozitivna  $b^*$  vrijednost ( $+b^*$ ) je žuto, a negativna  $b^*$  vrijednost ( $-b^*$ ) je plava.

Iz CIE  $L^*a^*b^*$  koordinativnog prikaza izračunava se vrijednost tona  $h^0$  kao kut između  $a^*$  i  $b^*$  koordinata. Ton boje se kreće u smjeru obrnutom od kazaljke na satu i izračunava se matematičkim izrazom:  $h^0 = \arctg (b^*/a^*)$  ( $0^0 =$  crvena,  $90^0 =$  žuta,  $180^0 =$  zelena,  $270^0 =$  plava). Vrijednost  $C^*$  zasićenost, izračunava se iz vrijednosti koordinata  $a^*$  i  $b^*$  po Pitagorinom poučku:  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ . Kromatičnost  $C^*$  predstavlja vektorsku udaljenost uzorka od središnje, nulte točke  $a^*/b^*$  dijagrama; točke akromatičnosti. Što je položaj mjenenog uzorka u CIE  $L^*a^*b^*$  dijagramu udaljeniji od središnje točke akromatičnosti, boja je zasićenija, čišća [9].

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

U ovom završnom radu je ispitan utjecaj pranja i svjetla na postojanost obojenja zelenih stolnih salveta. U tu svrhu je provedeno pranje tekstilnog materijala u kupeljima različitog sastava: voda, otopina deterdženta bez optičkog bjelila i otopina deterdženta s optičkim bjelilom na temperaturi 40 °C. Neoprane i oprane salvete su izložene djelovanju svjetla u različitim uvjetima s ciljem utvrđivanja utjecaja uvjeta pranja i uvjeta izlaganja djelovanju svjetla na postojanost obojenja.

#### 3.1. Materijal

U radu je primijenjen materijal, artikl Lanterna od Tvornice tekstila Trgovišće (TTT), od kojeg su načinjene stolne salvete dimenzija 50x50 cm. Karakteristike materijala su prikazane u tablici 4.

Tablica 4: Karakteristike materijala, artikl Lanterna

Karakteristike		
Sirovinski sastav [%]		100% pamuk
Pantone		16-0540 TCX
Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]		205
Gustoća na 1 cm	osnova	36
	potka	27
Finoća pređe (tex)	osnova	16,6/2
	potka	16,6/2
Prekidna sila (daN)	osnova	100
	potka	50
Prekidno izduženje (%)	dužina	-5,0
	širina	-3,0
Postojanost boje	na svjetlo	5-6
	na pranje	4-5
	na kemijsko čišćenje	4-5
	na trenje/suho	4-5
	na trenje/mokro	3-4



Uzorak ispitivanog materijala zelenog tona (**N**) je opran (**P**) vodom (**V**), deterdžentom s optičkim bjelilom (**OB**) i deterdžentom bez optičkog bjelila (**BOB**). Pranje je provedeno kroz 1 ciklus (1x), 3 ciklusa (3x) i 5 ciklusa (5x).

## 3.2. Sredstva

Salvete su oprane u kupeljima različitog sastava:

- Voda
- Deterdžent bez optičkog bjelila, DETERDŽENT ECE - A
- Deterdžent s optičkim bjelilom, DETERDŽENT IEC – B

Korištena je vodovodna voda, čija je tvrdoća ispitana metodom kompleksometrijske titracije i nađeno je da ona iznosi 22,7 °DH.

Sastav deterdženta bez optičkog bjelila je prikazan u tablici 5, a sastav deterdženta s optičkim bjelilom u tablici 6.

**Tablica 5:** Sastav deterdženta bez optičkog bjelila, DETERDŽENT ECE-A (ISO 105-CO8:2010)

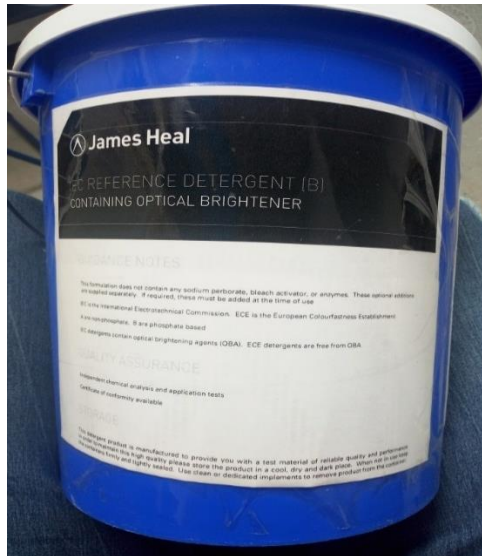
Sastojak	CAS	%
Linearni natrijev alkil benzen sulfonat	68411-30-3	9,7
Etoksilirani masni alkohol, C12-18 (7EO)	68439-50-9	5,2
Natrijev sapun (C <sub>12-16</sub> : 13-26 %, C <sub>18-22</sub> : 74-87 %)	308075-99-2	3,6
Antipjenič DC2-4248S		4,5
Na alumosilikat, zeolit 4A		32,5
Natrijev karbonat	497-19-8	11,8
Natrijeva sol kopolimera akrilne i maleinske kiseline (Sokalan CP5)	26677-99-6	5,2
Natrijev silikat (SiO <sub>2</sub> :Na <sub>2</sub> O = 3,3:1)	1344-09-8	3,4
Karboksimetilceluloza	9004-32-4	1,3
Dietilen triamin penta (metilen fosfonska kiselina)	22042-96-2	0,8
Natrijev sulfat	7757-82-6	9,8
Voda	7732-18-5	12,2
		<b>87,8</b>



**Slika 9. Ambalaža deterdženta bez optičkog bjelila, proizvođač James Heal**

**Tablica 6:** Sastav deterdženta s optičkim bjelilom, DETERDŽENT IEC-B

Sastojak	CAS	%
Linearni natrijev alkil benzen sulfonat	68411-30-3	6,4
Etoksilirani masni alkohol, C12-18 (14EO)	68439-50-9	2,3
Natrijev trifosfat	7758-29-4	35,0
Natrijev sapun (C <sub>12-16</sub> : 13-26 %, C <sub>18-22</sub> : 74-87 %)	308075-99-2	2,8
Natrijev silikat (SiO <sub>2</sub> :Na <sub>2</sub> O = 3,3:1)	1344-09-8	6,0
Magnezijev silikat	1343-88-0	1,5
Karboksimetilceluloza	9004-32-4	1,0
Na sol etilen diamin tetraoctene kiseline	139-33-3	0,2
Optičko bjelilo za pamuk (dimorfolinostilbenski tip)	16090-02-1	0,2
Natrijev sulfat	7757-82-6	16,8
Voda	7732-18-5	7,8
		<b>80,0</b>



**Slika 10. Ambalaža deterdženta s optičkim bjelilom, proizvođač James Heal**

Navedeni deterdženti su primijenjeni u kupelji koja je sadržavala:

- 20 g deterdženta
- 4 g natrijev perborat monohidrat ( $\text{NaBO}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ )
- 0,1 g TAED (tetracetiletilen diamin)

### **3.3. Postupci**

#### **3.3.1. Pranje**

Obrade salveta u opisanim kupeljima su provedene u kućanskoj perilici Miele TIP, slika 12:



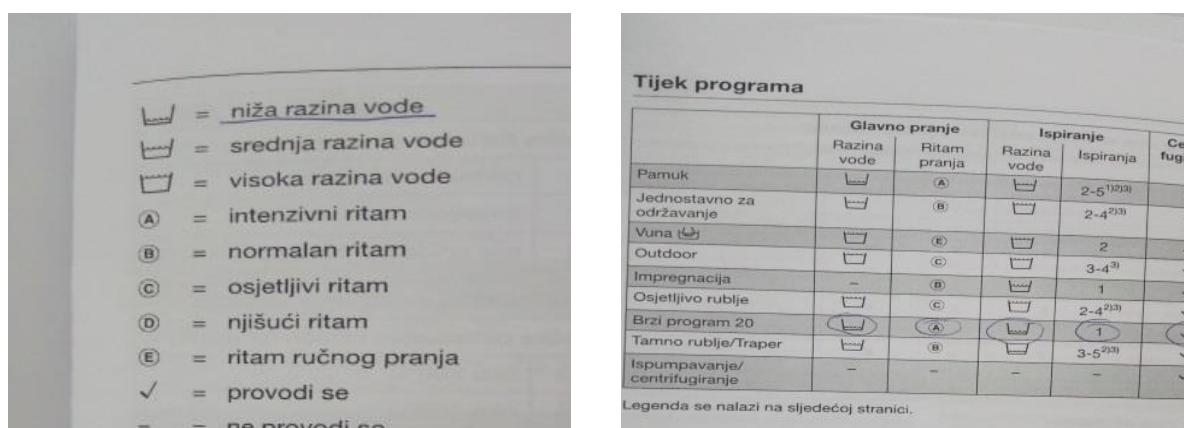
**Slika 11. Kućanska perilica Miele**



U svakom procesu je obrađeno 9 salveta po brzom programu 20, koji se sastoji se od:

- glavnog pranja,
- ispiranja,
- centrifugiranja.

U glavnom pranju se koristi niža razina vode i ritam pranja A (intenzivni program). U ispiranju se koristi niža razinu vode i završno centrifugiranje. Specifikacije programa 20 su razrađene na slici 12.



Slika 12. Opis programa 20

Provedeno je 5 ciklusa pranja, pri čemu su uzorci za ispitivanje izuzeti nakon 1, 3 i 5 ciklusa. Nakon pranja uzorci su sušeni na zraku.

### 3.3.2. Izlaganje svjetlu

Neobrađeni i obrađeni uzorci salveta su izlagani svjetlu, tablica 7 u različitim uvjetima:

- sjeverna strana laboratorija, Lokacija Prilaz baruna Filipovića 28a
- sobni prostor, Zaprešić,
- osvjetljavanje u standardnim uvjetima kroz 30 i 60 minuta [11].

Tablica 7: Legenda uzoraka koji su osvjetljeni u različitim uvjetima

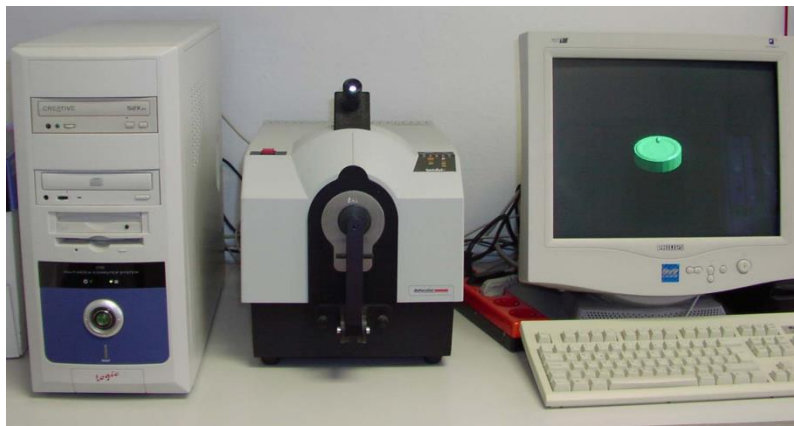
Opis uzorka	OZNAKA
uzorak izložen jednomjesečnom djelovanju svjetla na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a	<b>BF</b>
Uzorak izložen jednomjesečnom djelovanju svjetla na lokaciji Zaprešić	<b>Z</b>
uzorak izložen djelovanju svjetla kroz 30 minuta u Xenotestu	<b>X30</b>
uzorak izložen djelovanju svjetla kroz 60 minuta u Xenotestu	<b>X60</b>

## 3.4. Metode

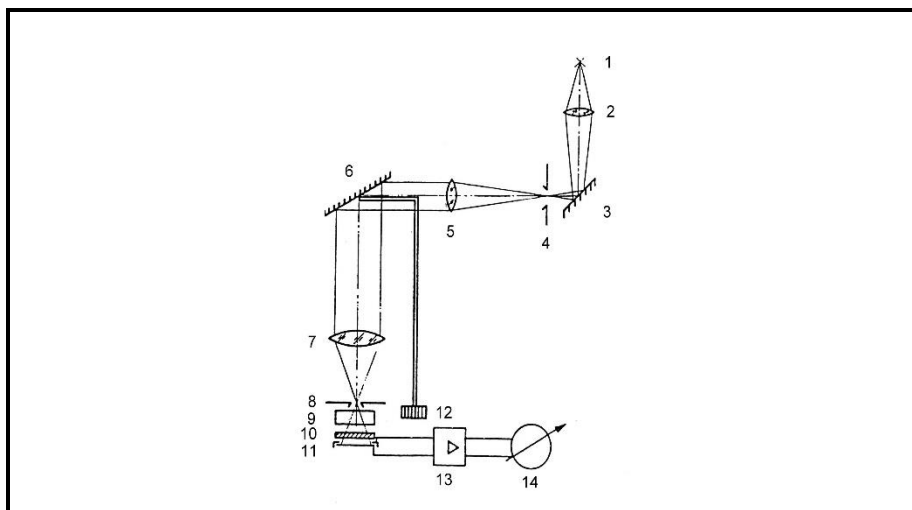
### 3.4.1. Remisijska spektrofotometrija

Ispitivani uzorci prije i nakon pranja u različitim uvjetima, te izlaganja djelovanju svjetla u različitim uvjetima su mjereni na remisijskom spektrofotometru SPECTRAFLASH SF 300, Data Color.

Prema [10] spektralne karakteristike uzoraka s lica (L) i naličja (N) izmjerene na remisijskom spektrofotometru (Datacolor SF300) su obrađene uz podršku računalnog programa DataMatch i programskom opremom za metriku boja, slike 13 i 14.



Slika 13. Spektrofotometar Spectraflash SF 300



1 – izvor zračenja	10 – filter (za fluorometrijska mjerenja – pikrinska kiselina na staklu)
2 – kondenzator	11 – selenski fotoelement
3 – zrcalo	12 – vijak za podešavanje valne duljine
4 – ulazni procjep	13 – tranzitorsko pojačalo
5 – kolimatorski objektiv	14 – instrument za pokazivanje
6 – rešetke za refleksiju	
7 – kolimatorski objektiv	
8 – izlazni procjep	
9 – uzorak za mjerenje	

**Slika 14. Shematski prikaz rada remisijskog spektrofotometra**

Mjerenje spektralnih karakteristika provedeno je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF300, 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.), 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 kalibracija bijelim, crnim i zelenim standardom. Uređaj ima dvije veličine mjernog otvora: R=0,65 cm; R=2,2 cm. Uzorci u ovom završnom radu su vrednovani primjenom promjera blende 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 DataMatch izračunavaju daljnji parametri potrebni za definiranje boje, bjeline ili potrebni za provođenje postupka računalnog receptiranja. Uzorci su mjereni bez UV stimulacije (0% UV) i uz UV stimulaciju (70% UV).

Na temelju spektralnih karakteristika se izračunava ukupna razlika u boji,  $\Delta E$ , prema jednadžbama 1 i 2:

$$\Delta E * \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

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

gdje je:

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

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

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

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

$\Delta H^*$  - razlika u tonu

Dodatno je provedeno vrednovanje putem ocjene postojanosti prema AATCC i ISO A05.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Postojanost obojenja na svjetlo je važan parametar kvalitete tekstilnih proizvoda u primjeni. Molekule bojila apsorbiraju energiju svjetla i zbog toga prelaze u pobuđeno stanje. Na fotostabilnost bojila utječu brojni parametri: izvor svjetla, kemijski sastav bojila i supstrata, učinkovitost prijelaza bojila na supstrat, vrijeme pobuđenog stanja i vanjski utjecaji: temperatura, vrijeme i sastav zraka [8].

U ovom radu je ispitan utjecaj svjetla na postojanost obojenja neopranih i opranih stolnih salveta zelenog tona, pri čemu su uvjeti pranja varirani kroz sastav kupelji, a utjecaj svjetla kroz lokacije i vrijeme osvjetljavanja. Salvete su oprane u vodi, otopini deterdženta bez optičkog bjelila i otopini deterdženta s optičkim bjelilom na temperaturi 40 °C kroz 5 ciklusa. Neoprane i oprane salvete su izložene djelovanju svjetla u različitim uvjetima:

- jednomjesečno izlaganje uzoraka svjetlu u laboratoriju na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u Zagrebu, veljača-ožujak 2019. (BF),
- jednomjesečno izlaganje uzoraka svjetlu u sobnom prostoru na lokaciji Zaprešić, veljača-ožujak 2019. (Z),
- 30 minutno izlaganje uzoraka svjetlu u uređaju Xenotest (X30),
- 60 minutno izlaganje uzoraka svjetlu u uređaju Xenotest (X60),

Spektralne karakteristike opranih salveta (lice i naličje) prije i nakon izlaganja svjetlu u odnosu na neoprane i osvjetljene je ispitano kroz razlike svjetline ( $dL^*$ ), zasićenja ( $dC^*$ ), tona ( $dH^*$ ) i ukupnu razliku u boji ( $dE$ ). Mjerenja su provedena bez UV stimulacije (0% UV) i uz UV stimulaciju (70% UV). Dodatno je provedeno vrednovanje postojanosti obojenja na svjetlo putem ocjene postojanosti prema AATCC i ISO A05.

Promjene boje neopranih uzoraka izloženih svjetlu u navedenim uvjetima izmjerene bez UV stimulacije (0% UV) i uz UV stimulaciju (70% UV) su prikazane u tablicama 8 – 11.

### NEOPRANI

**Tablica 8:** Promjena boje lica **NEOPRANIH uzoraka** izloženih djelovanju svjetla u različitim uvjetima u odnosu na lice neopranog neosvjetljenog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
N_BF	4-5	4-5	0,52	0,408	-0,082	0,311
N_Z	1-2	1-2	10,876	6,937	6,519	-5,261
N_X30	3-4	3-4	2,397	1,885	1,273	-0,754
N_X60	4	3-4	2,302	1,842	1,191	-0,699

Rezultati mjerenja bez UV stimulacije u tablici 8 ukazuju na promjene spektralnih karakteristika lica neopranih salveta nakon izlaganja svjetlu u odnosu na neoprane. Uzorci

izloženi svjetlu na lokaciji Zaprešić (N\_Z) kroz 1 mjesec imaju najveće promjene (ocjena 1-2) u odnosu na neoprane. Jednomjesečno izlaganje uzoraka na lokaciji Prilaz baruna Filipovića (N\_BF) je uzrokovalo minimalne promjene, koje su vrednovane ocjenom 4-5. Postojanost obojenja na umjetno svjetlo, Xenotest, je ispitano kroz varijaciju vremena od 30 i 60 minuta. Produljeno vrijeme izlaganja nije utjecalo na značajnije promjene spektralnih svojstava uzoraka salveta.

**Tablica 9:** Promjena boje **naličja NEOPRANIH uzoraka** izloženih djelovanju svjetla u različitim uvjetima u odnosu na naličje neopranog neosvijetljenog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
N_BF	4-5	4	1,293	-0,37	-0,836	0,914
N_Z	3	3	3,988	2,419	2,908	-1,264
N_X30	3-4	3	3,06	2,469	1,629	-0,781
N_X60	3-4	3	3,195	2,73	1,489	-0,735

Promjene naličja neopranog osvjetljenog materijala prikazane u tablici 9 u odnosu na lice osvjetljenog neopranog materijala se razlikuju jedino u vrijednostima za uzorak izložen na lokaciji Zaprešić (N\_Z) gdje su promjene naličja manje u odnosu na lice, tablica 8.

**Tablica 10:** Promjena boje **lica NEOPRANIH uzoraka** izloženih djelovanju svjetla u različitim uvjetima u odnosu na lice neopranog neosvijetljenog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
N_BF	4-5	4-5	0,579	0,535	0,161	0,152
N_Z	1-2	1-2	11,008	7,133	6,598	-5,173
N_X30	3-4	3-4	2,854	2,548	1,111	-0,644
N_X60	3-4	3-4	2,682	2,26	1,304	-0,62

Rezultati mjerenja lica uz UV stimulaciju (70% UV) u tablici 10 su po ocjenama identični rezultatima mjerenja bez UV stimulacije u tablici 8. Ovo je očekivano s obzirom da neopran materijal ne sadrži fluorescentne supstance.

**Tablica 11:** Promjena boje **naličja NEOPRANIH uzoraka** izloženih djelovanju svjetla u različitim uvjetima u odnosu na naličje neopranog neosvijetljenog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
N_BF	4-5	4-5	1,085	-0,63	-0,557	0,685
N_Z	3	2-3	4,126	2,501	3,045	-1,223
N_X30	3-4	3	3,156	2,638	1,581	-0,707
N_X60	3-4	3	3,182	2,713	1,515	-0,682

Rezultati mjerenja naličja uz UV stimulaciju (70% UV) u tablici 11 su po ocjenama identični rezultatima mjerenja bez UV stimulacije u tablici 9, što potvrđuje prethodno istaknutu činjenicu da neopran materijal ne sadrži fluorescentne supstance.

Pastelno bojadisane zelene salvete su strojno oprane na 40 °C u vodi i otopinama deterdženata s optičkim bjelilom (OB) i bez optičkog bjelila (BOB) kroz 5 ciklusa. U tablicama

12 – 15 su prikazane promjene boje lica i naličja salveta nastale u pranju nakon 1, 3 i 5 ciklusa u odnosu na neoprano salvetu. Mjerenja su također provedena bez UV stimulacije (0% UV) i s UV stimulacijom (70% UV).

### OPRANI PRIJE OSUNČAVANJA

**Tablica 12:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka u odnosu na lice neoprano uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
P_V_1X	4	4	1,418	-1,308	-0,54	-0,089
P_V_3X	4-5	4	1,305	-0,933	-0,797	-0,444
P_V_5X	4-5	4-5	1,223	-0,604	-0,935	-0,506
P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,953	-0,502	-0,809	-0,029
P_D_BOB_3X	4-5	4	1,376	-0,413	-1,312	0,045
P_D_BOB_5X	4-5	4	1,516	-0,508	-1,427	-0,062
P_D_OB_1X	4-5	4	1,378	0,772	0,897	-0,707
P_D_OB_3X	4	4	1,621	0,765	1,04	-0,979
P_D_OB_5X	4	4	1,615	-0,823	-1,228	-0,65

Pranjem salveta u vodi kroz 5 ciklusa je došlo do malih promjena tona lica salveta, koje opisuje ocjena 4-5. Pranje salveta deterdžentom bez optičkog bjelila je izazvalo također minimalne, ocjena postojanosti 4-5. Postojanost obojenja salveta opranih deterdžentom s optičkim bjelilom je nakon 5 ciklusa vrednovana ocjenom 4. Utjecaj sastava deterdženta na postojanost obojenja je minimalan. To se može obrazložiti uvjetima mjerenja koje su provedena bez UV stimulacije (0% UV), gdje izvor svjetla nema potencijal pobuđivanja fluorescencije, koja se kao fenomen očekuje kod salveta opranih deterdžentom koje sadrži optičko bjelilo (OB), tablica 12.

**Tablica 13:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka u odnosu na naličje neoprano, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
P_V_1X	4	4	1,374	-1,351	-0,166	-0,184
P_V_3X	4	4	1,803	-1,625	-0,632	0,462
P_V_5X	3-4	3-4	2,318	-2,044	-0,787	0,761
P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,729	-0,642	-0,289	-0,187
P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,77	-0,417	-0,523	-0,382
P_D_BOB_5X	4-5	4-5	1,11	-0,402	-1,018	-0,185
P_D_OB_1X	4	3-4	2,225	0,935	1,708	-1,078
P_D_OB_3X	4	3-4	2,632	1,187	1,801	-1,508
P_D_OB_5X	4	4	1,556	-1,056	-0,921	-0,676

Promjene tona naličja materijala su nešto izražajnije nego na licu opranih salveta u navedenim uvjetima, tablica 13.

**Tablica 14:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka u odnosu na lice neopranog uzorka, mjerenje uz UV stimulacije (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
P_V_1X	4-5	4-5	0,851	-0,757	-0,382	0,076
P_V_3X	4-5	4	1,292	-0,624	-0,923	0,655
P_V_5X	4-5	4	1,515	-0,369	-1,087	0,989
P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,923	-0,156	-0,906	0,08
P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,736	-0,197	-0,704	-0,084
P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,933	-0,026	-0,918	-0,169
P_D_OB_1X	4	4	1,848	1,146	1,274	-0,692
P_D_OB_3X	4	4	1,749	0,787	1,124	-1,084
P_D_OB_5X	4-5	4-5	1,229	-0,542	0,872	-0,676

Postojanost na pranje lica opranih salveta u odnosu na neopranu salvetu ispitana uz UV stimulaciju (70% UV) je u većini slučajeva kroz 1., 3. i 5. ciklus visoko vrednovana ocjenom 4-5, tablica 14. Iznimku čine uzorci oprani deterdžentom s optičkim bjelilom kroz 1 i 3 ciklusa, koji su vrednovani ocjenom 4. Nakon 5 ciklusa pranja deterdžentom s optičkim bjelilom ocjena se nešto povećava i doseže 4-5. Ovaj fenomen je poznat u pranju deterdžentom koje sadrži optičko bjelilo kroz višestruke cikluse. Ton boje se nakon višestrukih ciklusa vrati na početne koordinate.

**Tablica 15:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka u odnosu na naličje neopranog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
P_V_1X	4	4	1,254	-1,252	-0,071	-0,021
P_V_3X	4	4	1,953	-1,747	-0,613	0,621
P_V_5X	4	4	2,062	-1,714	-0,837	0,783
P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,597	-0,451	-0,228	-0,319
P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,716	-0,087	-0,6	-0,381
P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,662	-0,217	-0,401	-0,48
P_D_OB_1X	4	3-4	2,505	1,167	1,911	-1,121
P_D_OB_3X	4	3-4	2,493	1,067	1,736	-1,437
P_D_OB_5X	4	4	1,553	-1,117	-0,841	-0,675

Ocjene naličja salveta opranih u vodi, deterdžentom s optičkim bjelilom i deterdžentom bez optičkog bjelila se razlikuju u odnosu na ocjene lica uz iznimku salveta opranih deterdžentom bez optičkog bjelila, tablica 15.

## OSUNČAVANJE – Prilaz baruna Filipovića 28a

Neoprane i oprane salvete su izložene jednomjesečnom djelovanju svjetla na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u razdoblju veljača – ožujak 2019. U tablicama 16 – 19 su prikazane ocjene postojanosti obojenja i promjene spektralnih vrijednosti navedenih salveta nakon osunčavanja u odnosu na neoprani uzorak.

**Tablica 16:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u odnosu na lice neopranog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
BF_P_V_1X	4-5	4-5	1,243	0,085	0,207	-1,222
BF_P_V_3X	4-5	4-5	0,645	0,09	-0,461	-0,443
BF_P_V_5X	4-5	4-5	0,597	0,175	-0,495	-0,284
BF_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,117	-0,116	-0,131	-1,103
BF_P_D_BOB_3X	4-5	4	1,513	0,201	-0,701	-1,325
BF_P_D_BOB_5X	4	4	1,789	0,836	-0,53	-1,491
BF_P_D_OB_1X	3-4	3-4	2,78	1,264	1,763	-1,738
BF_P_D_OB_3X	3-4	3	3,304	1,578	1,877	-2,214
BF_P_D_OB_5X	3	3	3,608	2,459	1,386	-2,247

Manje promjene spektralnih vrijednosti lica opranih i osvjetljenih salveta registrirane bez UV stimulacije imaju uzorci oprani u vodi i deterdžentu bez optičkog bjelila kroz 5 ciklusa pranja. Međutim uzorci salveta oprani u deterdžentu s optičkim bjelilom imaju manju ocjenu postojanosti nakon 5 ciklusa (ocjena 3). Razlog ovog gubitka se može obrazložiti činjenicom da se dio optičkog bjelila izgubio kroz dnevno izlaganje svjetlu, koje je uključivalo jednomjesečni dnevno-noćni ciklus, tablica 16.

**Tablica 17:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u odnosu na lice neopranog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
BF_P_V_1X	4-5	4-5	0,581	0,002	-0,13	-0,567
BF_P_V_3X	4-5	4-5	0,639	0,469	-0,159	-0,403
BF_P_V_5X	4-5	4-5	0,527	0,161	-0,279	-0,417
BF_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,05	0,222	0,191	-1,009
BF_P_D_BOB_3X	4	4	1,441	0,615	-0,413	-1,236
BF_P_D_BOB_5X	4	4	1,504	0,751	-0,162	-1,293
BF_P_D_OB_1X	3-4	3	2,96	1,699	1,763	-1,664
BF_P_D_OB_3X	3-4	3	3,478	1,509	2,021	-2,396
BF_P_D_OB_5X	3	3	4,086	3,084	1,479	-2,235

Rezultati mjerenja s UV stimulacijom, tablica 17, su gotovo identični rezultatima mjerenja bez UV stimulacije, tablica 16.



**Tablica 18:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u odnosu na naličje neopranog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
BF_P_V_1X	4	4	1,479	-1,413	-0,438	-0,008
BF_P_V_3X	4	4	2,018	-1,674	-0,944	0,615
BF_P_V_5X	4	3-4	2,2	-1,825	-1,04	0,652
BF_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,688	-0,569	-0,219	-0,32
BF_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,927	-0,537	-0,688	-0,312
BF_P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,81	-0,211	-0,73	-0,281
BF_P_D_OB_1X	4	3-4	2,285	1,238	1,622	-1,029
BF_P_D_OB_3X	4	3-4	2,237	0,851	1,583	-1,332
BF_P_D_OB_5X	3-4	3-4	2,501	1,46	1,267	-1,586

**Tablica 19:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u odnosu na naličje neopranog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
BF_P_V_1X	4-5	4	1,266	-1,201	-0,395	0,075
BF_P_V_3X	4	4	1,991	-1,336	-1,14	0,937
BF_P_V_5X	4	3-4	2,336	-1,706	-1,309	0,914
BF_P_D_BOB_1X	5	5	0,379	-0,23	-0,085	-0,289
BF_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,714	-0,184	-0,663	-0,191
BF_P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,629	-0,204	-0,551	-0,225
BF_P_D_OB_1X	4	3-4	2,315	1,263	1,68	-0,972
BF_P_D_OB_3X	4	3-4	2,185	1,013	1,5	-1,224
BF_P_D_OB_5X	3-4	3-4	2,465	1,581	1,277	-1,395

Promjene naličja salveta nakon pranja i izlaganja svjetlu u odnosu na neoprane registrirane uz UV stimulaciju se ne razlikuju u odnosu na promjene registrirane bez UV stimulacije.

Dio salveta je izložen djelovanju svjetla na lokaciji Zaprešić (Z). Izbor ove lokacije je dijelom vezan za industriju i gospodarske subjekte u odnosu za Zagreb. Rezultati mjerenja su prikazani u tablicama 20 – 23.

### **OSUNČAVANJE – Zaprešić**

**Tablica 20:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Zaprešić u odnosu na lice neopranog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
Z_P_V_1X	2	1-2	9,435	5,568	5,883	-4,838
Z_P_V_3X	2	1-2	8,706	5,495	4,957	-4,585
Z_P_V_5X	2	1-2	9,536	5,791	5,753	-4,929
Z_P_D_BOB_1X	1-2	1-2	9,962	5,942	5,584	-5,722
Z_P_D_BOB_3X	2	1-2	9,309	5,457	5,087	-5,569
Z_P_D_BOB_5X	1-2	1-2	10,67	6,616	5,817	-6,019

<b>Z_P_D_OB_1X</b>	1-2	1-2	11,326	5,995	7,307	-6,242
<b>Z_P_D_OB_3X</b>	1-2	1-2	10,417	5,602	6,567	-5,832
<b>Z_P_D_OB_5X</b>	2	1-2	8,721	4,294	4,925	-5,777

Rezultati promjena lica opranih salveta u odnosu na neoprane izmjerene bez UV stimulacije i prikazane u tablici 20 pokazuju velike razlike u odnosu na rezultate mjerenja uzoraka izloženih djelovanju svjetla na lokaciji Zagreb, tablica 12. Utjecaj svjetla je dominantan u odnosu na utjecaj uvjeta pranja, što potvrđuju velike razlike spektralnih vrijednosti i slabe ocjene postojanosti kod svih uzoraka, pa i kod uzoraka opranih u vodi. Uzrok ovim ekstremnim razlikama se može pripisati razlici u atmosferskim uvjetima u Zagrebu i Zaprešiću. Stoga se pokušalo doći do parametara kvalitete zraka na obje lokacije. Iz Odsjeka za kvalitetu zraka pri Ministarstvu zaštite okoliša i energetike je potvrđeno da na području Zaprešića ne postoji mjerna postaja za mjerenje kvalitete zraka. Iako, postaja za mjerenje zraka postoji u Prilazu baruna Filipovića, mjerni podaci se ne navode u ovom radu jer ih nije moguće usporediti s lokacijom Zaprešić.

**Tablica 21:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Zaprešić u odnosu na lice neoprano uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
<b>Z_P_V_1X</b>	2	1-2	9,886	5,928	6,245	-4,859
<b>Z_P_V_3X</b>	2	1-2	9,01	5,777	5,271	-4,474
<b>Z_P_V_5X</b>	1-2	1-2	9,985	6,076	6,212	-4,919
<b>Z_P_D_BOB_1X</b>	1-2	1-2	10,03	5,795	5,885	-5,691
<b>Z_P_D_BOB_3X</b>	2	1-2	9,729	5,545	5,614	-5,692
<b>Z_P_D_BOB_5X</b>	1-2	1-2	10,567	6,358	5,847	-6,087
<b>Z_P_D_OB_1X</b>	1-2	1	11,651	6,352	7,569	-6,174
<b>Z_P_D_OB_3X</b>	1-2	1-2	11,138	5,99	7,153	-6,083
<b>Z_P_D_OB_5X</b>	2	1-2	8,593	4,559	4,735	-5,534

Razlike spektralnih vrijednosti lica opranih salveta u odnosu na neoprane registrirane s UV stimulacijom su velike kao i njihove ocjene postojanosti obojenja, tablica 21.

**Tablica 22:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Zaprešić u odnosu na naličje neoprano uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
<b>Z_P_V_1X</b>	4	4	1,765	-1,716	0,41	0,062
<b>Z_P_V_3X</b>	4	4	1,483	-1,454	0,141	0,257
<b>Z_P_V_5X</b>	4	4	1,33	-1,301	0,205	0,181
<b>Z_P_D_BOB_1X</b>	4-5	4-5	0,959	0,024	0,749	-0,597
<b>Z_P_D_BOB_3X</b>	4-5	4-5	1,082	-0,028	0,77	-0,76
<b>Z_P_D_BOB_5X</b>	4-5	4-5	1,04	0,14	0,446	-0,929
<b>Z_P_D_OB_1X</b>	3-4	3	3,563	1,535	2,793	-1,594
<b>Z_P_D_OB_3X</b>	3-4	3	3,822	1,58	2,776	-2,099
<b>Z_P_D_OB_5X</b>	4	4	1,577	-0,757	0,128	-1,378

Razlike spektralnih vrijednosti naličja opranih salveta u odnosu na neoprane registrirane bez UV stimulacije su manje u odnosu na lice salveta opranih i mjerenih u istim uvjetima. Ocjene postojanosti obojenja su visoke uz iznimku salveta opranih u kupelji deterdženta koji sadrži optičko bjelilo, koje imaju ocjenu 3-4, tablice 22.

**Tablica 23:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla tijekom 30 dana na lokaciji Zaprešić u odnosu na naličje neopranog, mjerenje uz UV stimulaciju (70 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
Z_P_V_1X	4	4	1,347	-1,196	0,555	0,279
Z_P_V_3X	4-5	4-5	1,161	-0,937	0,649	0,217
Z_P_V_5X	4	4	1,339	-1,246	0,468	0,149
Z_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,11	-0,159	0,869	-0,672
Z_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	1,154	-0,019	0,852	-0,778
Z_P_D_BOB_5X	4-5	4	1,454	0,222	0,963	-1,067
Z_P_D_OB_1X	3	2-3	4,113	1,965	3,237	-1,603
Z_P_D_OB_3X	3	3	3,841	1,626	2,789	-2,082
Z_P_D_OB_5X	4-5	4	1,362	-0,411	-0,134	-1,291

Mjerenje naličja opranih i osvijetljenih salveta uz UV stimulaciju ne pokazuje značajne razlike u odnosu na mjerenje bez UV stimulacije, tablice 22 i 23.

Neoprane i oprane salvete su osvijetljene u uređaju Xenotest kroz varijaciju vremena izlaganja od 30 i 60 minuta. Rezultati mjerenja lica i naličja uzoraka bez UV stimulacije i s UV stimulacijom su prikazani u tablicama 24 – 31.

### **OSUNČAVANJE – osunčavanje Xenotest, 30 minuta**

**Tablica 24:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 30 minuta u Xenotestu u odnosu na lice neopranog i neosvijetljenog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X30_P_V_1X	4-5	4-5	1,234	-0,678	-1,011	0,2
X30_P_V_3X	4-5	4	1,491	-0,705	-1,256	0,386
X30_P_V_5X	4-5	4	1,689	-0,671	-1,408	0,647
X30_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,129	-0,368	-1,057	-0,15
X30_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	1,198	-0,277	-1,158	-0,128
X30_P_D_BOB_5X	4-5	4	1,522	-0,376	-1,459	-0,215
X30_P_D_OB_1X	4-5	4-5	1,193	0,669	0,717	-0,68
X30_P_D_OB_3X	4-5	4	1,336	0,931	0,333	-0,899
X30_P_D_OB_5X	4	4	1,973	-0,517	-1,846	-0,465

**Tablica 25:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 30 minuta u Xenotestu u odnosu na lice neopranog i neosvijetljenog, mjerenje uz UV stimulaciju (70 % UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X30_P_V_1X	4-5	4-5	1,139	-0,717	-0,871	0,153
X30_P_V_3X	4-5	4	1,545	-0,406	-1,378	0,569

X30_P_V_5X	4-5	4	1,682	-0,321	-1,47	0,751
X30_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,169	0,024	-1,168	-0,031
X30_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,959	-0,047	-0,944	-0,165
X30_P_D_BOB_5X	4-5	4	1,398	0,128	-1,385	-0,139
X30_P_D_OB_1X	4	4	1,462	1,058	0,798	-0,619
X30_P_D_OB_3X	4	4	1,594	1,067	0,645	-0,993
X30_P_D_OB_5X	4-5	4	1,898	-0,075	-1,847	-0,431

Osunčavanje lica salveta u Xenotestu kroz 30 minuta nije utjecalo na značajnije promjene spektralnih vrijednosti i ocjenu postojanosti obojenja, tablice 24 i 25.

**Tablica 26:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 30 minuta u Xenotestu u odnosu na naličje neoprano i neosvijetljenog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X30_P_V_1X	4	4	1,56	-1,398	-0,691	0,066
X30_P_V_3X	4	4	2,096	-1,858	-0,875	0,42
X30_P_V_5X	4	3-4	2,17	-1,834	-1,045	0,506
X30_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,852	-0,515	-0,588	-0,338
X30_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,959	-0,272	-0,856	-0,337
X30_P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,957	-0,193	-0,845	-0,407
X30_P_D_OB_1X	4	4	2,072	1,268	1,359	-0,915
X30_P_D_OB_3X	4	4	2,017	1,053	1,231	-1,202
X30_P_D_OB_5X	4	4	1,637	-0,974	-0,999	-0,857

**Tablica 27:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 30 minuta u Xenotestu u odnosu na naličje neoprano i neosvijetljenog, mjerenje uz UV stimulaciju (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X30_P_V_1X	4	4	1,485	-1,348	-0,619	0,055
X30_P_V_3X	4	3-4	2,149	-1,875	-0,928	0,49
X30_P_V_5X	4	3-4	2,284	-1,764	-1,224	0,78
X30_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,869	-0,485	-0,697	-0,184
X30_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,88	-0,073	-0,844	-0,237
X30_P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,865	-0,001	-0,792	-0,348
X30_P_D_OB_1X	4	4	2,046	1,28	1,338	-0,869
X30_P_D_OB_3X	4	4	2,005	1,097	1,183	-1,19
X30_P_D_OB_5X	4	4	1,819	-0,516	-1,626	-0,631

Osunčavanje naličja salveta u Xenotestu kroz 30 minuta nije utjecalo na značajnije promjene spektralnih vrijednosti i ocjenu postojanosti obojenja, tablice 26 i 27.

### **OSUNČAVANJE – osunčavanje Xenotest, 60 minuta**

**Tablica 28:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 60 minuta u Xenotestu u odnosu na lice neoprano i neosvijetljenog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X60_P_V_1X	4-5	4-5	1,174	-0,939	-0,703	0,051
X60_P_V_3X	4	4	1,831	-1,07	-1,378	0,554

X60_P_V_5X	4-5	4	1,495	-0,669	-1,21	0,568
X60_P_D_BOB_1X	4-5	4	1,536	-0,446	-1,469	-0,022
X60_P_D_BOB_3X	4-5	4	1,382	-0,573	-1,22	-0,306
X60_P_D_BOB_5X	4-5	4	1,398	-0,473	-1,301	-0,201
X60_P_D_OB_1X	3-4	3-4	2,785	-1,836	0,846	-1,915
X60_P_D_OB_3X	4	4	1,615	1,15	0,723	-0,874
X60_P_D_OB_5X	4-5	4	1,482	-0,557	-1,29	-0,471

**Tablica 29:** Promjena boje lica OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 60 minuta u Xenotestu u odnosu na lice neopranog i neosvijetljenog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X60_P_V_1X	4-5	4-5	1,161	-0,721	-0,883	0,22
X60_P_V_3X	4-5	4	1,414	-0,736	-1,09	0,52
X60_P_V_5X	4-5	4	1,637	-0,447	-1,416	0,688
X60_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,187	-0,088	-1,183	-0,042
X60_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	1,082	-0,134	-1,063	-0,15
X60_P_D_BOB_5X	4-5	4	1,747	0,002	-1,745	0,081
X60_P_D_OB_1X	3-4	3-4	2,616	-1,502	1,1	-1,838
X60_P_D_OB_3X	4	4	1,656	1,355	0,592	-0,746
X60_P_D_OB_5X	4-5	4	1,758	-0,142	-1,742	-0,194

Osunčavanje uzoraka salveta kroz 60 minuta nije utjecalo na velike promjene njihovih spektralnih karakteristika, kao i ocjenu postojanosti obojenja. Osvjetljavanje je najjače utjecalo na lice uzorka opranog deterdžentom koji sadrži optičko bjelilo kroz 1 ciklus. Daljnji ciklusi (3 i 5) su doveli do povrata tona gotovo na početne vrijednosti lica salveta, tablice 28 i 29.

**Tablica 30:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 60 minuta u Xenotestu u odnosu na naličje neopranog i neosvijetljenog uzorka, mjerenje bez UV stimulacije (0% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X60_P_V_1X	4	4	1,382	-1,22	-0,632	0,149
X60_P_V_3X	4	3-4	2,183	-1,959	-0,835	0,478
X60_P_V_5X	4	3-4	2,133	-1,781	-0,96	0,675
X60_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	0,878	-0,487	-0,728	-0,058
X60_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,903	-0,446	-0,584	-0,524
X60_P_D_BOB_5X	4-5	4-5	0,94	-0,3	-0,822	-0,344
X60_P_D_OB_1X	3	3	3,897	3,717	1,171	-0,013
X60_P_D_OB_3X	4	3-4	2,231	1,425	1,346	-1,066
X60_P_D_OB_5X	4-5	4	1,271	0,6	-1,009	-0,487

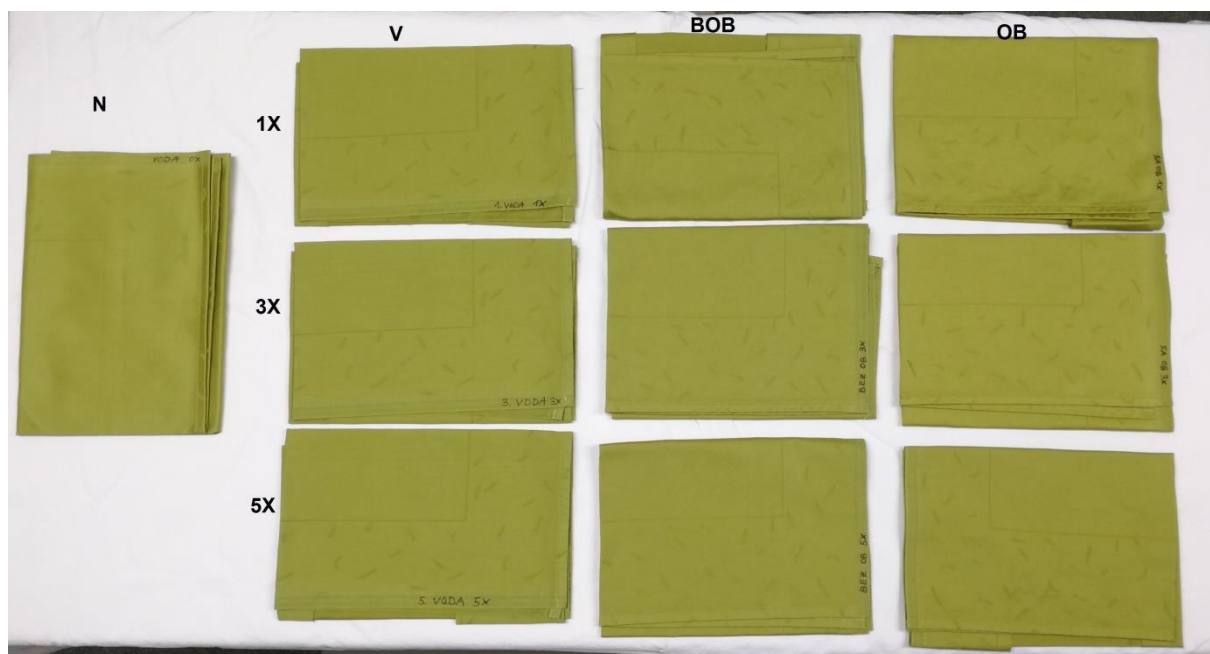
**Tablica 31:** Promjena boje naličja OPRANIH uzoraka i izloženih djelovanju svjetla kroz 60 minuta u Xenotestu u odnosu na naličje neopranog i neosvijetljenog uzorka, mjerenje uz UV stimulaciju (70% UV)

Oznaka	ISO A05	AATCC	dE	dL*	dC*	dH*
X60_P_V_1X	4	4	1,555	-1,378	-0,699	0,17
X60_P_V_3X	4	3-4	2,224	-1,753	-1,17	0,712
X60_P_V_5X	4	3-4	2,184	-1,727	-1,102	0,757
X60_P_D_BOB_1X	4-5	4-5	1,111	-0,686	-0,873	0,033
X60_P_D_BOB_3X	4-5	4-5	0,965	-0,269	-0,866	-0,331
X60_P_D_BOB_5X	4-5	4-5	1,102	-0,196	-1,062	-0,217

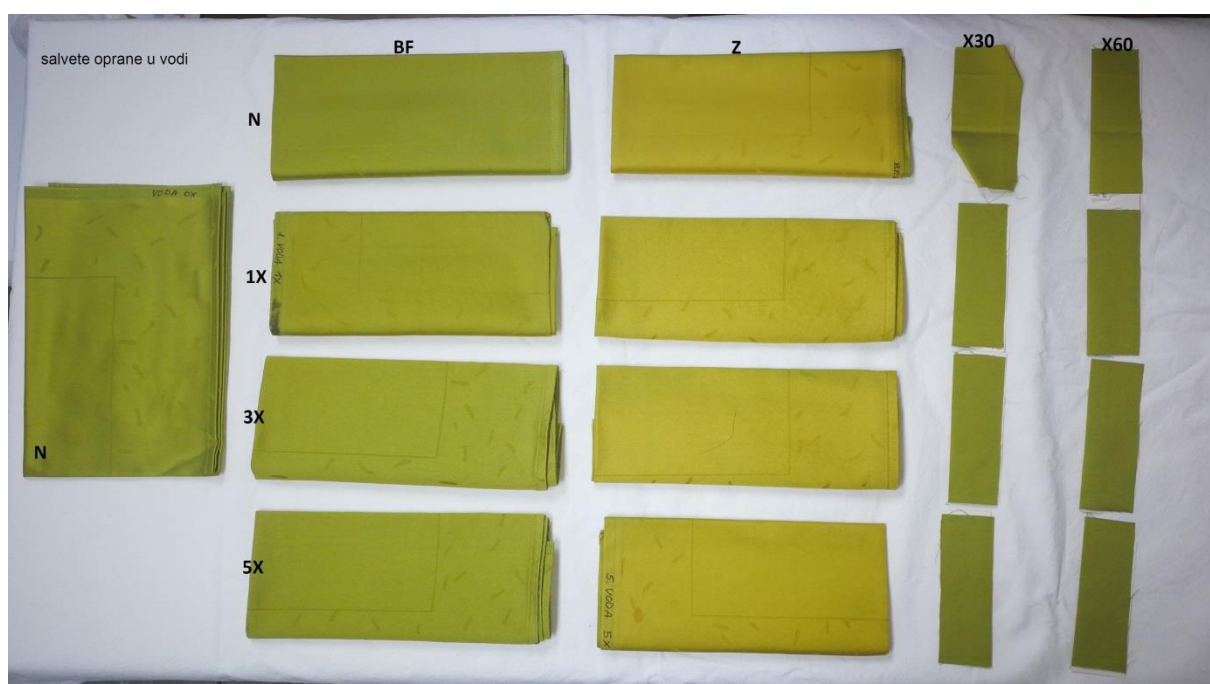
<b>X60_P_D_OB_1X</b>	3	2-3	4,107	3,975	1,004	0,246
<b>X60_P_D_OB_3X</b>	4	4	1,955	1,086	1,232	-1,062
<b>X60_P_D_OB_5X</b>	4-5	4	1,663	-0,677	-1,453	-0,443

Osunčavanje uzoraka salveta kroz 60 minuta nije utjecalo na velike promjene njihovih spektralnih karakteristika, kao i ocjenu postojanosti obojenja na naličju. Osvjetljavanje je najjače utjecalo na lice uzorka opranog deterdžentom koji sadrži optičko bjelilo kroz 1 ciklus. Daljnji ciklusi (3 x i 5 x) su doveli do povrata tona gotovo na početne vrijednosti lica salveta, tablice 30 i 31.

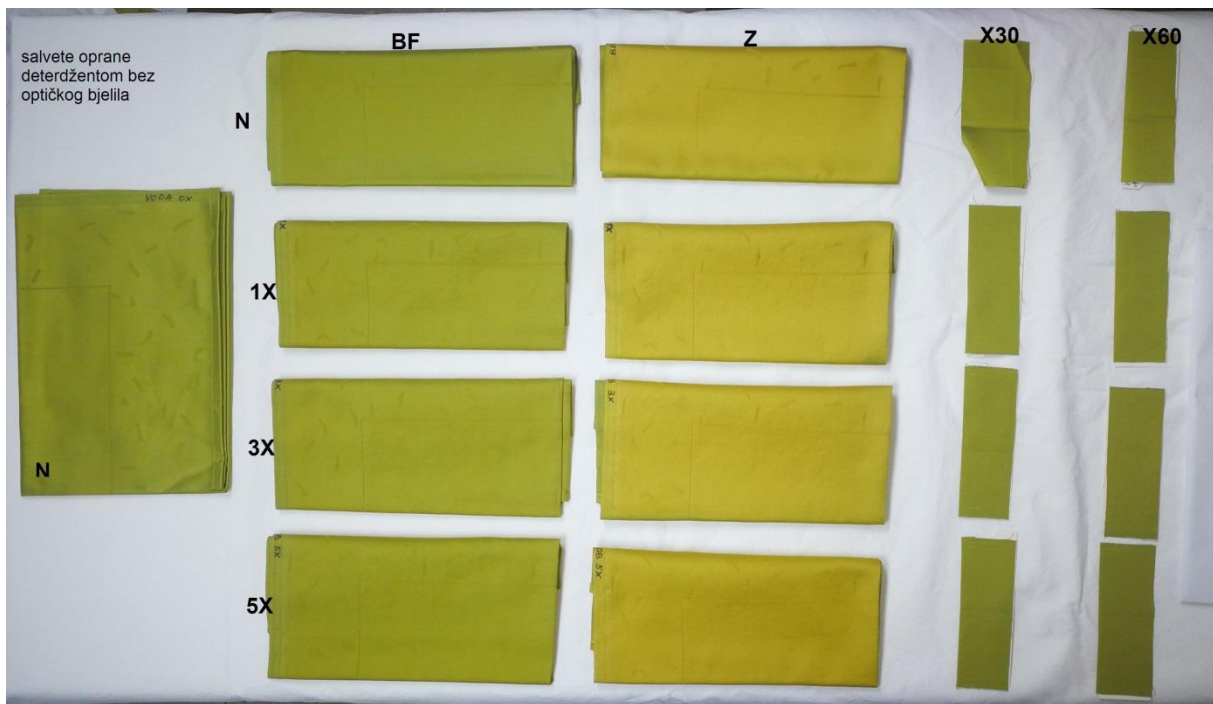
Uzorci salveta su fotografirani s ciljem vizualne ocjene izgleda i nastalih promjena u pranju i izlaganju svjetlu, slike 15-18.



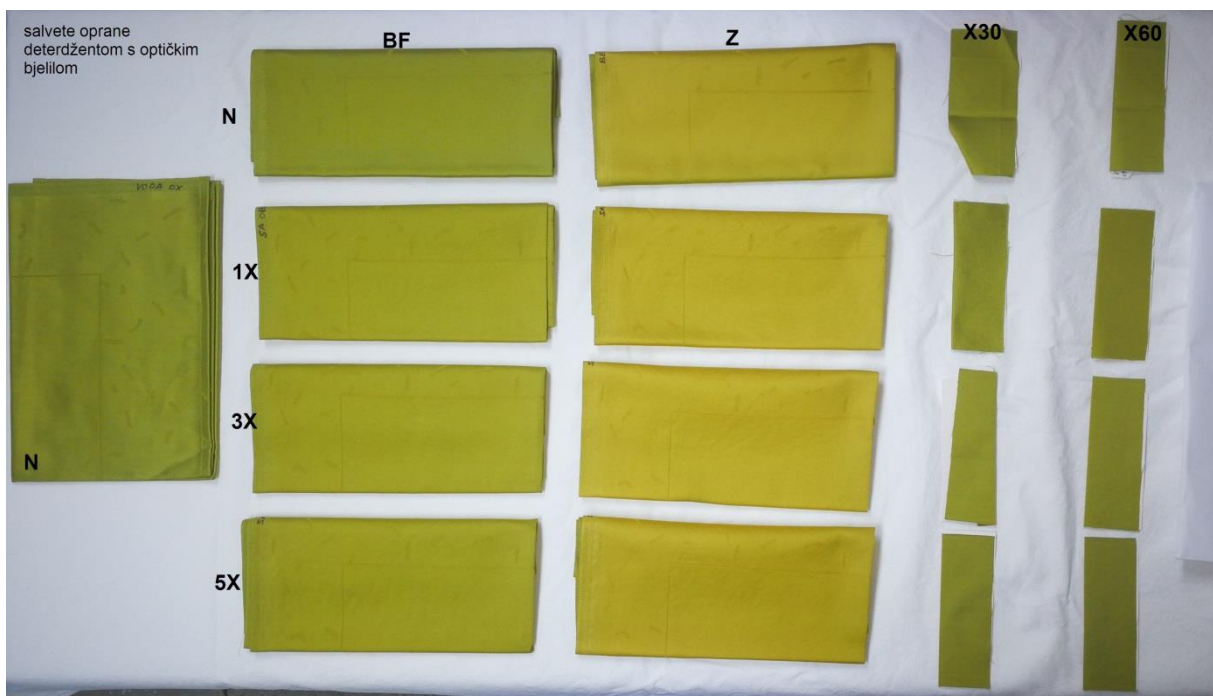
Slika 15. Utjecaj uvjeta pranja na izgled salveta



Slika 16. Utjecaj uvjeta osunčavanja na neprane salvete i salvete oprane u vodi



**Slika 17. Utjecaj uvjeta osunčavanja na neprane salvete i salvete oprane deterdžentom bez optičkog bjelila**



**Slika 18. Utjecaj uvjeta osunčavanja na neprane salvete i salvete oprane deterdžentom s optičkim bjelilom**



## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ispitan utjecaj svjetla na postojanost obojenja neopranih i opranih stolnih salveta zelenog tona, pri čemu su uvjeti pranja varirani kroz sastav kupelji, a utjecaj svjetla kroz lokacije i vrijeme osvjetljavanja. Salvete su oprane u vodi, otopini deterdženta bez optičkog bjelila i otopini deterdženta s optičkim bjelilom na temperaturi 40 °C kroz 5 ciklusa. Neoprane i oprane salvete su izložene djelovanju svjetla u različitim uvjetima:

- jednomjesečno izlaganje uzoraka svjetlu u laboratoriju na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a u Zagrebu, veljača-ožujak 2019.,
- jednomjesečno izlaganje uzoraka svjetlu u sobnom prostoru na lokaciji Zaprešić, veljača-ožujak 2019.,
- 30 minutno izlaganje uzoraka svjetlu u uređaju Xenotest,
- 60 minutno izlaganje uzoraka svjetlu u uređaju Xenotest,

Spektralne karakteristike opranih salveta (lice i naličje) prije i nakon izlaganja svjetlu u odnosu na neoprane i osvjetljene je ispitano kroz spektralne vrijednosti: razlike svjetline ( $dL^*$ ), zasićenja ( $dC^*$ ), tona ( $dH^*$ ) i ukupnu razliku u boji ( $dE$ ) opranih i osvjetljenih u odnosu na neoprane. Mjerenja su provedena bez UV stimulacije (0% UV) i uz UV stimulaciju (70% UV). Dodatno je provedeno vrednovanje putem ocjene postojanosti prema AATCC i ISO A05.

Rezultati su potvrdili:

- neznatan utjecaj sastava kupelji za pranje na promjenu spektralnih vrijednosti salveta,
- nezamjetljiv utjecaj uvjeta mjerenja spektralnih vrijednosti kroz parametar udjela UV komponente,
- na iznimno velik utjecaj izlaganja neopranih i opranih salveta svjetlu na lokaciji Zaprešić kroz 1 mjesec u odnosu na minimalne promjene spektralnih vrijednosti neopranih i opranih salveta izloženih djelovanju svjetla na lokaciji prilaz baruna Filipovića 28a,
- da produljeno vrijeme osunčavanja, s 30 na 60 minuta u Xenotestu, ne utječe na intenzitet promjena spektralnih vrijednosti opranih salveta u odnosu na nepranu.

Zaključno, utjecaj dnevnog svjetla na promjene spektralnih vrijednosti salveta zelenog tona je neophodno razmatrati u kontekstu atmosferskih uvjeta. To su potvrdile velike razlike spektralnih vrijednosti i slabe ocjene postojanosti svih uzoraka izloženih na lokaciji Zaprešić u odnosu na lokaciju Prilaz baruna Filipovića 28. Međutim, kvalitativnu i kvantitativnu ocjenu nije bilo moguće načiniti jer na području Zaprešića ne postoji postaja za mjerenje kvalitete zraka.

## 6. LITERATURA

- [1] U. Zoller: Handbook of detergents, Part E, Applications, Taylor & Francis Group, LLC, 2009., E.: Laundry Detergents, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2002.
- [2] I. Soljačić, T. Pušić: Njega tekstila, I dio-Čišćenje u vodenom mediju, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2005.
- [3] Pušić, T.: Ekološke smjernice u tehnologiji pranja tekstilija, I. međunarodna konferencija "Cjeloviti pristup okolišu", Štrkalj, A., Glavaš, Z., Kalambura, S. (ur.), Sisak: Udruga za promicanje cjelovitog pristupa okolišu , 2018., 612-621, ISSN 2623-677X
- [4] HRN EN ISO 3758: Tekstil - Označivanje njege primjenom simbola
- [5] I. Soljačić, T. Pušić: Povezanost proizvodnje i njege tekstila, Tekstil 59 (10) 470-471 (2010.)
- [6] Golob, V.: Vrednotenje lastnosti barvil in obarvanih tekstilij, u knjizi Interdisciplinarnost barve, Društvo koloristovSlovenije, Maribor, 2003, 395-396□.
- [7] Care and Maintenance of Textile Products Including Apparel and Protective Clothing, R. Nayak, S. Ratnapandian, CRC Press Taylor & Francis Group, 2018
- [8] Golob, V: Vrednotenje lastnosti barvil in obarvanih tekstilij, u knjizi Interdisciplinarnost barve, Društvo koloristovSlovenije, Maribor, 2003, 405-407□.
- [9] Đ. Parac-Osterman: Osnove o boji i sustavi vrednovanja, Zagreb, 2013.
- [10] ASTM E1347 - 06(2015) Standard Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus Colorimetry
- [11] HRN EN ISO 105-B06: Textiles -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio B02: Postojanost obojenja na umjetno svjetlo: ispitivanje na blijeđenje Xenon lampom
- [12] ASTM E1347 - 06(2015) Standard Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus Colorimetry

## Popis slika:

Slika 1. Sinnerov krug pranja (t-vrijeme, T-temperatura, M-mehanika, K-kemija).....	3
Slika 2. Osnovni simboli za njegu .....	4
Slika 3. Uzroci reklamacija u kemijskom čišćenju 2008. u Njemačkoj [5] .....	8
Slika 4. Prijelaz obojenja (direktno bojilo) u pranju.....	10
Slika 5. Mjestimične promjene obojenja pod utjecajem trenja .....	10
Slika 6. Promjene obojenja pod utjecajem znoja.....	11
Slika 7. Stolnjak u zelenom tonu nakon pranja i izlaganja dnevnom svjetlu .....	12
Slika 8. Nadstolnjak u zelenom tonu nakon pranja i izlaganja dnevnom svjetlu .....	12
Slika 9. Ambalaža deterdženta bez optičkog bjelila, proizvođač James Heal.....	17
Slika 10. Ambalaža deterdženta s optičkim bjelilom, proizvođač James Heal.....	18
Slika 11. Kućanska perilica Miele .....	18
Slika 12. Opis programa 20 .....	19
Slika 13. Spektrofotometar Spectraflash SF 300 .....	20
Slika 14. Shematski prikaz rada remisijskog spektrofotometra .....	21
Slika 15. Utjecaj uvjeta pranja na izgled salveta .....	33
Slika 16. Utjecaj uvjeta osunčavanja na neprane salvete i salvete oprane u vodi .....	33
Slika 17. Utjecaj uvjeta osunčavanja na neprane salvete i salvete oprane deterdžentom bez optičkog bjelila.....	34
Slika 18. Utjecaj uvjeta osunčavanja na neprane salvete i salvete oprane deterdžentom s optičkim bjelilom .....	34