

## Dizajn luminiscentnim efektima na platnu od lana i kudjelje

Doc.dr.sc. **Ana Sutlović**, dipl.ing.  
**Diana Lukunić**, mag.ing.techn.text.  
Doc.dr.sc. **Anita Tarbuk**, dipl.ing.  
Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: [anita.tarbuk@ttf.hr](mailto:anita.tarbuk@ttf.hr)  
Prispjelo 10. 1. 2015.

UDK 677.016:677.11/.12  
Izvorni znanstveni rad

*Rad je inspiriran umjetničkom ideologijom i načinom rada i djela umjetnika Bauhausa. Kako bi se realizirala početna ideja, idejni radovi napravljeni u tehnici kolaža poslužili su kao svojevrsna maketa za sjenilo za rasvjetno tijelo. Tehnološkim postupcima i metodama izrađeni su efekti na tekstilnom materijalu, platnu od lana i kudjelje, tkanom na starinskom tkalačkom stanu prije stotinjak godina. Budući da se platno sastoji od dva različita stabljična vlakna, njihovim bijeljenjem postižu se različite nijanse bijele, što pridonosi efektnijem izgleda tkanine. Obradeno platno fiksirano je na metalne nosače ormarića, te tako kao cjelina stvaraju ormarić s tekstilnim sjenilom za rasvjetno tijelo koja se može primijeniti u bilo kojem interijeru.*

**Cljučne riječi:** Bauhaus, fluorescencija, fosforescencija, tekstilni tisak, bjelina

### 1. Uvod

#### 1.1. Bauhaus

Krajem 19. st. u Engleskoj se javlja ideja o povezivanju umjetnika i industrijske proizvodnje kako bi se uljepšali industrijski proizvodi, a uništili imitacije i kič. Godine 1919. Walter Gropius je u Weimaru osnovao specijaliziranu školu za istodobno bavljenje svim vrstama oblikovanja - Bauhaus. U školi Bauhaus podučavani su arhitekti, slikari i kipari svih razina, u skladu s njihovim sposobnostima, kako bi postali sposobni obrtnici ili neovisni kreativni umjetnici koji će stvoriti radnu zajednicu vodećih i budućih umjetnika-obrtnika. Ti su ljudi srodnog duha znali kako skladno oblikovati zgradu u njejoj cjelokupnosti, strukturi, završ-

noj obradi, ukrašavanju i opremanju. U Bauhausu su se kombinirali elementi likovne umjetnosti i dizajna. Uspješnom funkcioniranju svih dizajniranih proizvoda pridavala se posebna važnost. Povezavši to sa žudnjom za tehnologijom, dobiva se naglašeni racionalizam. U školi Bauhaus nastojalo se pomoću sustavnog, praktičnog i teoretskog istraživanja na formalnim, tehničkim i ekonomskim poljima izvesti dizajn predmeta iz njegovih prirodnih funkcija i odnosa. Nastavni plan i program škole impresionirao je studente koji su došli iz niza različitih društvenih i obrazovnih pozadina [1-5]. Bauhaus je krenuo s obrtničkom izradom pojedinačnih predmeta, a u svojem se daljnjem radu, naizgled suprotno, okrenuo razradi norma za

industrijski proizvedene uporabne predmete. Oboje je proizašlo iz istog osjećaja za oblik, iz smisla za funkciju i materijal, kao posljedica društvenih zadaća. Bauhaus se sam dokazao kroz mlade majstore koji su svladali i zanat i oblikovanje. Njihovi su pokušaji i poticaji stvorili modele za industrijsku proizvodnju. Isti je stvaralački put vodio od pojedinačne kuće do cjelokupnog naselja, od obrtnički obrađenog zida do Bauhausovih tapeta, od pojedinog istkanog komada do materijala na metar. Kao abeceda onoga što se moglo naučiti o prostornom oblikovanju vrijedilo je pravilo da se prostor razumije i obrađuje kao prostor, površina kao površina, linija kao linija i to u njihovim elementarnim osobinama. Uvijek se radilo o zakonitostima boje, oblika i

pokreta. Boja je dobila svoju zadaću u samoprikazivanju arhitekture, a istovremeno je morala služiti i svrsi prostora. Razlika između nosivih i nenosivih elemenata nudila je mogućnost za snažniju dramatičnost kontrasta tamnog i svijetlog, kao i za različitost materijala [1-5].

Jedan od najpoznatijih radova u dizajnu namještaja W. Gropiusa, fotelja F51 (sl.1) dizajnirana za direktorsku sobu škole 1920., najviše je doprinijela početnoj ideji i inspiraciji za izradu ormarića-lampice s tekstilnim sjenilom, proizvod kojemu je svrha, osim estetike, i funkcionalizam. Osnovna ideja rada bila je dodavanje nove vrijednosti domaćem lanenom i kudjeljinom platnu starom više od sto godina tj. primjena efekata luminiscencije na starom tekstilnom materijalu koji bi obasjan različitim izvorom svjetlosti imao drugačiji dizajn.



Sl.1 Fotelja F51, Walter Gropius [5]

## 1.2. Luminiscencija

Luminiscencija (lat. *lumen* znači svjetlo) [6] je zajednički naziv za pojave emisije elektromagnetskog zračenja (UV, vidljivog ili IR) atoma ili molekula kao posljedica prijelaza elektrona iz pobuđenog u niže energetske stanje, obično u osnovno stanje. S obzirom na to da se pojava odvija bez zračenja topline, naziva se i hladno svjetlo. Luminiscencija nije vezana samo za niske ili sobne temperature, već se može pojavljivati i kod visokih temperatura kao pratilac temperaturnog zračenja. No isto tako ona se može pojavljivati i kod tempe-

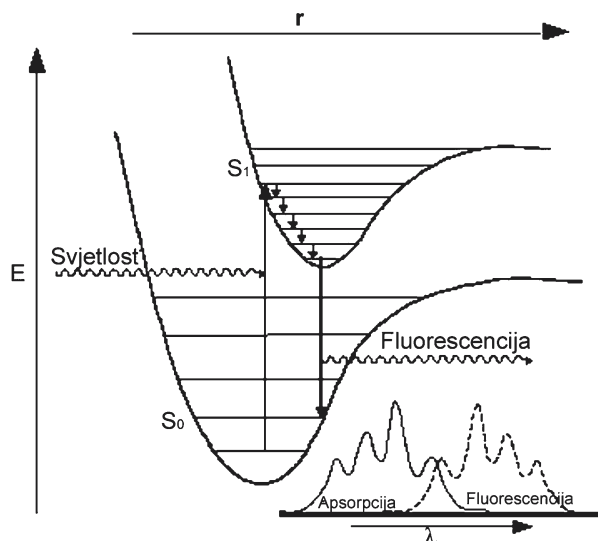
rature tekućeg zraka. Za luminiscenciju je karakteristično da u objektima koji emitiraju svjetlo, ne dolazi do povećanja srednje kinetičke energije molekula, a objekt koji luminiscira uzima energiju iz nekog drugog izvora, najčešće u obliku električne energije, energije svjetla, kemijske i mehaničke energije. Može biti izazvana kemijskim procesom (kemoluminiscencija), biološkim procesom (bioluminiscencija), djelovanjem  $\alpha$ - i  $\beta$ -zraka (radioluminiscencija), svjetlosti (fotoluminiscencija), električne struje (elektroluminiscencija), topline (termoluminiscencija), mrvljenjem (triboluminiscencija) i drugo [6].

Fotoluminiscencija je najvažniji oblik luminiscencije, a dijeli na fluorescenciju i fosforescenciju. Fluorescencija je fizikalno-kemijska pojava zračenja tijela vidljivim svjetlom nakon što se obasja UV svjetlom visoke energije. Prisutnost konjugiranih dvostrukih veza u optičkim bjelilima uvjetuje apsorpciju svjetla ili elektromagnetskog zračenja veće energije nego što je vidljivo svjetlo. U dvostrukim vezama postoji više vrsta elektrona, a za fluorescenciju su odgovorni  $\pi$ -elektroni. U osnovnom stanju,  $S_0$ ,  $\pi$ -elektroni su nestabilni; vibriraju, rotiraju i titraju oko svoje osi. Djelovanjem zračenja više energije na njih, pokreću su im isti, ali s

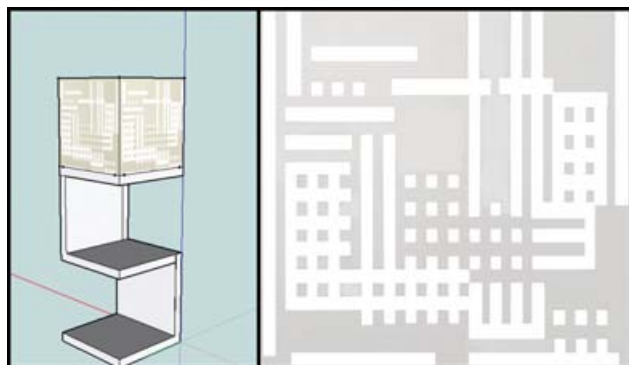
jačim intenzitetom, čime se više udaljuju od svog nekog položaja. Nakon što  $\pi$ -elektroni neke molekule skoče na višu energetska razinu,  $S_1$ , kaže se da je molekula pobuđena, odnosno ekscitirana, sl.2. Energiju potrebnu za prijelaz  $\pi$ -elektrona na višu razinu molekula nastoji potrošiti; a to čini isijavanjem [6-14].

Fluorescencija nastaje odmah po apsorpciji svjetlosti i traje samo dotle, dok djeluje primarno zračenje pa nakon toga gotovo trenutno (za oko  $10^{-8}$  s) prestaje. Fosforescencija traje znatno dulje nakon prekida djelovanja primarnog zračenja. Može trajati od nekoliko sekundi do nekoliko sati, pri čemu se pravilno mijenja intenzitet emisije. Emitirano svjetlo može biti iste valne duljine kao i apsorbirano, što je slučaj kod rezonantne fluorescencije, ali je najčešće valna duljina emitiranog svjetla veća nego što je valna duljina apsorbiranog svjetla (Stokes-ovo pravilo) [6-10].

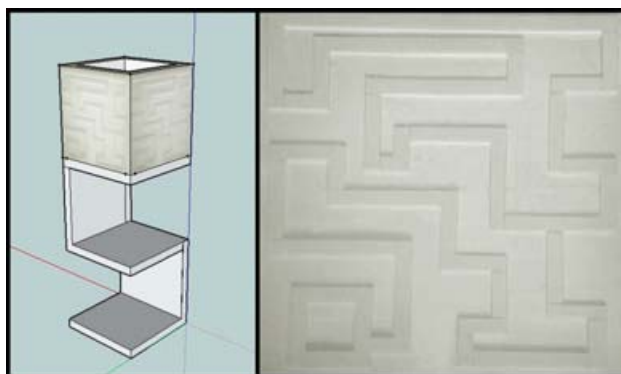
Postoje procesi i spojevi koji dovode do smanjenja iskorištenja fluorescencije, odnosno do tzv. „gašenja fluorescencije“. Ovu pojavu je zamijetio Stokes još 1852. godine kad je otkrio fluorescenciju. Kod gašenja fluorescencije dio energije pobuđene molekule ne pretvara se u emisiju svjetla, već se troši na unutarnje pretvorbe energije, prijenos energije nekom



Sl.2 Mehanizam fluorescencije [6]



Sl. 3. Nacrt za ormarić s plošnim efektima na sjenilu



Sl. 4. Nacrt za ormarić s reljefnim efektima na sjenilu

drugom akceptoru i kemijske reakcije. Mehanizam gašenja fluorescencije može biti statički i dinamički. Statičko gašenje neovisno je o vremenu trajanja pobuđenog stanja molekule, jer su molekule gasila uvijek prisutne u području djelovanja molekule. U ovom slučaju, između fluorescentne molekule i gasila nastaje spoj koji nema svojstvo fluorescencije. Dinamičko gašenje nastaje samo ako su molekule gasila prisutne u blizini pobuđene molekule u trenutku pobuđivanja. Neznatne količine stranih tvari mogu izazvati gašenje fluorescencije. To mogu biti anorganske ili organske soli, kisik i neki drugi plinovi, te neki organski spojevi i otapala [7, 8, 12, 13].

## 2. Eksperimentalni dio

Eksperimentalni dio ovog rada jest konačna izrada idejnog proizvoda, noćnog ormarića koji ujedno služi i kao lampica sa sjenilom napravljenim od domaćeg platna od lana i kudjelje, starog više od sto godina. Kao što je u uvodnom dijelu navedeno, izvor inspiracije za ovaj proizvod jest stil rada umjetnika škole Bauhaus iz tridesetih godina dvadesetog stoljeća, koji odiše jednostavnošću i minimalizmom, ali ujedno i funkcionalizmom.

Idejni radovi namijenjeni za izradu tekstilnog sjenila, zamišljeni su kao dio cjelokupnog proizvoda, ormarića koji ujedno služi kao rasvjetno tijelo. U skladu s time izrađeni su i detaljni nacrti za ormarić (sl.3 i 4).

### 2.1. Izbor tekstilnog materijala

Za izradu sjenila korištena je sirova tkanina platnenog veza, otkana na ručnom tkalačkom stanu početkom 20. st., od mješavine vlakana lana i kudjelje.

### 2.2. Predobrada tekstilnog materijala

Tkanina je predobrađena u laboratorijskom aparatu Mathis na tri načina: I. Pranje u čistom tenzidu radi uklanjanja nečistoća. Sastav kupelji: 1 g/l Kemonecer NI (KEMO, Zagreb) - neionski tenzid, uz OK 1:7 pri temperaturi  $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  i u vremenu  $t = 60\text{ min}$ .

II. Pranje komercijalnim deterdžentom uz sastav kupelji 5 g/l komercijalnog deterdženta sastava: manje od 5 % anionskog tenzida i 5 % sapuna, 15-30 % fosfata, 5-15 % bjelila na bazi kisika, enzimi, TAED, karboksimetilceluloza, fosfonat, optička bje-

lila, natrijev silikat, natrijev karbonat i natrijev sulfat, uz OK 1:7, pri temperaturi  $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$  i vremenu  $t = 60\text{ min}$ .

III. Kemijsko bijeljenje uz sastav kupelji 5 ml/l  $\text{H}_2\text{O}_2$  (35 %), 1 g/l NaOH, 1 ml/l Tinoclarit CBB - organski stabilizator, 3 ml/l vodeno staklo (smjesa  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ) - anorganski stabilizator, 0,1 ml/l Fumexol DF - regulator pjene, 2 ml/l Invatex MD - sekvestrant uz OK 1:10 pri temperaturi  $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$  i vremenu obrade  $t = 60\text{ min}$ .

Nakon predobrade, platno je isprano u vreloj, mlakoj i hladnoj vodi, neutralizirano sa 1,5 % octenom kiselinom, isprano te osušeno na zraku.

### 2.3. Pigmentni tisak

Plošni i reljefni efekti (sl.3 i 4) postignuti su pigmentim tiskom. Uzorak je razrađen po efektima te je pripremljena šablona. Za izradu šablone

Tab.1 Tiskarske paste za optimiranje efekata

1)	50 g transparentne tiskarske paste (T) - Printperfekt 226 – 3 (CHT-BEZEMA)
2)	50 g pokrivne tiskarske paste (P) - Printperfekt blank 450 (CHT-BEZEMA)
3)	50 g bubreće tiskarske paste (B) - Printperfekt EX TS – 2 (CHT-BEZEMA)
4)	40 g T + 10 g P
5)	40 g T + 10 g B
6)	40 g P + 10 g T
7)	40 g P + 10 g B
8)	25 g T + 25 g P
9)	50 g T + 0,1 g fluorescentnog optičkog bjelila Uvitex 2BT (derivat stilbena)
10)	50 g T + 0,5 g fluorescentnog optičkog bjelila Uvitex 2BT
11)	50 g T + 1 g fosforescentnog pigmenta
12)	50 g T + 2 g fosforescentnog pigmenta
13)	40 g T + 10 g B + 1g fosforescentnog pigmenta
14)	50 g B + 0,5 g fluorescentnog optičkog bjelila Uvitex 2BT
15)	50 g B + 2 g fosforescentnog pigmenta

ravnomjerno s unutarnje i vanjske strane sita nanoseno je 100 g fotoemulzije (Fotecoat 1915 WR) s 0,15 g senzibilizatora za svjetlo (Sensitizer Fotecoat) te osušeno u mraku na temp. 30-40 °C. Folija je stavljena na stol za razvijanje s paralelnim sustavom svjetiljki. Nakon osvjetljavanja od 2 min šablona je isprana pod mlazom vode.

Za odabir i optimiranje tiskarske paste korištene su tri tiskarske paste proizvođača CHT-BEZEMA: transparentna (T) - Printperfekt 226-3; pokrivna (P) - Printperfekt blank 450 i bubreća (B) - Printperfekt EX TS-2, same ili u mješavini uz dodatak optičkog bjelila derivata stilbena Uvitex 2BT (Ciba) i/ili fosforescentnog pigmeta (tab.1).

Pripremljene tiskarske paste za optimiranje efekata otisnute su na platno oprano samo tenzidom (sirovo platno), platno oprano komercijalnim deterdžentom, te kemijski bijeljeno platno. Otisnuti uzorci sušeni su i fiksirani u rasteznom sušioniku tvrtke Benz na temperaturi 130 °C u vremenu od 2,5 min.

#### 2.4. Analiza otisnutih uzoraka

Otisnutim uzorcima izmjeren je relativni intenzitet fluorescencije, određeno je vrijeme fosforescencije te određene spektralne karakteristike (stupanj bjeline i indeks požućenja). Relativni intenzitet fluorescencije,  $\Phi_{rel}$  izmjeren je na spektrofotometru

*Spekol* uz  $\Phi_{rel, standard} = 45$ , pojačanje 200x. Izvor svjetla ovog instrumenta je visokotlačna žvina žarulja ( $\Phi_{max} = 366$  nm). Na spektrofotometru *Spekol* određeno je i vrijeme fosforescencije. Tkanina je osvjetljavana 2 minute te je potom mjereno vrijeme potrebno da fosforescencija prestane,  $t$ . Mjerenje spektralnih karakteristika provedeno je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 600 PLUS-CT, tvrtke Datacolor. Stupanj bjeline prema CIE ( $W_{CIE}$ ) - ISO 105-J02:1997 *Textiles - Tests for colour fastness - Part J02: Instrumental assessment of relative whiteness* i indeks požućenja prema DIN 6167:1980 *Description of yellowing of practically white or practically colourless materials* izračunati su automatski.

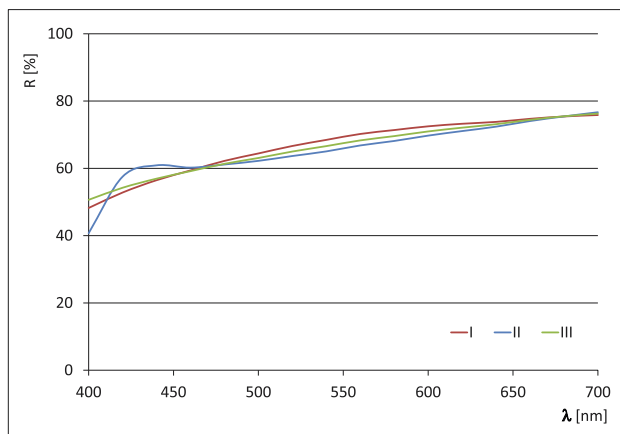
Na temelju izmjerenih karakteristika od 15 različitih kombinacija odabrane su reprezentativne paste za izradu efekata na platnu za tekstilno sjenilo.

### 3. Rezultati i rasprava

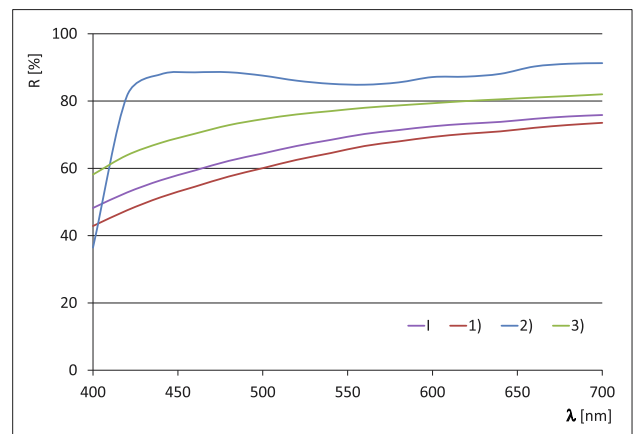
Za postizanje efekta „bjelje od bijelog“, „fosforescentno na fluorescentnom“ te odnosa plošnosti i reljefnosti bijele površine, najprije su istražene karakteristike osnovnih tiskarskih pasta i njihovih mješavina. Učinci su optimizirani na platnu opranom tenzidom (I), opranom komercijalnim deterdžentom (II) te kemijski bijeljenom (III) platnu uzevši u obzir

relativni intenzitet fluorescencije, vrijeme fosforescencije, te spektralne karakteristike, stupanj bjeline i indeks požućenja. Remisijske krivulje različito predobrađenih platna tiskanih čistim pastama prikazane su na sl. 5-14. Rezultati relativnog intenziteta fluorescencije,  $\Phi_{rel}$  vrijeme fosforescencije, stupanj bjeline prema CIE ( $W_{CIE}$ ), indeks požućenja, maksimalna remisija i valna duljina pri kojoj je postignuta prikazani su u tab.2-4 i na sl.15-17.

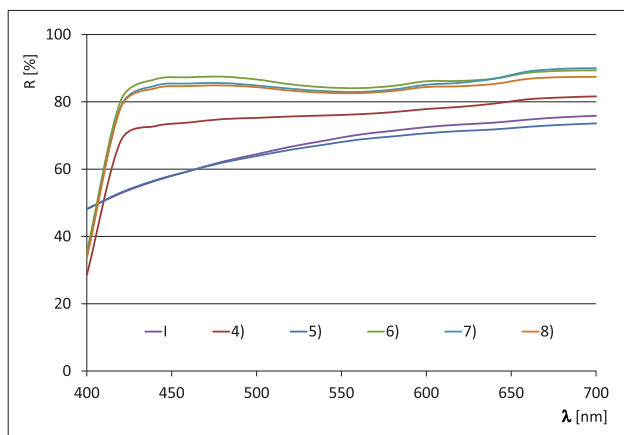
Prije objektivnog mjerenja, subjektivno je ocijenjen izgled platna. Uočene su vizualne razlike koje su nastale zbog različitog sirovinskog sastava pređa. Sirovo platno ima prirodnu smečkastu boju lana i nešto tamnije smeđu boju prirodnu boju vlakna kudjelje. U procesima predobrade se nastoje ukloniti popratne tvari (voskovi, masti, pektini, bjelančevine, lignin, pepeo) kojih na lanu može biti i do 20 %, a na kudjelji i do 38 % [15]. Kemijskim bijeljenjem vodikovim peroksidom razgrađuju se pigmenti, te se bjelina povećala u odnosu na sirovu tkaninu. Budući da lan sadrži manji udio lignina (1,5-4 %) od kudjelje (4-10 %), lan se jače izbijelio te je postignut efekt prošaranog platna. Rezultati objektivnog vrednovanja bjeline potvrđuju subjektivnu ocjenu (tab.2-4). Iz dijagrama kromatičnosti za platno oprano tenzidom (I), tiskano različitim pastama uz dodatak fluorescentnog



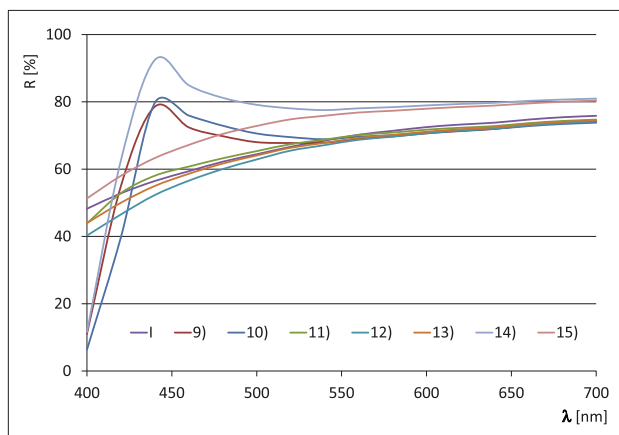
Sl.5 Remisijske krivulje različito predobrađenih platna: I - oprano tenzidom, II - oprano komercijalnim deterdžentom, III - kemijski bijeljeno platno



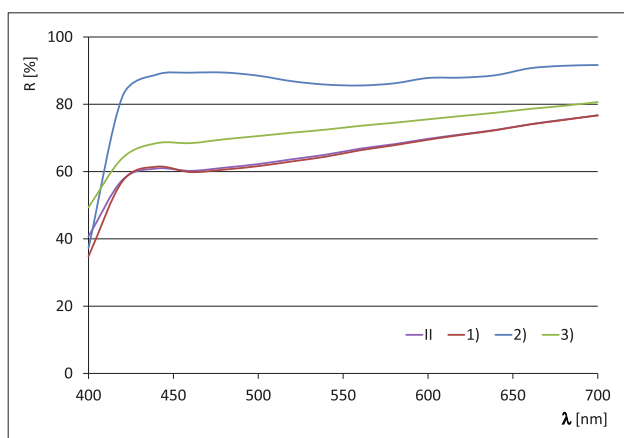
Sl.6 Remisijske krivulje platna opranog tenzidom, tiskanog čistim pastama



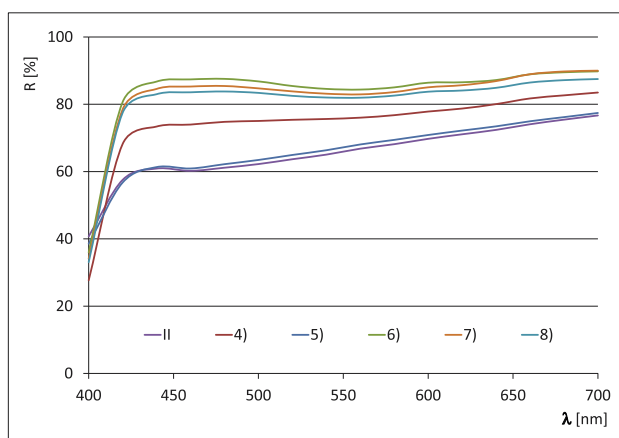
Sl.7 Remisijne krivulje platna opranog tenzidom, tiskanog kombinacijom pasta



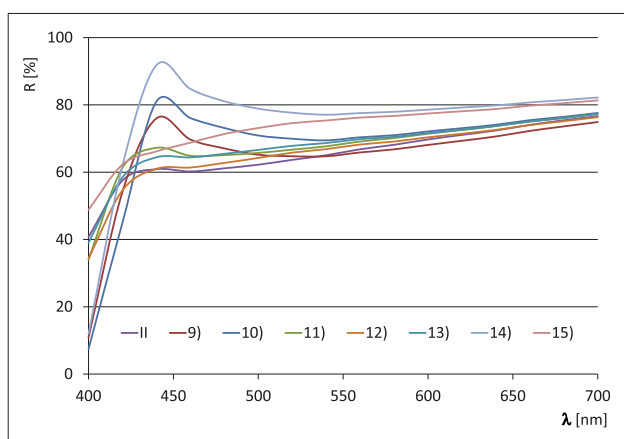
Sl.8 Remisijne krivulje platna opranog tenzidom, tiskanog kombinacijom pasta uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta



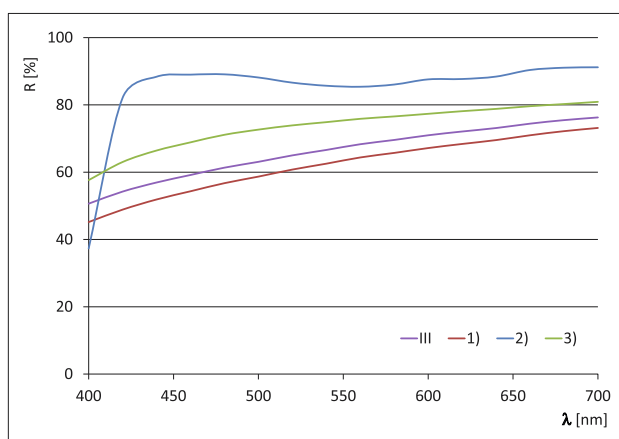
Sl.9 Remisijne krivulje platna opranog komercijalnim deterdžentom, tiskanog čistim pastama



Sl.10 Remisijne krivulje platna opranog komercijalnim deterdžentom, tiskanog kombinacijom pasta



Sl.11 Remisijne krivulje platna opranog komercijalnim deterdžentom, tiskanog kombinacijom pasta uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta

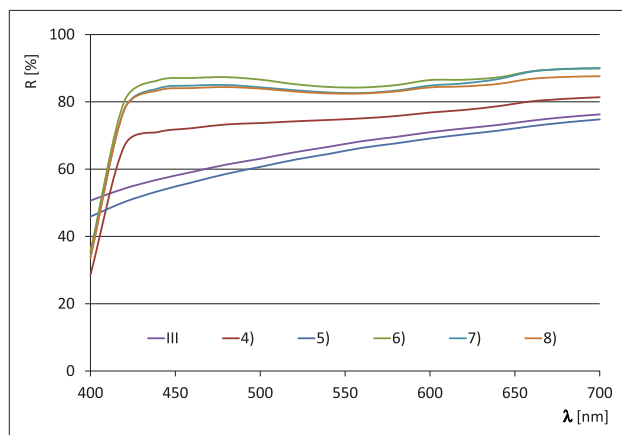


Sl.12. Remisijne krivulje kemijski bijeljenog platna, tiskanog čistim pastama

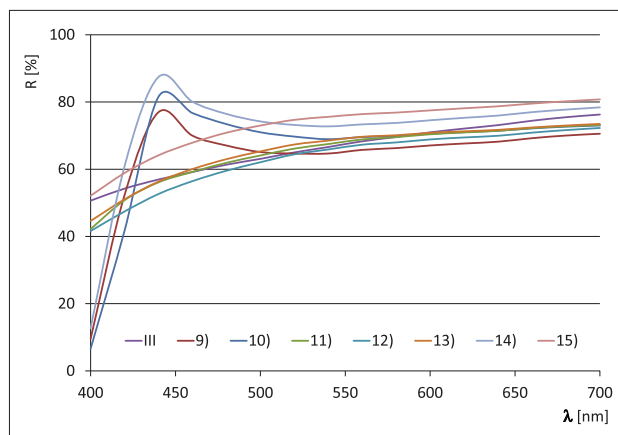
optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta vidljivo je da je platno koje je oprano samo tenzidom (I), zadržalo prirodnu smečkastu boju lana i

nešto tamnije smeđu boju prirodnu boju kudjelje. Zbog toga je bjelina platna je 21,5, a indeks požućenja 19,48. Iz dijagrama kromatičnosti

(sl.15) vidi se da se radi o žutom području. Kemijskim bijeljenjem vodikovim peroksidom (III) razgrađuju se primjese i pigmenti, te se bjelina



Sl.13 Remisijske krivulje kemijski bijeljenog platna, tiskanog kombinacijom pasta



Sl.14 Remisijske krivulje kemijski bijeljenog platna, tiskanog kombinacijom pasta uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta

Tab.2 Bjelina prema CIE ( $W_{CIE}$ ), indeks požućenja (YI), maksimalna remisija i valna duljina pri kojoj je postignuta ( $R_{max}$ ,  $\lambda_{max}$ ), relativni intenzitet fluorescencije ( $\Phi_{rel}$ ), te vrijeme fosforescencije (t) platna opranog tenzidom (I)

Pasta	$W_{CIE}$	YI	$R_{max}$	$\lambda_{max}$	$\Phi_{rel}$	t [s]
I	21,5	19,48	75,85	700	0	-
1	9,0	23,1	73,53	700	3,83	-
2	87,7	-0,33	91,27	700	2,60	-
3	45,6	12,7	82,01	700	6,58	-
4	61,7	6,59	81,63	700	2,56	-
5	25,4	17,32	73,59	700	4,44	-
6	85,8	-0,05	89,35	700	2,58	-
7	82,3	1,14	90,00	700	2,59	-
8	81,4	1,06	87,44	700	2,59	-
9	74,7	-0,57	78,58	440	46,95	-
10	71,8	-0,34	79,74	440	55,23	-
11	26,3	17,1	74,72	700	9,3	1,88
12	8,7	22,76	74,21	700	10,80	2,95
13	18,0	19,82	74,57	700	9,8	2,25
14	91,6	-4,57	92,46	440	55,50	-
15	33,9	16,01	80,39	700	14,9	2,76

Tab.3 Bjelina prema CIE ( $W_{CIE}$ ), indeks požućenja (YI), maksimalna remisija i valna duljina pri kojoj je postignuta ( $R_{max}$ ,  $\lambda_{max}$ ), relativni intenzitet fluorescencije ( $\Phi_{rel}$ ), te vrijeme fosforescencije (t) platna opranog komercijalnim deterdžentom (II)

Pasta	$W_{CIE}$	YI	$R_{max}$	$\lambda_{max}$	$\Phi_{rel}$	t [s]
II	39,0	13,4	76,68	700	5,21	-
1	39,7	13,3	76,72	700	19,29	-
2	88,8	-0,54	91,67	700	2,59	-
3	51,8	9,8	80,66	700	13,32	-
4	62,1	6,41	83,49	700	3,48	-
5	37,1	14,25	77,42	700	15,98	-
6	85,7	0,14	89,78	700	2,55	-
7	81,9	1,3	89,99	700	2,50	-
8	79,6	1,59	87,50	700	2,58	-
9	74,0	-0,77	76,00	440	48,94	-
10	74,3	-0,29	80,99	440	55,03	-
11	52,2	8,78	77,34	700	22,69	1,2
12	35,6	13,97	76,34	700	23,04	4,0
13	44,7	10,99	77,36	700	18,81	3,38
14	91,2	-4,5	91,81	440	49,10	-
15	42,3	13,8	81,34	700	15,81	2,57

povećala u odnosu na sirovu tkaninu ( $W = 26,7$ ). Iz dijagrama kromatičnosti (sl.17) vidi se pomak u zeleno-žuto područje. Pranjem u komercijalnom deterdžentom (II) značajno se povećava bjelina na 39,0. Zbog toga je što komercijalni deterdženti osim kemijskih bjelila na bazi kisika (perborat) sadrže i optičko bjelilo na bazi stilbena, koje stimulirano UV zračenjem pokazuje svojstvo fluorescencije. Iz dijagrama kromatičnosti (sl.16) vidi se pomak u zeleno-žuto područje.

Tiskanjem transparentnom pastom (pasta 1, tab.1) bjelina se smanjuje,

dok se bubrećom (pasta 3, tab.1) i pokrivnom povećava (pasta 2, tab.1). Transparentna pasta je prozirna, ali ima blago žuti ton, što se vidi i iz dijagrama kromatičnosti (sl.15-17), te se njenom primjenom bjelina smanjuje. Ta je pojava najmanje uočljiva na tkanini opranoj komercijalnim deterdžentom, jer fluorescencija optičkog bjelila iz deterdženta (sl.9) dovoljno jaka i zadržava postojeću bjelinu.

S obzirom na rezultate bjeline i vrijednost remisije, vidljivo je da pokrivna tiskarska pasta sadrži fluorescentne bijele pigmente jer također

pokazuje karakterističnu krivulju. Iz dijagrama kromatičnosti vidljiv je značajan pomak u plavo ili plavo-zeleno područje i gotovo se poklapa s akromatskom točkom. Valja istaknuti da u potpunosti prekriva podlogu i pokazuje ovo karakteristično svojstvo, bez obzira na koju podlogu je nanosena – sirovu tkaninu opranu samo tenzidom, tkaninu opranu komercijalnim deterdžentom ili kemijski bijeljenu. Bubreća tiskarska pasta sadrži bijele pigmente koji ne fluoresciraju, ali povećavaju bjelinu materijala. Iz dijagrama kromatičnosti vidljiv je pomak ka akromatskoj toč-

Tab.4 Bjelina prema CIE ( $W_{CIE}$ ), indeks požućenja (YI), maksimalna remisija i valna duljina pri kojoj je postignuta ( $R_{max}$ ,  $\lambda_{max}$ ), relativni intenzitet fluorescencije ( $\Phi_{rel}$ ), te vrijeme fosforescencije (t) kemijski bijeljenog platna (III)

Pasta	$W_{CIE}$	YI	$R_{max}$	$\lambda_{max}$	$\Phi_{rel}$	t [s]
<b>III</b>	26,7	17,63	76,27	700	0	-
<b>1</b>	15,5	20,48	73,15	700	3,37	-
<b>2</b>	88,1	-0,36	91,18	700	2,48	-
<b>3</b>	45,6	12,18	80,91	700	5,55	-
<b>4</b>	58,3	7,39	81,37	700	2,58	-
<b>5</b>	17,5	20,29	74,78	700	4,06	-
<b>6</b>	84,8	0,51	89,90	700	2,39	-
<b>7</b>	80,8	1,65	90,02	700	2,41	-
<b>8</b>	79,9	1,62	87,61	700	2,46	-
<b>9</b>	75,9	-2,45	81,58	440	39,25	-
<b>10</b>	76,6	-2,39	76,98	440	47,40	-
<b>11</b>	22,2	17,99	70,95	700	10,91	0,8
<b>12</b>	13,2	20,53	70,85	700	15,05	2,9
<b>13</b>	22,7	17,62	73,08	700	12,07	2,4
<b>14</b>	88,9	-4,89	87,45	440	50,83	-
<b>15</b>	37,4	14,65	80,77	700	13,90	2,38

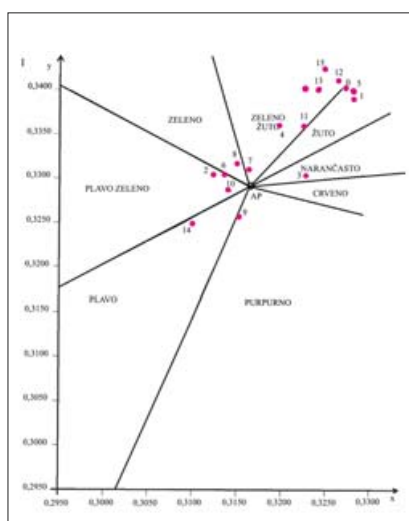
ki, ali ostaje u žuto-zelenom području (II i III). Ova pasta dovoljno pokriva podlogu te se bjelina poveća na 45 za kemijski bijeljeno platno i oprano čistim tenzidom. S druge strane, utjecaj optičkog bjelila iz deterdženta još uvijek dolazi do izražaja kod bubreće paste, te je bjelina kod platna prano komercijalnim deterdžentom viša i iznosi 51.

Pokazalo se da u mješavini pasta, pokrivna pasta ima dominantnu ulogu,

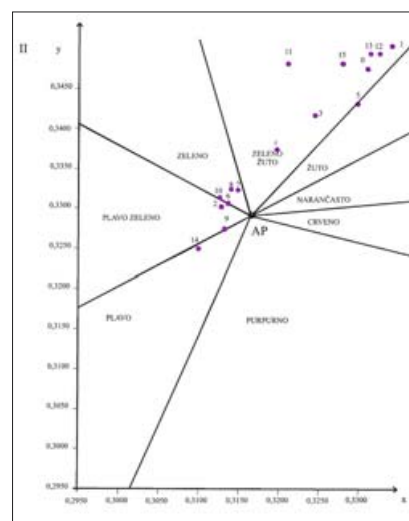
bez obzira na primijenjenu koncentraciju. Već u najmanjoj količini u mješavini 4) pokazuje se karakteristična remisijaska krivulja nešto slabijeg intenziteta. Iz dijagrama kromatičnosti vidljiv je pomak ka akromatskoj točki, ali ostaje u žuto-zelenom području. U mješavini 50:50 s transparentnom pastom 8) ima gotovo jednak intenzitet kao primijenjena 80:20 6), 7) ili 100 % pasta 2). Upravo zbog toga i bjelina zadržava

gotovo jednaku vrijednost, oko 86. Primjenom u višim koncentracijama iz dijagrama kromatičnosti vidljiv je značajan pomak u plavo-zeleno područje i gotovo se poklapa s akromatskom točkom. Dodatkom optičkog bjelila Uvitex 2BT transparentnoj tiskarskoj pasti, zahvaljujući fluorescenciji, dolazi do značajnog povećanja bjeline i fluorescencije, paste 9) i 10). Vidljivo je da ako je koncentracija optičkog bjelila veća fluorescencija je veća, a time i bjelina. Razlog tomu je u pomaku u plavo područje. Na remisijaskim krivuljama jasno je vidljiv karakterističan skok na 440 nm, kao i maksimalna remisija upravo na toj valnoj duljini za razliku od svih ostalih uzoraka kod kojih je maksimum remisije na 700 nm.

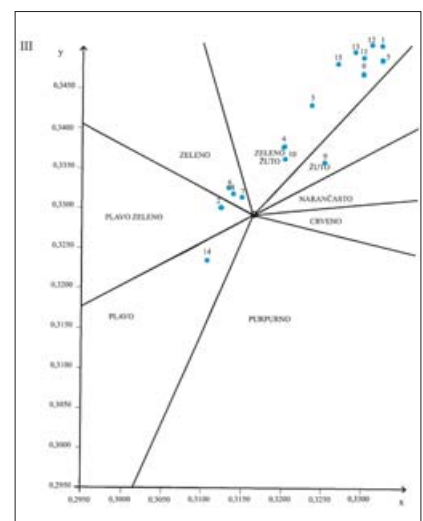
Zbog povećanja bjeline i na sirovom platnu, pasta 10) koja sadrži veću količinu optičkog bjelila, odabrana je za tisak dvije stranice tekstilnog sjemila za lampu (sl.18). Kad je fluorescentno optičko bjelilo dodano bubrećoj tiskarskoj pasti, učinci su još jače izraženi (pasta 14). Tom se kombinacijom postiže najviša bjelina bez obzira na predobradu platna -  $W_{I-14}=91,6$ ;  $W_{II-14}=91,2$ ;  $W_{III-14}=88,9$ . Upravo iz tog razloga tiskarska pasta 14) odabrana je za završni tisak na



Sl.15 Dio dijagrama kromatičnosti za platno oprano tenzidom (I), tiskano različitim pastama (tab.1) uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta



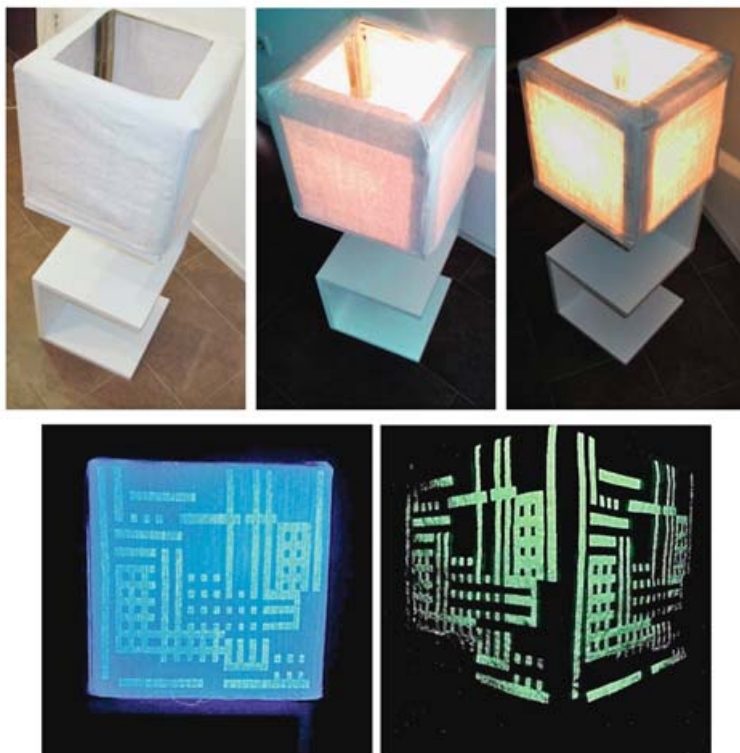
Sl.16 Dio dijagrama kromatičnosti za platno oprano komercijalnim deterdžentom (II), tiskano različitim pastama (tab.1) uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta



Sl.17 Dio dijagrama kromatičnosti za kemijski bijeljeno platno (III), tiskano različitim pastama (tab.1) uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta



Sl.18 Sirovo platno tiskano transparentnom tiskarskom pastom uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila (2 strane) i fosforescentnog pigmenta (2 strane) pod različitim rasvjetom



Sl.19 „Fosforescentno na fluorescentnom“ - fosforescentni pigment u mješavini bubreće i transparentne tiskarske paste na fluorescentnom platnu (oprano komercijalnim deterdžentom) pod različitim rasvjetom

kemijski bijeljeno platno (sl.20). Dodatkom fosforescentnog pigmenta transparentnoj tiskarskoj pasti, zbog fosforescencije dolazi do povećanja bjeline u nižoj koncentraciji, a u dijagramu kromatičnosti vidljiv je pomak ka akromatskoj točki. S druge strane, kod veće koncentracije bjelina se smanjuje, dolazi do požućenja, jer prevladava žuti ton pigmenta. Gotovo da i nema promjene u tonu i svjetlini, ali se kromatičnost značajno povećava. Iz dijagrama kromatičnosti vidljiv je odmak od akromatske točke u žuto-zelenu područje. Zahvaljujući blagom požućenju, primjena transparentne paste s fosforescentnim pigmentom na sirovo, žućkasto platno, čini otisak nevidljivim na dnevnom svjetlu, no pod UV stimulacijom se puni energijom koju u mraku reemitira i postaje vidljiv (sl.20).

Kada je fosforescentni pigment dodan bubrećoj tiskarskoj pasti ili mješavini bubreće i transparentne paste, bjelina se povećava jer do izražaja dolaze bijeli pigmenti iz tiskarske paste. Stoga je pasta 15) odabrana za tisak na kemijski bijeljeno platno. Usporede li se vrijeme fosforescencije pigmenta primijenjenih u transparentnoj i u bubrećoj tiskarskoj pasti, vidljivo je da je ono nešto dulje kod transparentne paste. Uzevši vremena fosforescencije, optimiranjem omjera fosforescentnog pigmenta i omjera transparentna/bubreća pasta, odabrana je tiskarska pasta 12) za završni tisak na platno oprano komercijalnim deterdžentom.

#### 4. Zaključak

Polazišna točka ovog rada bila je ideja o kreiranju tekstilija koje bi se primjenjivale u dekorativne svrhe. Inspiracija za izradu idejnih radova proizašla je iz proučavanja Bauhaus stila, koji je zatim slobodno transformiran i na taj način su nastali uzorci koji odišu jednostavnošću, minimalizmom i čistoćom linija bijele boje. Tehnika koja je korištena pri kreiranju idejnih rješenja bio je kolaž, a u tehnološkom dijelu realizacije idej-





Sl.20 „Bijelo na bijelom“ - kemijski bijeljeno platno s efektima fluorescentnog (14) i fosforescentnog (15) bubrećeg tiska pod različitim rasvjetom

nih rješenja korištena je metoda tiska na različito predobrađenom platnu od lana i kudjelje. Na taj način postignuta je plošnost i reljefnost bijele površine, uz različit izgled površine tkanine i vizualne efekte „fosforescentno na fluorescentnom“, „bijelo na bijelom“, „bjelje od bijelog“. Izrađena tekstilna sjenila vrlo su jednostavan proizvod koji ne dominira u prostoru, ali stvara specifičnu atmosferu i odražava upravo ono što se samom idejom htjelo postići: moderan decentni izgled, minimalizam boja, mogućnost uklapanja u bilo koju vrstu interijera.

*Rad je načinjen uz potporu Hrvatske zaklade za znanost pod projektom 9967: Advanced textile materials by targeted surface modification. Croatian Science Foundation under the project 9967 Advanced textile materials by targeted surface modification.*

#### Literatura:

[1] Scheper D., H. Gaßner, Ž. Košćević, Á. Moravánszky: Bauhaus

- osobno: Zbirka Marie-Luise Betheim Weimar – Zagreb; UPI-2M PLUS d.o.o. Zagreb, 2011.
- [2] Lidwell W., K. Holden, J. Butler: Univerzalna načela dizajna, Mate d.o.o., Zagreb, 2006.
- [3] Fulir A., A. Sutlović, A. Tarbuk: Fosforescentni otisci na sjenilima lampi inspirirani djelima Gunte Stölzl, *ZBORNIK RADOVA 8. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo / Bischof, S. ; Penava, Ž. (ur.)*. Zagreb : Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2015. 16-19
- [4] Lukunić D., A. Tarbuk, A. Sutlović: Ormarić-lampica s luminiscentnim efektima na tekstilnom sjenilu, *ZBORNIK RADOVA 8. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo / Bischof, S. ; Penava, Ž. (ur.)*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2015. 44-47
- [5] Qualis: Bauhaus – kolijevka modernog namještaja, poveznica: <http://www.qualis.hr/bauhaus-kolijevka-modernog-namjestaja/>; pristupljeno: 3.3.2014.

- [6] Soljačić I.: O optičkim bjelilima, *Tekstil* 21 (1972.) 5, 378-396
- [7] Soljačić I., A.M. Grancarić: Ispitivanja efekata optičkih bjelila na tkaninama poliestar/pamuk bijeljenjem vodikovim peroksidom, *Tekstil* 26 (1975.) 3, 173-181
- [8] Grancarić A.M., A. Tarbuk: Quenching of Fluorescence in World of Whiteness; AIC 2009 Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association; Smith, D. et al. (ur.). Sydney, Australia, The Colour Society of Australia, Inc., (2009.) 395-401
- [9] Grancarić A.M. et al.: The Fluorescence of Sunprotected White Cotton Fabrics; Book of Papers of AIC 2004 – Color and Paints, Caivano, Jose (ur.). Porto Alegre, Brazil, Brazilian Color Association (2004), 125-128
- [10] Grancarić A.M., J. Jakovljević, A. Tarbuk: The Fluorescence and Phosphorescence Superposed Effect on Cotton Fabrics, Book of Papers of the 10th Congress of the International Colour Association AIC Colour 2005, Romero, J. (ur.). University of Granada, Granada, Spain, (2005), 1163-1166
- [11] Dekanić T., T. Pušić, I. Soljačić: Impact of artificial light on optical and protective effects of cotton after washing with detergent containing fluorescent compounds, *Tenside Surf. Det.* 51 (2014) 5, 451-459
- [12] Dekanić T. et al.: Light Conversion for UV Protection by Textile Finishing and Care, Chapter 8, Sunscreens - Properties, Role in Skin Cancer Prevention and Health Effects, Sharp, S. H. (ur.). New York : Nova Science Publishers, 2015; 143-172
- [13] Tarbuk A., A.M. Grancarić, M. Šitum: Discrepancy of Whiteness and UV Protection in Wet State. *Collegium antropologicum* 38 (2014) 4; 1099-1105
- [14] Grancarić A.M., A. Tarbuk, L. Botteri: Light Conversion and Scattering in UV Protective Textiles. *AUTEX research journal* 14 (2014) 4; 1-12
- [15] Wiener, J., V. Kovačić, P. Dejlová: Differences between flax and hemp, *AUTEX research journal* 3 (2003) 2, 58-63

**SUMMARY****Design achieved with luminiscenting effects on flax and hemp fabrics***A. Sutlović, D. Lukunić, A. Tarbuk*

The inspiration for the conceptual design in this paper came from the studying of the Bauhaus artists - ideology and work style. The technique used in creating conceptual design was a collage as a model for the lamp shade. The technological realization of the conceptual design, the method of textile printing on domestic woven fabric from flax and hemp was applied. Technological processes and methods resulted in special effects on the textile fabric from flax and hemp, woven on antique loom a hundred years ago. Since the plain woven fabric is composed of two different stem fibers, two different shades of white were achieved by bleaching, which contributes to the more effective appearance of the fabric. Treated fabric was fixed to the metal support of white wooden cabinet which is a body of the lamp, and woven fabric shade, playing simple lines, creates a whole: "Cabinet-lamp with textile shade" that can be applied to any interior.

**Key words:** Bauhaus, fluorescence, phosphorescence, textile printing, whiteness

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Department of Textile Chemistry and Ecology*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: anita.tarbuk@ttf.hr*

*Received January 10, 2015*

**Durch Luminiszenz-Effekte erreichtes Design auf dem Leinen- und Hanfgewebe**

Die Inspiration für das konzeptionelle Design in dieser Arbeit ist vom Studium der Bauhauskünstler - Ideologie und Arbeitsstil - gekommen. Die bei der Erstellung der Konzeption verwendete Technik war eine Collage als Modell für den Lampenschirm. Die technische Realisierung der Konzeption wurde durch die Methode des Textildrucks auf dem Leinen- und Hanfgewebe durchgeführt. Technologische Prozesse und Methoden ergaben Spezialeffekte auf dem Leinen- und Hanfgewebe, das auf dem antiken Webstuhl vor ein Hundert Jahren gewebt wurde. Da das Gewebe aus zwei unterschiedlichen Stengelfasern zusammengesetzt ist, ergibt die Bleiche verschiedene Weissnuancen, was zu einem effektvolleren Endaussehen des Gewebes beiträgt. Das behandelte Gewebe wurde auf die Metallträger des Schrankes befestigt, und als Ganzes bilden sie ein Gehäuse mit einem Stoffschirm für eine Leuchte, die in irgendeinem Innenraum verwendet werden kann.