

Ubrzano starenje cijan otisaka u ovisnosti o udjelu punila

Mustač, Sandra

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:277948>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-16**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

SANDRA MUSTAČ

**UBRZANO STARENJE CIJAN OTISAKA U
OVISNOSTI O UDJELU PUNILA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2014



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

SANDRA MUSTAČ

**UBRZANO STARENJE CIJAN OTISAKA U
OVISNOSTI O UDJELU PUNILA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
Doc. dr. sc Igor Majnarić

Student:
Sandra Mustač

Zagreb, 2014

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

SAŽETAK

Najskuplja komponenta ofsetnih bojila je pigment. Radi smanjenja cijene u bojilo se dodaje jeftinija komponenta u obliku bijele transparentne boje. S time je ostvarena mogućnost različitog vezivanja ofsetnog bojila te bolji transfer na tiskovnu podlogu. Cijan bojilo je izabrano zbog sastava u kojem je osnova pigment baziran na ftalocijaninu koji je jedini sposoban ostvariti zadovoljavajuću kolornu vrijednost. Osim toga bojilu će se modificirati sastav dodatkom bijele transparentne boje koja se dodaje u omjeru od 0%, 10%, 20%, 30%. U ofsetnom tisku koriste se različiti tipovi rastera koji su potrebni za kreiranje polutonova.

Ovim radom pokazat će se kako ubrzano starenje utječe na postojanost otiska u odnosu na dodatak transparentne bijele boje i različite vrste i linijature rastera (AM/FM). Tiskovna podloga korištena u istraživanju biti će visokokvalitetan papir za umjetnički tisak na kojem će se moći reproducirati i najfiniji rasterski elementi. U istraživanju će se koristiti uređaj Solarbox 1500E uz ISO standard (izlaganje u intervalima od 0, 6, 12, 24, 48, 96, 144 i 240 sati). Kolorne promjene ispitat će se kolorimetrom X-rite Exact koji će dati Lab vrijednosti. Na temelju dobivenih rezultata utvrdit će se razlika u obojenju CIE ΔE 2000. Slikovna analiza otisaka izvršit će se digitalnim mikroskopom Dino-Lite Pro. Cilj rada je svjetlosnom simulacijom utvrditi kolika je postojanost otisaka i do koje je mjere moguće smanjiti koncentraciju pigmenta, a da se ne izgubi osnovna funkcija bojila, a to je prikaz odgovarajućeg tona.

KLJUČNE RIJEČI

Cijan bojilo, bijela transparentna boja, AM i FM raster, ubrzano starenje

ABSTRACT

The most expensive component of the dye is a pigment. To reduce cost of the dye it is possible to add a cheaper filler or extender in form of white transparent dye that reduces concentrations of pigment. The cyan dye is selected because of its composition, based on phthalocyanine, which is only dye able to achieve a satisfactory value of a colored print. Dye will have a modified composition which contains different ratio of added filler (0%, 10%, 20%, 30%). Also offset printing is using different types of rasters to create the halftones.

This paper will show how rapidly aging affects the stability of prints in relation to the added fillers and different types of raster (AM/FM). Printing substrate used in the study will be high quality art paper in which it is able to print finest screen elements. In research we will use a device Solarbox 1500E with ISO standard (exposure intervals 0, 6, 12, 24, 48, 96, 144 and 240 hours). Changes in optical color properties will be tested with colorimeter XRite Exact which will provide Lab values. Based on the results we will determine differences in colouration by CIE ΔE 2000. The image analysis of samples will be made by digital microscope Dino-Lite Pro. The aim is to determine how much does light simulating affects the persistence of prints and to what extent is possible to reduce the concentration of pigment in dye without losing the basic function of dyes, to represent the correct tone of color.

KEY WORDS

Cyan dye, white transparent dye, AM i FM raster, accelerated aging

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORETSKI DIO	2
2.1. Ofsetna tehnika tiska.....	2
2.2. Bojila za ofsetni tisak.....	5
2.2.1. Pigmenti u ofsetnim bojilima.....	6
2.2.2. Cijan pigment baziran na ftalocijaninu	8
2.2.3. Vezivo	10
2.2.4. Punila u ofsetnom bojilu	11
2.2.6. Dodaci u ofsetnom bojilu	13
2.3 Papir za ofsetni tisak	14
2.4. Rastriranje	16
2.4.1. Amplitudno modulirani raster	17
2.4.2. Frekventno modulirani raster	19
2.4.3. Hibridni raster	21
2.4.4. RIP (<i>Raster Image Processor</i>)	21
2.5. Grafički kolorni sustavi.....	22
2.5.1. CIELAB sustav i razlika obojenja	24
2.6. Ubrzano starenje otisaka	26
3. EKSPERIMENTALNI DIO	31
3.1. Plan rada i metode istraživanja	32
3.2. Materijali korišteni u istraživanju	35
3.3. Strojevi i uređaji korišteni u istraživanju.....	36
4. REZULTATI I RASPRAVA	41
5. ZAKLJUČCI.....	67
6. LITERATURA.....	69
7. PRILOZI	71

POPIS KRATICA

RTV – rastertonska vrijednost

AM – amplitudno modulirani raster

FM – frekventno modulirani raster

RIP – *raster image processor*

RGB – *Red, Green, Blue* (boje aditivne sinteze)

CMYK – *Cyan, Magenta, Yellow, Key – Black* (boje suptraktivne sinteze)

CIE – *Commission Internationale de l'Eclairage* (međunarodna komisija za boje)

CIE LAB – sustav opisivanja boja

ΔE – razlika u obojenju

ΔL – razlika u svjetlini

ΔC – razlika u kromatičnosti

ΔH – razlika u tonu

UV – ultraljubičasto područje elektromagnetskog zračenja

1. UVOD

Ofsetna tehnika tiska i dalje je najzastupljenija tehnika otiskivanja. Uz veliku brzinu rada i zadovoljavajuću kvalitetu, otiskivanje se vrši gotovo na svim podlogama od papira, do kartona i lima. Sve veći razvoj digitalnog tiska potiče i razvitak, poboljšavanje i standardizaciju ofsetnog tiska unutar cijelog procesa od odabira materijala, pripreme, tiska, dorade, i sl. Najskuplja komponenta bojila je pigment. Radi smanjenja cijene i moguće ljepljivosti, dodaje se jeftinija komponenta u obliku bijele transparentne boje. Samim time rješava se jedan od problema u tehnici ofsetnog tiska, a to je čupanje papira koje nastaje zbog djelovanja ljepljivog ofsetnog bojila. Cijan bojilo je izabrano zbog česte uporabe (najveći udio u kolornim motivima) pri čemu je osnova pigment baziran na ftalocijaninu koji je jedini sposoban ostvariti zadovoljavajuću zeleno-plavu kolornu vrijednost. Cilj ovoga rada je svjetlosnom simulacijom utvrditi kolika je postojanost otisaka i do koje je mjere moguće smanjiti koncentraciju pigmenata, a da se pri tome ne izgubi osnovna funkcija bojila, a to je prikaz odgovarajućeg tona na otisku. Drugim riječima istražiti će se utjecaj svjetlosti ksenonske lampe koja emitira veliku koncentraciju UV zračenja koje je najbliže sunčevom svjetlu, na kolornu reprodukciju otisaka. Hipotezom je pretpostavljeno da će otisci uz manji dodatak transparentne bijele dati bolje rezultate u odnosu na one koji imaju veći postotak dodane bijele transparentne. Za pretpostaviti je da će proces starenja utjecati i na promijene kolornih svojstava otiska, te da će različite linijature i vrste rastera dati različite rezultate postojanosti koji se mogu više uočiti primjenom slikovne analize.

U eksperimentalnom dijelu rada otisnuti će se uzorci na dvobojnom ofsetnom stroju Heidelberg Speedmaster 102/P, uz korištenje tiskovnih formi koje sadrže dva različita rastera (fini i grubi raster). Otisci će sadržavati samo cijan bojilo kojem će se modificirati sastav dodatkom bijele transparentne boje u omjeru od 0%, 10%, 20% i 30%. Uzorci će se izložiti starenju u simulacijskoj komori Solarbox 1500E, izlaganjem u intervalima od 0, 6, 12, 24, 48, 96, 144 i 240 sati. Nakon ubrzanog starenja kolorne promjene će se ispitati spektrofotometrom i kolorimetrom X-rite Exact. Iz dobivenih vrijednosti izračunati će se kolorne devijacije (CIE Lab ΔE 2000) uzoraka. Konačne vrijednosti biti će izražene u trodimenzionalnom CIE Lab prostoru pomoću programa ORIGIN 9.0. Slikovna analiza otisaka izvršit će se digitalnim mikroskopom Dino-Lite Pro.

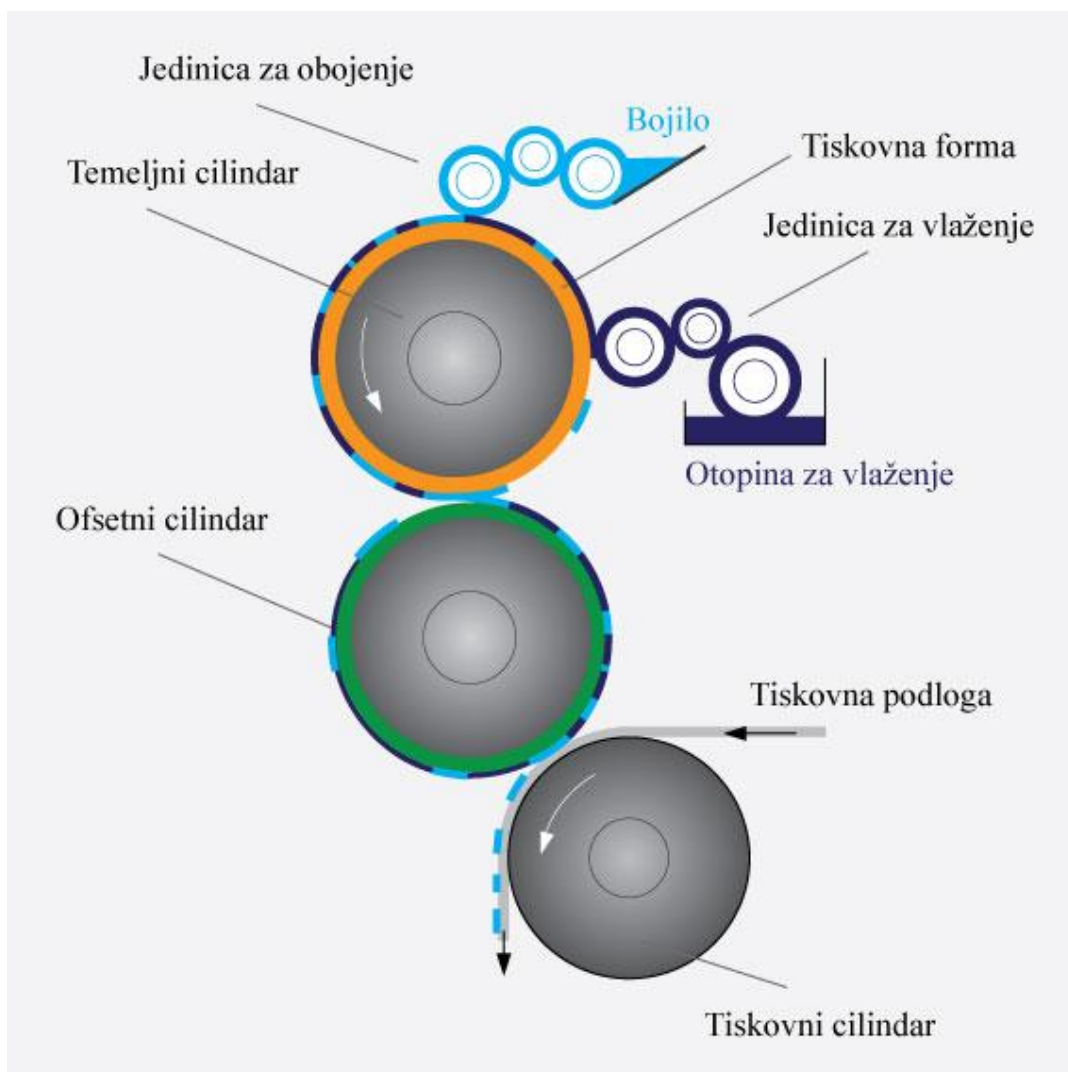
2. TEORETSKI DIO

2.1. Ofsetna tehnika tiska

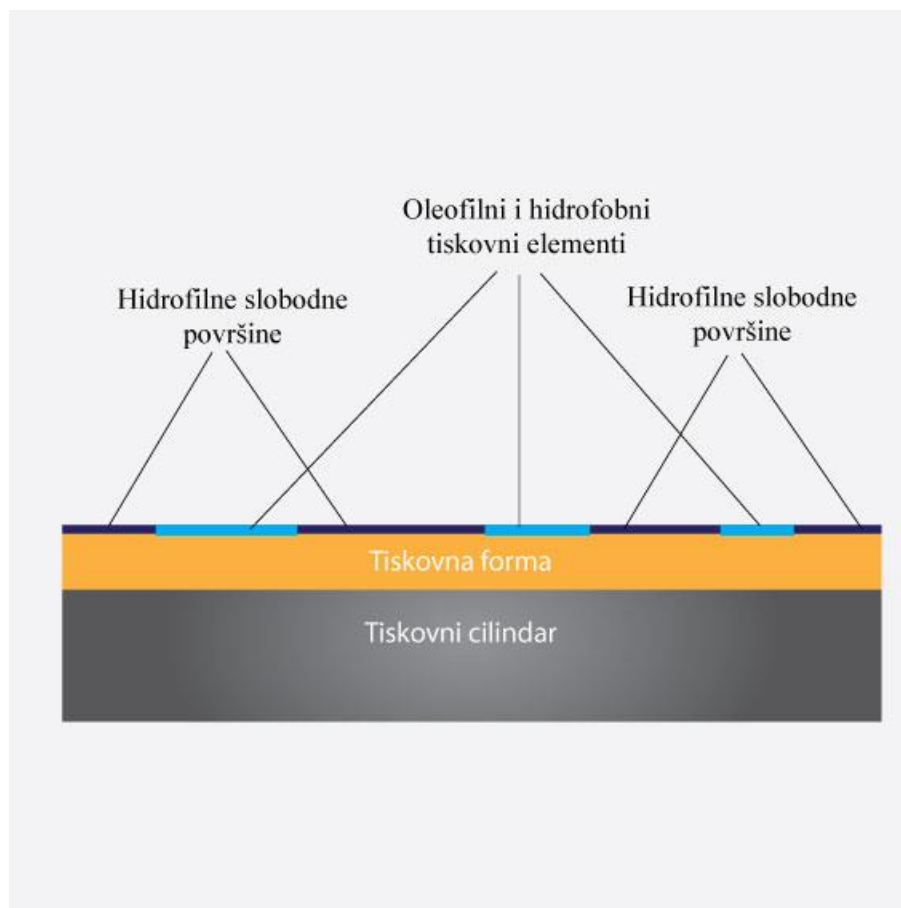
Ofsetni ili litografski tisak najraširenija je tehnika tiska kojom se može otisnuti široka paleta proizvoda. Tehnika je popularna za proizvode velikih naklada kao što su: časopisi, plakati, letci, ambalaža, brošure, vizitke i sl. Veliku prednost ofsetnom tisku daje kvaliteta otisaka uz nisku cijenu proizvoda, brza i laka priprema [1]. Za razliku od tehnika dubokog i visokog tiska, ofsetna tehnika je specifična zbog tiskovne forme na kojoj tiskovne i slobodne površine leže gotovo u istoj ravnini. Razlika između dviju površina je u njihovim različitim fizikalno-kemijskim svojstvima. Tiskovne površine pokazuju svojstvo oleofilnosti i hidrofobnosti što znači da na sebe vežu samo bojilo koje u svom sastavu sadrži ulje. Slobodne površine su hidrofilne i prihvaćaju na sebe otopinu za vlaženje koja je u najvećem sastavu voda [2].

Danas najčešće korištena vrsta tiskovnih formi je monometalna. Forma je izrađena od jedne vrste metala, čistog aluminijska [3]. Aluminij je metal svijetlosive boje, koji se za potrebe tiskovne forme mora oplemeniti. Anodnom oksidacijom, elektrokemijskim postupkom, aluminij se prevlači tankim slojem aluminij oksida. Aluminijev oksid je porozan pa je s time povoljan za adsorpciju. Površina aluminijske forme oslojava se fotoosjetljivim slojem čijim osvjetljavanjem i razvijanjem nastaju tiskovne površine. Tiskovne površine na sebi nose kopirni fotopolimerni sloj u tankom nanosu. Upravo taj sloj fotopolimera će nakon osvjetljavanja mijenjati svoja kemijska svojstva što je iskorišteno za kasnije selektivno prihvaćanje bojila. Fotoosjetljivi slojevi mogu biti pozitivski ili negativski, što ovisi o primijenjenom predlošku. Slobodne površine su načinjene od aluminijeva oksida koji privlači otopinu za vlaženje. U otopini za vlaženje najveći postotak zauzima voda u koju se dodaju pufferi, sredstva za smanjenje površinske napetosti i različiti drugi dodaci. Pufferi služe za reguliranje ravnoteže PH vrijednosti otopine, te održavanje iste konstantnom. Aluminijev oksid ima sposobnost na sebe privući otopinu za vlaženje koja ima manju površinsku napetost od kopirnog sloja. Originalni kopirni zbog veće površinske napetosti će odbiti otopinu za vlaženje (svojstvo hidrofobnosti) [4].

Osnovna ofsetna tiskovna jedinica sadrži tri cilindra: tiskovni, ofsetni i temeljni. Konstrukcija tipičnog ofsetnog stroja prikazana je na slici 1. Proces ofsetnog tiska započinje na temeljnom cilindru gdje je postavljena već osvjetljena i razvijena tiskovna forma. Ona se tako nalazi u direktnom kontaktu s jedinicom za vlaženje i jedinicom za obojenje. Na tiskovnu formu prvo se nanosi otopina za vlaženje koja će se prihvatiti za slobodne površine. Daljnjom rotacijom temeljnog cilindra tiskovna forma se dovodi u kontakt sa jedinicom za obojenje gdje će se bojilo nanijeti na tiskovne elemente. Tamo gdje se nalazi otopina za vlaženje, bojilo koje sadrži ulje neće se prihvatiti.



Slika 1. Konstrukcija tiskovne jedinice

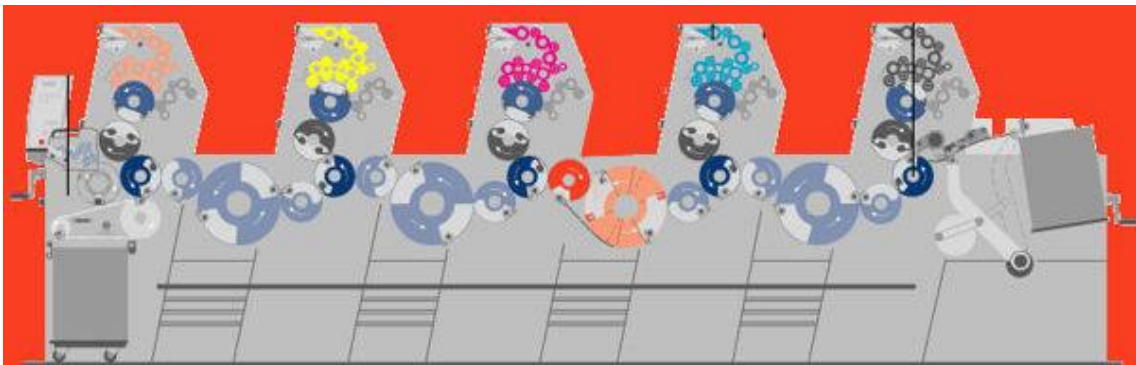


Slika 2. Presjek temeljnog cilindra

Nanosom bojila preko jedinice za obojenje omogućiti će se da kopirni sloj dobro prihvaća bojilo zbog oleofilnih svojstava. Presjek temeljnog cilindra prikazan je na slici 2. Nakon što se izvršio prijenos otopine za vlaženje i bojila na tiskovnu formu, one će se zajedno s forme direktnim pritiskom nanijeti na ofsetni cilindar (ofsetnu gumenu navlaku) koji će daljnjom rotacijom prenijeti motiv na papir (papir se nalazi na tiskovnom cilindru). Na podlogu će se tako prenijeti bojilo, ali i dio zaostale otopine za vlaženje. Zbog ovakvog prijenosa bojila (s temeljnog na ofsetni cilindar i ofsetnog cilindra na papir), ofsetna tehnika se klasificira indirektnom tehnikom tiska. Dobiveni otisak sadrži sloj bojila debljine 0,5 - 1,5 μm , pri čemu se sušenje ofsetnih otisaka vrši oksipolimerizacijom, hlapljenjem i penetracijom bojila [5].

Ofsetni strojevi mogu tiskati iz arke ili iz role. Strojevi koji tiskaju iz role koriste se za otiskivanje časopisa, novina i općenito proizvoda za koje je potrebna veća naklada i

veća brzina proizvodnje. Papir se nakon otiskivanja izrezuje na arke ili dimenzije gotovog proizvoda. Strojevi za tisak iz araka mnogo su češći i razlikuju se po formatu otiskivanja. Ofsetni strojevi na arke mogu se podijeliti na: ofsetne strojeve malog formata (formati A4, A3, B3, B4), ofsetne strojeve srednjeg formata (A2, A1, B2, B1) i ofsetne strojeve velikog formata (formati 0 i veći). Suvremeni ofsetni strojevi imaju mogućnosti obostranog i jednostranog tiska, te tisak jedne ili više boja (dvobojni, četverobojni, peterobojni, šesterobojni) [3]. Na Slici 3. Prikazana je shema jednog suvremenog petobojnog ofsetnog stroja.



Slika 3. Shema modernog ofsetnog stroja za tisak iz arka

(Izvor: http://printingpressforum.com/printing_press_forum_offset_gto.jpg)

2.2. Bojila za ofsetni tisak

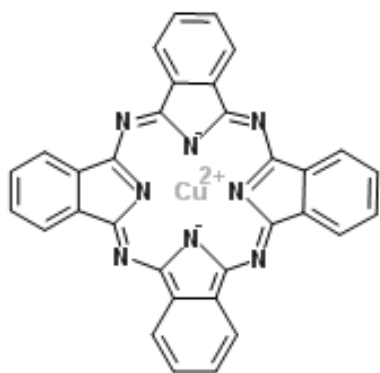
U ofsetnoj tehnici tiska koristi se bojilo specifičnog sastava koje je vrlo kompleksno. Razlog toj kompleksnosti je činjenica da tijekom tiska bojilo mora zadovoljiti mnoge uvjete kako bi se nanijelo na tiskovne elemente na formi, ali i prenijelo na ofsetni cilindar i konačno na tiskovnu podlogu. Ofsetna bojila moraju biti izrazito viskozna, moraju posjedovati povoljnu ljepljivost, izdašnost, dobru disperziju, te ne smiju naginjati emulgiranju i toniranju. Njihova dinamička viskoznost ne smije prelaziti granicu od 40 do 100 Pa*s. Otisci dobiveni ofsetnom tehnikom smatraju se vrlo kvalitetnima, a moguće je reproducirati i najfinije detalje. U svom sastavu bojilo sadrži: vezivo, pigment i različite dodatke. Količina punila i dodataka u bojilu imat će direktan utjecaj na konzistentnost i cijenu bojila, te na kvalitetu otiska. Zato je od velike važnosti dobro pripremiti bojilo prije korištenja. Zbog dobrog prekrivanja tiskovnih elemenata,

bojila moraju imati veću pigmentiranost (radi bolje otpornosti na vlagu). Ofsetna bojila moraju biti izrađena iz pigmenata visoke izdašnosti i visoke koncentracije. Pored toga ofsetna bojila ne smiju razarati ofsetnu gumu i izazivati njezino bubrenje. Bojilo se ne smije previše razrijediti, jer može doći do slabog prihvaćanja za papir. S druge strane poznato je da pigmenti u bojilu moraju emulgirati kako bi se ostvario balans voda-boja. Kada se govori o cijeni, pigmenti su ujedino i najskuplja komponenta bojila[6]. Radi smanjenja cijene u bojilo se dodaje jeftinije punilo kojim se smanjuje koncentracija pigmenta. Takvom promjenom smanjena je izdašnost tonova, međutim još uvijek je i moguće dobiti kvalitetni otisak.

2.2.1. Pigmenti u ofsetnim bojilima

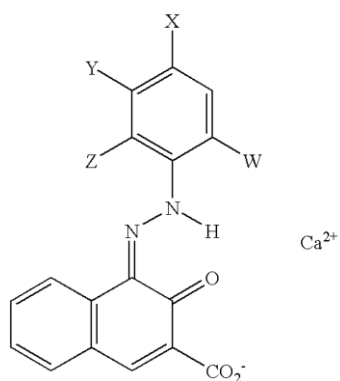
Pigment je jedna od glavnih komponenti bojila. Najvažnije svojstvo pigmenata je da određuju ton bojila. U tiskarskim bojilima susreću se tri tipa pigmenata: na bazi čistog ugljika, anorganski pigmenti i organski pigmenti. Struktura pigmenata obično je kristalna. Velike su čvrstoće te daju bojilu konzistenciju i masu. Pigmenti moraju biti netopivi u vezivu, ali se moraju dobro dispergirati i njime dobro močiti. Danas se najviše koriste sintetički pigmenti, a samo je nekoliko vrsti prirodnih pigmenata povoljno za upotrebu u grafičkoj industriji. Bojila s takvim pigmentima imaju zadovoljavajuća svojstva, te osiguravaju dobar transfer s tiskovne forme, na ofsetnu gumenu navlaku i tiskovnu podlogu.

U klasičnom ofsetnom višebojnom tisku najčešće se koriste tri pigmenta, slike 4., 5. i 6. To su: cijan pigment baziran na bakru (pigment Blue 15 ili bakar ftalocijanin plava), pigmentna magenta (pigment Kalcij 4B ili Pigment Red 57:1.) i žuti pigment baziran na azo spojevima (pigment Yellow 13) [7].



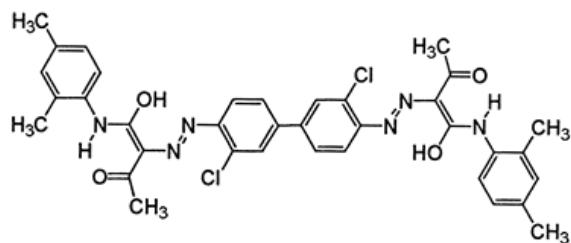
Slika 4. Struktura Blue 15 pigmenta

(Izvor: <http://image.made-in-china.com/2f0j00EvWtTkyzJJqa/Pigment-Blue-2-.jpg>)



Slika 5. Struktura Red 57:1 pigmenta

(Izvor: <http://www.cncolorchem.com/UploadFiles/20130128180651.jpg>)



Slika 6. Struktura Yellow 13 pigmenta

(Izvor: <http://www.cncolorchem.com/UploadFiles/20130128180804.jpg>)

U bojilima za ofsetni tisak ovakvi pigmenti moraju zadovoljiti sljedeća svojstva [8]:

- 1) Visoku tonsku vrijednost – posebno važno svojstvo zbog malih nanosa. Kako su nanosi bojila od 0,7 do 1,1 μm , vrijednost tona mora bit izrazito visoka kako bi se postigla dobra optička svojstva otisaka.
- 2) Postojanost na svjetlost – svojstvo je izrazito važno kod primjene organskih pigmenata koji pod utjecajem ultraljubičastog svjetla blijede.
- 3) Stabilnost prema kemikalijama – bojila prilikom kontakta s lužinama, tekućinama i kiselinama ne smije reagirati i time kontaminirati grafički proizvod.

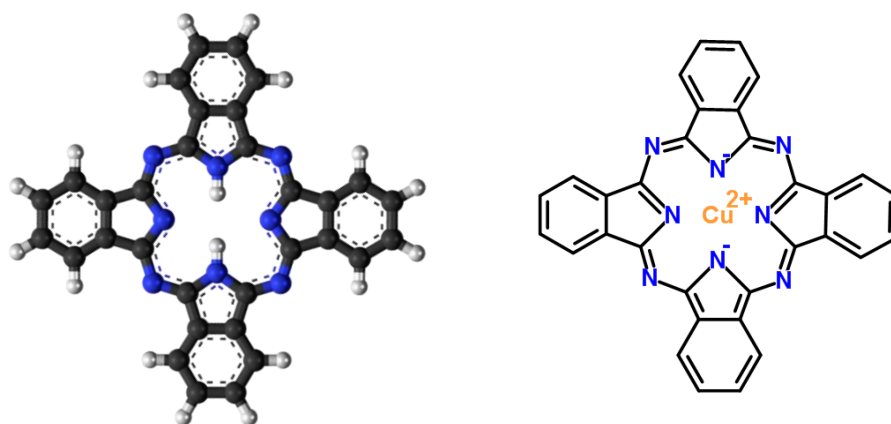
2.2.2. Cijan pigment baziran na ftalocijaninu

Cijan pigment mora dobro apsorbirati crveni dio spektra, a reflektirati plavi i zeleni dio spektra. Magenta pigment mora apsorbirati zeleni dio spektra, a reflektirati plavi i crveni, dok će žuti pigment apsorbirati plavi dio spektra, a reflektirati crveni i zeleni. Cijan bojilo je sadrži pigment baziran na ftalocijaninu koji je jedini sposoban ostvariti zadovoljavajuću kolornu vrijednost. Cijan bojilo u svom sastavu sadrži ftalocijanin pigment molekularne formule $\text{C}_{32}\text{H}_{18}\text{N}_8$ koji se najviše koristi kao pigment za bojila, premaze i obojenje plastike. Ftalocijanin otkriven je kao pigment 1907. godine kada su ga švicarski znanstvenici sasvim slučajno sintetizirali. Patrick Linstead, 1928. godine definira i karakterizira ftalocijanin kao vrlo stabilan i obojen spoj koji je pogodan za dodatak bojilima u obliku pigmenta[9]. Današnje cijan boje na bazi ftalocijanina može se pronaći u dvije izvedbe: bakar ftalocijanin plava (*Copper Phthalocyanine Blue*) i bakar polikloroftalocijanin zelena boja (*Copper Polychlorophthalocyanine Green*) [10].

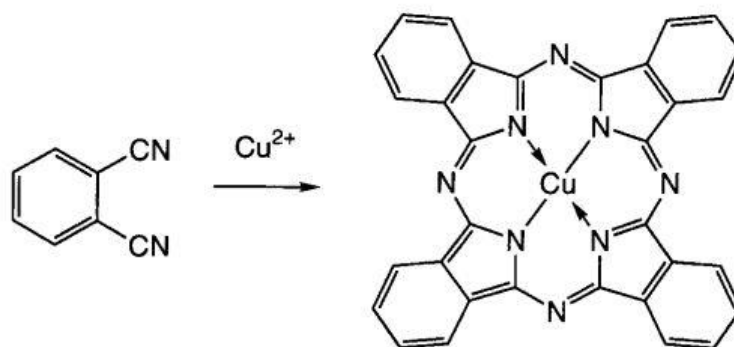
Cijan pigment je netopiv u vodi i otporan na djelovanje kiselina i lužina. Zbog izuzetne postojanosti na zraku, prema svjetlosti i vodi, pronašli su vrlo široku primjenu i u proizvodnji drugih tiskarskih bojila. Ftalocijaninski pigmenti sastoji se od više prstenova uključujući 4 benzenska prstena i 8 azotovih atoma vezanih za bakar (slika 7.) Bakar ftalocijanin će nastati ako se ftalonitril grije s dvovalentnim bakrenim solima

(Slika 8.). Spojevi koji su tako nastali vrlo su postojani te zagrijavanjem mogu, uz prisustvo dušika i metalnih soli, formirati supstituirane benzenske derivate.

Toplinski su vrlo stabilni i netopivi, ali mogu sublimirati nakon određenog vremena. Sublimacija je postupak isparavanja koji se nužno događa po utjecajem visokih temperatura. Sublimacija se događa na temperaturi većoj od 500 °C. Cijan pigmenti dobro apsorbiraju svjetlost između 600 i 700 nm, te takav materijal ima plavo ili zeleno obojenje.



Slika 7. Struktura i 3D prikaz ftalocijanin pigmenta
(Izvor: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Phthalocyanine-3D-balls.png>)



Slika 8. Sinteza ftalocijanina
(Izvor: <http://www.dyes-pigments.com/phthalocyanine-pigments.html>)

S ekološke strane spoj bakar ftalocijanin nije otrovan za ribe i biljke, međutim nije biorazgradiv. Pigment nije kancerogen kod kratkotrajnog izlaganja.

2.2.3. Vezivo

Vezivo je druga najvažnija komponenta tiskarskog bojila. Služi za povezivanje i dispergiranje čestica pigmenta u jednu jedinstvenu cjelinu. Veziva daju bojilu dobra kemijska i fizikalna svojstva te osiguravaju dobru kvalitetu prijenosa na podlogu. Osim toga mijenja se viskoznost bojila koja kod lošijih papirnih podloga može uzrokovati čupanje. Ljepljivost veziva može se definirati kao otpor boje prema razvlačenju. Ljepljivost tako ovisi i o površinskoj napetosti i viskoznosti bojila. Ljepljivost je rezultat djelovanja kohezijskih i adhezijskih sila tvari od kojih je formulirana tiskarska boja. Samim time jako ljepljiva boja razvlači se u duge niti. Mala ljepljivost boje uzrokuje taloženje boje u bojaniku i moguće zapunjavanje rastera na tiskovnoj formi. Ako je ljepljivost veziva premala mogu nastati problemi kao što su: sušenje boje, smanjen sjaj i oštrina rasterskih točkica. Proizvođači isporučuju ofsetne boje za četverbojni tisak s različitom ljepljivošću. Razlog tomu je tisak mokro na mokro pri čemu će kasnije otiskivano bojilo morati biti vrlo ljepljivo. Često je slučaj da tiskare kupe osnovne sastojke (pigmente, veziva) koji potom sami miješaju prije otiskivanja. Tako osiguravaju kontrolu kvalitete bojila i standardizaciju otisaka.

Vezivo po svom sastavu može biti viskozna tekućina (različita ulja) ili smolasta otopina (dobivena otapanjem čvrste smole u organskom otapalu ili u ulju). U svojem sastavu ne sadrže mnogo lako hlapljivih organskih otapala (neugodnog mirisa i štetna za okoliš i ljude). Otapala po kemijskoj strukturi mogu biti: ketoni (aceton), esteri (razni acetati), alkoholi (izopropilni alkohol) i ugljikovodici (toluen, ksilen, nafta) [1]. Vezivo ofsetnih boja bazira se na lanenom ulju i umjetnim smolama, a kao otapalo se koristi mineralno ulje[11]. Sušenje je relativno brzo, što omogućuje formiranje kvalitetnih kolornih otisaka.

Laneno ulje je vegetabilno ulje, a dobiva se prešanjem ili ekstrakcijom sjemenki lana. Spada u kategoriju polusušivih veziva. Sušenje traje tri do šest dana, a može se i ubrzati dodatkom sušila. Prilikom sušenja za bojila s takvim vezivom karakteristično je da se na površini otiska takve boje stvaraju tanki sloj filma.

Smole zauzimaju veoma značajno mjesto u proizvodnji ofsetnih grafičkih bojila i lakova. One daju bojilu specifična svojstva kao što su: čvrstoću, sjaj, adheziju, fleksibilnost, postojanost prema višim temperaturama, otpornost na kiseline, otpornost na lužine, bržu sušivost. Smole su po kemijskom sastavu organski spojevi, a mogu biti viskozne tekućine ili amorfne krute tvari relativno velike molekularne mase. Netopive su u vodi, a topive u nekim organskim otapalima.

Sušila ili sikativi su tvari koje se dodaju tiskarskoj boji kako bi poboljšala sušivost. Sušila se u bojilo dodaju naknadno, odnosno dodaju se direktno na tiskarskom stroju u bojanik. Moraju se dodavati oprezno, jer zbog velike koncentracije istih bojila se u procesu tiska može prerano početi sušiti. Kao sikativi upotrebljavaju se metali: olovo, mangan i kobalt. U ofsetnoj tehnici tiska koriste se koncentrirani ili uljni sikativi nastali iz koncentriranih otopina linoleata, rezinata ili borata olova i mangana (otopljenih u lanenom ili nekom drugom pogodnom ulju sa ili bez dodatka sintetskih smola ili kolofonija)[12].

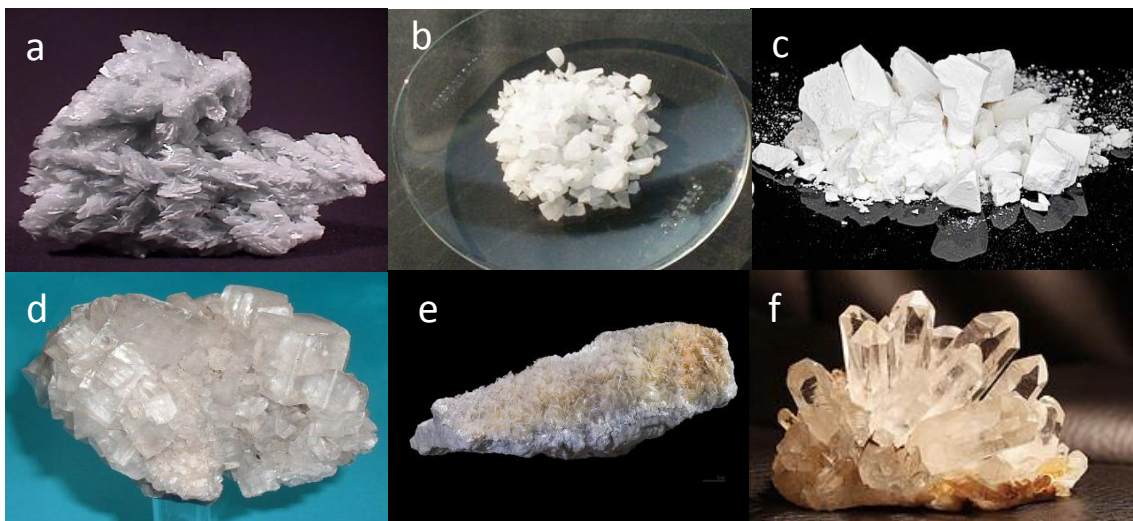
2.2.4. Punila u ofsetnom bojilu

Punila ili pomoćni pigmenti su krute tvari, a mogu biti prirodnog ili umjetnog podrijetla. Važna su komponenta bojila jer zamjenjuju skuplji pigment. Prevelika koncentracija pigmenata u bojilu, osim više cijene, djeluje negativno na tiskarska svojstva. Iz tog razloga punila se nazivaju i pomoćni pigmenti. Uloga im je što bolje i kvalitetnije zamijeniti pigmente, no bez utjecaja na izvorni ton bojila. Smanjenjem koncentracije pigmenata dolazi i do smanjenog intenziteta obojena bojila. Po sastavu mogu biti bijeli ili transparentni anorganski prašci. U današnjoj upotrebi koriste se mineralna punila ili skuplja umjetna punila. Umjetna punila čine bijeli fino zrnati prašak koji nastaje taloženjem teško topivih soli. Umjetna punila posjeduju manju tvrdoću ali i veću disperziju. Zbog toga od je i njihova uporaba veća. Punila ne smiju kemijski reagirati s vezivom, te se u njemu otapati. Punila su netopiva u vodi te se dobro dispergiraju i moče. Vodene disperzije punila su vizualno neprozirne, a uljne disperzije punila su samo djelomično prozirne.

Punila se međusobno razlikuju po kemijskom sastavu i po finoći čestica. Na veličinu čestica, tj. površinu, moguće je i kemijski utjecati čime se direktno prilagođavaju vezivu

(utjecat će na vezivo). Specifična težina punila kreće se između 1,5 i 4,5 g/cm³[14]. Indeks loma punila kreće se između 1,45 i 1,65. Pri odabiru punila važno je da njegov indeks loma svjetlosti bude što bliži indeksu loma tiskarskih veziva (~ 1,48). Punila koja se koriste kao zamjena za pigmente u bojilu prikazana su na slici 9. Najčešće to su:

- | | |
|---|---|
| a) barijev sulfat - BaSO ₄ | d) kalcijev karbonat - CaCO ₃ |
| b) aluminijev hidroksid - Al(OH) ₃ | e) talk - Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ |
| c) magnezijev karbonat - MgCO ₃ | f) silicijev dioksid SiO ₂ |



Slika 9. Punila u grafičim bojilima:

a) barijev sulfat (Izvor: <http://www.galleries.com/minerals/sulfates/barite/barite.jpg>)

b) aluminijev hidroksid

(Izvor: http://www.interchem.si/uploads/moddoc_20_c9671f7d4a3c6757.jpg)

c) magnezijev karbonat (Izvor: http://1.wlimg.com/product_images/bc-full/dir_17/507525/heavy-magnesium-carbonate-191904.jpg)

d) kalcijev karbonat

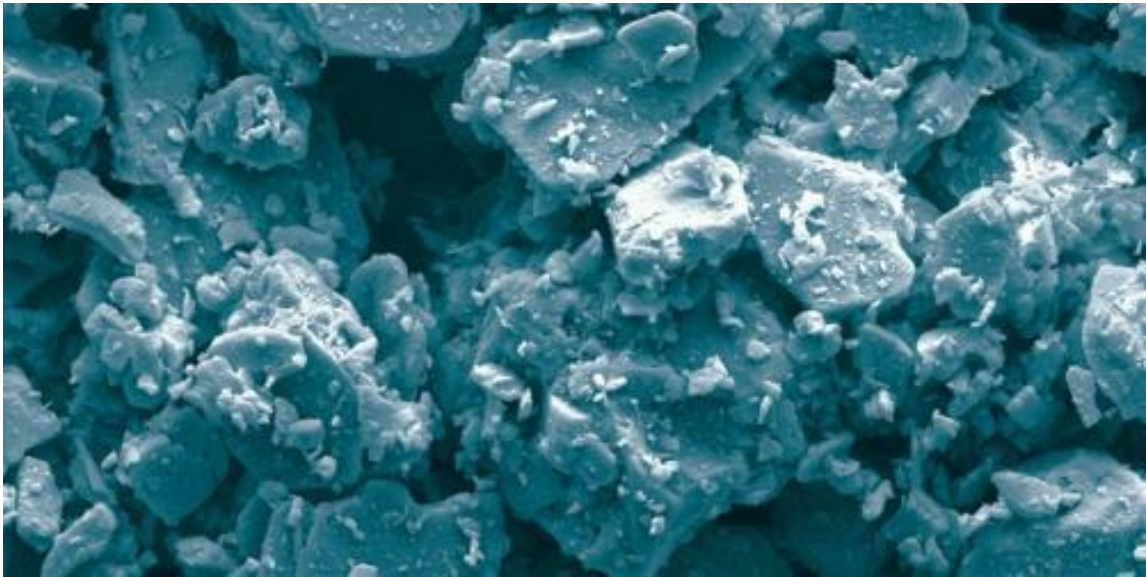
(Izvor: <http://www.diracdelta.co.uk/science/source/c/a/calcium%20carbonate/calcite001.jpg>)

e) talk (Izvor: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/Talc.jpg>)

f) silicijev dioksid (Izvor: http://www.galleries.com/minerals/gemstone/rock_cry/roc-42.jpg)

2.2.5. Aluminijev hidroksid

Aluminijev hidroksid - $\text{Al}(\text{OH})_3$ jedno je od najvažnijih punila u industriji grafičkih boja. On nastaje taloženjem aluminijeva sulfata ili alauna u sodi. Aluminijev hidroksid je obično bijel. Međutim može biti i žućkasta želatinozna masa, koja se dobije taloženjem iz otopina aluminijevih soli amonijakom. Karakterizira ga dobra disperzija i transparentnost. Otporan je prema svjetlu, alkalijama, vodi ali i na visoke temperature.



Slika 10. Prikaz aluminijevog hidroksida pod elektronskim mikroskopom

2.2.6. Dodaci u ofsetnom bojilu

Osim osnovnih komponenata ofsetna bojila sadrže razne dodatke kao što su: sredstva za suzbijanje mikroorganizama, sredstva za kvašenje, antioksidansi, mirisi (Tablica 1.). Ona poboljšavaju određena svojstva boja ili otklanjaju nepoželjne pojave i tisku. Ovisno o problemima u tisku dodacima se može riješiti: slabo sušenje bojila, velika ljepljivost bojila, greška otiska u odnosu na izgled na tiskovnoj formi, netočno otisnuta površina, čupanje papira, ostajanje boje na ofsetnoj gumenoj navlaci i dr.

Tablica 1. Mogući dodaci u ofsetnom bojilu
(Izvor: Helmut Kipphan, Handbook of Print Media, 2001)

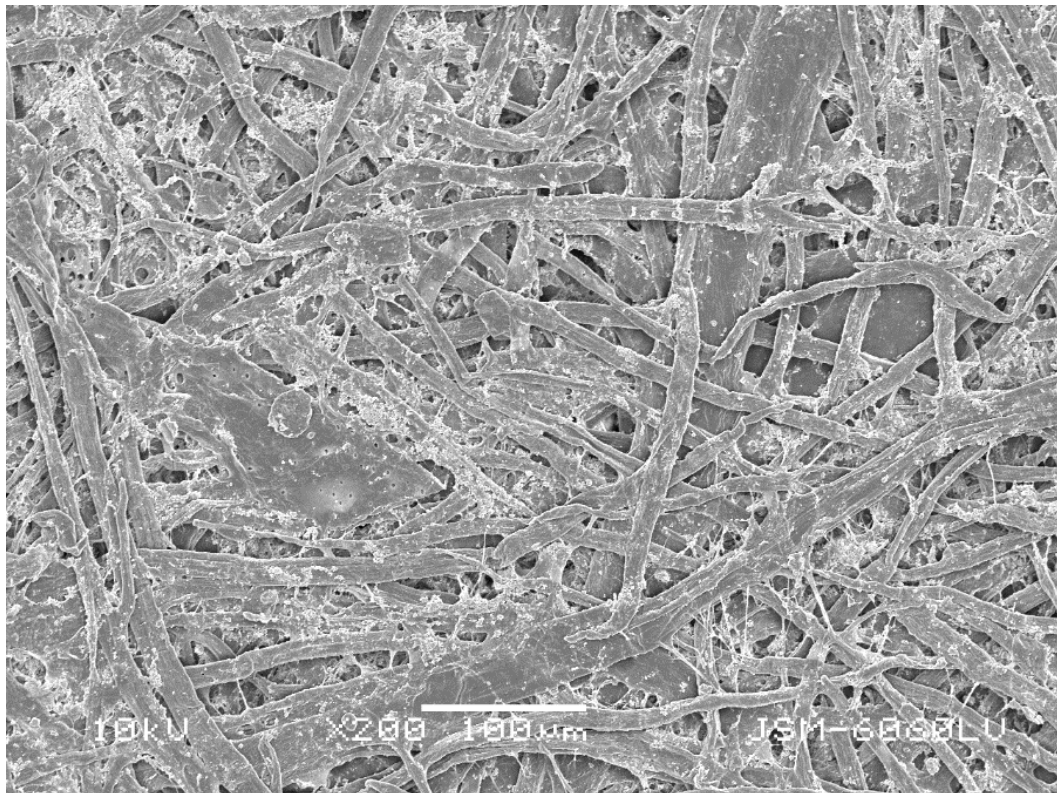
Dodaci		Područja primjene u slučaju problema u tisku														
Tipovi	Međudjelovanje i efekat	Izlaganje	Opuštanje krede (punila)	Odbijanje	Sušenje	Ostojanje boje na ofsetnog gumi	Smeće/Papirna prašina	Valovljenje rubova papira	Čupanje papira	Povećanje otpornosti na habanje	Netočno otisnuta površina	Sušenje u bojaniku	Grenka u odnosu otisak T.F (ofset)	Nezadovoljavajući rezultati sušenja	Bojilo je prekratko	Bojilo je preljepljivo
Laneno uljni lak - visokog viskoziteta	Gusti sloj laka, ljepljivog i povećane viskoznosti	•				•					•				•	
Tiskarska ulja	Laneno ulje i druga sušeća ulja slabi lak, smanjuje viskoznost, čini bojilo kraćom i rijetkom Za sušenje oksidacijom					•	•	•		•	•					•
Razređivač	Nisko viskozna mineralna ulja, djelomično kombinirana sa sušećim uljima Smanjuje ljepljivost, čineći bojilo kraćim i rijedim					•	•	•			•					•
Tiskarske paste	Voskovi i slične substance koji su topive u uljima. Smanjuje ljepljivost čini tekućine rijedim ali bez promjene viskoziteta						•	•		•						•
Tiskarski gelovi (smole)	Želatinski rijedak agent :ljepljiva mineralna ulja i druga ulja sa različitim aditivima koja posjeduju tiksotropna svojstva						•	•		•						•
Ubrzivači sušenja - sikativni tekućine - sušila krutine	Metalni sastojci raspstrteni u otapalu ili uljima Kobalt=površinsko, sušilo Mangan= unutarnje sušenje	•								•				•		
Aluminijev hidrat	Vezivo sa transparentnim pigmentima. Povećava ljepljivost i svjetloću		•	•		•							•		•	
Pasta otporna na habanje	Voskovi sa oksidativnim sušećim uljim a čini površinu glađom sa smanjenim trenjem	•								•						
Antistaling agent	Sprej, vrlo hlapivo otapalo				•	•	•	•								•

2.3 Papir za ofsetni tisak

Papir je najčešće korištena tiskovna podloga u tisku koja se tijekom tiska može lagano deformirati zbog djelovanja sila. Papir je tanki materijal, sastavljen od isprepletenih celuloznih vlaknaca kojima su dodana punila, keljiva i boja (Slika 11.). Drvo je najvažnija sirovina za proizvodnju celuloze. Iz tog razloga papir mora imati dobra površinska svojstva.

Osim toga ofsetni papir treba imati visoku otpornost na vlagu i dobru poroznost, veliku čvrstoću, mehaničku otpornost, visoku svjetlinu, dobru dimenzionalnu stabilnost i dobru otpornost na starenje. Tijekom prodiranja tiskarskog bojila papir će morati zadržavati bojilo, kako ono ne bi prodrlo na drugu stranu papira. Viša kvaliteta otisaka postiže se premazivanjem papira, što će ostvariti veći gradaciju tonova, manju potrošnju tiskarskog bojila, kontrolirani prirast, brzo sušenje boje, kontrolirana interakcija vode i boje te održavanje homogenosti papira [15].

Osim o vrsti tiska i konstrukciji tiskarskog stroja papiri se dostavljaju u arcima ili rolama. Radi očuvanja dobre kvalitete papira moraju se pažljivo čuvati i skladištiti prije tiska, ali i nakon otiskivanja.

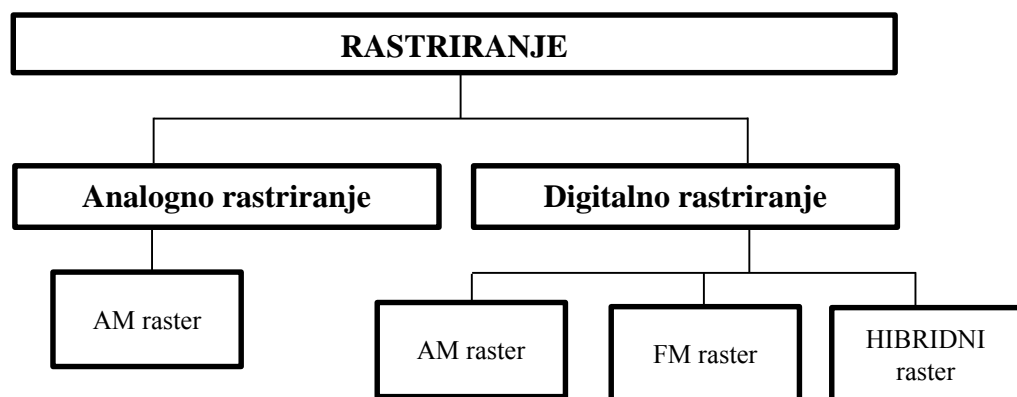


Slika 11. Celulozna vlakanca u papiru (vidljiva i punila)

2.4. Rastriranje

Rastriranje se definira kao postupak u kojem se korištenjem rastera višetonska slika pretvara u jednotonsku. Tako će se različiti tonovi na otisku ostvariti pomoću brojnih rasterskih elemenata[16]. Rasterski elementi se razlikuju po veličini ali i međusobnoj udaljenosti. Ovisno o načinju izvođenja rastriranje se dijeli na analogno ili digitalno (Slika 12.), nemoguće ga je percipirati zbog tromosti ljudskog oka. Što je rasterski element i razmak između elemenata manji, to je rasterski element na otisku teže uočiti[17].

Rasteri se prema vrsti mogu podijeliti na: amplitudno modulirani raster (AM) i frekventno modulirani raster (FM). Kod AM rastera mijenja se veličina rasterskog elementa, a razmak između elemenata ostaje isti. FM raster zadržava istu veličinu svih rasterskih elemenata, a međusobni razmak je promjenjiv. Površina koja sadržava rasterske elemente proporcionalno se odnosi na generirane tonske vrijednosti. Manja površinska pokrivenost svjetliji ton, veća površinska pokrivenost tamniji ton. Samim time odabirom rastriranja i vrstom rastera može se utjecati na kvalitetu konačnog otiska.



Slika 12. Podjela rastriranja i rastera

Analogno (klasično) rastriranje vrši se osvjetljavanjem forme kroz stakleni ili kontaktni raster. Stakleni raster je izrađen od dva izbrušena stakla s ugraviranim linijama. Stakla su međusobno slijepljena kako bi linije stvorile rešetku neprozirnih linija i rasterskih prozorčića. Stakleni raster propušta samo 25% svjetla, te se zbog toga pokazao kao

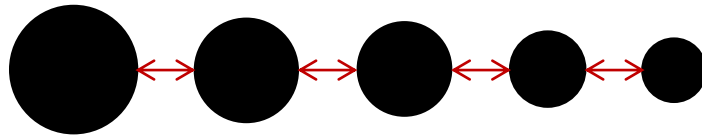
vrlo nepovoljan [18]. Kontaktni raster se dobije snimanjem kroz stakleni raster, ali na fotomaterijal za više tonsku sliku. Sadržava rasterske točkice i propušta 50% svjetla, te daje puno bolje rezultate od staklenog rastera. Produkt klasičnog rastriranja je amplitudno modulirani raster.

Današnji procesi rastriranja uglavnom su bazirani na digitalnom rastriranju. Digitalno rastriranje provodi se upotrebom RIPa (*Raster Image Processor*). Boja svakog elementa na slici definirana je s tri osnovne boje: crvenom, zelenom i plavom. Sve tri boje obično su digitalno su kodirane s 8 bita, te prema tome svaki element na slici može prikazati 2^{24} različitih nijansi boje. Kako se u tisku primjenjuje suptraktivno miješanje, RGB bojila morati će se transferirati u CMYK tonove. Digitalnim rastriranjem radi se transformacija višebitne slike u jednobitnu kako bi se slika prilagodila uređajima, tiskarskim strojevima [19]. Za generiranje digitalnih rastera potrebno je korištenje matematičkih algoritama koji se mogu provesti tabličnim ili matričnim rastriranjem. Konačni rasterski element (najčešće okrugao) je definiran pikselima složenim unutar jedne matrice (superpikseli). Rezolucija konačne slike tako ovisi o broju pikselima.

Digitalno rastriranje započinje transferom sadržaja u nizove rasterskih elemenata. Pritom će se slika i vektorski elementi separirati u 4 bitmapirane slike koje će biti pogodne za osvjetljavanje na CTP uređaju. Rezolucija ovisi i o vrsti proizvoda i o kvaliteti papira. U ofsetnom tisku koristi se rezolucija od 300 dpi i linijatura rastera od 60 lin/cm. Za tisak na poroznijem ofsetnom papiru potrebna je linijatura od 48 linija/cm, a za tisak na kvalitetniji ofsetni papir 70 lin/cm.

2.4.1. Amplitudno modulirani raster

Amplitudno modulirani raster podrazumijeva korištenje rasterskih elemenata koji imaju različite veličine, a konstantnu međusobnu udaljenost (Slika 13). Pokrivenost površine i doživljaj tona boje određuje se veličinom rasterskih elemenata. Tako će veći rasterski elementi tvoriti tamnije tonove, a manji svjetlije.



Slika 13. AM raster (ista udaljenost, različite veličine rasterskih elemenata)

Najkorišteniji oblik rasterskog elementa je okrugla točka (rasterska točkica). Za analizu amplitudnog rastriranja uzimaju se četiri susjedna elementa koja međusobno formiraju elementarni kvadrat [20]. Izračun površine elementarnog kvadrata može se prikazati Formulom 1.

$$k = |A-B|^2 \quad (1)$$

Pri čemu je:

(k) – površina elementarnog kvadrata

(A-B) – dužina između dva rasterska elementa

Kako bi izračunali RTV (rastertonsku vrijednost površine), mora se prvo izračunati relativna rasterska površina koja se pomnoži s 100.

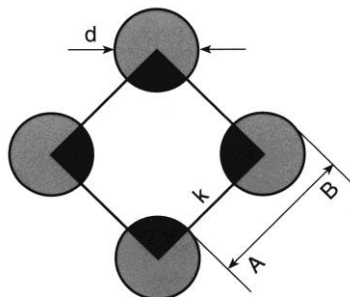
$$a = F_g/F_a \quad (2)$$

$$RTV = 100 (F_g/F_a) \quad (3)$$

Pri čemu je:

(F_g) - površina pokrivena rasterskim elementom

(F_a) - ukupna površina



Slika 14. Elementarni kvadrat AM rastera

(Izvor: I. Zjakić, Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Zagreb, 2007., str 19.)

Kod AM rastriranja potrebno je definirati kutove rastriranja. To se radi zbog eliminiranja Moiré efekta (Slika 15.). Preporuka je da se pod kutom od 45° stavlja crna, a dok se magenta i cijan zakreću za 30° u odnosu na crnu. Najmanje kontrastna žuta stavlja se pod kutom od 0° , čime se otklanja za kut od 15° u odnosu na magentu i cijan [17]. AM raster definiran je linijaturom rastera koja ovisi o gustoći rasterskih linija tj. brojem linija po centimetru. Prema broju linija po centimetru linijatura se može podijeliti na: grubu linijaturu (do 30 lin/cm), srednje finu linijaturu (od 30 do 60 lin/cm), finu linijaturu (iznad 60 lin/cm). Korištenje AM rastera u grafičkoj proizvodnji vrlo je rasprostranjeno. Razlog tomu je vrlo visoka mogućnost kvalitetnog reproduciranja skoro cijelog raspona rastertonske vrijednosti. Problemi se mogu javiti samo kod reprodukcije sitnih detalja.

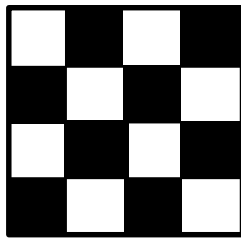


*Slika 15. Razlike u kvaliteti slike s Moiré efektom (lijevo) i normalne slike (desno)
(Izvor: <http://users.ecs.soton.ac.uk/km/imaging/course/moire.html>)*

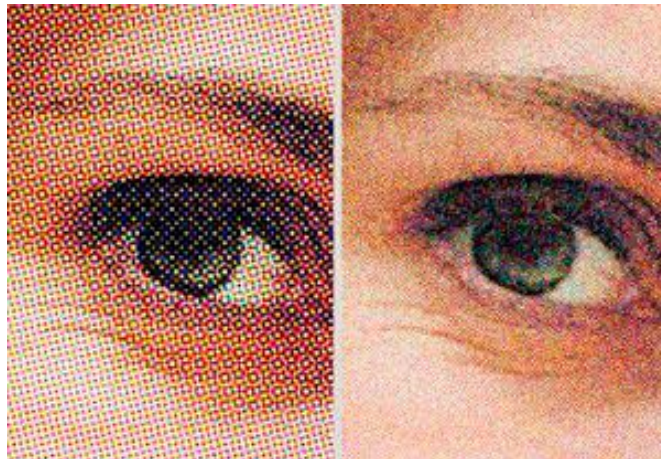
2.4.2. Frekventno modulirani raster

Frekventno modulirani raster sastavljen je od rasterskih elemenata iste veličine, ali različite međusobne udaljenosti (Slika 16). Elementi su na pojedinim dijelovima više ili manje raspoređeni te se zbog tog postiže veće ili manje zacrnjene (više ili manje elemenata). Finoća FM rastera ne ovisi o linijaturi, već o veličini rasterskog elementa.

Tako će veći broj sitnijih rasterskih elemenata tvoriti tamnije tonove dok će manji broj rasterskih elemenata tvoriti svjetlije tonove. Za razliku od AM rastriranja, FM rastriranjem je moguće reproducirati i najsitnije detalje. Ako je rasterski element okruglog oblika linijatura se definira promjerom rasterskog elementa u mikrometrima (μm). Finoća FM rastera kraće se od 10 do 70 μ . Razmaci između rasterskih elemenata iste veličine moraju biti definiran algoritmom i ovise o tonskoj vrijednosti. Kod ove vrste rastriranja ne pojavljuju se problemi poput Moiréa, ali sa povećanjem prirasta RTV-a i pojavljuju se “brazde” na otisku koje u stvarnosti ne postoje, već se događaju kao optička varka nastala uslijed tromosti ljudskog oka. Iz tog razloga FM raster ne koristi kod reprodukcije motiva koji se sastoje od jednoličnih površina. U grafičkoj proizvodnji FM raster se koristi za izradu visokokvalitetnih proizvoda, ali i onih kod kojih je potrebno otisnuti sitne mikro detalje (vrijednosni papiri).



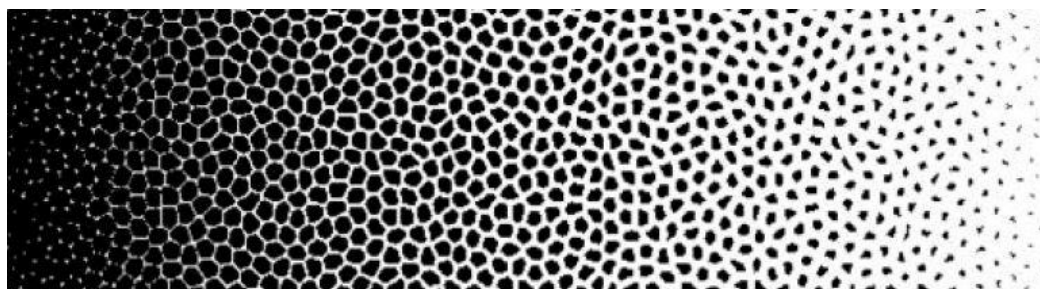
Slika 16. FM raster



*Slika 17. Razlika između AM i FM rastriranja
(Izvor: http://www.ttw-ag.ch/uploads/pics/fm-am-raster_02.jpg)*

2.4.3. Hibridni raster

Hibridni raster nastaje kao kombinacija AM i FM rastera (Slika 18.). Povoljan je zbog toga jer primjenjuje sve prednosti navedenih rastera. Hibridni raster omogućuje reprodukciju niskih i visokih RTV vrijednosti upotrebom FM rastera, dok su srednji tonovi reproducirani uz pomoć AM rastera. Korišteni algoritam za dobivanje hibridnog rastera prilagođava se tehnici tiska, bojilu i podlozi[21].



Slika 18. Prikaz hibridnog rastera

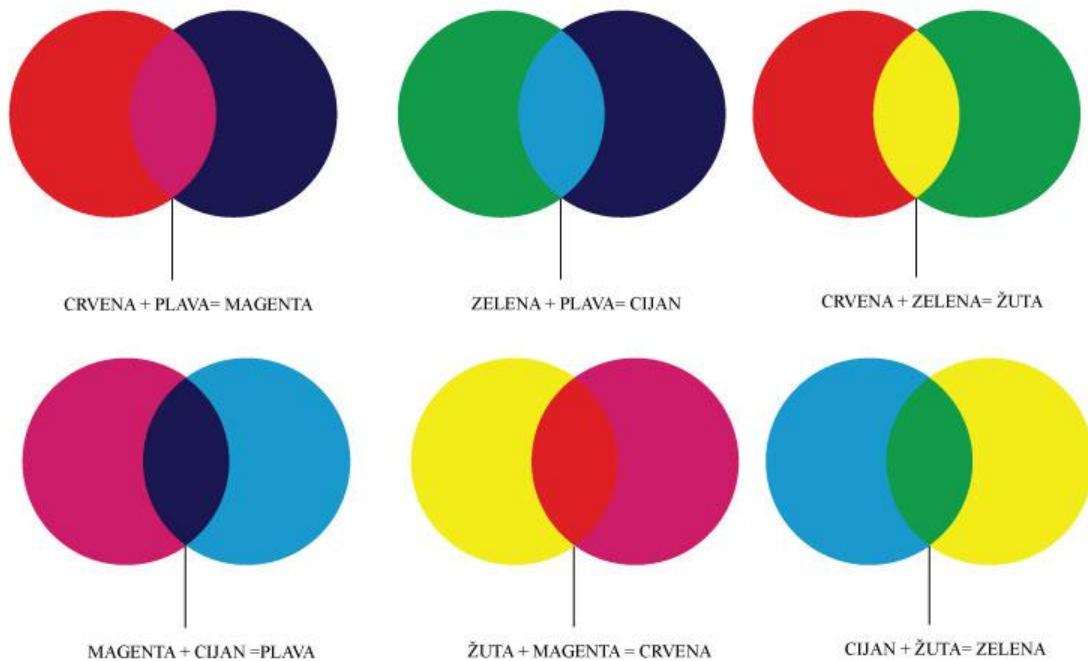
(Izvor: http://www.heroldwien.at/media/staccato_02b.gif)

2.4.4. RIP (*Raster Image Processor*)

RIP je računalna komponenta koja se koristi za generiranje rasterskih slika. U konačnici to je jedna Bit mapa koja se šalje na CTP. Proces rastriranja započinje prepoznavanjem i analizom ulaznog dokumenta. RIP se može definirati kao ulazna jedinica, a datoteke koje se šalju su u obliku PostScripta, Portable Document Format a, XPSa. Prilikom rada RIPa svi elementi u dokumentu se ujednačavaju i pretvaraju datoteku visoke rezolucije. Prije rastriranja potrebno je odabrati vrstu rastera i rasterskih elemenata. Nakon pregleda svake stranice posebno slijedi *renderiranje*. Renderiranje je proces u kojem se dokument, ali i svi podaci u njoj pretvaraju u kontinuiranu bitmapu. Na kraju procesa izvršava se rastriranje gdje se bitmapa pretvara u polutonove tj. uzorke sastavljene od rasterskih elemenata.

2.5. Grafički kolorni sustavi

Obojenje kao perceptualni doživljaj nemoguće je zamisliti bez djelovanja okolnog elektromagnetskog zračenja. Elektromagnetsko zračenje u vidljivom dijelu spektra potiče receptore mrežnice u ljudskom oku da različito percipiraju boju. Vizualni receptori se u mozgu nalaze na maloj udaljenosti jedni od drugih. Tijekom ulaska svjetlosti u oko dolazi do pobude čunjića koji su osjetljivi na crveni, ljubičasto-plavi i zeleni podražaj (RGB). Ulaskom svjetlosti u ljudskom oku događa se aditivno miješanje crvene, ljubičasto-plave i zelene boje, pri čemu se detektiraju i sekundarne boje (CMY). Svi objekti, materijali, svjetlosni izvori i sl. imaju svoje obojenje koja ovisi o njihovim svojstvima apsorpcije, refleksije ili emisije svjetlosnog spektra. Na slici 19. prikazana su dva osnovna miješanja boja aditivno i suptraktivno.



Slika 19. Aditivno i Suptraktivno miješanje boja

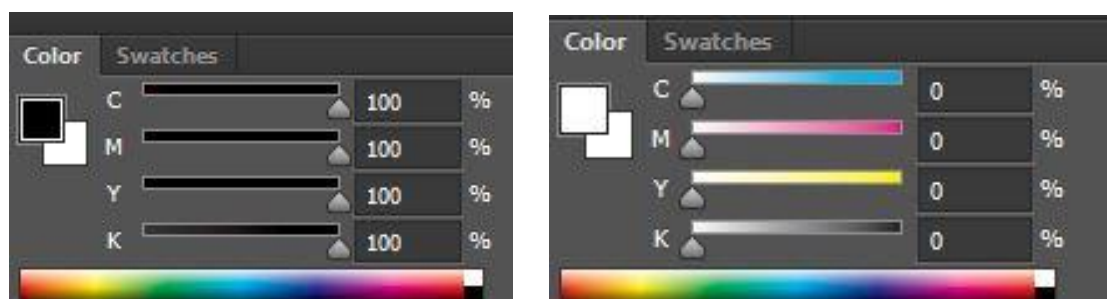
Sustavi boja mogu se podijeliti na one koji su ovisni i neovisni o uređajima. CMYK i RGB spadaju u sustave ovisne o uređajima, te su vezani za sami uređaj i njegove komponente.

RGB prostor boja je temeljen na aditivnom sistemu miješanja svjetlosti koji se bazira na trokromatskoj teoriji koja govori da se iz primarnih boja dobivaju ostale boje. Pritom se svaka boja može prikazati kao mješavina tri osnovne boje s različitim svjetlinama. Sve tri boje u sustavu su definirane vrijednostima od 0-255, pri čemu će vrijednost 255 predstavljati najveći intenzitet boje. Tako će se miješanjem crvene i zelene svjetlosti postići nova žuta svjetlost. RGB sustavi koriste se kod televizora, monitora, fotoaparata, skenera.



Slika 20. RGB sustav boja
(Izvor: <http://www.novaprinting.ca/images/RGB.gif>)

CMYK prostor boja temeljen je na suptraktivnom sustavu miješanja boja koji se koristi samo u tisku. Miješanjem transparentnih procesnih CMY bojila na bijelo podlozi se dobila tamnija smeđa boja zbog koje je potrebno dodati i četvrtu boju – crnu (u svrhu bolje reprodukcije tamnih tonova) (Slika 21.). Miješanjem procesnih bojila ostvariti će se ostali međutonovi za koje se koristi naziv spotne boje. Miješanjem cijana i žute na bijeloj podlozi dobije se zelena, zatim miješanjem žute i magente crvena, a miješanjem cijana i magente se dobije plava. Vrijednost svake boje u CMYK sustavu opisuje se postocima u vrijednosti od 0 do 100% (RTV).

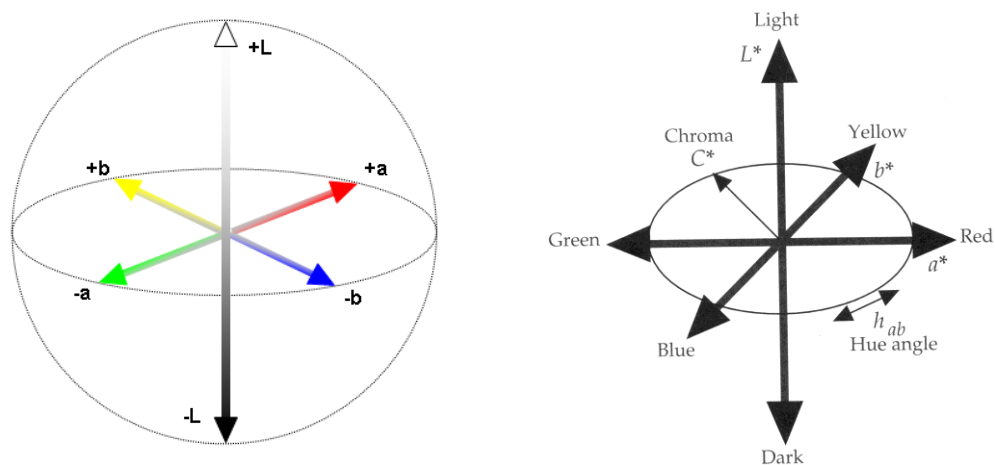


Slika 21. CMYK sustav boja
(Izvor: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/CMYK-color_model.png)

Prilikom kolorne reprodukcije problem nastaje pri konverziji jednog sistema u drugi. Kao primjer se može navesti bilo koja šarena boja prikazana na monitoru i na samom otisku nije ista. Ako monitor nije kalibriran ili je u tisku došlo do neke greške ta boja će biti krivo percipirana [24]. Zbog toga prostori prikaza boja moraju biti neovisni o uređaju, načinu mjerenja i percepciji standardnog promatrača. CIE komisija definirala je 1976. godine CIELAB i CIELUV prostore boja, u kojima udaljenost između bilo koje dvije boje u prostoru odgovara osjetilnoj blizini te dvije boje.

2.5.1. CIELAB sustav i razlika obojenja

CIELAB je trodimenzionalni prostor boja, u kojem je svaka boja je definirana točno određenim koordinatama. Samim time CIELAB ima i mogućnost prikazivanja boja nastalih kao posljedica uvođenja kromatske adaptacije. Sustav je neovisan o uređaju, a bazira se na zasićenju i tonalitetu koji je ovisan o percepciji boja ispitanika i osvjetljenju (standardizirano osvjetljenje D_{50}). Doručeni model temeljen je na trodimenzionalnom sustavu koji se sastoji od akromatske komponente L^* (*luminance*) i dvije kromatske, crveno-zelene (na osi a^*) i plavo–žute (na osi b^*). Tako će vrijednost osi svjetline vrijednosti 1 označavati crnu, a vrijednosti 100 bijelu, dok za svojstvo zasićenja vrijednost 100 označava veću zasićenost, a vrijednost 0 najmanju zasićenost.



Slika 22. a) raspored osi u CIE sustavu b) odnos kromatičnosti, zasićenja i svjetline

a) (Izvor: http://www.codeproject.com/KB/miscctrl/RevisedKnownColorsPalette/CIE_Lab.png)

b) (Izvor: <http://www.cis.rit.edu/research/thesis/bs/2000/ochs/Image10.gif>)

Samim time svojstva boja opisani su svojstvima svjetline, kromatičnosti i tona boje. U CIELAB sustavu sva ta svojstva mogu se prikazati i matematički.

Kromatičnost je tako definirana izrazom:

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (4)$$

Dok je kut tona ili ton boje h_{ab} definiran sa:

$$h_{ab} = (180^\circ / \pi) \arctan x (b^*/a^*) \quad (5)$$

Kut tona prikazuje točan položaj unutar jednog kvadranta u ravni boje, te pokazuje informaciju o tonu boje. Kolorimetrijska razlika ili razlika u obojenju (ΔE) je razlika između dvije koordinate u CIE sustavu. Definira se kao razlika između obojenih koordinata za dva poznata položaja (referentnog-R i uspoređivanog-S)[24].

Iz toga se može definirati razlika za sva tri svojstva boje.

$$\Delta L^* = L^*_S - L^*_R \quad (6)$$

$$\Delta a^* = a^*_S - a^*_R \quad (7)$$

$$\Delta b^* = b^*_S - b^*_R \quad (8)$$

Sveukupna razlika obojenja određene boje ili ΔE^*_{ab} izračunava se preko Pitagorinog poučka [25];

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (9)$$

Pri tome je:

$$\Delta L^* = L^*_S - L^*_R = > \text{od } 0 \text{ svjetlije, } < \text{od } 0 \text{ tamnije} \quad (10)$$

$$\Delta a^* = a^*_S - a^*_R = > \text{od } 0 \text{ crvenije, } < \text{od } 0 \text{ zelenije} \quad (11)$$

$$\Delta b^* = b^*_S - b^*_R = > \text{od } 0 \text{ žuće, } < \text{od } 0 \text{ plavije} \quad (12)$$

Odnosno:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*_{ab})^2 + (\Delta H^*_{ab})^2} \quad (13)$$

gdje je: C^* - vrijednost kromatičnosti H^* - vrijednost zasićenosti

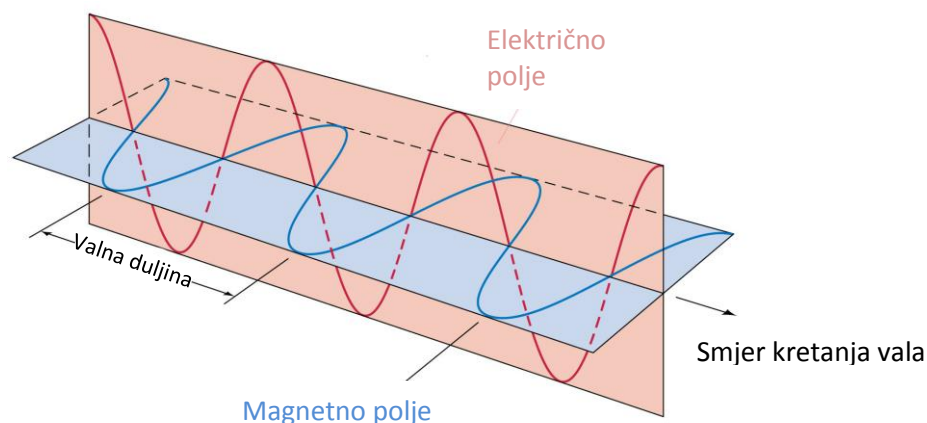
Svi uzorci koji imaju vrijednost ΔE manju od <1 imaju toliko malu razliku koju prosječno ljudsko oko ne vidi. Vrijednosti u granicama od 1 do 2 predstavljaju vrlo malu razliku koja je ujedino i optimalna za proces ofsetnog tiska. Otisci sa vrijednosti ΔE od 2 do 3,5 spadaju u područje srednjih razlika, dok otisci s vrijednostima ΔE od 3,5 do 5 spadaju u područje velikih razlika. Svi uzorci s vrijednosti ΔE većom od $5 >$ prikazuju ekstremnu razliku odnosno prikazuju potpuno drugi ton i smatraju se neprihvatljivima [26].

2.6. Ubrzano starenje otisaka

Tijekom prirodnog starenje događa se zbog utjecaja različitih prirodnih fizikalno-kemijskih čimbenika na materijal. Trajnost materijala ovisi o kemijskoj otpornosti komponenti unutar materijala na utjecaj vanjskih faktora. Postojanost ovisi o karakteristikama sirovina, dodataka i punila koji su korišteni u izradi papira, plinovima iz okoliša, zračenja, temperaturi i vlazi, mikroorganizma [22]. Ubrzano starenje otisaka je proces ispitivanja materijala koji se provodi radi utvrđivanja promjena koje bi mogle nastati tijekom dužeg vremenskog perioda. Promjene dobivene u procesu ubrzanog starenja nikako ne mogu zamijeniti dugotrajno prirodno starenje, ali mogu ukazati na moguće ponašanje materijala.

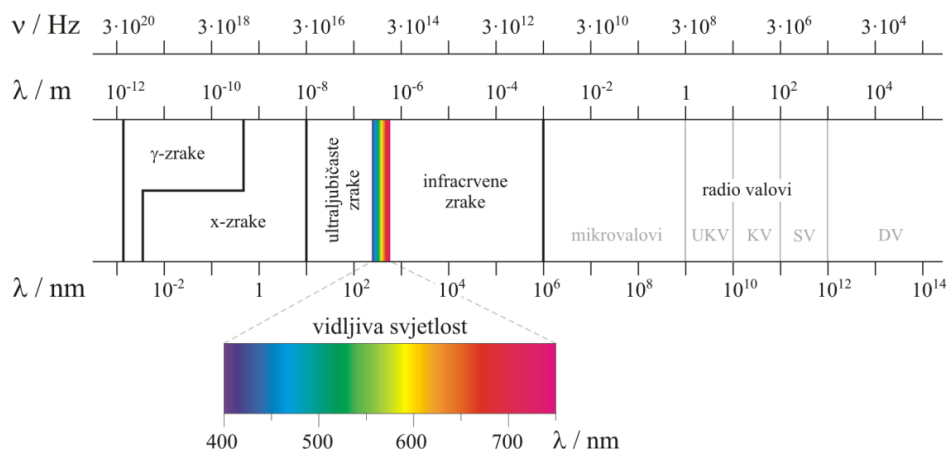
Laboratorijski najčešće se ispituju fizikalne i kemijske karakteristike materijala, koji su izloženi procesima kao što su: temperature, prisutnost i utjecaj kisika, utjecaj sunčevog svjetla, vibracija, i sl. Ispitivanja materijala provode se u standardiziranim uvjetima unutar laboratorija, no moguće je i provesti dugotrajnije prirodno starenje (vremenski period od jedne ili par godina).

Kako bi se definirao pojam elektromagnetskog zračenja potrebno je poznavati dualnu teoriju svjetlosti (valne i čestične karakteristike). Elektromagnetsko zračenje je tako fizikalna pojava kod koje dolazi do širenja električnih i magnetskih valova - fotona. Sunčeva svjetlost je zapravo elektromagnetski val, koji predstavlja istodobno širenje električnog polja (E), i magnetskog polja (H) u prostor. Ta dva polja su međusobno okomita [23].



Slika 23. Elektromagnetski val

(Izvor: http://www2.astro.psu.edu/users/cpalma/astro10/Images/FG02_06.JPG)



Slika 24. Spektar elektromagnetskog zračenja

(Izvor: http://www.periodni.com/gallery/spektar_elektromagnetskog_zracenja.png)

Fotoni svjetlosti su čestice bez mase koje se gibaju brzinom svjetlosti i sadrže određenu količinu energije. Energija fotona, veća je što je veća frekvencija titraja valova i što je kraća valna dužina. Elektromagnetsko zračenje se može podijeliti na široki spektar zraka s točno određenim granicama valnih duljina (Slika 24.). Pritom će se na lijevoj strani nalaziti energetska snažnija zračenja (Y-zrake i X-zrake), dok je na desnoj strani energetska niža zračenja (mikrovalovi i radiovalovi).

Ionizirajuće zrake su valovi velikih energija koje mogu iz atomske ljuske izbaciti atom. Ionizirajuće zrake su rendgenske (X-zrake), gama zrake, kozmičke zrake. Zrake manje energije: radiovalovi, mikrovalovi, vidljiva svjetlost, infracrvene i ultraljubičaste zrake nemaju ionizacijsku jačinu i zato se zovu ne ionizirajuće zrake. Kod ubrzanog starenja elektromagnetskim zračenjem ističe se čestična priroda kod koje na promjene utječu paketi energije, fotoni.

Oni su definirani formulom:

$$E = h \cdot \nu \quad (14)$$

pri čemu je:

E - energija fotona,

ν - frekvencija,

h – Planckova konstanta

Fotoni koji se detektiraju u infracrvenom području spektra su male energije. Sposobni su uzrokovati samo određene fotokemijske reakcije. Smanjenjem valne duljine, približavamo se vidljivom dijelu plavog i bliskog ultraljubičastog dijela spektra, gdje je energija fotona veća.

Prema tome se može utjecati na pojavu fotokemijskih reakcija, što se može prikazati formulom:

$$\nu = c / \lambda \quad (15)$$

Smanjenjem valne duljine povećava se frekvencija fotona, a s time i energija fotona. Grotthus - Draperov zakon definira fotokemijsku reakciju, koja se odvija kada određeni spoj apsorbira foton ili dovoljnu količinu energije koja će uzrokovati tu reakciju. Zakon ne vrijedi za sve tipove reakcija što ukazuje na to da fotokemijske reakcije ne može uzrokovati bilo koji dio elektromagnetskog zračenja.

Stupanj degradacije materijala ovisi o prisutnosti elektromagnetskog zračenja. Smanjenjem valne duljine, približavanje plavom, ljubičastom i ultraljubičastom dijelu spektra, povećava se energija fotona. Što je veća energija fotona, veći je utjecaj na degradaciju materijala. Ključni faktor kod degradacije materijala je vrijeme. To ukazuje

na to da koliki god intenzitet djeluje na materijal, kroz duže vrijeme isti će se degradirati. Ako se uzima u obzir da je valna duljina odgovorna za pojavu fotokemijske reakcije, tada govorimo o tzv. aktiničnom području. Istraživanjima se pokazalo da se kod veliki valnih duljina (točnije u infracrvenom dijelu spektra), mogućnosti pojave fotokemijskih reakcija približavaju nuli. Razlog tomu su fotoni koji iz tog dijela spektra posjeduju malu energiju i nisu u stanju prouzročiti fotokemijsku reakciju. Bez obzira na njihov mali intenzitet, s vremenom će se otisak ipak degradirati, što ovisi o vremenu u kojem će papir biti izložen.

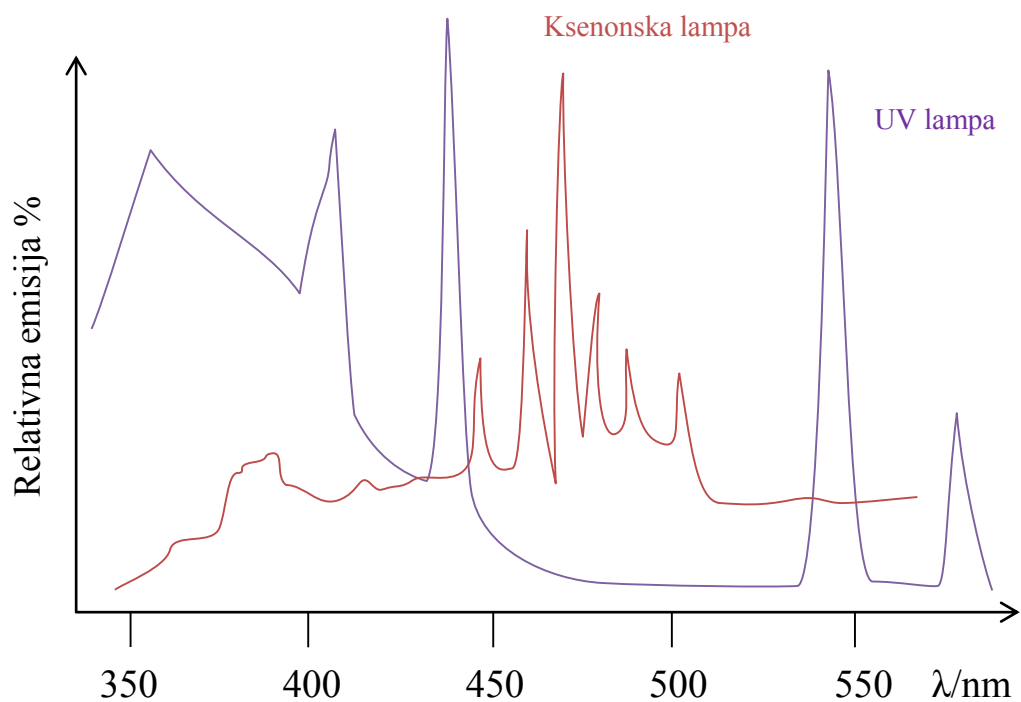
Stupanj elektromagnetske degradacije ovisi o testnom materijalu. Materijali poput bojila i pigmenta vrlo će brzo reagirati na UV zračenje. Promjene će se prepoznati kao pucanje i blijeđenje dijelova otiska na kojem se nalazi bojilo. Uređaji za ispitivanje ubrzanog starenja papira, konstruirani su kako bi uspješno simulirali prirodno svjetlo, te se koriste za kontrolu kvalitete, istraživanje i razvoj. Usporedba ubrzanog starenja s prirodnim zahtjeva usporedbu sa Solarnim maksimumom (sunčeva svjetlost točno u podne pri normalnoj učestalosti za vrijeme ljetnog solsticija). Solarni maksimum je najekstremniji rezultat koji se može dogoditi na otvorenoj površini i kao takvo postavlja granicu izdrživosti. Dvije najčešće metode simuliranog starenja su starenje s UV svjetlom pri čemu se koriste skuplje živine lampe i jeftinije ksenonske lampe. Testovi sa ksenonskim lampama odgovaraju čitavom sunčevom spektru uključujući UV zračenje, vidljivi spektar i IR zračenje tj. pokušava simulirati onaj štetniji dio spektra. Plin ksenon u suštini pokušava reproducirati cijelo sunčevo zračenje. Simulacijska komora sa ksenonskom lampom zahtjeva mnogo električne energije, a kao posljedica javlja se oslobodjenje velike količine topline koja se mora odvoditi ventilacijom zraka ili vodenim hlađenjem.

Vrste UV lampi:

UV A lampe koriste se za uspoređivanje različitih vrsta polimernih tiskovnih podloga. Razlog tome je što spektar ne sadržava valne duljine ispod 295 nm. One ne degradiraju materijale brzo kao UV B lampe. UV A lampe daju puno bolju korelaciju sa stvarnim

vanjskim uvjetima odnosno u potpunosti se preklapa sa sunčevim kratkovalnim zračenjem.

Zračenje UV B lampi uključuje najkraće valne duljine koje emitira prirodno sunce. One se koriste izazivanje brzih promjena uz minimalne simulacijske troškove. Sve UV B lampe emitiraju neprirodne kratkovalne duljine UV zračenja, koje se nalaze ispod sunčevog praga od 195 nm. S ovakvim lampama postoji visoka mogućnost pojavljivanja netočnih rezultata.



Slika 25. Spektralne osjetljivosti ksenonske i UV lampi

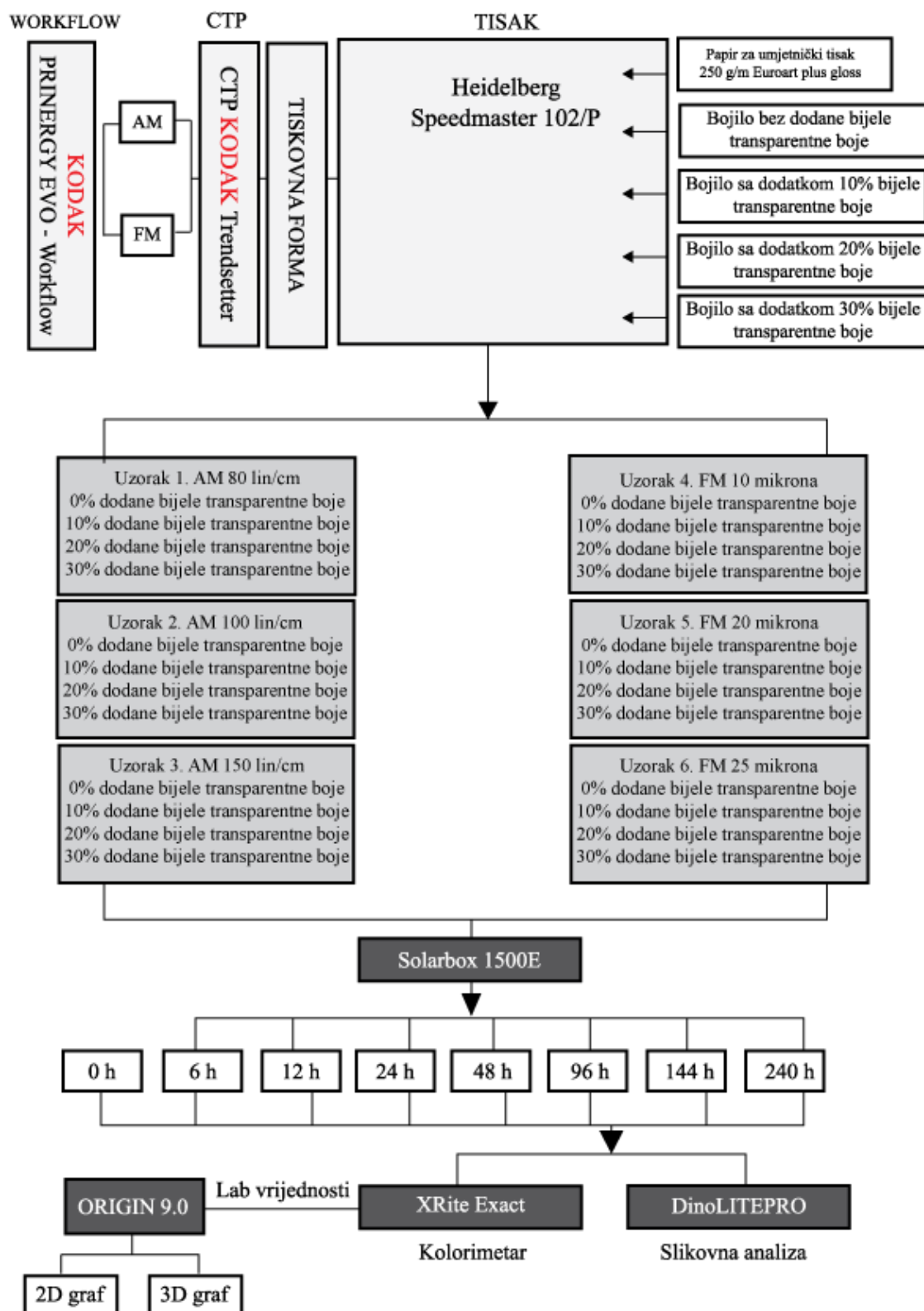
3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Plan rada i metode istraživanja

U ovom radu će se ispitivati utjecaj ubrzanog starenja cijan otisaka u ovisnosti o udjelu dodanog punila u obliku bijele transparentne boje. Kao tiskovna podloga, iz koje su se nakon otiska dobili ispitivani uzorci, koristio se 250 g/m², premazani papir Euroart plus gloss. Prije samog tiska kreirao se testni motiv pomoću *Workflow-a Kodak Prinenergy EVO* (omogućava kontrolu pripremnog procesa). Svaki dio u dokumentu obrađivao se zasebno određivanjem vrste i oblika rasterskih elemenata, linijature ili finoće rastera. Rezultat toga je da su se svi uzorci samo na jednoj tiskovnoj formi (AM raster s tri različite linijature od 80,100 i 150 lin/cm i FM raster s 10, 20 i 25 mikrona). Nakon rastriranja tiskovna forma je osvijetljivana na *CTP Kodak Trendsetter-u*.

Prije svakog otiskivanja, na dvobojnom ofsetnom stroju Heidelberg Speedmaster 102/P, su se mijenjala bojila koja su se razlikovala po postotku dodatne bijele transparentne boje. To je značilo da se stroj nakon svakog otiska morao čistiti i ponovo pripremiti za tisak (ukupno četiri puta). Koristile su se četiri koncentracije cijan bojila: cijan bojilo s 0% dodane bijele transparentne boje, cijan bojilo s 10% dodane bijele transparentne boje, cijan bojilo s 20% dodane bijele transparentne boje i cijan bojilo s 30% dodane bijele transparentne boje. Svi uzorci su otisnuti na dvobojnom ofsetnom stroju Heidelberg Speedmaster 102/P u koji je bila postavljena tvrda ofsetna gumena navlaka. Nastali otisak je formata B2 te se je za potrebe rada razrezao na manje uzorke.

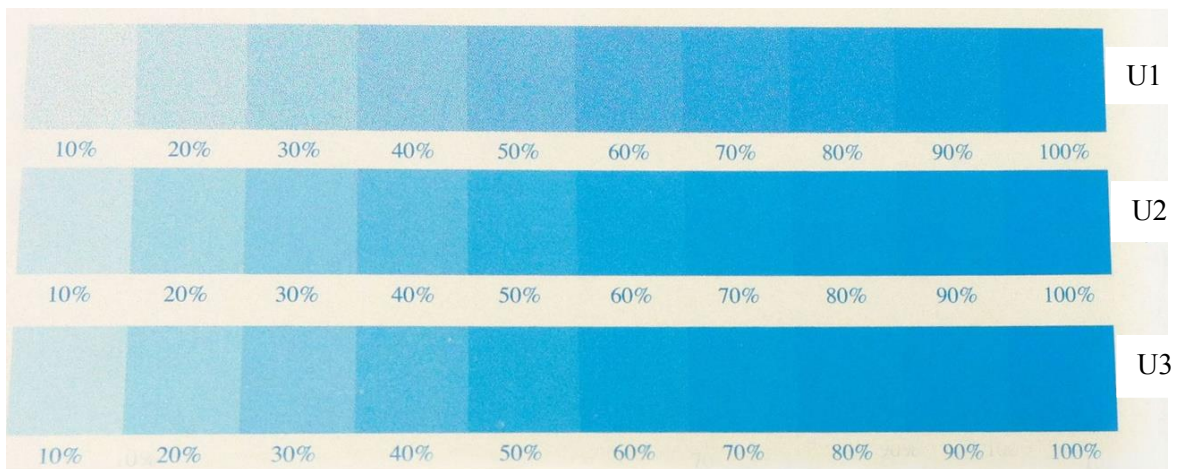
Nakon rezanja i označavanja uzorci su se podvrgli starenju u simulacijskoj komori Solarbox 1500E, gdje su izloženi zračenju lampe snage od 550 W/m², temperaturi od 50°C i relativnoj vlažnosti zraka od 65% (Xenocrom filter 320). Trajanje starenja iznosilo je 240 h pri čemu su analizirani sljedeći vremenski intervali (0, 6, 12, 24, 48, 96, 144 i 240 sati). Nakon svakog mjernog intervala uzorci su se mjerili uređajem X-rite Exact, te se snimali mikroskopom Dino-Lite Pro. Na otisku su se mjerila rasterska polja od 40% i 80% RTV. Konačni rezultati prikazani su kao L*, a* i b* vrijednosti koje su se dodatno obradile u programu ORIGIN 9.0. U programu su konstruirani 2D i 3D grafovi.



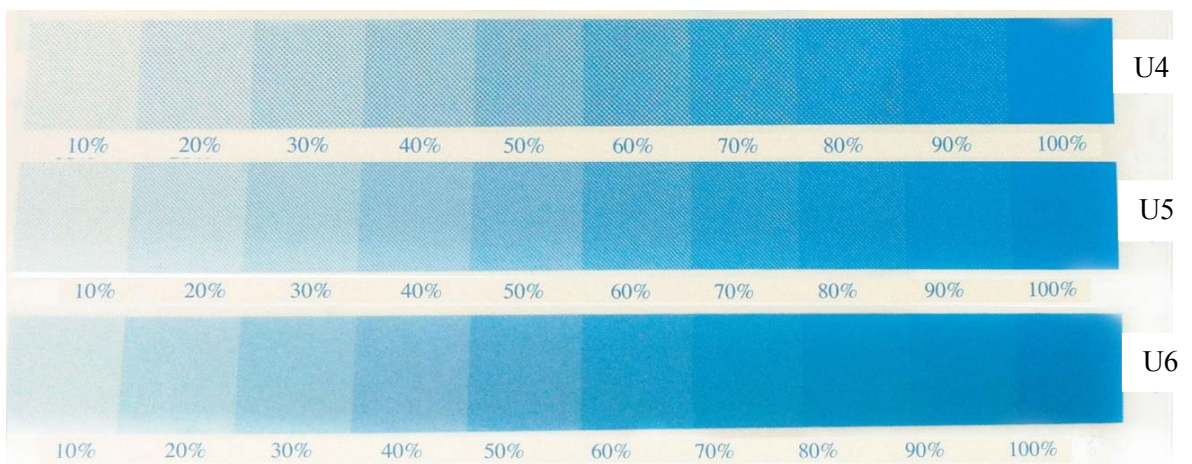
Slika 26. Shematski prikaz eksperimenta

Cilj ovoga rada je svjetlosnom simulacijom utvrditi kolika je postojanost cijan ofsetnih otisaka i do koje je mjere moguće smanjiti koncentraciju pigmenata, a da se pri tome ne izgubi osnovna funkcija bojila (prikaz odgovarajućeg tona na otisku). Za pretpostaviti je da će proces starenja utjecati i na promijene kolornih svojstava otiska, te da će različite linijature i vrste rastera dati različite rezultate postojanosti koji se mogu više uočiti primjenom slikovne analize.

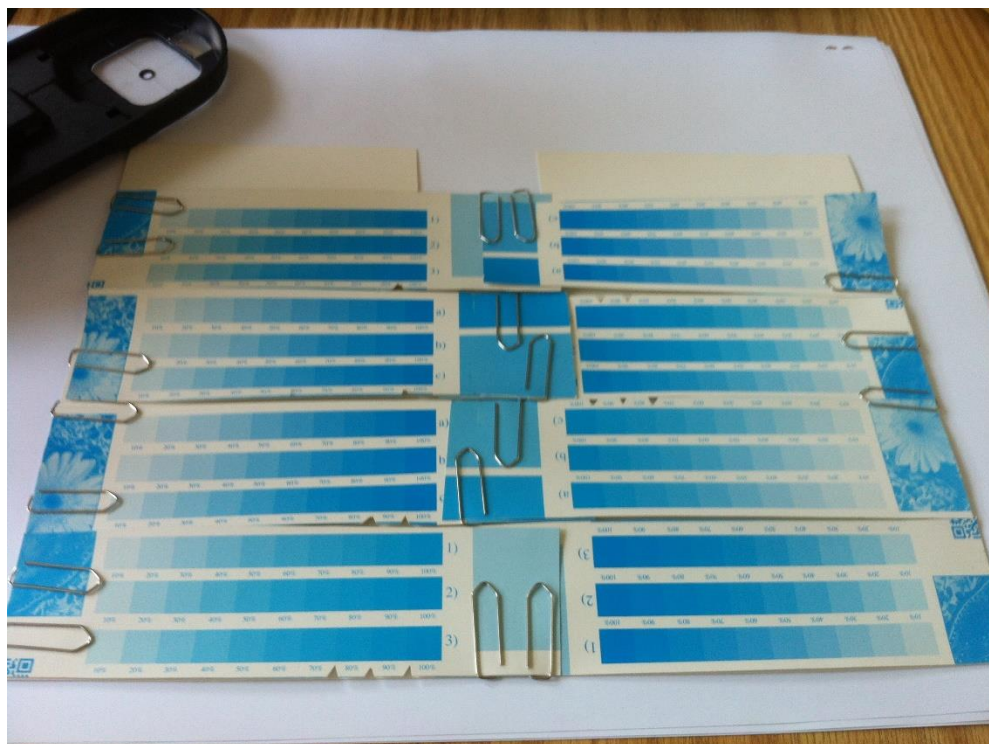
AM raster



FM raster



Slika 27. Eksperimentalni cijan uzorci



Slika 28. Pripremljeni uzorci za ispitivanje

- Uzorak 1. AM raster 80 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje,*
Uzorak 2. AM raster 100 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje,
Uzorak 3. AM raster 150 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje,
Uzorak 4. FM raster 10 μ , 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje,
Uzorak 5. FM raster 20 μ , 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje,
Uzorak 6. FM raster 25 μ , 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje,

3.2. Materijali korišteni u istraživanju

Tiskovna podloga – papir

Kao tiskovna podloga koristio se *Euroart plus gloss papir*. Euroart je fino premazani papir, a kojeg je moguće pronaći i u arku i u roli. U radu se koristio 250 gramski papir, a više specifikacija moguće je vidjeti u tablici 1. Papir je prije tiska potrebno ostaviti u klimatiziranom prostoru kako bi se prilagodio atmosferskim utjecajima, a koji bi mogli utjecati na njegovu vlažnost i ostala svojstva. Idealni uvjeti za otiskivanje su: od 50 % ± 5 % relativne vlažnosti zraka u prostoru i na 20 ° C temperature. Za gramaturu papira od 250 vrijednost svjetline je 95%, a opaciteta 99%. Vrijednost L* je 94,20, b* je 1,50, a* je -8,50 [27].

Tiskovno bojilo

U radu se koristilo samo cijan tiskovno bojilo tvorničkog naziva *Sun Lit Express*. Bojilo je pogodno za ofsetni tisak i to posebno za tisak iz araka, te za tisak na nepremazane i premazane papire. Bojilo pripada grupaciji osnovnih primarnih boja. U svom sastavu sadrži biljna ulja i smole. Bojilo je napravljeno u skladu s standardom ISO 12647:2, a suši se oksipolimerizacijom. U bojilo se naknadno prije tiska umiješala bijela transparentna boja koja u sebi sadrži sve komponente kao i bojilo uz izuzetak pigmenta.

Transparentna boja

Dodatna boja karakterizira se kao smjesa veziva i nekog transparentnog ili polutransparentnog praška. Svrha takvog dodanog bojila je smanjiti cijenu bojila i utjecati na reološka svojstva bojila. Bijela transparentna boja je ništa drugo nego bojilo no bez prisutnog pigmenta. Ona sadrži isto vezivo, ista punila i dodatke kao i primarno tiskarsko bojilo. Boja nikako ne smije utjecati na ton primarne boje [13]. Umješava se u tvornički dobivenu boju neposredno prije otiskivanja. Transparentne boje koriste i kao baza za miješanje PANTONE boja direktno prije tiskanja.



Slika 29. Transparentna bijela boja

(Izvor: <http://bigjumppress.wordpress.com/2012/05/05/post-28-in-which-i-mix-pantone-113/>)

3.3. Strojevi i uređaji korišteni u istraživanju

- Heidelberg Speedmaster 102/P

Tiskovni stroj korišten u radu je dvobojni stroj s mogućnosti tiska 2/0. Maksimalna dimenzija papira za tisak je 720 x 1020 mm, a minimalna je 280 x 420mm. Brzina tiska mu je 13 000 otisaka/h. Od dodatne opreme stroj sadrži i automatsku kontrolu registra, automatsko hlađenje uređaja za obojenje i samostalnu dijagnostiku. Sa ovakvim strojem je moguć tisak raznovrsnih proizvoda na raznim tiskovnim podlogama. Tisak se vrši isključivo iz arka. Jednostavan je za rukovanje i rad, a može se i prošiti s dodanim uređajima (*Star* i *Prinect* komponente).



Slika 30. Heidelberg Speedmaster 102/P

(Izvor: http://media.exapro.com/product/2012/04/P20430248/db89cacfd401222918c8995cc8049a5b/used-2-colour-offset-printing-machine-heidelberg-sm-102-2p-2-0-1-1-p20430248_2.jpg)

- Prinergy EVO workflow

Prinergy EVO Workflow je sustav za upravljanje i kontrolu tijekom grafičke pripreme. Ima mogućnost kontrole gotovo svih segmenata proizvodnje. Jedan je od kvalitetnijih sustava na tržištu, koji kontrolom procesa osigurava smanjene troškova proizvodnje. Prinergy priprema PDF dokument za tisak te u sebi uključuje upravljanje bojama (Colour Management), kontrolu rastriranja, standardizaciju dokumenta prije tiska i dr. [27].

- Kodak Trendsetter News

CTP Kodak trendsetter news je uređaj za osvjetljavanje tiskovnih formi. Koristi lasersko termalno osvjetljavanje, na valnoj duljini od 830 nm. Jedna od glavnih značajki koju ovaj uređaj sadržava je automatski ulaz i izlaz tiskovnih formi, što bitno olakšava proces osvjetljavanja. Radi na rezoluciji od 1200 dpi, a ima mogućnost osvjetljavanja AM rastera do 200 lin/inču i FM rastera od 25 mikrona. Pogodan je za osvjetljavanje aluminijskih tiskovnih formi.



Slika 31. KODAK TRENDSETTER NEWS

*(Izvor: http://www.colepapers.net/TCP.archive/Cole_Papers_04/TCP_04_07/ctp-creo
TrendsetterNEWS.jpg)*

- Solarbox 1500 E

Solarbox 1500E je uređaj kojim se provodi simulacija starenja. U uređaj je ugrađena ksenonska lampa, koja emitira valne duljine od 290 do 800 nm. Prema tome uređaj simulira elektromagnetsko zračenje (Sunce). Snaga zračenja može se kretati od 250 do 1100 W/m². Uređaj je moguće koristiti i s različitim UV filtrima koji simuliraju dnevno svjetlo. Komora u koju se stavljaju uzorci se sastoji od reflektivnih ploča koje usmjeravaju zračenje na sam uzorak. Temperatura se može podešavati, nadzirati i kontrolirati. Temperature koje se mogu definirati kreću se u rasponu od 35°C do 100°C. Maksimalna površina uzoraka koji stanu u komoru je 280x200 mm.



Slika 32. Solarbox 1500E

(Izvor: http://www.mesdan.com/img-lab/92_solarbox.jpg)

- X-rite Exact

Spektrofotometri su uređaji kojima se može odrediti svjetlina obojenja, dominantna valna duljina i zasićenje, a zapisuje potrebne rezultate, tj. gustoću obojenja, L*, a*, b*, c*, H*, x, y, Y, sivoću te spektralne refleksije u vidljivom dijelu spektra, rastertonske vrijednosti obojenja i pogreške toma. X-rite Exact spektrofotometar i denzitometar se

koristi za mjerenje kolornih promjena na otisku. Uređaj može funkcionirati bez napajanja tj. bežično, što olakšava njegovu primjenu. Ima mogućnost kontrole i mjerenja više funkcija odjednom, kao i npr. izračun srednje vrijednosti svih mjerenja, što uklanja moguću ljudsku pogrešku u istraživanju. Uređaj je vrlo precizan i daje vrlo točne podatke o tonu. Od dodatka ima ugrađena tri filtera sa kojima se može mjeriti otisak u suhom i mokrom stanju.



Slika 33. Spektrofotometar XRite Exact

- *Dino-Lite Pro*

Uzorci su nakon svih mjerenja spektrofotometrom snimani i digitalnim mikroskopom. Digitalni mikroskop Dino-Lite Pro je korišten za slikovnu analizu temeljenu na uvećanju mjernih uzoraka. Specifikacije uređaja nalaze se u Tablici 1.

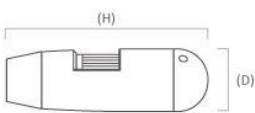


Slika 34. Dino-Lite Pro

(Izvor:http://www.dinolite.com/img/products_list/microscope_411t_1.jpg)

Tablica 2. Specifikacije uređaja Dino-Lite Pro

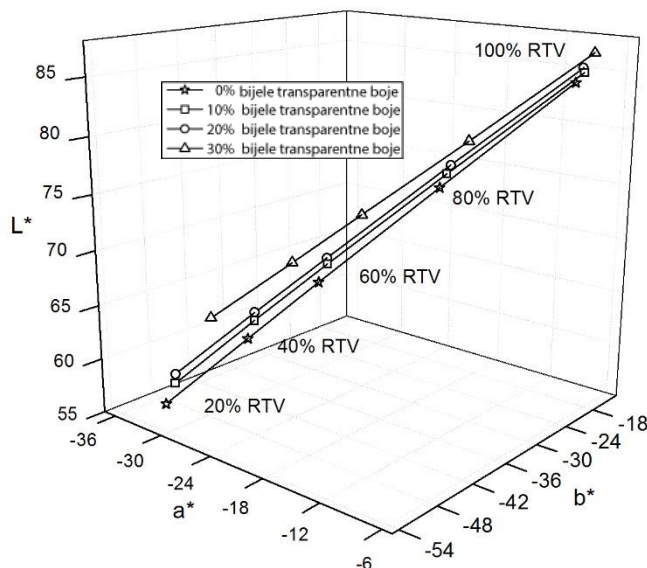
(Izvor: http://www.dinolite.com/products_list_minute.php?product_number=AM413T%20Dino-Lite%20Pro)

Model	AM413T Dino-Lite Pro
Interface	USB 2.0
Product Resolution	1.3M pixels (SXGA)
Magnification Rate	20x~50x, 200x
Sensor	Color CMOS
Frame Rate	Up to 30fps
Save Formats	<p>Image:</p> <p>DinoCapture1.0: BMP, JPG</p> <p>DinoCapture2.0: BMP, GIF, PNG, MNG, TIF, TGA, PCX, WBMP, JP2, JPC, JPG, PGX, RAS, PNM</p> <p>DinoXcope: PNG, JPEG</p> <p>Movie:</p> <p>DinoCapture1.0: AVI</p> <p>DinoCapture2.0: WMV, FLV, SWF</p> <p>DinoXcope: MOV</p>
Microtouch	Touch sensitive trigger on the microscope for taking pictures
Lighting	8 white LED lights switched on/off by software
Measurement Function	Yes
Calibration Function	Yes
Operating System Supported	Windows 8 ,7 ,Vista, XP MAC OS 10.4 or later
Unit Weight	100(g)
Unit Dimension	 <p>10cm (H) x 3.2cm (D)</p>
Package Dimensions	16cm(L) x 16cm(W) x 6cm (H)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Nakon izvršenog otiskivanja uzorci su se podvrgli kolorimetrijskom mjerenju pomoću uređaja X-Rite Exact. Uređaj je automatski izračunavao srednju vrijednost 5 vrijednosti na temelju kojih je automatski izračunao srednju vrijednost. Iz dobivenih L^* , a^* , b^* vrijednosti izračunala se razlika obojenja između otisaka koji ne sadržavaju dodatno transparentno bojilo i bojila koja sadržavaju 10%, 20% i 30% dodane transparentne bijele boje. Na slikama 35, 36, 37, 38, 39 i 40 prikazane su krivulje reprodukcije za različite tipove rastera i za različite linijature. Kod svih uzoraka zamijećena je jedna pravilnost, a to je da veći dodatak transparentne bijele smanjuje kolorne vrijednosti otisaka. Pritom će rastrirana površina imati i veću kolornu devijaciju od punog tona. Dodatak bijele transparentne boje od 10% i 20% stvoriti će zanemarive kolorne razlike na FM rastriranim uzorcima. Najveći utjecaj linijature i tipa rastriranja vidljiv je na srednjim i visokim tonskim područjima (40% i 80%) te će zbog toga ta područja biti i detaljnije analizirana.

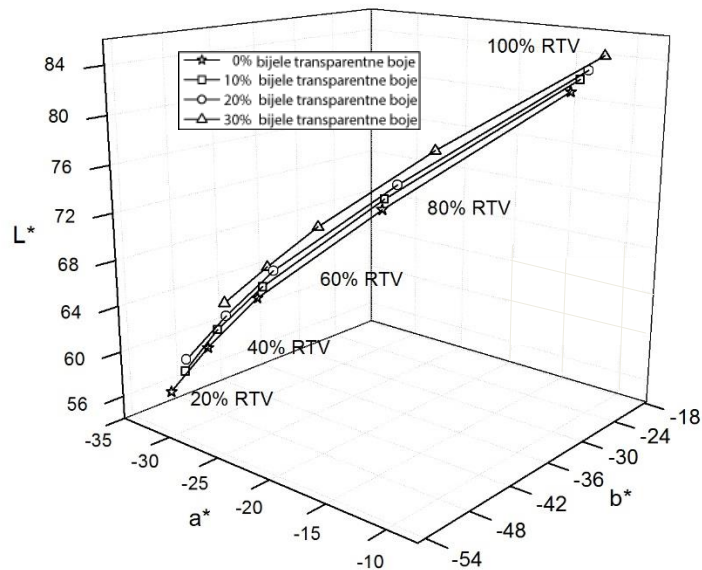
Uzorak 1



Slika 35. 3D prikaz krivulja RTV-a nestarenih uzoraka za Uzorak 1 AM rastera od 80 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje

Otiskivanjem AM rastera linijature od 80 lin/cm zamijećene su velike razlike obojenja. U području rastertonske vrijednosti od 40% smanjenjem koncentracije pigmenta ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 1,4522$, dok će se u području viših tonskih vrijednosti od 80 % ostvariti kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 5,4248$.

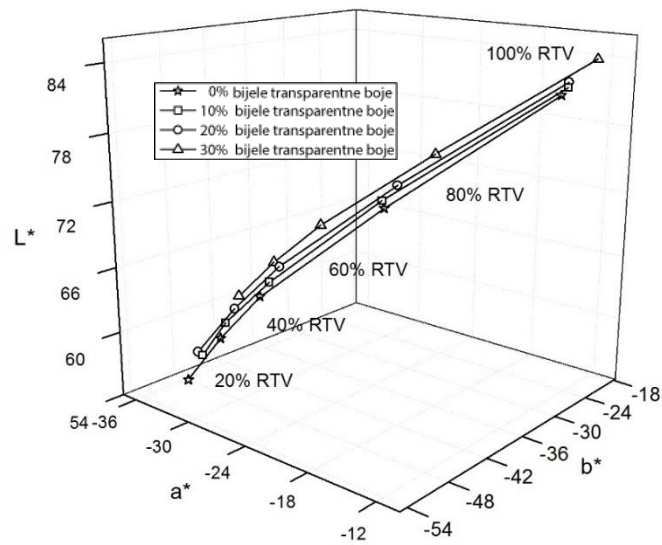
Uzorak 2



Slika 36. 3D prikaz krivulja RTV-a nestarenih uzoraka za Uzorak 2 AM rastera od 100 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje

Za uzorak 2 AM rastera od 100 lin/cm u području rastertonske vrijednosti od 40% smanjenjem koncentracije pigmenta ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 3,9591$ (u usporedbi s Uzorkom 1 je duplo veća). U području viših tonskih vrijednosti od 80 % ostvariti će se kolorna promjena (slična Uzorku 1) od $\Delta E_{0\%-30\%} = 5,7202$.

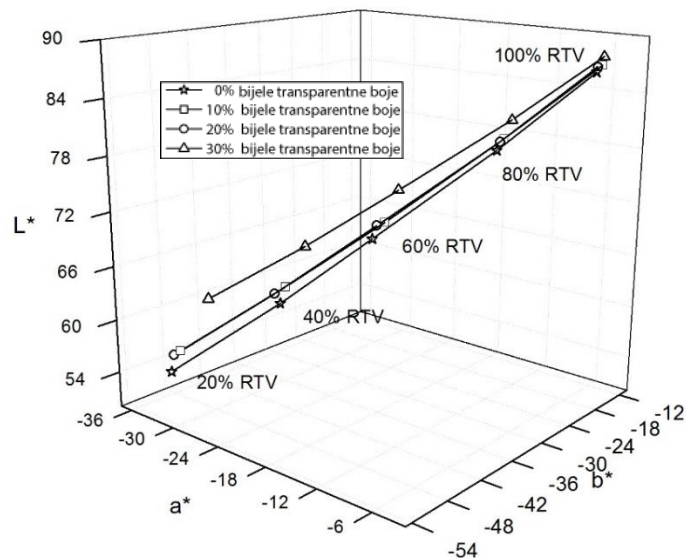
Uzorak 3



Slika 37. 3D prikaz krivulja RTV-a nestarenih uzoraka za Uzorak 3 AM rastera od 150 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje

Uzorak 3 AM rastera od 150 lin/cm u području rastertonske vrijednosti od 40% ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 3,8776$ koja je nešto bolja kod uzorka 2. U području od 80% tonske vrijednosti ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 5,5943$.

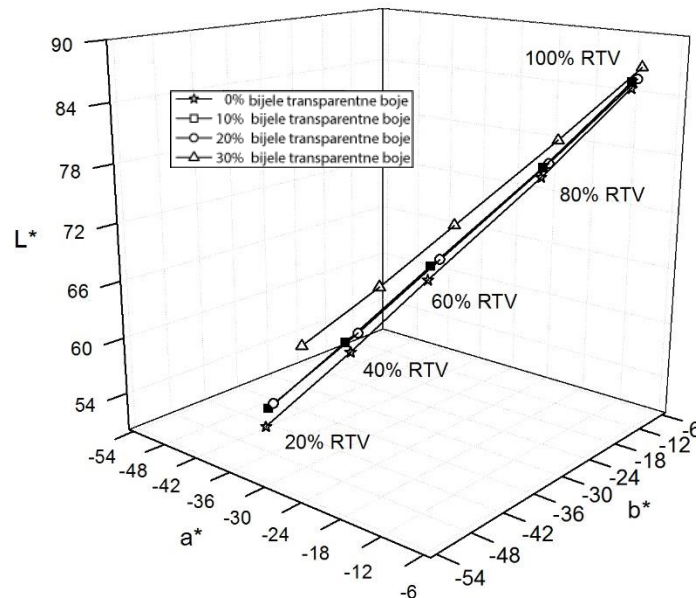
Uzorak 4



Slika 38. 3D prikaz krivulja RTV-a nestarenih uzoraka za Uzorak 4 FM rastera od 10 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje

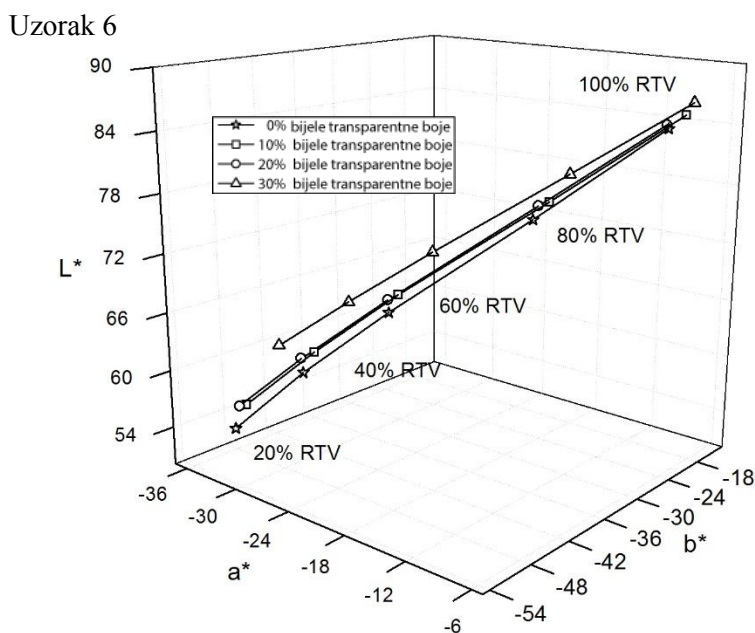
Za uzorak 4 FM rastera od 10 mikrona u području rastertonske vrijednosti od 40% smanjenjem koncentracije pigmenta ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 2,3346$, dok će se u području viših tonskih vrijednosti od 80 % ostvariti kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 4,6172$.

Uzorak 5



Slika 39. 3D prikaz krivulja RTV-a nestarenih uzoraka za Uzorak 5 FM rastera od 20 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje

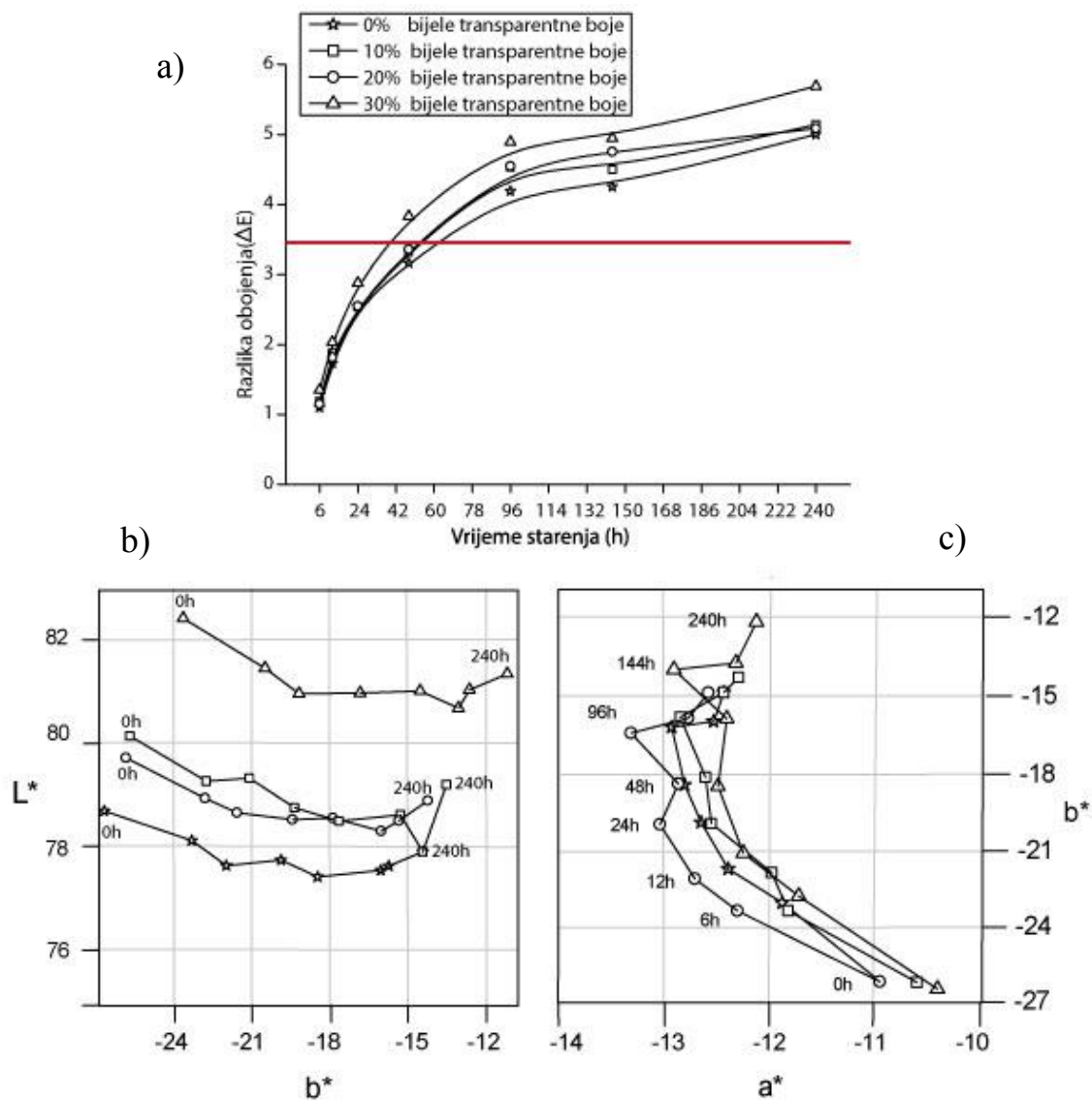
Uzorak 5 AM rastera od 20 mikrona u području od 40% rastertonske vrijednosti ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 2,5956$. U području od 80% rastertonske vrijednosti ostvariti će se kolorna promjena od $\Delta E_{0\%-30\%} = 4,8382$. Promjene su nešto manje od AM rastera.



Slika 40. 3D prikaz krivulja RTV-a nestarenih uzoraka za Uzorak 6 FM rastera od 25 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje

U području rastertonske vrijednosti od 40%, uzorak 6 ostvariti će se kolornu promjenu od $\Delta E_{0\%-30\%} = 3,3904$, dok će u području viših tonskih vrijednosti od 80 % ostvariti kolornu promjenu od $\Delta E_{0\%-30\%} = 5,5360$. Uzorak 6 ima slične vrijednosti kao i AM rasteri (uspoređujući FM rastere).

Postojanost različito pigmentiranih cijan otisak određena je procesom svjetlosnog ubrzanog starenja. Na slikama 41, 42, 43, 44, 45, 46 prikazane su kolorne promjene za amplitudno modulirani točkasti raster u vremenskom periodu od 0 do 24 h. Pritom su analizirana dva najkarakterističnija polja (40% i 80%)



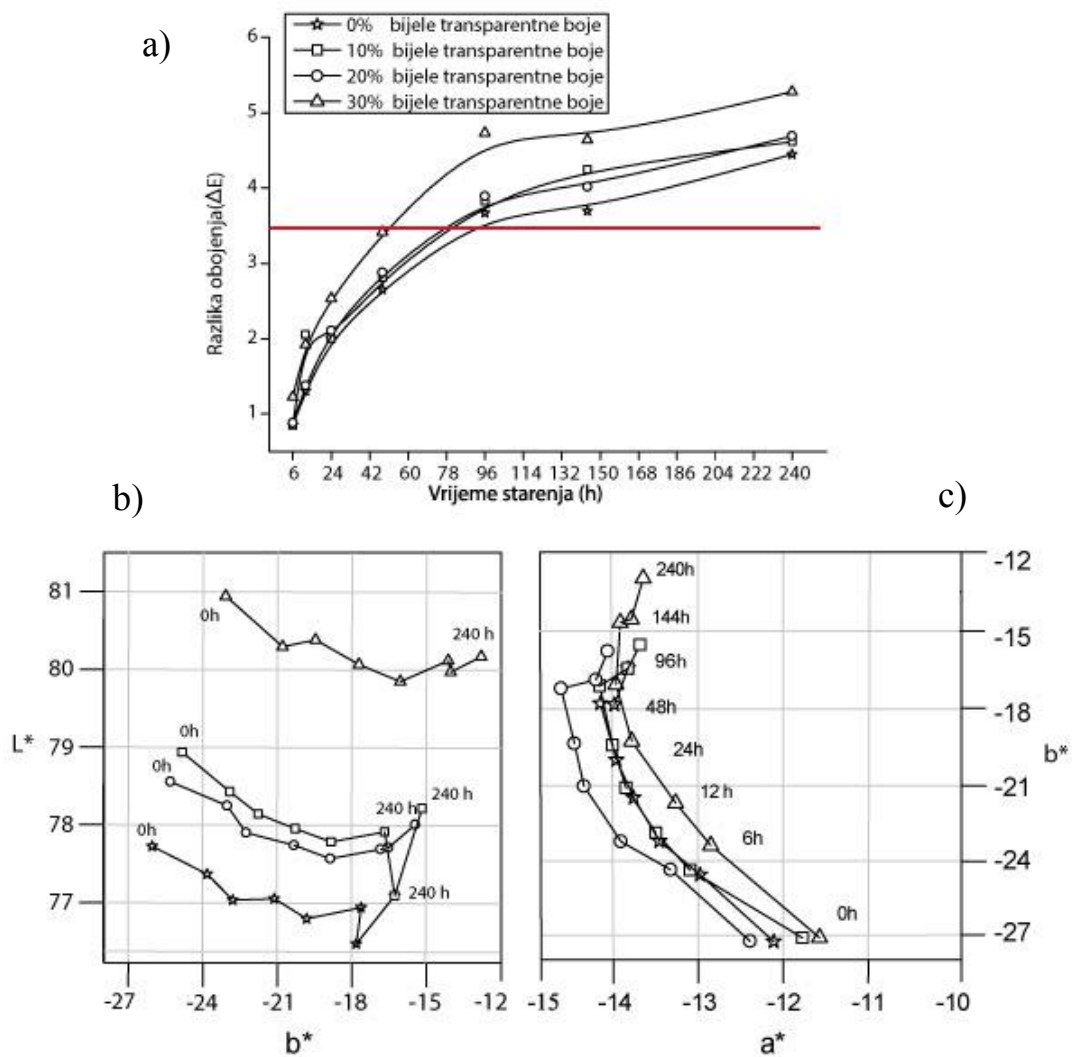
Slika 41. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 1 (AM raster od 80 lin/cm i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a
 a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Slika 41. prikazuje kolorne promjene cijan na uzorku 1 (40% RTV-a i 80 lin/cm). Pritom se može vidjeti kako vrijednosti razlike obojenja, kontinuirano rastu tvoreći paraboličnu krivulju. Samim time promjene cijan otisaka nastale starenjem nastupaju sporo. Najmanju kolornu promjenu pokazuje krivulja s 0% dodane bijele transparentne boje. Rezultat nije iznenađujući s obzirom da bojilo sadrži najveći postotak pigmenta, te

s time daje i najizdašnije obojenje na otisku. Ostale tri krivulje s postotkom dodane bijele transparentne boje od 10%, 20% i 30% ponašaju se slično bez obzira na udio dodane bijele transparentne boje. Krivulje sa dodatkom bijele transparentne boje od 10% i 20% do 42 h gotovo se preklapaju. Sve do 48 h uzorci pokazuju razliku obojenja koja se još nalazi u optimalnom području (ΔE je između 1 i 2) ili u području srednjih razlika (ΔE od 2 do 3,5), koje su prihvatljive za upotrebu. Nakon 48 h uzorci ulaze u područje velike razlike koja je uočljiva ljudskom oku. Kolorne promjene nakon 240 h pokazuju razliku obojenja iznad 5 (točka na krivulji 30% je blizu vrijednosti 6 razlike obojenja). Takav rezultat je potpuno neprihvatljiv jer tada uzorak pokazuje potpuno drugi (krivi) ton.

Grafikoni na slici 41. b) i 41. c) preciznije prikazuju kolornu devijaciju cijan tona za sva četiri različita sastava. Otisci bez dodataka bijele transparentne boje pokazuju najmanju promjenu tona (najviše pigmenta). Analizom promjene u svjetlini (Slika 41. c) uočeno je da se po koordinati b^* vrijednosti kreću prema 0 i uzorci postaju sve žućkastiji. Kada se promatra svaka točka krivulje na vremenskom periodu, uočava se kako se vrijednosti po L^* koordinati kreću prema minusu. Uzorak će na kraju mjerenog intervala od 240 h biti mnogo tamniji nego na početku mjerenja (0h).

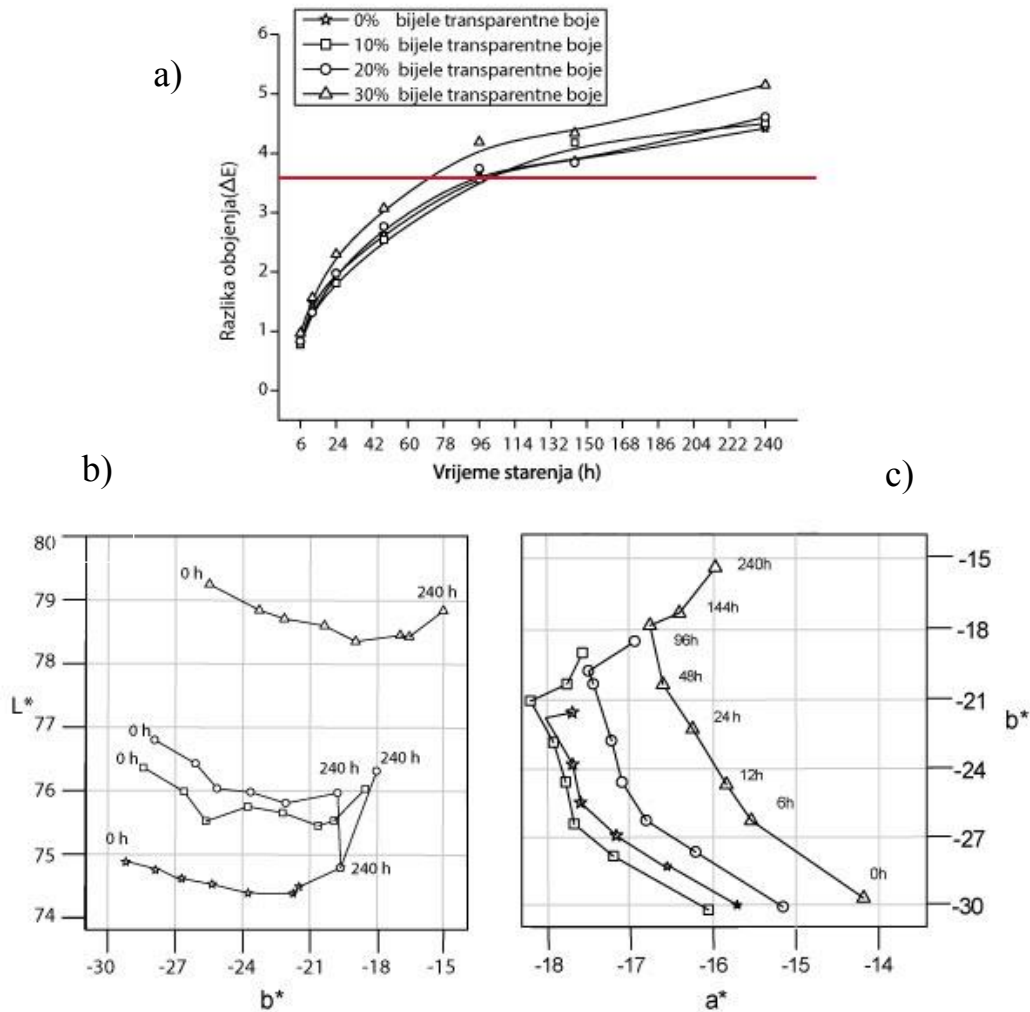
Uzorak s 10% dodane bijele transparentne boje, očekivano, daje najbliže rezultate onima s 0% dodane bijele transparentne boje. Analizirajući utjecaj dodavanja različite koncentracije transparentne bijele na proces starenja, vidljivo je da koncentracija neće značajno utjecati na otiske. Nakon 240 h promjena će iznositi $\Delta E_{0\%-30\%} = 0,14$, dok će nakon pola vremenskog perioda (96h) iznositi $\Delta E_{0\%-30\%} = 0,34$. Iz navedenih rezultata se može učiti da će se puno veće promijene na uzorku dogoditi do 96h, nakon čega će promijene biti postupne.



Slika 42. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 2 (AM raster od 100 lin/cm i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a
 a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Na Slici 42. prikazan je uzorak 2 (40% RTV-a i 100 lin/cm). U odnosu na uzorak 1, uzorak 2 pokazuje manje kolorne promjene. Samo jedna točka krivulje sa 30% punila (vremenski period od 240 h) pokazuje neprihvatljive kolorne promjene tona. Vremenski period od 24 sata još uvijek pokazuje optimalnu razliku obojenja. Od 48 h do 144h krivulje sa malom koncentracijom pigmentata daju rezultate srednje ili velike razlike obojenja. Krivulja s 30% dodane bijele transparentne boje ponovo daje najlošije rezultate i velike promjene u obojenu. Iako se većina vrijednosti nalazi u granicama normalnih i srednjih promjena, maksimalne razlike između krivulja puno su veće. Različiti dodaci bijele transparentne boje na kraju eksperimenta ostvario je razliku u

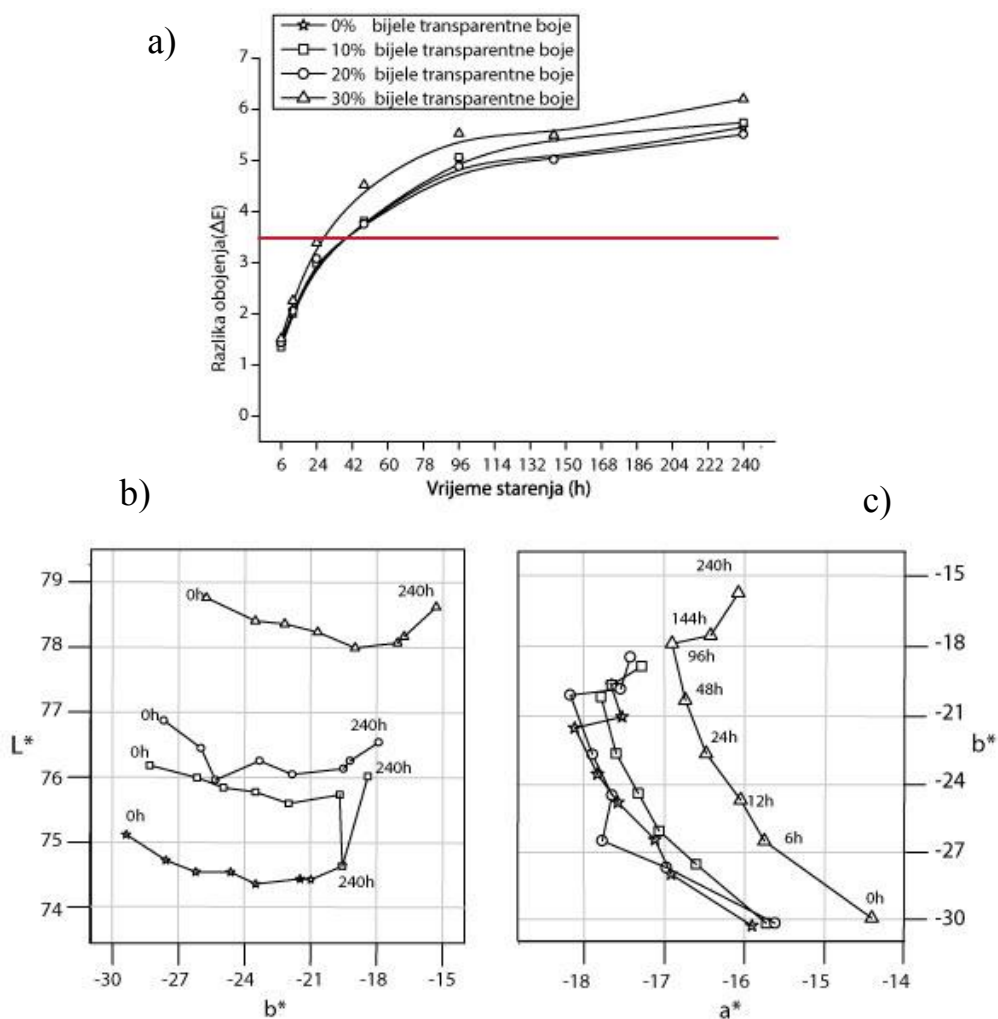
obojenju od $\Delta E_{0\%-30\%} = 0,83$, dok je na pola vremenskog perioda eksperimenta ostvarena razlika od $\Delta E_{0\%-30\%} = 1,06$. Do većih promjena na uzorku dolazi u vremenskom periodu od 96h. Kolorne devijacije također su se slično ponašale kao i kod uzorka 1. Uzorak je na početku mjerenja svjetliji, a sa vremenom postaje tamniji. Vrlo zanimljiv rezultat vidljiv je kod krivulja dodane bijele transparentne boje od 10% i 20% koje su potpuno zamijenile mjesta. Krivulja s 10% dodane bijele transparentne boje pokazuje lošije rezultate, dok je krivulja 20% bliža idealnoj krivulji od 0%.



Slika 43. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 3 (AM raster od 150 lin/cm i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

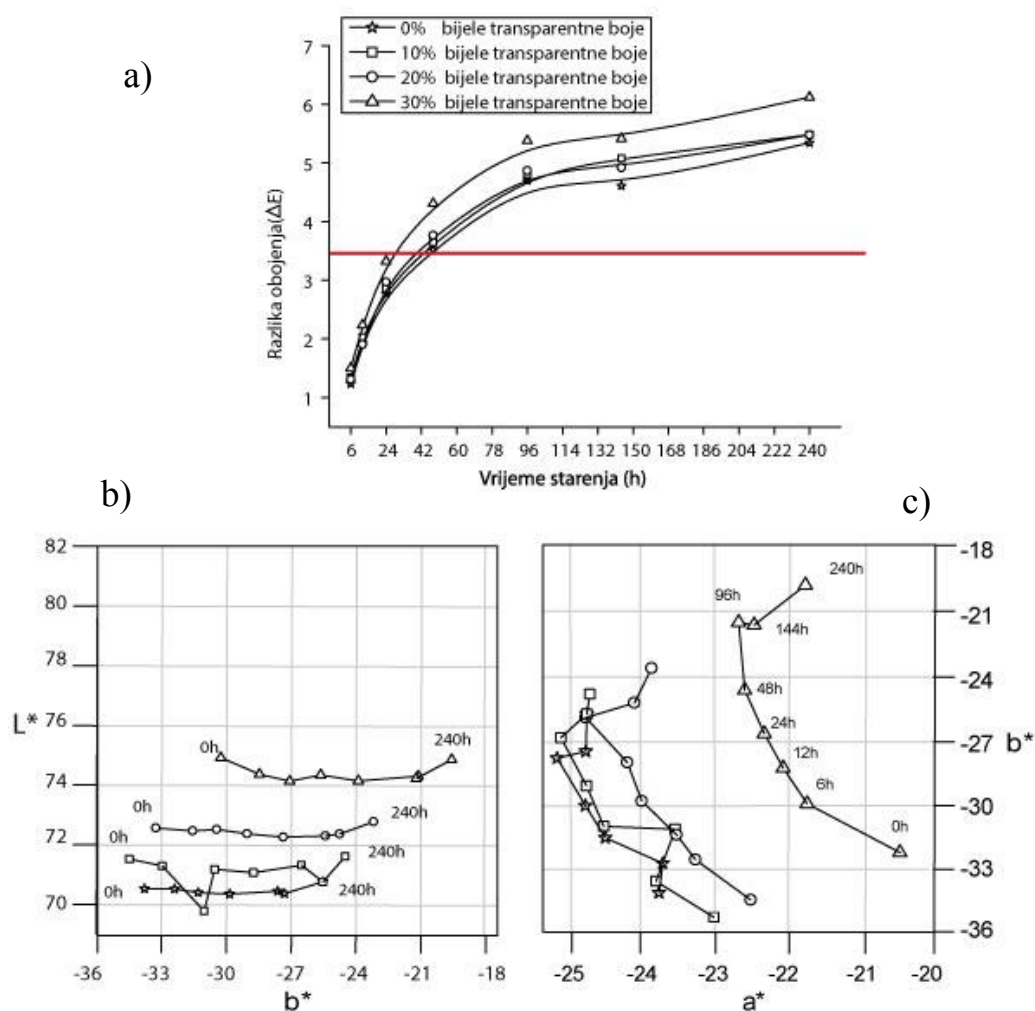
Uzorak 3 (40% RTV-a i 150 lin/cm) pokazuje najbolje rezultate u usporedbi s ostalim AM rasterima. Tako je $\Delta E_{0\%-30\%} = 0,73$, dok je na pola vremenskog perioda eksperimenta ostvarena razlika od $\Delta E_{0\%-30\%} = 0,50$. Do većih promjena na uzorku dolazi

u vremenskom periodu od 96h. Kolorne vrijednosti do vremenskog perioda od 96 h spadaju u optimalno područje. Nakon 6 i 12 sati ostvarene su vrlo male razlike u obojenju koje ljudsko oko nikako ne vidi. Uzorak 3 je jedini od AM rastera koji nema niti jednu kolornu vrijednost koja će formirati razlike obojenja koje prelaze granicu od $\Delta E > 5$. Krivulje od 0%, 10% i 20% dodane bijele transparentne boje, gotovo se preklapaju, dok je krivulja 30% neznatno veća. 2D devijacije pokazuju kako uzorak 3 daje najtamnije cijan obojenje. Promjene se gotovo linearno kreću prema žutom području po b^* koordinati. To kretanje je kod uzorka 3 izraženije nego kod prethodna dva.



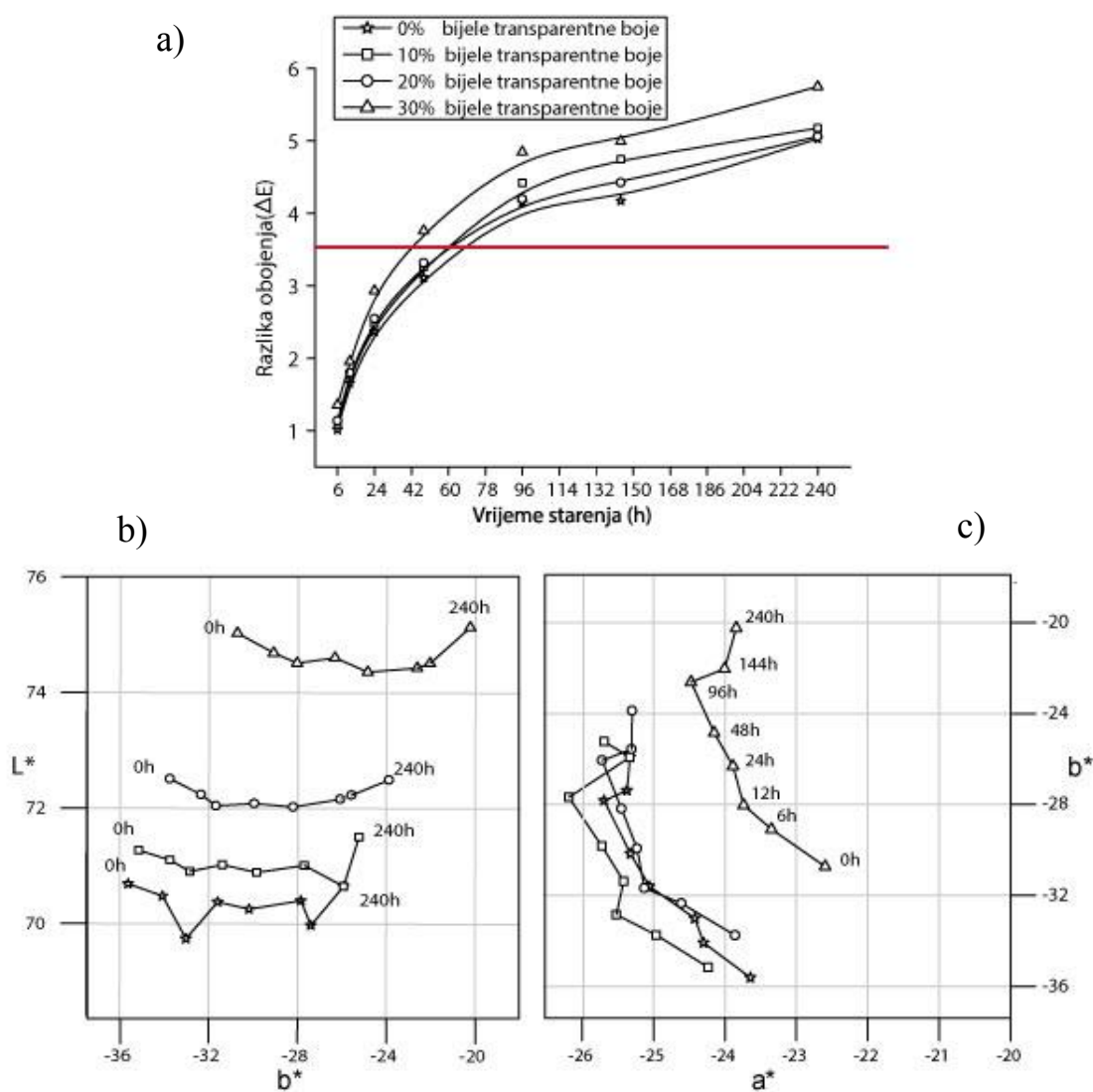
Slika 44. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 4 (FM raster od 10 mikrona i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Uzorak 4 (40% RTV-a i finoćom rastera od 10 mikrona) pokazuje lošije rezultate u odnosu na AM raster. U vremenskom periodu od 24 h vrijednosti razlike obojenja se nalaze u granicama malih ili srednjih vrijednosti kolornih promjena. Od 48 h do 96 h promjene se nalaze u granicama velike razlike. Sva daljnja izlaganja UV svjetlosti rezultiraju velikom promjenom tona te nemogućnošću korištenja. Razlike ostvarene dodane bijele transparentne boje nisu velike. Krivulje od 0%, 10% i 20% posto gotovo su u preklapanju. Vrijednost po L^* koordinati pokazuju da su rastrirani otisci nešto svjetliji s obzirom na AM rastere, dok kretanje po a^* i b^* koordinati daje gotovo iste rezultate kao i uzorak 3 (uočava se lagano žućenje otiska). Rastertonska vrijednost na kraju starenja iznosi $\Delta E_{0\%-30\%}$ iznosi 0,55, a na pola vremenskog perioda iznosi $\Delta E(48h) = 0,74$.



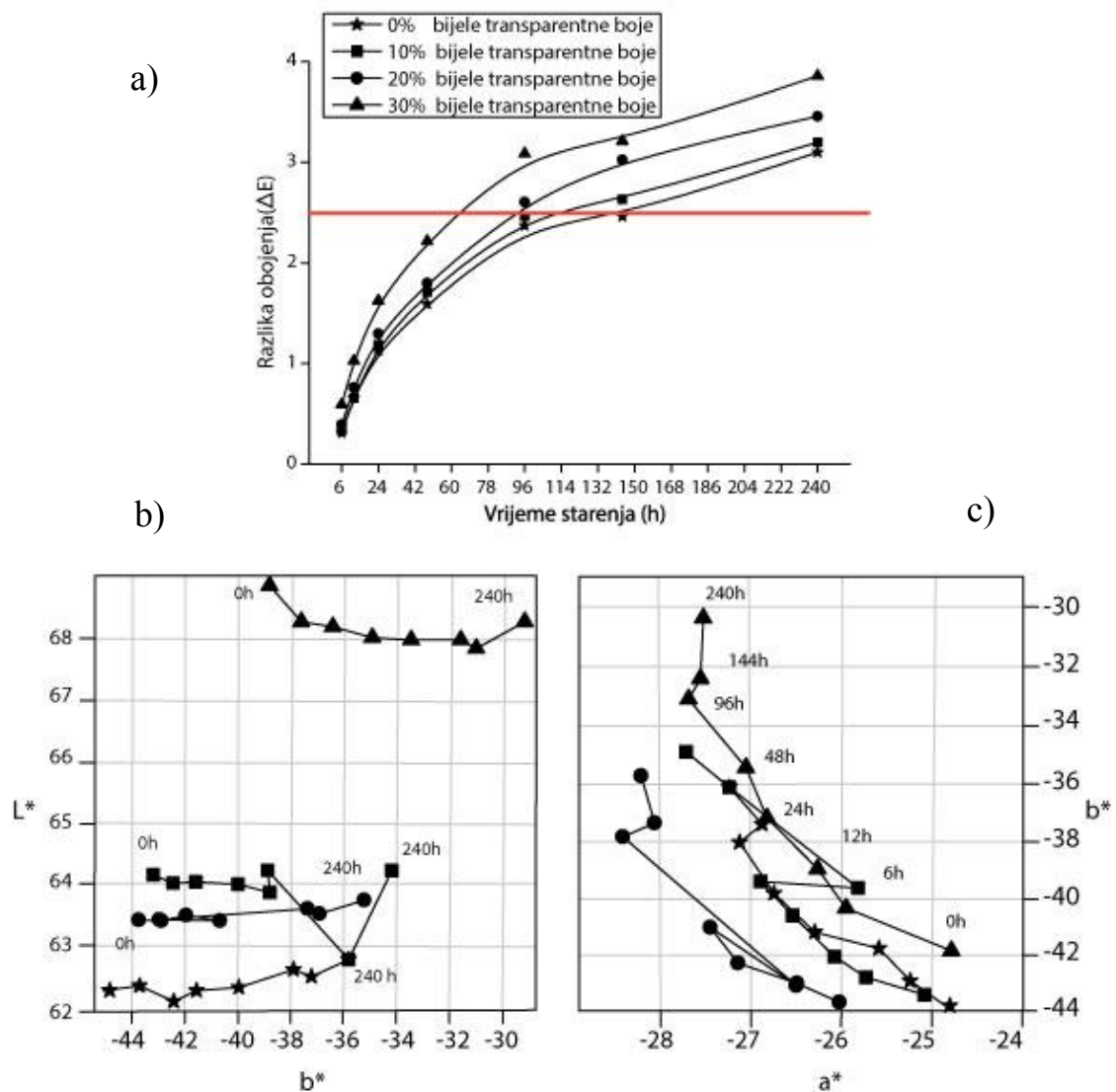
Slika 45. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 5 (FM raster od 20 mikrona i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Uzorak 5 generiran je s finoćom elemenata od 20 mikrona. Kod rastertonskih površina od 40% razlika obojenja slična je razlici obojenja kao i kod uzorka 4. U vremenskom periodu od 6 h do 24 h promjene su u granicama srednje razlike obojenja, no nakon 96 h razlike postaju velike i neprihvatljive. Vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) iznosi 0,78, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (96h) = 0,68. S obzirom na finiji FM raster, ostvaruje se puno je manja kolorna promjena nakon maksimalnog djelovanja UV svjetlosnog izvora. Uzorak 5 tako daje svjetlije cijan otiske, gotovo kao i uzorak 3. Samim time na koordinati a^* promjene su veće, te se krivulje kreću prema crvenoj.



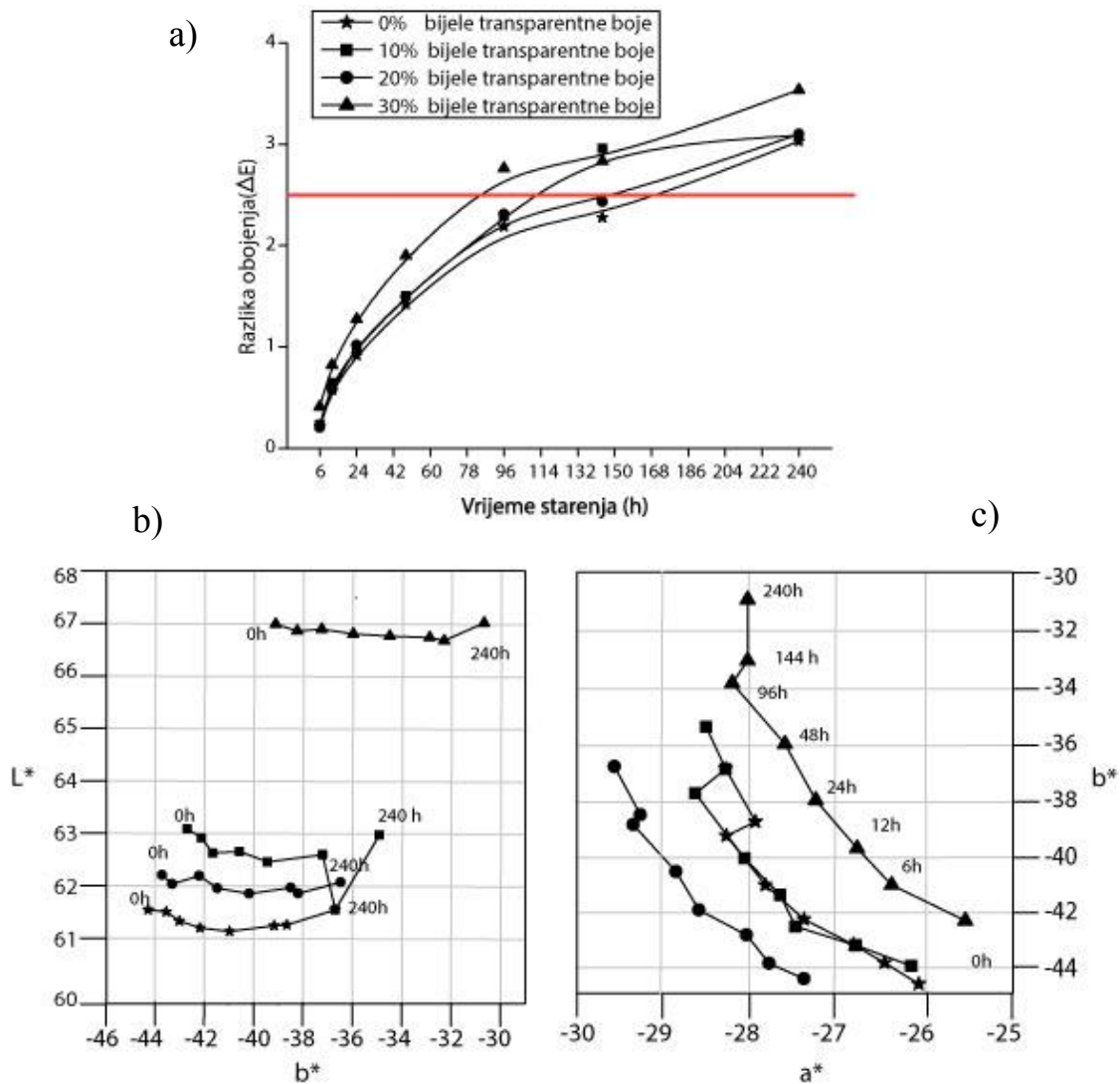
Slika 46. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 6 (FM raster od 25 mikrona i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Uzorak 6 ima finoću rasterskih elemenata od 25 mikrona. Od svih analiziranih uzoraka daje najbolje rezultate u periodu do 48 h. Kolorne vrijednosti se nalaze unutar optimalnih ili srednjih kolornih promjena. Potpuno drugačiji cijan ton ostvarit će se dodatkom 30% bijele transparentne boje i izlaganju svjetlosti u trajanju od 240 h. Od svih uzoraka (AM I FM) uzorak 6 ima najveće tonske promjene koje su vidljive u području plavog i zelenog tona. Kretanje po a^* i b^* osi isto je kao i kod prethodnih. Vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) iznosi 0,72, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (48h) = 0,69. Sa povećanjem pokrivenosti površine na svim analiziranim uzorcima će doći do pada kolornih vrijednosti tako da će se većim RTV-om ostvariti i stabilniji otisci na starenje.



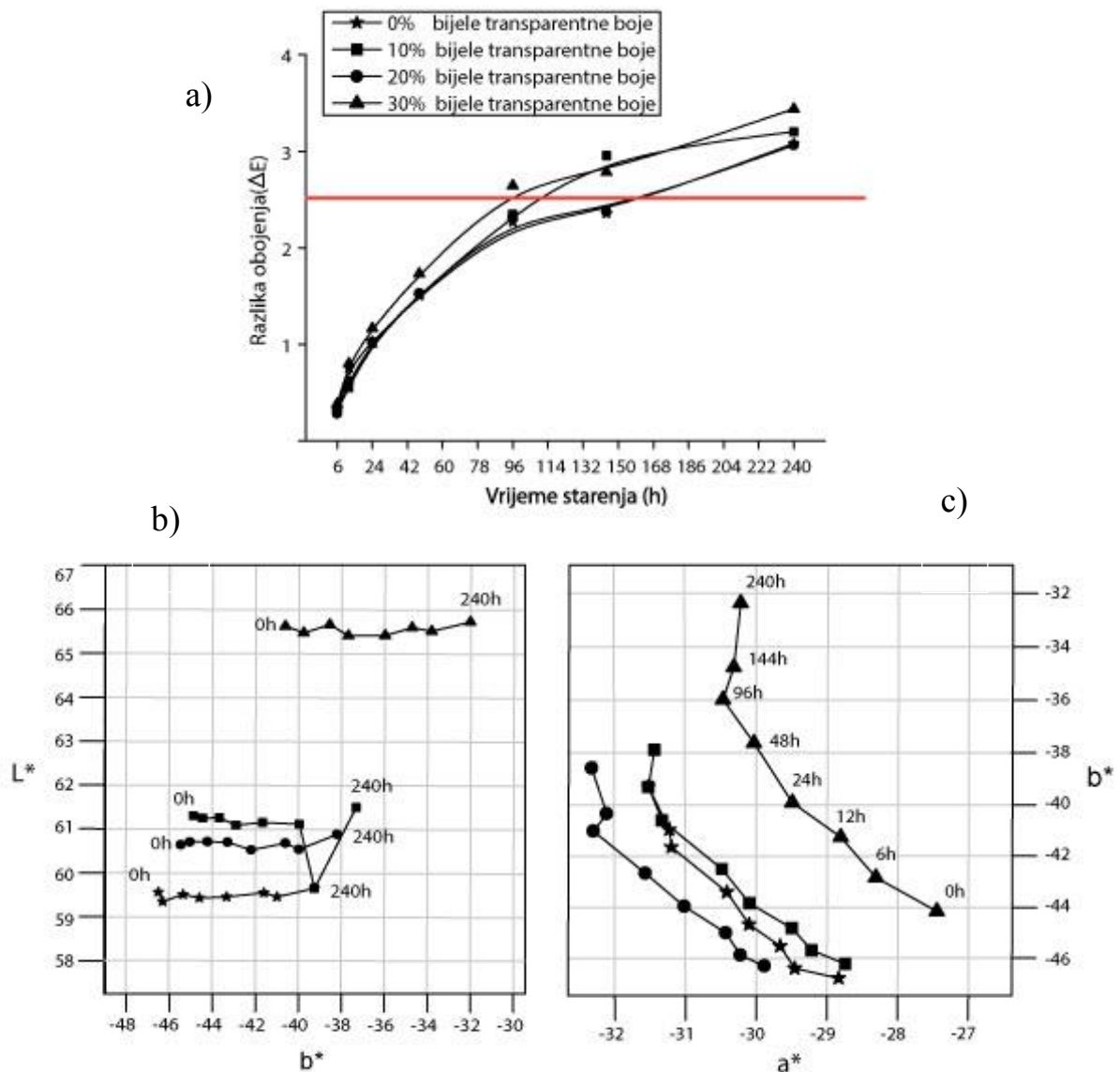
Slika 47. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 1 (AM raster od 80 lin/cm i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Slika 47. prikazuje kolorne promjene cijan tona uzorka 1 (80% RTV-a i 80 lin/cm). S obzirom na manju linijaturu, rezultati su nešto bolji. Također najbolje rezultate nakon starenja pokazuju cijan otisci bez dodane bijele transparentne boje. Gotovo sve točke kolorne promjene su u području prihvatljivosti. Jedino će otisak sa 30% punila nakon 240 sati ostvariti kolornu promjenu $\Delta E > 3,5$. Sve ostale kolorne promjene su dobre i spadaju u skupinu optimalnih, malih ili srednjih kolornih promjena. 2D grafovi b) i c) prikazuju da različiti udjeli punila ostvaruju i različitu kolornu promjenu cijan tonova. Otisci s 0% dodane bijele transparentne boje pokazuje najmanju promjenu tona. Uzorci s 80% RTV-a su očekivano tamniji od 40% RTV-a. Mjerni uzorak s 30% dodane bijele transparentne boje puno je svjetliji od ostalih. Vidljiva je tonska promjena po koordinati b^* koja se kreće prema ishodištu. Može se primijetiti da su kolorne promjene sa dodatkom 20% punila najujednačenije i gotovo linearne. Vrijednosti svjetline na L^* koordinati nemaju veliki pad. To nije slučaj za cijan uzorke koji sadrže 0%, 10% i 30% punila. Kod njih se vidi lagani rast svjetline. Uzorak od 30% će na po završetku simuliranog starenja biti tamniji. Vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) iznosi 0,76, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (48h) = 0,71.



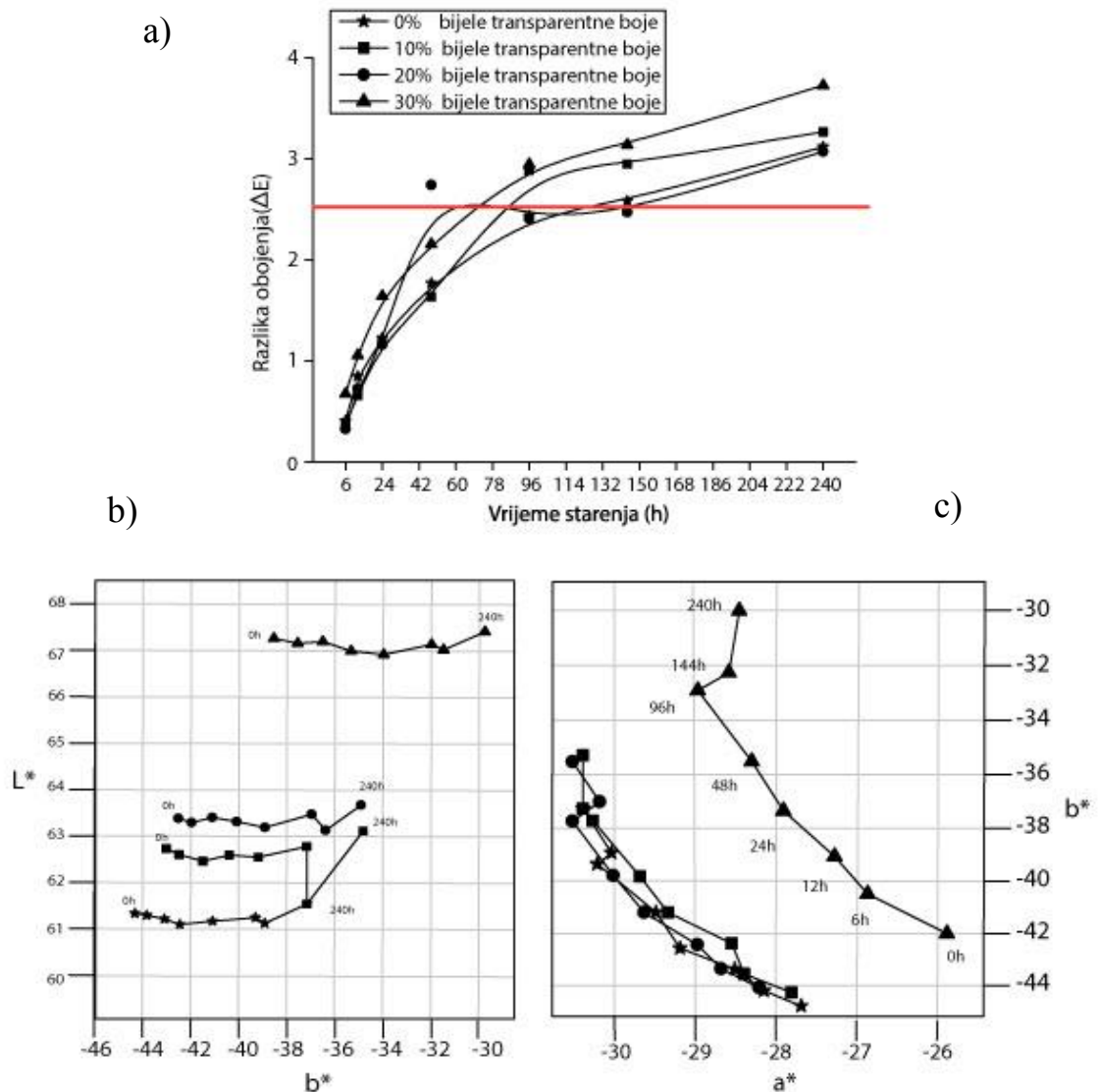
Slika 48. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 2 (AM raster od 100 lin/cm i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a
 a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Slika 48. prikazuje kolorne promjene cijan tona uzorka 2 (80% RTV-a i 100 lin/cm). S obzirom na uzorak 1, rezultati su nešto bolji. Svi cijan otisci ostvarili su kolornu promjenu ispod < 3.5 razlike obojenja. Samim time moći će se koristiti i u dužem vremenskom periodu. Uzorak s 30% dodane bijele transparentne boje ipak je nešto svjetliji od ostalih. Kromatske promjene izraženije su po koordinati b^* . Pritom vrijednosti kontinuirano padaju i tonovi lagano prelaze u zelenu. Ipak uzorak 2 biti će više plaviji od uzorka 1. Rastertonska vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) = 0,51, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (96h) = 0,57.



Slika 49. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 3 (AM raster od 150 lin/cm i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a
 a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

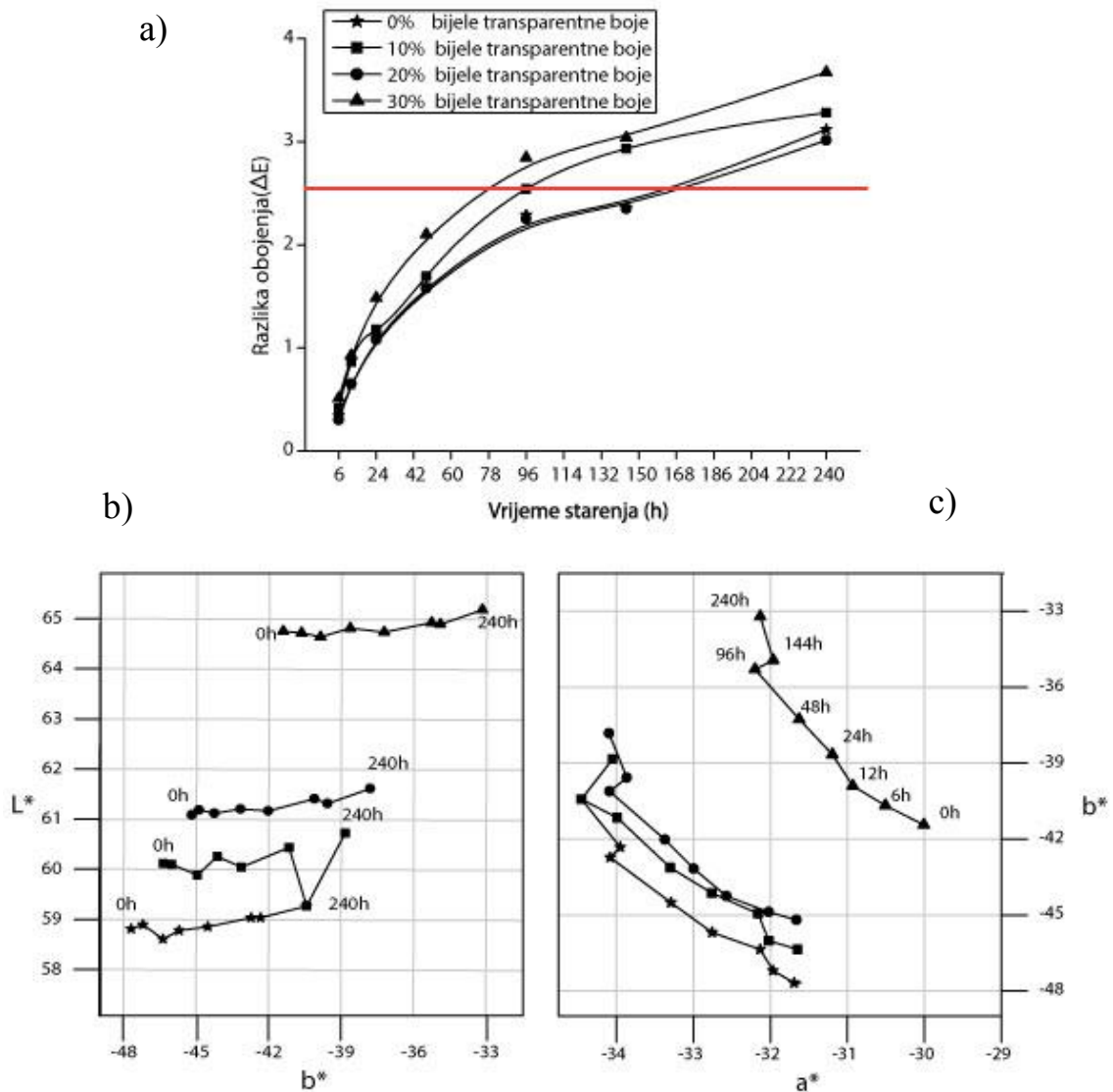
Uzorak 3 generiran je s linijaturom rasterskim elementima od 150 lin/cm. Na 80% rasterskom polju visoka linijatura dati će najbolje rezultate odnosno kolorne promjene nalaziti će se u granicama optimalnih ili malih promjena. Cijan otisci neće preći granicu od $\Delta E < 3,5$. Za ovakve uzorke karakterističan je utjecaj bijele transparentne boje. Dodatkom 10% bijele transparentne boje uopće se neće utjecati na promjenu tona, a samim time ni ubrzano starenje neće izvršiti kolornu promjenu. Tako je $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) = 0,36, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (96h) = 0,38.



Slika 50. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 4 (FM raster od 10 mikrona i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a
 a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Kod viših tonskih vrijednosti (80%) ne zamjećuju se veće razlike između FM i AM načina rastriranja. Pritom su one manje u odnosu na srednja tonska područja (40%). U vremenskom periodu od 12 h sa pokrivenošću površine od 80% i finoćom rastera od 10 mikrona ostvariti će se vrlo male kolorne promjene ($\Delta E < 1$). Od 24 h do 48 h razlike su optimalne, a sve do vremenskog perioda od 240 h razlike su unutar srednjih vrijednosti. Uzorak ne pokazuje veliku promjenu u svjetlini te se jedino s dodatkom od 30% bijele

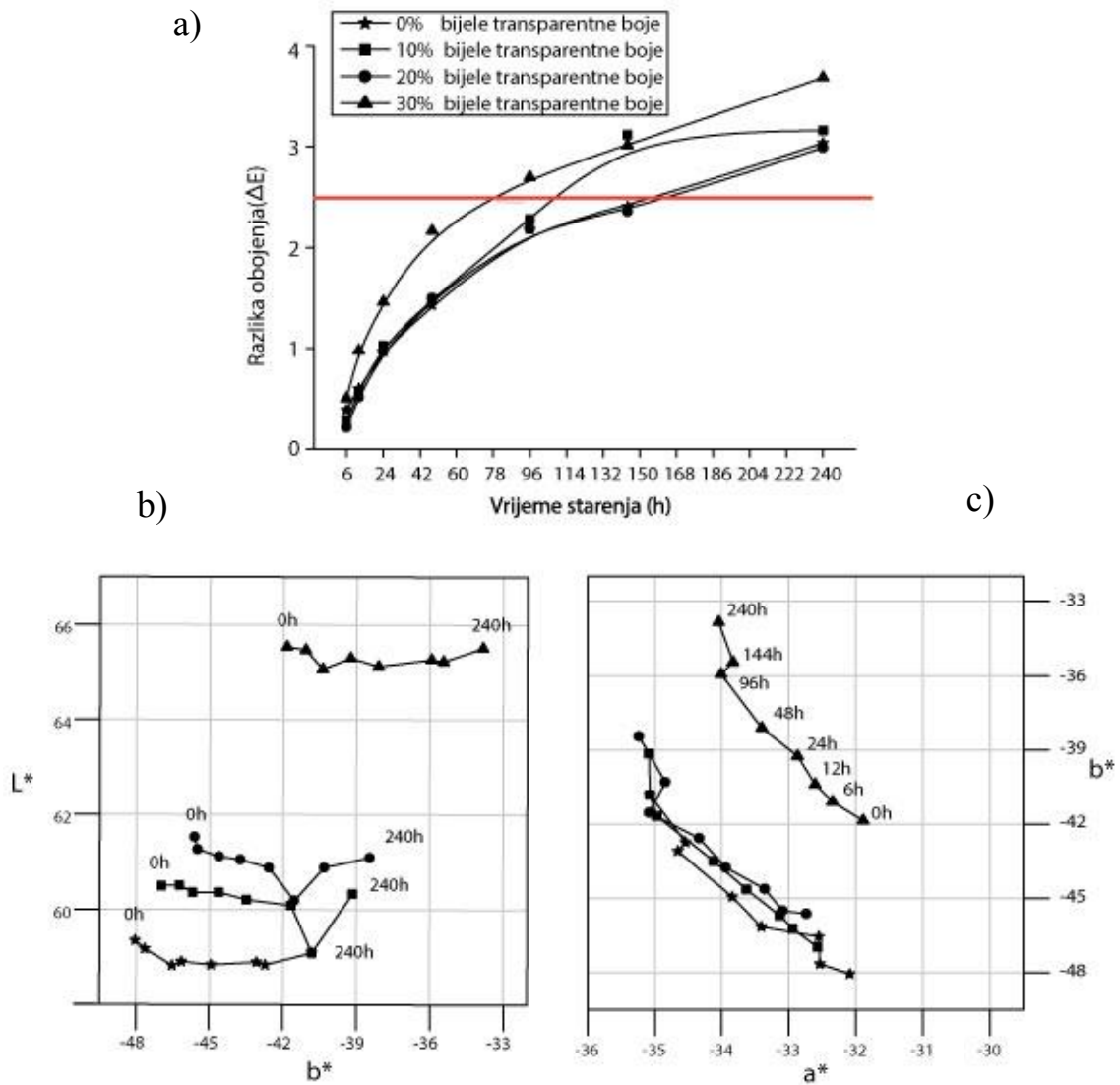
transparentne boje ostvaruje veća kolorna promjena (gubitak po koordinati a*). Rastertonska vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) je 0,61, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (96h) = 0,51.



Slika 51. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 5 (FM raster od 20 mikrona i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

Uzorak 5 generiran je s finoćom rasterskih elemenata od 20 mikrona. Promjene u cijan tonovima vrlo su slične onima gdje je rasterska točka veličine 10 mikrona. Starenje u vremenskom periodu od 24 h do 48 h dati će okom jedva vidljive kolorne promjene $\Delta E < 2$. Maksimalnim izlaganjem UV svjetlosti kolorne vrijednosti doseći će granicu od $\Delta E > 3,5$. Promjene po svjetlini i kromatičnosti identične su onima otisnutim na uzorku 4,

međutim cijan tonovi otisnuti sa grubljim rasterom biti će više kromatski zasićeniji i posjedovati će manju svjetlinu. Rastertonska vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) je 0,56, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (96h) = 0,55.

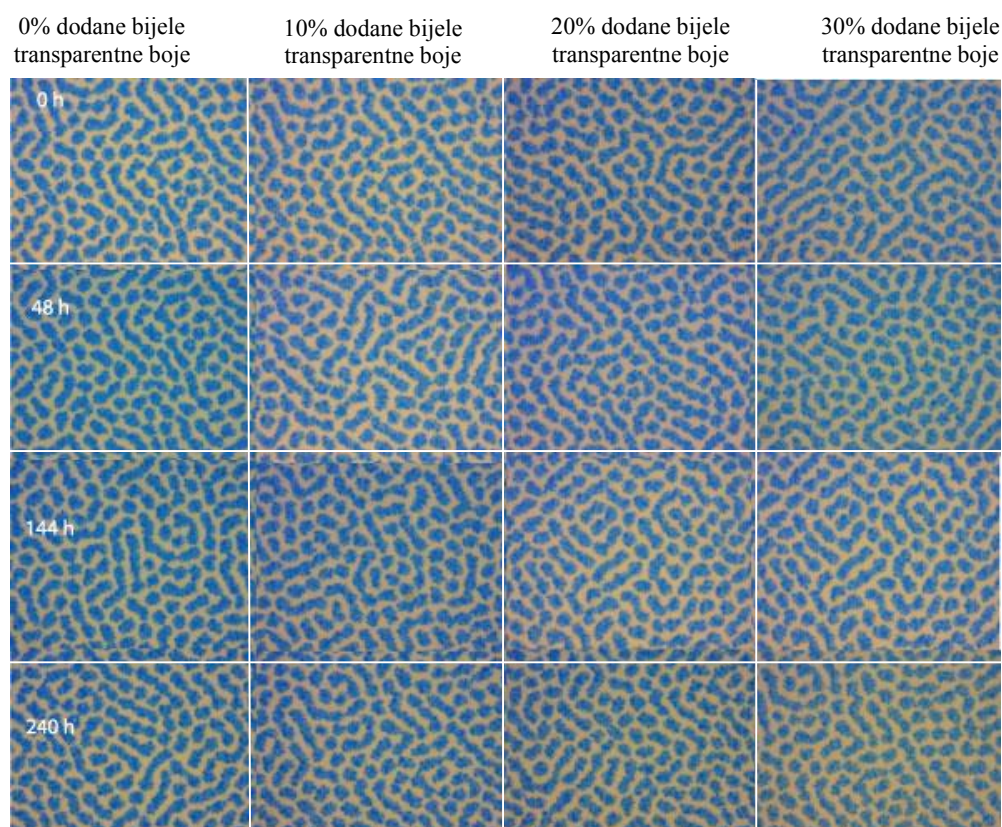


Slika 52. Prikaz kolorne promjene cijan tona za Uzorak 6 (FM raster od 25 mikrona i 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a
a) razlika obojenja b) razlika u svjetlini i c) razlika u kromatičnosti

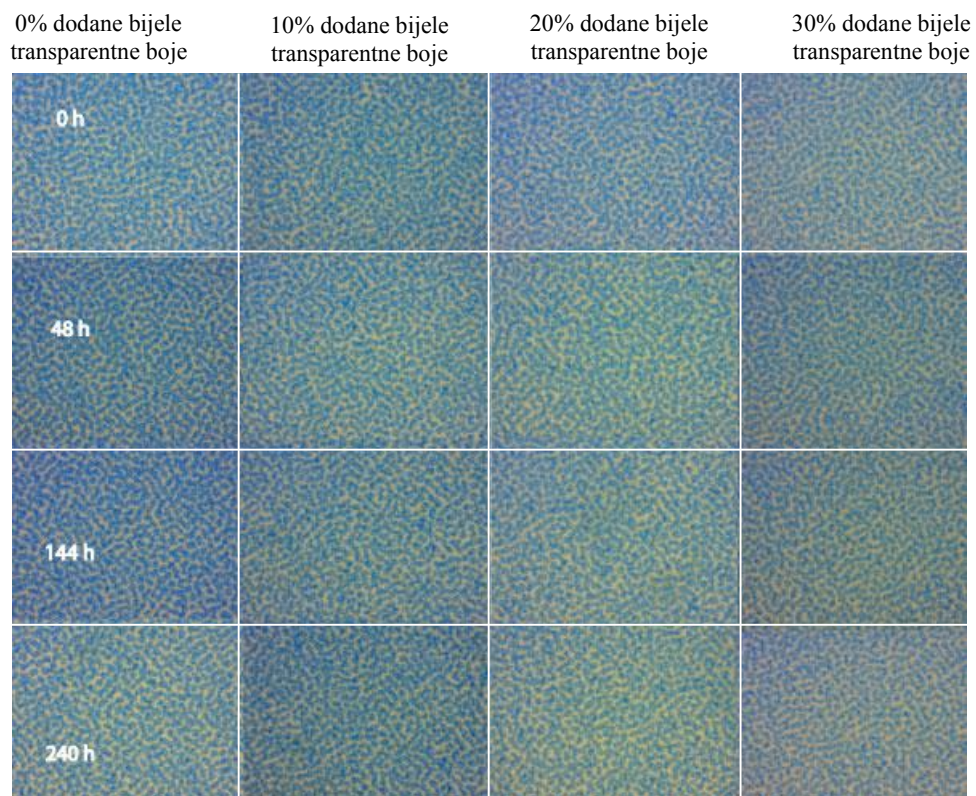
Uzorak 6 generiran je s rasterskom veličinom elementa od 25 mikrona. To je ujedino i najgrublji FM raster s RTV pokrivenošću od 80%. Tijekom prvih 12 h kolorne promjene su zanemarive. Nakon toga započinje degradacija otisaka koja će rezultirati sa maksimalnim $\Delta E = 3$. Vrijednost $\Delta E_{0\%-30\%}$ (240 h) je 0,65, a $\Delta E_{0\%-30\%}$ (96h) = 0,42. Kod

ovakvog FM rastera zamjetiti će se da udio punila utječe na postojanost ftalocijanidni otisaka. To je vidljivo i kod bojila sa dodatkom 10% i 20% punila koja će započeti svoju promjenu tek nakon 96 h.

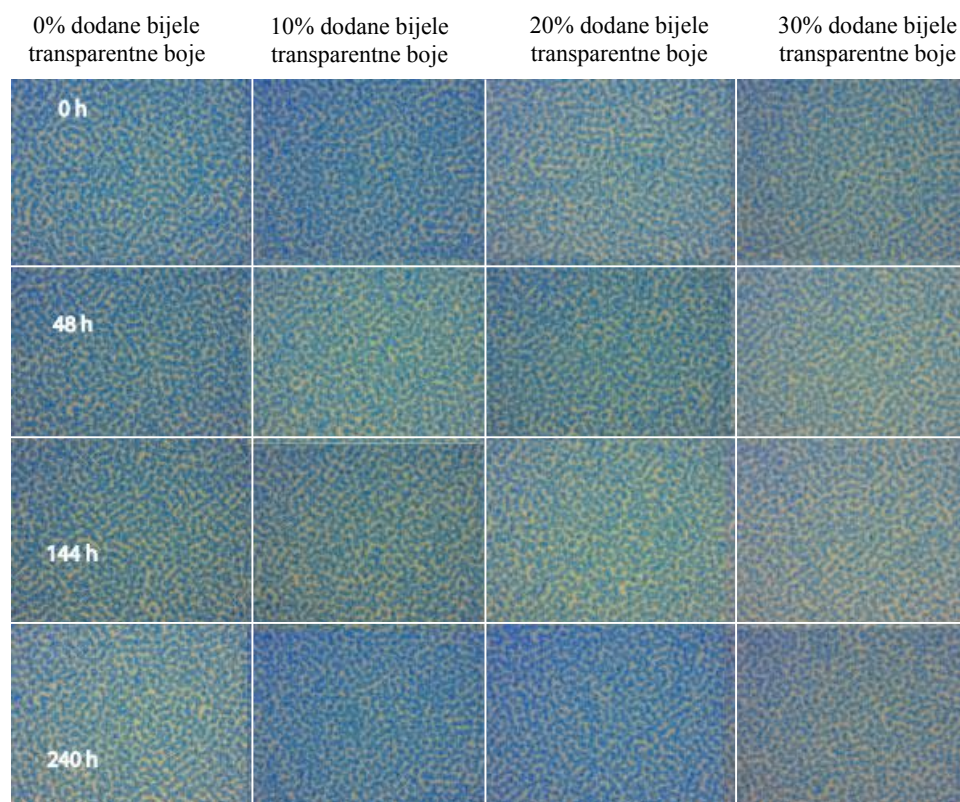
Osim kolorimetrijske analize utjecaja rastera i koncentracije dodataka bijele transparentne boje napravljena je i vizualna provjera. Pritom su karakteristični uzorci slikani od povećanjem od x60. Snimana su sva polja na uzorku, no u ovom radu su prikazana samo ona za koja su se i izvršila spektrofotometrijska mjerenja (40% i 80% RTV-a). Za prikaz vizualne promjene rastera uzeli su se vremenski intervali od 0, 48, 144 i 240 h. Na svim uzorcima vidljive su promjene nastale dužim izlaganjem UV svjetlosti u komori. No doživljaj tonova na slikovnoj analizi vrlo je subjektivan. Slikovna analiza služi nam za grubu usporedbu te daju samo okvirnu informaciju o ponašanju tona, kojeg smo precizno izmjerili spektrofotometrom. Na slikama od 53 do 63. mogu se vidjeti vizualne promjene uzoraka nastale starenjem.



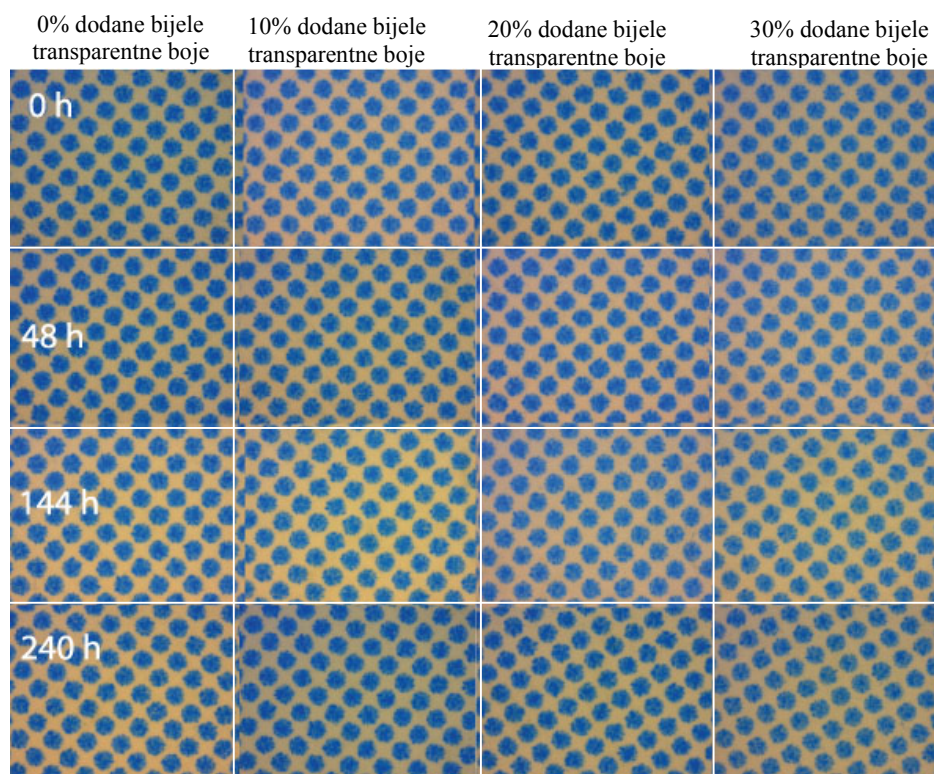
Slika 53. Uvećani prikaz Uzorka 1 (AM raster od 80 lin/cm , 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a



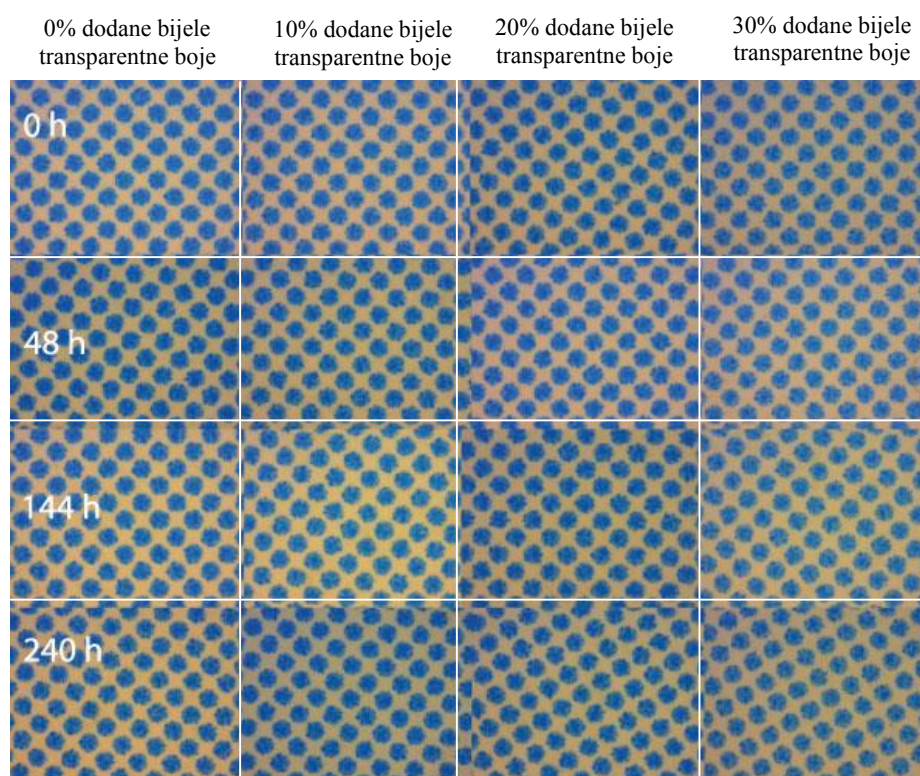
Slika 54. Uvećani prikaz Uzorka 2 (AM raster od 100 lin/cm , 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a



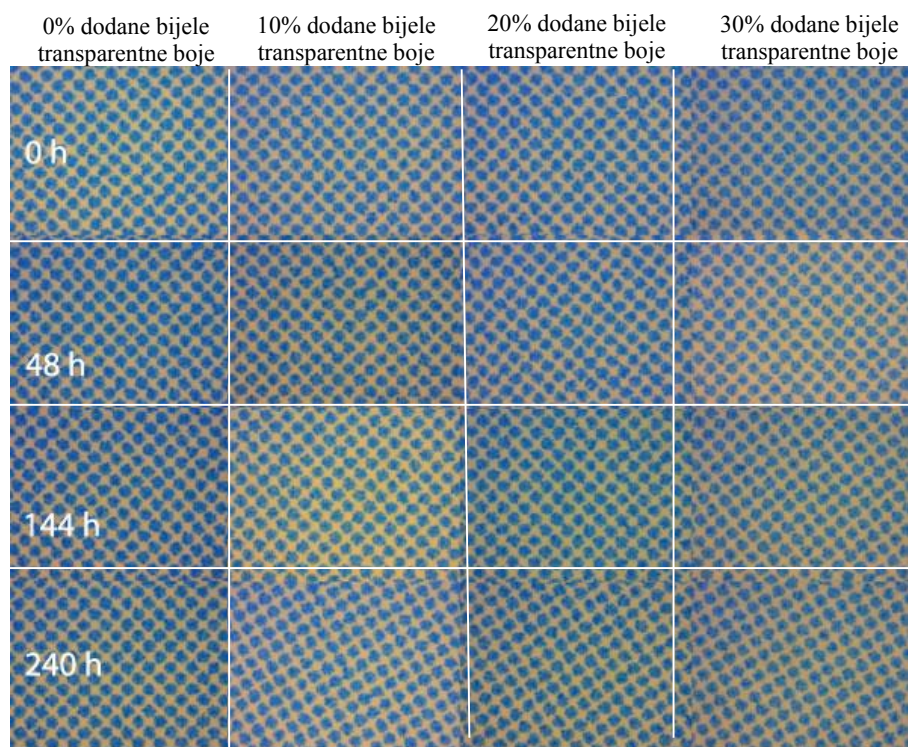
Slika 55. Uvećani prikaz Uzorka 3 (AM raster od 150 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a



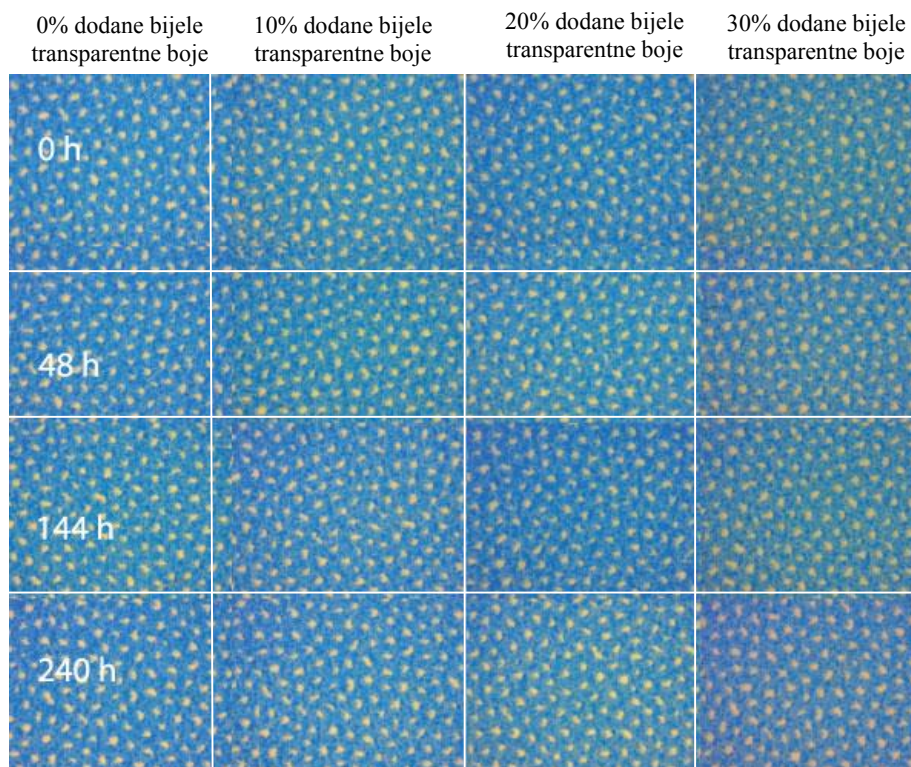
Slika 56. Uvećani prikaz Uzorka 4 (FM raster od 10 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a



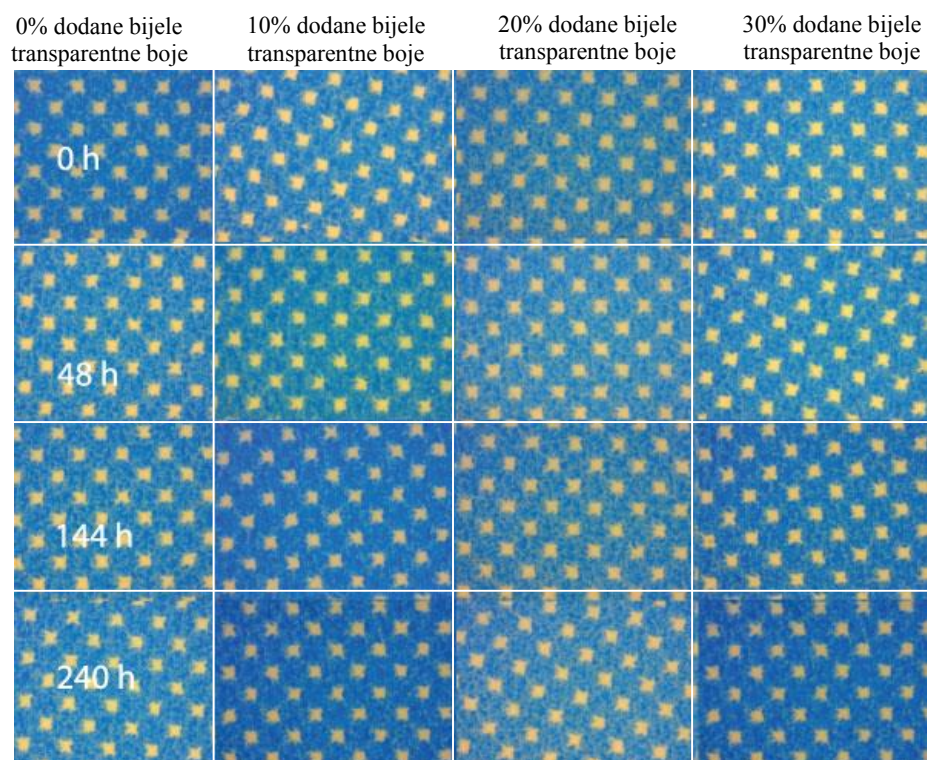
Slika 57. Uvećani prikaz Uzorka 5 (FM raster od 20 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a



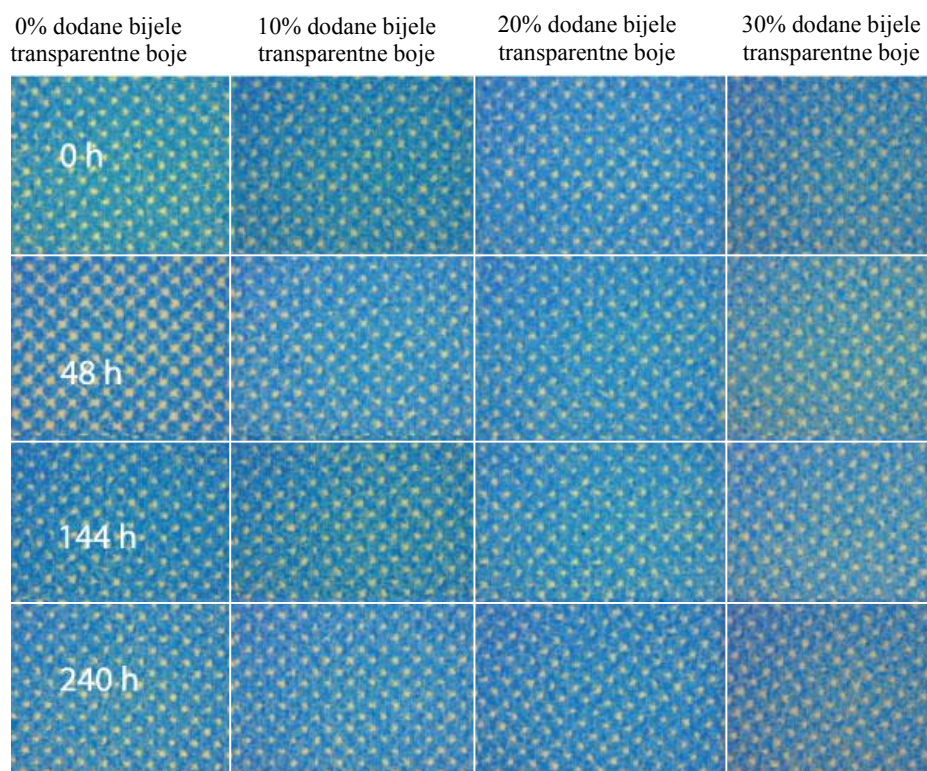
Slika 58. Uvećani prikaz Uzorka 6 (FM raster od 25 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 40% RTV-a



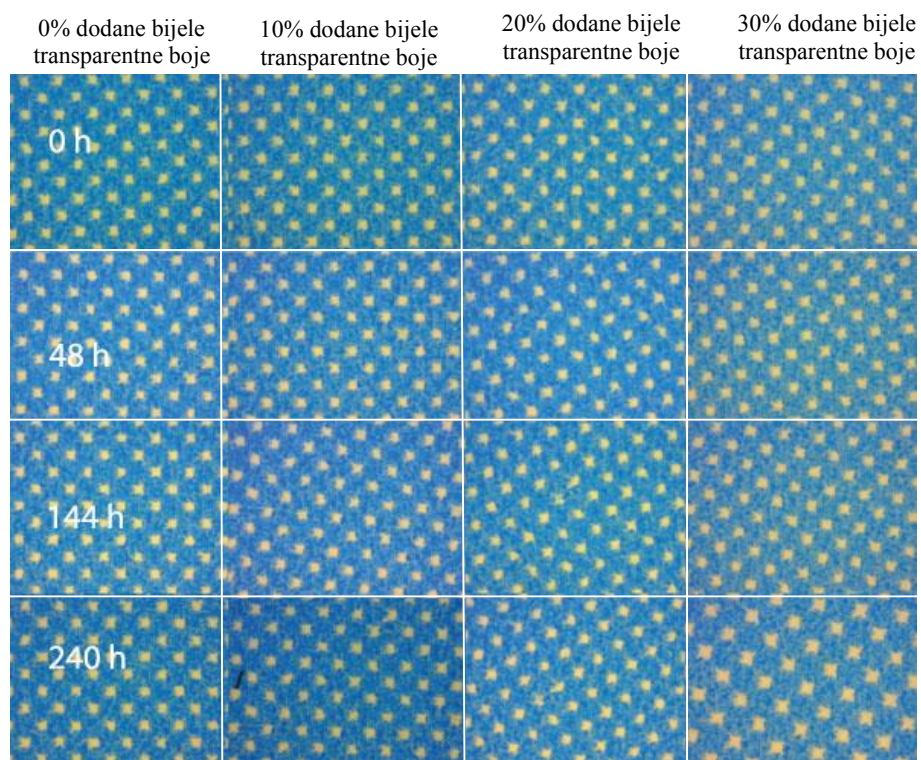
Slika 59. Uvećani prikaz Uzorka 1 (AM raster od 80 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a



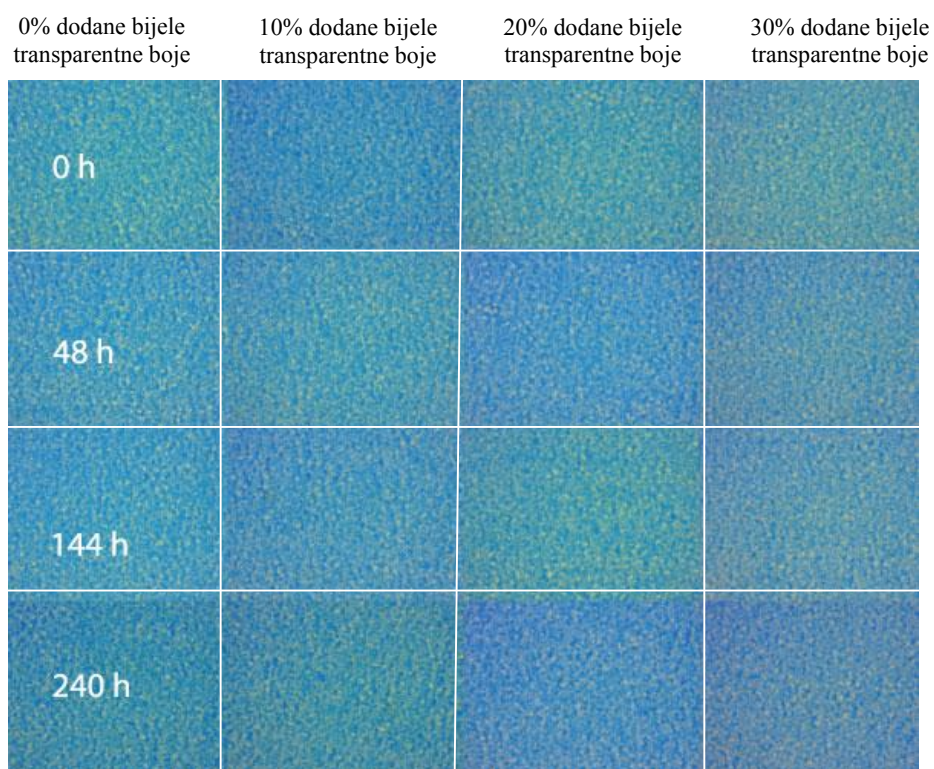
Slika 60. Uvećani prikaz Uzorka 3 (AM raster od 150 lin/cm, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a



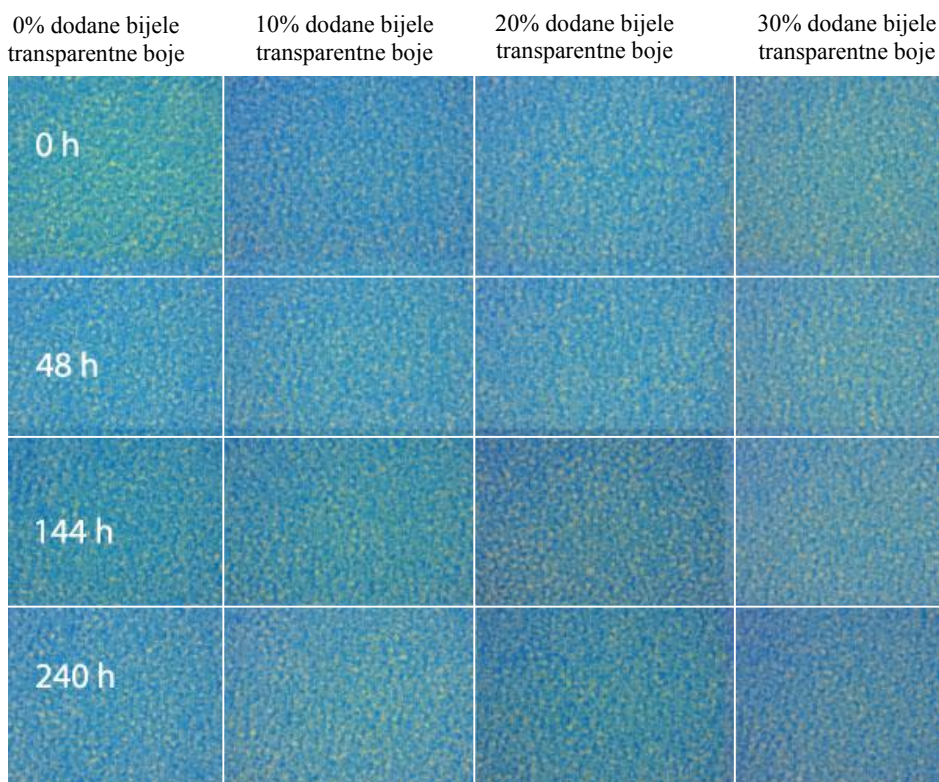
Slika 61. Uvećani prikaz Uzorka 4 (FM raster od 10 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a



Slika 62. Uvećani prikaz Uzorka 4 (FM raster od 10 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a



Slika 63. Uvećani prikaz Uzorka 5 (FM raster od 20 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a



Slika 64. Uvećani prikaz Uzorka 6 (FM raster od 25 mikrona, 0%, 10%, 20%, 30% dodane bijele transparentne boje) i 80% RTV-a

Vizualnom procjenom ovako dobivenih slika nemoguće je točno utvrditi kolika je velika ili mala razlika obojenja. Vidljivo je kako su otisci s 40% RTV-a žućkastiji. To se prepisuje tiskovnoj podlozi između rasterskih točkica. Vizualne razlike obojenja na nekim uzorcima ne prate dobivene rezultate. Razlog tomu je nestandardizirani izvor svjetlosti koji je često varirao (danje svjetlo i umjetna rasvjeta). Iz uvećanih slika može se uočiti vizualno kretanje kolornih vrijednosti prema određenom tonu ili mijenjanje svjetline s obzirom na ispitivani raster. Kod FM rastera može se uočiti kako rasterski elementi postaju mutniji s obzirom na duži vremenski period izlaganja svjetlosti. Samim time rubovi elemenata postaju manje oštri. Kod uzoraka s 80% RTV-a uočavaju se ujednačenije razlike obojenja, a razlog tomu je veća pokrivenost površine i manji utjecaj papira.

5. ZAKLJUČCI

Cijan ofsetno bojilo pokazalo se kao vrlo stabilno. Samim time omogućeno je dodavanje sastojaka kojim će se pojeftiniti cijena bojila. Izvršeni eksperiment je pokazao je kako ipak dolazi do postepene promjene u obojenju što direktno ovisi o duljini izlaganja uzoraka starenju. Prilikom izlaganja simulacijskom starenju ključnim se pokazalo vrijeme $t = 96\text{h}$. Nakon 96 sati udio transparentne bijele u bojilu se stabilizirao i bez obzira na daljnji period izlaganja dolazilo je do konstantne promjene. Također nastale razlike obojenja su puno veće kod nižih tonskih vrijednosti nego kod viših tonskih vrijednosti.

Cijan otisci s 0 % dodane bijele transparentne boje pokazuje najbolje rezultate, što je logičan slijed s obzirom na činjenicu da sadrži najveći postotak pigmenta koji je zaslužan za obojenje. Kod uzoraka 1 i 2 (40% i 80% dodane bijele transparentne boje) pojavljuje se zanimljiv rezultat za krivulje od 10% i 20% dodane bijele transparentne boje. Kod obje krivulje, krivulja s 20% dodane bijele transparentne boje, bliža je idealnoj krivulji od 0% dodane bijele transparentne. Preporuka je da se može dodati 10% bijele transparentne boje za tisak svih proizvoda, a radi smanjenja cijene proizvodnje. Međutim kod onih kolornih otisaka koji se predviđaju koristiti u ekstremno dugom vremenskom periodu (monografije) nije preporučljivo dodavati dodatnu boju. Posebnice onih proizvoda koji su izloženi jakom elektromagnetskom zračenju.

Kada se usporede svi amplitudno modelirani rasteri međusobno najbolja svojstva pokazao je uzorak 3 40% i 80% RTV-a i 150 lin/cm. Veća linijatura kod točkastog rastera rezultirati će promjenama u obojenju. Uzorak 3 je jedini raster koji nema niti jednu vrijednost razlike obojenja koja prelazi granicu prikazivanja drugog tona, a koja je vidljiva ljudskom oku. Raster niže linijature ostvaruje veće razlike obojenja. Krivulje od 0%, 10% i 20% dodane bijele transparentne boje gotovo se preklapaju po vrijednostima, dok je krivulja 30% nešto viša.

Sa korištenjem frekventno moduliranih rastera srednji tonovi postati će lošiji. Sva mjerenja nakon intervala od 48 h pokazuju drastično velike razlike obojenja i prelaze

granicu >5 , što spada u razliku koju ljudsko oko vidi (ton je potpuno drugačiji). Ipak uzorak 4 s finoćom rastera od 25 mikron pokazuje najbolje rezultate između FM rastera. Veliku kolornu promjenu možemo očekivati samo ako dodamo veću količinu punila (30% dodane bijele transparentne boje i 240 h vremenski period).

Frekventno modulirani rasteri u tamnijim područjima (80% RTV-a) pokazuju puno bolje razlike obojenja. Vrijednosti ΔE su manje od 3,5. Najidealniji bi ipak bio uzorak 3 kod kojeg se sve koncentracije punila i njihove dobivene krivulje gotovo preklapaju s idealnom. Kod FM rastera veća rasterska točka dati će veću postojanost na starenje. Samim time biti će i manje promjena po svjetlini i po kromatičnosti.

Preporuka ovog rada je da se, ukoliko postoji mogućnost, za rastriranje koriste AM rasteri, linijature od 150 lin/cm. Ukoliko iz nekog razloga nije moguće koristiti AM raster, alternativa je FM raster čija je veličina rasterskog elementa 25 mikrona.

Sve krivulje uzoraka su se nakon određenog vremenskog perioda - najčešće 96 h počele kretati u smjeru žutog tona. Otisak je postao sve žućkastiji. Svjetlina otisaka je ovisila o korištenom rasteru, no vrijednosti se nisu drastično mijenjale. Većina uzoraka je na kraju mjerenja bila tamnija od početnog mjerenja.

Cijan bojilo dokazano je kao vrlo stabilno i postojano bojilo. Na temelju svega navedenog otvara se pitanje kako ostali pigmenti (žuta i magenta) reagiraju na svjetlosno starenje i da li metodama rastriranja i dodacima možemo utjecati na period korištenja otisaka? Naravno da ulogu u starenju i promjenama tona, ima utjecaj i sama tiskovna podloga. Osim toga kao dodatno područje za buduća ispitivanja je utjecaj tiskovne podloge, te kako premaz utječe na nastale razlike.

6. LITERATURA

- [1] Majnarić I., (2004). *Kvaliteta digitalnih otisaka uvjetovana starenjem tiskovne podloge*, magistarski rad, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
- [2] Korelić O. (1978). *Kemigrafija*, Viša grafička škola - Zagreb, Zagreb
- [3] Bolanča S. (1997). *Glavne tehnike tiska*, Acta Graphica, Zagreb
- [4] Kumar M. (1978). *Standardizacija izrade i eksploatacija tiskovne forme za plošni tisak*, Viša grafička škola – Zagreb, Zagreb
- [5] Kiphan H. (2001). *Hand Book of Print Media*, Springer, Berlin
- [6] R. M. Christie (2001). *Colour chemistry*, Royal Society of Chemistry United Kingdom
- [7] Thompson B. (2004). *Printing materials: science and technology*, Pira International, Surrey, United Kingdom
- [8] <http://www.studij dizajna.com/tkoscic/boje.pdf> – e-udžbenik, *Osnovni grafički materijali – grafičke boje*, 15. Listopad 2013.
- [9] Turinski Ž. (1970). *Boje, veziva, tehnike slikanja*, Biblioteka Zodijak, Beograd
- [10] Leach R.H., Pierce R.J., (1993). *The Printing Ink Manual, 5th edition*, Springer, London
- [11] Vančina V., Mikota M. (1993). *Materijali u grafičkoj proizvodnji Boje*, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- [12] [http://materijali.grf.unizg.hr/media/susenje%20TB%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](http://materijali.grf.unizg.hr/media/susenje%20TB%20[Compatibility%20Mode].pdf), predavanje dr. sc. Sonje Jamnicki iz kolegija Tiskarske boje, 25. Listopad 2013.
- [13] [http://materijali.grf.unizg.hr/media/punila_cadje_bronce%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](http://materijali.grf.unizg.hr/media/punila_cadje_bronce%20[Compatibility%20Mode].pdf), predavanje dr. sc. Sonje Jamnicki iz kolegija Tiskarske boje, 25. Listopad 2013.
- [14] <http://www.studij dizajna.com/tkoscic/boje.pdf>, 2. Studeni 2013.
- [15] Birta A. (2013.) *Utjecaj suvremenih grafičkih materijala na ofsetnu kolornu reprodukciju*, diplomski rad, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

- [16] http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Rastriranje.pdf - 2. Studeni 2013.
- [17] Bartolić T. (2012). *Utjecaj tiska dodatnih boja na kvalitetu višebojne reprodukcije*, diplomski rad, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
- [18] http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/R1%20Vjezba2.pdf – 6. Prosinac 2013.
- [19] Poljićak A., (2011). *Zaštita vlasništva reproducirane slike umetanjem digitalnog vodenog žiga*, doktorski rad, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
- [20] Zjakić I. (2007). *Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
- [21] <http://www.dierotationsdrucker.de/hybrid-raster.php> – 15. Listopad.2013
- [22] Havlíková B, Babiaková D, Brezová V, Ďurovič M., Novotná M, Belányi F (2002) *Dyes and Pigments*, Acta Chimica Slovaca
- [23] http://phy.grf.unizg.hr/media/download_gallery/F2_fizikalna%20optika_ppt.pdf, 10. Siječanj 2014.
- [24] http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Color%20Management.pdf, 10. Siječanj 2014.
- [24] Strgar M. (2006). *Uvođenje CGRT testne karte boja za karakterizaciju digitalnog fotografskog sustava*, doktorski rad, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
- [25] Eškinja S. (2013). *Svjetlosna postojanost četverbojnih i šesterbojnih HP INDIGO otisaka*, diplomski rad, Grafički fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
- [26] <http://www.na.sappi.com/paper-stock-products/euroart-plus-gloss-paper>, 11. Siječanj 2014.
- [27] <ftp://ftp.amoscz.cz/produkty/prinergyEVO/relnote4.0.pdf>, 11. Siječanj 2014.

7. PRILOZI

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	0,00	0,00	0,00	0,00
	75,4506	-15,9344	-29,3592				
6 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	1,0998	0,3701	0,5231	0,8938
	74,9428	-16,8991	-27,5623				
12 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	1,7287	0,5155	0,9808	1,3270
	74,7441	-17,0958	-26,2004				
24 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	2,5436	0,5558	1,4507	2,0141
	74,69	-17,54	-24,62				
48 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	3,1636	0,7107	1,7837	2,5143
	74,48	-17,80	-23,48				
96 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	4,19	0,67	2,39	3,37
	74,53	-18,07	-21,46				
144 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	4,25	0,63	2,71	3,22
	74,58	-17,49	-20,97				
240 h	75,4506	-15,9344	-29,3592	5,00	0,49	3,14	3,86
	74,78	-17,60	-19,54				

Prilog 1. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 0% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 2. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 0% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	0,00	0,00	0,00	0,00
	62,0067	-27,7012	-44,3123				
6 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	0,3121	0,1199	0,0762	0,2779
	61,8667	-28,149	-43,8185				
12 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	0,6604	0,2527	0,2250	0,5671
	61,7119	-28,5012	-43,085				
24 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	1,1269	0,4803	0,3011	0,9739
	61,45	-29,17	-42,44				
48 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	1,5911	0,4724	0,6157	1,3890
	61,46	-29,46	-41,07				
96 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	2,37	0,54	0,96	2,10
	61,38	-30,17	-39,29				
144 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	2,46	0,61	1,09	2,12
	61,29	-30,00	-38,90				
240 h	62,0067	-27,7012	-44,3123	3,10	0,31	1,48	2,70
	61,64	-30,31	-37,15				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	0,00	0,00	0,00	0,00
	79,2078	-14,9582	-25,7617				
6 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	1,3504	0,3271	0,6485	1,1384
	78,7402	-15,9263	-23,5324				
12 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	2,0367	0,3756	1,0785	1,6864
	78,6711	-16,1481	-22,1902				
24 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	2,8798	0,4921	1,5057	2,4050
	78,51	-16,48	-20,70				
48 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	3,8316	0,6766	2,0015	3,1964
	78,24	-16,68	-19,00				
96 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	4,90	0,63	2,55	4,13
	78,31	-16,80	-17,07				
144 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	4,94	0,53	2,77	4,06
	78,45	-16,43	-16,78				
240 h	79,2078	-14,9582	-25,7617	5,69	0,19	3,28	4,65
	78,93	-16,18	-15,32				

Prilog 3. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 10% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 4. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 10% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	63,3726	-27,839	-43,0105	0,00	0,00	0,00	0,00
	63,3726	-27,839	-43,0105				
6 h	63,3726	-27,839	-43,0105	0,3929	0,2056	0,0678	0,3279
	63,1283	-28,38	-42,4853				
12 h	63,3726	-27,839	-43,0105	0,7622	0,3560	0,3111	0,5978
	62,95	-28,5265	-41,4938				
24 h	63,3726	-27,839	-43,0105	1,2972	0,3757	0,4906	1,1406
	62,93	-29,25	-40,40				
48 h	63,3726	-27,839	-43,0105	1,7998	0,4726	0,7580	1,5625
	62,81	-29,57	-39,17				
96 h	63,3726	-27,839	-43,0105	2,60	0,38	1,18	2,29
	62,93	-30,10	-37,16				
144 h	63,3726	-27,839	-43,0105	3,03	1,47	1,15	2,38
	61,64	-30,31	-37,15				
240 h	63,3726	-27,839	-43,0105	3,46	0,11	1,76	2,97
	63,25	-30,17	-34,83				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	0,00	0,00	0,00	0,00
	76,5278	-15,8148	-28,3007				
6 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	1,1507	0,1997	0,6782	0,9079
	76,2502	-16,5868	-26,1428				
12 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	1,8149	0,3441	1,0257	1,4572
	76,05	-17,0045	-24,9583				
24 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	2,5484	0,4119	1,4905	2,0256
	75,96	-17,24	-23,50				
48 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	3,3579	0,5598	1,9406	2,6826
	75,75	-17,50	-21,99				
96 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	4,55	0,47	2,65	3,67
	75,87	-17,65	-19,68				
144 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	4,75	1,27	2,71	3,69
	74,78	-17,60	-19,54				
240 h	76,5278	-15,8148	-28,3007	5,09	0,23	3,20	3,95
	76,21	-17,18	-18,39				

Prilog 5. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 20% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 6. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 20% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	0,00	0,00	0,00	0,00
	63,9438	-28,2087	-42,5178				
6 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	0,3381	0,1520	0,0898	0,2884
	63,7618	-28,6289	-41,96				
12 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	0,6563	0,1060	0,2796	0,5843
	63,8168	-28,892	-41,0976				
24 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	1,1869	0,2914	0,4525	1,0579
	63,60	-29,49	-40,09				
48 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	1,7101	0,4648	0,6994	1,4897
	63,39	-29,84	-38,91				
96 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	2,46	0,30	1,12	2,17
	63,58	-30,27	-36,96				
144 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	2,63	0,54	1,32	2,21
	63,30	-29,99	-36,38				
240 h	63,9438	-28,2087	-42,5178	3,20	0,13	1,65	2,74
	63,79	-30,24	-34,90				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	77,2266	-15,7482	-27,671	0,00	0,00	0,00	0,00
	77,2266	-15,7482	-27,671				
6 h	77,2266	-15,7482	-27,671	1,1859	0,3997	0,4247	1,0325
	76,6675	-16,9097	-25,9876				
12 h	77,2266	-15,7482	-27,671	1,8733	0,8129	0,5112	1,6084
	76,0931	-17,6383	-25,3263				
24 h	77,2266	-15,7482	-27,671	2,5347	0,5877	1,2370	2,1328
	76,41	-17,50	-23,31				
48 h	77,2266	-15,7482	-27,671	3,3233	0,7558	1,6777	2,7674
	76,17	-17,73	-21,83				
96 h	77,2266	-15,7482	-27,671	4,53	0,71	2,35	3,81
	76,23	-17,96	-19,49				
144 h	77,2266	-15,7482	-27,671	4,50	0,58	2,62	3,61
	76,42	-17,40	-19,20				
240 h	77,2266	-15,7482	-27,671	5,14	0,36	3,06	4,11
	76,73	-17,30	-17,90				

Prilog 7. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 30% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 8. Izmjerene vrijednosti za Raster 1, 30% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	0,00	0,00	0,00	0,00
	68,2038	-26,5098	-38,5674				
6 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	0,5922	0,2052	0,1652	0,5304
	67,9446	-27,2157	-37,5684				
12 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	1,0272	0,2270	0,4018	0,9177
	67,9171	-27,5182	-36,5184				
24 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	1,6250	0,4699	0,6375	1,4189
	67,61	-27,98	-35,34				
48 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	2,2158	0,5793	0,9419	1,9202
	67,47	-28,28	-33,99				
96 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	3,09	0,49	1,36	2,72
	67,58	-28,76	-31,99				
144 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	3,21	0,53	1,55	2,76
	67,53	-28,48	-31,50				
240 h	68,2038	-26,5098	-38,5674	3,86	0,20	2,02	3,28
	67,95	-28,38	-29,78				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	0,00	0,00	0,00	0,00
	71,3812	-22,7699	-35,1121				
6 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	0,8479	0,3222	0,2557	0,7414
	70,9589	-23,7159	-33,7765				
12 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	1,3021	0,3162	0,6815	1,0636
	70,9668	-23,6601	-32,3972				
24 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	1,9997	0,5440	0,8576	1,7226
	70,67	-24,44	-31,30				
48 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	2,6551	0,6305	1,2247	2,2698
	70,56	-24,71	-29,84				
96 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	3,67	0,62	1,77	3,15
	70,57	-25,08	-27,62				
144 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	3,70	0,61	1,95	3,08
	70,58	-24,70	-27,31				
240 h	71,3812	-22,7699	-35,1121	4,45	0,30	2,46	3,69
	70,99	-24,66	-25,53				

Prilog 9. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 0% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 10. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 0% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	0,00	0,00	0,00	0,00
	59,5341	-31,6896	-47,6819				
6 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	0,2166	-0,0207	0,0810	0,1998
	59,5575	-31,9664	-47,206				
12 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	0,5759	0,2701	0,2643	0,4346
	59,2297	-32,1321	-46,3674				
24 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	0,9161	0,2473	0,3399	0,8140
	59,26	-32,76	-45,70				
48 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	1,4213	0,2935	0,5463	1,2789
	59,20	-33,29	-44,51				
96 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	2,19	0,30	0,84	2,00
	59,20	-34,08	-42,73				
144 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	2,28	0,27	0,96	2,05
	59,23	-33,95	-42,33				
240 h	59,5341	-31,6896	-47,6819	3,03	0,16	1,31	2,73
	59,35	-34,45	-40,43				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	72,1334	-22,9634	-34,4823				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	0,8511	0,3101	0,3297	0,7208
6 h	71,7234	-23,7399	-32,9702				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	2,0535	1,4171	0,9616	1,1331
12 h	70,2753	-23,5031	-31,0242				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	2,0020	0,5175	0,9167	1,7029
24 h	71,45	-24,43	-30,54				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	2,8122	0,6416	1,3875	2,3605
48 h	71,29	-24,67	-28,74				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	3,82	0,51	1,94	3,26
96 h	71,47	-24,98	-26,52				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	4,25	0,87	2,29	3,47
144 h	70,99	-24,66	-25,53				
	72,1334	-22,9634	-34,4823	4,62	0,21	2,60	3,81
240 h	71,86	-24,58	-24,51				
	72,1334	-22,9634	-34,4823				

Prilog 11. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 10% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 12. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 10% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	60,854	-31,6453	-46,3655	0,00	0,00	0,00	0,00
	60,854	-31,6453	-46,3655				
6 h	60,854	-31,6453	-46,3655	0,2332	0,0913	0,0325	0,2121
	60,749	-32,019	-46,0266				
12 h	60,854	-31,6453	-46,3655	0,6443	0,3055	0,2753	0,4959
	60,5034	-32,1601	-44,9554				
24 h	60,854	-31,6453	-46,3655	0,9917	0,1039	0,3866	0,9074
	60,73	-32,76	-44,13				
48 h	60,854	-31,6453	-46,3655	1,5044	0,4044	0,5418	1,3439
	60,39	-33,30	-43,14				
96 h	60,854	-31,6453	-46,3655	2,29	0,20	0,90	2,09
	60,63	-33,99	-41,15				
144 h	60,854	-31,6453	-46,3655	2,96	1,32	0,98	2,46
	59,35	-34,45	-40,43				
240 h	60,854	-31,6453	-46,3655	3,09	-0,04	1,43	2,74
	60,90	-34,05	-38,84				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	73,29	-22,4836	-33,2644	0,00	0,00	0,00	0,00
	73,29	-22,4836	-33,2644				
6 h	73,29	-22,4836	-33,2644	0,8822	0,1976	0,3995	0,7613
	73,025	-23,1985	-31,5609				
12 h	73,29	-22,4836	-33,2644	1,3774	0,1992	0,6865	1,1775
	73,0229	-23,4407	-30,4596				
24 h	73,29	-22,4836	-33,2644	2,1074	0,3901	1,0126	1,8066
	72,77	-23,89	-29,05				
48 h	73,29	-22,4836	-33,2644	2,8777	0,5010	1,4595	2,4290
	72,62	-24,07	-27,37				
96 h	73,29	-22,4836	-33,2644	3,89	0,57	1,88	3,36
	72,53	-24,61	-25,42				
144 h	73,29	-22,4836	-33,2644	4,01	0,40	2,23	3,32
	72,75	-23,98	-24,75				
240 h	73,29	-22,4836	-33,2644	4,69	0,05	2,73	3,81
	73,22	-23,74	-23,19				

Prilog 13. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 20% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 14. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 20% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	0,00	0,00	0,00	0,00
	61,8188	-31,6578	-45,1964				
6 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	0,2054	-0,0090	0,0226	0,2040
	61,8293	-32,023	-44,8931				
12 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	0,5809	0,1539	0,0989	0,5513
	61,6396	-32,5664	-44,2518				
24 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	1,0190	0,1677	0,2928	0,9615
	61,62	-33,00	-43,18				
48 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	1,4963	0,2742	0,5076	1,3806
	61,50	-33,37	-42,02				
96 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	2,31	0,21	0,84	2,14
	61,58	-34,09	-40,10				
144 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	2,43	0,24	1,00	2,20
	61,53	-33,86	-39,57				
240 h	61,8188	-31,6578	-45,1964	3,10	0,03	1,37	2,78
	61,78	-34,09	-37,81				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	0,00	0,00	0,00	0,00
	76,0812	-20,7286	-30,2817				
6 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	1,2250	0,5948	0,3573	1,0095
	75,2607	-21,8214	-28,499				
12 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	1,9229	0,8130	0,7356	1,5797
	74,9617	-22,1092	-27,0759				
24 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	2,5352	0,6993	1,1167	2,1659
	75,12	-22,34	-25,64				
48 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	3,4156	0,8848	1,5667	2,9033
	74,86	-22,58	-23,90				
96 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	4,73	0,77	2,32	4,05
	75,02	-22,65	-21,13				
144 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	4,64	0,80	2,35	3,92
	74,97	-22,47	-21,23				
240 h	76,0812	-20,7286	-30,2817	5,28	0,23	2,99	4,35
	75,76	-21,88	-19,60				

Prilog 15. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 30% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 16. Izmjerene vrijednosti za Raster 2, 30% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	0,00	0,00	0,00	0,00
	65,8822	-30,0057	-41,4345				
6 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	0,4122	0,1236	0,1158	0,3758
	65,7304	-30,5046	-40,6729				
12 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	0,8223	0,2712	0,2450	0,7366
	65,5495	-30,9311	-39,8828				
24 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	1,2742	0,1757	0,5080	1,1553
	65,67	-31,19	-38,65				
48 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	1,9012	0,3219	0,7758	1,7056
	65,49	-31,63	-37,25				
96 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	2,76	0,28	1,14	2,50
	65,54	-32,20	-35,28				
144 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	2,83	0,26	1,28	2,52
	65,56	-31,96	-34,92				
240 h	65,8822	-30,0057	-41,4345	3,54	0,05	1,65	3,13
	65,82	-32,13	-33,19				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	70,964	-23,1923	-35,616	0,00	0,00	0,00	0,00
	70,964	-23,1923	-35,616				
6 h	70,964	-23,1923	-35,616	0,7994	0,2123	0,3509	0,6861
	70,6869	-23,9167	-34,075				
12 h	70,964	-23,1923	-35,616	1,4868	0,8072	0,6137	1,0874
	69,9151	-24,2149	-33,0192				
24 h	70,964	-23,1923	-35,616	1,9722	0,3511	0,9356	1,7003
	70,51	-24,72	-31,60				
48 h	70,964	-23,1923	-35,616	2,6380	0,4687	1,2879	2,2541
	70,35	-25,01	-30,17				
96 h	70,964	-23,1923	-35,616	3,69	0,38	1,86	3,16
	70,47	-25,36	-27,84				
144 h	70,964	-23,1923	-35,616	3,87	0,69	2,05	3,21
	70,07	-25,13	-27,37				
240 h	70,964	-23,1923	-35,616	4,42	0,16	2,50	3,64
	74,78	-17,60	-19,54				

Prilog 17. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 0% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 18. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 0% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	0,00	0,00	0,00	0,00
	59,3254	-31,8296	-48,0442				
6 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	0,3017	0,1515	0,0352	0,2586
	59,155	-32,3071	-47,6482				
12 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	0,7539	0,4637	0,2931	0,5172
	58,8051	-32,3931	-46,5412				
24 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	1,0322	0,3904	0,2691	0,9169
	58,89	-33,23	-46,15				
48 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	1,5047	0,4462	0,4906	1,3507
	58,82	-33,68	-44,94				
96 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	2,27	0,39	0,80	2,09
	58,88	-34,49	-43,09				
144 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	2,36	0,44	0,90	2,13
	58,83	-34,38	-42,73				
240 h	59,3254	-31,8296	-48,0442	3,08	0,22	1,26	2,80
	59,08	-34,86	-40,82				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	0,00	0,00	0,00	0,00
	71,4965	-23,6649	-35,1511				
6 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	0,7709	0,1835	0,2889	0,6908
	71,2554	-24,446	-33,7457				
12 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	1,3357	0,3816	0,4391	1,2024
	70,9959	-25,0654	-32,8424				
24 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	1,8083	0,2801	0,8896	1,5492
	71,13	-24,93	-31,38				
48 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	2,5416	0,4069	1,2594	2,1699
	70,96	-25,28	-29,83				
96 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	3,56	0,35	1,76	3,08
	71,04	-25,72	-27,68				
144 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	4,18	0,56	2,44	3,34
	70,76	-24,93	-25,91				
240 h	71,4965	-23,6649	-35,1511	4,50	-0,07	2,58	3,68
	71,59	-25,10	-25,23				

Prilog 19. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 10% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 20. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 10% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	0,00	0,00	0,00	0,00
	60,4787	-32,0878	-46,9628				
6 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	0,3180	-0,0088	0,1279	0,2911
	60,4888	-32,4562	-46,2327				
12 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	0,5525	0,1183	0,2258	0,4902
	60,3434	-32,6806	-45,6988				
24 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	1,0095	0,1125	0,4107	0,9153
	60,35	-33,18	-44,63				
48 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	1,5191	0,2498	0,6008	1,3727
	60,19	-33,69	-43,49				
96 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	2,35	0,35	0,88	2,15
	60,08	-34,56	-41,68				
144 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	2,96	1,23	1,03	2,48
	59,08	-34,86	-40,82				
240 h	60,4787	-32,0878	-46,9628	3,20	0,14	1,45	2,85
	60,32	-34,64	-39,15				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	72,8032	-22,986	-33,7637	0,00	0,00	0,00	0,00
	72,8032	-22,986	-33,7637				
6 h	72,8032	-22,986	-33,7637	0,8275	0,2622	0,2825	0,7323
	72,4537	-23,8179	-32,354				
12 h	72,8032	-22,986	-33,7637	1,3136	0,4533	0,3726	1,1753
	72,1999	-24,3967	-31,6768				
24 h	72,8032	-22,986	-33,7637	1,9708	0,4293	0,8600	1,7205
	72,23	-24,50	-29,94				
48 h	72,8032	-22,986	-33,7637	2,7611	0,4906	1,3121	2,3793
	72,15	-24,73	-28,19				
96 h	72,8032	-22,986	-33,7637	3,74	0,41	1,85	3,23
	72,26	-24,98	-26,06				
144 h	72,8032	-22,986	-33,7637	3,84	0,32	2,10	3,20
	72,38	-24,53	-25,57				
240 h	72,8032	-22,986	-33,7637	4,61	0,11	2,58	3,82
	72,65	-24,47	-23,88				

Prilog 21. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 20% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 22. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 20% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	61,5039	-32,058	-45,6207	0,00	0,00	0,00	0,00
	61,5039	-32,058	-45,6207				
6 h	61,5039	-32,058	-45,6207	0,2835	0,2197	-0,0262	0,1773
	61,2493	-32,4583	-45,4944				
12 h	61,5039	-32,058	-45,6207	0,6152	0,3530	0,1416	0,4835
	61,0953	-32,7595	-44,6215				
24 h	61,5039	-32,058	-45,6207	1,0222	0,4029	0,2585	0,9032
	61,04	-33,35	-43,76				
48 h	61,5039	-32,058	-45,6207	1,5284	0,5484	0,4695	1,3472
	60,87	-33,78	-42,58				
96 h	61,5039	-32,058	-45,6207	2,32	1,15	0,56	1,93
	60,18	-34,66	-41,54				
144 h	61,5039	-32,058	-45,6207	2,37	0,54	0,92	2,12
	60,88	-34,28	-40,30				
240 h	61,5039	-32,058	-45,6207	3,06	0,36	1,28	2,76
	61,08	-34,64	-38,45				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	75,511	-21,1032	-30,7404	0,00	0,00	0,00	0,00
	75,511	-21,1032	-30,7404				
6 h	75,511	-21,1032	-30,7404	0,9695	0,3076	0,3607	0,8457
	75,0885	-21,9512	-29,099				
12 h	75,511	-21,1032	-30,7404	1,5641	0,4699	0,5954	1,3679
	74,8663	-22,3929	-28,0385				
24 h	75,511	-21,1032	-30,7404	2,2955	0,4106	1,0871	1,9796
	74,95	-22,52	-26,32				
48 h	75,511	-21,1032	-30,7404	3,0707	0,6127	1,4364	2,6440
	74,67	-22,85	-24,86				
96 h	75,511	-21,1032	-30,7404	4,19	0,58	1,98	3,65
	74,72	-23,16	-22,63				
144 h	75,511	-21,1032	-30,7404	4,34	0,49	2,29	3,65
	74,84	-22,67	-22,04				
240 h	75,511	-21,1032	-30,7404	5,15	0,01	2,88	4,27
	75,49	-22,35	-20,25				

Prilog 23. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 30% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 24. Izmjerene vrijednosti za Raster 3, 30% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	0,00	0,00	0,00	0,00
	65,5012	-30,4387	-41,8524				
6 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	0,3828	0,0541	0,1181	0,3600
	65,4351	-30,9047	-41,0959				
12 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	0,7995	0,3786	0,2386	0,6625
	65,0394	-31,242	-40,3951				
24 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	1,1671	0,1920	0,4890	1,0422
	65,27	-31,46	-39,24				
48 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	1,7322	0,3326	0,6659	1,5642
	65,10	-32,03	-38,11				
96 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	2,65	0,21	1,08	2,41
	65,24	-32,61	-35,94				
144 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	2,79	0,25	1,23	2,49
	65,20	-32,44	-35,45				
240 h	65,5012	-30,4387	-41,8524	3,44	0,01	1,58	3,06
	65,49	-32,60	-33,82				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	0,00	0,00	0,00	0,00
	78,5388	-11,0649	-24,8736				
6 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	1,3736	0,3163	0,8999	0,9884
	78,0898	-11,8966	-22,4725				
12 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	2,0839	0,6193	1,2045	1,5838
	77,6617	-12,4089	-21,4922				
24 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	3,0270	0,5524	1,8707	2,3147
	77,76	-12,66	-19,64				
48 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	3,7766	0,7616	2,3020	2,8954
	77,46	-12,83	-18,36				
96 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	5,02	0,68	3,04	3,93
	77,57	-12,94	-16,13				
144 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	5,02	0,62	3,27	3,76
	77,66	-12,54	-15,88				
240 h	78,5388	-11,0649	-24,8736	5,65	0,44	3,69	4,25
	77,92	-12,43	-14,73				

Prilog 25. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 0% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 26. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 0% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	0,00	0,00	0,00	0,00
	62,4382	-24,8626	-43,3116				
6 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	0,4063	0,0572	0,2150	0,3400
	62,371	-25,2848	-42,3895				
12 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	0,8482	0,3233	0,4399	0,6491
	62,0591	-25,6085	-41,4582				
24 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	1,2278	0,3770	0,5048	1,0538
	62,00	-26,29	-40,92				
48 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	1,7690	0,4554	0,8042	1,5084
	61,90	-26,73	-39,62				
96 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	2,43	0,32	1,25	2,07
	62,07	-27,09	-37,81				
144 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	2,58	0,35	1,46	2,10
	62,03	-26,86	-37,20				
240 h	62,4382	-24,8626	-43,3116	3,12	0,21	1,76	2,57
	62,20	-27,19	-35,91				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	0,00	0,00	0,00	0,00
	79,6727	-10,7899	-23,9338				
6 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	1,3504	0,4176	0,6576	1,1031
	79,0732	-11,8556	-21,9936				
12 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	2,0077	0,3728	1,1974	1,5678
	79,1373	-11,9989	-20,5915				
24 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	2,9800	0,7002	1,6226	2,3995
	78,67	-12,53	-19,15				
48 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	3,8148	0,8576	2,1701	3,0179
	78,45	-12,59	-17,61				
96 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	5,07	0,77	2,83	4,13
	78,56	-12,80	-15,45				
144 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	5,44	1,23	3,20	4,22
	77,92	-12,43	-14,73				
240 h	79,6727	-10,7899	-23,9338	5,74	0,43	3,52	4,52
	79,06	-12,28	-13,95				

Prilog 27. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 10% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 28. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 10% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	63,872	-25,2192	-41,9358	0,00	0,00	0,00	0,00
	63,872	-25,2192	-41,9358				
6 h	63,872	-25,2192	-41,9358	0,3805	0,1910	0,0493	0,3254
	63,6435	-25,7924	-41,5159				
12 h	63,872	-25,2192	-41,9358	0,6564	0,2322	0,1893	0,5840
	63,5943	-26,1074	-40,8735				
24 h	63,872	-25,2192	-41,9358	1,1796	0,3322	0,4856	1,0224
	63,48	-26,53	-39,61				
48 h	63,872	-25,2192	-41,9358	1,6340	0,4907	0,7207	1,3819
	63,29	-26,85	-38,59				
96 h	63,872	-25,2192	-41,9358	2,88	-0,77	2,01	1,92
	64,80	-25,88	-34,57				
144 h	63,872	-25,2192	-41,9358	2,95	1,41	1,40	2,17
	62,20	-27,19	-35,91				
240 h	63,872	-25,2192	-41,9358	3,27	0,34	1,75	2,74
	63,47	-27,58	-34,39				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	79,371	-11,0761	-24,2097	0,00	0,00	0,00	0,00
	79,371	-11,0761	-24,2097				
6 h	79,371	-11,0761	-24,2097	1,4371	0,3868	0,6537	1,2199
	78,8173	-12,2998	-22,1919				
12 h	79,371	-11,0761	-24,2097	2,0586	0,5486	0,9641	1,7341
	78,5867	-12,6843	-21,2093				
24 h	79,371	-11,0761	-24,2097	3,0776	0,6211	1,6125	2,5467
	78,48	-12,99	-19,30				
48 h	79,371	-11,0761	-24,2097	3,7555	0,6105	2,1959	2,9848
	78,50	-12,83	-17,83				
96 h	79,371	-11,0761	-24,2097	4,88	0,76	2,63	4,04
	78,28	-13,26	-16,09				
144 h	79,371	-11,0761	-24,2097	5,02	0,64	3,02	3,95
	78,46	-12,74	-15,50				
240 h	79,371	-11,0761	-24,2097	5,51	0,40	3,41	4,30
	78,80	-12,54	-14,53				

Prilog 29.. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 20% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 30. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 20% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	63,069	-26,0468	-42,6858	0,00	0,00	0,00	0,00
	63,069	-26,0468	-42,6858				
6 h	63,069	-26,0468	-42,6858	0,3254	0,0969	0,1038	0,2928
	62,9542	-26,4854	-42,1186				
12 h	63,069	-26,0468	-42,6858	0,7240	0,1566	0,2010	0,6777
	62,8836	-27,0967	-41,4757				
24 h	63,069	-26,0468	-42,6858	1,1596	0,2849	0,4602	1,0256
	62,73	-27,39	-40,38				
48 h	63,069	-26,0468	-42,6858	2,7407	-1,5822	1,9262	1,1391
	64,97	-25,49	-36,19				
96 h	63,069	-26,0468	-42,6858	2,41	0,30	1,13	2,10
	62,71	-28,28	-37,37				
144 h	63,069	-26,0468	-42,6858	2,47	0,31	1,31	2,07
	62,71	-27,95	-36,91				
240 h	63,069	-26,0468	-42,6858	3,07	0,15	1,72	2,54
	62,90	-28,07	-35,31				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	81,4759	-10,814	-22,3343	0,00	0,00	0,00	0,00
	81,4759	-10,814	-22,3343				
6 h	81,4759	-10,814	-22,3343	1,5203	0,3686	0,7554	1,2668
	80,9365	-11,8006	-20,0357				
12 h	81,4759	-10,814	-22,3343	2,2616	0,5990	1,0591	1,9064
	80,6008	-12,2208	-18,963				
24 h	81,4759	-10,814	-22,3343	3,3894	0,5687	1,7608	2,8398
	80,64	-12,41	-16,88				
48 h	81,4759	-10,814	-22,3343	4,5167	0,5507	2,4826	3,7329
	80,67	-12,34	-14,83				
96 h	81,4759	-10,814	-22,3343	5,53	0,71	2,74	4,74
	80,44	-12,74	-13,41				
144 h	81,4759	-10,814	-22,3343	5,49	0,55	3,03	4,54
	80,68	-12,27	-13,17				
240 h	81,4759	-10,814	-22,3343	6,20	0,39	3,46	5,13
	80,91	-12,12	-11,95				

Prilog 31. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 30% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 32. Izmjerene vrijednosti za Raster A, 30% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	0,00	0,00	0,00	0,00
	67,6464	-25,2266	-38,4372				
6 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	0,6750	0,3504	0,1319	0,5617
	67,2073	-26,0649	-37,5344				
12 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	1,0560	0,4020	0,3789	0,9000
	67,1428	-26,2999	-36,5255				
24 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	1,6404	0,5128	0,6692	1,4072
	67,00	-26,72	-35,23				
48 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	2,1552	0,5383	1,0006	1,8313
	66,97	-26,89	-33,91				
96 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	2,95	0,53	1,39	2,54
	66,98	-27,36	-32,14				
144 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	3,14	0,63	1,55	2,66
	66,85	-27,26	-31,63				
240 h	67,6464	-25,2266	-38,4372	3,73	0,32	1,98	3,14
	67,25	-27,22	-30,04				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	0,00	0,00	0,00	0,00
	77,8138	-12,1375	-26,0257				
6 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	1,2372	0,2709	0,7998	0,9042
	77,4321	-12,9411	-23,815				
12 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	1,9152	0,5191	1,1375	1,4507
	77,0837	-13,401	-22,7693				
24 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	2,7721	0,5127	1,7212	2,1116
	77,09	-13,69	-21,10				
48 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	3,5188	0,7002	2,1585	2,6893
	76,83	-13,89	-19,79				
96 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	4,70	0,60	2,88	3,67
	76,97	-14,05	-17,60				
144 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	4,61	0,93	2,85	3,50
	76,51	-13,94	-17,80				
240 h	77,8138	-12,1375	-26,0257	5,34	0,48	3,44	4,06
	77,13	-13,73	-16,25				

Prilog 33. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 0% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 34. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 0% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	61,7435	-26,0268	-44,268	0,00	0,00	0,00	0,00
	61,7435	-26,0268	-44,268				
6 h	61,7435	-26,0268	-44,268	0,3400	0,0520	0,1561	0,2975
	61,683	-26,4285	-43,5387				
12 h	61,7435	-26,0268	-44,268	0,6439	0,2138	0,2620	0,5479
	61,4949	-26,7859	-42,9981				
24 h	61,7435	-26,0268	-44,268	1,1009	0,3553	0,4161	0,9553
	61,33	-27,37	-42,16				
48 h	61,7435	-26,0268	-44,268	1,6044	0,4303	0,6744	1,3907
	61,24	-27,83	-40,97				
96 h	61,7435	-26,0268	-44,268	2,29	0,35	1,09	1,98
	61,33	-28,28	-39,16				
144 h	61,7435	-26,0268	-44,268	2,36	0,33	1,28	1,95
	61,36	-27,94	-38,65				
240 h	61,7435	-26,0268	-44,268	3,12	0,09	1,75	2,58
	61,64	-28,28	-36,69				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	0,00	0,00	0,00	0,00
	79,0363	-11,8701	-24,8373				
6 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	1,3386	0,3839	0,6129	1,1265
	78,4888	-13,0107	-22,9107				
12 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	2,0266	0,5961	0,9898	1,6650
	78,1875	-13,3777	-21,7579				
24 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	2,8595	0,7336	1,4760	2,3367
	77,99	-13,70	-20,26				
48 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	3,6428	0,8566	1,9519	2,9540
	77,82	-13,85	-18,82				
96 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	4,81	0,77	2,64	3,94
	77,95	-13,96	-16,65				
144 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	5,08	1,34	2,86	3,97
	77,13	-13,73	-16,25				
240 h	79,0363	-11,8701	-24,8373	5,48	0,54	3,28	4,36
	78,27	-13,51	-15,16				

Prilog 35. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 10% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 36. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 10% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	0,00	0,00	0,00	0,00
	63,2788	-26,2158	-42,7063				
6 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	0,4111	0,1707	0,0872	0,3637
	63,0762	-26,8132	-42,1216				
12 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	0,8628	0,4412	0,1241	0,7309
	62,7561	-27,4724	-41,6658				
24 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	1,1764	0,4234	0,3908	1,0257
	62,78	-27,65	-40,59				
48 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	1,6937	0,6092	0,6416	1,4443
	62,56	-28,04	-39,44				
96 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	2,54	0,51	1,15	2,21
	62,68	-28,58	-37,20				
144 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	2,93	1,39	1,34	2,21
	61,64	-28,28	-36,69				
240 h	63,2788	-26,2158	-42,7063	3,28	0,18	1,78	2,75
	63,06	-28,44	-34,92				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	78,6362	-12,394	-25,303	0,00	0,00	0,00	0,00
	78,6362	-12,394	-25,303				
6 h	78,6362	-12,394	-25,303	1,3055	0,2360	0,8051	1,0002
	78,3006	-13,2215	-23,0095				
12 h	78,6362	-12,394	-25,303	1,9072	0,4939	0,9955	1,5500
	77,9353	-13,7618	-22,2471				
24 h	78,6362	-12,394	-25,303	2,9703	0,6136	1,6244	2,4099
	77,77	-14,16	-20,31				
48 h	78,6362	-12,394	-25,303	3,7628	0,7400	2,1105	3,0261
	77,59	-14,28	-18,85				
96 h	78,6362	-12,394	-25,303	4,87	0,65	2,74	3,97
	77,71	-14,39	-16,82				
144 h	78,6362	-12,394	-25,303	4,92	0,63	2,98	3,86
	77,74	-14,02	-16,51				
240 h	78,6362	-12,394	-25,303	5,48	0,42	3,38	4,29
	78,05	-13,86	-15,42				

Prilog 37. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 20% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 38. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 20% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	0,00	0,00	0,00	0,00
	62,3395	-27,3751	-43,7086				
6 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	0,3003	0,1614	0,0623	0,2454
	62,1503	-27,7751	-43,2912				
12 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	0,6522	0,0406	0,3203	0,5667
	62,2919	-28,0279	-42,2068				
24 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	1,0780	0,2627	0,4363	0,9501
	62,03	-28,58	-41,48				
48 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	1,5768	0,3624	0,7390	1,3449
	61,92	-28,85	-40,19				
96 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	2,25	0,28	1,10	1,94
	62,01	-29,32	-38,51				
144 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	2,35	0,37	1,20	1,99
	61,90	-29,24	-38,20				
240 h	62,3395	-27,3751	-43,7086	3,01	0,20	1,60	2,55
	62,10	-29,51	-36,48				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	81,0453	-11,796	-23,0996	0,00	0,00	0,00	0,00
	81,0453	-11,796	-23,0996				
6 h	81,0453	-11,796	-23,0996	1,5016	0,4655	0,7416	1,2198
	80,3676	-12,7482	-20,8001				
12 h	81,0453	-11,796	-23,0996	2,2370	0,4129	1,1684	1,8623
	80,4439	-13,0602	-19,4687				
24 h	81,0453	-11,796	-23,0996	3,3240	0,6400	1,6686	2,8027
	80,11	-13,47	-17,72				
48 h	81,0453	-11,796	-23,0996	4,3091	0,7931	2,1651	3,6403
	79,89	-13,62	-16,05				
96 h	81,0453	-11,796	-23,0996	5,38	0,61	2,78	4,56
	80,16	-13,55	-14,11				
144 h	81,0453	-11,796	-23,0996	5,42	0,70	2,85	4,55
	80,02	-13,47	-14,02				
240 h	81,0453	-11,796	-23,0996	6,12	0,56	3,26	5,15
	80,22	-13,34	-12,79				

Prilog 39. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 30% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 40. Izmjerene vrijednosti za Raster B, 30% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	0,00	0,00	0,00	0,00
	67,1972	-25,9875	-39,1474				
6 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	0,5101	0,1293	0,1506	0,4699
	67,0358	-26,6328	-38,2674				
12 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	0,9251	0,1157	0,3790	0,8360
	67,0528	-26,9425	-37,2683				
24 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	1,4845	0,2006	0,6687	1,3101
	66,95	-27,31	-35,99				
48 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	2,1011	0,2409	1,0201	1,8210
	66,90	-27,59	-34,52				
96 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	2,84	0,28	1,36	2,48
	66,85	-28,05	-32,90				
144 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	3,04	0,32	1,54	2,60
	66,80	-27,92	-32,32				
240 h	67,1972	-25,9875	-39,1474	3,67	0,05	1,97	3,10
	67,14	-27,91	-30,70				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	0,00	0,00	0,00	0,00
	75,3092	-15,8308	-29,6222				
6 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	1,0175	0,2369	0,5909	0,7938
	74,9843	-16,6069	-27,7374				
12 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	1,6585	0,4734	0,8794	1,3242
	74,6612	-17,1282	-26,7046				
24 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	2,3679	0,5527	1,2770	1,9159
	74,55	-17,56	-25,36				
48 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	3,1123	0,6558	1,8108	2,4449
	74,41	-17,66	-23,76				
96 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	4,15	0,67	2,41	3,31
	74,40	-17,96	-21,74				
144 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	4,17	0,58	2,59	3,22
	74,52	-17,64	-21,47				
240 h	75,3092	-15,8308	-29,6222	5,03	0,35	3,26	3,81
	74,82	-17,40	-19,62				

Prilog 41. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 0% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 42. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 0% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	60,1406	-28,844	-46,4934	00,00	0,00	0,00	0,00
	60,1406	-28,844	-46,4934				
6 h	60,1406	-28,844	-46,4934	0,389724091	0,2805	0,2187	0,5063
	59,8328	-29,4527	-46,2981				
12 h	60,1406	-28,844	-46,4934	0,599395166	0,5750	0,5179	0,9781
	59,9582	-29,6612	-45,3448				
24 h	60,1406	-28,844	-46,4934	0,970220272	1,0273	0,9684	1,4615
	59,814	-30,0899	-44,5878				
48 h	60,1406	-28,844	-46,4934	1,429461739	1,4918	1,4974	2,1654
	59,7951	-30,4032	-43,3165				
96 h	60,1406	-28,844	-46,4934	2,182698893	2,28	2,19	2,70
	59,7675	-31,1629	-41,5918				
144 h	60,1406	-28,844	-46,4934	2,404082971	3,12	2,36	3,02
	59,6713	-31,1959	-40,9681				
240 h	60,1406	-28,844	-46,4934	3,035385412	3,16	2,99	3,69
	59,8251	-31,4662	-39,2395				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	0,00	0,00	0,00	0,00
	76,9153	-15,2208	-27,9159				
6 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	1,0978	0,2926	0,5429	0,9082
	76,5071	-16,1396	-26,0962				
12 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	1,7654	0,5881	0,7934	1,4632
	76,0966	-16,6853	-25,1288				
24 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	2,4781	0,6359	1,2640	2,0344
	76,03	-16,95	-23,65				
48 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	3,2597	0,7649	1,7803	2,6213
	75,85	-17,07	-22,06				
96 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	4,42	0,65	2,49	3,59
	76,01	-17,24	-19,76				
144 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	4,74	1,51	2,49	3,74
	74,82	-17,40	-19,62				
240 h	76,9153	-15,2208	-27,9159	5,17	0,39	3,18	4,06
	76,37	-16,77	-18,03				

Prilog 43. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 10% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 44. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 10% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	0,00	0,00	0,00	0,00
	61,8879	-28,8148	-44,8739				
6 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	0,2805	0,1026	0,0564	0,2549
	61,7683	-29,2418	-44,4476				
12 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	0,5750	0,1337	0,2224	0,5131
	61,7321	-29,4964	-43,6774				
24 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	1,0273	0,3518	0,3465	0,9008
	61,48	-30,05	-42,89				
48 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	1,4918	0,3484	0,6094	1,3164
	61,48	-30,40	-41,66				
96 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	2,28	0,48	0,91	2,03
	61,33	-31,18	-39,96				
144 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	3,12	1,79	1,04	2,33
	59,83	-31,47	-39,24				
240 h	61,8879	-28,8148	-44,8739	3,16	0,16	1,56	2,75
	61,70	-31,24	-37,31				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	76,452	-16,007	-28,4254	0,00	0,00	0,00	0,00
	76,452	-16,007	-28,4254				
6 h	76,452	-16,007	-28,4254	1,1398	0,3054	0,4978	0,9788
	76,0281	-17,0544	-26,6131				
12 h	76,452	-16,007	-28,4254	1,7994	0,6531	0,7582	1,4955
	75,5479	-17,528	-25,6249				
24 h	76,452	-16,007	-28,4254	2,5462	0,4875	1,3931	2,0748
	75,78	-17,59	-23,76				
48 h	76,452	-16,007	-28,4254	3,3156	0,5595	1,8861	2,6689
	75,68	-17,73	-22,21				
96 h	76,452	-16,007	-28,4254	4,20	0,71	2,33	3,42
	75,47	-18,00	-20,62				
144 h	76,452	-16,007	-28,4254	4,42	0,65	2,68	3,46
	75,56	-17,58	-19,92				
240 h	76,452	-16,007	-28,4254	5,06	0,27	3,18	3,92
	76,07	-17,35	-18,54				

Prilog 45. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 20% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 46. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 20% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	0,00	0,00	0,00	0,00
	61,0576	-29,8631	-45,4577				
6 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	0,2187	-0,0146	0,0664	0,2079
	61,0744	-30,177	-45,0368				
12 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	0,5179	0,0054	0,2474	0,4550
	61,0514	-30,3757	-44,2205				
24 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	0,9684	0,0881	0,4070	0,8743
	60,96	-30,92	-43,28				
48 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	1,4974	0,3177	0,6004	1,3345
	60,69	-31,46	-42,18				
96 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	2,19	0,27	0,88	1,98
	60,75	-32,13	-40,59				
144 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	2,36	0,37	1,06	2,07
	60,63	-31,97	-39,97				
240 h	61,0576	-29,8631	-45,4577	2,99	0,10	1,47	2,60
	60,95	-32,12	-38,19				

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	0,00	0,00	0,00	0,00
	79,3949	-14,5757	-25,5114				
6 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	1,3605	0,3100	0,6540	1,1519
	78,9508	-15,5624	-23,2824				
12 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	1,9569	0,4076	1,0090	1,6265
	78,8114	-15,7818	-22,1626				
24 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	2,9323	0,4918	1,5504	2,4398
	78,69	-16,09	-20,37				
48 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	3,7598	0,6726	1,9246	3,1591
	78,43	-16,37	-18,98				
96 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	4,84	0,61	2,50	4,10
	78,53	-16,48	-17,00				
144 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	4,99	0,62	2,71	4,14
	78,51	-16,21	-16,59				
240 h	79,3949	-14,5757	-25,5114	5,75	0,32	3,28	4,71
	78,93	-15,87	-15,08				

Prilog 47. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 30% dodane BT boje i 40% RTV-a

Prilog 48. Izmjerene vrijednosti za Raster C, 30% dodane BT boje i 80% RTV-a

Vrijeme	L	a	b	dE00	dL00	dC00	dH00
0 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	0,00	0,00	0,00	0,00
	66,3335	-28,0269	-40,6396				
6 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	0,5063	0,1996	0,1364	0,4448
	66,0871	-28,6385	-39,7804				
12 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	0,9781	0,0966	0,3975	0,8885
	66,2142	-29,0101	-38,5656				
24 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	1,4615	0,3589	0,5401	1,3098
	65,89	-29,50	-37,69				
48 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	2,1654	0,4057	0,9040	1,9253
	65,83	-29,90	-36,00				
96 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	2,70	0,30	1,16	2,42
	65,96	-30,22	-34,73				
144 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	3,02	0,35	1,41	2,64
	65,90	-30,11	-33,83				
240 h	66,3335	-28,0269	-40,6396	3,69	0,17	1,88	3,17
	66,12	-30,03	-32,04				

	0	6	12	24	48	96	144	240																	
20% (1)	85,1816	-7,568	-12,346	-18,05	84,518	-8,7737	-15,316	77,7606	-8,5808	-10,592	83,7557	-9,7196	-8,4183	83,593	-9,3202	-8,3052	84,2171	-9,0664	-7,4918						
40% (1)	76,5278	-15,815	-28,301	-46,587	-26,143	76,05	-17,005	-24,958	-17,237	-23,497	-17,497	-21,99	-17,652	-19,677	-17,783	-17,597	-19,54	76,2078	-17,178	-18,39					
60% (1)	68,546	-23,173	-37,436	-68,1982	-36,338	67,994	-24,418	-35,331	-24,773	-34,241	67,7865	-24,993	-32,676	67,792	-25,446	-30,144	68,2112	-25,154	-28,712						
80% (1)	63,3726	-27,839	-43,011	-83,1283	-42,485	62,95	-28,527	-41,494	-29,253	-40,398	62,8122	-29,575	-39,173	62,9275	-30,098	-37,163	61,6435	-30,31	-37,145	-34,825					
100% (1)	57,5963	-32,927	-49,394	-75,5826	-49,275	57,5316	-33,519	-48,804	-33,975	-47,934	57,3118	-34,466	-46,889	57,3023	-35,318	-45,203	55,8195	-35,975	-44,406	-43,044					
20% (2)	82,3503	-12,346	-19,826	-13,416	81,6438	-13,416	-19,826	78,2328	-13,209	-17,564	81,2506	-14,097	-16,908	80,9886	-14,222	-14,981	81,1574	-14,264	-12,341	81,6095	-13,63	-11,541			
40% (2)	72,1334	-22,963	-34,482	-34,482	71,7234	-23,74	-32,97	70,2753	-23,503	-31,024	71,4502	-24,435	-30,541	71,2871	-24,666	-28,74	71,4665	-24,983	-26,517	70,9884	-24,658	-25,526	71,8576	-24,576	-24,51
60% (2)	64,469	-29,557	-42,727	64,2875	-30,081	-41,916	62,9695	-29,707	-40,212	64,1822	-30,841	-40,046	64,0492	-31,141	-38,602	64,1554	-31,903	-36,519	63,4696	-31,88	-35,399	64,5734	-31,717	-34,17	
80% (2)	60,854	-31,645	-46,366	60,749	-32,019	-46,027	60,5034	-32,16	-44,955	60,7346	-32,759	-44,133	60,3902	-33,299	-43,136	60,6255	-33,987	-41,153	59,3484	-34,453	-40,427	60,9907	-34,049	-38,836	
100% (2)	57,4722	-32,849	-49,373	57,5954	-32,997	-49,189	57,2132	-33,109	-48,467	57,5097	-33,638	-47,889	57,2775	-34,179	-46,988	57,2413	-35,088	-45,388	55,7061	-36,048	-44,553	57,3675	-35,573	-43,079	
20% (3)	81,6517	-13,148	-20,725	81,3933	-14,036	-20,725	79,8841	-14,131	-19,077	80,9447	-14,728	-17,728	80,7634	-14,867	-16,023	80,9372	-14,916	-13,802	80,387	-14,647	-12,841	81,269	-14,364	-12,552	
40% (3)	71,4965	-23,665	-35,151	71,2554	-24,446	-33,746	70,9959	-25,065	-32,842	71,1288	-24,93	-31,38	70,9628	-25,277	-29,832	71,0419	-25,72	-27,679	70,7575	-24,932	-25,912	71,5949	-25,103	-25,228	
60% (3)	64,0351	-29,97	-43,283	63,8553	-30,511	-42,585	64,0349	-30,772	-41,43	63,7718	-31,19	-40,586	63,5897	-31,556	-39,245	63,5924	-32,277	-37,299	62,6842	-32,688	-35,765	63,9687	-32,181	-34,841	
80% (3)	60,4787	-32,088	-46,963	60,4888	-32,456	-46,233	60,3434	-32,681	-45,699	60,35	-33,178	-44,628	60,1933	-33,693	-43,494	60,082	-34,564	-41,682	59,0815	-34,86	-40,816	60,3224	-34,635	-39,147	
100% (3)	57,7595	-32,867	-49,366	57,1791	-33,242	-49,695	56,9143	-33,431	-49,331	57,0696	-33,875	-48,437	56,8774	-34,354	-47,531	56,7957	-35,242	-46,014	55,4967	-35,963	-45,359	56,8115	-35,964	-43,793	
20% (a)	87,2031	-4,8138	-15,433	86,2744	-6,0755	-13,03	85,4597	-6,4662	-11,604	85,3356	-7,3663	-10,245	85,4851	-6,8187	-8,1352	85,5284	-6,9945	-5,8992	85,2091	-6,5764	-4,9965	85,8875	-6,3961	-4,9556	
40% (a)	79,6727	-10,79	-23,934	79,0732	-11,856	-21,994	79,1373	-11,999	-20,592	78,6697	-12,531	-19,153	78,4456	-12,587	-17,614	78,5645	-12,804	-15,446	77,9154	-12,432	-14,731	79,0561	-12,276	-13,945	
60% (a)	70,8981	-18,515	-33,824	70,6522	-19,296	-32,734	70,4716	-19,678	-31,839	70,3336	-20,091	-30,609	69,9285	-20,47	-29,345	70,2161	-20,72	-27,101	69,0717	-20,62	-26,304	70,5466	-20,36	-25,062	
80% (a)	63,872	-25,219	-41,936	63,6435	-25,792	-41,516	63,5943	-26,107	-40,874	63,4751	-26,528	-39,607	63,2864	-26,848	-38,59	64,8032	-25,879	-34,568	62,1956	-27,195	-35,907	63,4681	-27,575	-34,393	
100% (a)	56,6441	-32,709	-50,416	56,7041	-32,864	-50,323	56,4963	-33,209	-50,029	56,5061	-33,726	-49,004	56,353	-34,14	-48,202	56,272	-35,037	-46,636	54,3812	-35,658	-46,109	56,3308	-35,726	-44,103	
20% (b)	86,7149	-5,6214	-16,093	86,1007	-6,7305	-13,261	85,0149	-7,0798	-11,682	85,61	-7,3186	-9,982	85,4358	-7,3435	-8,3884	85,4516	-7,4898	-6,2652	84,7179	-7,3127	-5,8927	85,6736	-7,0357	-5,5687	
40% (b)	79,0363	-11,87	-24,837	78,4888	-13,011	-22,911	78,1875	-13,378	-21,758	77,9927	-13,7	-20,262	77,8189	-13,849	-18,821	77,9466	-13,963	-16,653	77,1339	-13,727	-16,247	78,2652	-13,511	-15,16	
60% (b)	70,1568	-19,998	-35,064	69,5955	-21	-34,225	69,481	-21,315	-33,295	69,4815	-21,535	-32,068	69,2756	-21,818	-30,625	69,3414	-22,252	-28,544	68,2066	-22,147	-27,858	69,6699	-21,93	-26,622	
80% (b)	63,2788	-26,216	-42,706	63,0762	-26,813	-42,122	62,7561	-27,472	-41,666	62,7771	-27,647	-40,593	62,5581	-28,043	-39,444	62,6757	-28,58	-37,205	61,6443	-28,277	-36,692	63,0644	-28,438	-34,92	
100% (b)	56,6013	-32,81	-50,476	56,5331	-32,966	-50,424	56,4982	-33,118	-49,837	56,558	-33,677	-48,991	56,2674	-34,163	-48,26	56,2995	-35,009	-46,498	54,5267	-35,584	-45,98	56,5165	-35,545	-43,92	
20% (c)	85,3091	-7,6128	-18,295	84,6291	-8,8217	-15,475	84,4831	-9,0527	-13,898	84,3233	-9,3895	-12,426	84,0828	-9,5067	-10,829	84,2328	-9,5232	-8,6561	83,0278	-9,7814	-8,6929	84,4103	-9,0115	-7,6197	
40% (c)	76,9153	-15,221	-27,916	76,5071	-16,14	-26,096	76,0966	-16,685	-25,129	76,0304	-16,947	-23,647	75,852	-17,073	-22,064	76,0101	-17,243	-19,761	74,8239	-17,405	-19,617	76,3726	-16,768	-18,031	
60% (c)	67,6574	-23,973	-38,606	67,4396	-24,532	-37,508	67,274	-24,809	-36,715	67,1238	-25,532	-33,836	67,0733	-26,017	-31,876	66,9243	-26,277	-31,527	67,5654	-26,277	-31,527	67,5654	-25,625	-29,598	
80% (c)	61,8879	-28,815	-44,874	61,7683	-29,242	-44,448	61,7321	-29,496	-43,677	61,4785	-30,045	-42,893	61,4825	-30,403	-41,658	61,331	-31,181	-39,96	59,8251	-31,466	-39,24	61,7048	-31,244	-37,315	
100% (c)	56,6246	-32,57	-50,282	56,6421	-32,824	-50,293	56,6811	-32,998	-49,698	56,522	-33,512	-49,103	56,3289	-34,024	-48,122	56,2745	-34,794	-46,436	54,3701	-35,689	-46,352	56,3482	-35,558	-43,981	

Prilog 50. Sva $L^*a^*b^*$ mjerenja za 10% dodane BT boje (RTV 20%, 40%, 60%, 80%, 100%)

	0	6	12	24	48	96	144	240										
20%(1)	85.1816	-18.05	84.518	-15.316	77.608	-8.588	-13.094	83.742	-10.992	83.7557	-9.7186	-8.4183	83.983	-8.3082	84.2171	-8.0664	-7.4918	
40%(1)	76.6278	-15.815	76.2502	-16.143	76.05	-17.005	-24.958	75.9561	-17.237	-23.497	75.7516	-17.497	-21.99	75.8716	-17.682	-19.677	74.7783	-17.897
60%(1)	68.546	-23.173	-37.456	68.1982	-29.849	-36.538	67.994	-24.418	-35.331	67.9084	-24.773	-34.241	67.7865	-24.935	-32.676	67.792	-25.445	-30.144
80%(1)	63.3726	-27.839	43.011	63.1283	-28.38	-42.485	62.95	-28.527	-41.494	62.9267	-29.253	-40.398	62.8122	-29.575	-39.173	62.9275	-30.088	-37.163
100%(1)	57.4968	-32.97	49.394	57.5826	-33.245	-49.275	57.5316	-33.519	-48.804	57.4512	-33.975	-47.934	57.3118	-34.456	-46.889	57.3023	-35.318	-45.003
20%(2)	82.3503	-12.346	81.6438	-13.416	78.328	-13.209	-17.564	81.2506	-14.097	-16.908	80.9886	-14.222	-14.991	81.1574	-14.264	-12.784	80.7207	-14.035
40%(2)	72.1334	-22.963	71.7234	-23.74	70.2783	-23.503	-31.024	71.4502	-24.435	-30.541	71.2871	-24.666	-28.74	71.4665	-24.983	-26.517	70.9884	-24.658
60%(2)	64.469	-29.557	42.72	64.2875	-30.081	-41.916	62.9823	-29.707	-40.212	64.1822	-30.841	-40.045	64.0492	-31.141	-38.602	64.1554	-31.903	-36.519
80%(2)	60.884	-31.645	46.366	60.749	-32.019	-46.027	60.5034	-32.16	-44.955	60.7346	-32.759	-44.133	60.3902	-33.299	-43.136	60.255	-33.987	-41.153
100%(2)	57.4722	-32.849	49.373	57.5954	-33.997	-49.189	57.2132	-33.109	-48.467	57.5097	-33.658	-47.889	57.2775	-34.179	-46.988	57.2413	-35.088	-45.888
20%(3)	81.6517	-13.148	81.3933	-14.035	79.8841	-14.131	-19.077	80.9447	-14.706	-17.728	80.7634	-14.867	-16.003	80.9372	-14.916	-13.802	80.387	-14.647
40%(3)	71.4965	-23.665	71.2554	-24.446	70.9959	-25.065	-32.842	71.1288	-24.93	-31.38	70.9628	-25.277	-29.832	71.0419	-25.72	-27.679	70.7575	-24.932
60%(3)	64.0351	-29.97	43.283	63.8533	-30.511	-42.585	64.0349	-30.772	-41.45	63.7718	-31.119	-40.386	63.5897	-31.556	-39.245	63.5924	-32.277	-37.999
80%(3)	60.4787	-32.088	46.563	60.4888	-32.456	-46.233	60.3434	-32.681	-45.699	60.35	-33.178	-44.628	60.1933	-33.693	-43.494	60.082	-34.564	-41.682
100%(3)	57.7595	-32.867	49.365	57.1791	-33.242	-49.695	56.9143	-33.451	-49.331	57.0696	-33.875	-48.457	56.8774	-34.354	-47.531	56.7957	-35.242	-46.014
20%(4)	87.2031	-4.8138	86.2744	-5.0755	85.4597	-5.4662	-11.604	85.3356	-5.6653	-10.245	85.4851	-5.8187	-8.1392	85.5284	-5.9945	-5.8992	85.2091	-5.764
40%(4)	79.6727	-10.79	79.0732	-11.856	79.1373	-11.999	-20.592	78.6697	-12.831	-19.153	78.4456	-12.887	-17.614	78.5645	-12.804	-15.246	77.9154	-12.432
60%(4)	70.9881	-18.515	70.6522	-19.295	70.4716	-19.678	-31.839	70.3336	-20.091	-30.602	69.9285	-20.47	-29.345	70.2161	-20.72	-27.101	69.0717	-20.62
80%(4)	63.872	-25.219	41.936	63.6436	-26.792	-41.516	63.5943	-26.107	-40.874	63.4751	-26.828	-39.607	63.2864	-26.848	-38.59	64.8032	-25.879	-34.568
100%(4)	56.6441	-32.709	50.416	56.7041	-32.864	-50.323	56.4963	-33.209	-50.029	56.5061	-33.706	-49.004	56.535	-34.14	-48.202	56.272	-35.037	-46.656
20%(5)	86.7149	-5.6214	86.1007	-5.7305	85.0149	-7.0798	-11.682	85.61	-7.3186	-9.982	85.4538	-7.3435	-8.3884	85.4516	-7.4888	-6.2652	84.7179	-7.3127
40%(5)	79.0963	-11.87	78.4888	-13.011	78.1875	-13.378	-21.758	77.9927	-13.7	-20.262	77.8189	-13.849	-18.821	77.9466	-13.963	-16.653	77.1339	-13.727
60%(5)	70.1568	-19.98	70.064	-21.3425	69.481	-21.315	-33.295	69.4815	-21.595	-32.068	69.2756	-21.818	-30.605	69.3414	-22.252	-28.544	68.2066	-22.147
80%(5)	63.2788	-26.216	42.706	63.0762	-26.813	-42.122	62.7561	-27.472	-41.666	62.7771	-27.647	-40.593	62.5581	-28.043	-39.444	62.6757	-28.58	-37.206
100%(5)	56.6013	-32.81	50.476	56.5331	-32.966	-50.424	56.4982	-33.118	-49.837	56.558	-33.677	-48.991	56.2674	-34.163	-48.26	56.2995	-35.009	-46.498
20%(6)	85.3091	-7.6128	84.6291	-8.8217	84.4831	-9.0527	-13.836	84.3733	-9.3895	-12.475	84.0828	-9.5067	-10.829	84.2328	-9.5292	-8.6561	83.0278	-9.7814
40%(6)	76.9153	-15.221	76.5071	-16.14	76.0966	-16.685	-25.129	76.0304	-16.947	-23.647	75.852	-17.073	-22.064	76.0101	-17.243	-19.761	74.8239	-17.405
60%(6)	67.6574	-23.973	67.606	-24.532	67.274	-24.809	-36.715	67.2314	-25.217	-35.453	67.1238	-25.332	-33.836	67.0733	-26.017	-31.876	65.6243	-26.277
80%(6)	61.8879	-28.815	44.874	61.7683	-29.242	-44.448	61.7321	-29.496	-43.677	61.4785	-30.403	-41.658	61.33	-31.181	-39.96	59.8251	-31.466	-39.24
100%(6)	56.6046	-32.57	50.282	56.6421	-32.824	-50.293	56.6811	-32.998	-49.688	56.522	-33.512	-49.103	56.3282	-34.024	-48.122	56.2745	-34.794	-46.436
20%(7)	84.7179	-7.3127	85.8927	-8.6735	85.6735	-9.0115	-16.16	85.4103	-9.4197	-13.552	85.165	-9.6821	-11.541	85.0055	-9.915	-9.3951	84.7179	-10.115
40%(7)	74.8239	-17.405	76.3726	-18.081	74.8239	-18.768	-25.625	74.8239	-19.617	-24.761	74.8239	-20.599	-23.521	74.8239	-21.699	-21.699	74.8239	-22.999
60%(7)	68.6922	-25.154	68.6922	-26.622	68.6922	-28.199	-34.593	68.6922	-36.277	-34.692	68.6922	-39.167	-34.692	68.6922	-42.064	-34.692	68.6922	-45.992
80%(7)	63.0692	-30.167	63.0692	-32.144	63.0692	-34.121	-40.107	63.0692	-36.992	-36.992	63.0692	-39.865	-36.992	63.0692	-42.738	-36.992	63.0692	-46.515
100%(7)	56.3308	-35.726	56.3308	-38.594	56.3308	-41.462	-44.331	56.3308	-47.201	-47.201	56.3308	-50.93	-47.201	56.3308	-50.93	-47.201	56.3308	-50.93

Prilog 51. Sva $L^*a^*b^*$ mjerenja za 20% dodane BT boje (RTV 20%, 40%, 60%, 80%, 100%)

	0	6	12	24	48	96	144	240															
20%(1)	86,7926	-16,751	85,9481	-8,4067	-14,095	85,532	-8,9404	-12,589	85,4194	-9,1674	-10,869	85,2242	-9,136	-8,9236	85,2168	-9,1528	-8,7878	85,3546	-8,7904	-7,0317	85,708	-8,5898	-5,8618
40%(1)	79,2078	-14,958	78,7402	-15,926	-23,532	78,6711	-16,148	-22,19	78,5052	-16,478	-20,697	78,2431	-16,676	-18,099	78,3083	-16,799	-17,07	78,4472	-16,834	-16,775	78,9313	-16,183	-15,322
60%(1)	72,6116	-21,838	72,2696	-22,638	-32,115	71,7765	-23,494	-30,967	71,8981	-23,468	-29,599	71,7776	-23,701	-28,012	71,8672	-23,876	-25,934	71,9616	-23,997	-25,571	72,3618	-23,4	-23,907
80%(1)	68,2038	-26,51	67,9446	-27,216	-37,568	67,9171	-27,518	-36,518	67,6115	-27,978	-35,342	67,4741	-28,275	-33,988	67,5837	-28,764	-31,987	67,5316	-28,482	-31,497	67,9457	-28,384	-29,778
100%(1)	62,9422	-32,102	62,807	-32,552	-44,124	62,641	-32,891	-43,404	62,5547	-33,128	-42,302	62,3115	-33,624	-41,069	62,3183	-34,36	-39,129	62,242	-34,262	-38,747	62,6028	-34,573	-36,8
20%(2)	84,1957	-11,439	83,7507	-12,286	-17,49	83,439	-12,79	-15,943	83,5408	-12,715	-14,153	83,3385	-12,815	-12,301	83,5818	-12,602	-10,077	83,5278	-12,366	-9,9731	83,9603	-12,002	-8,7427
40%(2)	76,0812	-20,729	75,2607	-21,821	-28,499	74,9617	-22,109	-27,076	75,1174	-22,342	-25,632	74,8634	-22,579	-23,9	75,0154	-22,652	-21,132	74,9732	-22,465	-21,23	75,7636	-21,876	-19,599
60%(2)	69,3769	-27,285	69,0065	-28,037	-36,737	68,9672	-28,267	-35,407	68,9223	-28,675	-34,272	68,6719	-29,039	-32,798	68,6656	-29,586	-30,96	68,8372	-29,15	-30,271	69,196	-29,129	-28,598
80%(2)	65,8822	-30,006	65,7304	-30,505	-40,673	65,5495	-30,931	-39,883	65,6665	-31,192	-38,653	65,4875	-31,626	-37,25	65,5427	-32,2	-35,281	65,5627	-31,963	-34,923	65,8196	-32,134	-33,192
100%(2)	62,7408	-32,193	62,7569	-32,643	-43,898	62,3141	-33,062	-43,28	62,5192	-33,383	-42,336	62,2853	-33,77	-41,21	62,2547	-34,398	-39,513	62,2513	-34,294	-38,864	62,4805	-34,731	-37,053
20%(3)	84,0046	-11,799	83,4781	-12,759	-18,19	83,3872	-13,098	-16,824	83,1723	-13,386	-15,127	83,0075	-13,471	-13,266	83,2203	-13,356	-11,03	83,179	-13,136	-10,738	83,476	-12,82	-9,5121
40%(3)	75,511	-21,103	75,0885	-21,951	-29,099	74,8663	-22,393	-28,039	74,9474	-22,523	-26,322	74,6713	-22,851	-24,863	74,716	-23,165	-22,633	74,8425	-22,669	-22,042	75,4934	-22,354	-20,248
60%(3)	68,9241	-27,838	68,7238	-28,492	-37,178	68,5157	-28,926	-36,226	68,3529	-29,23	-34,926	68,2095	-29,602	-33,561	68,1413	-30,106	-31,408	68,3922	-29,75	-30,928	68,7181	-29,761	-29,191
80%(3)	65,5012	-30,439	65,4351	-30,905	-41,096	65,0394	-31,242	-40,395	65,2667	-31,461	-39,241	65,0953	-32,026	-38,106	65,2402	-32,607	-35,935	65,201	-32,437	-35,447	65,488	-32,598	-33,823
100%(3)	62,4867	-32,202	62,4055	-32,75	-44,372	62,1947	-33,178	-43,8	62,2315	-33,487	-42,766	62,1906	-33,906	-41,464	62,1317	-34,594	-39,898	996	-34,496	-39,448	62,1823	-34,896	-37,572
20%(a)	88,0353	-4,9589	87,3915	-6,0955	-11,837	87,1515	-6,5199	-10,391	87,0198	-6,5909	-8,2856	86,7116	-6,7914	-6,6875	86,8193	-6,7478	-4,7274	86,8364	-6,5015	-4,8932	87,157	-6,2026	-3,8519
40%(a)	81,4759	-10,814	80,9365	-11,801	-20,036	80,6008	-12,221	-18,963	80,6449	-12,41	-16,88	80,6711	-12,341	-14,826	80,4449	-12,745	-13,407	80,6775	-12,269	-13,167	80,9082	-12,115	-11,946
60%(a)	73,9665	-18,544	73,5436	-19,382	-29,478	73,4049	-19,718	-28,193	73,0589	-20,139	-26,916	72,7963	-20,478	-25,497	73,1888	-20,377	-23,416	72,9981	-20,344	-23,297	73,3016	-20,244	-21,981
80%(a)	67,6464	-25,227	67,2073	-26,065	-37,534	67,1428	-26,3	-36,526	67,0045	-26,722	-35,226	66,9728	-26,894	-33,915	66,9829	-27,36	-32,143	66,8537	-27,265	-31,628	67,2474	-27,221	-30,039
100%(a)	61,5732	-32,492	61,4305	-32,813	-45,448	61,3781	-33,005	-44,507	61,3013	-33,609	-43,522	61,1273	-34,142	-42,559	61,0488	-34,876	-40,728	61,0031	-34,736	-40,379	61,2401	-35,104	-38,488
20%(b)	87,7758	-5,5044	87,2903	-6,4522	-12,205	87,1353	-6,7274	-10,75	86,5765	-7,3133	-9,0019	86,4463	-7,3171	-7,2193	86,5377	-7,3182	-5,3999	86,5452	-7,0401	-5,4331	86,8356	-6,8174	-4,5141
40%(b)	81,0453	-11,796	80,3676	-12,748	-20,8	80,4439	-13,06	-19,469	80,1148	-13,469	-17,719	79,8935	-13,623	-16,051	80,1641	-13,555	-14,113	80,0211	-13,466	-14,021	80,2234	-13,341	-12,787
60%(b)	73,1181	-19,891	72,9664	-20,504	-30,655	72,636	-20,991	-29,642	72,6531	-21,174	-28,119	72,3572	-21,56	-26,725	72,3172	-21,881	-24,952	72,6642	-21,368	-24,449	72,9034	-21,316	-22,967
80%(b)	67,1972	-25,988	67,0358	-26,633	-38,267	67,0528	-26,943	-37,268	66,9469	-27,309	-35,99	66,8967	-27,585	-34,515	66,8453	-28,049	-32,901	66,7973	-27,915	-32,318	67,1354	-27,905	-30,702
100%(b)	61,4885	-32,455	61,4966	-32,721	-45,364	61,3369	-33,189	-44,918	61,3038	-33,612	-43,705	61,139	-34,066	-42,633	61,1861	-34,807	-40,923	61,243	-34,616	-40,258	61,1462	-35,039	-38,586
20%(c)	86,3775	-7,484	85,8714	-8,3528	-14,157	85,7691	-8,6012	-12,926	85,6071	-8,8803	-10,905	85,4993	-8,9384	-9,0285	85,5702	-8,9594	-7,1319	85,3351	-8,7703	-7,0994	85,7462	-8,5561	-5,9988
40%(c)	79,3949	-14,576	78,9508	-15,562	-23,282	78,8114	-15,782	-22,163	78,6913	-16,093	-20,371	78,434	-16,373	-18,976	78,5255	-16,48	-16,997	78,5145	-16,213	-16,587	78,9312	-15,875	-15,079
60%(c)	71,5161	-22,868	71,1911	-23,587	-33,385	71,2534	-23,776	-32,204	70,9917	-24,335	-30,813	70,9056	-24,541	-29,465	71,0805	-24,691	-27,341	71,061	-24,598	-27,024	71,3616	-24,413	-25,397
80%(c)	66,3335	-28,027	66,0871	-28,639	-39,78	66,2142	-29,01	-38,566	65,891	-29,504	-37,693	65,8337	-29,901	-35,999	65,9602	-30,218	-34,728	65,8963	-30,108	-33,826	66,1223	-30,028	-32,035
100%(c)	61,794	-32,324	61,5842	-32,753	-45,358	61,54	-32,997	-44,709	61,4299	-33,482	-43,539	61,3077	-33,96	-42,567	61,331	-34,635	-40,621	61,2196	-34,673	-39,794	61,0464	-34,916	-38,56

Prilog 52. Sva L*a*b* mjerenja za 30% dodane BT boje (RTV 20%, 40%, 60%, 80%, 100%)