

Granične vrijednosti fleksografskog tiska

Hajrudinović, Sabina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:216:180814>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-26**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

SABINA HAJRUDINOVIĆ

GRANIČNE VRIJEDNOSTI
FLEKSOGRAFSKOG TISKA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

SABINA HAJRUDINOVIĆ

GRANIČNE VRIJEDNOSTI FLEKSOGRAFSKOG
TISKA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof.dr.sc Igor Zjakić

Student:

Sabina Hajrudinović

Zagreb, 2016.

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc Igoru Zjakiću na kritikama, sugestijama i pomoći prilikom izrade diplomskog rada. Veliko hvala poduzeću Rotoplast, a osobiti gosp. Dariu Domoviću koji su mi ustupili materijale na kojima sam vršila mjerenje. I na kraju veliko hvala mojoj sestri i roditeljima koji su mi bili najveća podrška kako tijekom mog cjelokupnog školovanja, tako i prilikom izrade i pisanja ovoga rada. Njima ujedno i posvećujem ovaj rad.

Sažetak

Unutar tiskovne industrije fleksografski tisak je najdinamičnije rastuće područje. Kvaliteta otiska dobivenih ovom tehnikom tiska konstantno se povećava. Za vrijeme proizvodnog procesa dolazi do promjene u veličini rasterskog elementa koja može rezultirati pomacima u tonu i obojenju. Uvelike na to je utjecala tehnologija izrade fotopolimernih fleksografski klišeja. Stoga je proširen raspon reprodukcije svijetlih tonova. Međutim postoji ograničenje u reprodukciji svijetlih tonova. Jedan od najvažniji parametara kvalitete tiska je definirati prirast RTV-a. Stoga ovo istraživanje usmjereno na prirast RTV-a između tamnih i svijetlih tonova. Prvi cilj rada je definirati prirast RTV-a koji nastaje prilikom procesa tiska između svijetlih i tamnih tonova, te mogućnost reprodukcije svijetlih tonova u fleksografskom tisku. Drugi cilj je istražiti CIELab vrijednosti punog tona. Pomoću denzitometrijskih metoda izmjeriti će se prirast RTV-a na poljima različite gustoće obojenja. Svi uzorci na kojim će se vršiti mjerenja dobiveni su u realnoj proizvodnji. Dobiveni rezultati mjerenja biti će uspoređeni sa vrijednostima propisanih ISO standartom 12647. Na temelju dobivenih rezultata mjerenja dobiti će se graničnu vrijednost prirasta raster tonske vrijednosti kod tamnih i svijetlih tonova.

Ključne riječi : fleksografski tisak, prirast rastertonske vijednosti, tamni i svijetli tonovi, deformacija rasterskog elementa

Summery

Within the print industry, flexographic print is the fastest growing field. The quality of print produced by this technique is constantly increasing. During the production process, the size of raster element is changed which can result in tone and colour fluctuations, which is greatly influenced by the production technology of photopolimer flexographic printing forms. Thus the reproduction range of lighter tones is broadened. However there is a limit in reproduction of lighter tones. One of the key parameters in insuring print quality is defining the growth of screen value. This research is based on screen value growth between lighter and darker tones. The primary goal of this research is defining the screen value growth which is the result of the print process between lighter and darer tones, and possibility of lighter tone reproduction in flexographic print. The secondary goal is to explore the CIELab values of full tone. Using densitometry methods the screen value growth will be measured in fields of different colour density. All samples which have been used for testing ae obtained in real production. The results of testing will be compared with the values defined by ISO standard no. 12647-6:2006(E). given the results of testing, the limit value of screen value growth tone will be obtained regarding lighter and darker tones.

Key words: flexographic print, screen value growth, light and dark tones, raster element deformation

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Teoretski dio.....	2
2.1.Fleksografski tisak.....	2
2.2.Tiskovna forma.....	3
2.2.1. Fotopolimerna tiskovna forma.....	4
2.2.2. Gumena tiskovna forma.....	6
2.3.Fleksografsko bojilo.....	6
2.3.1. Bojila na bazi vode.....	8
2.3.2. Bojila na bazi otapala.....	8
2.3.3. UV bojila.....	9
2.4.Aniloks valjak.....	10
2.5.Konstrukcija fleksografskog stroja.....	14
2.6.Rastriranje.....	15
2.6.1. Vrste rastera.....	16
2.6.2. Deformacija rasterski elemenata.....	19
2.6.3. Prirast rastertonsk vrijednosti.....	22
2.7.CIE Lab sustav.....	25
3. Eksperimentalni dio.....	27
3.1.Cilj rada.....	27
3.2.Metodologija rada.....	27
3.3.Korišteni uređaji.....	27
4. Rezultati istraživanja.....	28
5. Diskusija.....	60
6. Zaključci.....	63
7. Literatura.....	65
7.1.Popis slika.....	67
7.2.Popis tablica.....	68
7.3.Prilog 1.....	69
7.4.Prilog 2.....	78

1. Uvod

U današnje vrijeme neophodna je visoka kvaliteta otiska. Obzirom na rapidan rast fleksografskog tiska, te njegove primjene unutar tiskarske industrije, sve više se istražuju njegove mogućnosti. Fleksografska tehnika tiska u početku se prvenstveno koristila za otiskivanje kartonskih kutija ili valovite ljepenke, dok je danas vodeća tehnika u ambalažnoj industriji. Fleksografski tisak karakterizira fleksibilna tiskovna forma i bojilo niskog viskoziteta. Ova tehnika omogućuje tisaka na širok raspon materijala.

Kvaliteta reprodukcije unutar grafičke industrije prvenstveno je vezana za dobru reproduciranje rasterskih elemenata. Tijekom procesa tiska dolazi do deformacije rasterskog elementa te kao rezultat toga dolazi do pomicanja u tonu i obojenju. Ova pojava je neizbježna tijekom tiskarskog procesa te se kao takva nastoji standardizirati i kompenzirati. Upravo za fleksografski tisak je karakterističan veliki prirast rasterskih elemenata koji treba kompenzirati. Do ove pojave dolazi uslijed promjene tlaka, koji uzrokuje širenje otisaka, odnosno njegov prirast. Također teško je reproducirati tamne tonove fleksografskim tiskom zbog ograničenja veličine točkica i razlike u pritisku između tamnih i svijetlih tonova.

Tema ovog diplomskog rada je granične vrijednosti fleksografskog tiska. U radu govorit će se općenito o fleksografskom tisku, tiskovnim formama, bojilu za fleksografski tisak, konstrukciji fleksografskog stroja, te rasterima dok će se u eksperimentalnom dijelu rada promatrati i mjeriti prirast i deformacija rastera, te mogućnost otiskivanja tamnih i svijetlih tonova fleksografskim tiskom. Prvi cilj ovog diplomskog rada je određivanje deformacije rasterskog elementa u toku tiskarskog procesa u fleksografskom tisku na tamnim i svijetlim tonovima. Drugi cilj ovog diplomskog rada je određivanje kvalitete reprodukcije svijetlih i tamnih tonova. Sukladno tome, prva hipoteza ovoga rada je da prilikom tiska dolazi do deformacije rasterskog elementa, kao i do prirasta rastertonske vrijednosti. Druga hipoteza ovoga rada je istraživanje kvalitete i određivanje granica reprodukcije svijetlih i tamnih tonova u fleksografskom tisku. Obzirom na to, istraživanje će se provoditi na otiscima dobivenim u realnoj proizvodnji.

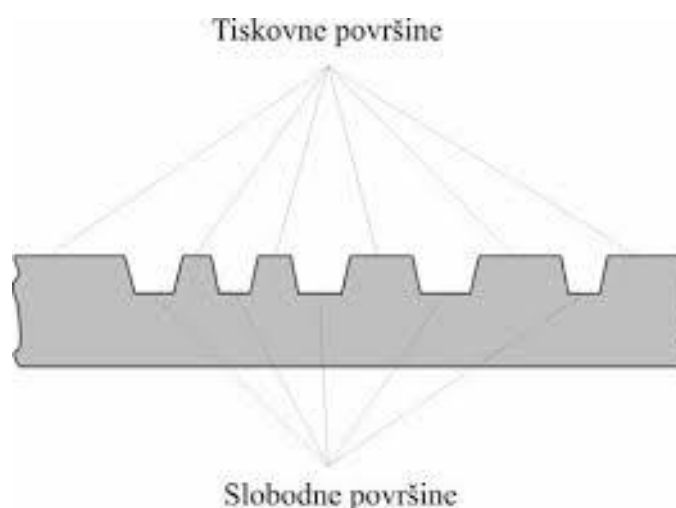
2. Teoretski dio

2.1. Fleksografski tisak

Fleksografski tisak je tehnika visokog tiska. Karakterizira ga fleksibilna tiskovna forma. Tiskovni elementi su povišeni u odnosu na slobodne površine. Bojilo se nanosi isključivo na tiskovne elemente s kojih se vrši otiskivanje. Ova tiskarska tehnika razvila se iz knjigotiska. Fleksografski tisak često se naziva i ambalažnim tiskom, jer ova tehnika tiska omogućuje otiskivanje na različite vrste tiskovnih podloga (papir, karton, folije, razni polimerni materijali). Fleksografski tisak na ovim materijalima daje jako dobre rezultate. 1986. godine ova tehnika se počinje koristiti za tisak novina. [1] Izvorni naziv fleksografskog tiska je anilinski tisak. Anilinske boje su bile otrovne, a s obzirom da je primjena fleksografskog tiska bila isključivo za ambalažu, ove boje su zabranjene za uporabu. Naziv anilinski tisak zadržan je sve do 1951. godine iako su se već ranije razvijena i upotrebljavana nova tiskarska bojila. 1952. godine tehnici je promijenjeno ime u fleksografski tisak. [2,3]. Fleksografski tisak je jedno od najbrže rastućih područja unutar tiskarske industrije. Uporaba ove tehnike tiska zadnjih desetak godina značajno porasla. Na godišnjoj razini to iznosi oko 8%. Obzirom na brzi razvoj očekuje se i daljnje razvijanje ove tehnologije, u svrhu poboljšanja strojeva, tiskovnih formi i bojila. [4] Iako je glavna prednost fleksografskog tiska mogućnost otiskivanja na razne podloge, ovu tehniku također karakterizira brzina od 400 m/min te jednostavna priprema samog stroja stoga je isplativ za male naknade. Velika prednost fleksografskog tiska je i brzo sušenje bojila što skraćuje sam proces tiska. Zbog svojstva izdržljivosti na trošenje te malog pritiska na tiskovnu podlogu, tiskovna forma je dugog vijeka trajanja. Uzevši u obzir sve činjenice ekonomska isplativost je zajamčena. Unatoč mnogim prednostima i rapidnom razvoju fleksografski tisak karakteriziraju i neki nedostaci koji će se godinama usavršiti i pružiti još veću kvalitetu tiska. Neki od nedostataka ove tehnike tiska su osjetljivost na promjenu pritiska tijekom procesa tiska, veliki prirast rasterskih elemenata koji se trebaju kompenzirati, u odnosu na bakrotisak i ofsetni tisak ograničena je finoća rastera. Meko-oštre slike, mrke, tamne otiske također je teško reproducirati koristeći fleksotisak zbog ograničenja veličine točkica i razlika u pritisku između tamnih i svijetlih područja. [1,2]

2.2. Tiskovna forma

Obzirom da je fleksografskog tiska tehnika visokog tiska tiskovne i slobodne površine razlikuju se po svom geometrijskom položaju. Tiskovne površine su uzdignute u odnosu na slobodne površine. Tiskovne forme mogu biti izrađena od gume ili fotopolimernog materijala. Ovi materijali omogućuju savitljivost tiskovne forme. [3]



Slika 1. Tiskovna forma za visoki tisak

Izvor: <http://eprints.grf.unizg.hr/1447/1/Magistarski%20rad%20Brajnovi%C4%87%20Olivera.pdf> – dostupno 01.06.2016.

2.2.1. Fotopolimerne tiskovne forme

Sedamdesetih godina prošlog stoljeća započnje primjena fotopolimernih tiskovni ploča. Fotopolimerni materijala po svojim svojstvima materijal koji je baziran na akrilnom poliesteru koji ima svojstvo povećanja vlastite tvrdoće pod utjecajem ultraljubičastog (UV) zračenja. Prednosti fotopolimernih tiskovnih formi su: mogućnost reproduciranja velike linijature rastera, dvodimenzionalna stabilnost, brza izrada te jednolična debljina. Fotopolimerne ploče se izrađuju od dva materijala. Postoje ploče na bazi tekućeg fotopolimera i na bazi krutog fotopolimera. Tekući fotopolimer u odnosu na kruti polimer ima nižu cijenu, dok mu je mana nejednolika debljina forme, uklopljeni mjehurići zraka, kao i ograničen vijek trajanja. Glavna im je primjena kod nižih

linijatura rastera, kao npr. kod novinskog tiska i kod tiska na valovite kartona i ljepenke. Tiskovne forme izrađene su od fotoosjetljivog materijala. Tijekom procesa izrade, tiskovne forme, izlažu se određenom izvoru svjetlosti, te se ispiru u vodi ili nekom otapalu. Na taj način na tiskovnoj formi dobivamo reljef. Debljina tiskovne forme može biti između 1,7 do 6 mm, ovisno o namjeni tiskovne forme. Krajem 90-tih godina u proizvodnji tiskovnih formi primjenjuje se CtP (eng. *Computer to plate*) metoda. Ovom metodom značajno je skraćen proces izrade tiskovnih ploča, a ploče su bolje kvalitete. Tiskovna ploča se osvjetljuje pomoću lasera, a faza osvjetljavanja i razvijanja su eliminirane. Ovaj postupak je ekološki prihvatljiviji. [5]

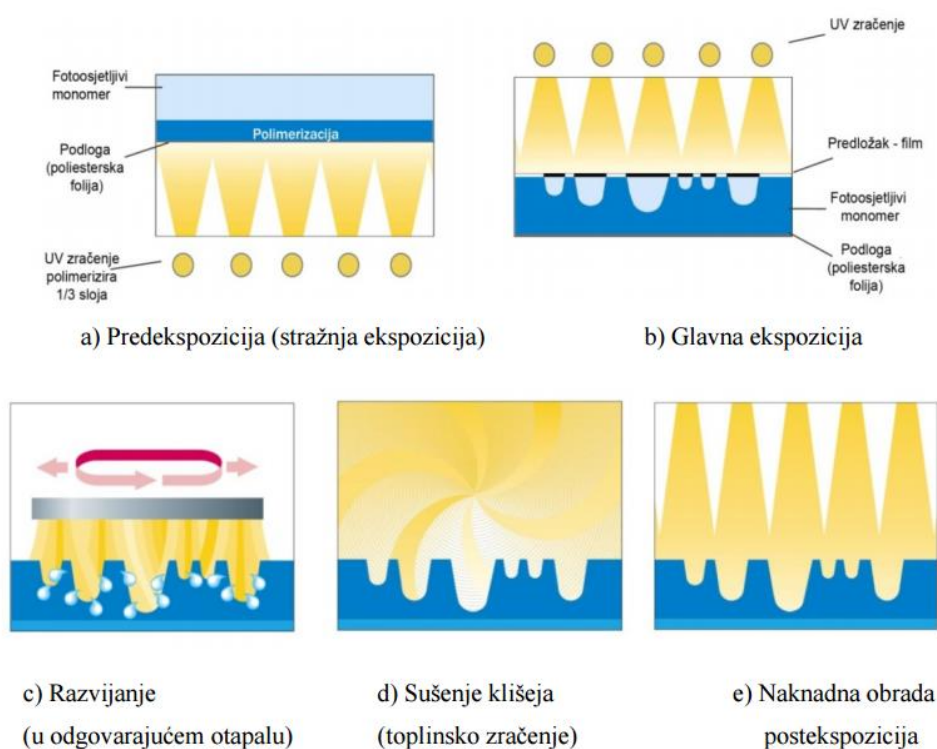


Slika 2. Fotopolimerna tiskovna forma

Izvor: *** <http://creativegraphics.tradeindia.com/flexo-printing-plates-164641.html> - dostupno 01.06.2016.

Tiskovna forma koja je izrađena od tekućeg fotopolimernog materijala sastoji se od podloge (poliesterska folija) i fotoosjetljivog monomera. Kod ovog tipa tiskovnih formi tri su faze osvjetljavanja.

1. Preekspozicija- provodi se sa stražnje strane fotomonomera UV zračenjem te dolazi do postupne polimerizacije. Osvjetljavanje se provodi bez filma u svrhu dobivanja polimernog sloja koji će predstavljati podlogu tiskovne forme
2. Glavna ekspozicija- U ovoj fazi dolazi do odvajanja tiskovnih od slobodnih površina. Osvjetljavanje se vrši kroz predložak.
3. Postekspozicija – cijela tiskovna forma se na kraju postupka još jednom osvjetljava radi učvršćivanja reljefa i poboljšanja mehaničkih svojstava[6]



Slika 3. Izrada fotopolimerne tiskovne forme od tekućeg fotopolimera

IZVOR:<http://eprints.grf.unizg.hr/1447/1/Magistarski%20rad%20Brajnovi%C4%87%20Olivera.pdf> – dostupno 01.06.2016.

Sličan je postupak izrade tiskovnih formi koje su izrađene od krutog fotopolimernog materijala. Glavna razlika je da kod krutog fotopolimera nije potrebno provoditi preekspoziciju. Tiskovna forma osvjetljuje se UV zračenjem kroz predložak što rezultira stvaranjem reljefa. Sljedeća faza je mehaničko uklanjanje filma i neosvijetljenih dijelova polimera. [7]

2.2.2. Gumene tiskovne forme

Prve tiskovne forme koje su se koristile u fleksografskom tisku bile su izrađene od gume. Njihov postupak izrade bio je vrlo složene. Postupak se sastojao od sljedećih faza. Guma se je izlivala u metalni kalup kako bi očvrstnula. Baš zbog tog izlivanja dolazilo je do pojave neželjenih udubina i neravnina na samoj formi koji su kasnije predstavljali problem tijekom procesa tiska. Pri osvjetljavanju u kopirnoj rami dolazi do fotokemijske reakcije polimerizacije na mjestima gdje se svjetlo apsorbiralo u fotoosjetljivi sloj i na tim mjestima fotoosjetljivi sloj mijenja svoja kemijska svojstva, postaje netopiv u otopini razvijača. Fotoosjetljivi sloj koji nije osvijetljen ostaje topiv i uklanja se procesom razvijanja u pogodnim otapalima, a zatim se metalna pločica jetka u otopini dušične kiseline odgovarajuće koncentracije. Na mjestima gdje je fotoosjetljiv sloj uklonjen otopina dušične kiseline kemijski otapa cink, a na mjestima gdje se sloj zadržao, on djeluje kao izolator i cink se ne otapa. Na taj način dobiva se reljef u metalnoj pločici sa uzdignutim tiskovnim i udubljenim slobodnim površinama. Dobivena jetkana reljefna pločica pritišće se na vrući prijenosni materijal u kojem nakon stvrdnjavanja ostaje reljef. U taj reljef se izlije guma koja se nakon vulkanizacije vadi iz tog kalupa dok je još topla. Time je završen proces izrade tiskovne forme.[7]

Gumene tiskovne forme davale su reprodukcije niske kvalitete. Pošto se jetkaju u dušičnoj kiselini nisu ekološki prihvatljive. Danas se jako rijetko koriste, uglavnom kod „*Computer to plate*“ postupka, gdje su eliminirane faze je jetkanje, već laser gravira površinu tiskovne forme. [5,6]

2.3. Fleksografsko bojilo

Obzirom na mogućnost tiska na različite tiskovne podloge od kojih su mnoge neupojne, bojilo mora sadržavati određena svojstva kako bi proces tiska bio moguć. Također treba obratiti pažnju na sastav i kvalitetu bojila pošto se fleksografski tisak najvećim dijelom koristi za ambalažni tiska. Bojila za fleksografski tisak ne bi trebala sadržavati otrovne spojeve kako ne bi bila štetna za ljudsko zdravlje i okoliš. Po svome sastavu najsličnija su bojilima za bakrotisak, a pošto je fleksografski tisak rotacioni tisak bojilo je malog viskoziteta. Fleksografske boje su rijetke, tekuće boje male viskoznosti (0.05-0.5 Pas), temeljene na tekućim bojilima ili pigmentima te organskim otapalima ili vodi.

Proizvođači u pravilu isporučuju boje veće viskoznosti, pa ih tiskari prije početka tiska moraju razrijediti.[8]

Danas se u fleksografskom tisku koriste najčešće tri vrste bojila:

1. Bojilo na bazi otapala
2. Bojila na bazi vode
3. UV bojila

Zbog niza različitih tiskovnih podloga koje se koriste u fleksografskom tisku nije moguće proizvesti jednu vrstu boje koja bi zadovoljila uvjete svih tiskovnih podloga.

Glavni zahtjevi za visoko kvalitetno fleksografsko bojilo su:

- Velika izdašnost boje
- Niska viskoznost
- Visoki sjaj
- Dobra topivost
- Maksimalna stabilnost na stroju
- Svojstva dobrog tečenja
- Brzo sušenje na tiskovnoj podlozi

Kvaliteta fleksografskog otiska ovisi o svakoj sastavnici boje pojedinačno.

Fleksografska bojila sastavljena su od :

1. Pigmenata ili bojila
2. Veziva (smole)
3. Otapala i dodataka

2.3.1. Bojilo na bazi vode

Bojila na bazi vode ekološki su povoljnija u odnosu na bojila temeljena na bazi hlapljivih organskih spojeva. Karakteristika ovih bojila je trenutno sušenje na upojnim

podloga, ali kod neupojnih podloga proces sušenja je produžen. Obzirom na to potrebno je više energije za sušenje otisaka čime se usporava brzinu otiskivanja. Ova vrsta bojila sadrži više pigmenata (i do 30%) u odnosu na bojila na bazi otapala. Zbog većeg udjela pigmenta u bojilu s malom količinom bojila može se dobiti otisak zadovoljavajuće gustoće obojenja, te se na taj način smanjuje i količini vode koja treba ispariti iz bojila.[9]

2.3.2. Bojilo na bazi otapala

Ova vrsta bojila koristi se za tisak na neupojnim polimernim materijalima, folijama, laminatima, papirima, kartonima i ljepenka. Naime, ne postoji jedna vrsta fleksografskog bojila kojim bi se moglo otiskivati na svim tiskovnim podlogama. Ovisno o karakteristikama tiskovne podloge koristi se adekvatno bojilo. Za tisak raznih filmova koriste se bojila odgovarajuće adhezije, ali za svaku polimernu podlogu potrebno je izabrati odgovarajuće bojilo. Kako bi se mogla maksimalno iskoristiti reflektivna svojstva folija, bojila za folije moraju biti transparentna. Za tisak na papirima i kartonima rabe se jednostavne i jeftine bojila koje sadrže bazična bojila otopljena u alkoholu, sredstvo za taloženje i smolni firnis kako bi se poboljšao prijelaz boje i otpornost otiska [9].

Fleksografske boje na bazi otapala sadrže:

- 40-60% vodenog ili alkoholnog otapala
- 15-25% veziva
- 10-25% pigmenata
- 5-10% aditiva.

Od komponenti koje daju obojenje upotrebljavaju se pigmenti ili tekuća bojila. Aditivi daju specifična svojstva boji, a ujedno s vezivom određuju i upotrebu tiskovnih boja. Otapala se najčešće baziraju na organskim otapalima etil-acetatu ili etanolu.[8]

2.3.3. UV bojilo

Ove boje ne sadrže otapalo jer UV zračenje aktivira polimerizaciju uslijed koje dolazi do stvrdavanja boje na otisku. Viskozitet UV boja je prilagodljiv pa imaju primjenu kako u fleksografskom tako i u bakrotisku (duboki tisak).

Glavni sastav ovih boja je:

- 55 – 80% veziva
- 10 – 20% pigmenata
- 5 – 15% fotoinicijatora
- 5 – 10% aditiva

Izlaganjem otiska UV zračenju dolazi do momentalnog sušenja tj. osvijetljeni fotoinicijatori započinju polimerizaciju što rezultira skrućivanjem. Takvim se bojama postižu visoko kvalitetni otisci s dobrim mehaničkim i kemijskim svojstvima, a svoju primjenu pronašli su na podlogama kao što su papir, PVC, aluminijske folije i razni laminati. UV fleksotiskarske boje proizvode se ovisno o namjeni i o vrsti materijala na koji će se tiskati.

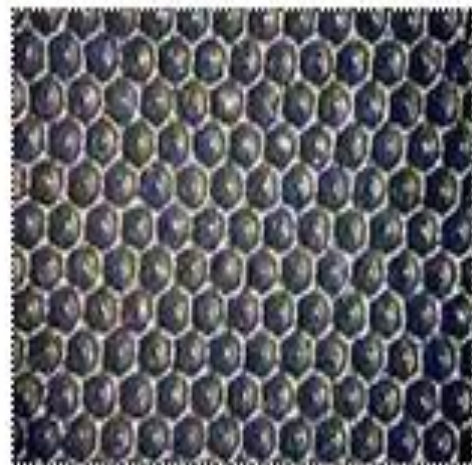
Sva UV bojila, lakovi i UV zračenja mogu utjecati na kvalitetu ljudskog zdravlja, a samim time i na prirodni okoliš posebice ukoliko se s njima nepropisno postupa, zato se za njihovu upotrebu iz sigurnosnih razloga mora vršiti obuka tiskara. UV bojila ili lakovi se stvrdnjavaju u sljedećim područjima UV zračenja

- UV-A područje 380 – 350 nm
- UV-B područje 350 – 280 nm
- UV-C područje 280 – 100 nm

Prednosti UV bojila su što ne sadrže hlapljiva organska otapala, a gustoća obojenja je bolja u odnosu na bojila na bazi otapala, dok je nedostatak visoka cijena.[8,9]

2.4. Aniloks valjak

Uloga aniloks valjka je prijenos boje iz bojnika na tiskovnu formu na taj način da količina bojila odgovara svim zahtjevima. Rasterski valjak je naziv koji se često upotrebljava za aniloks valjak. Valjak je sastavljen od mjernih čašica različitog volumena, a linijatura aniloks valjka određena je brojem čašica. Ideja o aniloks valjku je preuzeta iz bakrotiska gdje izjetkani cilindar prenosi boju na tiskovnu formu. Najčešće je izrađen od bakra te se kao takav nakon proces graviranja može se kromirati ili presvući slojem keramike. Uz linijaturu, kao jednu od glavnih karakteristika aniloks valjka, treba spomenuti kut graviranja i volumen čašice.[10]



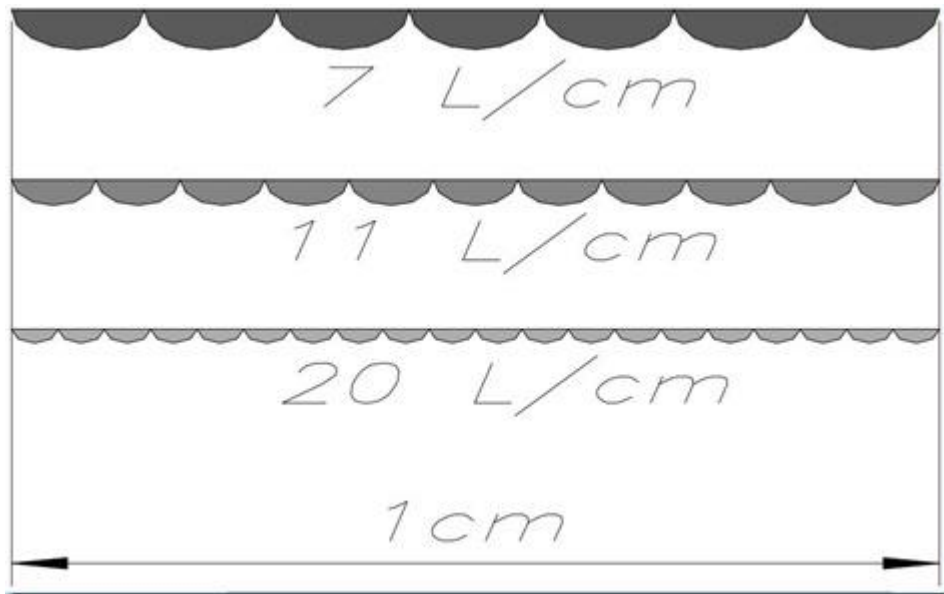
Slika 4. Aniloks valjak

Izvor : http://cargaldale.blogspot.hr/2012_06_01_archive.html-dostupno 7.6.2016.

Teoretsku količinu boje koja se prenosi na tiskovnu formu određuje volumen raster valjka, a izražava se u cm^3/m^2 ili BCM-u (*Billions of Cubic Microns*). Obzirom da je glavna funkcija aniloks valjka dovoz bojila iz bojanika do tiskovne forme, veličina čašica se prilagođuje tiskovnoj podlozi i zahtjevima u tisku. Valjak s čašicama manjeg volumena upotrebljava se za tisak glatkih i premazanih podloga, dok valjak s čašicama većeg volumena upotrebljava se za tisak neravnih površina, upojnih podloga te poroznih struktura. Polimerne podloge zahtijevaju čašice manjeg volumena kako prilikom procesa tiska ne bi došlo do razlijevanja otiska, pojave halo efekta i povećanja rasterskog elementa. [11]

Uz volumen čašica aniloks valjka također je i bitan broj čašica odnosno linijatura. Izražava se pomoću jedinice linija po centimetru (lin/cm) i predstavlja broj čašica po jedinici duljine u ovom slučaju centimetru. Što je veća linijatura aniloks valjka bolja je

moćnost za postizanje tankih linija i teksta te mekanijih prijelaza. Ovisno o vrsti tiskovne podloge i zahtjevima tiska odabire se odgovarajuća linijatura i volumen aniloks valjka. [12]

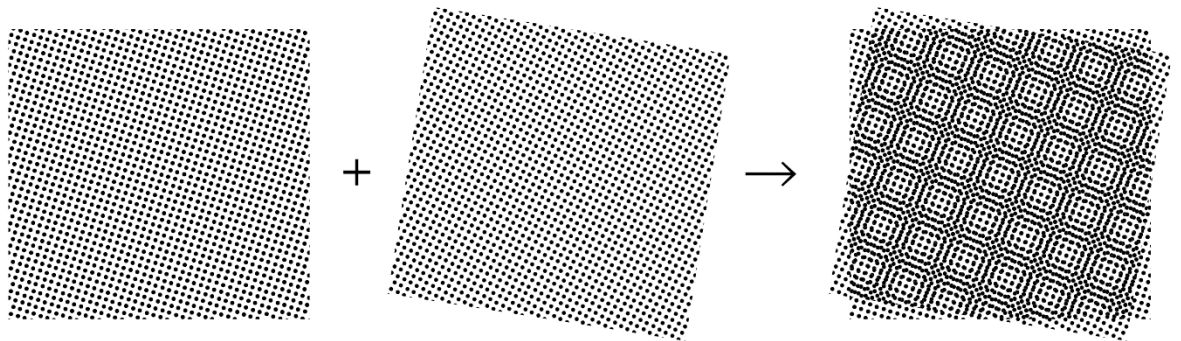


Slika 5 - Linijatura aniloks valjka

Izvor: *** <http://flexomagazine.blogspot.de/2010/11/sobre-anilox-da-escolha-manutencao.html> (dostupno 21.06.2016)

Ovisno o zahtjevima tiska linijatura koje se primjenjuje može biti mala i nekvalitetna ili velika za kvalitetnije i finije reprodukcije. Linijature oko 70 lin/cm spadaju u male i nekvalitetne linijature te se rijetko koriste. Za tisak na upojnim podlogama kao što su nepremazani papiri i kartoni koji ne zahtijevaju veliku kvalitetu upotrebljavaju se srednje linijature oko 140 lin/cm. Kod otiskivanja na glatke i neupojne podloge koje zahtijevaju veliku kvalitetu koriste se linijature od 275 lin/cm. Odabir linijature aniloks valjka prvenstveno ovisi o motivu koji se otiskuje. Tako za tisak fotografije ili složenih motiva punih detalja koristiti će se visoke linijature. Volumen čašice je povezan sa spomenutom linijaturom i dubinom čašice. Manipulacija volumenom na aniloksima s istom linijaturom se postiže dubinom čašice. Podaci koji zanimaju proizvođače aniloks valjka su linijatura i volumen, iz kojih sam proizvođač izračunom dolazi do dubine čašice. Volumen je odgovoran za nanos bojila na tiskovnu formu koje se na tiskovnoj podlozi promatra kao gustoća obojenja. Što je volumen čašice veći to je i nanos bojila veći. Kod velikih linijatura ne prenosi se dovoljno bojila na tiskovnu formu za tisak

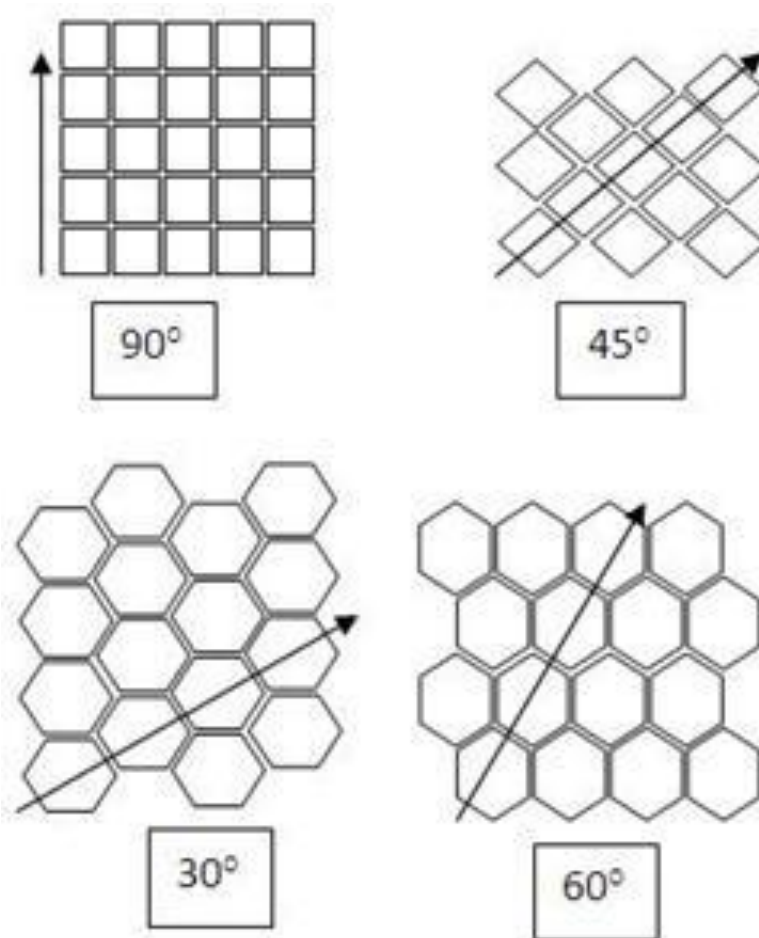
punih tonova. Zbog toga je vrlo važno prilagoditi linijaturu i voumen čašice svim zahtjevima tiska.[12] Linijatura aniloks valjka povezana je s linijaturom same tiskovne forme te mora biti veća od linijature tiskovne forme kako bi se izbjegla pojava *moirè*. Volumen čašica mora biti manji od tiskovnih elemenata kako ne bi upadali u čašice i uzimali više bojila nego što je potrebno.



Slika 6. - Moirè efekt

Izvor:***<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Moir%C3%A92.png> (dostupno 21.06.2016.)

Također otiskivanjem krivim kutem rastera dolazi do pojave *moirè*. Pojava *moirè* se definira kao neželjena pojava u tisku kad se otiskuje više rasera jedan preko drugog, te ako su kutovi rastera krivo postavljeni. Kod aniloks valjka postoje dva moguća uzroka pojave *moirè*-a prvi uzrok odnosno tipičan *moirè* javlja se kao posljedica prevelikog nanosa bojila na rasterske elemente. Drugi uzrok zbog kojeg dolazi do ove pojave je nepovoljno pozicioniranje kuta rastera na aniloks valjku u odnosu na kuteve restrirnja kod separacije bojila. Ova pojava se može izbjeći pravilnim izborom aniloks valjka. Kutovi koji se najčešće koriste na raster valjku su 30°, 45°, 60° i 90°. [13]

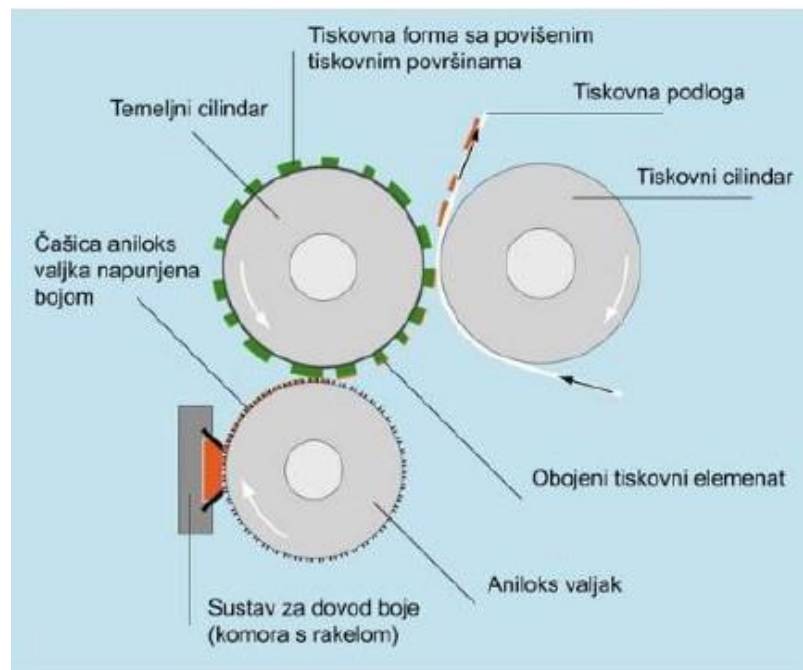


Slika 7. – Kutovi graviranja čelija

Izvor:***<http://www.printweek.in/Feature/315335,tech-gyaan-on-aniloxroller.aspx> (dostupno 21.06.2016.)

Najjednostavniji oblik graviranja jest pod kutom od 90° gdje su čelije poredane po obodu valjka. Nakon graviranja jednog reda slijedi graviranje drugog reda na razmaku od veličine čelije. Graviranje pod kutom od 30° se izbjegava jer nastaju baze kvadratnog oblika zbog kojih dolazi do tehničkih i tiskarskih poteškoća. Najbolje rezultate daju čelije gravirane pod kutom od 60° ili 45° . Prilikom graviranja pod kutom od 60° ostvaruje se najbolji prijenos bojila. Prilično dobre rezultate daje i kut od 45° te su po njemu postavljene osnovne separacije boja u fleksografskom tisku. Češće se primjenjuje graviranje pod kutom od 60° kako bih se izbjeglo preklapanje kutova rastera na tiskovnoj formi i kutova čašica na aniloks valjku. [14]

2.5. Konstrukcija fleksografskog stroja



Slika 8. Shema fleksografskog stroja

Izvor : <http://www.docfoc.com/tisak-tehnike-tiska> - dostupno 7.06.2016.

Kao što je već navedeno fleksografski tisak je tehnika direktnog visokog tiska. Karakterizira ga fleksibilna tiskovna forma, koja ne zahtjeva veliki pritisak kako bi se bojilo prenijelo s tiskovne forme na tiskovnu podlogu. Tiskovna jedinica fleksografskog stroja sastoji se od : temeljnog cilindra, tiskovnog cilindra i uređaja za obojenje. Radi na principu otiskivanja cilindar – cilindar. Fleksibilna tiskovna forma postavlja se na temeljni cilindar te je u direktnom doticaju s tiskovnom podlogom koja je postavljena na tiskovni cilindar. Prije procesa tiska potrebno je podesiti tlak. Kao što je već navedeno fleksografski tisak na zahtjeva veliki pritisak. Bojilo niskog viskoziteta smješteno je u bojaniku pomoću duktora prenosi se na aniloks valjak, koji pomoću rotacije bojilo prenosi na samu tiskovnu formu. [15,16]

Prema konstrukciji fleksografske strojeve možemo podijeliti u tri skupine.

1. Strojevi s centralnim cilindrom
2. Strojevi u obliku dimljaka
3. Linijski strojevi

Odabir stroja ovisi o vrsti podloge i kvaliteti samog grafičkog proizvoda.

2.6. Rastriranje

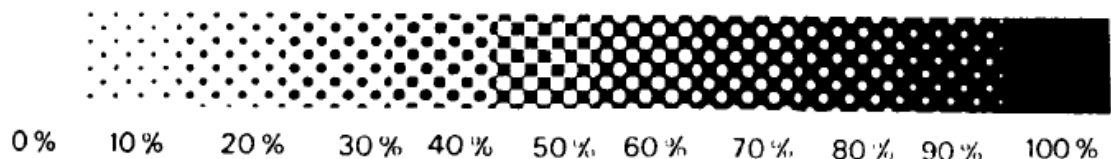
Gutenbergovim izumom tiska i pomičnih slova omogućen je prijenos vizualnih informacija. Stotinama godina tiskom je reproducirana samo jedna tonska vrijednost. Obzirom da količina tiskanih informacija sporo, ali konstantno rsla, a posebno izumom fotografije, porasla je potreba za kvalitetnijim reproduciranjem.

Zbog fleksibilne tiskovne forme koja ima svojstva elastičnosti i kompresibilnosti proces rastriranja je specifičan. Kada se spominje pojava rastera ada se misli na sredstvo kojim se obavlja rastriranje, a produkt tog procesa je rasterski element. Bez obzira radi li se o klasičnom ili digitalnom rastriranju nastanak višetonskih reprodukcija moguć je zbog tromosti ljudskog oka i nemogućnosti raspoznavanja pojedinačnih malih rasterskih elemenata. Informacije o intenzitetu dobivamo iz skupne refleksije više rasterskih elemenata. Ukoliko je rasterski element manji, to je uočavanje rasterskog elementa na otisku teže. Možemo reći da je osnovna razlika među rasterima njihova veličina i međusobni razmak koji definiraju finoću rastera [17]. Veličina rasterskog elementa može se izraziti kao postotak pokrivenosti površine rastertonske vrijednosti (RTV) ili preko integralne gustoće obojenja (D_i).

$$D_i = \log[S / (S - S_a)] \quad (1)$$

S – ukupna površina

S_a – pokrivena površina



Slika 9. - Rastertonske vrijednosti

Izvor:https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Frepo.grf.unizg.hr%2Fmedia%2Fdownload_gallery%2Frastrer-2.ppt dostupno 21.06.2016.

Kod fleksografskog tiska treba pripaziti kod tonova manjih rastertonskih vrijednosti jer često dolazi do prirasta RTV-a upravo u tom području. Tamniji tonovi na otisku postižu se većom pokrivenošću površine rasterskim elementima. . Kod smanjivanja površine gustoće obojenja u rasterskim slikama prednost se daje okruglim raster elementima iz

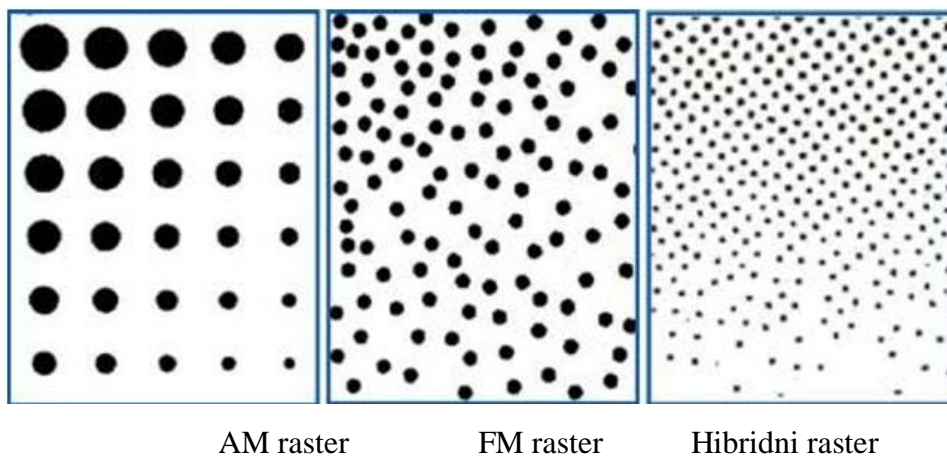
razloga što se dodiruju kod jedne pokrivenosti i zacrtnjenosti od otprilike 65% (simetrične okrugle točkice) odnosno 80% (asimetrične okrugle točkice).

2.6.1. Vrste rastera

Po vrsti rastere dijelimo u dvije skupine

1. Amplitudno modelirani ili klasični raster – AM
2. Frekventno modulirani ili stohastički raster – FM

Pored osnovnih skupina postoje i podskupine osnovne skupine rastera a to su : hibridi različitih vrsta rastera i oblika rasterskih elemenata te rasteri s modulacijom obojenja.

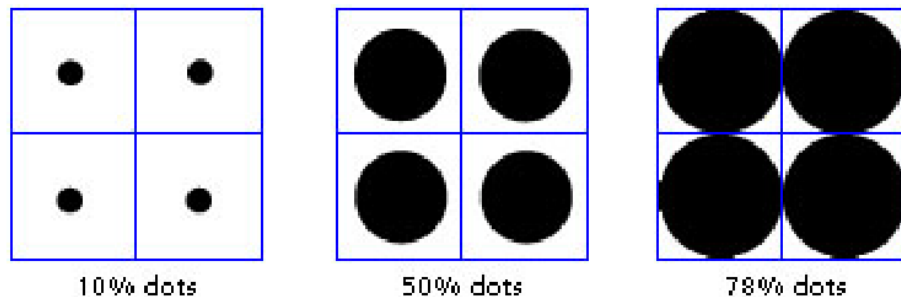


Slika 10. – Vrste rastera

Izvor: [http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi .pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf)
– Rasterski sustavi, dostupno 21.06.2016.

Doživljaj različitih tonaliteta kod amplitudnog modeliranog rastera (AM) uvjetovan je promjenom veličine rasterskog elementa, dok je razmak između rasterskih elemenata konstantan. Neovisno o obliku rasterskog elementa razmak će uvijek biti konstantan. Ako se promatra okrugli rasterski element, rasterska “točkica” kod amplitudno

moduliranog rastera pokriva dio površine elementarnog kvadrata kojeg čine četiri rasterska elementa. [18]



Slika 11. – Pokrivenost površine RTV

Izvor :http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi .pdf
– Rasterski sustavi, dostupno 21.06.2016.

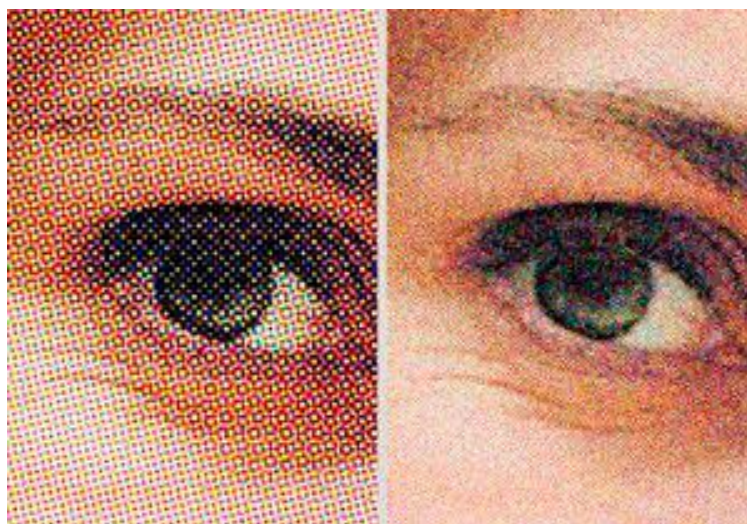
Unutar grafičke proizvodnje vrlo je rasprostranjena upotreba amplitudno modeliranog rastera. Razlog tome je mogućnost kvalitetne reprodukcije skoro cijelog raspona rasterskih vrijednosti. Nedostatak AM rastera zamjetan je prilikom reprodukcije sitnih detalja. Ovaj nedostatak uvjetovan je veličinom rasterskih elemenata najčešći je uzrok smanjene mogućnosti reprodukcije finih detalj kod velikih rasterskih vrijednosti.

Finoća amplitudnog modeliranog rastera ovisi o linijaturi rastera. Izbor linijature AM rastera ili finoće rastriranja ovisi o namjeni reprodukcije, tehnici tiska te o podlozi i bojilu koje će se koristiti. Obzirom na linijaturu AM raster možemo se svrstati u 3 skupine:

- 1.) Grubi raster – do 30 l/cm
- 2.) Srednje fini – 30 do 60 l/cm
- 3.) Fini raster – iznad 60 l/cm

Za razliku od amplitudno modeliranog rastera, kod frekventno moduliranih rastera veličina rasterskog elementa je ista, dok je razmak između rasterskih elemenata različit. Finoća rastera nije definirana veličinom elementarnog kvadrata, već veličinom rasterskog elementa.

FM raster omogućuje dobru reprodukciju finih detalja, linija i sitnije tipografije za razliku od AM rastera, prilikom korištenja FM rastera nema problema sa rasterskim kutevima i pojavom moare uzorka. Manji je utrošak bojila, a samim tim i proces sušenja je brži. Prilikom korištenja FM rastera dolazi do problema prirasta rastertonskih vrijednosti. Taj problem se najviše očituje u području srednjih tonova kod rastertonskih vrijednosti između 40 – 60%. Posljedica tog problema je lošija reprodukcija tonskih prijelaza u srednjim tonovima. U grafičkoj proizvodnji primjena FM rastera je najčešća kod izrade visokokvalitetnih proizvoda i kod tiska na visokokvalitetne tiskarske podloge. Veliku primjenu FM raster ima u tisku vrijednosnica gdje položaj rasterskih elemenata mora biti strogo definiran. FM raster za razliku od AM rastera nema linijaturu kao AM raster, jer je razmak između rasterskih elemenata različit, stoga finoća FM rastera ovisi o veličini rasterskog elementa. Veličina rasterskih elemenata definira se u mikrometrima. Finoća FM rastera najčešće se kreće od 20 do 40 μ m.[19]



AM

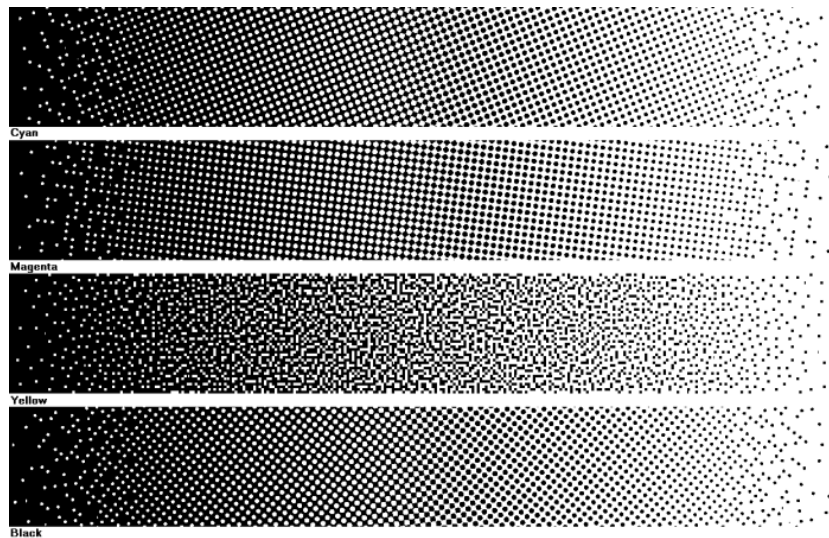
FM

Slika 12. – razlika rastera

Izvor : http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Rasterski sustavi, dostupno 21.06.2016.

Hibridni raster je sastavljen od elemenata amplitudnog i frekventno modeliranog rastera. Hibridni rasteri imaju prednosti u odnosu na AM i FM rastera mogućnost

reproduciranja tonaliteta. U zadnje vrijeme sve je češća primjena hibridnog rastera. Naime upotrebom FM rastera omogućena je reprodukcija malih i velikih RTV vrijednosti, dok su srednji tonovi reproducirani pomoću AM rastera. Prijelaz s jedne vrste rastera na drugu kreće se u određenom rasponu RTV – a. rasterski elementi kod hibridnog rastera mogu biti i različitih oblika npr: trokut, četverokut, linija i sl. [20]



Slika 13. – Hibridni raster

izvor : *** <http://www.bodan-ag.ch/druckerei/was-wir-ihnen-bieten/druck/> - dostupno

07.07.2016

2.6.2. Deformacije rasterskog elementa

Danas je pred proces tiska stavljen veliki zahtjev, u proizvodnji on je osnovni i najvažniji proces. Ukoliko se dogodi greška u procesu tiska ona je nepovratna te narušava kvalitetu proizvodnje. Deformacija rasterskih elemenata još je uvijek jedan od najvažnijih parametara u smanjenu kvalitete tiska. Prilikom procesa tiska, kada tiskarsko bojilo prelazi na tiskovnu podlogu, mnogi parametri utječu na samo bojilo. Neki od značajnih parametara su temperatura i vlaga okoline, pritisak između cilindra i valjka, karakteristika tiskarskog bojila i tiskovne podloge, itd. Otiskivanje idealnog rasterskog elementa, s ostrim rubovima i jednakom gustoćom obojenja, gotovo je nemoguće. Naime uvijek postoje određene deformacije rasterskog elementa[21]. Kada govorimo o deformaciji rasterskog elementa, on se može povećati (pozitivna

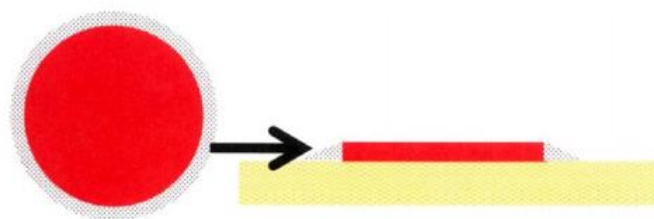
deformacija) ili smanjiti (negativna deformacija) u odnosu na teoretsku površinu. U procesu tiska češće se susrećemo s pojavom pozitivne deformacije. Ova pojava se događa neovisno o vrsti rastriranja. [22]

Deformacija rasterskih elemenata dijeli se u dvije skupine:

- 1.) Geometrijska deformacija
- 2.) Optička deformacija

Geometrijska deformacija rasterskih elemenata nastaje usljed mehaničkih djelovanja na rasterske elemente za vrijeme i nakon procesa tiska, a najčešće se događa usljed:

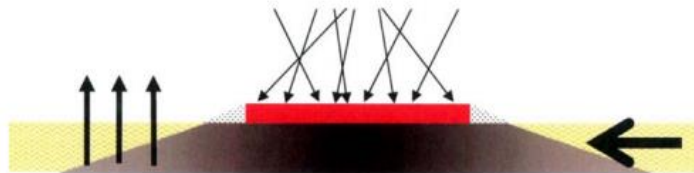
- 1.) Smicanja – pojava pri kojoj rasterska točkica poprima izduženi ovalni oblik, ali ton točkice ostaje isti. Uzrok ove pojave je neusklađenost cilindara unutar tiskarskog stroja
- 2.) Dubliranje – pojava kada se pokraj otisnute rasterske točkice pojavljuje još jedna slabija točkica koja se s prom točkom ne pokriva u potpunosti. Ton točkice je različit, a uzrok ove pojave je u netočnom pokrivanju pri prijenosu bojila s gumene navlake
- 3.) Mrljanje – pojava pri kojoj dolazi do razmrljavanja točkice. Ton točkice ide od tamnijeg prema svjetlijem. Danas je ova pojava iznimno rijetka, a uzrok je mehanički utjecaj nakon tiska [23]



Slika 14. – mehanička deformacija rasterskog elementa izvor:

*http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi .pdf – Rasterski sustavi, dostupno 21.06.2016.

Za razliku od mehaničke deformacije, kod optičke deformacije dolazi do promjena usljed djelovanja svjetlosti. Uslijed prolaza svjetlosti kroz tiskovnu podlogu, dio svjetlosti se vraća kao rezlektirana zraka do unutrašnjih slojeva tiskarske podloge, što se očituje pojavom halo efekta. Rezultat takve refleksije svjetlosti je doživljaj proširenja rasterskog elementa. Manifestiranje ove deformacije ovisi o parametrima koji uzrokuju refleksiju i apsorpciju na tiskovnoj podlozi. [24]



Slika 15 – optička deformacija rasterskog elementa izvor:

*[http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi .pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf) – Rasterski sustavi, dostupno 21.06.2016.

Deformacija rasterskog elementa definirana je na osnovi stupnja cirkularnosti.

Cirkularnost rasterskog elementa izračunava se prema sljedećoj jednadžbi:

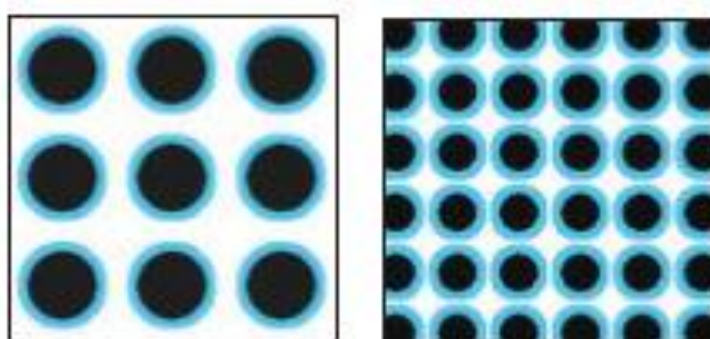
$$C = \frac{p^2}{4\pi A} \quad (2)$$

Gdje je p – dužina oboda, te A – površina rasterskog elementa. U slučaju idealnog elementa iznosi 1, a za realni element je >1 .

Iako rasterski elementi mogu biti raznog oblika najčešće je u obliku kruga. Tijekom procesa tiska dolazi do deformacije rasterskog elementa. Rubovi rasterskog elementa postaju „nazubljeni“. Na otisku se može uočiti kako realni element je „nazubljen“ i ima veći opseg u odnosu na idealni element koji je prikazan kao savršeni krug. Hrapavost podloge ima najveći utjecaj na cirkularnost rasterskog elementa. [25]

2.6.3. Prirast rastertonske vrijednosti

Povećanje stvarne rastertonske vrijednosti, u odnosu na teoretsku naziva se prirast rastertonske vrijednosti prirast rastertonske vrijednosti ovisi o vrsti i linijaturi rastera, vrsti tiskovne podloge, svojstvima bojila te uvjetima prilikom tiska. Što je rasterski element manji, veća je deformacija elementa. Ta se pojava može objasniti s dužinom konture rasterske točkice. Grubi raster u odnosu na fini raster ima manji broj točkica na jediničnoj površini pa prema tome ima manju dužinu konture. Odnosno kod finijih rastera, veći je broj točkica na jediničnoj površini, pa je ukupna dužina konture veća što rezultira većim prirastom. Tiskovna podloga svojom glatkoćom i upojnošću utječe na prirast rastertonske vrijednosti, dok tiskarsko bojilo svojom koncentracijom i viskoznošću.[26]



Slika 16. - Prirast RTV-a za 40%-tnu veličinu rasterske točkice kod dvije različite linijature rastera

izvor:TGL_1_2_2010_Valdec_Zjatic_Klopotan_Utjecaj_linijature_rastera_na_prirast_rastertonskih_vrijednosti_u_fleksotisku%20(1).pdf, dostupno 28.06.2016

Na prirast rastertonske vrijednosti mogu utjecati i različiti fizikalni i optički uvjeti. Tijekom procesa tiska dolazi do različitih mehaničkih, kemijskih i fizikalnih interakcija koje utječu na prirast raster tonske vrijednosti. Optička prirast rastertonske vrijednosti izazvana je prodiranjem svjetlosti unutar tiskovne podloge te raspršenjem te svjetlosti. Produkt te pojave je da rasterski elementi sadrže sjenu na rubovima i dobiva se dojava proširenja rasterskog elementa. Optičko povećanje je posljedica interakcije elektromagnetskog zračenja (svjetlosti) s otisnutom podlogom: apsorpcija i lateralno

raspršenje. Mehaničko povećanje je posljedica razmazivanja bojila, kapilarnih efekata, deformacije rasterskog elementa zbog različitih brzina dvaju cilindara, itd. U prošlosti su proveden brojna istraživanja kako bi se što bolje definira i objasnio optički prirast rastertonske vrijednosti. Mnogi znanstvenici su pokušali objasniti raspršene svjetlosti unutar tiskovne podloge i u rasterskom elementu. Među prvima optičku prirast rastertonske vrijednosti u svom istraživanju su pokušali opisat Yule i Nielsen. Pomoću njihove jednadžbe moguće je izračunati prirast rastertonske vrijednosti za jednobojne reprodukcije.

$$R(a) = (R_s^{1/n} + (1-a) R_0^{1/n})^n \quad (3)$$

gdje je $1 \leq n \leq 2$, za refleksiju tiskovnih R_s i netiskovnih R_0 elemenata.

Međutim, ovom jednadžbom nije moguće ustanoviti optički i ukupni prirast rastertonskih vrijednosti, već je vrijednost prirasta dana kao umnožak optičkog i ukupnog prirasta rastertonskih vrijednosti. Kada se želi prikazati optički prirast rastertonskih vrijednosti tada refleksija svjetlosti $R(x, y)$ uslijed upadnog intenziteta svjetlosti $I(x, y)$ tvori kovolucijsku funkciju:

$$R(x, y) = [(I(x, y) T(x, y)) \times P(x, y)] T(x, y) \quad (4)$$

gdje je $T(x, y)$ transparentnost sloja bojila, a $P(x, y)$ integralna funkcija refleksije površine tiskovne podloge.

Navedena jednadžba odnosi se na jednobojne reprodukcije. Kod višebojnog tiska potrebno je uzeti i parametre distribucije svjetlosti, pa se optički prirast rastertonskih vrijednosti može prikazati kao:

$$R(x, y, \lambda) = [(I(x, y, \lambda) T(x, y, \lambda)) \times P(x, y, \lambda)] T(x, y, \lambda) \quad (5)$$

gdje je λ valna dužina svjetlosti. Kada se želi izračunati stvarna rastertonska vrijednost određenog polja $F(a)$,

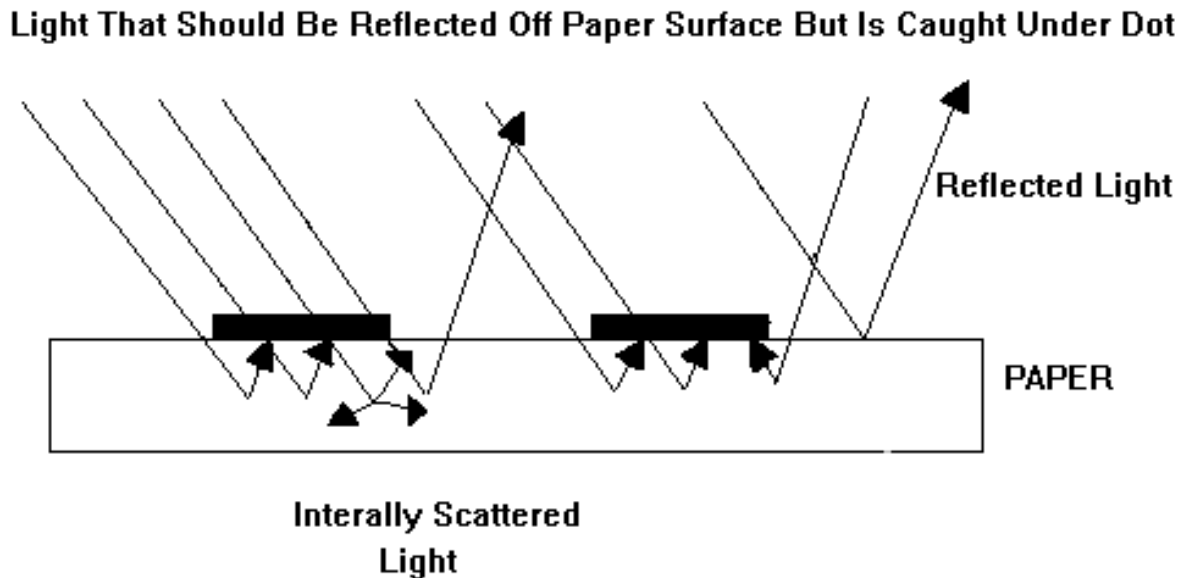
Williams, Clapper i Yule nastavili su istraživanja i predložili model koji je kombinacija između Murray-Daviesove jednadžbe linearne refleksije i Yule-Nielsenove jednadžbe.

Murray-Daviesova metoda prikazana je jednadžbom:

$$a = \frac{R_o - R}{R_0 - R_s} \quad (6)$$

gdje je R koeficijent refleksije s rastrirane površine.

Prirast rastertonske vrijednosti je neizbježan problem svake tiskar. Iako je tehnologija zadnjih godina rapidno napredovala ovaj problem je svejedno prisutan. Svaka tiskar treba težiti što kvalitetnije pristupu i rješenju tog problema. Tijekom cjelokupnog grafičkog procesa treba se težiti postizanju uvjeta kojima se pojava prirasta rastertonskih vrijednosti standardizira na određene i po mogućnosti što manje vrijednosti. [27]



Slika 17 – Interakcija svjetlosti i materijala

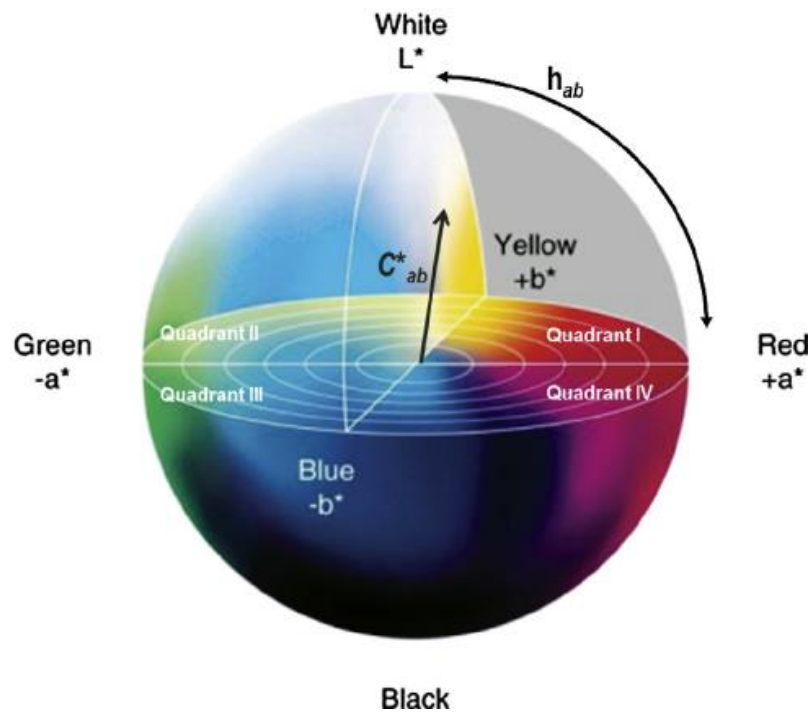
izvor : ***http://slidegur.com/doc/1311196/12_interakcija-svjetlosti-i-materije_modeli – dostupno
20.07.2016

2.7. CIELab sustav

CIELab prostor boja je definirala Međunarodna komisija za osvjetljenje (eng. *Internationa Commission o Illuminaion*). CIE je međunarodna komisija koja se bavi svjetlom, osvjetljenjem, bojom i kolornim prostorima (eng. *color spaces*). Osnovana je davne 1931. godine sa sjedištem u Beču. Iste godine CIE komisija je definirala i standardizirala izvor svjetla i njihove raspodjele energije zračenja. Definiran je i pojam „standardnog promatrača“. CIE Xyz prostor boja je bio prvi objektivni prostor boja temeljen na izračunu kordinata boa X i Y iz standardnih vrijednosti boja X,Y i Z.

Trenutno CIE ima sedam odjeljenja koja se bave različitim aspektima osvjetljenja, a ta odjeljenja su: vidljivost i boja, mjerenje svjetla i zračenja, unutarnje osvjetljenje i oblikovanje unutarnjeg osvjetljenja, Osvjetljenje i signalizacija u transportu, vanjsko osvjetljenje i duge primjene, fotobiologija i fotokemija, te tehnologija slike. Godine 1976, komisija je kreirala CIELAB prostor boja je danas u širokoj primjeni. [28]

CIELab prostor boja je trodimenzionalni prostor boja koji je baziran na percepciji boje standardnog promatrača. Najbliži je vizualnoj percepciji. Tri dimenzije koje sačinjavaju ovaj prostor boja su: L (eng. *lightness*) svjetlina koja s nalazi a akromatskoj osi te iznosi od 0 do 100, gdje 0 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu. Komponente a i b predstavljaju komplementarne boje na suprotnim krajevima osi; pa je na osi a* zelena boja obilježena sa -a, a na suprotnoj strani crvena boja obilježena sa +a. Na osi b*, nalaze se komplementi plavo – žuto. Komponente a* i b* nalaze se na kromatskoj osi. [29]



Slika 18 – CIELab prostor boja izvor:

<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/boja-prehrambenih-proizvoda>

Kolorimetrijska razlika je prostorna udaljenost između dviju točaka koje opisuju boje u prostoru boja i označava se kao ΔE . Kolorimetrijska razlika $\Delta E^*=1$ je određena kao tek

zamjetljiva razlika (eng. *JND, Just Noticeable Difference*). To je prag pri kojem izvježbani promatrač može uočiti razliku između dvije boje. Značajnu ulogu pri određivanju kolorimetrijske razlike ima i određivanje područja tolerancije. Pri uspoređivanju originala i reprodukcije razlikujemo opaženu (kad promatrač vidi razliku u boji) i prihvatljivu (da li je razlika u boji prihvatljiva) kolorimetrijsku razliku. Opažanje razlike ovisi o: veličini slike, kontrastu, karakteristikama površine, okruženju, osvjetljenosti. Za dobro slaganje između eksperimentalnih podataka i CIE L*a*b* prostora boja, sve elipse bi trebale biti jednake veličine. Elipse koje su blizu neutralnim bojama su najmanje, dok s povećanjem zasićenja elipse postaju veće i izduženije. Različite kolorimetrijske razlike je su dobivene modificiranjem CIE L*a*b* jednadžbe za ΔE . [21]

Tablica 1. Vrijednosti i tolerancije ΔE razlika boja

Vrijednost ΔE	Tolerancija
<1	Smatra se da prosječno ljudsko oko ne vidi razliku
1 – 2	Vrlo mala razlika
2 – 3.5	Umjerena razlika
3.5 – 5	Uočljiva razlika
>5	Vrlo velika razlika

3. Eksperimentalni dio

3.1. Cilj rada

Prvi cilj ovog istraživanja ovoga rada je određivanje deformacije rasterskog elementa u toku tiskarskog procesa u fleksografskom tisku na svijetlim i tamnim tonovima. Drugi cilj ovog istraživanja je određivanje kvalitete reprodukcije svijetlih i tamnih tonova. Sukladno tome, prva hipoteza ovoga rada je da prilikom tiska dolazi do deformacije rasterskog elementa, kao i do prirasta rastertonske vrijednosti. Druga hipoteza ovoga rada je istraživanje kvalitete i određivanje granica reprodukcije svijetlih i tamnih tonova u fleksografskom tisku. Obzirom na to, istraživanje će se provoditi na otisku dobivenom u realnoj proizvodnji. U eksperimentalnom dijelu ovog diplomskog rada promatrani su otisci dobiveni u realnoj proizvodnji. Tiskovne podloge koje su korištene su folije različite debljine i boje. Svi otisci otisnuti su istim uređajem pod jednakim uvjetima rada.

3.2. Metodologija rada

U eksperimentalnom dijelu ovog diplomskog rada promatrani su otisci dobiveni u realnoj proizvodnji. Tiskovne podloge koje su korištene su folije različite debljine i boje. Svi otisci otisnuti su istim uređajem pod jednakim uvjetima rada. Prvo će se pripremiti tiskovne forme za svaki uzorak posebno. Zatim slijedi otiskivanje uzoraka na tiskarskom stroju. Svi otisci će biti otisnuti pri istim uvjetima. Mjerenje na otiscima će se provesti na kontrolnim klinovima na cmyk sustavu boja. Mjerenja će se provoditi pomoću spektrofotometra. Dobiveni rezultati bit će uspoređeni sa ISO vrijednostima propisanih standardom ISO 2647 – 6 : 2006 (E).

3.3. Korišteni uređaji

Za obradu i mjerenje otisaka morali smo koristiti mjerni uređaj. Mjerenje kolorimetrijskih vrijednosti izvedeno je pomoću uređaja SpectroEye (X – Rite) pod standardnim uvjetima (osvjetljenje D 65) i bez polarizacijskog filtera.

SpectroEye

SpectroEye je ručni spektrofotometar koji osim standardnih densitometrijskih funkcija podržava i kolorimetrijske funkcije za brzo i jednostavno mjerenje i kontrolu boja.

Idealan je za mjerenja u procesima gdje se osim primarnih CMYK boja upotrebljavaju i direktne (spot) boje. [30]



Slika19 - SpectroEye (X – Rite)

izvor: *** http://cdn01.rpimaging.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/s/p/spectroeye_a_1.jpg, dostupno 30.07.2016

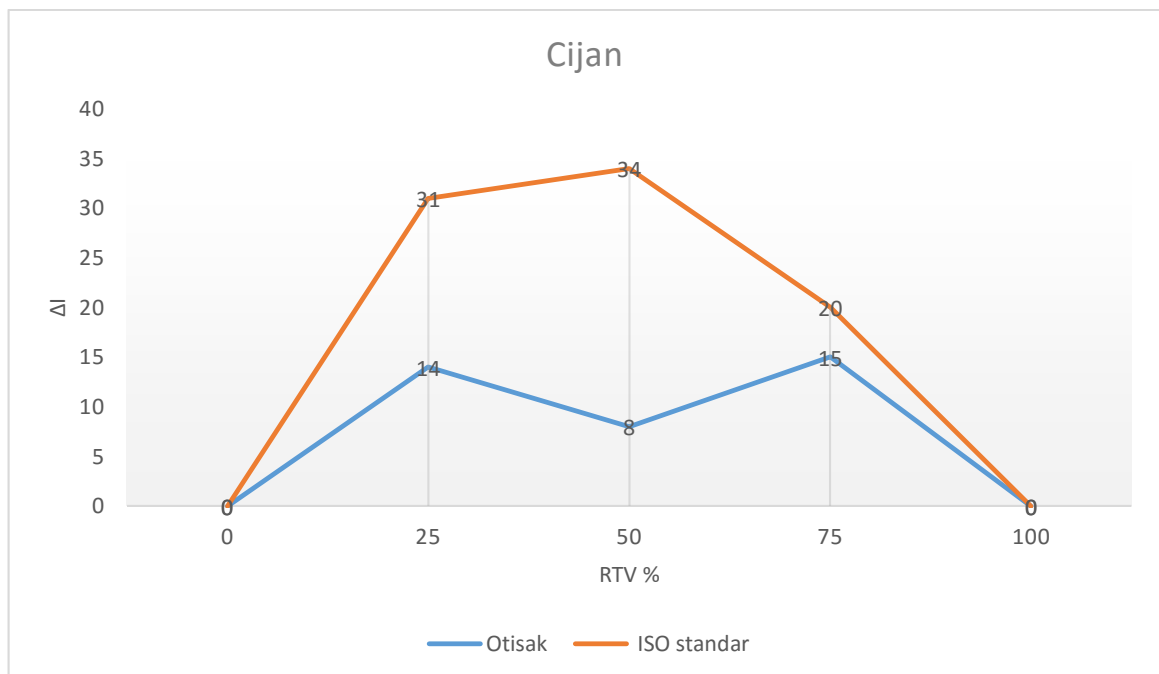
4. Rezultati istraživanja

Prva faza ovog rada bila je mjerenje prirasta raster tonskih vrijednosti na poljima od 25%, 50% i 75% RTV – a. Mjerenja su vršena na cijan, žutim, magenta i crnim poljima. Mjerenja su izvršena na 9 različitih otisaka. Na svakom od otisaka mjerenja su polja od 25%, 50% i 75 % rastertonske vrijednosti. Tiskovne podloge koje su korištene u ovom radu u folije raznih debljina.

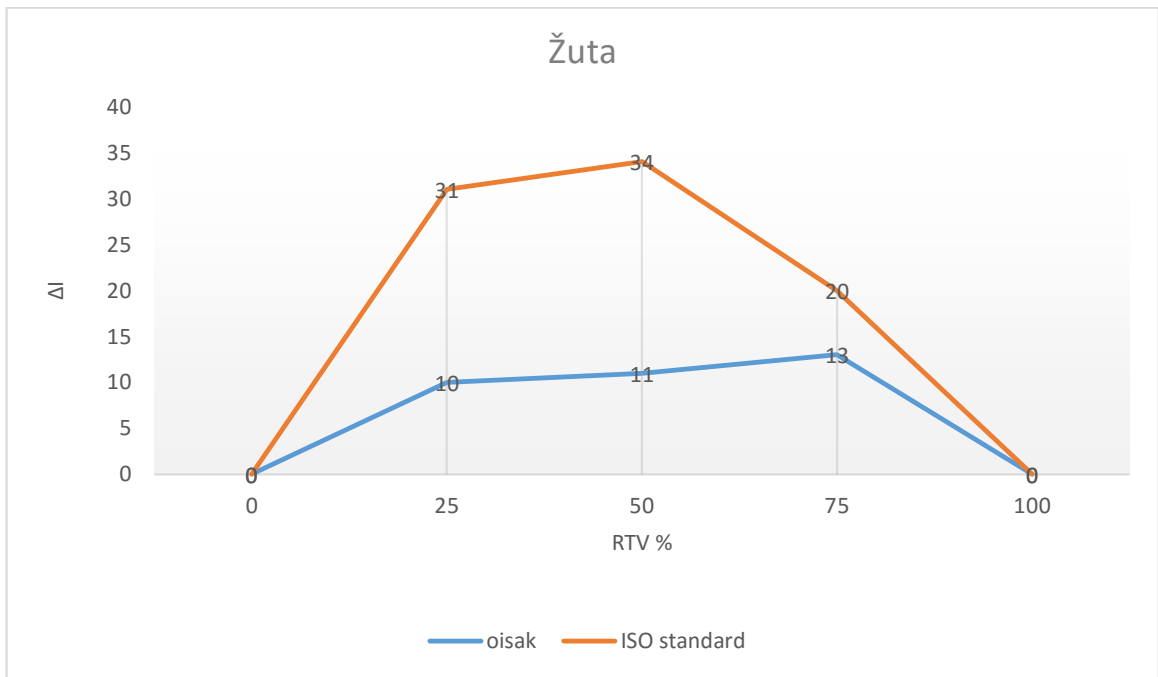
1. Uzorak

XXL – Mikado (začin) – prozirna folija

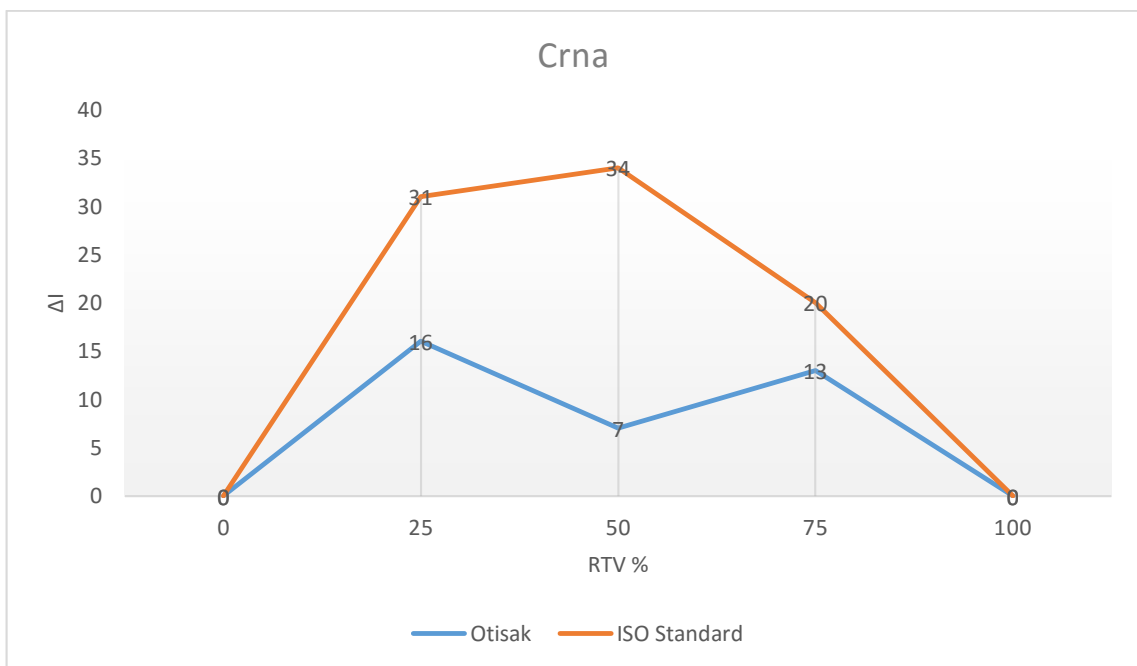
Grafikon 1. – vrijednosti cijan bojila



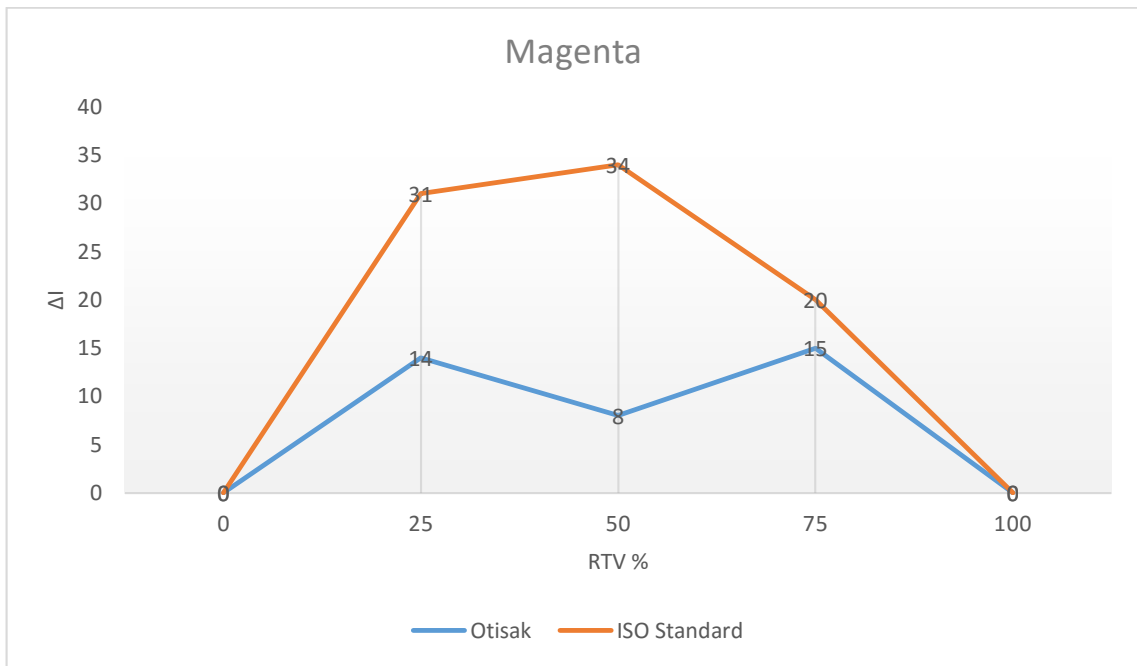
Grafikon 2. – vrijednosti žutog bojila



Grafikon 3.- vrijednosti crnog bojila



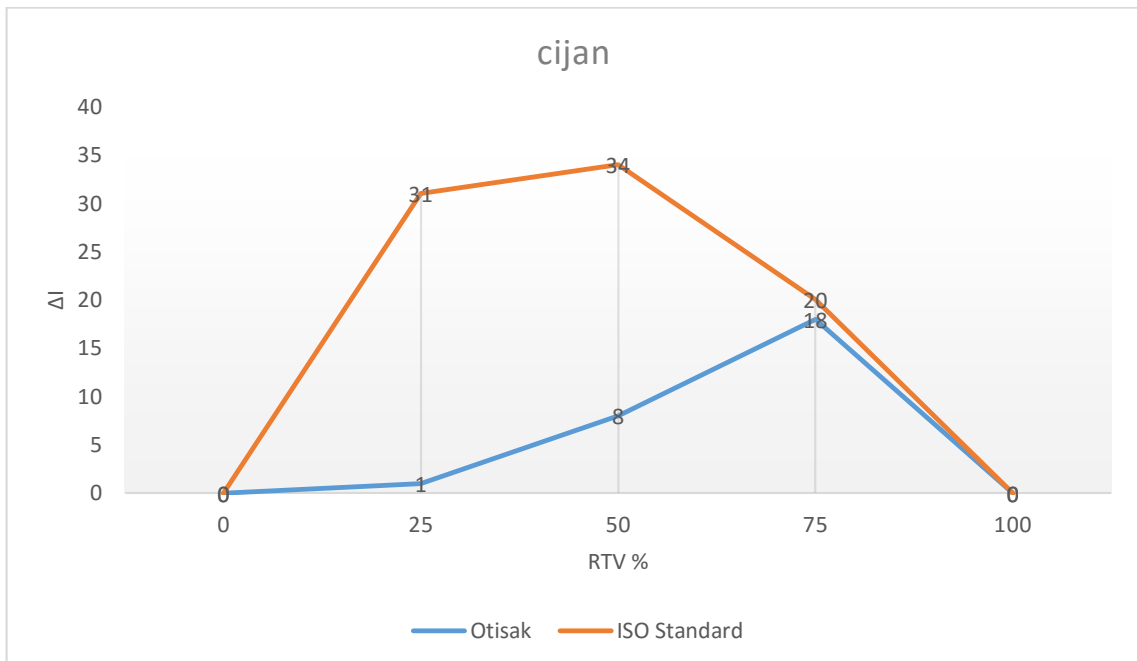
Grafikon 4 – vrijednost magenta bojila



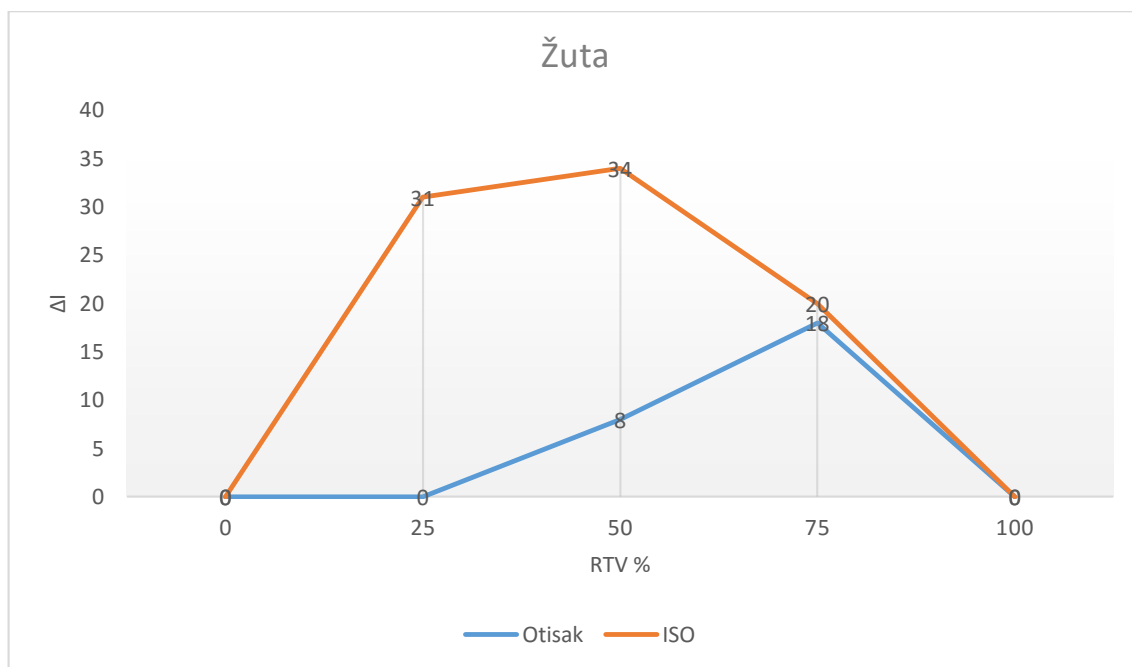
2. Uzorak

Misson Wrapr – deblja folija

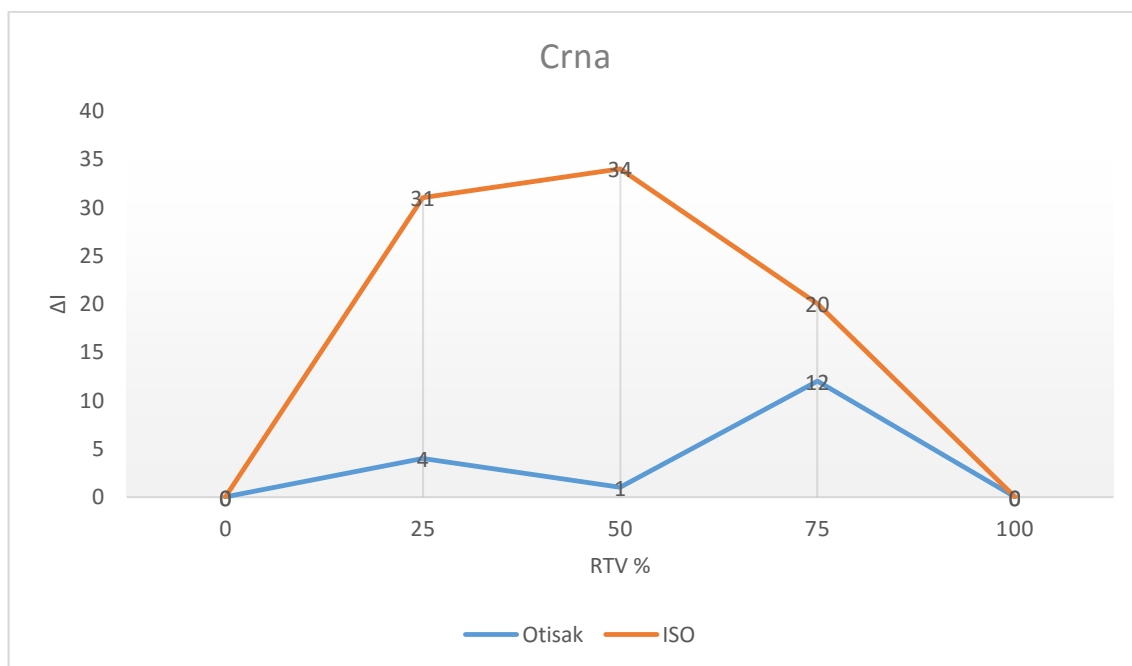
Grafikon 5. – vrijednosti cijan bojila



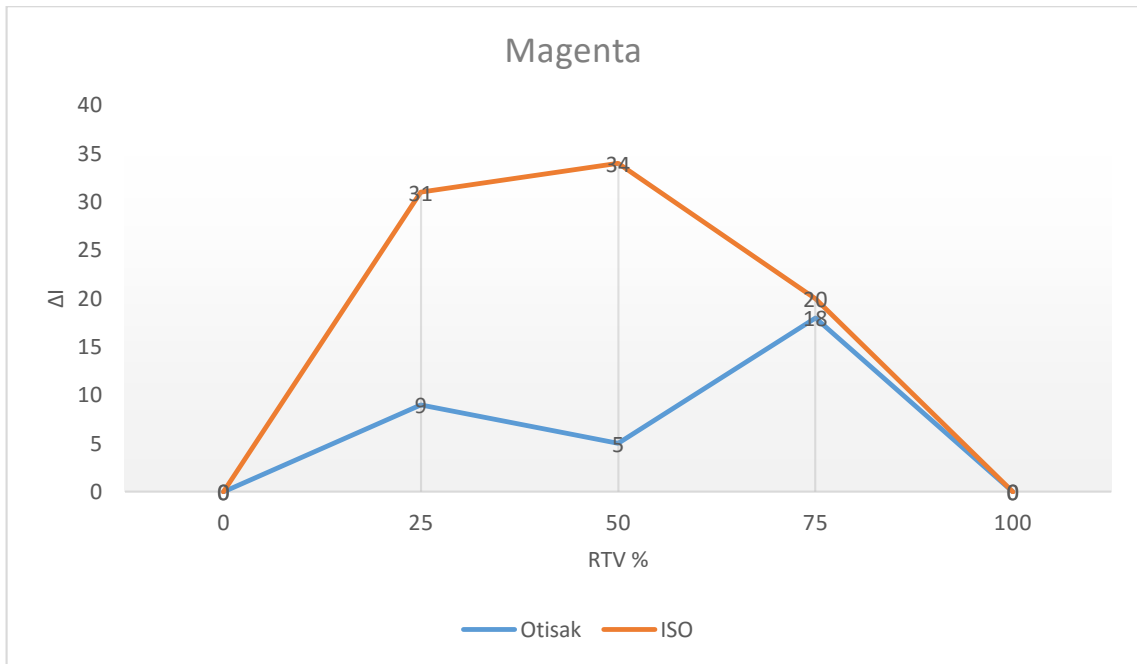
Grafikon 6. - Vrijednosti žutog bojila



Grafikon 7. – Vrijednosti crnog bojila



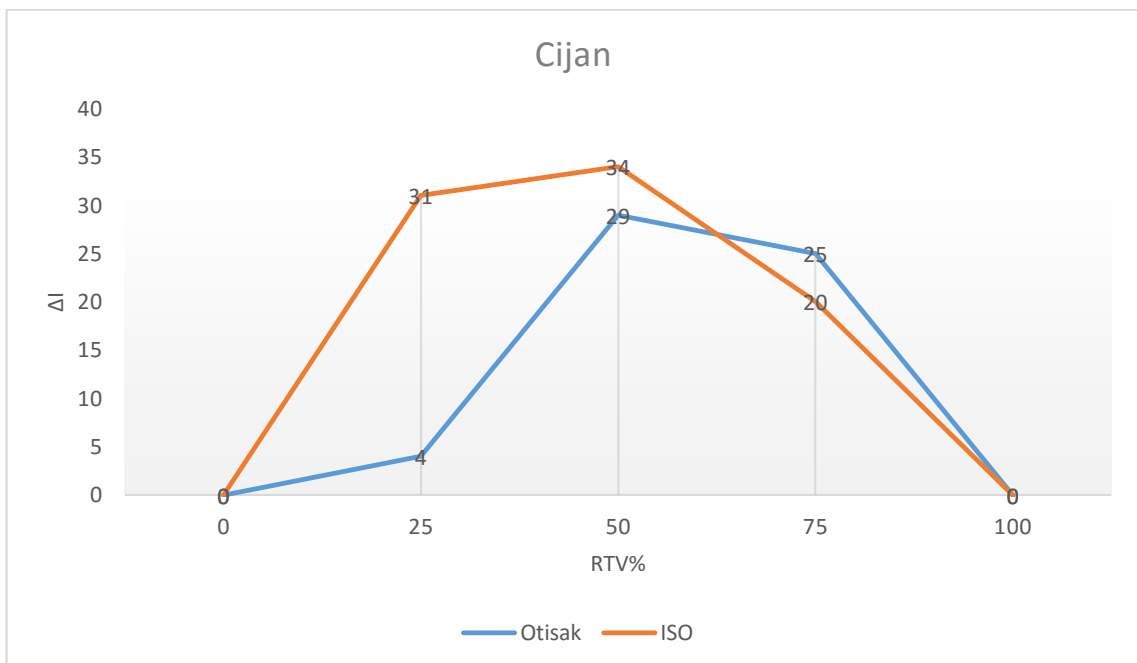
Grafikon 8. – vrijednosti magenta bojila



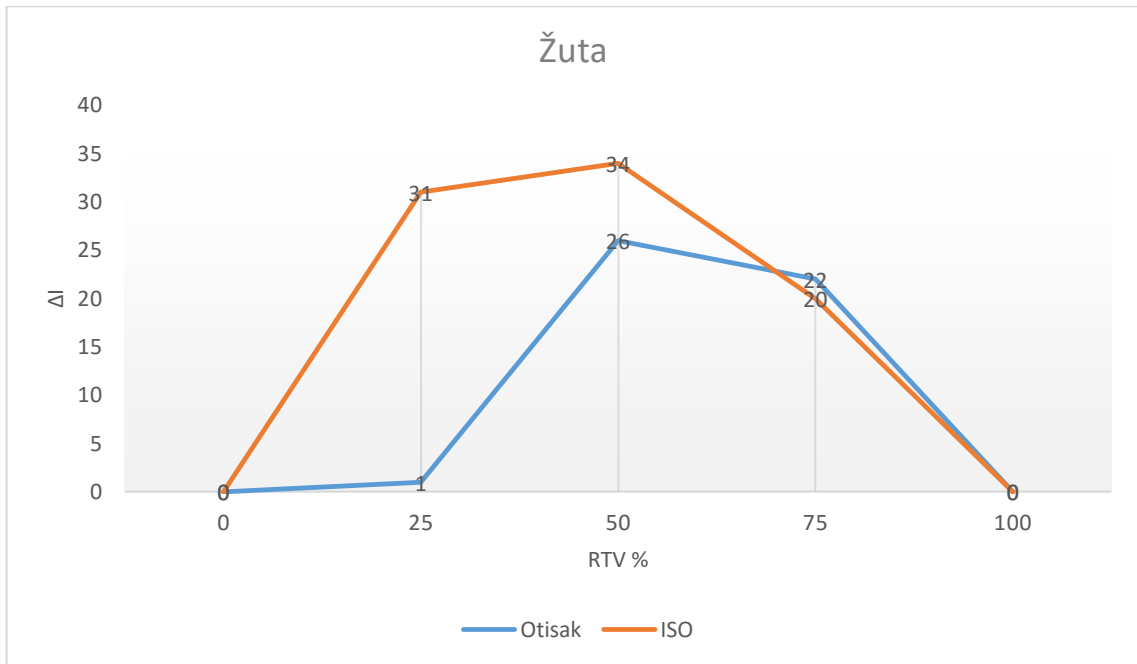
3. Uzorak

ACE Tropic – folija oslojena slojem bijelog bojila

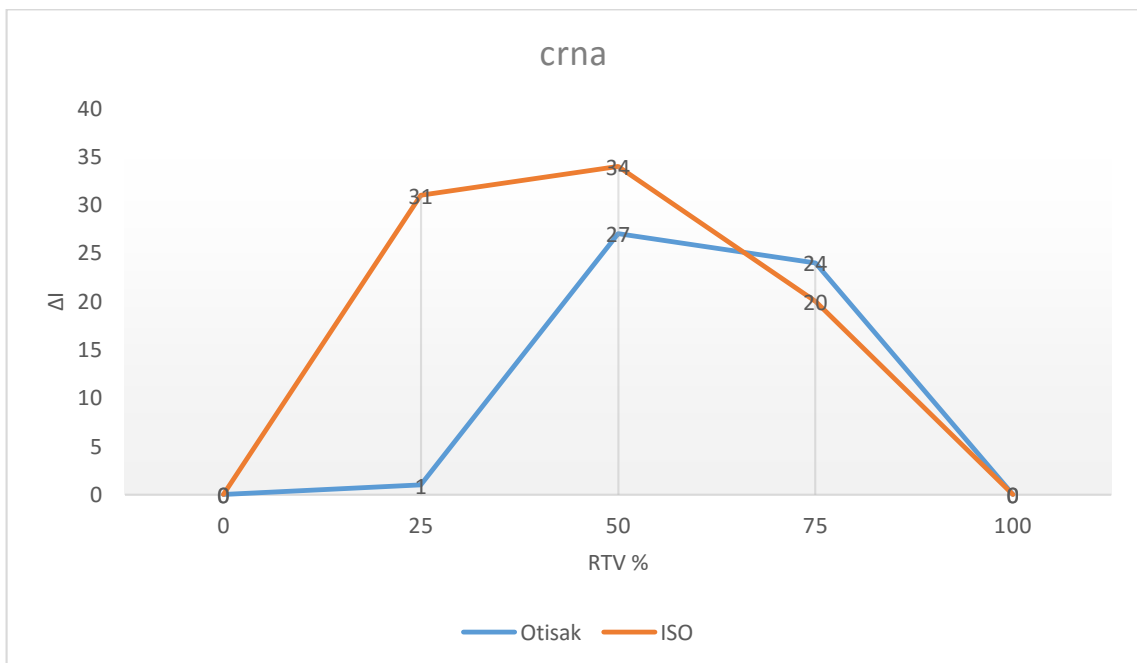
Grafikon 9. – vrijednosti cijan bojila



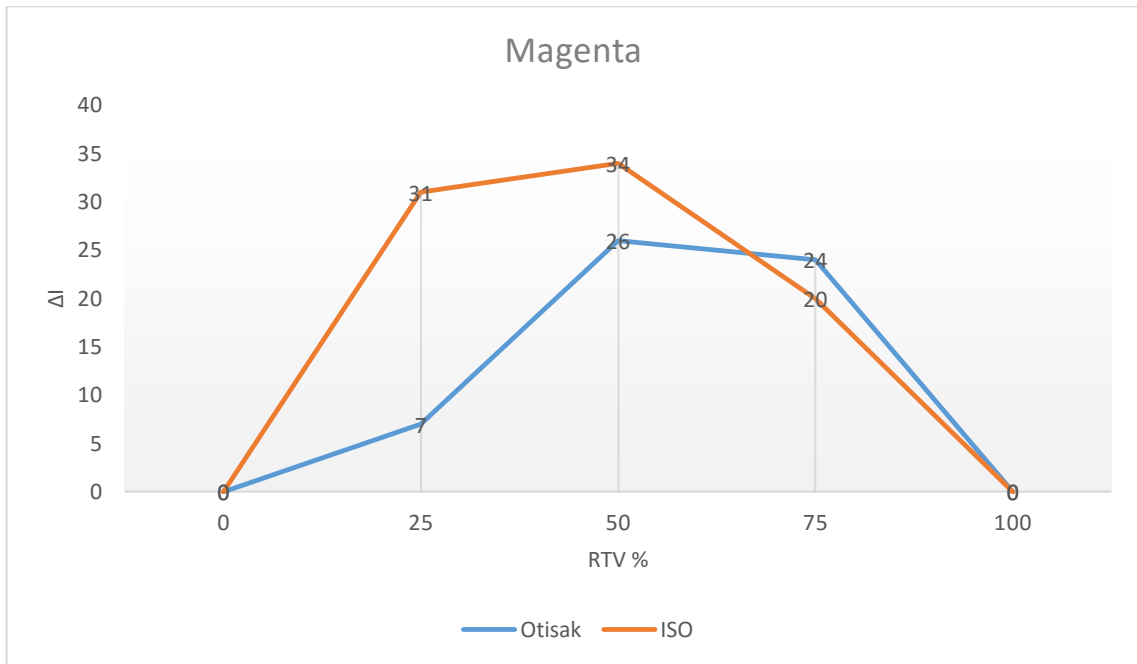
Grafikon 10. – vrijednost žutog bojila



Grafikon 11. Vrijednosti crnog bojila



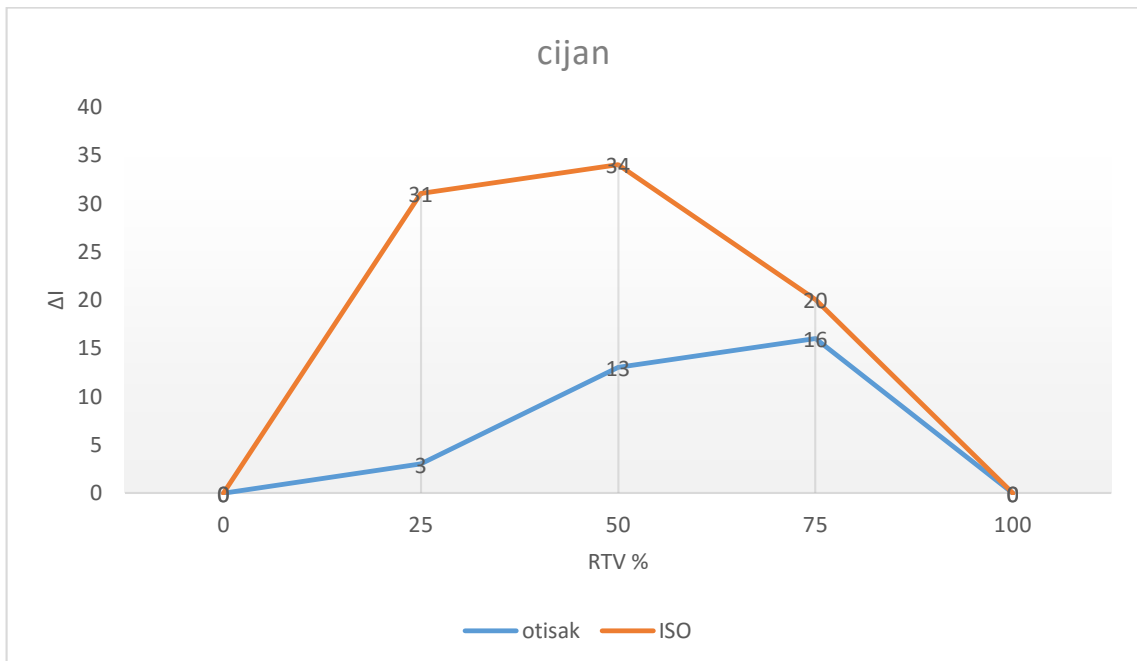
Grafikon 12. – vrijednosti magenta bojila



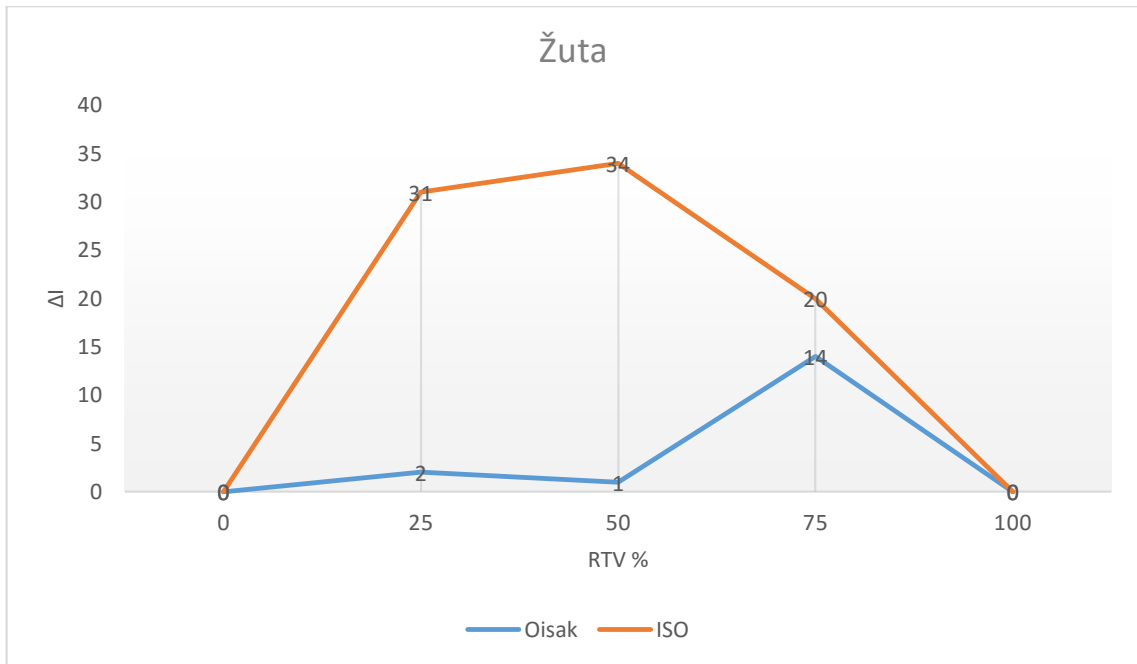
4. Uzorak

Čips od jabuke – folija kaširana

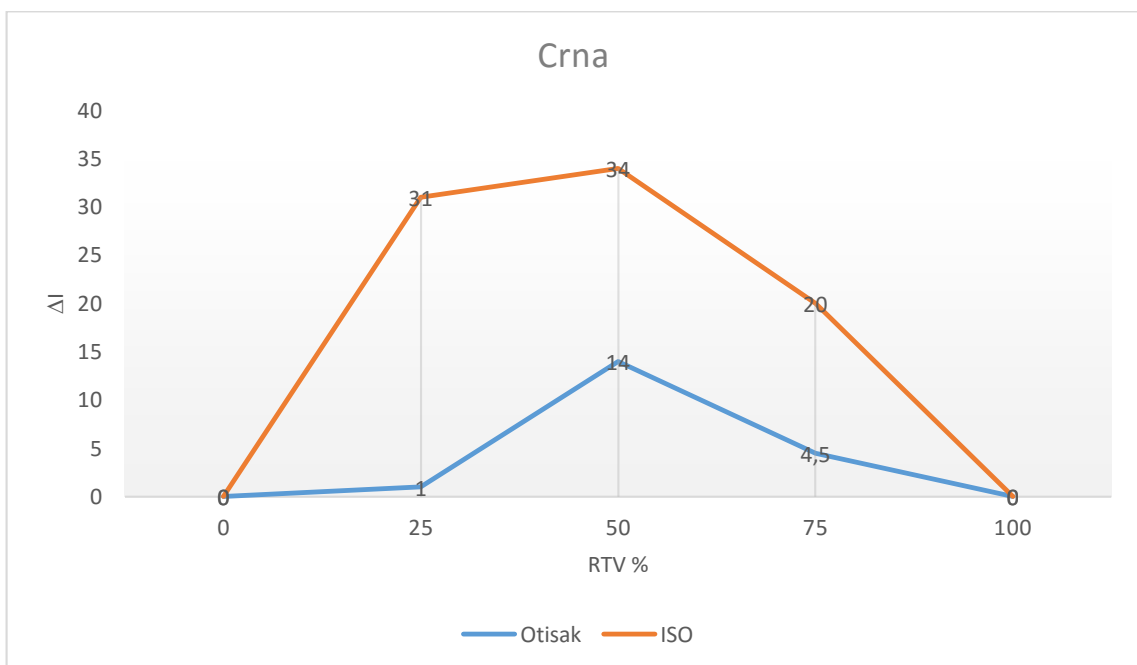
Grafikon 13. – vrijednosti cijan bojila



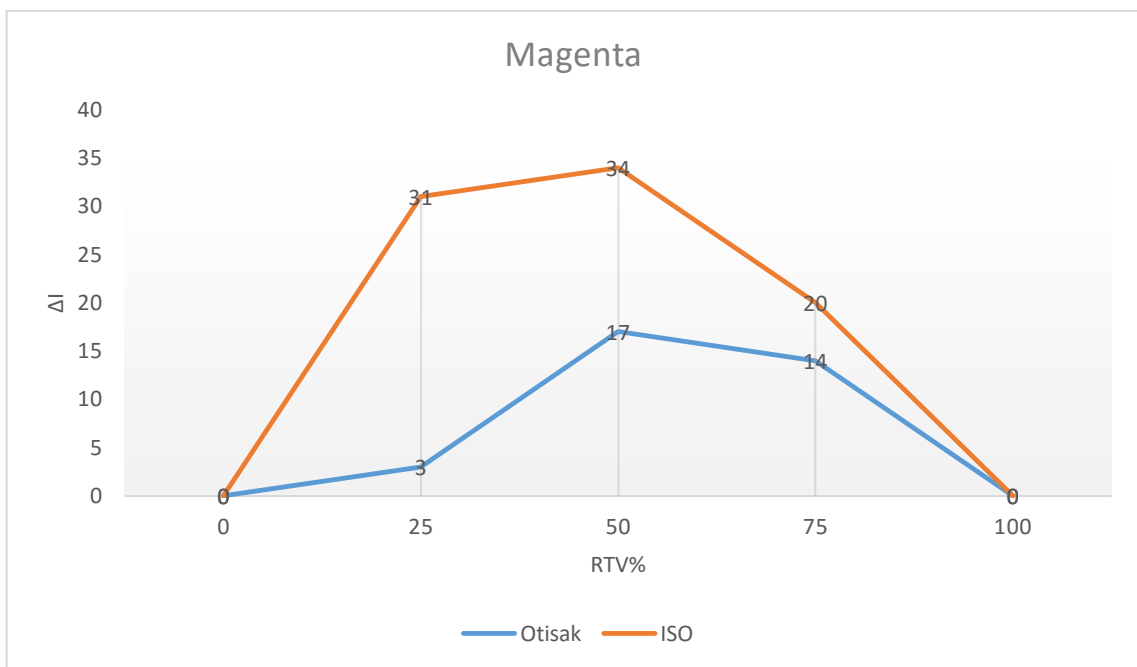
Grafikon 14. – vrijednosti žutog bojila



Grafikon 15. - vrijednosti crnog bojila



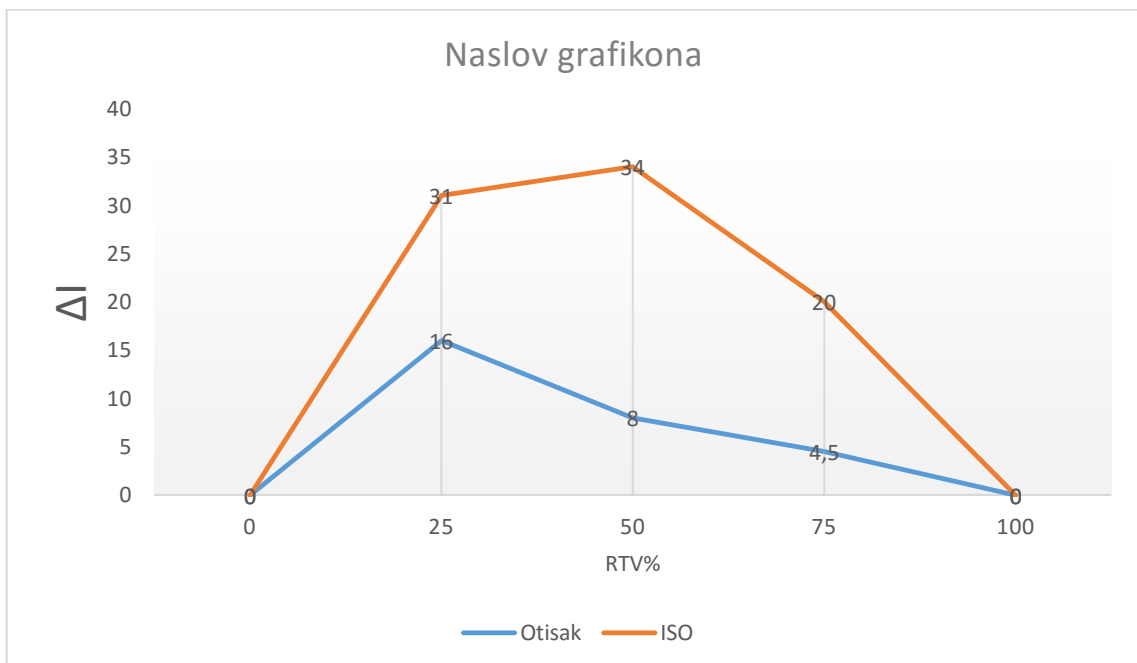
Grafikon 16. vrijednosti magenta bojila



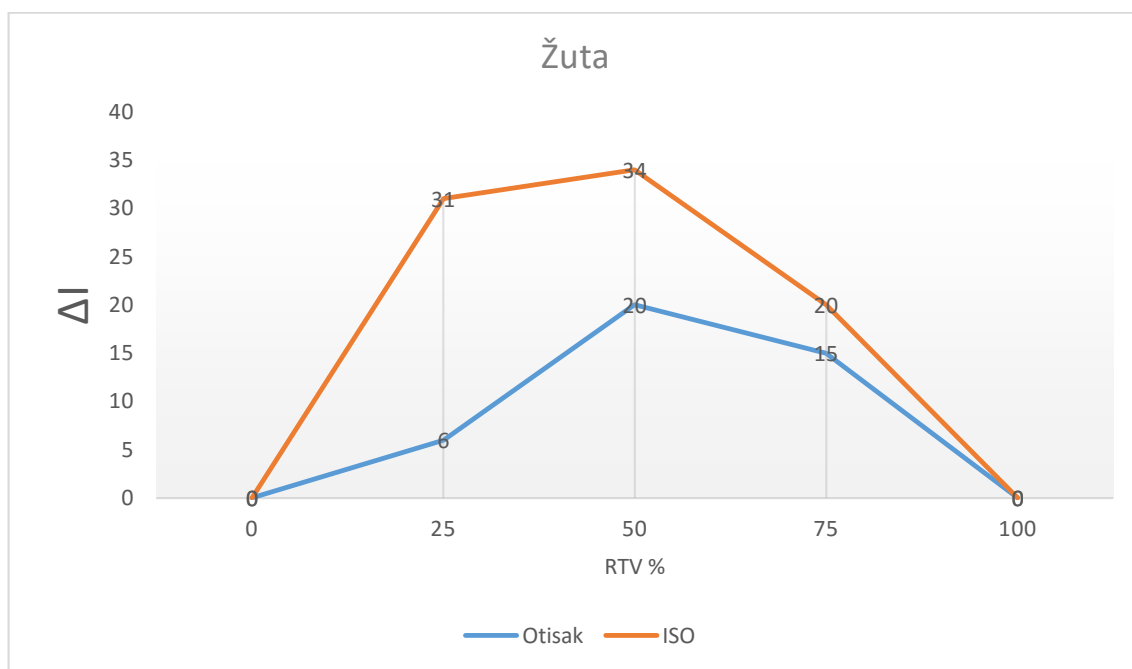
5. Uzorak

Čips od jabuke – folija prije kaširanja

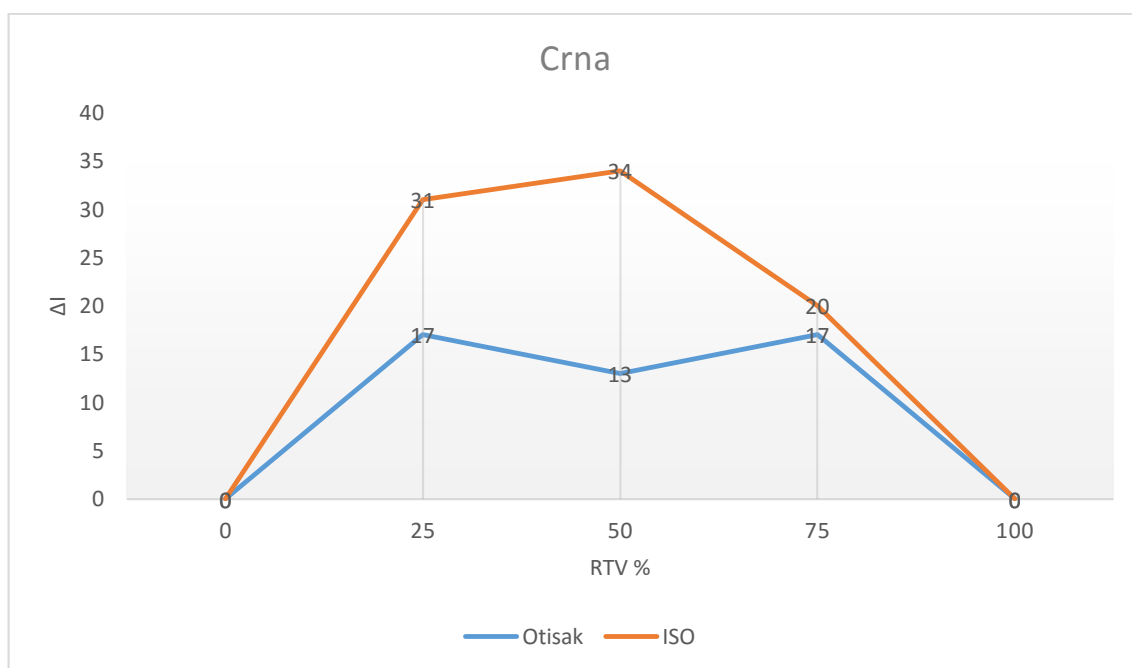
Grafikon 17. – vrijednosti cijan bojila



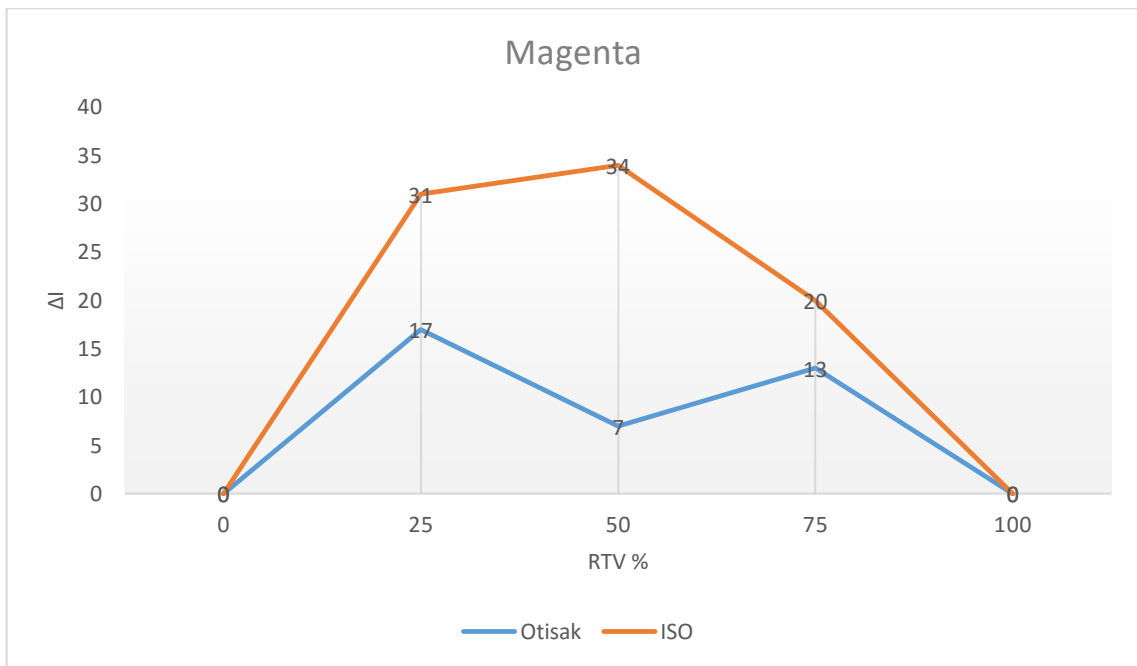
Grafikon 18. - vrijednosti žutog bojila



Grafikon 19. – vrijednosti crnog bojila



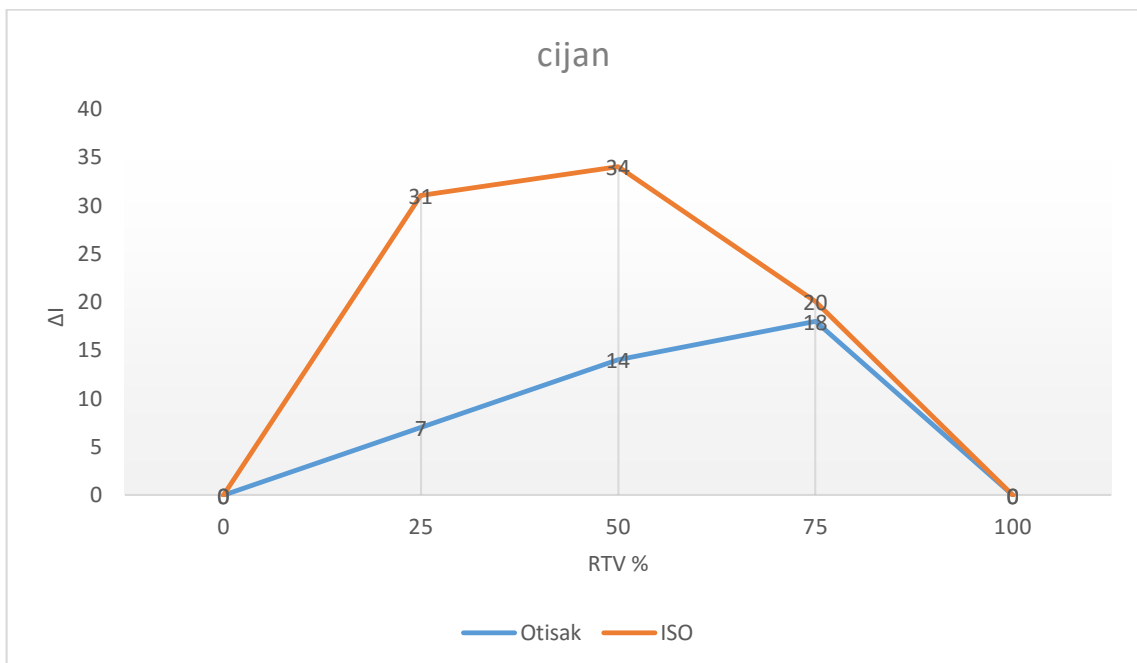
Grafikon 20. – Vrijednosti magenta bojila



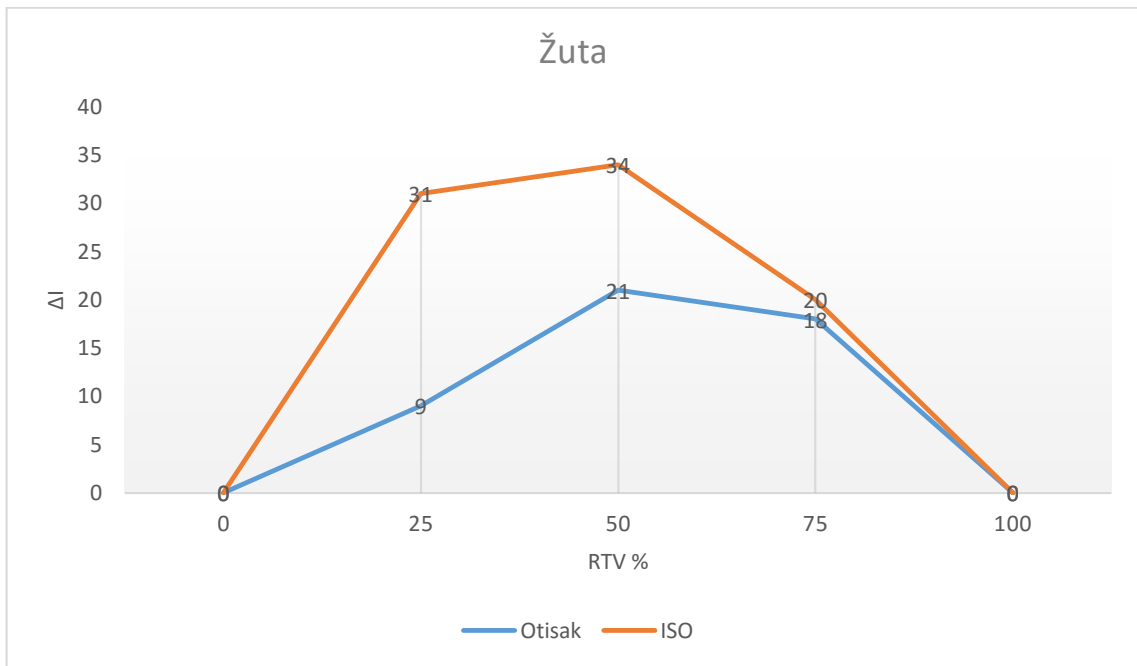
6. Uzorak

AGZ češnjak u granulama – prozirna folija

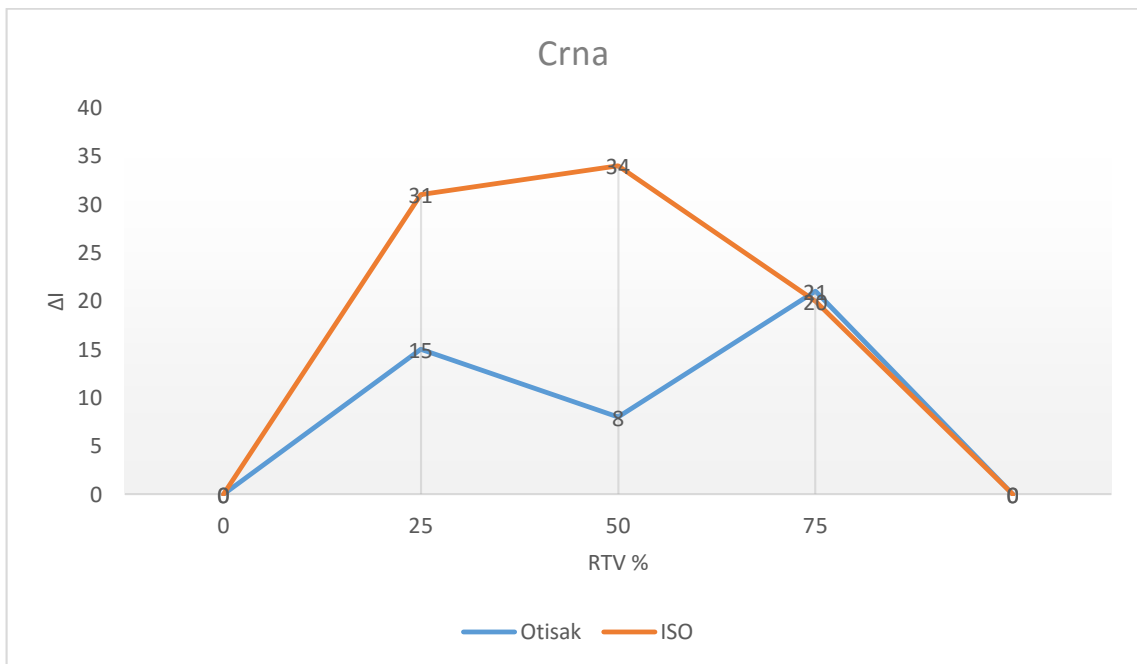
Grafikon 21. – vrijednosti cijan bojila



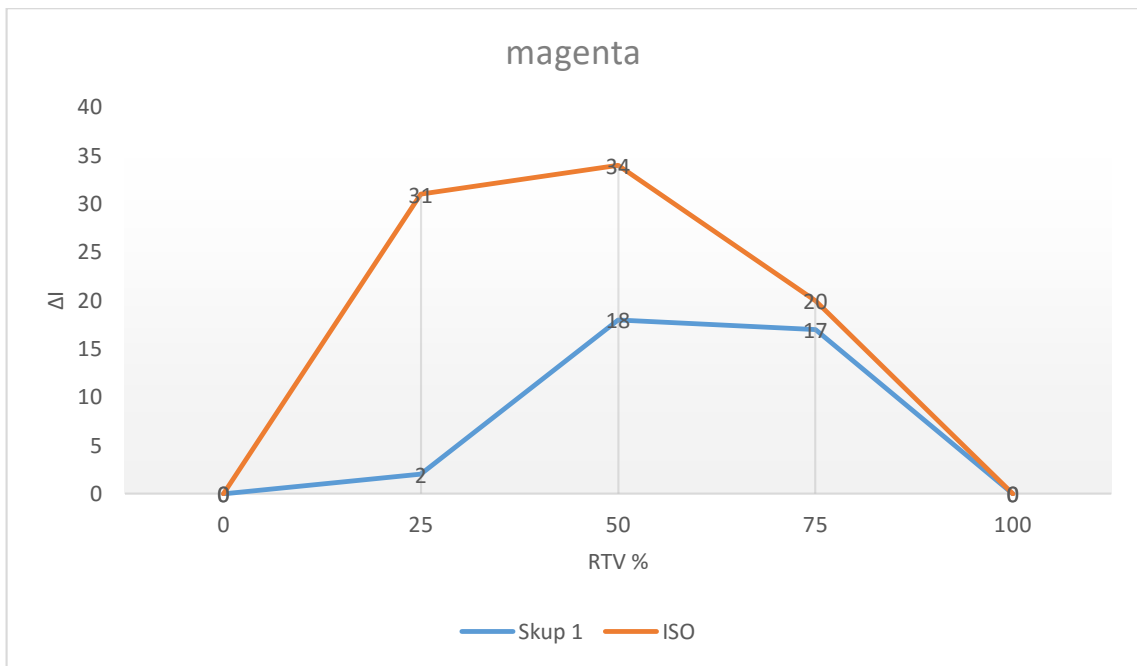
Grafikon 22. – vrijednosti žutog bojila



Grafikon 23. – vrijednost crnog bojila



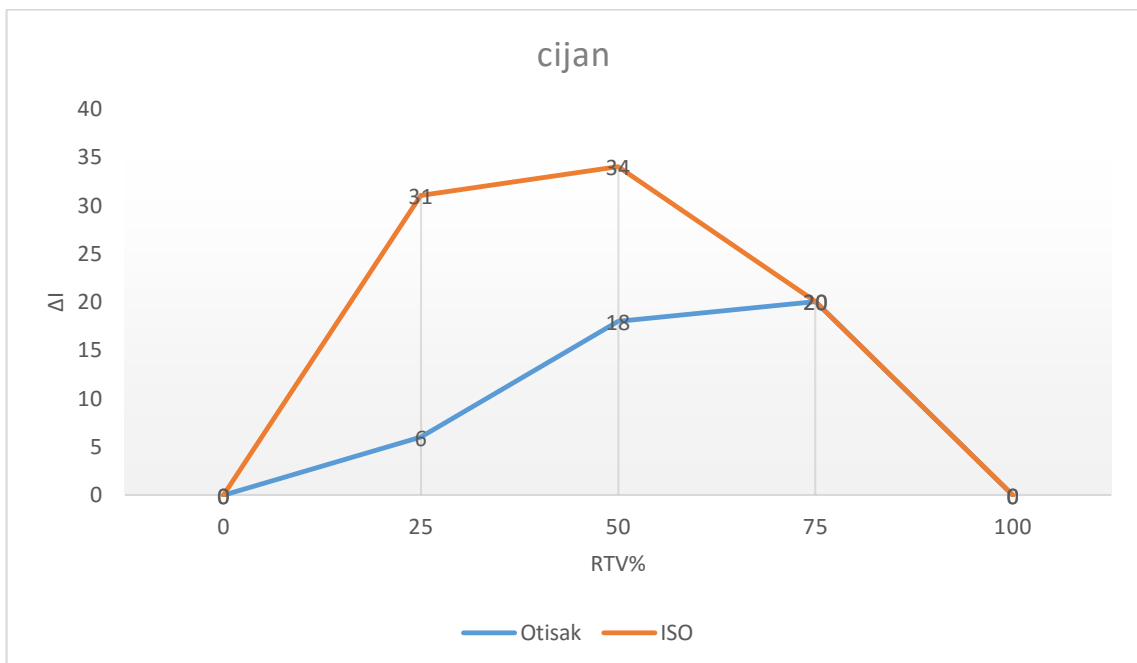
Grafikon 24. – Vrijednost mageta bojila



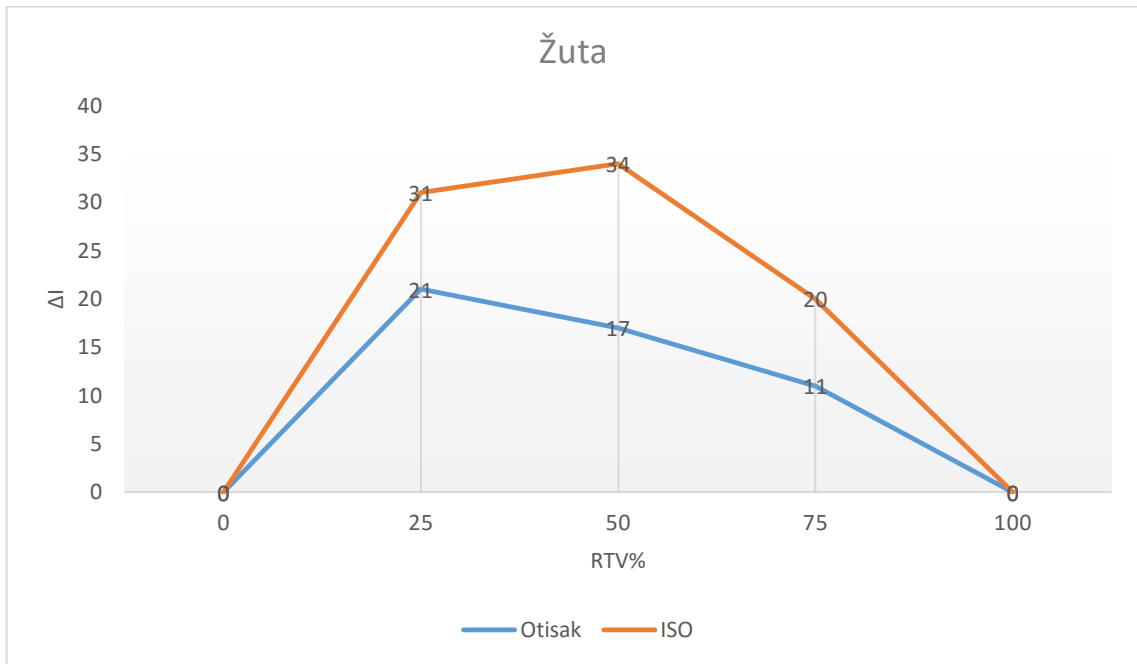
7. Uzorak

Kviki pereci – prozirna tanka folija

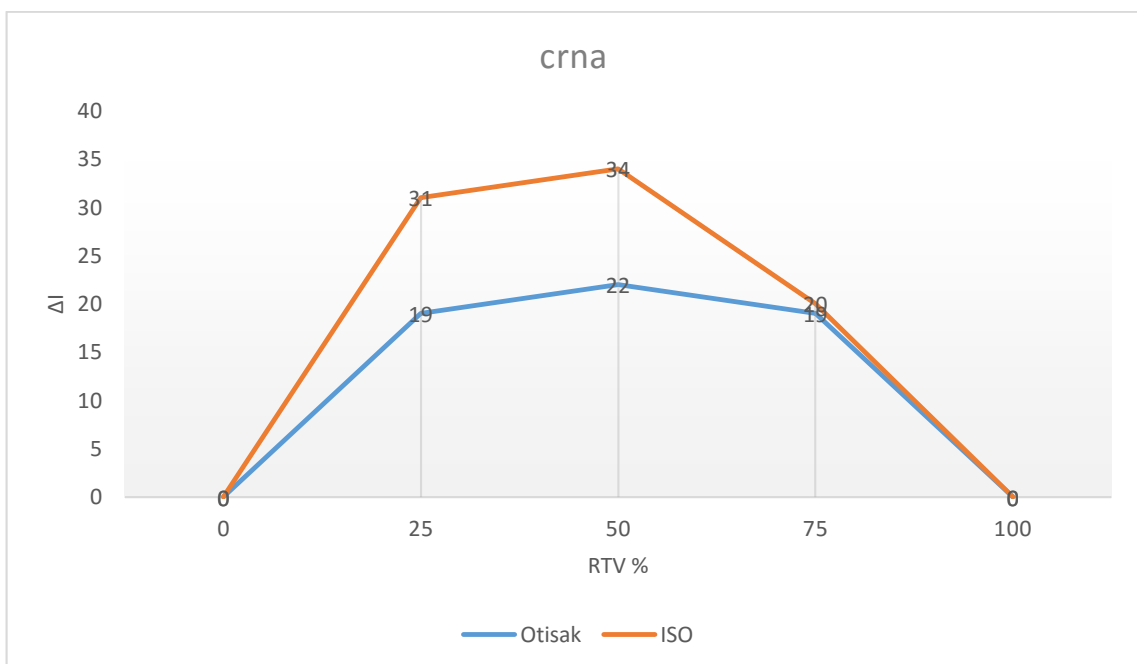
Grafikon 25. – vrijednosti cijan bojila



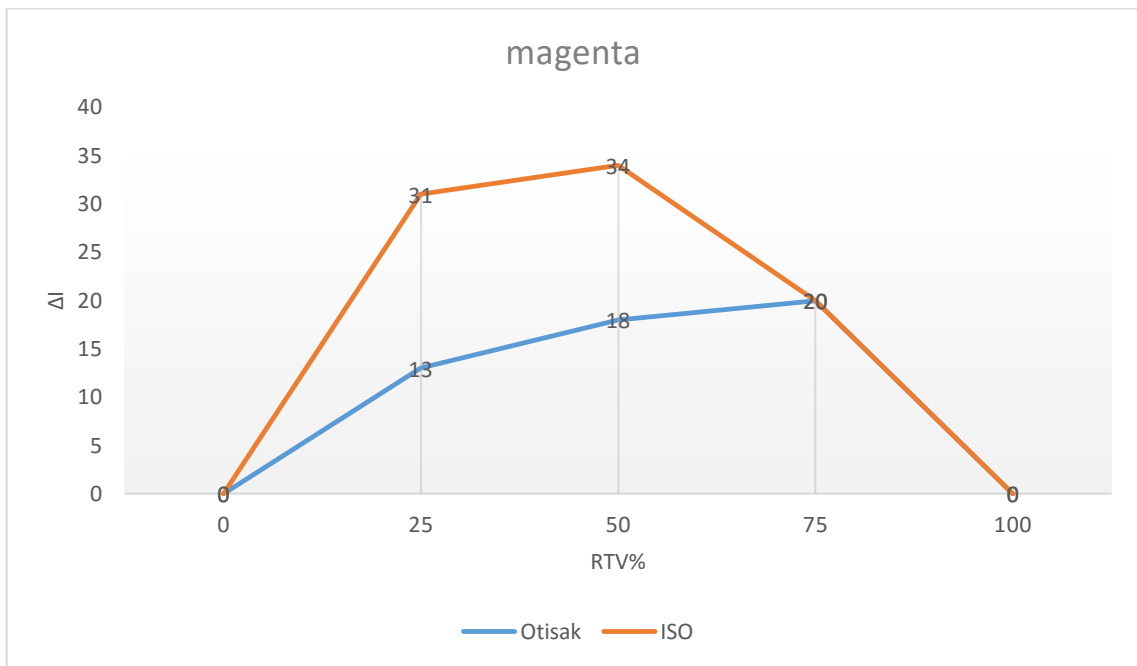
Grafikon 26. – vrijednosti žutog bojila



Grafikon 27. – vrijednosti crnog bojila



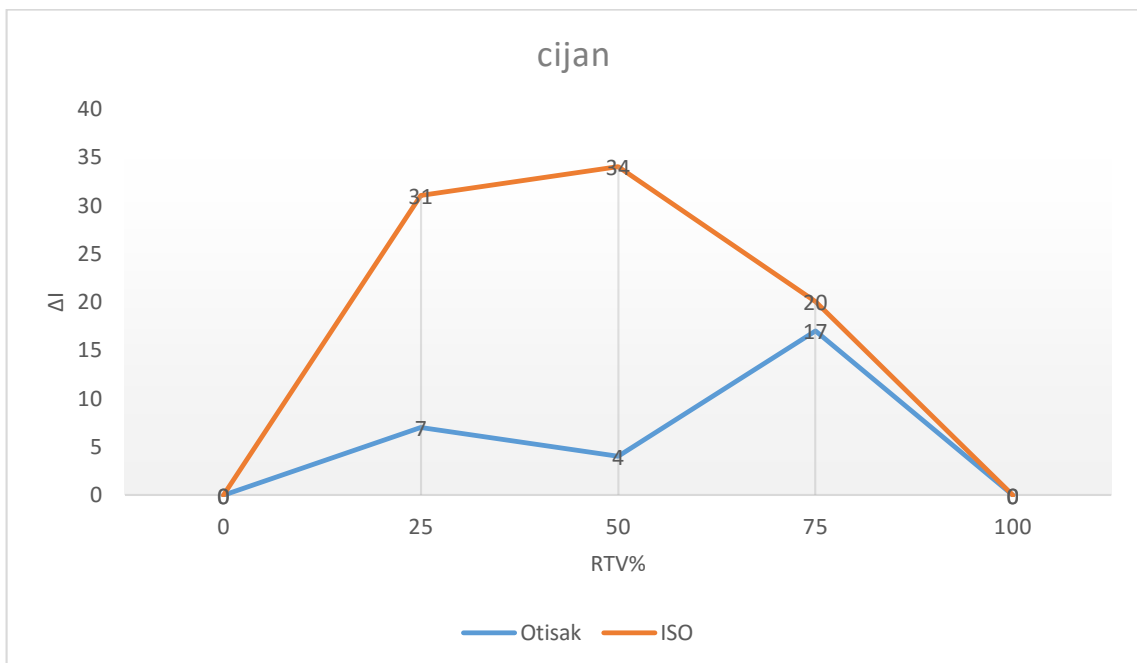
Grafikon 28. – vrijednost magenta bojila



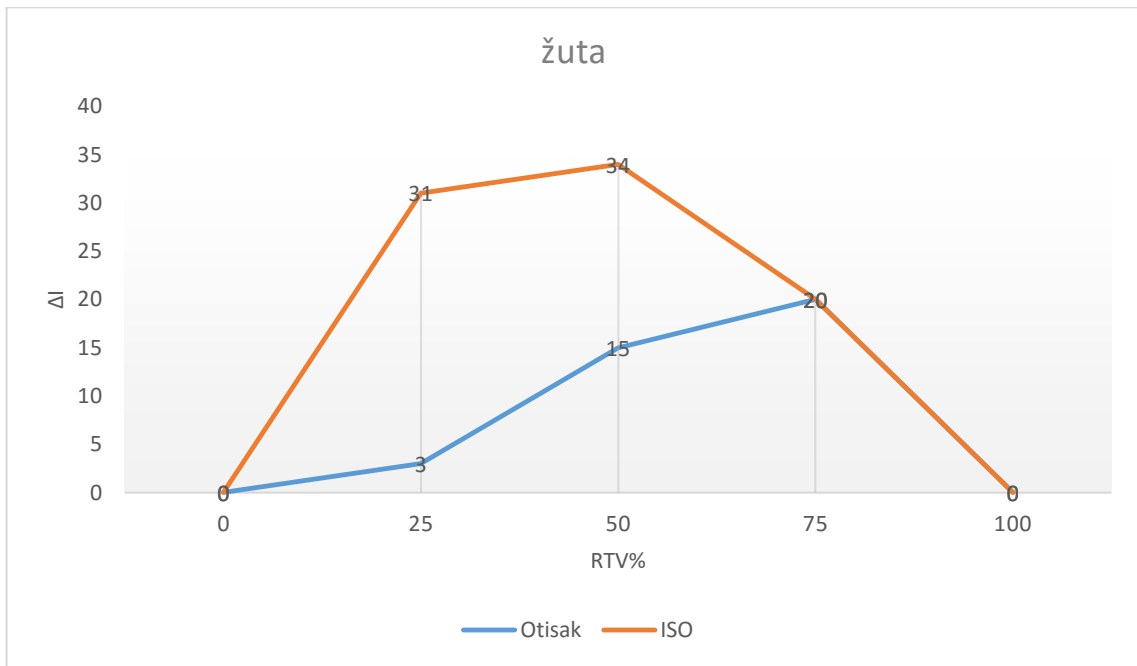
8. Uzorak

Tortillas de ble – (prozirna folija)

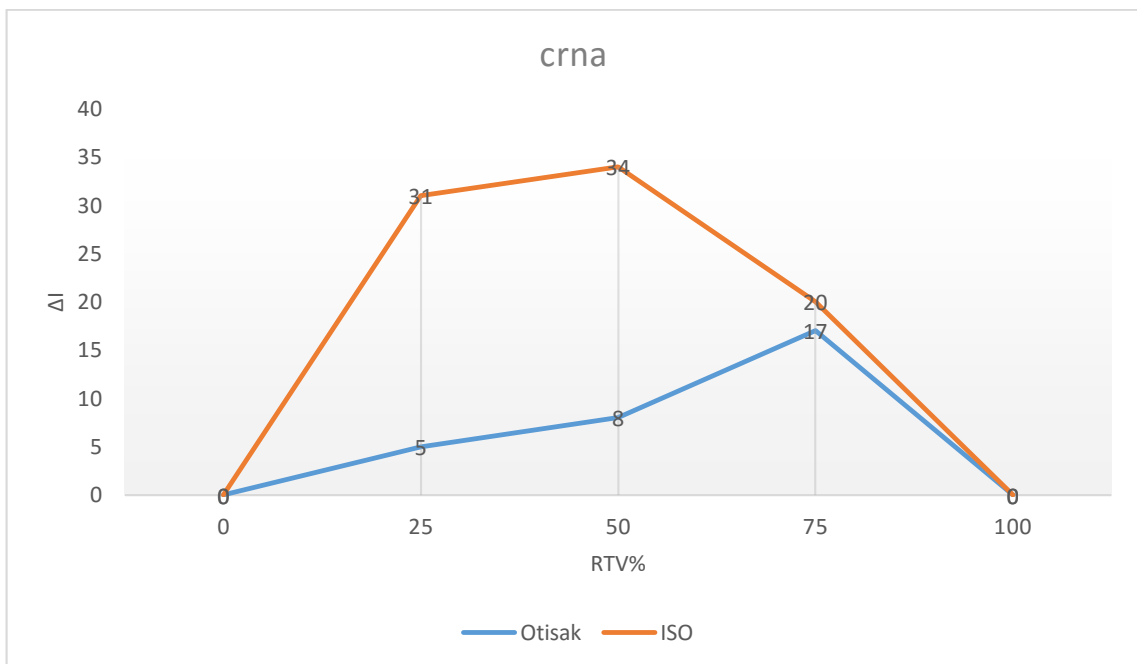
Grafikon 29. – vrijednosti cijan bojila



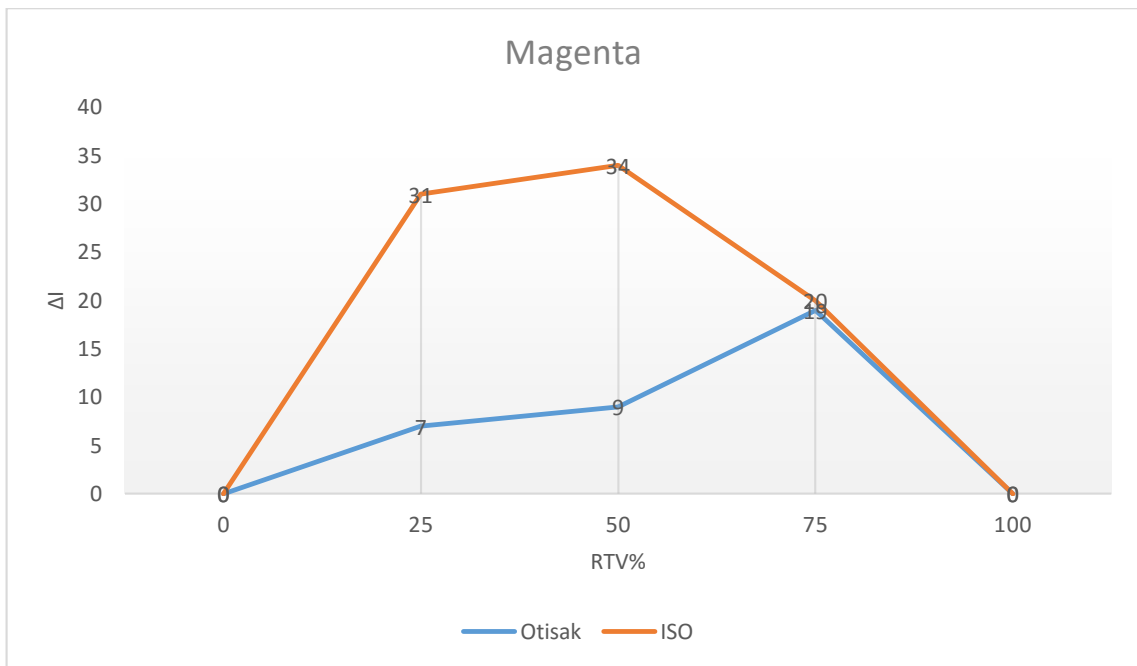
Grafikon 30. – vrijednosti žutog bojila



Grafikon 31. – vrijednosti crnog bojila



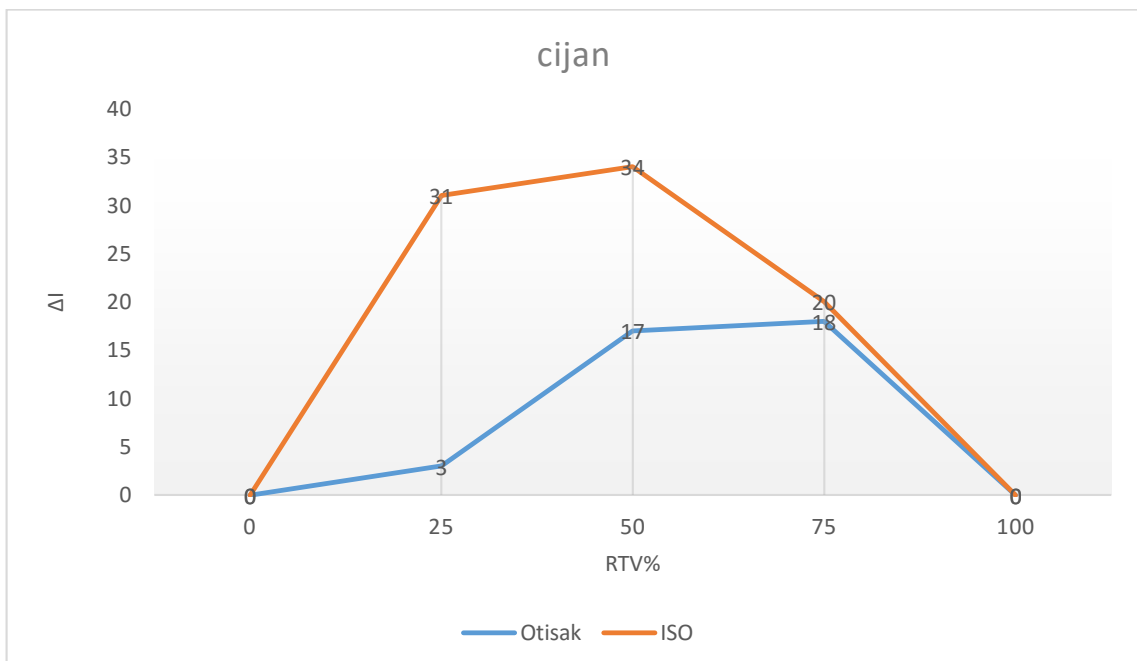
Grafikon 32. - vrijednost magenta bojila



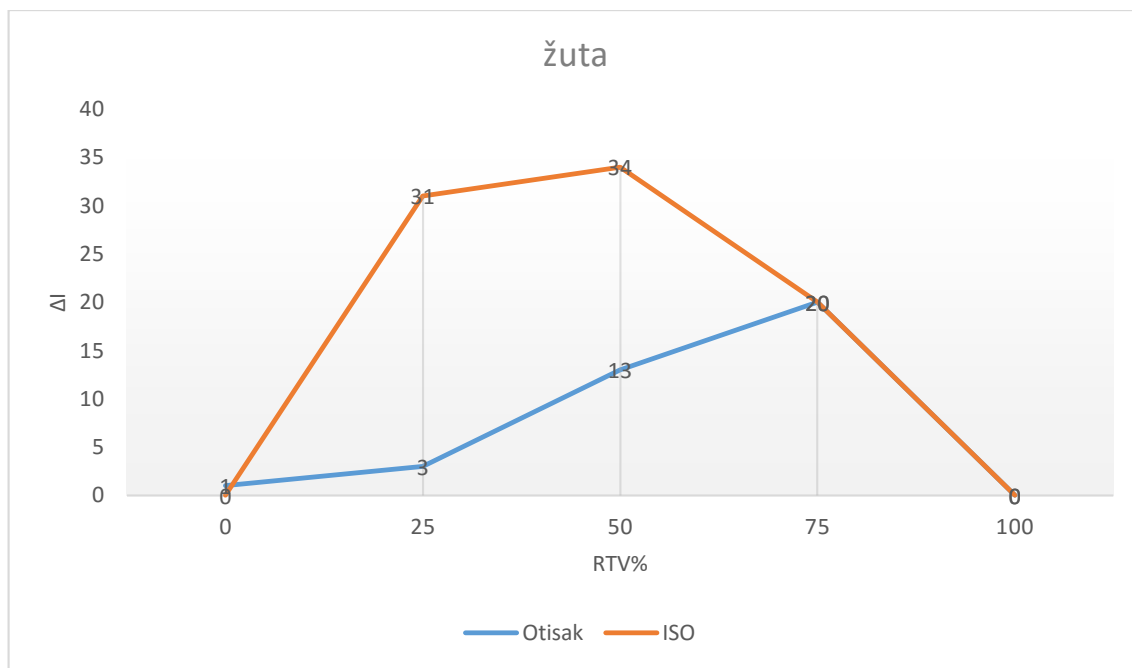
9. Uzorak

Biefstuk – prozirna folija

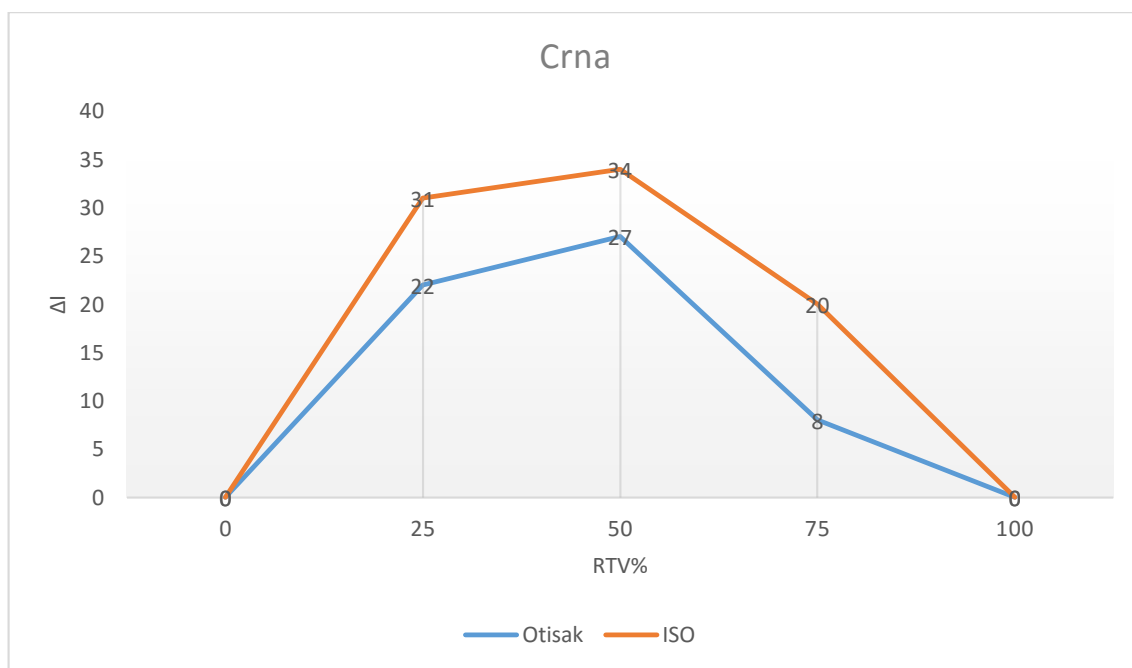
Grafikon 33. - vrijednosti cijan bojila



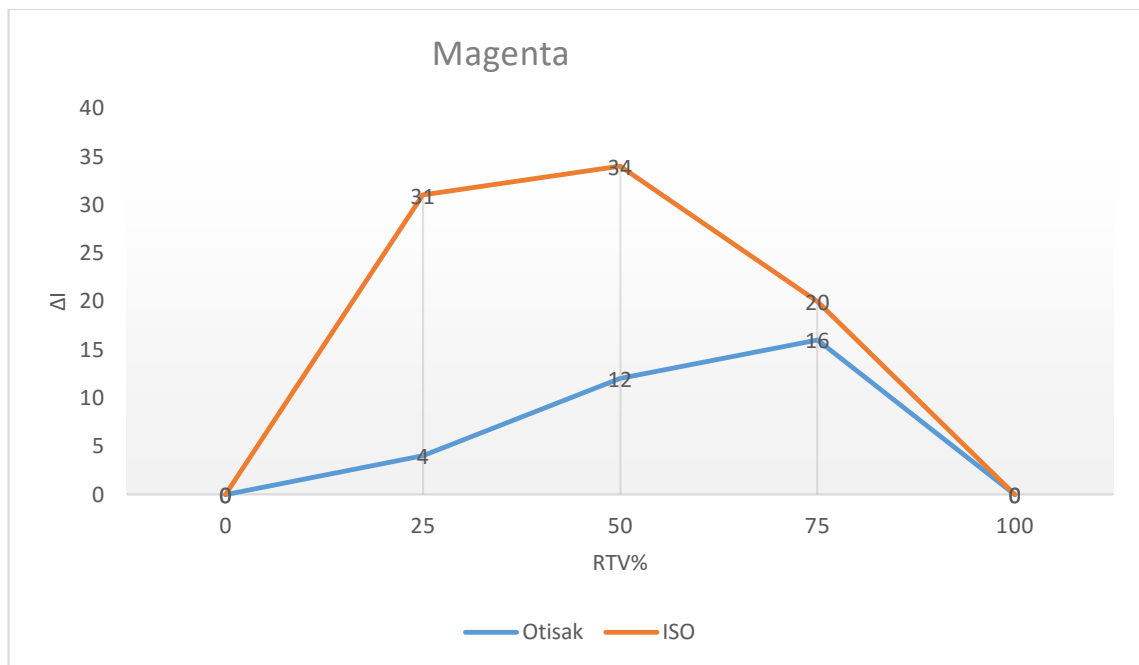
Grafikon 34. – vrijednost žutog bojila



Grafikon 35. – vrijednosti crnog bojila



Grafikon 36. – vrijednost magenta bojila



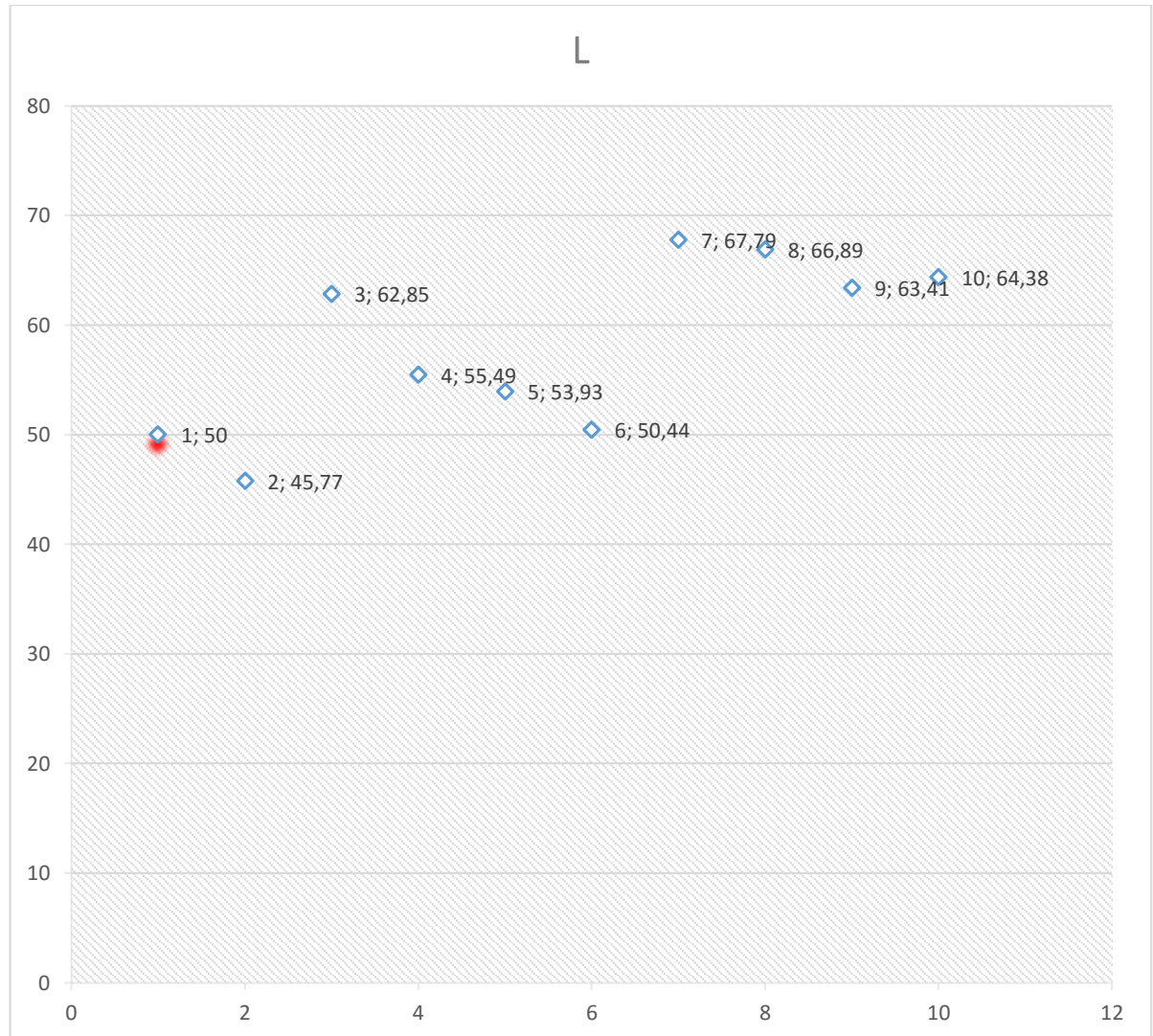
CIE Lab vrijednosti

Druga faza ovog rada bila je mjerenje CIELab vrijednosti punog tona na istim otiscima.

Mjerena su provedena na CMYK poljima punog tona na svih 9 otisaka.

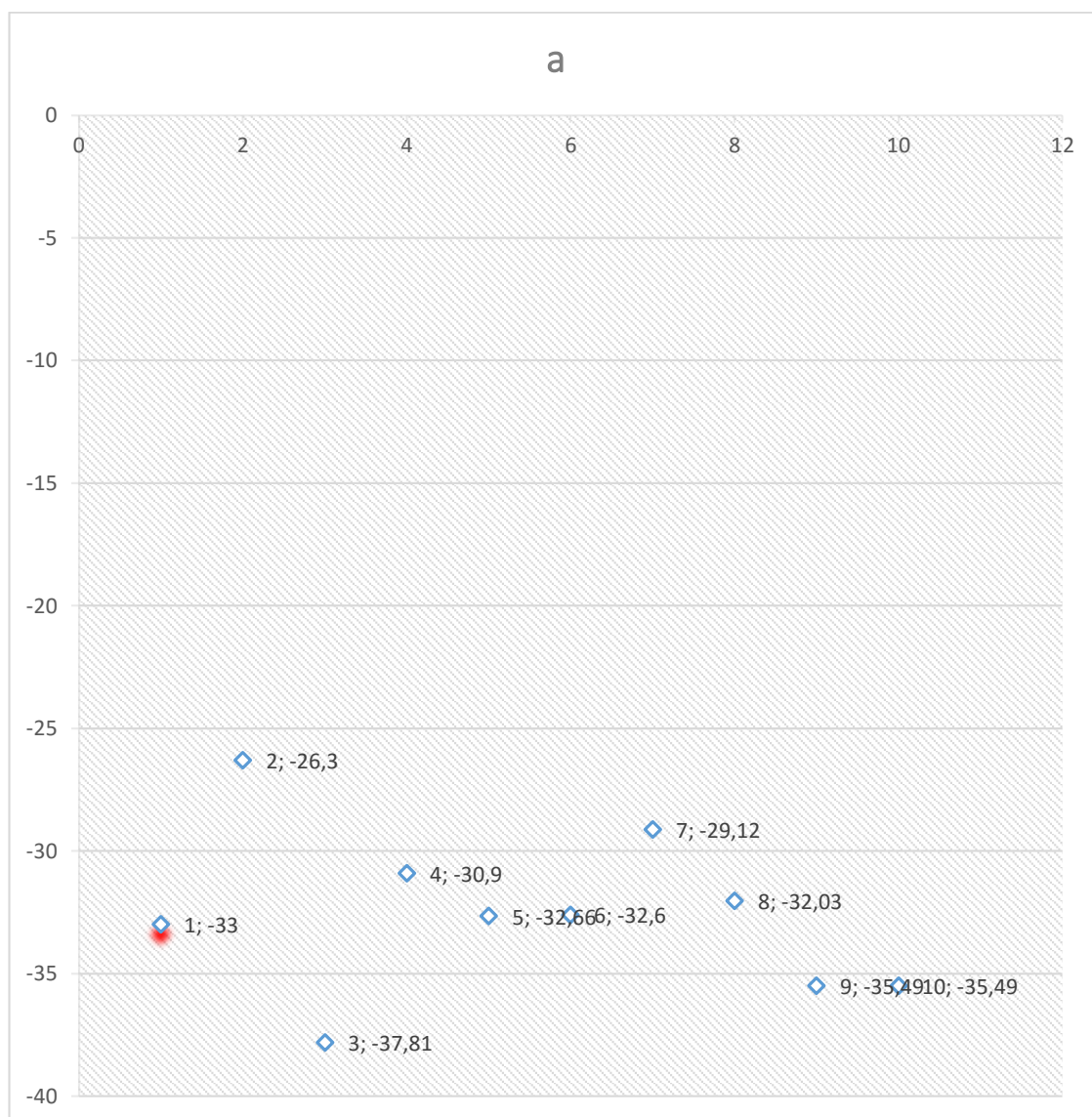
Grafikon 37. – CIE L* vrijednosti cijan bojila puni ton

Cijan



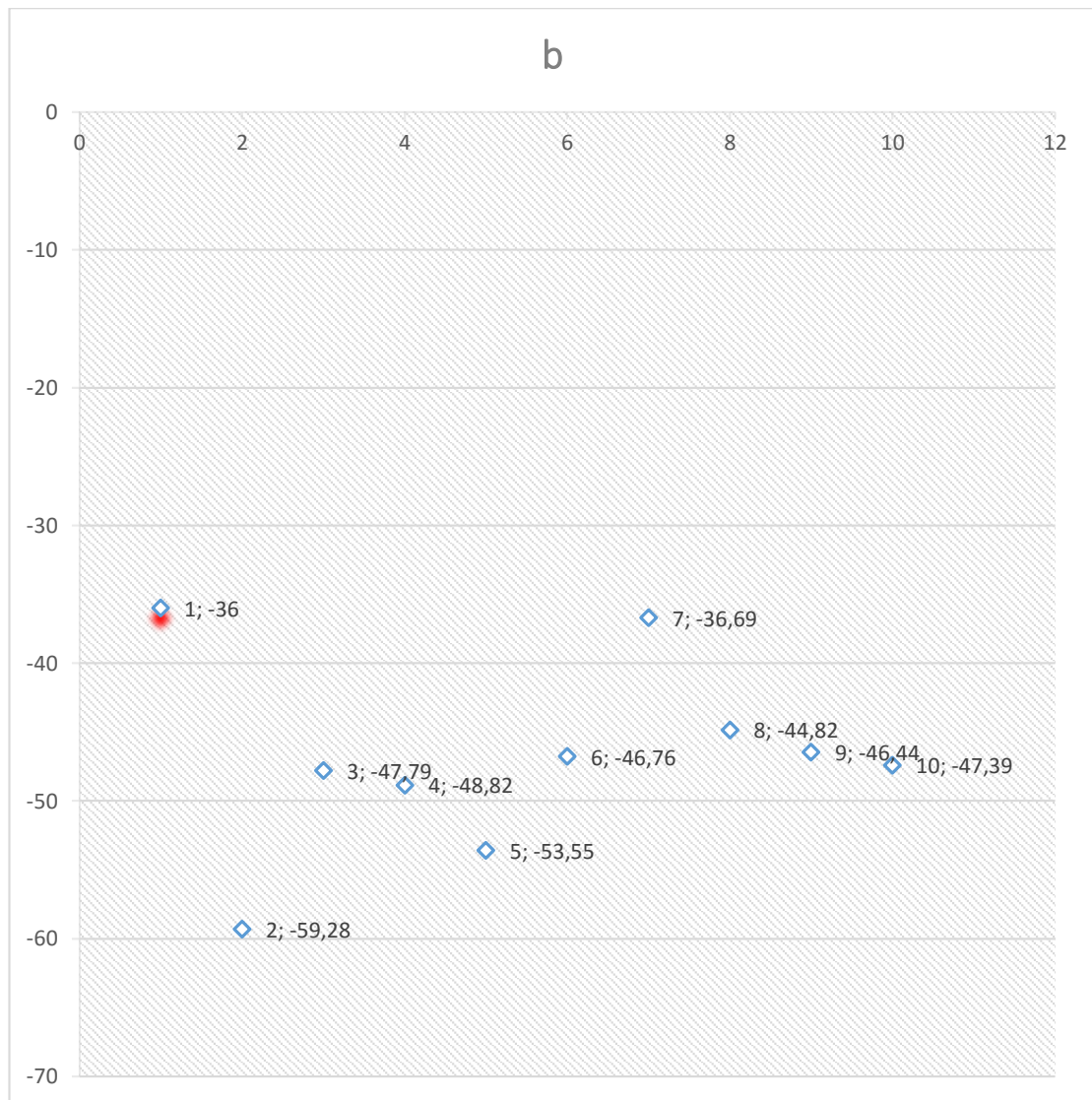
Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 37. prikazuje CIE L* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za cijan bojilo iznosi 50 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 45,77 do 67,79. na većini otisaka primjećuje se trend povećane CIE L* vrijednosti.

Grafikon 38. – CIE a* vrijednosti cijan bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 38. prikazuje CIE a* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE a* vrijednost za cijan bojilo iznosi -33 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od -26,3 do 37,81. Na većini otisaka primjećuje se trend smanjena CIE a* vrijednosti.

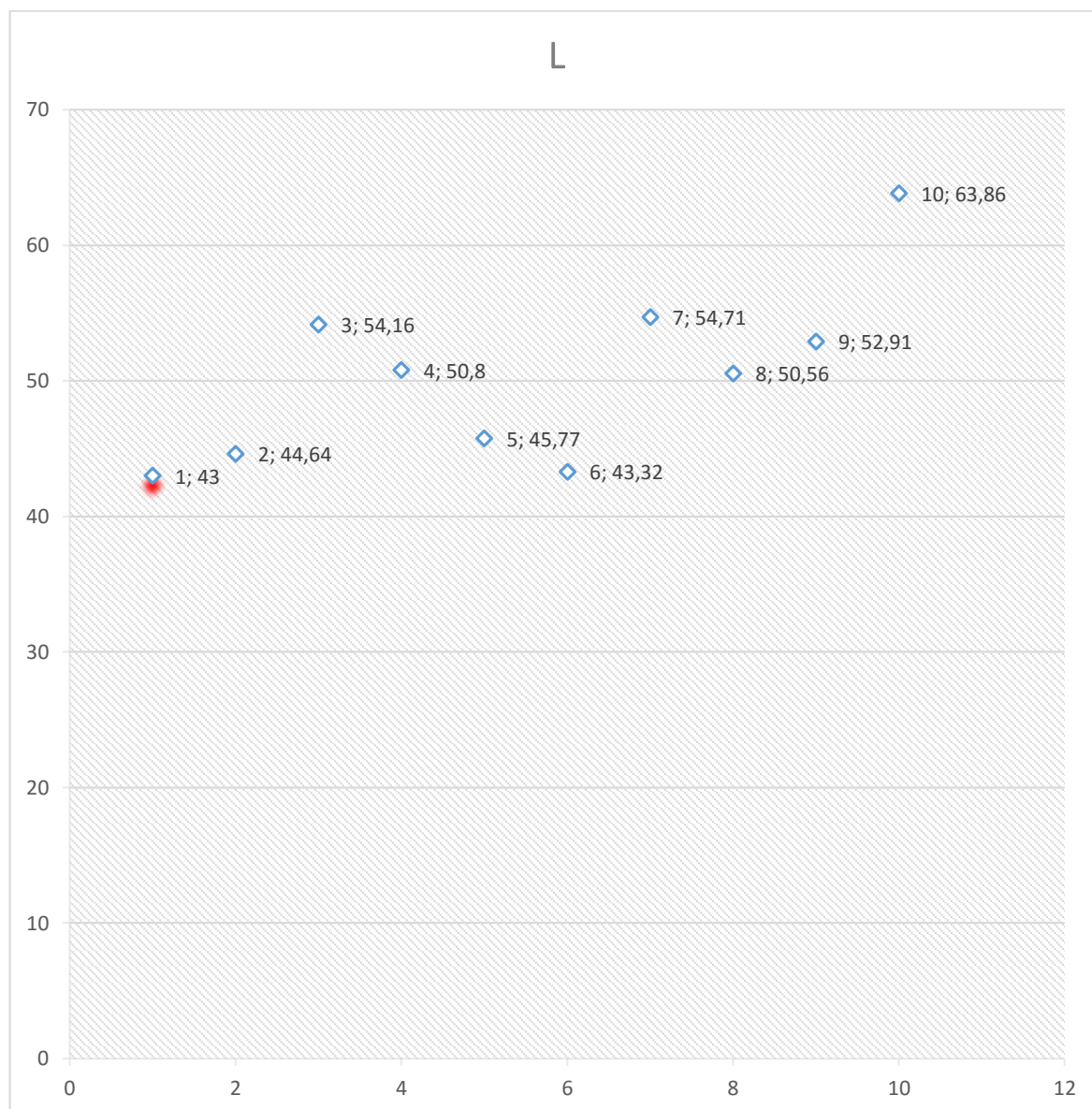
Grafikon 39. – CIE b* vrijednosti cijan bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 39. prikazuje CIE b* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzorke na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za cijan bojilo iznosi -36 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od -36,69 do 59,28. Na svim otiscima primjećuje se trend povećane CIE b* vrijednosti.

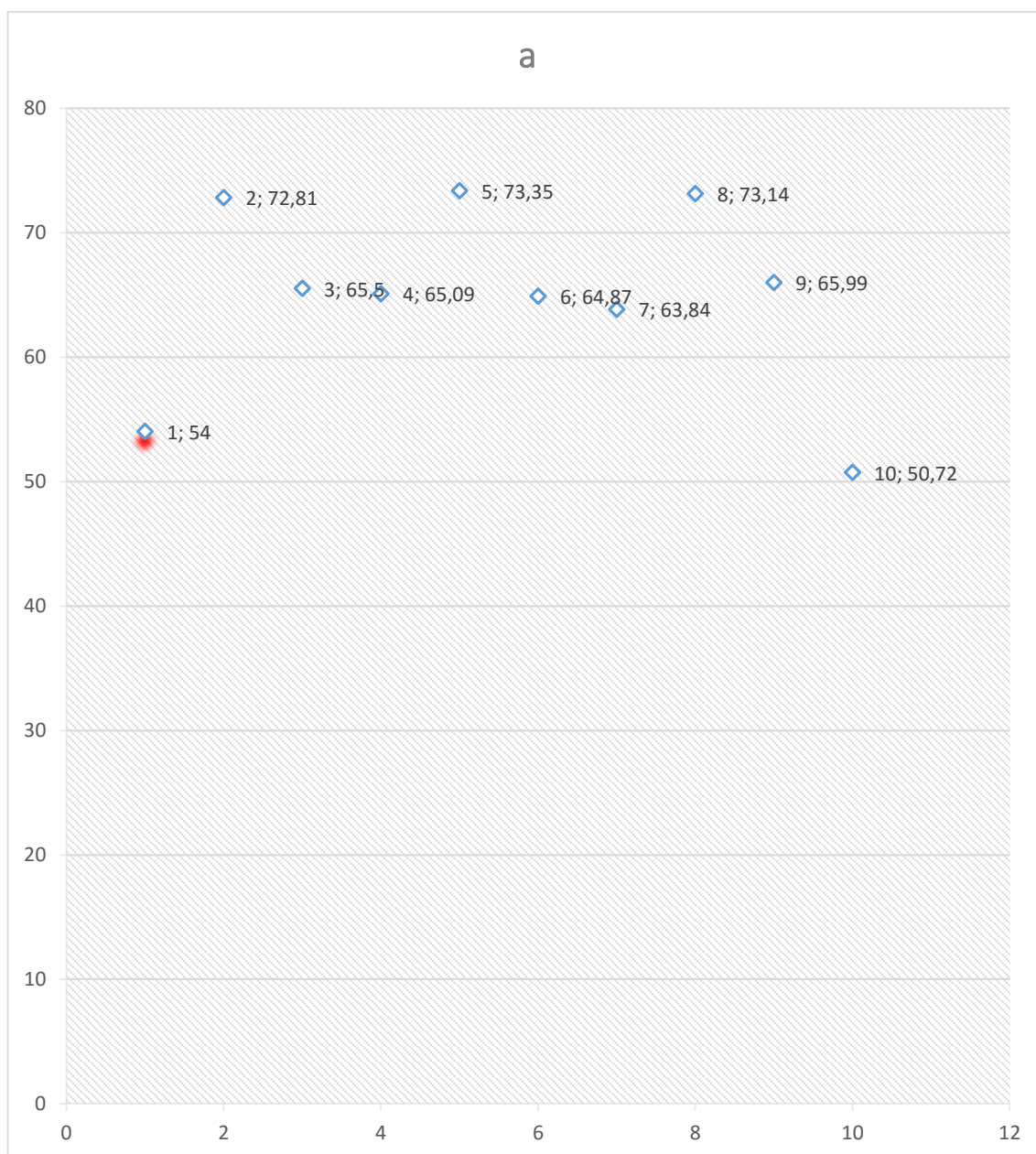
Grafikon 40. – CIE L* vrijednosti magenta bojila punog tona

Magenta



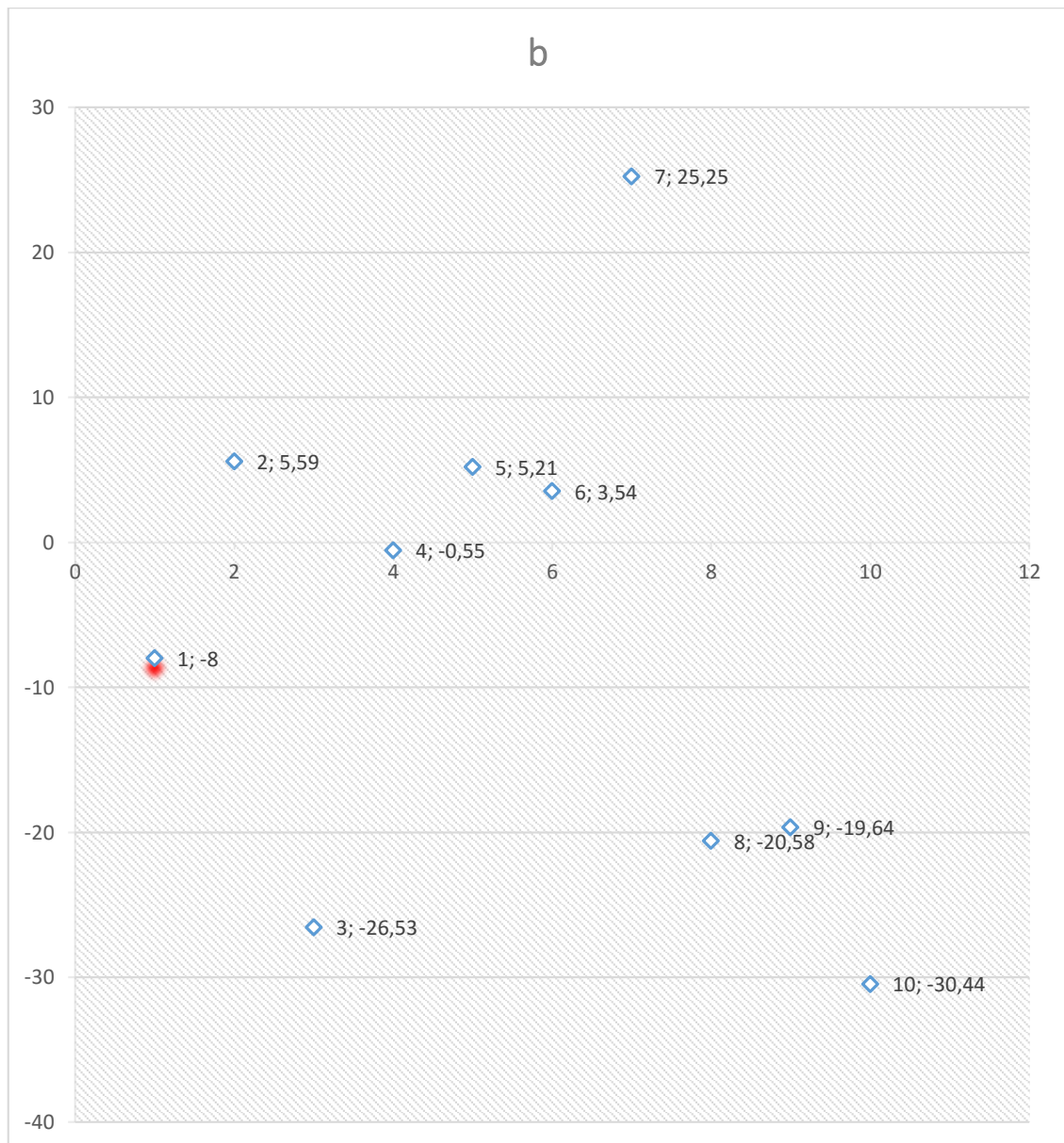
Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 40. prikazuje CIE L* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za magenta bojilo iznosi 43 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 44,64 do 63,86. Na svim otscima primjećuje se trend povećane CIE L* vrijednosti.

Grafikon 41. CIE a* vrijednosti magenta bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 41. prikazuje CIE a* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za magenta bojilo iznosi 54 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 50,72 do 73,35. Na većini otisaka primjećuje se trend povećane CIE a* vrijednosti.

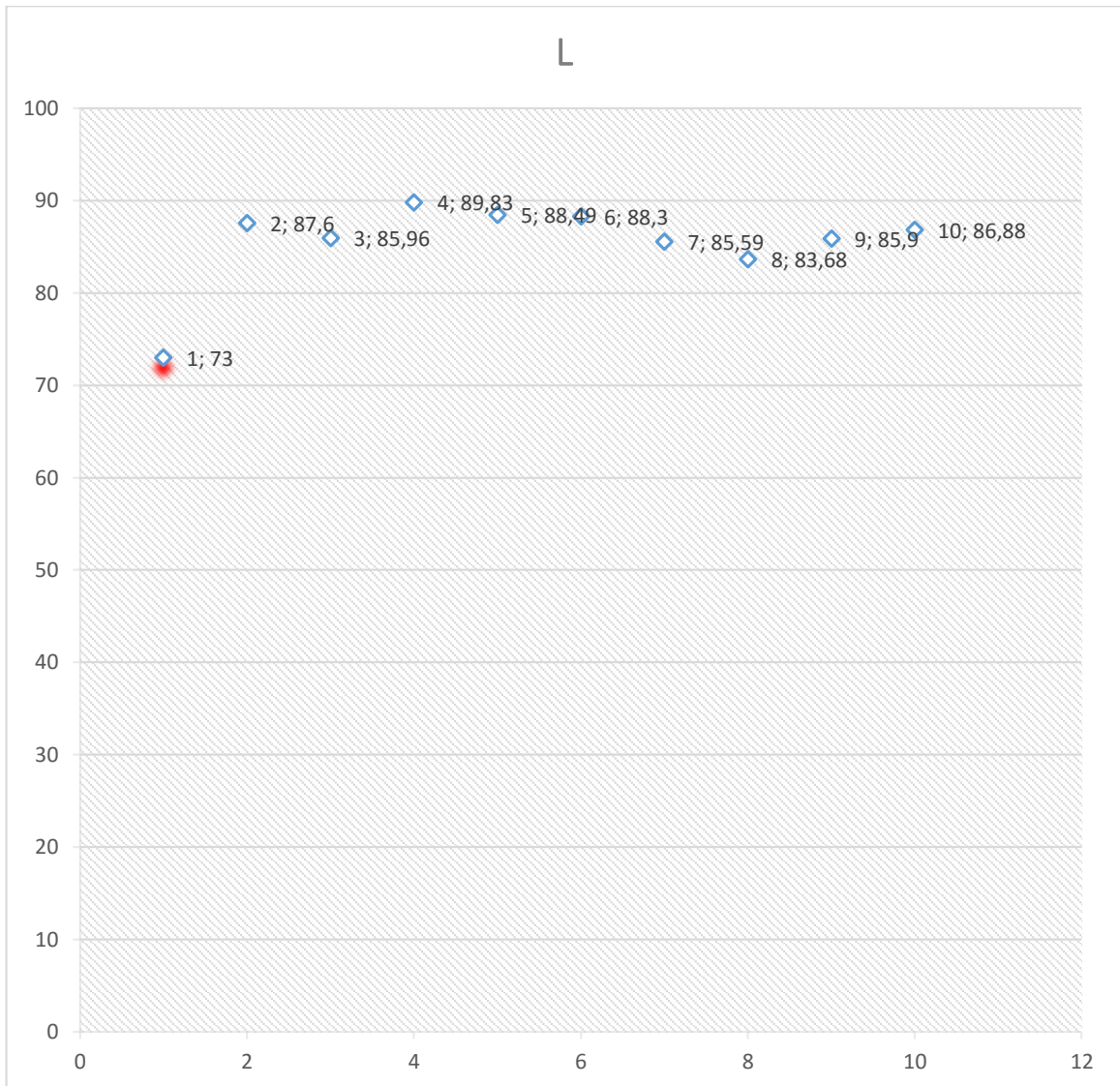
Grafikon 42. CIE b* vrijednosti magenta bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 42. prikazuje CIE b* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za magenta bojilo iznosi -8 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od -30,44 do 25,25. CIE b* vrijednosti za magenta bojilo primjećuje se veliko raspršenje u rezultatima.

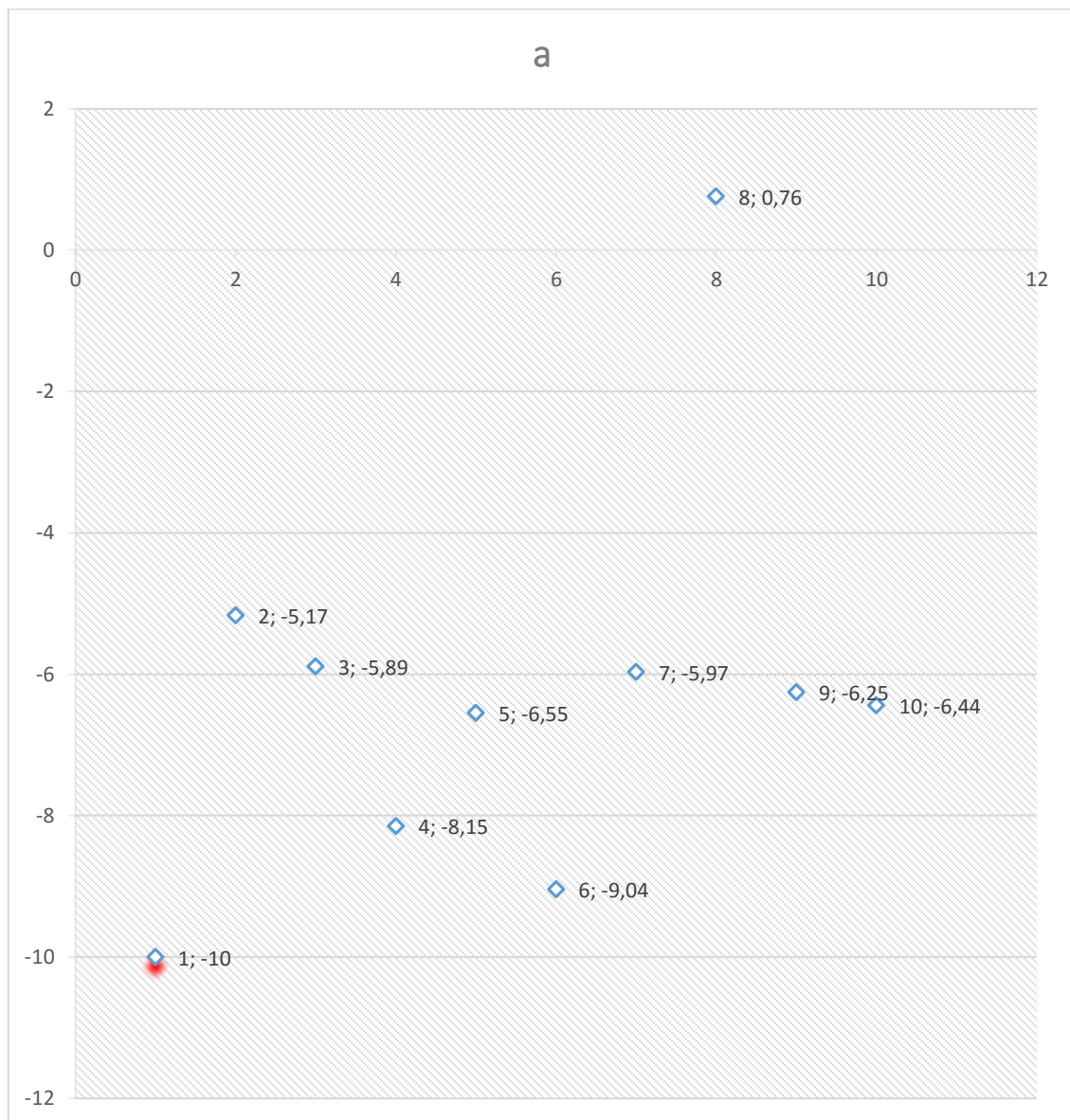
Grafikon 43. - CIE L* vrijednosti žutog bojila punog tona

Žuta



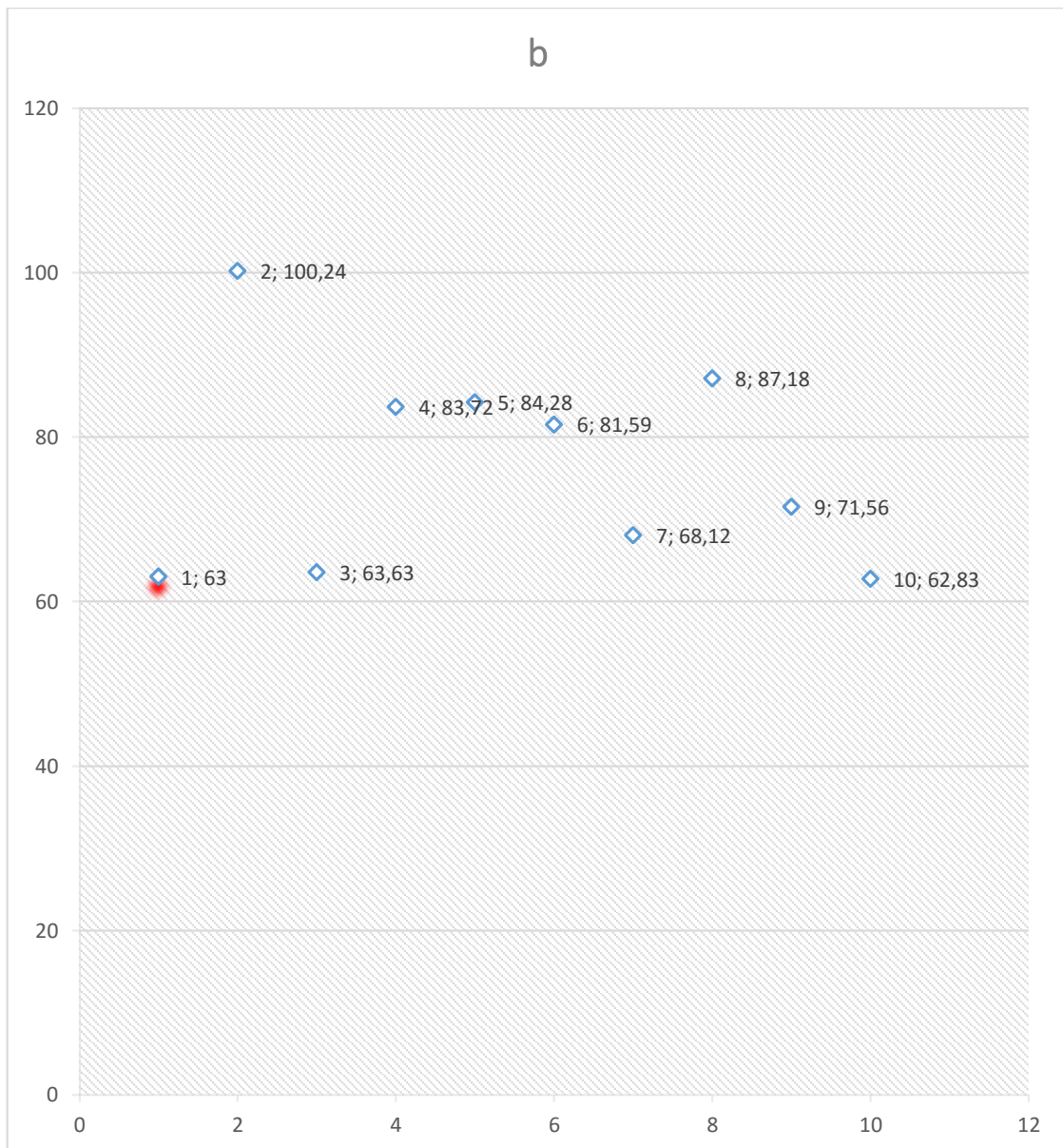
Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 37. prikazuje CIE L* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za žuto bojilo iznosi 73 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 83,68 do 89,83. Na svim otiscima primjećuje se trend povećane CIE L* vrijednosti. Razlika u rezultatima između pojedinih uzoraka je ne zamjetna iako odstupaj od standarda.

Grafikon 44. – CIE a* vrijednosti žutog bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 44. prikazuje CIE a* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za žutog bojilo iznosi -10 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od -9,04 do 0,76 . Na većini otisaka primjećuje se trend povećane CIE a* vrijednosti.

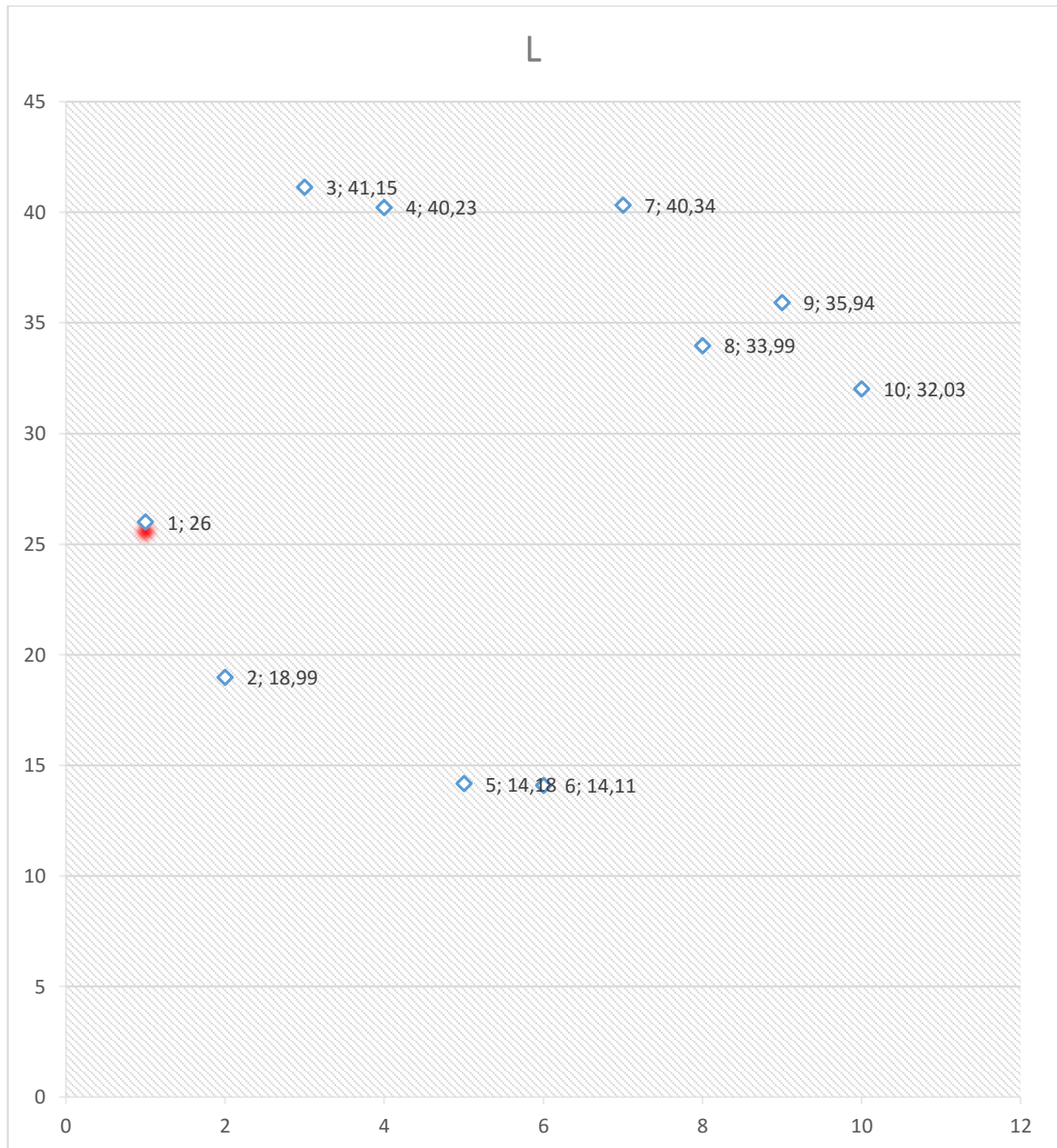
Grafikon 45. – CIE b* vrijednosti žutog bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 45. prikazuje CIE L* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za žuto bojilo iznosi 63 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 62,83 do 100,24. Na većini otisaka primjećuje se trend povećane CIE L* vrijednosti. Kod ovog grafikona zamjećeno je najveće odstupanje od standardne vrijednosti.

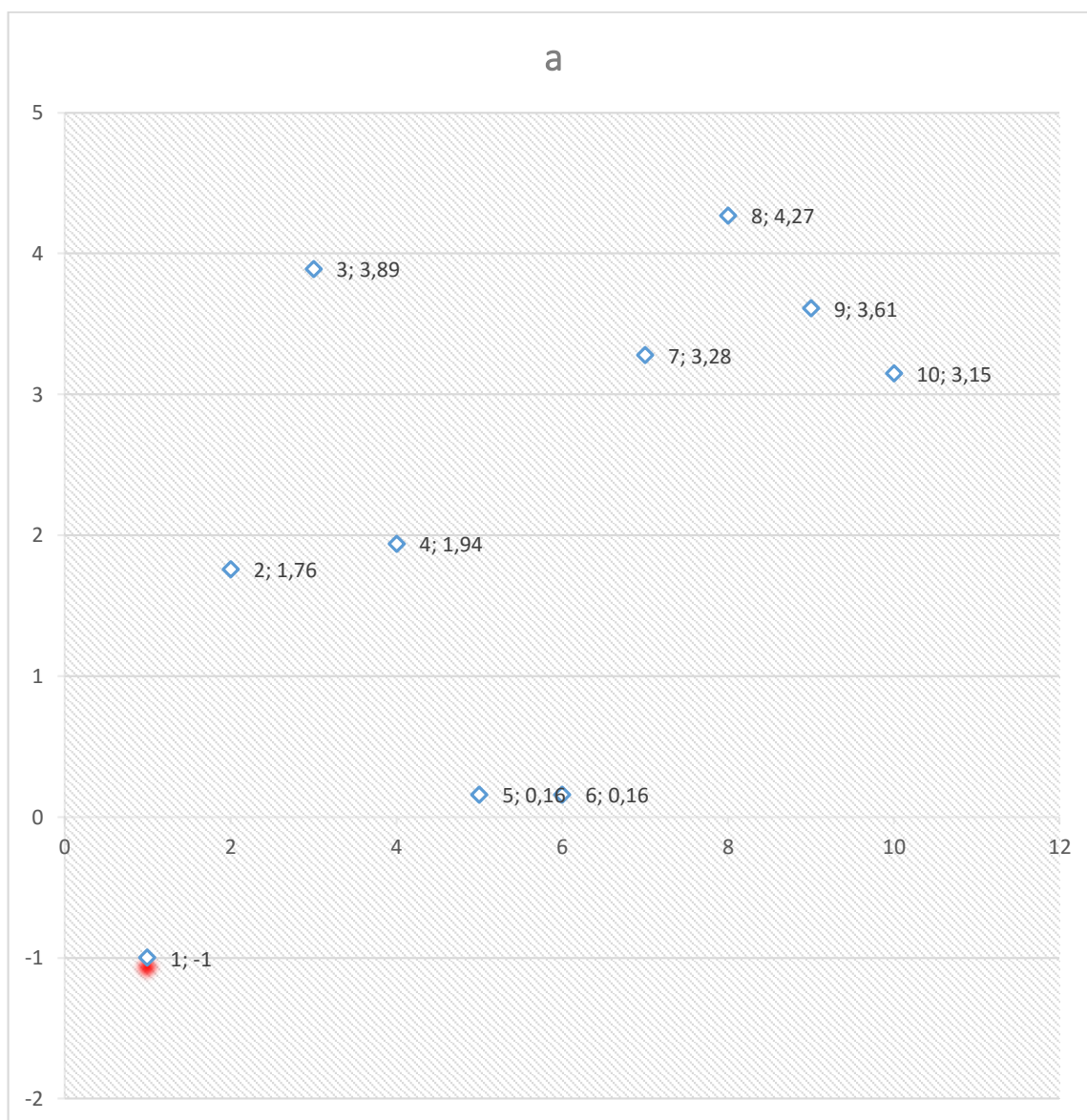
Grafikon 46. – CIE L* vrijednosti crnog bojila punog tona

Crna



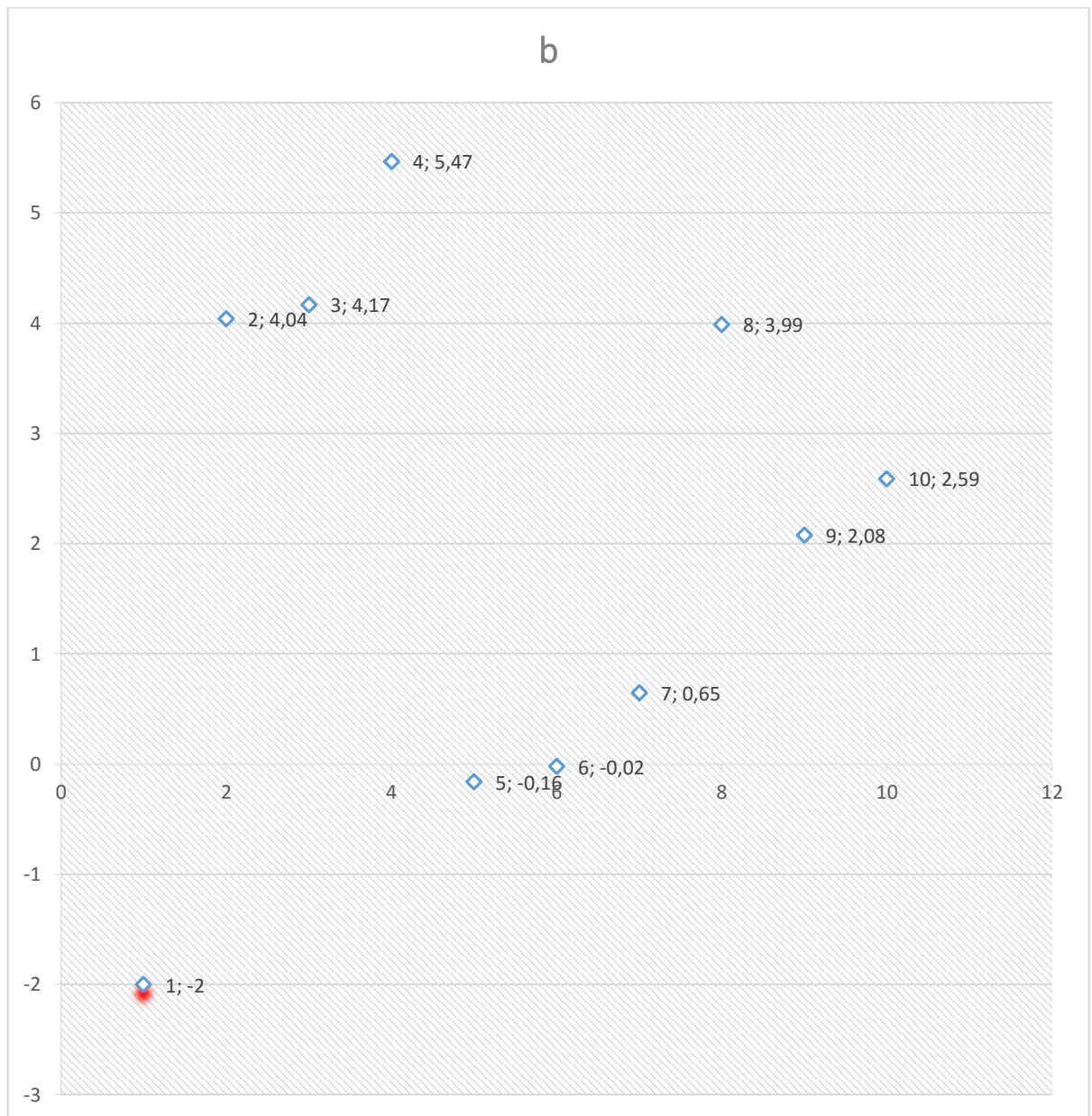
Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 46. prikazuje CIE L* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za cijan bojilo iznosi 26 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 14,11 do 41,15 . Na većini otisaka primjećuje se trend povećane CIE L* vrijednosti.

Grafikon 47. – CIE a* vrijednosti crnog bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 47. prikazuje CIE a* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za crnog bojilo iznosi -1 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od 0,16 do 4,27. Na većini otisaka primjećuje se trend povećane CIE a* vrijednosti.

Grafikon 48. – CIE b* vrijednosti crnog bojila punog tona



Prva točka (ujedno označena i crvenom bojom) unutar grafikona 48. prikazuje CIE b* vrijednost koja je propisana standardom ISO 12647 – 6 : 2006 (E) za fleksografski tisak. Ostale točke (od 2 do 10) predstavljaju uzore na kojima je vršeno mjerenje. Prema ISO standardu ISO 12647 – 6 : 2006 (E) CIE L* vrijednost za crno bojilo iznosi -2 [31]. Na mjernim uzorcima može se primjetiti kako nisu idealni te se vrijednosti kreću od -0,16 do 5,47. Na svim otiscima primjećuje se trend povećane CIE b* vrijednosti.

5. Diskusija

Istraživanje u ovom diplomskom radu bilo je podijeljeno u dva dijela. U prvoj fazi na 9 različitih otisaka mjereno je koliki je prirast raster tonske vrijednosti na poljima od 25%, 50% i 75% raster tonske vrijednosti. Mjerenja su provedena na poljima cijan, magene, žute i crne boje. Materijali na kojima su otisnuti otisci koje smo koristili u istraživanju su razne poliesterske folije, raznih debljina. Valja napomenuti da su svi otisci dobiveni u realnoj proizvodnji.

U drugom dijelu ovog rada vršena su mjerenja na istim otiscima kao i u prvoj fazi. U drugo fazi smo na poljima punog tona cijan, magenta, žute i crne boje mjerili CIELab vrijednosti za svaku od navedenih boja. Prvi cilj ovog istraživanja je određivanje deformacije rasterskog elementa u toku tiskarskog procesa u fleksografskom tisku na svijetlim i tamnim tonovima. Drugi cilj ovog istraživanja je određivanje kvalitete reprodukcije svijetlih i tamnih tonova. Sukladno tome, prva hipoteza ovoga rada je da prilikom tiska dolazi do deformacije rasterskog elementa, kao i do prirasta raster tonske vrijednosti. Druga hipoteza ovoga rada je istraživanje kvalitete i određivanje granica reprodukcije svijetlih i tamnih tonova u fleksografskom tisku. Obzirom na to, istraživanje je provedeno na otiscima dobivenim u realnoj proizvodnji. Dobiveni rezultati mjerenja uspoređeni su sa vrijednostima propisanim ISO standardom broja ISO 12647 – 1 : 2006 (E). Nakon izvršenih mjerenja došlo se do sljedećih zaključaka. Promatrajući prvi uzorak uočeno je kako su sve vrijednosti prirasta rastertoske vrijednosti unutar okvira standardnih vrijednosti. Magenta, cijan i žuta imaju najveći prirast u tamnim tonskim vrijednostima (75% r_{tv} – a), dok crna ne slijedi taj trend veći najveći prirast očituje u svjetlijim tonskim vrijednostima (25% r_{tv} – a). Najmanji prirast kod svih boja očituje se na srednjim tonovima (50 % r_{tv} – a).

Drugi uzorak slijedi sličan trend kao prvi, ali primijećeno je kako cijan, žuta i mageta imaju gotovo pa iste vrijednosti osobito u području tamnih tonski vrijednosti (75 % r_{tv} – a) gdje se očituje i najveći prirast. Uočeno je kako žuta na 25 % r_{tv} – a nema prirasta. I kod ovog uzorka sve su vrijednosti unutar standarda.

Treći uzorak je otisnut na foliju koja je oslojena slojem bijelog bojila. Promatrajući dobivene rezultate te ih uspoređujući sa standardom primijećeno je kako u području tamnih tonova dolazi do odstupanja kod sve četiri boje. Naime sve izmjerene vrijednosti

su veće u odnosu na one propisane standardom. U području svijetlih tonских vrijednosti prirast je ne zamjetan, dok u području srednjih tonских vrijednosti dobiveni rezultati su veći nego kod prva dva uzorka.

Kod četvrtog uzorka otikivanje je vršeno na foliju koja je kaširana. Kod žute i cijana najveći je prirast u tamnim tonским vrijednostima (75 % r_{tv} – a), dok kod magente i crne on se manifestira u srednje tonским vrijednostima (50 % r_{tv} – a). Sve četiri boje pokazuju trend najmanjih vrijednosti unutar svijetlih tonских vrijednosti.

Peti uzorak je jednak kao i četvrti, ali tiskovna podloga nije kaširana. Promatrajući dobivene vrijednosti uočeno je kako se najveći prirast očituje u svijetlim tonским vrijednostima (25% r_{tv} – a), a najmanji u tamnim tonским vrijednostima (75 % r_{tv} – a).

Šesti uzorak ima slične vrijednosti kako i prethodni uzorci. Najveći prirast uočen je kod tamnih tonских vrijednosti (75 % r_{tv} – a), dok najmanji kod svijetlih tonских vrijednosti. Kod crne boje uočeno je odstupanje od standardnih vrijednosti u području tamnih tonских vrijednosti.

Promatrajući dobivene rezultate mjerenja kod sedmog otiska uočeno je kako žuta boja ima najveći prirast u području svijetlih tonova, dok ostale tri najveći prirast imaju u području tamnih tonских vrijednosti.

Osmi uzorak daje jednaki trend za sve boje. Najveći prirast manifestira se u području tamnih tonova, dok najmanji u području svijetlih tonских vrijednosti.

Kod devetog uzorka cijan, magenta i žuta daju gotovo pa iste rezultate, najveći prirast u području tamnih tonских vrijednosti, a najmanji kod svijetlih tonских vrijednosti. Dok kod crne to nije slučaj. Naime najveći prirast očituje se u području srednjih tonских vrijednosti, a najmanji u području tamnih tonских vrijednosti.

Obzirom da tijekom procesa tiska ne vladaju idealni uvjeti, te zbog fleksibilne tiskovne forme očekivano je da će doći do prirasta raster tonske vrijednosti. Uočeno je kako su te vrijednosti uglavnom u okviru onih propisanih ISO standardom.

U drugom dijelu ovog rada promatrane u CIELab vrijednosti punog tona cijan, magente, žute i crne boje. Dobiveni rezultati uspoređeni su vrijednostima propisanih ISO standardom ISO 2647 - 1 : 2006

Cijan CIE L* vrijednosti uglavnom su više u odnosu na standardne vrijednosti. Obzirom da fleksografski tisak ima problem s reprodukcijom svijetlih toova, ovaj ishod bio je očekivan. Promatrajući CIE a* vrijednosti za cijan uočeno je raspršenje rezultata u odnosu na standardnu vrijednost iako odstupanja nisu velika. CIE b* vrijednosti za cijana prikazuju kako rezultati nisu idealni te uočene su povećane vrijednosti u odnosu na standard.

Magenta CIE L* vrijednosti dobiveni rezultati su više od standardne vrijednosti, što je bio i slučaj kod cijan bojila. CIE a* vrijednosti uglavnom su više od standardne vrijednosti, ako ima odstupanja da jedan uzorak ima vrijednost manju od standardne. CIE b* vrijednosti daju raspršenje rezultata. Pola uzoraka ima veću vrijednost, dok ostatak manju u odnosu na standardu.

Žute CIE L* vrijednosti prate trend cijan i magenta CIE L* vrijednosti te su sve veće u odnosu na standardnu vrijednost. CIE a* vrijednosti sve su veće u odnosu na standardnu. CIE b* vrijednosti odstupaju od standardne te imaju višu vrijednost u odnosu na nju.

Crna CIE L* vrijednosti ne slijede trend predhodnih bojila. Kod crnog bojila uočeno je kako pojedini uzorci daju manje vrijednosti u odnosu na standardne. CIE a* vrijednosti su sve više od standardne vrijednosti. CIE b* vrijednosti su više od standardne vrijednosti.

6. Zaključci

Obzirom na korištenje fleksibilne tiskovne forme pojava povećanja rastertonske vrijednosti u fleksografskom tisku je svakodnevna. Osim fleksibilne tiskovne forme na rasterste elemente tijekom procesa tiska utječu i mnogi vanjski čimbenici, te pritisak i konstrukcija tiskarskog stoja. Opće je poznato da u tiskarama ne vladaju idealni uvjeti koji znatno utječu na kvalitetu samog tiskarskog procesa. Prirast raster tonske vrijednosti, kao i deformacija rasterskog elementa uzrokuju različito obojenje reproducirane površine što ima utjecaj na samu kvalitetu otisnutog proizvoda. Osim vanjskih utjecaja na kvalitetu reprodukcije utječu tiskovne podloge i bojila koja se koriste tijekom reprodukcije.

Eksperimentalni dio ovog rada bio je podjeljen u dva dijela. Jedan od najvažniji parametara kvalitete tiska je definirati prirast RTV-a. Stoga ovo istraživanje usmjereno na prirast RTV-a između tamnih i svijetlih tonova. Prvi cilj rada je definirati prirast RTV-a koji nastaje prilikom procesa tiska između svijetlih i tamnih tonova, te mogućnost reprodukcije svijetlih tonova u fleksografskom tisku. U prvom djelu mjereni su prirasti rastertonske vrijednosti na poljima od 25%, 50% i 75 % rastertonske vrijednosti. Mjerenja su provedena na otiscima dobivenim u standardnoj proizvodnji. U drugom dijelu eksperimenta promatrane su CIELab vrijednosti punog tona procesnih boja. Rezultati mjerenja u prvom dijelu rada dali su rezultate uglavnom ispod ISO vrijednosti, iako pojedini uzorci u području tamnih tonova imaju vrijednost višu one od standardne. Obzirom da je u ovom radu korišteno 9 otisaka, koji su otisnuti na različitim tiskovnim podlogama ta odstupanja se mogu prepisati tome. Najmanji prirasti očitovani su u području svijetlih tonova. Uzrok tome je razlika u pritisku između svijetlih i tamnih tonova. Mjerenjima je pokazano da je pojava prirasta RTV – a u tisku neizbježna, ali treba težiti njenom minimalnoj vrijednosti te se držati standardnih vrijednosti. Uzevši u obzir ISO standard br. ISO 12647-6:2006 možemo reći da je nedorečen iz razloga što sve folije i filmove stavlja unutar iste skupine i daje iste vrijednosti za sve folije neuzimajući u obzir njihovu strukturu, debljinu i površinska svojstva. U drugom dijelu ovoga diplomskog rada promatrane su CIELab vrijednosti punog tona procesnih boja. Mjerenja su vršena na istim otiscima koji su korišteni u prvom dijelu ovoga rada. Cilj drugog dijela rada bilo je utvrditi graničnu vrijednost

između svijetlih i tamnih tonova fleksografskog tiska. Promatrajući dobivene rezultate i uspoređujući ih sa standardnim vrijednostima propisanih ISO standardom 12647 – 6:2006, dobili smo odstupanja u odnosu na ISO vrijednosti. CIE L* vrijednosti za cijan, magentu i žutu su veće u odnosu na standardnu, dok crna pokazuje i manje vrijednosti. CIE a* I CIE b* vrijednosti daju raspršene rezultate.

Uzevši u obzir dobivene rezultate mjerenja, na kraju zaključak ovog rada je kako otisci dobiveni unutra realne proizvodnje odstupaju od zadanih vrijednosti koje su propisane standardom, ali kako bi trebalo nadopunjavati i mijenjati ISO standarde. Unutar realne proizvodnje teško je provesti idealne uvijete, što zbog nemara, zastarjele tehnologije, ali i rokova isporuke koji su sve kraći. Kontrola kvalitete je jako bitan segment proizvodnje te ju treba redovito proizvoditi kako bi se zadržala kvaliteta proizvoda.

7. Literatura

1. ***<http://eprints.grf.unizg.hr/1891/1/Doktorski%20rad%20Bates%20Irena.pdf>
2. Handbook on Printing technology, 2th edition, (2011), Asia Pacific Business Press Inc., Delhi (2011.), Fleksotisak tisak ambalaže, Markulin d.o.o., Zagreb 3.
3. ***http://www2.dupont.com/Packaging_Graphics/en_GB/assets/downloads/Evolution_Revolution_EN.pdf - Povijest fleksotiska, dostupno 20.06.2016.
4. Brajnović O. Prilagodba izrade fotopolimerne tiskovne forme novim kvalitetivnim zahtjevima(2011), Zagreb
5. Korelić O. (1986) Kemigrafija, Viša grafička škola Zagreb
6. Mahović S. (2014) Tiskovne forme 2, predavanja - Tiskovna forma za visoki tisak
7. Kropar Vrančina V. (2011.) Fleksografke boje za tisak ambalaže, Tisak ambalaže, Zagreb 85-90 str
8. ***http://materijali.grf.unizg.hr/media/visoki_offset.pdf – Boje za visoki tisak, dostupno 15.06.2016.
9. ***Printwiki.org/Anilox_Roller – Aniloks valjak, dostupno 20.06.2016.
10. ***<http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-LineScreen> – aniloks valjak, dostupno 23.6.2016
11. *** <http://flexomagazine.blogspot.de/2010/11/sobre-anilox-da-escolhamanutencao.html> - linijatura aniloks valjka, dostupno 23.6.2016.
12. *** <http://whatis.techtarget.com/definition/moire-effect> – Moire efekt, dostupno 25.6.2016
13. *** <http://www.printweek.in/Feature/315335,tech-gyaan-on-anilox-roller.aspx> – Graviranje aniloks valjka, dostupno 21.06.2016.
14. ***http://www2.grafika.ntf.uni-lj.si/uploads/media/04_FleksotiskSGP208.pdf – Konstrukcija fleksografskog stroja, dostupno 07.06.2016
15. ***http://www.docfoc.com/tisak-tehnike-tiska_-_Konstrukcija_fleksografskog_stroja, dostupno 07.06.2016

16. Živković, P.: Štampanje 2010-2011, interna skripta (elektronska verzija, Fakultet za tehničke studije u Kiseljaku, Kiseljak, 2010. – Rastriranje, dostupno 20.06.2016
17. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Rasterski sustavi, dostupno 21.06.2016.
18. *** <http://www.schneiderprintmedien.de/angebote/service/technik-tipps/fmraster-FM-raster>, dostupno 23.06.2016
19. <https://www.wasatch.com/rosetteHybrid.html>–Hibridni raster, dostupno 24.06.2016
20. *** <http://www.grafx.ba/index.php teme/stampa-tisak/91-raster-ii-diodeformacija-rasterskih-elemenata> - Deformacija rasterskih elemenata, dostupno 26.06.2016
21. Zjakić, I. (2007), Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
22. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf – Optička prirast rastera, dostupno 30.06.2016
23. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf – Geometrijska prirast rastera, dostupno 30.06.2016
24. *** http://www2.grafika.ntf.uni-lj.si/uploads/media/Davor_Donevski.pdf - Cirkularnost rasterskog elemenat, dostupno 02.07.2016
25. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf – Prirast RTV – a., dostupno 04.07.2016
26. ***<http://slidegur.com/doc/1311196/12> - Interakcija svjetlosti i materije modeli, dostupno 06.07.2016
27. *** http://fotomag.net/?page_id=112 – CIELab sustav, dostupno 27.07.2016
28. ***<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/boja-prehrambenih-proizvoda>, dostupno 27.07.2016
29. ***http://www.zina.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=145&Itemid=299 – SpectroEye, dostupno 30.07.2016

30. ISO standard ISO 12647 – 6:2006 (E)

7.1. Popis slika

Slika 1. Tiskovna forma za visoki tisak

Slika 2. Fotopolimerna tiskovna forma

Slika 3. Izrada fotopolimerne tiskovne forme od tekućeg fotopolimera

Slika 4. Aniloks valjak

Slika 5. Linijatura aniloks valjka

Slika 6. Moirè efekt

Slika 7. Kutovi graviranja ćelija

Slika 8. Shema fleksografskog stroja

Slika 9. Rastertonske vrijednosti

Slika 10. Vrste rastera

Slika 11. Pokrivenost površine RTV

Slika 12. Razlika rastera

Slika 13. Hibridni raster

Slika 14. Mehanička deformacija rasterskog elementa

Slika 15. Optička deformacija rasterskog elementa

Slika 16. Prirast RTV – a za 40 %- tnu veličinu točkice kod dvije različite linijaure

Slika 17. Interakcija svjetlosti i materijala

Slika 18. CIELab prostor boja

Slika 19. SpectroEye (X – Rite)

7.2. Popis tablica

Tablica 1. Vrijednosti i tolerancija ΔE razlike boja

7.3. Prilog 1

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.05	14
50	0.36	8
75	0.88	15
100	1.40	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.07	10
50	0.39	11
75	0.84	13
100	1.42	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.04	10
50	0.35	11
75	0.85	13
100	1.46	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.05	14
50	0.34	8
75	0.88	15
100	1.46	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.11	1
50	0.34	8
75	0.88	18
100	1.13	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.11	1
50	0.31	8
75	0.73	18
100	0.90	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.09	4
50	0.27	1
75	0.66	12
100	0.94	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.07	9
50	0.29	5
75	0.75	18
100	0.9	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.10	4
50	0.60	29
75	1.25	25
100	1.23	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.11	1
50	0.52	26
75	0.95	22
100	1.04	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.11	1
50	0.50	27
75	0.91	24
100	0.93	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.14	3
50	0.42	13
75	0.97	16
100	1.63	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.13	3
50	0.42	7
75	0.75	14
100	1.11	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.13	1
50	0.44	14
75	1.05	16
100	2.06	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.11	2
50	0.30	1
75	0.90	14
100	1.56	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.04	16
50	0.36	8
75	0.92	5
100	1.53	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.15	6
50	0.46	20
75	0.80	15
100	1.16	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.04	17
50	0.43	13
75	1.11	7
100	2.37	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.04	17
50	0.36	7
75	0.88	13
100	1.60	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.07	7
50	0.32	14
75	0.01	18
100	0.72	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.07	9
50	0.44	21
75	0.78	8
100	0.95	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.04	15
50	0.30	8
75	0.74	21
100	0.82	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.10	2
50	0.40	18
75	0.71	17
100	0.90	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.14	6
50	0.40	18
75	0.79	20
100	0.92	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.26	21
50	0.46	17
75	0.77	11
100	1.41	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.23	19
50	0.48	22
75	0.89	19
100	1.10	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.19	13
50	0.44	18
75	0.93	20
100	1.2	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.8	7
50	0.30	9
75	0.81	19
100	1.05	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.09	5
50	0.34	8
75	0.86	17
100	1.16	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.08	7
50	0.30	9
75	0.81	19
100	1.05	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.13	3
50	0.39	15
75	0.87	20
100	1.03	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.10	3
50	0.41	17
75	0.84	18
100	1.05	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.16	8
50	0.55	27
75	1.04	22
100	1.14	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.11	4
50	0.28	12
75	0.51	16
100	0.61	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.12	3
50	0.34	13
75	0.73	20
100	0.83	0

RTV %	Δi	Prirast RTV-a %
25	0.12	3
50	0.34	13
75	0.73	20
100	0.83	0

7.4. Prilog 2

CIE Lab vrijednosti – puni ton –

1. XXL – Mikado

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	45,77	L	44,64	L	87,60	L	18,99
a	-26,30	a	72,81	a	-5,17	a	1,76
b	-59,28	b	5,59	b	100,24	b	4,04

2. Mission wrapr

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	62,85	L	54,16	L	85,96	L	41,15
a	-37,81	a	65,50	a	-5,89	a	3,89
b	-47,79	b	-26,53	b	63,63	b	4,17

3. ACE tropic

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	55,49	L	50,80	L	89,83	L	40,23
a	-30,90	a	65,09	a	-8,15	a	1,94
b	-48,82	b	-0,55	b	83,72	b	5,47

4. Čips od jabuke (prije kaširanja)

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	53,93	L	45,77	L	88,49	L	14,18
a	-32,66	a	73,35	a	-6,55	a	0,16
b	-53,55	b	5,21	b	84,28	b	-0,16

5. Čips od jabuke (kaširanje)

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	50,44	L	43,32	L	88,30	L	14,11
a	-32,60	a	64,87	a	-9,04	a	0,16
b	-46,76	b	3,54	b	81,59	b	-0,02

6. Češnjak u graulama

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	67,79	L	54,71	L	85,59	L	40,34
a	-29,12	a	63,84	a	-5,97	a	3,82
b	-36,69	b	-25,25	b	68,12	b	0,65

7. Kviki slani pereci

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	66,89	L	50,56	L	83,68	L	33,99
a	-32,03	a	73,14	a	0,76	a	4,27
b	-44,82	b	-20,58	b	87,18	b	3,99

8. Tortillas de blè

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	63,41	L	52,91	L	85,90	L	35,94
a	-35,49	a	65,99	a	-6,25	a	3,61
b	-46,44	b	-19,64	b	71,56	b	2,08

9. Biefstuk

Cyan		Magenta		Žuta		Crna	
L	64,38	L	63,86	L	86,88	L	32,03
a	-35,63	a	50,72	a	-6,44	a	3,15
b	-47,39	b	-30,44	b	62,83	b	2,59

