

# Prijedlozi elemenata automatizacije u procesu plošnog rotacijskog otiskivanja pomoću sustava zatvorene petlje

---

Sučić, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

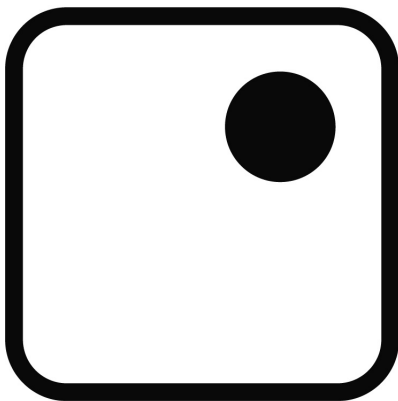
2016

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:216:744889>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET**

**ZAVRŠNI RAD**

Ivana Sučić



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: tehničko-tehnološki

# ZAVRŠNI RAD

## PRIJEDLOZI ELEMENATA AUTOMATIZACIJE U PROCESU PLOŠNOG ROTACIJSKOG OTISKIVANJA POMOĆU SUSTAVA ZATVORENE PETLJE

Mentor:

prof. dr. sc. Nikola Mrvac

Student:

Ivana Sučić

Zagreb, 2016

## **Sažetak**

Analizom i istraživanjem neposrednog okruženja, postavlja se jasan zaključak da se sve velike naklade u pravilu otiskuju na rotacijama. Zbog velikih brzina, rotacije proizvode i veliku količinu otpadnog materijala – papira i boje te generiraju i velike troškove u ostalim segmentima, prvenstveno u energiji.

Kako su sve značajniji trendovi smanjenja naklada novina i časopisa – glavnih predstavnika rotacijskih proizvoda – suočavamo se s drastičnim rastom relativnog postotka ( % ) iznosa takvog otpada. To znatno usporava i opterećuje poslovni segment ovakvih proizvoda.

Cilj rada je istražiti industrijska rješenja koja bi pomogla u području smanjenja ovakvog otpada. Također cilj je doprinijeti, putem preporuka, drugačijem i racionalnijem načinu korištenja navedenog područja otiskivanja te time olakšati proces nakladničke industrije.

Ključne riječi: rotacijski tisak, utrošak papira, automatizacija, sustav zatvorene petlje

## **Abstract**

The analysis and research of the immediate environment, the clear conclusion is that all large editions typically print on rotations. Due to the high-speed, rotations produce also a large amount of waste material - papers and colors and generate large costs in other segments, primarily in energy.

There are more significant trends in reduction of newspapers and magazines edition - the main representatives of the rotary products - we are facing with a drastic increase in the relative % of such waste. This significantly slows down and burdens the business segment of such products.

The aim is to explore industry solutions that would help in the reduction of such waste. Also the aim is to contribute, through recommendation, a different and more rational approach of use of this printing area, thereby facilitating the process of publishing industry.

Keywords: rotary printing, paper costs, automatization, closed-loop system

# SADRŽAJ

Sažetak

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. Ofsetni tisak – općenito .....	2
2.2. Princip rada.....	2
2.3. Strojevi za tisak .....	3
2.3.1. Strojevi za tisak iz arka.....	3
2.3.2. Strojevi za tisak iz role .....	4
2.3.2.1 Rotacije za tisak novina.....	5
2.3.2.2. Rotacije za tisak revija.....	6
2.4. Uređaji za sušenje .....	6
2.5 Prednosti i nedostaci ofsetnog tiska .....	7
2.5.1. Prednosti ofsetnog tiska.....	7
2.5.2. Nedostaci ofsetnog tiska:.....	7
2.6. Perspektiva ofsetnog tiska .....	7
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	9
3.1. Analiza i metode nadogradnje rotacijskih sustava .....	9
3.2. Osnovni kontrolni mehanizmi .....	9
3.3. Napredni kontrolni mehanizmi.....	12
3.3.1. Denzitometrijska kontrola.....	12
3.3.2. Spektrofotometrija .....	14
3.3.3. Primjer rješenja za denzitometrijska i spektrofotometrijska mjerenja.....	16
3.3.4. Sivi balans (graybalance) .....	17
4. ZAKLJUČAK .....	19
5. LITERATURA.....	20

## 1. UVOD

Rotacijski tisak ima velike industrijske prednosti u odnosu na tisak araka. Prije svega odnosi se na dva područja, na znatno veću brzinu otiskivanja u odnosu na tisak iz arka – 40.000 - 50.000 araka na sat i do 80.000 araka na sat u dvostrukoj proizvodnji.

Osim manjeg raspona debljine papira u odnosu na tisak araka, glavni nedostatak rotacijskog otiskivanja (zbog velikih brzina) je znatno veći ukupni utrošak papira. Stoga je izuzetno značajno unaprijediti područje utroška papira u rotacijskom otiskivanju te time ovaj proces učiniti racionalnijim i tržišno prihvatljivijim.

Osim utroška papira, držanje pod tehničkom kontrolom svih parametara rotacijskog otiskivanja – također postaje izazov. Naime, kod tiska iz arka, nakon što uočimo neki problem, potrošimo nekoliko ili nekoliko desetaka araka. Kod rotacija, zbog velikih brzina, u stanju smo u kratkom vremenu potrošiti i nekoliko tisuća araka koji zbog nekih parametara kvalitete nisu u redu.

Stoga su racionalnost utroška materijala (papir i boja) i energije, držanje pod kontrolom svih tehnoloških parametara kvalitete, te brzina reakcije u istoj – glavni fokus ovoga rada, tj. na koji način ove parametre učiniti racionalnim ali i dalje tehnički besprijekornim.

Ovaj rad istražuje, analizira i predlaže industrijsku ugradnju značajnijih elemenata automatizacije – konzolno implementiranim kamerama, sensorima, denzitometrima i spektrofotometrima – koji u gotovo trenutnoj brzini mjere određene elemente na otisku, te sustavom zatvorene petlje (Close Loop Control) omogućuju korekcije u tisku.

U teorijskom dijelu biti će opisan ofsetni rotacijski tisak, njegova primjena, podjela, strojevi koji se koriste te proizvodi koji se otiskuju putem ofsetnog tiska.

U eksperimentalnom dijelu opisat će se istraživanje putem osnovnih kontrolnih mehanizama - rybon control i registar control te naprednih kontrolnih mehanizama - denzitometrijsko mjerenje, spektralna analiza i balans sive boje (grey balance control).

## **2. TEORIJSKI DIO**

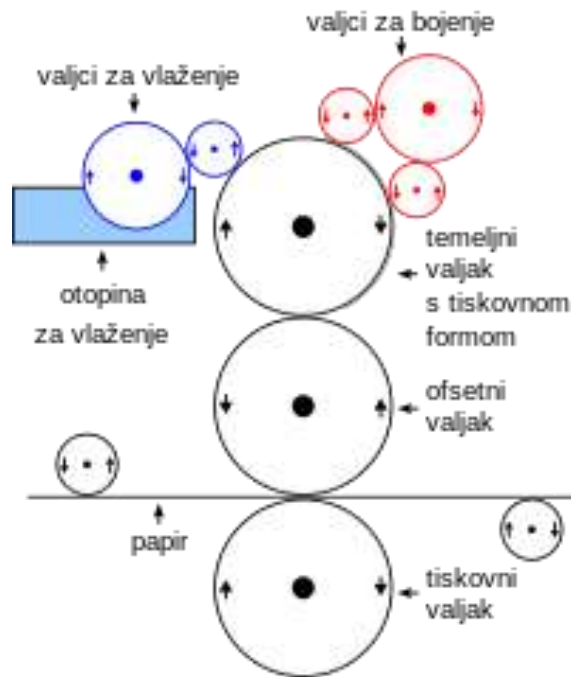
### **2.1. Ofsetni tisak – općenito**

Ofsetni ili plošni tisak je indirektna tehnika tiska. Zbog jednostavnog procesa pripreme i kvalitetnog otiska i niske cijene danas se koristi za tisak većine grafičkih proizvoda. Tiska se uglavnom na papir, polukarton i karton. Ofsetni tisak se smatra nasljednikom litografije. Prvi ofsetni stroj za tisak konstruiran je 1903. Poznati današnji proizvođači strojeva za tisak su: Heidelberg, Man Roland, Komori, KBA (tisak iz arka i rotacijski tisak), Ryobi (tisak iz arka), te dodatno, GOSS i Manograf (samo rotacijski tisak).

### **2.2. Princip rada**

Tiskovna forma se pravi na tankoj aluminijskoj ploči debljine od 0,15 do 0,70 milimetara koja je presvučena fotoosjetljivim slojem. Njenim osvjetljavanjem preko pozitiva i naknadnim razvijanjem dobije se tiskovna forma. Osim aluminijskih ploča, koriste se i višeslojne metalne ploče (najčešće kombinacija bakar-krom) te papirne i plastične folije (za male naklade). [6]

Tisak se temelji na vlaženju slobodnih (netiskajućih) površina tiskovne forme vodom (hidrofilnost, oleofobnost, svojstvo primanja vode i odbijanja bojila), a tiskovnih površina bojilom (oleofilnost, hidrofobnost, svojstvo primanja bojila, a odbijanja vode). Otisak se prenosi s tiskovne forme na gumenu navlaku, a zatim preko tiskovnog valjka (cilindra) na tiskovnu podlogu. Kao sredstvo vlaženja koristi se voda ili voda s dodatkom izopropilnog alkohola te voda s puferom za stabilizaciju pH vrijednosti. Ofsetno bojilo sastoji se od veziva, pigmenta, smole, punila i dodatka. Može se poboljšavati dodavanjem katalizatora sušenja, voskova (za veću otpornost prema struganju) i slično. [6]



Slika 1. Princip rada ofsetnog tiska

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Ofsetni\\_tisak](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ofsetni_tisak)

## 2.3. Strojevi za tisak

Prema vrsti tiskovne forme, ofsetne strojeve dijelimo na strojeve za tisak iz arka i strojeve za tisak iz role – rotacijski tisak. Prema broju boja koje se tiskaju u jednom prolazu, strojeve za tisak dijelimo na: jednobojne, dvobojne, četverbojne, peterbojne, šesterbojne, osmerbojne i deseterbojne strojeve.

### 2.3.1. Strojevi za tisak iz arka

Prema formatu, strojeve za tisak iz arka dijelimo na:

- strojeve malog formata (veličina arka do A2 formata)
- strojeve srednjeg formata (veličina arka od A2 do B1 formata)
- strojevi velikog formata (veličina arka veća od B1 formata)

Stroj za tisak iz arka se sastoji od sljedećih cjelina:

- aparat za ulaganje araka
- tiskovna jedinica
- uređaj za vlaženje tiskovne forme
- uređaj za bojenje tiskovne forme
- aparat za izlaganje araka





Slika 2. HEIDELBERG XL – tisak iz arka

[www.heidelberg.com](http://www.heidelberg.com)

Uloga aparata za ulaganje je precizno i neprekidno ulaganje tiskovne podloge u tiskovnu jedinicu. Tiskovna jedinica se sastoji od temeljnog, ofsetnog i tiskovnog cilindra. Na ofsetnom cilindru nalazi se gumena navlaka koja prenosi otisak s ofsetne ploče na tiskovnu podlogu. Uloga uređaja za vlaženje je vlaženje netiskajućeg dijela tiskovne forme tekućinom za vlaženje. Uređaj za bojenje tiskovne forme nanosi bojilo na tiskovnu formu (ofsetnu ploču). Debljina bojila koja se nanosi je vrlo tanka, 2-3 mikrona, a u svrhu što kvalitetnije reprodukcije otiska. Zadnji u nizu je aparat za izlaganje koji uzima arak od tiskovnog cilindra i odlaže ga na izlagači stol. [6]

### 2.3.2. Strojevi za tisak iz role

Osim strojeva za tisak iz arka, postoje i strojevi za tisak iz role. Prema proizvodima koji se tiskaju, najčešće se dijele na rotacije za tisak revija i rotacije za tisak novina.

Svakodnevno se susrećemo s proizvodima rotacijskog otiskivanja svuda oko nas. Novine, časopisi, katalogi, marketinški proizvodi u masovnim nakladama – samo su neki od proizvoda naše svakodnevice – te ih nalazimo na kioscima, u poštanskim sandučićima, u supermarketima.

Gotovo svi ti proizvodi otiskuju se na rotacijama. Razlog? Dok se u ravnom ofsetnom tisku postižu brzine do 15.000 araka na sat (u novije vrijeme nešto više) i dok za obostrani tisak trebamo imati stroj u okretu s najmanje 8 boja za kolorni proizvod – rotacija proizvodi arke u brzini od 45.000 - 50.000 na sat, tj. dvostruko više u duploj

proizvodnji. Osim toga, s obzirom da je industrijski aparat za savijanje sastavni dio svake rotacije – za razliku od ravnog tiska – na koncu dobivamo finalni i već savinuti arak.

### **2.3.2.1. Rotacije za tisak novina**

Novinske rotacije razvile su se kako bi se u što kraćem vremenu dobilo što više otisaka. Iz istog razloga u novinskim rotacijama se ne koriste arci papira već beskonačne trake papira koje nazivamo kotur. Zato je za brzinu tiska osim brzine okretaja cilindra važna i brzina kojom se kreće traka papira kroz stroj. Osim ovih karakteristika strojevi za novinski tisak se uvelike razlikuju od drugih rotacija po konstrukciji tiskovnih agregata, uređaja za nanos otopine za vlaženje, uređaja za nanos bojila, konstrukciji bojanika, sustavu sušenja otiska. Na kvalitetu novinskog tiska utječu i mnoge druge komponente kao što su papir, bojilo i konstrukcija stroja.



Slika 3. – COMMANDER – stroj za novinski tisak

[http://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/40462-6119017.jpg](http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/40462-6119017.jpg)

### 2.3.2.2. Rotacije za tisak revija

Strojevi za tisak revija tiskaju velike naklade, uglavnom na premaznim papirima 60 do 120 g/m<sup>2</sup>. Zbog konstrukcije stroja, ovi strojevi imaju ograničenu mogućnost tiskanja ukupnog broja stranica i to uglavnom na 4, 8, 16 ili 32 stranice u četiri boje obostrano s mogućnošću površinskog oplemenjivanja lakom ili parafinskim nanosom.



Slika 4. – MANROLAND LITHOMAN – stroj za revijalni tisak (heatset)

<https://www.manroland-web.com/en/wp-content/uploads/sites>

### 2.4. Uređaji za sušenje

Uređaji za sušenje otisaka iz araka ili trake su tuneli sa zagrijanim zrakom kroz koje prolazi otisnuti arak na putu do izlagačkog ili savijačkog aparata. Zavisno o maksimalnoj brzini tiska, oni su različitih dužina. Zrak u tunelu za sušenje može se zagrijavati el. strujom, plinom ili UV zrakama za UV boje. Uređaje za sušenje koriste obično četverbojni i višebojni strojevi za tisak iz arka, i svi strojevi za tisak iz role za tisak na premaznim papirima (velika brzina tiska).

U ofsetnom tisku susrećemo tri osnovna načina sušenja. U tisku iz arka otisak se suši oksipolimerizacijom, u revijalnom tisku uz pomoć plinske sušare, tj. vrućeg zraka, dok se u novinskom tisku (zbog podloge za tisak-novinskog papira) otisak suši penetracijom boje u strukturu papira.

U ofsetnim rotacijama se uz tiskarska bojila koja se suše pretežno penetracijom rabe Heat-Set bojila koja se osim penetracijom suše pod utjecajem povišene temperature. Zagrijavanje i penetracija omogućuju vrlo brzo sušenje otisaka u punoj debljini nanosa bojila. Neodgovarajuća konzistencija bojila u ofsetu na arke popravlja se dodatkom pomoćnih sredstava. Jednako se reagira kod ofsetnih rotacija samo ako se ne tiska s Heat-Set bojilima. Bojilo za ofsetne rotacije je najčešće nešto nižeg viskoziteta od bojila za tisak na arke.

## **2.5. Prednosti i nedostaci ofsetnog tiska**

### **2.5.1. Prednosti ofsetnog tiska**

- visoka kvaliteta slike
- brza i laka izrada tiskovne forme
- dug životni vijek tiskovne forme (kod višeslojnih metalnih ploča)
- troškovi tiska (jeftiniji način izrade visoko kvalitetnog tiska u velikim količinama).

### **2.5.2. Nedostaci ofsetnog tiska:**

- oksidiranje tiskovne forme (u slučaju nepravilnog čuvanja)
- fiksni troškovi pripreme (zbog čega se manje količine tiskaju najčešće u tehnici digitalnog tiska i digitalnog ofseta) [6]
- zbog konstantnog odnosa voda-boja, relativno je kompleksna tiskarska tehnika (emulgiranje, toniranje, i sl).

## **2.6. Perspektiva ofsetnog tiska**

Ofsetni tisak je, kako je navedeno, tiskarska tehnika koja je našla široku primjenu u nakladničkoj, marketinškoj i komercijalnoj industriji te u proizvodima koji dominiraju u ovim industrijama. Kombiniramo li tisak iz arka i rotacije – možemo zaključiti da je prilično kvalitetno pokriven široki spektar tehnoloških područja:

- naklade - od vrlo malih naklada (zbog automatizacije i utjecaja elektronike još manjih nego prije desetak godina – što stvara neprekidnu borbu s digitalnim tiskom) do vrlo velikih naklada (dovoljno velikih, najnovije revijalne rotacije s kapacitetima od 80 str, 92 str i sl., da ugrozi i bakrotisak). Sve je veći trend zamjene bakrotiskarskih rotacija za ofsetne rotacije u području velikih naklada nakladničkih i marketinških proizvoda
- kvaliteta – vrlo visoka kvaliteta
- jednostavnost i brzina izrade tiskovne forme

Ove karakteristike dovele su i do široke primjene u području ambalaže, prije svega kartonske ambalaže te etiketa.

Vrlo velike prijetnje su mu – već spomenuti – digitalni tisak (za manje naklade i varijabilne podatke) te tiskarske tehnike za industriju ambalaže u području fleksibilne ambalaže (fleksotisak i bakrotisak).

To su područja koja će se i dalje razvijati te nesumnjivo uzimati poslove ofsetnom tisku.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### **3.1. Analiza i metode nadogradnje rotacijskih sustava**

Analizom stanja na terenu utvrđeno je da većina rotacijskih sustava ima barem neke elemente automatizacije ugrađene u svome radnom tijeku. Terenskim istraživanjem došlo se do zaključka da su neophodni kontrolni mehanizmi za unapređenje tiska i smanjenje otpada prilikom otiskivanja u rotacijskom tisku.

Istraživanjem je utvrđeno da opremu iz navedenog područja možemo podijeliti u dva osnovna segmenta:

- a) osnovni kontrolni mehanizmi.
- b) napredni kontrolni mehanizmi

Na žalost, također postoje i tiskare koje nemaju nikakvu automatizacijsku opremu.

#### **3.2. Osnovni kontrolni mehanizmi**

Osnovni kontrolni mehanizmi obuhvaćaju sustave kamera za kontrolu registra boje i registra papirne trake. Naime, sustavom pokretnih kamera na konzoli, sustav uočava stripove i marke za paser (za osnovne boje procesnog tiska: cyan, magenta, žuta i crna) te kako se boje nalaze jedna na drugu – kao i za pravilnost pozicioniranja lica i naličja otiska na papirnoj traci.

Stoga u području osnovnih kontrolnih mehanizama govorimo o dva sustava:

- ribbon control (registar lica i naličja otiska)
- registar control (kontrola nalaganja svih boja)

Ovim sustavom znatno unapređujemo brzinu tiska, posebice na sljedeći način:

- znatno brže dolazimo do željenog prvog otiska
- drastično štedimo na startnom otpadu/makulturnim primjercima

Sustav kontrole navedenih registara kamerom je kompjuteriziran sustav, sustav zatvorene petlje, koji koristi dvije vrste kompenzacijskih uređaja za kontrolu registracije: granične (cutoff) kompenzatore i bočne (sidelay) kompenzatore.

Ovaj sustav automatski prilagođava poziciju boja i poziciju otiska na arku (lice i naličje) te se na ovaj način smanjuje otpad prilikom otiskivanja.

Razni sustavi postoje na tržištu. Nužnost kod ovakvih sustava je velika preciznost (to imaju gotovo svi istraženi sustavi) ali i brzina detekcije navedenih stripova na arku. U području brzine detekcije krije se i najveća vremenska zalihost, a samim time i najveća ušteda u vremenu i broju makulturnih primjeraka.

Naime, kada sustav jednom registrira stripove za navedena dva registra (procesne boje te lice i naličje arka) tada, više-manje, svi sustavi rade slično – reguliraju ove dvije postavke te drže kontrolu navedenog tijekom cjelokupnog tiskanja naklade. Samo neki značajan kvar (mehanički ili elektronički), ili neko značajnije oštećenje na papirnoj traci mogu dovesti do otklona ispravnog rada ovakvog sustava.

Međutim, sami početak detekcije navedenih stripova, tj. vrijeme koje je potrebno različitim sustavima da pronađu stripove, usklade sve parametre sustava zatvorene petlje, te korigiraju rad na ispravan način – ovdje se mogu uočiti velike razlike između sustava.

Razlike se nalaze najčešće u nekoliko osnovnih područja:

- kvaliteta kamera i mjernik uređaja,
- kvaliteta programske podrške – brzina reakcije, preciznost,
- redovitost održavanja i kontrole.

Dok u situaciji u kojoj sustav funkcionira na zadani način nije uočena – kako je i navedeno – značajna razlika između istraživanih sustava – u području navedenog početka – uistinu postoji. Razlika se svodi na vrijeme koje je mjernim uređajima potrebno da usustave kontrolne mehanizme. Samim time, velika je razlika i u području potrošnje.

Naime, uočeno je da se, između raznih sustava, ova razlika može kretati (u punoj brzini rada rotacija) i u stotinama araka. To u današnje vrijeme, posebice u području novina i časopisa, čije naklade su u drastičnom padu – nisu zanemarive brojke.

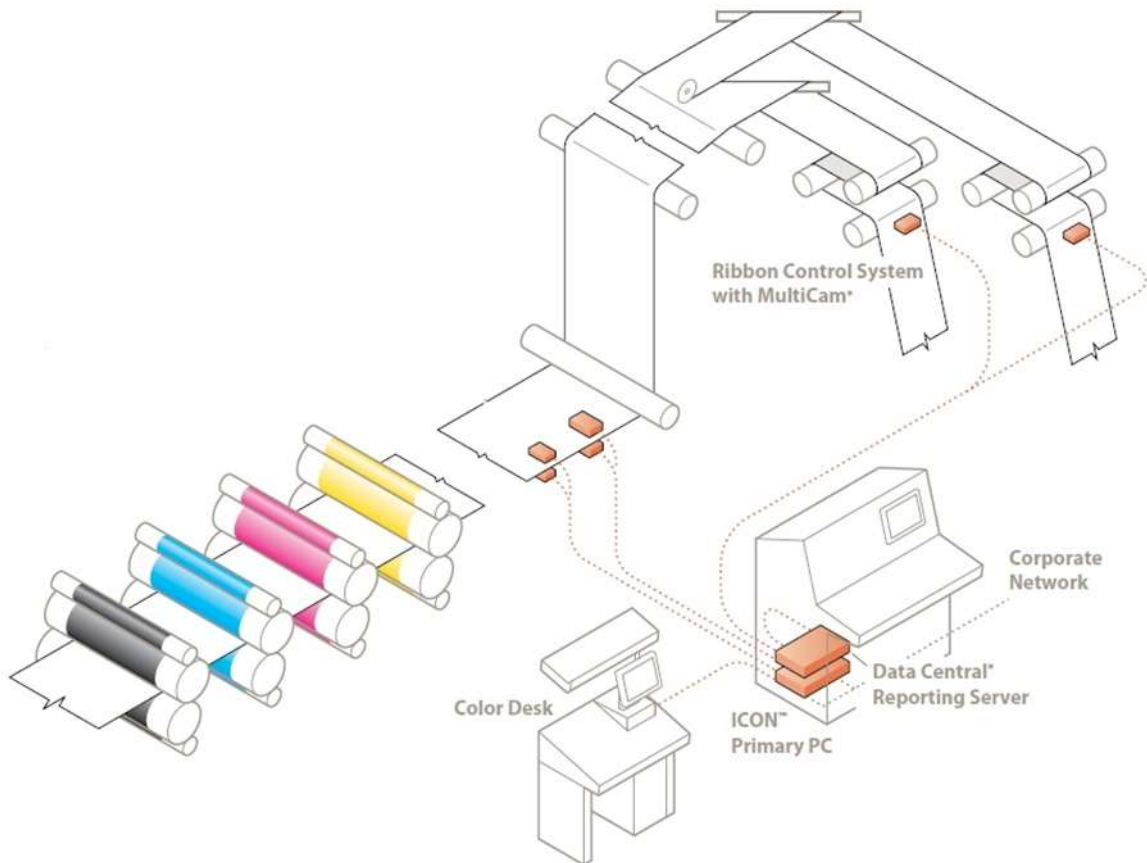
Negativna strana navedenog je da kod kupaca sa starijom opremom uglavnom postoji želja za nadogradnjama, međutim, cijene tih nadogradnji su prilično visoke – stoga najčešće i odustaju od toga. Za posljedicu-koriste stariju opremu te troše stotine araka koje ne bi trebali biti makulturni primjerci.

Razlog je taj što proizvođači nove opreme neprekidno razvijaju programsku podršku, dizajn i vrste stripova (da budu lako i brzo uočljivi) te kvalitetu i brzinu reakcije mjernih kamera.

Stoga se u ovom području daju zaključiti sljedeći nalazi istraživanja:

- osnovna razina mjernih uređaja uglavnom je prisutna u tiskarama u okruženju (manji broj tiskara nema neke od navedenih mjerenja),
- većina uređaja ima godište samih rotacija, ili su samo koju godinu mlađe (naknadna ugradnja),
- mali broj uređaja je novijeg datuma

Ovo i jesu razlozi zašto, unatoč prisustvu ovih uređaja, sami rezultati mjerenja, u osnovnim područjima navedenih mjerenja (registar boje te lice i naličje otiska) nisu u potpunosti zadovoljavajući.



Slika 5. Kontrola registra

<http://www.quadtechworld.com/en/products/rcs.asp>



### 3.3. Napredni kontrolni mehanizmi

Ovdje se prvenstveno misli na sustav kontrole kvalitete kolorne informacije-otiska.

Susrećemo tri osnovna sustava/vrste mjerenja:

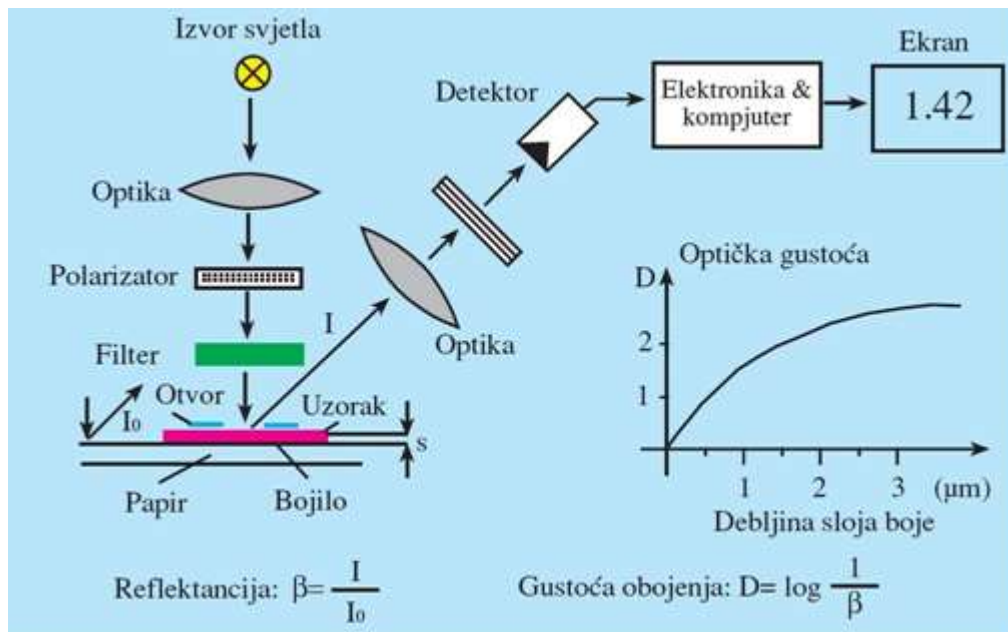
- denzitometrijska kontrola - gdje mjerimo debljinu nanosa pojedine boje i uspoređujemo ju sa zadanim referencama,
- spektrofotometrija (misli se na sustav cjelokupne provjere kolornih prostora, prilagodbe otiska kolornoj vrijednosti podloge na kojoj se tiska, a prvenstveno se misli na delta provjeru  $\Delta E$ , tj. mjerenja ukupnih otklona kolornih prostora u odnosu na zadane i standardizirane parametre.
- balans sive (grey balance) – praćenje kolornih vrijednosti putem standardnog držanja vrijednosti sivog balansa, umjesto kontrole svake boje posebno.

#### 3.3.1. Denzitometrijska kontrola

Denzitometrijska kontrola kvalitete reprodukcije vrši se usporedbom gustoće obojenja punog tona i različitih rastertonskih vrijednosti. Odnos rastertonskih vrijednosti originala i rastertonske vrijednosti otiska (RTV Otiska i RTV Originala) pokazuje odstupanja u tisku i prikazan je karakterističnom krivuljom prirasta za svaku CMYK separaciju, ovisno o tehnici tiska. Tako su konstruirane karakteristične krivulje prirasta za svaku separaciju i tehniku tiska zasebno kako bi se odredila odstupanja u reprodukciji, a koja se izražavaju prirastom rastertonskih vrijednosti Z (%). [2]

Pomoću denzitometra mjerimo optičku gustoću obojenja otisnutog bojila na tiskovnoj podlozi. Denzitometar radi tako da iz usmjerenog izvora svjetla svjetlost prolazi kroz leću, polarizator, filter i osvjetljava otisnutu površinu. Ovisno o koncentraciji pigmenata i nanosu bojila dio svjetla se apsorbira. Neapsorbirano svjetlo s površine se reemitira pod kutem od  $45^\circ$  i kroz sustav leća dolazi u fotodiodu. Fotodioda pretvara reemitirano svjetlo u impulse električne energije, koje elektronički sklop uspoređuje s izmjerenom vrijednošću referentnog bijelog standarda. Dobivena razlika predstavlja apsorpciju izmjerenog nanosa bojila i prikazuje se na ekranu. [2]

Za mjerenje otiska koriste se refleksioni denzitometri. Gustoća obojenja mjeri se na 100% otisnutim tiskovnim elementima, kao i u željenim rastertonskim područjima. Izmjerene vrijednosti moguće je izraziti u obliku: krivulja reprodukcija, relativnog tiskarskog kontrasta, trapinga, sivoće i greške tona.



Slika 6. Prikaz rada denzitometra

<https://bib.irb.hr/datoteka>

Navedeni sustavi nalaze se u nekim tiskarama u okruženju, koje su bile istražene u ovom eksperimentalnom istraživanju.

Uglavnom, radi se o relativno jednostavnom načinu rada. Tiskare uglavnom imaju spremne recepture nanosa obojenja za boje u tisku. Tome prethode njihovi testovi i istraživanja. Najčešće tiskare imaju više receptura gustoće obojenja – u ovisnosti o vrsti posla i vrsti tiskovne podloge na kojoj se vrši otiskivanje.

U sustav se ubacuju informacije o željenim vrijednostima gustoća obojenja. Nakon što krene otiskivanje, pokretne kamere, na kojima se nalaze denzitometrijska mjerenja, budu navođene do kolornih stripova na kojima vrše obojenje svake boje posebno. Nakon izvršenih mjerenja, sustav korigira boje prema navedenim parametrima.

Ovakve rutine značajno utječu na racionalizaciju rada.

Dok smo se u prethodno navedenim osnovnim mjernim parametrima (registar boje i registar lica i naličja otiska) naveli da se radi o razlici iskazanoj u stotinama araka između različitih sustava – nismo uspjeli doći do podatka o usporedbi s otiscima bez ikakvih sustava mjerenja – našim istraživanjem nismo obuhvatili tiskare koje nemaju bar em kontrolu registra. Međutim, prema iskustvima u tiskarama – opet bi se radilo o stotinama, maksimalno do tisuću araka – koliko bi bilo potrebno utrošiti za usklađivanje registra ručno.

S druge strane – uspoređuju li se područja kolorne kontrole – tiskare koje imaju kontrolu gustoće obojenja u stanju su uštedjeti i nekoliko tisuća araka u odnosu na tiskare bez kolornih mjerenja.

Dodatno, osim mjerenja gustoće obojenja, veliki utjecaj ima i prirast rastertonskih vrijednosti. Međutim, to je izuzetno kompleksno područje te ovim radom taj utjecaj nije obuhvaćen. Naime, u području rotacijskog otiskivanja prirast je znatno dinamičniji nego u tisku iz arka. Rotacije su brze, dinamično se mijenja odnos boje i vode, brže se troše gume, mijenjaju se razni parametri mehaničkog stanja stroja – to sve znatno utječe na prirast.

Na koncu, osim zaključka da mjerenje gustoće obojenja u zatvorenoj petlji znatno unapređuje racionalizaciju utroška repromaterijala – to smo susreli samo u području revijalnog tiska. Ne postoji trenutno niti jedna novinska tiskara u okruženju koja je opremljena mjerenjem i kontrolom gustoće obojenja u novinskom području.

### 3.3.2. Spektrofotometrija

Spektralna metoda koristi cijeli vidljivi spektar s reflektiranog uzorka željene mjerene boje. To omogućuje i točno ocjenjivanje boje.

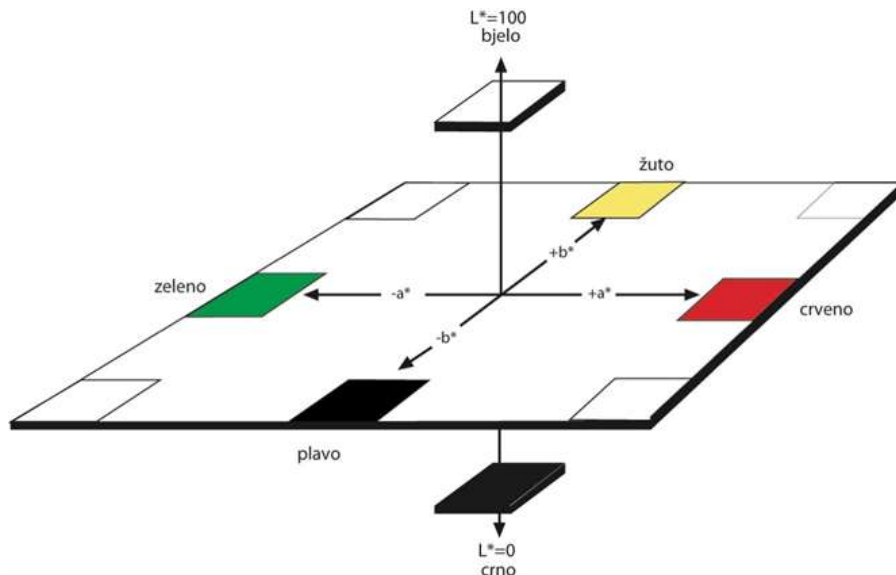
Jedan analogno digitalni konverter (pretvarač) pretvara analogne svjetlosne vrijednosti u digitalne i ugrađena računala izračunavaju kolorne koordinate iz tih digitalnih vrijednosti (npr. u CIELAB kolorni prostor). [15]

Spektrofotometri su mjerni uređaji koji cjelovito opisuju obojenje. Postoje tri vrste spektrofotometara: ručni, ručni portabl spektrofotometri te automatski spektrofotometri za kontrolu tiska. Za razliku od denzitometra, spektrofotometrima određujemo: dominantne valne duljine, zasićenje i svjetlinu obojenja. Najčešće korišteni sustav opisivanja obojenja je CIE Lab sustav. Na temelju izmjerenih vrijednosti ova tri parametra određuju se 3D koordinate u prostoru boja. Koordinate obojenja moguće je uspoređivati s bilo kojim obojenim uzorkom (original, probni otisak, otisak iz naklade) bez obzira na tiskovne podloge, tip grafičkog bojila i tiskarskog procesa. [15]

Pri analizi primjenjuje se CIE  $\Delta E$  formula kojom se izračunava razlika u obojenju.

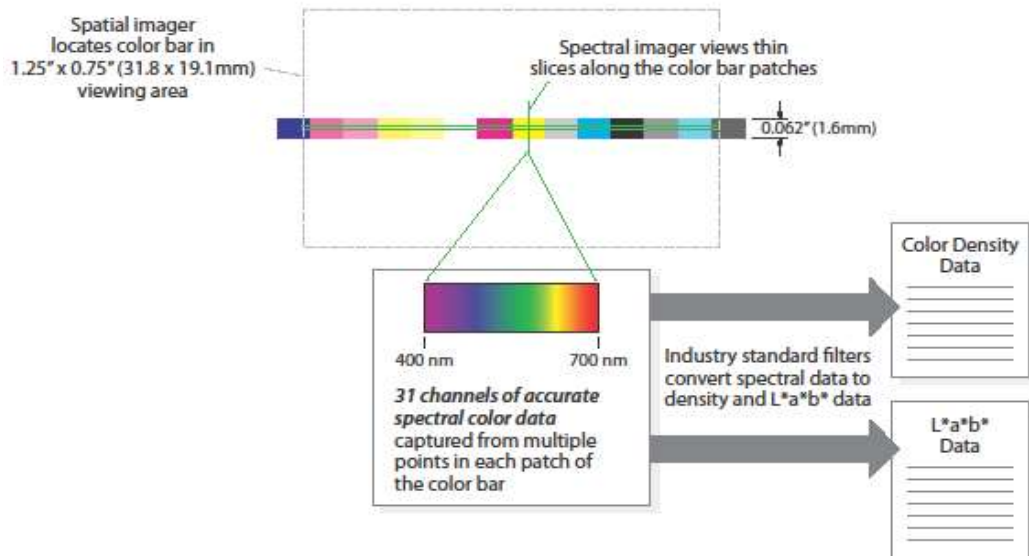
$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

Na temelju dobivenih rezultata moguće je direktno odrediti i kvalitetu reprodukcije.



Slika 7. Princip spektrofotometrije

[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/Mut%20predavanje%205.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Mut%20predavanje%205.pdf)



Slika 8. Primjer spektrofotometrijske kontrole

<http://www.quadtech.com/>

### 3.3.3. Primjer rješenja za denzitometrijska i spektrofotometrijska mjerenja

Kao nadogradnja na programe za inicijalno podešavanje bojanika postoje InkZone Move Press rješenja za automatsko ili poluautomatsko mjerenje tiskovne forme po cijeloj širini arka namijenjena za plošni tisak ili rotaciju. Softver podržava gotovo sve standardne mjere uređaja te je zanimljiva, ekonomična alternativa skupljim rješenjima koja postoje na tržištu. Dodatna pogodnost je mogućnost povezivanja sa InkZone Loop softverom koji omogućuje online upravljanje bojanicama na osnovu izmjerenih vrijednosti. Primjenom ovog rješenja kontrola boja tiskarskog stroja pretvara se u potpuno automatizirani "closed-loop" proces.

InkZone Move Press rješenje je za automatsko mjerenje klina i grafički prikaz rezultata na monitoru. Podržan je širok raspon mjernih uređaja uključujući ekonomični X Rite i1 spektrofotometar s ručnim (do B2 formi) ili opcionim motoriziranim pogonom, Teckhon ručne i motorizirane uređaja do naprednih X Rite EasyTrax i IntelliTrax rješenja.

Ovisno o tipu uređaja i potrebama korisnika moguć je odabir između dvije verzije InkZone Move Press softvera:

InkZone Move Press Densi podržava osnovna denzitometrijske mjerenja (density, dot gain, tone value).

InkZone Move Press Spectro uz denzitometrijska podržava i spektrofotometrijska mjerenja i prikaz naprednih kolorimetrijskih vrijednosti (CIELAB, Delta-E).



Slika 9. InkZone Move Press

### 3.3.4. Sivi balans (graybalance)

Sivi balans je najvažniji uvjet za ukupnu ravnotežu boje u reprodukciji. Tri procesne tinte u boji - žuta, magenta i cijan - najčešće neće proizvoditi neutralnu boju. Niti će uvijek proizvesti neutralno svjetlo, srednje i tamno sivu u prikazanim vrijednostima. Bijela svjetlost je sastavljena od jednakih dijelova crvene, zelene i plave svjetlosti. Crna se postiže kada se sva tri svjetla u potpunosti apsorbiraju. Potpuni raspon neutralnih sivih, koja se nalaze između bijele i crne, može se postići kada se apsorbiraju jednake količine sva tri primarna svjetla.

Balans sive je sposobnost procesnih boja da apsorbiraju jednake količine primarnih boja u rasponu od svijetlog do tamnog prilikom tiska. U idealnom slučaju, to znači da bi 5% RTV vrijednost u pojedinom procesu proizvelo jako svjetlo sivu. 50% RTV vrijednost u svakom će proizvesti srednju vrijednost sive, itd. U stvarnosti, procesne boje ne apsorbiraju jednake količine primarnih boja te time, bez korekcije, ne proizvode široki raspon neutralne sive.

Važan aspekt separacije boja je podesiti vrijednosti na zaslonu ili veličinu točke kako bi se postigao balans sive. Ako ta ravnoteža nije postignuta kroz mogući spektar polutonskih točkica, neutralne sive biti će u nijansama žute, crvene ili plave. Nepravilni balans boja također može uzrokovati boje na tisku umjesto prebacivanja na sivu. Cijan tinta je nadjačana pomoću magente i žute, a rezultat je smeđa boja gdje je potrebna neutralna siva ili crna.

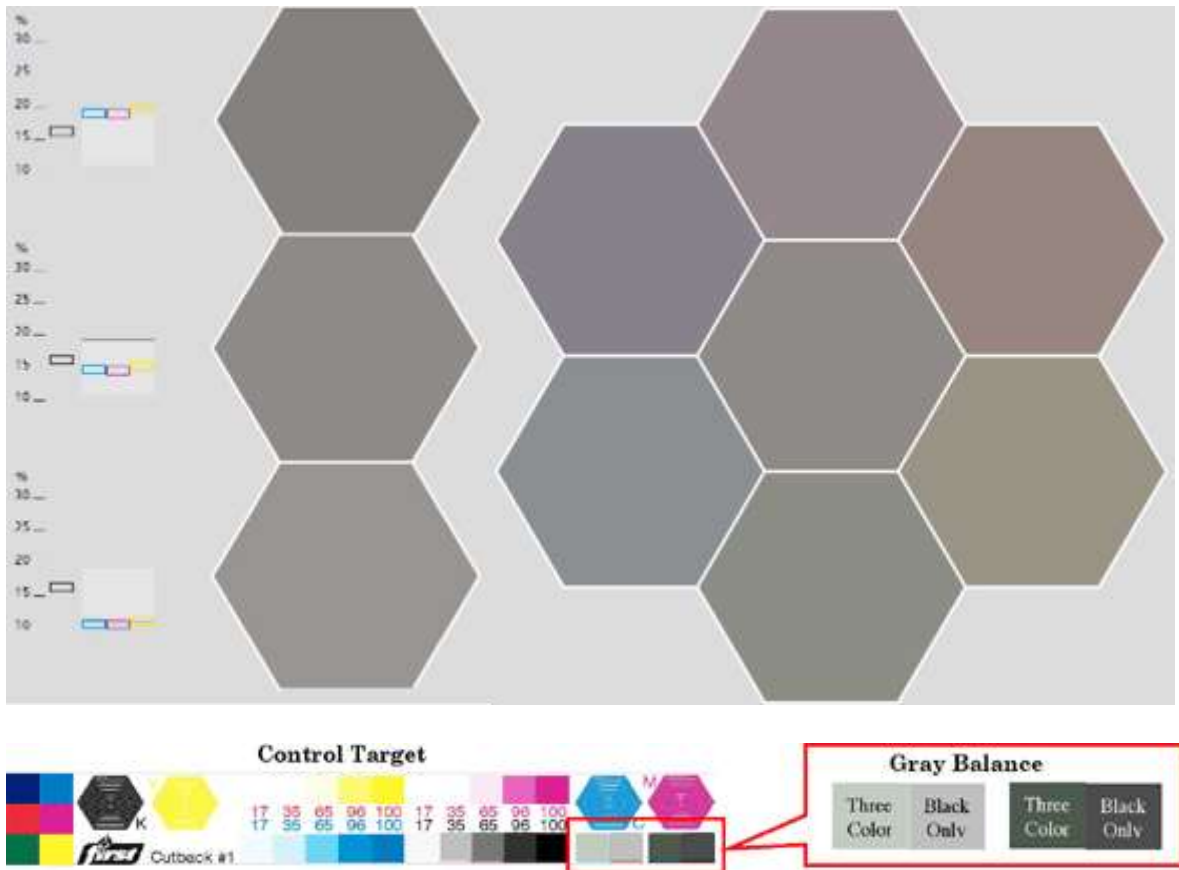
Realnost upotrebe balansa sive boje vrlo je značajna u revijalnom rotacijskom tisku. Naime, bez obzira na mjerenje denzitometrijom i spektrofotometrijom, revijalni tisak je prilično izazovan, posebice u području konstantnog držanja željenih vrijednosti prirasta rastertonskih vrijednosti, kako smo prethodno i naveli. Stoga se vrlo često dešava da tiskari ispravno podese density i spectral parametre, a da otisak svejedno nije adekvatan.

To se prvenstveno događa zbog prirasta u toku tiska. Tiskar često prekasno registrira taj prirast, te je u stanju proizvesti i više tisuća makulturnih primjeraka (previše crvenih, žutih ili plavih) – zbog prirasta u nekoj od boja.

To je posebice osjetljivo u fotografijama ljudskog lica, gdje je i kod najmanjih odmaka prirasta odmah uočljiva neprirodna boja lica. Stoga se, uz pomoć sivog balansa, u ovakvim slučajevima automatski korigiraju vrijednosti pojedine boje.

Sivi balans se vrlo rijetko koristi sa spot bojama, ili u proizvodima u kojima nema puno lica, ljudskih faca, kozmetike ili sl.

Dakako, ova rutina također znatno unapređuje racionalnost tiska. Međutim, s obzirom na navedeno od samih tiskara u pogonu – korištenje sivog balansa najčešće nije samo automatizacijska rutina, već je nužno solidno znanje iz područja reprofotografije. Stoga tiskari baš i ne vole previše ovakve sustave.



Slika 10. Balans sive

<http://www.quadtech.com/>

## 4. ZAKLJUČAK

Bez navedenih elemenata automatizacije putem sustava zatvorene petlje danas je nezamislivo racionalno otiskivati – s minimalno utrošenim materijalima. Također na ovaj način se postiže i optimalna kvaliteta otiska.

Tržište grafičkih proizvoda iz godine u godinu postavlja nove zahtjeve za kvalitetu tiska grafičkog proizvoda. Globalizacija tržišta dovela je do toga da tisak grafičkih proizvoda mora biti visoko kvalitetan, sa što većom uštedom materijala te standardiziran. To je jedini način za konkuriranje u novinskom i revijalnom tisku na domaćem i inozemnom tržištu.

Razvojem rotacijskih ofsetnih strojeva i uvođenjem automatiziranih procesa kontrole tiska dosegao se visoki stupanj kvalitete i racionalizacija troškova tijekom cijele naklade.

Za kvalitetan otisak potrebno je tijekom cijele naklade kontrolirati sve parametre koji utječu na dobru reprodukciju i kvalitetu otiska pomoću konzolno implementiranih kamera, senzora, denzitometra i spektrofotometra.

Ovakav sustav zatvorene petlje dovodi do unaprijeđene strukture i načina praćenja te efikasniji monitoring otiskivanja od uobičajenih u praksi.

Ovo sve posebice dolazi do izražaja danas, kada su prisutni trendovi velikog pada naklada u nakladničkom području.



## 5. LITERATURA

1. Horvatić, S. Tiskarske rotacije i roto tisak, Adamić, Rijeka, 2004.
2. Bolanča S.; Glavne tehnike tiska, Acta grafica, Zagreb, 1997.
3. Majnarić I.; Kvaliteta digitalnih otisaka uvjetovana starenjem tiskovne podloge, Magistarski rad, Zagreb 2004
4. <http://img.directindustry.com/>, 07.08.2016.
5. <https://www.manroland-web.com/en/wp-content/uploads/sites>, 11.08.2016.
6. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Ofsetni\\_tisak](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ofsetni_tisak), 07.08.2016.
7. <http://www.quadtechworld.com/en/products/rcs.asp>, 10.08.2016.
8. <http://www.studij dizajna.com/tkosc/tisak.pdf>, 13.08.2016.
9. <http://www.bst-international.com/products/register-control/>, 13.08.2016.
10. <http://www.zina.hr/>, 11.08.2016.
11. <https://www.teamflexo.com/articles/gray-balance/>, 16.08.2016.
12. <http://tisak.grf.unizg.hr>, 07.08.2016.
13. Mario Barišić, Jana Žiljak Vujić, Josipa Lajković ; Close loop density control as an improvement regarding paper waste in heatset printing technology, Slavonski Brod, 2012.
14. Barišić, Mario; Mrvac, Nikola; Milković, Marin: "New rationalization methods of rotary printing in the field of planographic printing", TTEM-Tecnnics, Technologies, Education, Management-Journal of Society for development of Teaching and Business Processes in Net Environment in B&H, (Vol.8.No.2.5/6.2013.), Urednik: Džafer Kudumović (ed.), Sarajevo, 2013 (SCI-EXPANDED) Scopus, EBSCO: Education Researsch Index.
15. [http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/Mut%20predavanje%205.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Mut%20predavanje%205.pdf), 16.08.2016.