

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO



DENZITOMETER

TRANSMISIJSKI DENZITOMETER

REMISIJSKI DENZITOMETER

DELOVANJE

ZGRADBA

Polona Somrak

Katarina Cimprič

Ljubljana, marec 2005



KAZALO

1	UVOD	2
2	OSNOVE DENZITOMETRIJE	3
3	VRSTE DENZITOMETROV	5
3.1	<i>REFLEKSIJSKI (REMISIJSKI) DENZITOMETER</i>	6
3.2	<i>TRANSMISIJSKI DENZITOMETER</i>	10
4	DENZITOMETRIČNE MERITVE	11
5	ZGRADBA IN DELOVANJE	13
5.1.	<i>REFLEKSIJSKI DENZITOMETER</i>	13
5.2.	<i>TRANSMISIJSKI DENZITOMETER</i>	14
6	PROIZVAJALCI DENZITOMETROV	15
7	STANDARDI	18
8	ZAKLJUČEK	19
9	LITERATURA	20

1 UVOD

Potreba po izboljšani barvni komunikaciji za optične vrednosti pri kontroli kvalitete odtisov je poznana že mnogo let. Ni samo printer tisti, za katerega je potrebna kontrola kvalitete z denzitometrom. Prav tako to potrebujejo v oglaševalski agenciji, pri izdelavi katalogov, ločevanju barv in založniki.

Pomanjkanje standardnega odziva skupaj z različnimi interpretacijami pravilnega odgovora različnih izdelovalcev je ustvarilo komunikacijske probleme med različnimi segmenti tiskovne produkcije in povzročilo dvom, če so denzitometrične meritve dovolj zanesljive, da lahko nudijo potrebne informacije za sam proces.

Osnova za rešitev pomanjkanja ustreznega dogovora za denzitometer je bila dosežena leta 1984, ko je organizacija *ANSI (American National Standards Institute)* dokončno izoblikovala enoten standard, imenovan status T, ki specificira spektralen odziv za grafično refleksijsko opremo.

Denzitometrija je najcenejša in najbolj razširjena merilna metoda na področju grafike (reprografije in tiska). Je opredeljena kot veda, ki proučuje pojave ne-prepuščanja svetlobe snovi in merjenje optične gostote. Uporablja se za merjenje faktorja refleksije in transmisije filmov, negativov, diapozitivov, kopirnih predlog ter enobarvnih ali večbarvnih odtisov.

2 OSNOVE DENZITOMETRIJE

Na proces tiska vpliva več faktorjev, ki jih je treba že prej upoštevati in nato med samim procesom spremljati. Osnovni namen vrednotenja obarvanja je omogočanje barvnega komuniciranja in zagotavljanje kontrole barve skozi vse stopnje tiska, tako priprave kot končnega tiska.

Denzitometer je ena izmed optičnih naprav, ki se uporabljajo pri kontroli procesa tiska za merjenje potemnitve na filmskih negativih ali kromatogramih oz. za kontroliranje debeline nanosa in pokritosti površine. Denzitometer je fotometer, ki ga torej uporabljamo za kontrolo obarvanosti preko meritev optične gostote.

Optična gostota, ki se označuje s črko D, se vrednoti kot temnina materiala in je lastnost snovi, da ne prepušča ali ne odbija svetlobe oz. sposobnost snovi, da absorbira (vpija) ali reflektira svetlobo. Koliko vpadne svetlobe bo absorbirano je odvisno od vrste barve in debeline nanosa barve. Temnejša ko je snov, večja je njena optična gostota. Optično gostoto lahko merimo, in sicer v prepuščeni ali v odbiti svetlobi z denzitometrom. Namesto D se v praksi uporabljata tudi izraza počrnitev (v črno-beli in reproduksijski fotografiji) in obarvanje (v tisku). Manjše kot je prepuščanje svetlobe, večja je optična gostota, oz. manjša kot je optična gostota, manjša je potemnitev.

Ker so barve za štiribarvni tisk po svojem videzu normirane, lahko s pomočjo odbite svetlobe posredno ocenimo debelino nanosa barve in obarvanost. S pomočjo denzitometra lahko nadzorujemo kakovost tiska skozi ves proces.

Denzitometrija nam torej pomaga najti ravnotežje za natančno reprodukcijo tonov.

Denzitometer lahko uporabimo za merjenje:

- Originalne podobe
- Odtisa
- Filma
- Tiskovne naklade

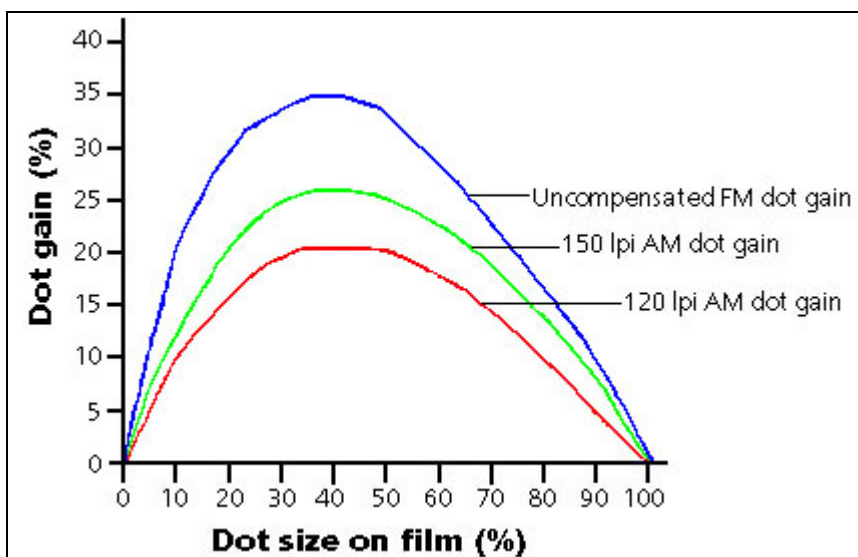


Slika 1: Primer denzitometra za merjenje odtisov



Slika 2: Primer denzitometra za merjenje filmov

Raster je tisti, s katerim dosežemo zvezno tonsko sliko, saj pri tisku ne moremo reproducirati kontinuirnih (zveznih) tonov. Tako se tiskarska barva ali črnilo nanese na substrat v obliki različnih vzorcev, rastrskih pik. Pri tisku se gostota barve kontrolira s površino rastrske pike. Pokritost rastrske površine z rastrskimi pikami se izraža s procenti (RTV), kar je rastrska tonska vrednost. Raster je prisoten na filmu, ploščah, poskusnih odtisih in končnih odtisih. Velikost pike vsake posamezne točke rastra se lahko vrednoti z denzitometrom, saj tako merimo raster. Sprememba v vrednosti pike je lahko posledica porasta ali zmanjšanja velikosti pike, to poznamo pod imenom *dot gain* in *dot loss*.



Slika 3: Dot gain krivulja

Te vrednosti znašajo:

Na filmu: 50%, na plošči: 53%, na poskusnem odtisu: 64%, na odtisu: 65%.

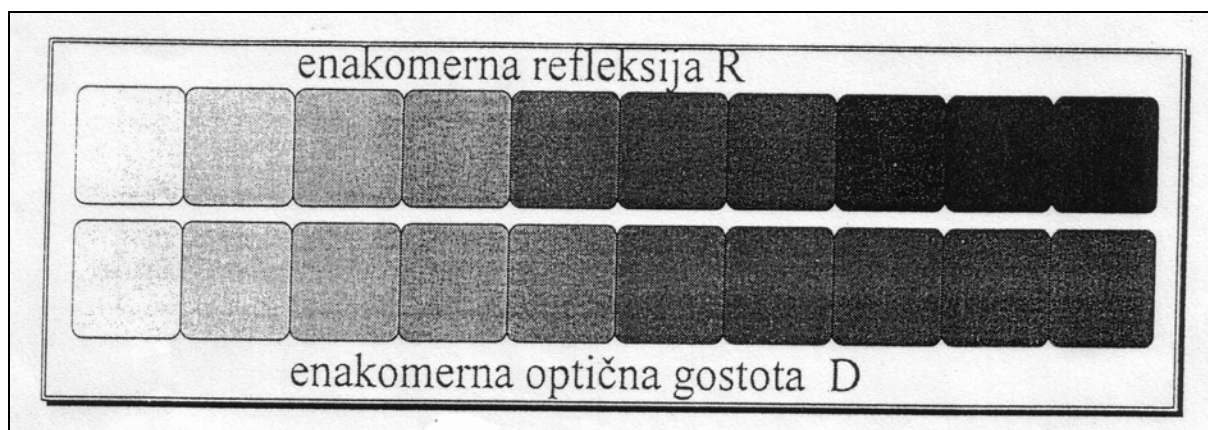
Z denzitometrom se torej meri se vrednost optičnih gostot, t.j. sprememba med svetlobno točko (svetlim območjem) in senčno točko (temnim območjem) na originalni sliki, po

logaritemski lestvici od 0.0 – 4.0, od belega do črnega. Enote so logaritmične zato, da bi se čimbolj približale opisu občutljivosti človeškega očesa. Naše oko je bolj občutljivo na svetle kot pa temne tone.

Sprememba optične gostote za 0,3 pri svetlih tonih (0,00 – 0,30) je veliko bolj očitna kot pa enaka razlika (0,3) v optični gostoti v področju temnih barv (2,00 – 2,30).

Pri zelo temnih površinah je delež prepuščene ali odbite svetlobe zelo majhen, na primer samo 1/100000 vpadne svetlobe, zato postane stopnja transmisije neprikladna ($T=0,00001$). Z logaritmiranjem te vrednosti pa dobimo $D=5,00$, sorazmerno s temnostjo površine.

Ker človek zaznava akustične in svetlobne signale v logaritmičnem razmerju, optična gostota ločuje svetlost podobno kakor oko.



Slika 4: Sivi stopenjski klin z enakomerno refleksijo in optično gostoto

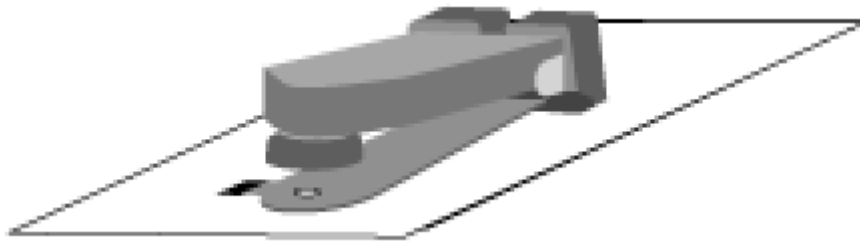
Sivi stopenjski klin ne bi bil enakomeren, če bi nanašali stopnjo refleksije ali transmisije. Če pa nanj nanese enakomerno rastočo D , je občutek, da je razlika med polji enakomerna. Enakomernost pomeni, da je polje z npr. $D=2,0$ še enkrat temnejše kot polje z $D=1,0$.

3 VRSTE DENZITOMETROV

Obstajata dve vrsti denzitometrov, ki se uporabljata za različne namene. Transmisijski denzitometri se uporabljajo v reprografiji za merjenje počrtnitve filma za transparenten substrat. Remisijski oz. refleksijski denzitometri pa se uporabljajo za merjenje natisnjenih odtisov za opačne materiale. Seveda obstajajo še kombinirani denzitometri, ki merijo tako refleksijo kot transmisijo.

V nadaljevanju bova opisali obe vrsti denzitometra.

3.1 REFLEKSIJSKI (REMISIJSKI) DENZITOMETER

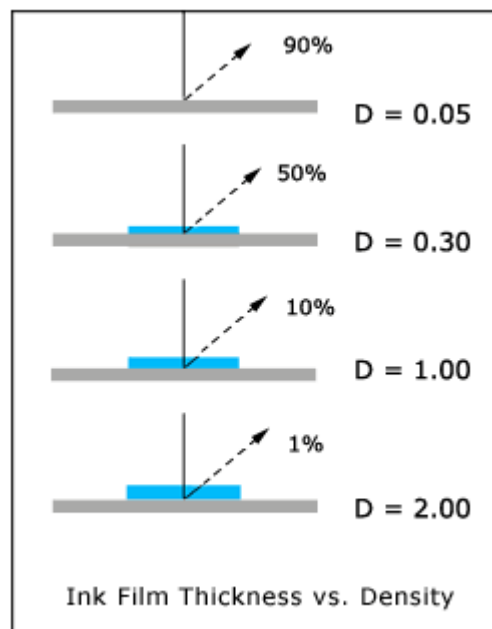


Slika 5: Refleksijski denzitometer

Refleksijski denzitometer se uporablja za vrednotenje tiska na opačnih (svetlobno nepropustnih) substratih. Meri delež svetlobe, ki jo površina snovi odbija v primerjavi z odbojem na standardnem ali delovnem etalonu (etalon = bela, mat površina z dobrim sipanjem, ki 100% odbije svetlobo). Rezultat (D) je podan v logaritmični vrednosti in je brez enote. Vrednosti se podajajo kot refleksijski faktor R ali refleksijska gostota D_R .

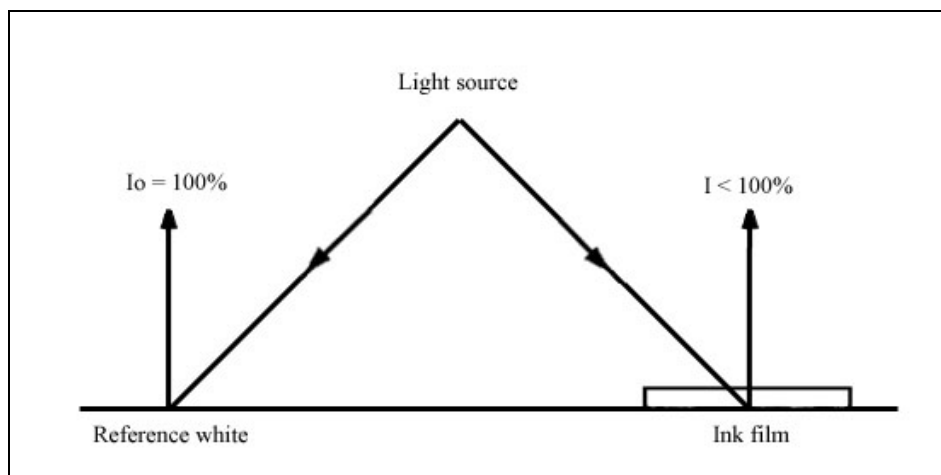
Obstaja tesna korelacija med debelino nanosa črnila in optično gostoto črnila. Slika prikazuje, da se z naraščanjem debeline nanosa črnila refleksija svetlobe zmanjšuje in s tem vrednost optične gostote črnila narašča.

Nižji kot je odboj svetlobe (večja absorpcija), večja je optična gostota.



Slika 6: Odnos med debelino nanosa barve in optično gostoto ali obarvanostjo

Bela naj bi odbijala 100% vpadne svetlobe, vendar pa je film nekaj absorbira in zato odbija manj kot 100%. V produkciji se bela, ki je lahko nepotiskan papir, uporablja za ničlanje. Denzitometer je prilagojen temu, da bere ničelno absorpcijo (100% odboj).



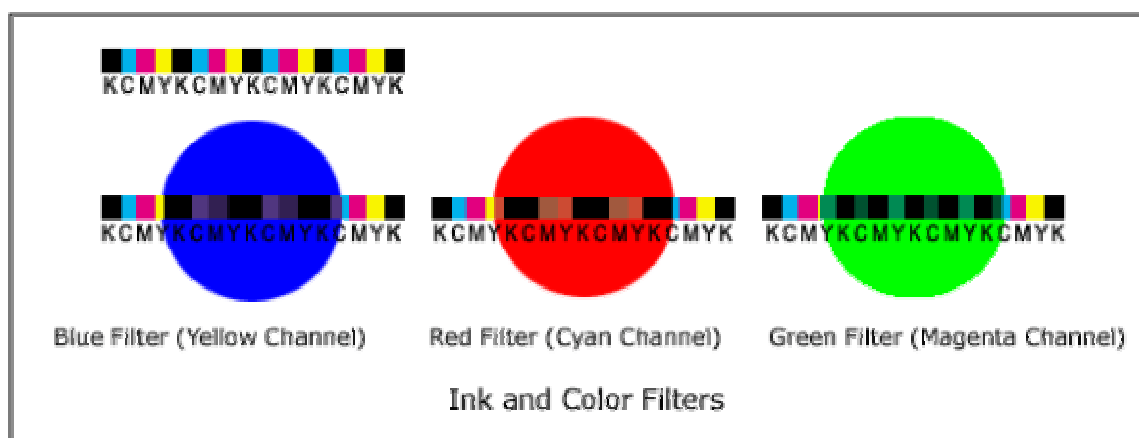
Slika 7: Prikaz odboja svetlobe od bele površine in odtisa

UPORABA BARVNIH FILTROV:

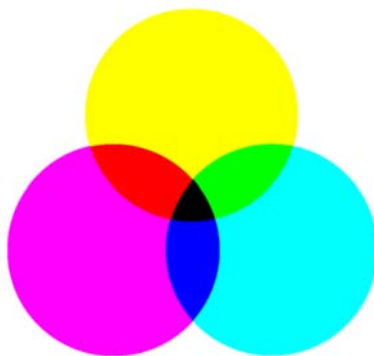
V kolikor želimo izmeriti D obarvanega vzorca, npr. C, M, Y, moramo uporabiti barvni filter komplementarne barve tisti, ki jo merimo. Vzorec tako postane »črn« oz. »siv«, izmerjena vrednost pa je D obarvanega vzorca.

Barva črnila na odtisu	Barvni filter (status denzitometra)
Cyan	Red
Magenta	Green
Yellow	Blue

Tabela 1: Uporaba barvnih filtrov



Slika 8: Uporaba barvnih filtrov



Slika 9: CMYK barvni krog

OSNOVNA PRAVILA ZA MERJENJE Z DENZITOMETROM:

Pred uporabo denzitometra se mora kot priprava za meritev opraviti:

- Osnovna nastavitev – kalibracija (umerjanje): Denzitometer moramo uravnati. Vsak aparat ima notranji ali z njim dobavljeni uravnalni standard, s katerim uravnamo belo točko in barvno točko za vsako barvo, torej spodnjo in zgornjo točko. To nastavitev proizvajalca moramo preverjati. Kalibracija denzitometra na priloženo standardno mersko tablico. Umerjanje in linearizacija se opravi v pooblaščenem servisu.
- Ničlanje: Denzitometer pred merjenjem ničlamo na belino papirja za tisk naklade, da obarvanost papirja ne vpliva na merski rezultat. Obstajata;
 - Absolutna refleksijska optična gostota: denzitometer ničlan na beli standard (na idealno fotometrično, absolutno, motno belo površino)
 - Relativna refleksijska optična gostota: denzitometer ničlan na papir ali če refleksijsko optično gostoto papirja odštejemo od drugih meritev

Prav tako za denzitometer velja naslednje:

- Merjenje samo prosojnih barv: Merilni aparati reagirajo samo na različne remisije različno debelih slojev barve. To je možno samo pri prosojnih barvah, kajti samo te z večanjem nanosa barve absorbirajo več svetlobe.
- Merilna podlaga: Ker papir ni popolnoma neprosojen, ampak bolj ali manj transparenten, podlaga vpliva na rezultat merjenja. Enostransko potiskana pola naj bi bila merjena vedno na beli podlagi (najmanj trije listi papirja iz naklade, pri nižji gramaturi ali manjši opaciteti pa tudi več, saj več pol zagotavlja popolno opačnost), obojestransko potiskana (dvostranski tisk) pa na črni (črna podlaga ni standardizirana, v praksi pa se uporablja črn karton).

POLARIZACIJSKI FILTRI

Moderne denzitometre lahko sestavljajo polarizacijski filtri, ki omogočajo merjenje tako suhih kot tudi mokrih odtisov, za katere velja, da imajo različne refleksijske karakteristike.

Njihov namen je, da omogočajo izničenje vpliva sijaja sveže odtisnjene (mokre TB).

Ko je barvni nanos še moker, je njegova površina gladka, zato prikazuje visoke odbojne vrednosti. Ko se nanos posuši, pa prevzame obris papirja, kateri je, posebno še pri nepremaznih papirjih, neenakomeren in za katerega je značilen tudi difuzni odboj svetlobe; pri različnih lastnostih dobimo tudi različne odčitke za odboj. Za rešitev tega problema se uporablja polarizacijske filtre, za ločitev odsevne in difuzne komponente refleksijske svetlobe.

Z uporabo polarizacijskih filtrov je izmerjena optična gostota mokrih odtisov približno izenačena optični gostoti suhih odtisov.

DENZITOMETRIJA V ODBITI SVETLOBI (REMISIJSKI OZ. REFLEKSIJSKI DENZITOMETRI)

Enačba: $Density = D_R = \log 1/R$

R – refleksijski faktor (*reflectance*)

% Refleksije	Optična gostota
100%	0,0 D
10%	1,0 D
1%	2,0 D
0,1%	3,0 D
0,01%	4,0 D

Tabela 2: Razmerje med stopnjo refleksije in optično gostoto (D)

Zakaj jo merimo?

V prostoru s tiskarskimi stroji je vsak nanos črnila izmerjen, vrednosti optične gostote pa strojniku pokažejo, ali naj bo količina nanešenega črnila povečana ali zmanjšana. V štiribarvnem tisku je še posebej pomembno, da so vrednosti optičnih gostot za cyan, magenta in yellow barvo v ravnotežju, saj se drugače barvni odtenek rdeče, zelene in modre premakne.



Slika 10: Visoka v primerjavi z nizko optično gostoto

3.2 TRANSMISIJSKI DENZITOMETER



Slika 11: Transmisijski denzitometer

Transmisijski denzitometer se uporablja za vrednotenje optične gostote na transparentnih substratih. V repro studijih se uporablja za vrednotenje počrnitve na filmu. Meri delež svetlobe, ki jo snov prepušča. Podajajo ga kakor transmisijsko stopnjo (T) ali transmisijsko optično gostoto (D).

V primerjavi z refleksijskimi denzimetri so le-ti precej manj v uporabi.

POGOJI ZA UPORABO DENZITOMETRA:

Tudi ta denzitometer mora biti tehnično brezhiben, kalibriran, umerjen in ničlan (glede na način uporabe).

DENZITOMETRIJA V PREPUŠČENI SVETLOBI (TRANSMISIJSKI DENZITOMETRI)

Enačba: $\text{Density} = D_T = \log 1/T$

T – stopnja transmisije (*transmittance*)

Zakaj jo merimo?

Meritve D-Min filma v prozornem območju, da se prepričamo, da ni megljenja. D-Min je ponavadi 0,03 D in ne več kot 0,05 D za večino filmov.

Meritve D-Max na izpostavljenem (črnem območju), da zagotovimo primerno izpostavljenost in procesiranje. Priporočena D-Max je ponavadi 3,8 in 4,0 ali več za nekatere laserske filme.

Prekoračena D-Max naj bi zmanjšala resolucijo, nizka D-Max pa naj bi povzročila toniranje v neslikovnem področju na tiskovni plošči.

4 DENZITOMETRIČNE MERITVE

1. **OPTIČNA GOSTOTA (OD, D):** Je osnovna količina, iz njene vrednosti pa lahko izračunamo vse ostale.
2. **RASTRSKA TONSKA VREDNOST (RTV, A):** Je navidezna RTV, ki predstavlja pokritost površine z barvo. Izračunamo jo po Murray – Davies-ovi enačbi:

$$\text{Effective Dot Area} = \frac{1 - 10^{-D_t}}{1 - 10^{-D_s}} \times 100$$

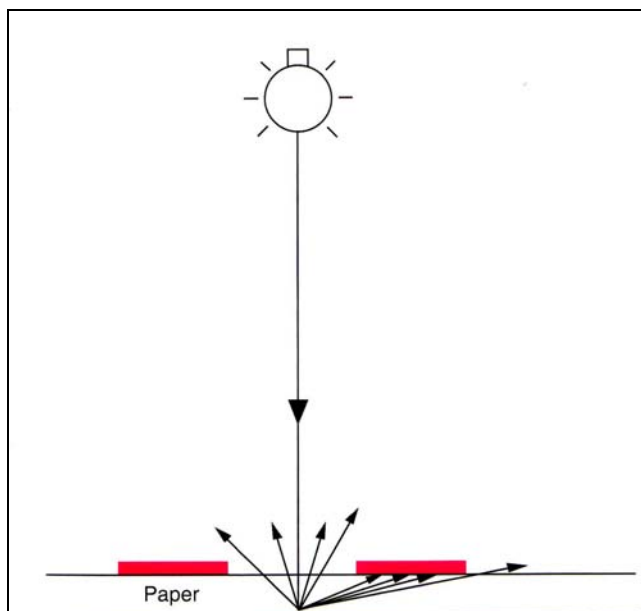
D_t = Relative Density of Tint
 D_s = Relative Density of Solid

EDA=A – RTV (%)

D_t = D_a – optična gostota rastrskega polja

D_s – optična gostota polnega polja

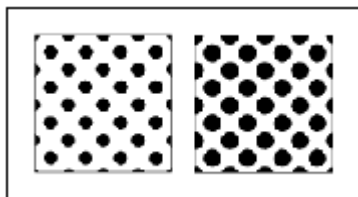
Navidezna RTV jo imenujemo zato, ker ne predstavlja čisto realne meritve. Rastrske pike se namreč lahko mehanično ali optično povečajo. Mehanično povečanje je posledica deformacije rastrskih pik na odtisu, optično povečanje pa posledica svetlobne pasti, ki jo rastrsko polje tvori na vsaj delno prosojni papirni podlagi.



Slika 12: Svetlobna past

Najpogosteje RTV določamo pri 50% rastru, saj ima ta največji obseg rastrskih pik, zato je ta raster tudi najbolj občutljiv zlasti na mehanične spremembe.

Rastrski toni v primarni C, M in Y TB tudi tvorijo barvno ravnovesje, ki se še posebej odraža v ubranosti barvno nevtralnih ali enoličnih reprodukcijah (sneg, koža, zelena trava in modro nebo). Dopustna odstopanja vrednosti so zato pri 50% rastru majhna, $\pm 2\%$. Za vse primarne TB C, M in Y, da obdržimo idealno sivo ravnovesje. Zato uporabljamo diagram imenovan tiskarska gradacija oz. prehodna ali prenosna krivulja tiska. To je najvažnejša vodena količina v tisku in v reprografiji pri izdelavi izvlečkov. Le standardizirana tiskarska gradacija omogoča upravljanje tiska po CMYK rastrskih tonih, kar je najbolj učinkovita metoda merjenja.



Slika 13: Povečanje rastrske tonske vrednosti (*dot gain*);levo 16% *dot gain*, desno 36% *dot gain*

Povečanje rastrske tonske vrednosti oz. optična navidezna površina v tisku je povečanje površine pike rastra na filmu do končnega odtisa pike rastra na papirju. Izračuna se po enačbi:

$$dA (\%) = F_D - F_F$$

F_D – na odtisu, F_F – na filmu

Dejavnikov, ki vplivajo na povečanje rastrske tonske vrednosti je veliko, najpomembnejši izmed njih so: tiskovni tlak, vrsta substrata, pH vlažilne raztopine...

3. TISKOVNI KONTRAST: Je cenilka za upodabljanje podrobnosti v najtemnejših rastrskih tonih. Izračuna se po enačbi:

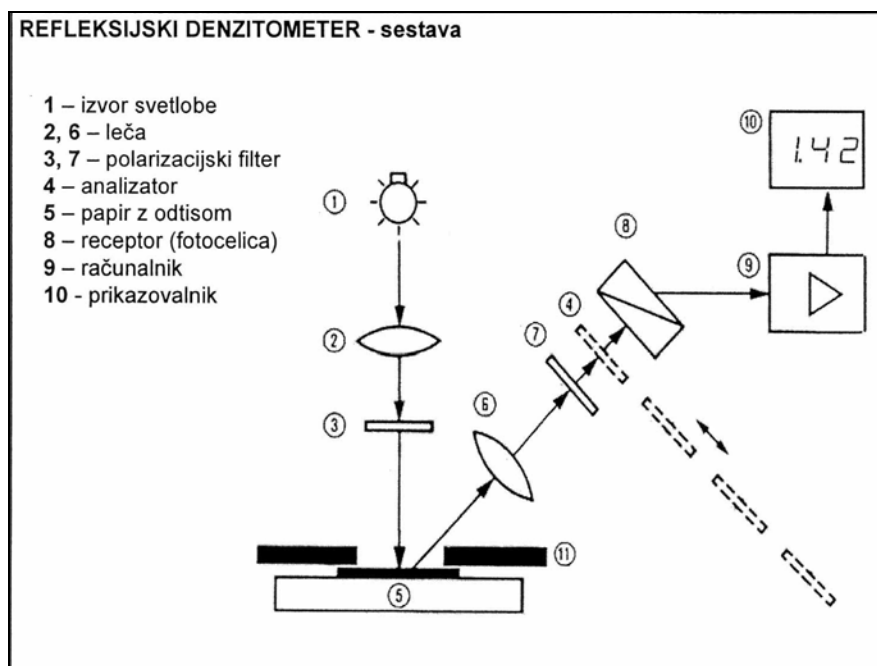
$\text{Print Contrast} = \frac{D_s - D_t}{D_s} \times 100$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 10px 0;"/> <p>D_s = Density of Solid D_t = Density of Tint</p>	<p>$PC = K_r$ – relativni tiskovni kontrast (%)</p> <p>$D_t = D_a$ – obarvanje rastrskega polja (z odštetim obarvanjem papirja)</p> <p>D_s – obarvanje polnega polja (z odštetim obarvanjem papirja)</p>
---	---

Prav tako so pomembni še sledeči dejavniki, ki jih lahko izračunamo. To so navzemanje tiskarske barve (*trapping*), zamik barvitosti (*hue error, He*) in posivitev G. Vse vrednosti izražamo v odstotkih.

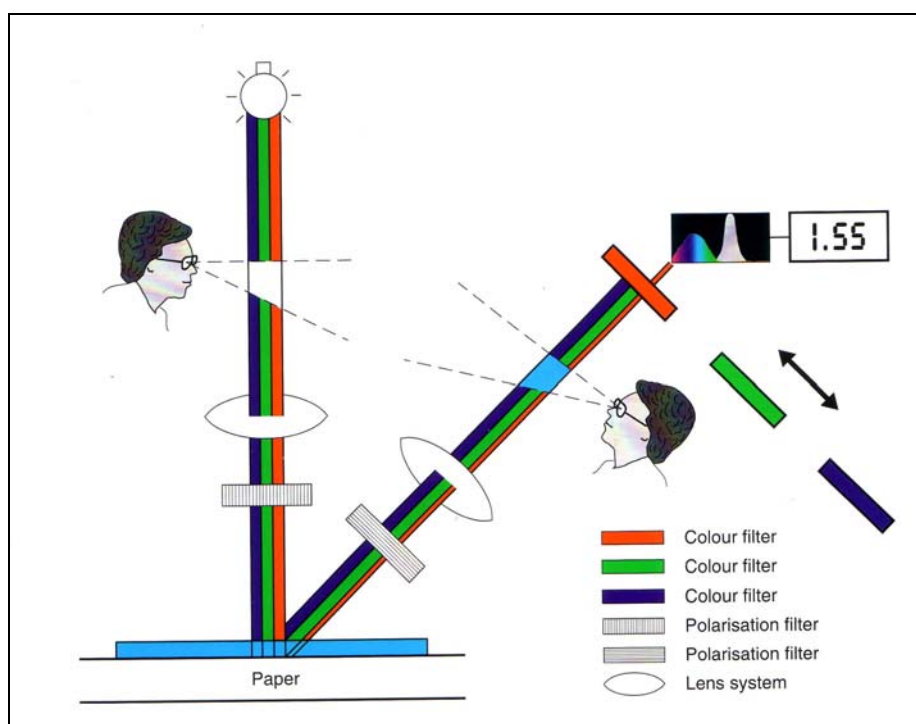
5 ZGRADBA IN DELOVANJE

5.1. REFLEKSIJSKI DENZITOMETER

Zgradba refleksijskega denzitometra je sledeča: izvor svetlobe, leča, polarizacijski filter, analizator, papir z odtisom, receptor (fotocelica), računalnik in prikazovalnik.



Slika 14: Zgradba refleksijskega denzitometra



Slika 15: Osnovni princip delovanja refleksijskega denzitometra

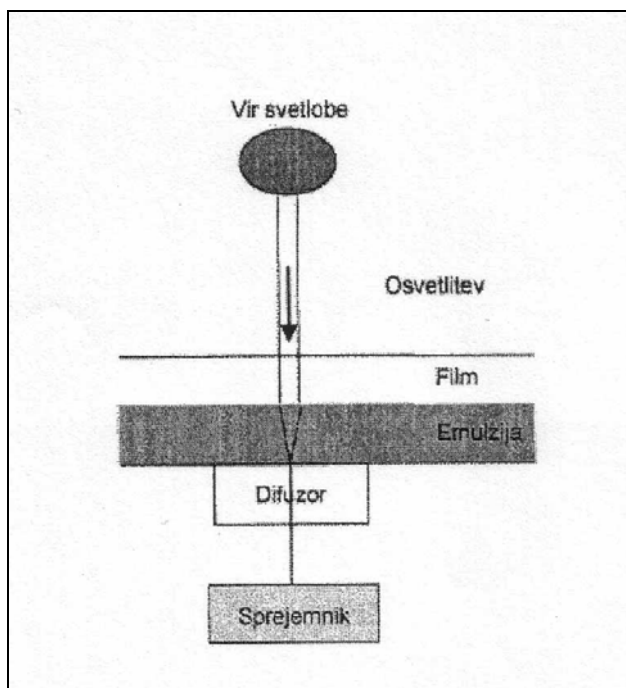
Odtis se osvetli z izvorom svetlobe. Svetloba gre skozi plast črnila na odtisu, v katerem se delno absorbira. Neabsorbirana svetloba se večinoma razprši na odtisu (del te reflektirane svetlobe se ponovno ob prehodu skozi plast črnila absorbira, del pa odbije). Odbiti del zazna detektor.



Slika 16: Prikaz uporabe denzitometra

5.2. TRANSMISIJSKI DENZITOMETER

Zgradba transmissijskega denzitometra je enaka kakor zgradba refleksijskega denzitometra, razlikujeta se le v tem, da transmissijski filter nima polarizacijskih filtrov.



Slika 17: Delovanje transmissijskega denzitometra

Delovanje je podobno kot pri refleksijskem denzitometru. Odtis se prav tako osvetli z izvorom svetlobe. Svetloba gre skozi plast črnila na odtisu, v katerem se absorbira. Ta absorbirani del zazna detektor.

6 PROIZVAJALCI DENZITOMETROV

1. X-RITE DENZITOMETRI:



Slika 18

341 je prenosni transmissijski denzitometer za merjenje filmov. Odlikuje ga visoka natančnost in ponovljivost meritev. Nobena osvetljevalna enota naj ne bi bila neumerjena.



Slika 19

361T je namizni transmissijski denzitometer, ki ima možnost merjenja od 0 do 6 D. Odlikuje ga visoka natančnost in ponovljivost meritev. Lahko meri tudi v UV-načinu, kar omogoča testiranje drugače nevidne motnosti filma.

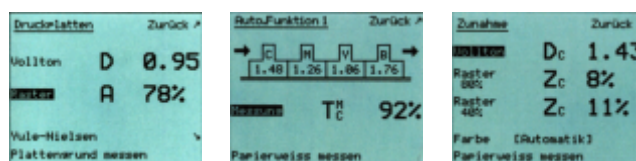
2. GRETAG - MACBETH DENZITOMETRI:



Slika 20, 21



D19C je prenosni refleksijski denzitometer, ki ima grafični prikaz visoke resolucije z vmesnikom RS232 in s standardnimi funkcijami: *density*, *dot gain*, *dot area*, *trapping* in Auto funkcija. Obstaja v polarizirani in nepolarizirani verziji.



Slika 22: Prikaz grafičnega vmesnika D19C denzitometra



Slika 23

MacBeth Quantalog denzitometer je eden izmed starejših denzitometrov, ki ima analogen prikaz. Je zelo preprost za uporabo in zelo točen, če ima 45 minut do uro časa, da se ogreje.



MacBeth TR927 transmijski in refleksijski denzitometer lahko uporabljamo tako za barvne in črno bele meritve.

Slika 24

3. BARBIERI DENZITOMETRI:



Densy 450E kompaktni ročni model je združen transmijski in refleksijski denzitometer za barvne in črno bele materiale.

Slika 25



Densy 250E kompaktni ročni model je transmissijski denzitometer za barvne in črno bele filme.

Slika 26

Densy 150E kompaktni ročni model je refleksijski denzitometer za barvne in črno bele papirje.



Slika 27



Densy 210E namizni model je transmissijski denzitometer za kontrolo procesa črno belega filma.

Slika 28

4. TECHKON DENZITOMETRI:



Film-densitometer T 120 / RT 120; transmissijski denzitometer T 120 meri optično gostoto in rastrsko tonsko vrednost, verzija RT 120 pa lahko dodatno meri črno bele odtise in poliestrske plošče refleksijsko.

Slika 29



Spectro-densitometer SpectroDens je večnamenska moderna naprava za vsako aplikacijo. Združuje kvalitete zelo natančnega spektrofotometra in lahko uporabnega denzitometra.

Slika 30



Scan-densitometer RS 400 je kompaktna naprava, ki revolucionizira avtomatske meritve optične gostote na kateremkoli traku za kontrolo kakovosti, barvnem klinu ali barvni karti. Uporaba je preprosta, saj z napravo, ki se prilega naši roki, le hitro zdrsimo čez testni trak, kar zagotavljajo kolesca na dnu naprave.

Slika 31

7 STANDARDI

Standardi, ki so pomembni za denzitometrijo so sledeči:

1. **CGATS/SC3 N 770** (2005):

Graphic technology – Graphic arts transmission densitometry – Terminology, equations, image elements and procedures

Ta standard definira izraze, enačbe, elemente podobe in postopke za meritve in barvno komunikacijo pri uporabi transmisijskega denzitometra (starejši ANSI CGATS.9 -1994)

2. **CGATS/SC3 N 769** (2005):

Graphic technology – Graphic arts reflection densitometry measurements – Terminology, equations, image elements and procedures

Ta standard definira izraze, enačbe, elemente podobe in postopke za meritve in barvno komunikacijo pri uporabi refleksijskega denzitometra (starejši ANSI CGATS.4-1993).

S standardi so definirani tudi statusi in merske geometrije. Ostali pomembni ISO 9000 mednarodni standardi za kontrolo kvalitete so:

ANSI 2.17: Measuring geometry, ANSI 2.18: Visual filter V (λ), ANSI filter set »Status T«, IT8.7/2-1993: Graphic technology - Color reflection target for input scanner calibration, ASTM D 1003-61: Standard test method for haze and luminous transmittance of transparent plastics, ASTM D 589-90: Standard test method for opacity of paper in drugi.

8 ZAKLJUČEK

Kljub temu da so denzitometri nepogrešljiv del pri kontroli kvalitete, obstajajo tudi številne omejitve.

Denzitometri delujejo s pomočjo filtrov (status denzitometra) glede na štiri procesne barve. Rezultat nam podaja meritev debeline filma črnila, ne pa optičnega izgleda barve. Enaka optična gostota ne pomeni nujno enakega optičnega vtisa.

V kolikor je merjena barva sestavljena iz več kot štirih procesnih barv, merjenje dodatnih barv postane problematično.

Uporaba denzitometrov je kritična tudi pri kontroli sivega ravnovesja. Rezultat meritev s tremi barvnimi filtri ni enak vrednosti, če merimo vsako posamezno barvo (neidealne barve).

Treba je tudi povedati, da lahko med seboj primerjamo le meritve umerjenih denzitometrov istega statusa, ki so enako ničlani (na enako podlago) in morajo biti vsi z ali brez polarizacijskega filtra. Vedno je zaželeno, da se uporabi za neko meritev enak tip denzitometra, saj le tako lahko dobimo dobre rezultate. Pomembno pa je tudi, da se uporabljajo polarizacijski filtri in ostala merska oprema enakih proizvajalcev.

9 LITERATURA

1. <http://www.dca.net/gretag-service-usa/standard.htm>
2. http://www.npes.org/standards/CGATS/CGATSSC3N770_CGATS9R-DR6.pdf
3. http://www.npes.org/standards/CGATS/CGATSSC3N769_CGATS4R-DR7.pdf
4. ourworld.compuserve.com/homepages/tobiasinc/TAPages/bulletin3.htm
5. ourworld.compuserve.com/homepages/tobiasinc/TAPages/bulletin1.htm
6. http://www.xrite.com/documents/literature/en/L7-093_Understand_Dens_en.pdf
7. Heidelberg Colour & Quality
8. KUMAR, M. *Uporabna denzitometrija*
9. Informacijski material GretagMacbeth, X-rite, Techkon