

Instytut Mikromechaniki i Fotoniki
Laboratorium Urządzeń Multimedialnych

Instrukcja do ćwiczenia

**Badania jakości barwy wydruków próbnych -
proofów**

Spis treści

1 Wiadomości wstępne.....	3
2 Cele wykonania odbitek próbnych.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
2.1. Odbitka kontraktowa	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
2.2. Odbitka projektowa	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
2.3. Odbitka pozycyjna.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
3 Technologie wykonywania odbitek	4
4 Wymagania stawiane odbitkom próbnym.....	5
4.1. Ważniejsze czynniki wpływające na różnice pomiędzy odbitką drukarską a proofem wykonanym w systemie analogowym.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
4.2. Ważniejsze czynniki wpływające na różnice pomiędzy odbitką drukarską a proofem wykonywanym w systemie cyfrowym.....	6
5 Pomiary i ich interpretacja	18
6 Wykonanie ćwiczenia	21
7 Sprawozdanie z ćwiczenia	21

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi parametrami jakości wydruków barwnych, możliwościami ich pomiaru, wykonanie pomiarów i ocena czynników wpływających na te parametry. Realizacja celu dokonywana jest na przykładzie oceny jakości barwnych cyfrowych wydruków próbnych - proofów.

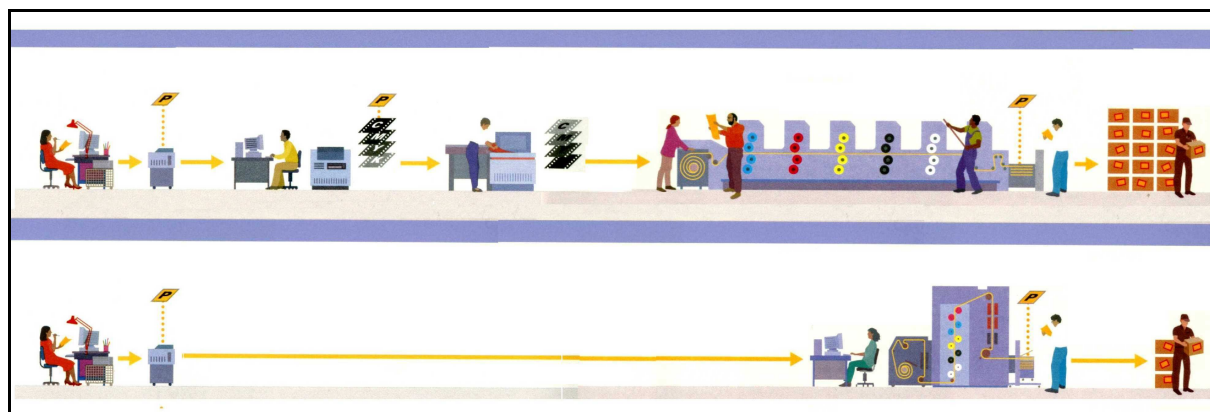
2. Wprowadzenie

Dla wszystkich osób, które zajmują się przygotowaniem i wykonaniem barwnych druków ważnym jest końcowy efekt ich pracy, jakość wydruku.

Dla grafika tworzącego projekt istotną rzeczą jest ocena czy kolory jakich użył w swojej pracy są zgodne z jego zamierzeniem. Klient zamawiający projekt, przed jego wprowadzeniem do druku, chciałby mieć możliwość zobaczenia, jak będzie wyglądała zamówiona praca. Dla drukarza wykonującego zamówione zlecenie niezbędny jest wzorzec, według którego wykona cały nakład.

Tak więc dla wszystkich tych osób konieczne jest wykonanie tzw. **odbitki próbnej**, popularnie zwanej proofem.. Według niej przed wykonaniem całego nakładu można sprawdzić poprawność realizacji własnych wymagań.

Proces wydawniczy może być realizowany tradycyjną analogową metodą offsetową (rys. 1a) lub przez druk cyfrowy (rys. 1b).



Rys. 1. Schematy procesu wydawniczego.

W tradycyjnym druku offsetowym wykonanie płyty offsetowej poprzedzone jest szeregiem operacji przygotowawczych.: rozbarwienie pliku wejściowego na barwy podstawowe, wykonanie poszczególnych klisz barw podstawowych, montaż ich na płytę podstawową naświetlenie jej na formę drukową. Kontrolowanie jakości poszczególnych etapów tej produkcji wymaga sporządzania odbitek próbnych **odbitki projektowej** – do sprawdzenia układu graficznego i kompozycji całej

pracy, **odbitki pozycyjnej** – do weryfikacji poprawności montażu kompletności poszczególnych elementów pracy (rysunków, tekstów), dokładności ich wykonania i pozycjonowania, ułożenia ;poszczególnych stron, znaków cięcia, złamywania i pasowania.

Najważniejszą jest jednak **odbitka kontraktowa** wytwarzana w celu zaprezentowania możliwie dokładnego końcowego wyniku reprodukcji, druku nakładowego.

Odbitka kontraktowa jest podstawą do akceptacji pracy przez zleceniodawców i służy jako wzorzec kolorystyczny dla drukarni. Zleceniodawca wymaga od drukarza realizacji pracy zgodnie z odbitką kontraktową. Zatwierdzona i podpisana przez zleceniodawcę odbitka kontraktowa staje się dokumentem prawnym i w sytuacji spornej pomiędzy nim a wykonawcą nakładu jest podstawą do stwierdzenia, że nakład został wykonany nie zgodnie ze wzorem. Odbitki takie muszą więc wiernie oddawać właściwości odpowiedniej technologii druku nakładu, a co za tym idzie muszą zawierać taką charakterystykę kolorystyczną jaką da się uzyskać daną techniką drukarską. Aby odbitka kontraktowa mogła wiernie oddawać barwy uzyskiwane w wyniku drukowania nakładu powinna być wykonana na papierze nakładowym. Niestety nie wszystkie technologie druku dają taką możliwość. Niektóre z nich wymagają stosowania specjalnych podłoży do wykonywania odbitek kontraktowych co pociąga za sobą ryzyko wystąpienia mylnego wrażenia dla zleceniodawcy o wyglądzie zleconej pracy. Błędy te w niektórych systemach proofingu mogą być kompensowane przez rozbudowane systemy zarządzania kolorem (Color Management System).

3 Technologie wykonywania odbitek

Ogólnie technologie wykonywania odbitek próbnych można podzielić na dwie grupy; analogowe i cyfrowe.

Na początku lat siedemdziesiątych koncern DuPont wprowadził na rynek system pod nazwą **Cromalin**, realizujący druk odbitek próbnych metodą analogową. Odbitka taka jest komponowana na papierze nakładowym, albo na innym specjalnym podłożu. Specjalne folie zawierające pigmenty barw podstawowych naświetlane są przez wyciągi barw podstawowych (CMYK), będące w formie diapozytywu lub negatywu. Tak przygotowane folie są następnie wywoływane i nanoszone na podłożu w kolejności (CMYK) plus ewentualne kolory dodatkowe, dając pożądaną efekt wydruku próbnego.

W latach osiemdziesiątych nastąpił dynamiczny rozwój cyfrowych technik poligraficznych, a w tym rozwój rynku DTP (Desk top publishing). W związku z tym zaczęto szukać rozwiązań wykorzystujących druk cyfrowy do wykonywania odbitek próbnych.

Jednym z rozwiązań był produkt koncernu 3M o nazwie **Rainbow**. Wykorzystywał on do druku technologię sublimacyjną.

Jednak największy sukces rynkowy pod koniec lat dziewięćdziesiątych osiągnęła firma Iris Graphics. Drukarki tej firmy wykorzystywały **technologię druku natryskowego**. Jakość odbitek próbnych była równa z odbitkami uzyskiwanymi na drukarkach sublimacyjnych, a nawet lepsza od uzyskiwanej za pomocą techniki *Cromalin*.

Rozwój technologii druku tak w zakresie mechaniki, nowych rodzajów materiałów eksploatacyjnych (papierów i barwników) oraz software'u (systemy zarządzania kolorem, kalibracja urządzeń) sprawił, że na rynku urządzeń wykonujących odbitki próbne pojawiły się nowe drukarki cyfrowe dokujące druku proofów. . Liderami w tego typu urządzeniach są Hewlett Packard, Canon, Agfa, Epson.. Obecnie druk odbitek próbnych realizowany jest przez różne firmy z zastosowaniem nowoczesnych drukarek natryskowych, laserowych, termicznych sublimacyjnych.

4 Wymagania stawiane odbitkom próbnym

Odbitki próbne nigdy nie oddają zupełnie wiernie reprodukcji barwnej, która uzyskana zostanie w wyniku drukowania całego nakładu. Zależnie od wykorzystywanego systemu proofingu, różnice te są większe lub mniejsze. Najczęściej proofy przedstawiają nieco wyidealizowany obraz przyszłej reprodukcji, wprowadzając w błąd zamawiającego i jednocześnie po uzyskaniu jego akceptacji, stawiają drukarza w trudnej sytuacji, ponieważ nie ma on praktycznie możliwości uzyskania identycznej jakości druków. Dlatego ilościowa ocena parametrów jakości druków jest ważnym elementem oceny proofu. Na jakość tą ma wpływ szereg czynników.

W analogowych metodach wykonania proof są to:

- *Fizyczne powiększenie punktu rastrowego – ΔS [%] (physical dot gain – PDG)*

Jest to mechaniczne powiększenie punktu rastrowego w procesie drukowania offsetowego. Spowodowane jest ono rozgnieceniem farby podczas przenoszenia rysunku pomiędzy formą i obciążeniem oraz pomiędzy obciążeniem i arkuszem zadrukowanego papieru. W stosowanych w Polsce pozytywnych systemach analogowego proofingu fizyczny przyrost punktów rastrowych jest ujemny, lub co najmniej bliski zeru. Niemożliwość dostosowania fizycznej wielkości punktów rastrowych na proofie do wielkości punktów na odbitce drukarskiej w większości systemów kompensowane jest tzw. optycznym powiększeniem punktów rastrowych.

- *Optyczne powiększenie punktu rastrowego – ΔT [%] (optical/apparent dot gain ODG/ADG)*

Spowodowane jest ono wielokrotnym odbiciem, rozproszeniem i załamaniem światła wewnątrz papieru. Zjawisko to występuje zarówno w procesie wykonania proofu, jak i odbitki drukarskiej. Na pozorne powiększenie punktów rastrowych (ADG) składają się zarówno zmiany fizyczne jak i optyczne.

Pozorne powiększenie punktów rastrowych na proofie zależy od struktury i parametrów optycznych powierzchni podłoża, wzajemnej odległości warstw barwnych (grubość folii) oraz połysku powierzchni reprodukcji.

Zmiany wyżej wymienionych czynników wykorzystywane są w niektórych systemach do regulowania pozornego powiększania punktów rastrowych na proofie.

W analogowych systemach proofingu praktycznie nie ma żadnej możliwości modelowania przebiegu funkcji przeniesienia wartości tonalnych..

- *Gęstości optyczne główne barw triadowych: DR; DG; DB i czarnej na polach „apla” proofu i odbitki drukarskiej*

Gęstości te na odbitce drukarskiej są wskaźnikiem nasilenia (grubości) farb. W większości stosowanych systemów analogowych gęstości optyczne na polach apla są wyższe od możliwych do osiągnięcia w procesie drukowania. Próby osiągnięcia identycznych wartości na odbitce drukarskiej wiążą się z ryzykiem znacznego obniżenia tzw. kontrastu względnego i dalszej deformacji krzywej przeniesienia tonów.

- *Sekwencja kolorów*

Kolejność nadrukowania kolorów – C, M, Y i K ma wpływ na barwę gotowej odbitki. Z jednej strony mamy do czynienia z wynikającą z niepełnej transparentności farb dominacji barwy następnej nad poprzednią, a z drugiej niepełne fizyczne przyjmowanie farby, zwłaszcza w druku „mokro na mokro”. Niektóre systemy analogowe pozwalające na dowolną zmianę kolejności nakładania kolorów stwarzając nieco większe możliwości przybliżenia jakości proofu do jakości odbitki nakładowej.

W cyfrowych technologiach wykonania proofów na różnice pomiędzy odbitką drukarską a proofem wpływają:

- *Struktura rastrowa*

Struktura punktów rastrowych określa kształt i wzajemne rozmieszczenie elementów rastrowych oraz ich zmiany wraz ze wzrostem współczynnika pokrycia rastrowego. Identyczność struktury rastrowej na drukach i na odbitkach próbnych jest oczywista dla systemów analogowych, jednak zaledwie kilka najwyższej klasy systemów cyfrowych jest w stanie zrealizować reprodukcję w strukturze docelowej. Ze względu na bardzo wysoki koszt tego typu urządzeń są one bardzo rzadko spotykane w polskim przemyśle poligraficznym. Przykładem takich urządzeń mogą być Kodak *Aproval* oraz drukarka firmy 3M *Digital Matchprint*.

Różne sposoby realizacji przejść tonalnych na proofie i na odbitce drukarskiej mogą zmieniać rozdzielczość reprodukcji i jej ziarnistość optyczną. W niektórych przypadkach może uniemożliwić to zauważenie efektu mory, który pojawia się dopiero na odbitce drukarskiej. Efekt mory może być efektem niewłaściwego ustawienia kątów skręcania rastra, bądź nałożenia stosowanej struktury rastrowej na regularną strukturę obrazu oryginału.

- *Współrzędne barw triadowych*

Ponieważ przy wykonywaniu odbitek próbnych nie wykorzystuje się farb drukarskich, ale barwniki rozpuszczalnikowe lub pigmentowe istnieje problem ich zgodności barwnej z farbami wykorzystywanymi podczas druku offsetowego. Na proofach zrealizowanych triadą według tzw. skali europejskiej zgodność barwna rozumiana jest najczęściej jako zgodność współrzędnych tych barw zgodnie z normami DIN 16539/ISO 2846, które określają wartości: x, z, Y, U*, V*, W* barw pierwszorzędowych i drugorzędowych oraz ich dopuszczalne różnice ΔE_{CIE} , lub z normą ISO 12647-2, w której zdefiniowano barwy pierwszorzędowe, drugorzędowe i czarną na różnych rodzajach podłoży za pomocą współrzędnych L*, a*, b* oraz ich dopuszczalne różnice ΔE^*_{ab} .

W przypadku systemów cyfrowych ważna jest nie tyle zgodność ich barw triadowych ze skala europejską, ale potencjalna możliwość realizacji przestrzeni barw osiągalnych w technice offsetowej. W rzeczywistości część systemów proofingu cyfrowego dysponuje barwami triadowymi o wyższej czystości (chromatyczności, nasyceniu) niż barwy według skali europejskiej. Przestrzeń barwna realizowana przez nie jest większa i zawiera w sobie wszystkie barwy możliwe do uzyskania na odbitce drukarskiej. Zgodność barw odbitki i proofu zależy więc od precyzji kalibracji systemu. Niejednokrotnie bez zmiany barwników można realizować proofy zarówno według skali europejskiej jak i np. skali SWOP.

- *Podłoże*

Możliwość realizacji proofu na podłożu nakładanym jest uważana za jedno z najważniejszych zalet każdego z systemów. W przypadku stosowania podłoża innego niż nakładowe istotne są różnice następujących jego parametrów:

Barwa podłoża – wyrażona za pomocą trzech współrzędnych najczęściej w układzie CIELAB, lub jego białość wyrażona w procentach.

Różnica barw podłoży w istotnym stopniu wpływa na zgodność kolorystyczną proofu z odbitką nakładową. Cecha ta jest szczególnie ważna dla analogowych systemów proofingu.

W przypadku systemów cyfrowych, przez odpowiednią ich kalibrację istnieje możliwość symulacji zarówno barwy podłoża, jak i zmian kolorystycznych przez nią powodowanych.

Gładkość podłoża – parametr ten wpływa m.in. na rozdzielczość reprodukcji, fizyczne powiększenie punktów rastrowych na odbitce drukarskiej, jak i na proofie.

Połysk podłoża– wpływa na optyczne powiększenie punktów rastrowych, a w efekcie na barwę.

Najważniejszymi parametrami do porównania cech odбитki próbnej i druku nakładowego są parametry oceny barwy wydruku. I dlatego są one przedmiotem badań ćwiczenia laboratoryjnego.

5. Podstawy analizy barwy [L 1].

Parametry opisu barwy

Parametry używane podczas analizy obrazu barwnego wywodzą się od podstawowej definicji współczynnika odbicia światła R (dla materiałów refleksyjnych na których zapisany jest obraz), lub przenikania światła (dla materiałów transparentnych podłoża). Najważniejszym parametrem jest gęstość optyczna D dla obrazów czarno – białych lub drukowanych w skali szarości oraz nasycenie barwy (odpowiednik gęstości optycznej dla druków barwnych).[L1]

Głównymi parametrami opisującymi własności punktu barwnego wydruku są trzy wielkości: przestrzeni barwnej: **L jasność**, **odcień H** i **nasycenie barwy S** (Lightness, Hue, Saturation) [L1]

Niektóre ośrodki naukowe (Japończycy) używają też innego zestawu parametrów: **L, c, h** (Lightness, chroma, hue, przy czym $c =$),

Przestrzeń barwna (gamut barwny) może być opisywana poprzez wartości tych współczynników, lub przez wartości nasycenia barw podstawowych **RGB** (stosowanych dla urządzeń wejściowych skanera, monitora, cyfrowego aparatu fotograficznego lub kamery cyfrowej) , **CMYK** wraz pochodnymi (dla drukarek) lub w wartościach współrzędnych niezależnych sprzętowo układu **Lab** [L1]. Różnica własności barwowych dwu porównywanych punktów opisywana jest zwykle przez wartość ΔE [L1].

Podczas druku stosowane są (określane zwykle indywidualnie przez producentów drukarek) systemy zarządzania barwą CMS (color management system), określające sposób przygotowania pliku wejściowego i przetwarzania jego w procesie druku przez daną drukarkę. [L1]

Cykl pomiarowy oceny jakości wydruków, normalizacja

Pomiary wartości parametrów barwnych realizowane są zwyczajowo przede wszystkim w cyklu:

- zdefiniowanie poszczególnych parametrów oceny jakości,

- opracowanie i wydrukowanie w określonych warunkach wydruków testowych (stosując barwniki i papier zalecane dla danej technologii druku przez producenta drukarki i po skalibrowaniu barwnym drukarki)
- skanowanie wydruku testowego (z zastosowaniem skanera poprzednio skalibrowanego, z rozdzielczością nie mniejszą niż 600 spi, zapisując otrzymany po skanowaniu plik w bezstratnym formacie),
- komputerowe obliczanie wartości poszczególnych parametrów oceny jakości wydruku.

Analiza jakości druku realizowana jest w systemie RGB. Wzory przeliczeniowe wartości współrzędnych barwowych (z RGB na Lab i CMYK i odwrotnie) nie są jednoznacznie znormalizowane międzynarodowo i stosowane są zwykle w oparciu o zalecenia renomowanych producentów sprzętu pomiarowego (Greta Mackbeth, X-Rite, Kodak). Wiele ośrodków naukowych (przede wszystkim w Japonii, Niemczech i USA) prowadzi aktualnie intensywne prace badawcze dotyczące analizy barwy, opracowywane są ciągle nowe międzynarodowe normy związane z opisem barwy, parametrami oceny jakości druków, wzorcami stron testowych do badania własności barwowych.

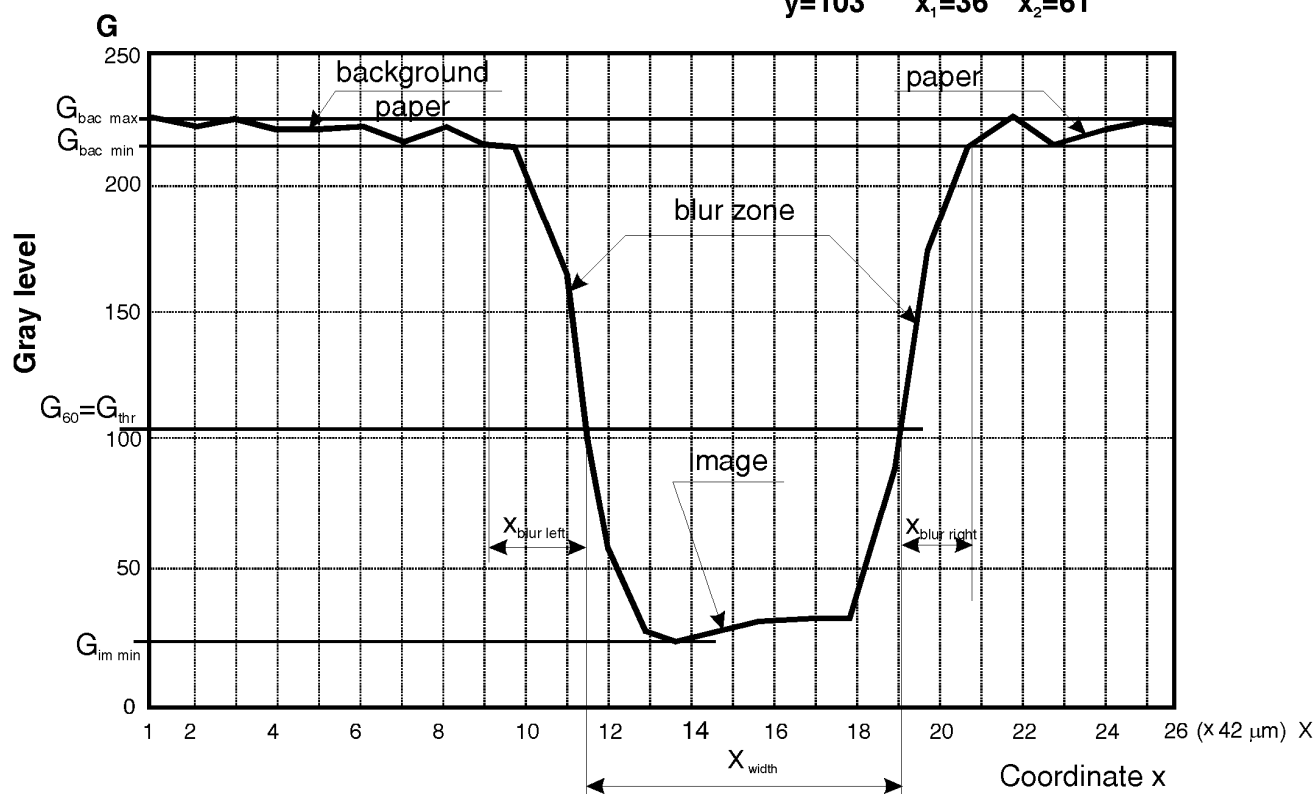
Ponieważ wydruki są ostatecznie przeznaczone przede wszystkim do odczytu wzrokowego aktualną tendencją w analizie barwy i ocenie jakości wydruków jest włączenie oprócz obiektywnych, ilościowych pomiarów poszczególnych parametrów elementów oceny subiektywnej, wzrokowej. Uwidacznia się to przede wszystkim w wprowadzeniu do algorytmów wykonania wzorców i wykonania druków testowych odpowiednich czynności związanych z oceną wzrokową. Używane są wtedy statystyczne metody oceny na wybranej, ale określonej grupie obserwatorów.

6. Parametry jakości wydruków barwnych, metodyka pomiarów

Podstawowe parametry jakości druków monochromatycznych określone są w normie ISO/IEC 13660. Ważnym pojęciem przy ich określaniu jest graniczny poziom zacinienia, powyżej którego przyjmuje się, pełne zabarwienie badanego obrazu. Pojęcie to określone jest w oparciu o wykres stopnia szarości punktów analizowanego obrazu - przekrój poprzeczny zabarwionej linii otrzymany podczas skanowania tej linii – rys 2.

Across - section the line 03

$y=103$ $x_1=36$ $x_2=61$



Rys. 2 Przekrój poprzeczny zabarwionej linii – wykres stopnia zaczerwienia w funkcji wymiaru liniowego w poprzek analizowanej linii.

Na osi pionowej wykresu odłożone są wartości stopnia szarości (wskazania skanera przeliczone na skalę zaczerwienia lub wartość współczynnika odbicia światła; przeliczenia dokonuje się podczas skalowania skanera), a na osi poziomej współrzędne bieżące liniowego położenia analizowanych punktów przekroju. Graniczna wartość zaczerwienia poniżej której przyjmuje się, że skan wchodzi w punkty w pełni zabarwionego obrazu określa zależność: (według ISO/IEC 13660)

$$G_{thr} = G_{\text{max}} - 0.75 (G_{\text{max}} - G_{\text{min}})$$

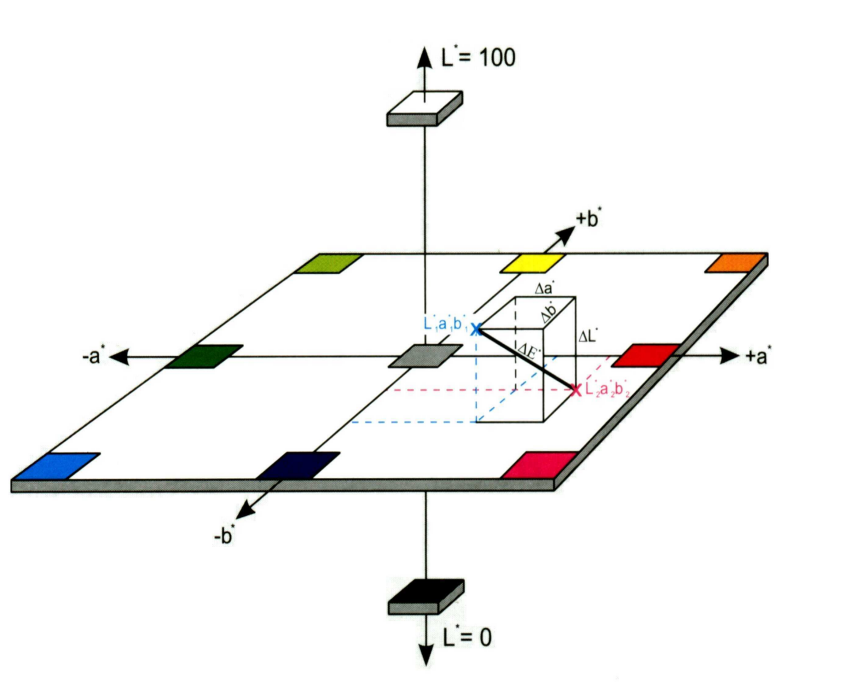
Wartości liniowe zaznaczone na wykresie przedstawiają parametry rozmycia krawędziowego (blurriness $X_{blur \text{ left}}$ i $X_{blur \text{ right}}$ z lewej i prawej strony linii,) oraz szerokość linii X_{width} .

Parametry jakości druków barwnych są obecnie opracowywane, nie są określone obowiązującą normą międzynarodową. Przez analogię można jednak podobnie jak graniczne zaczerwienie dla

druków monochromatycznych definiować zabarwienie średnie na wzorcowych poletkach barw podstawowych RGB jako analogiczne graniczne nasycenie barwy.

Najważniejszym proponowanym parametrem oceny jakości druków barwnych jest wierność odtwarzania barwy badanego wydruku względem wzorca. Wzorcem może być np. elektroniczny plik wzorcowy poletka o 100% nasyceniu danej barwy podstawowej (np. 100% M) , lub uznany za wzorzec analogiczny do badanego wydruk z innej drukarki lub wykonany z dużą rozdzielczością wydruk analogowy (Machprint lub Cromalin).

Liczbową wartością porównania zgodności barw badanych poletek jest wartość parametru ΔE . Graficznym obrazem wartości tego parametru jest przekątna prostopadłościanu rozpiętego na współrzędnych barwowych Lab obu porównywanych punktów – rys. 3

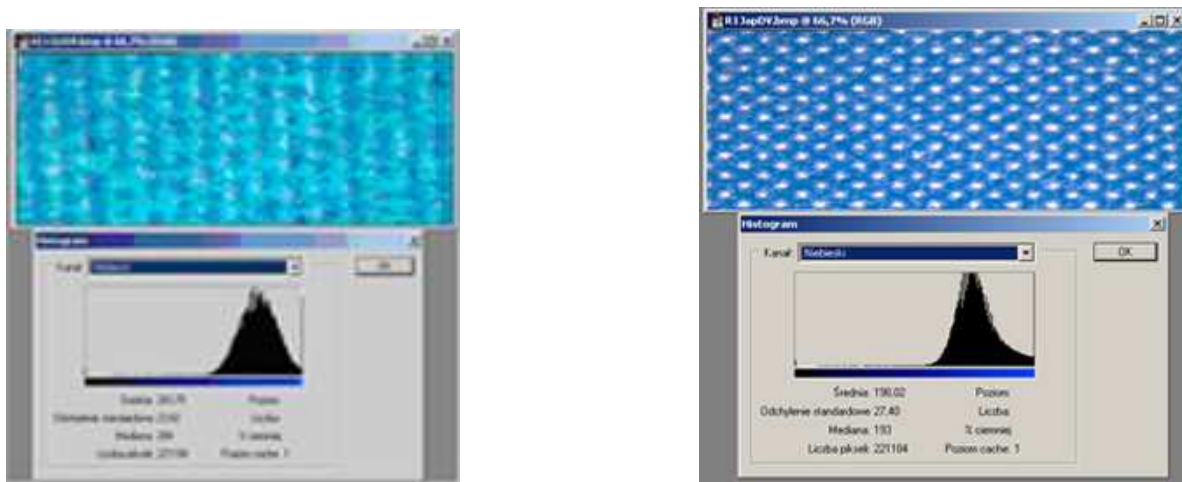


Rys. 3 Interpretacja graficzna różnicy barw dwu punktów ΔE .

Pomiaru wartości ΔE można dokonać stosując spektrofotometr (np. Spectrolino Greta Mackbeth) i oprogramowania Profil Maker 3.1. Przyjmuje się powszechnie [L.2], że dla odbitek próbnych - proofów dopuszczalne są wartości ΔE do 5,0. Dla obrazów używanych w wydrukach np. biurowych dopuszczalne są [L2] wartości do kilkunastu jednostek. Duże, niedopuszczalne w powszechnych zastosowaniach wartości ΔE przekraczają 20 jednostek.

Inna metodą określania różnic barwowych analizowanych obrazów jest zaproponowana metoda analizy histogramów barw podstawowych i jasności. Polega ona na wykonaniu skanów poletek wzorcowych badanych obrazów i wzorca oraz przy zastosowaniu programu Photo Shop lub

Photo Paint wykonaniu histogramów parametrów jasności L, oraz R; G, B. Przykładowe zestawienie obrazów poetek o nasyceniu 100% C oraz ich histogramu jasności przedstawia rys. 4.



Rys. 4 Przykład obrazu mikroskopowego poletka barwy 100% C i jego histogramu L dla a) wzorca oraz b) wydruku badanego.

Z histogramu badanego poletka można określić średnie nasycenie danej barwy podstawowej –rys.5 według zależności:

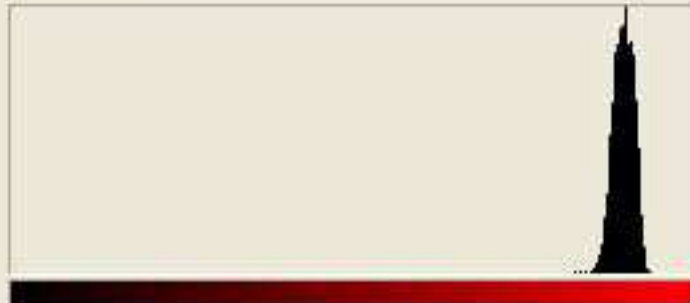
$$S_{mid} = (\sum S_i \times N_i) / \sum N_i$$

Histogram



Kanał: Czerwony

OK



Średnia: 229,13

Poziom:

Odchylenie standardowe 3,85

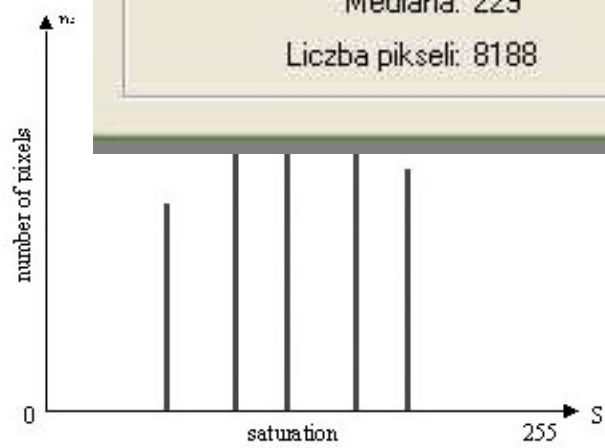
Liczba:

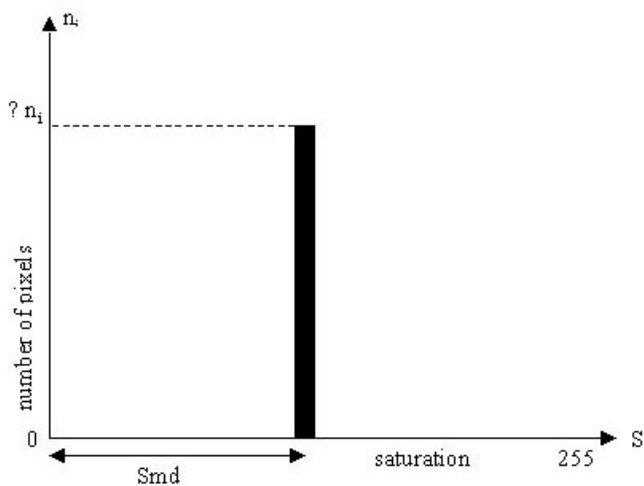
Mediana: 229

% ciemniej

Liczba pikseli: 8188

Poziom cache: 1





$$Smd = \frac{\sum n_i \cdot S_i}{\sum n_i}$$

Rys. 5 Określanie wartości średniego nasycenia (z analizy histogramu) a) przykładowy wydruk i jego histogram, b)metoda określenia nasycenia średniego

Analiza histogramów L, R, G, B i obrazów mikroskopowych poletek obrazu badanego (wykonując je w różnych technologiach druku, na różnych papierach) i wzorca umożliwia wyciągnięcie szeregu wniosków o wpływie technologii druku oraz papieru na jakość wydruków.

Przykładowo:

- wzrokowe porównanie histogramów (ich rozszerzenie i postrzępienie) umożliwia subiektywną ocenę jakości ich druku, (oczywistym jest, że im bardziej szerokie i postrzępione są histogramy,

tym większe są różnice jednorodności zabarwienia obrazu); ta subiektywna ocena znajduje potwierdzenie w analizie wartości średniego nasycenia barwy i jego odchylenia standardowego, obliczanego automatycznie przez program wykonujący histogram (należy zwrócić także uwagę na liczbę całkowitą pikseli w poszczególnych histogramach L, R, G, B tego samego obrazu badanego),

- wartość średniego nasycenia barwy i kształt histogramu tego samego obrazu wydrukowanego na różnych gatunkach papieru umożliwia wyciągnięcie wniosku co do wpływu papieru na jakość wydruku,
- analogicznie analiza histogramów obrazów wykonanych na takim samym papierze ale przy zastosowaniu różnych technologii druku uwidacznia wpływ technologii druku na jakość wydruku,
- analizując histogramy obrazów wzorcowych – plików elektronicznych danej barwy podstawowej (np. 100% Magenty lub 100% barwy czerwonej) można stwierdzić jaki jest otrzymany histogram, jakie są wartości nasycenia barw składowych i porównać je ze składowymi barw podstawowych konkretnego, badanego wydruku,
- można analizować składowe barw o założonym, określonym nasyceniu barwy (np. 30%M); (oczywistym jest, że im większy jest udział barw domieszkowych, tym gorsze jest odtwarzanie barwy, tym gorsza jest jakość wydruku).
- można analizować składowe obrazu o barwie mieszanej (np. 30% Y i 30% M) i wyciągać wnioski co do poprawności danego wydruku.

Należy zwrócić uwagę na dokładne analizowanie wartości nasycenia średniego w połączeniu z oceną średniego odchylenia kwadratowego tych wartości. Połączenie wyników tej analizy z wzrokową obserwacją mikroskopowych obrazów badanych poetek prowadzi do dalszych wniosków dotyczących np. sposobu rasteryzacji drukowanego obrazu barwnego i w konsekwencji do oceny jakości druku.

Można także porównywać wyniki analizy histogramów badanych proofów z wynikami pomiarów różnic barw wzorca i badanego obrazu ΔE . W tym celu trzeba zaproponować określenie zbiorczej wartości nasycenia średniego z czterech analizowanych histogramów L, R, G, B. Mając wyliczony taki zbiorczy parametr nasycenia zastępczego można określać i porównywać **charakter jego zmian** i zmian wartości ΔE dla wydruków tego samego pliku obrazu barwnego wykonanego na różnych drukarkach.

Zawansowane grupy badawcze mogą zastanowić się nad innymi (poza pomiarami ΔE i analizą histogramów) możliwościami pomiarów własności barwnych badanych obrazów.

Ogólnie można stwierdzić, że połączenie wzrokowej analizy mikroskopowej obrazów barwnych, pomiarów różnicy barw ΔE i analizy histogramów umożliwia wyciągnięcie ciekawych wniosków dotyczących jakości barwy drukowanych obrazów.

7. Wykonanie ćwiczenia

1. Zapoznanie się z tematyką odbitek próbnych:

- instrukcją do ćwiczenia, prezentacją Małyska – PROOFY, prezentacją Berlin TF165 –Jan.05

Wynik- umiejętność odpowiedzi na przykładowe pytania:

- Co to jest odbitka próbna – prof.?
- Po co się ją wykonuje?
- Własności odbitki próbnej – wymagania
- Technologie druku cyfrowego w wykonaniu proofów
- Rodzaje odbitek próbnych: analogowe i cyfrowe
- Znajomość analizy histogramów

2. Wykonaj druki testowe stosując:

- załączony plik wejściowy pasków testowych o stopniowanym nasyceniu barw podstawowych C,M,Y,K, C+M+Y, R,G,B
- drukarki: natryskową, laserową, słoatramentową,
- papier glosy photo, oraz minimum jeden wydruk (drukarka natryskowa – na papierze zwykłym biurowym)

3. Wykonaj skanowanie trzech poletek wskazanej barwy (np. o nasyceniu 100%, 70%, 30%)

4. **Pomierz** wartości parametrów barwnych Lab oraz delta E wskazanych trzech poletek wydruków (stosując spektrofotometr SPECTROLINO i program Prorifil Maker 3.1)

5. Dokonaj obserwacji mikroskopowych wskazanych poletek- wnioski

6. Dokonaj analizy histogramów L, R, G, B badanych poletek

(pomiarów należy dokonać stosując statystyczną ocenę wartości średniej wielkości mierzonej i jej średniego odchylenia standardowego – minimum 12 pomiarów na tym samym poletku obrazu badanego; przy analizie histogramów zaleca się stosowanie poletka o jednakowej powierzchni np. 150x150 pikseli; wyniki pomiarów należy zestawić tabelarycznie oraz na wykresie)

8. Sprawozdanie: powinno zawierać (minimum)

- wyniki pomiarów i wnioski
- wnioski z obserwacji
- wydruki obrazków i ich histogramów, wnioski z analizy wyników średniego nasycenia barwy i pomiarów ΔE na badanych poletkach

9 Literatura

- 1.L. Buczyński ,,

- 2.T. Dąbrowa "Proof a odbitka drukarska — podobieństwa i różnica wymagań". Świat Druku
- 3.Materiały prasowe z konferencji Digital Proof Forum
- www.agfa.com.pl/
- www.signs.pl/
- www.creo.com
- www.cromalin.com

5 Pomiary i ich interpretacja

Podstawową cechą proofów jest wierność odwzorowania barw możliwych do uzyskania podczas druku na maszynie nakładowej.

Z tego względu pomiary będą dotyczyły ewentualnych różnic w odwzorowaniu barw.

Za wzór do porównania w pomiarach posłuży odbitka próbna wykonana metodą analogową.

W polskim przemyśle poligraficznym odbitki takie uznawane są za najdokładniejsze i wiernie odwzorowujące barwy wydruku uzyskiwanego na maszynie offsetowej w drukarni.

Do pomiaru ewentualnych różnic pomiędzy odbitką próbną wykonaną metodą analogową, a proofem wykonanym na drukarce Stylus Pro 9000, posłuży parametr ΔE – będący miarą różnicy barw. Różnica barw ΔE jest miarą odległości między dwiema pozycjami barw w przestrzeni barw (na przykład między proofem, a odbitką drukarską).

W celu oceny wartości parametru ΔE dokonać należy pomiarów barw odbitek, w jednostkach $L^*a^*b^*$ przy użyciu spektrofotometru „Spectrolino” firmy Gretag Macbeth .

Przestrzeń barwna w układzie CIE $L^*a^*b^*$ opracowana została w latach siedemdziesiątych przez *Commission Internationale de l'Eclairage*. W układzie tym różnicę barw określa się przy pomocy następujących wzorów:

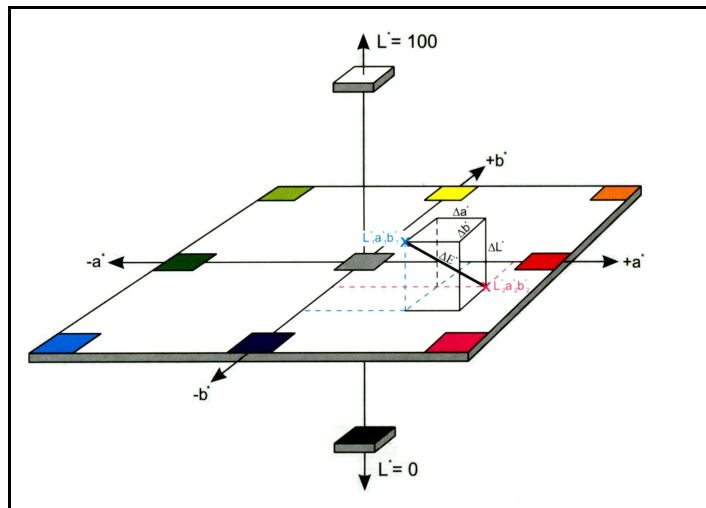
$$\Delta L^* = L^*_{\text{próbki}} - L^*_{\text{wzorca}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{próbki}} - a^*_{\text{wzorca}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{próbki}} - b^*_{\text{wzorca}}$$

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

Graficzną interpretację różnicy barw E przedstawia rysunek znajdujący się na następnej stronie

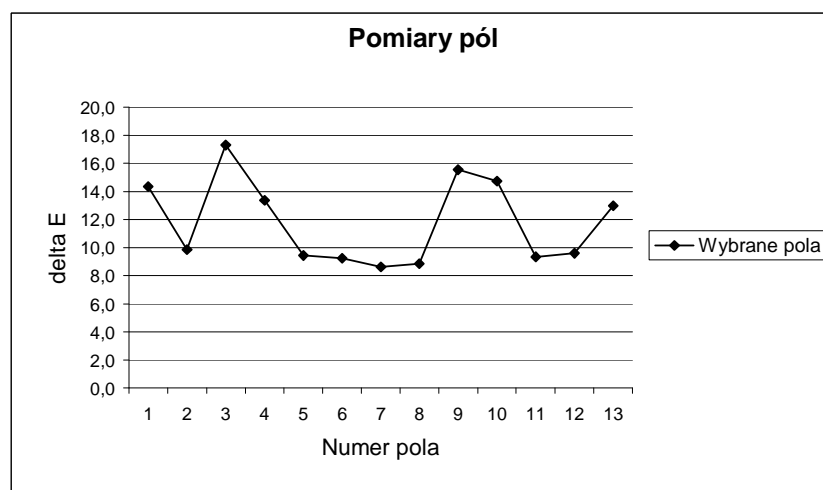


Rys.10.1. Graficzna interpretacja różnicy barw ΔE

W ćwiczeniu należy dokonać 6 pomiarów wartości parametru ΔE wskazanych przez prowadzącego pól pomiarowych znajdujących się na badanych odbitkach. Uzyskane wyniki należy przedstawić w tabeli według poniższego wzoru.

Lp.	Numery pól			
1				
:				
6				
Wartość średnia				

Na podstawie wyliczonej wartości średniej parametru ΔE należy sporządzić wykres według poniższego wzoru



W celu określenia błędu średniego odchylenia parametru ΔE należy dokonać 7 pomiarów danego pola a następnie obliczyć błąd korzystając ze wzoru:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2}$$

gdzie:

n – liczba pomiarów

x_i – wartość wielkości mierzonej

\tilde{x} – średnia arytmetyczna serii pomiarów

Po podstawieniu:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \tilde{x})^2 + (x_2 - \tilde{x})^2 + \dots + (x_7 - \tilde{x})^2}{(n-1)}}$$

6 Wykonanie ćwiczenia

- Dokonać wzrokowej oceny jakości druku przedstawionych przez prowadzącego odbitek próbnych
- Wykonać przy użyciu spektrofotometru 6 pomiarów wartości parametru ΔE wskazanych przez prowadzącego miejsc na odbitkach
- Uzyskane wyniki pomiarów zawrzeć w tabeli, a następnie przedstawić ich interpretację graficzną
- Dla wskazanego punktu określić błąd średniego odchylenia parametru ΔE

7 Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Tabele z wynikami pomiarów wartości parametru ΔE
2. Graficzną interpretację uzyskanych wyników
3. Obliczenie błędu średniego odchylenia parametru ΔE
4. Wnioski i spostrzeżenia dotyczące przyczyn różnic odwzorowania barw na badanych wydrukach