



Przewodnik

Barwa i jakość

HEIDELBERG

Spis treści

1 Światło i barwa

1.1	Światło jest barwą	2
1.2	Widzenie barw	4
1.3	Tworzenie barw wypadkowych	5
1.4	Systemy opisu barw	7

2 Reprodukacja barw w drukowaniu

2.1	Grubość warstwy farby	10
2.2	Rastrowa wartość tonalna druków	10
2.3	Względna kontrastowość drukowania	17
2.4	Równowaga barw / budowa obrazu	18
2.5	Przyjmowanie farby przez farbę	21
2.6	Paski kontrolne	22

3 Densytometria

3.1	Zasada pomiaru densytometrem refleksyjnym	24
3.2	Stosowanie filtrów w densytometrii	26
3.3	Pojęcie gęstości optycznej w densytometrii	27
3.4	Pomiar	28
3.5	Parametry odbitek mierzone densytometrycznie	30
3.6	Ograniczenia densytometrii	32

4 Kolorymetria

4.1	Pomiary barw	34
4.2	Znormalizowane źródła światła	35
4.3	Znormalizowane źródła światła	35
4.4	Obserwator standardowy / funkcje kolorymetryczne	36
4.5	Pomiary spektrofotometryczne	37
4.6	Różnica barw ΔE	38
4.7	Munsell	46
4.8	Metoda trójchromatyczna	46
4.9	Metoda widmowa (spektralna)	47
4.10	Spektralna kontrola jakości druków	48
4.11	Pasemka kontrolne	49
4.12	Regulowanie nadawania farb	49
4.13	Standaryzacja procesów drukowania	54
4.14	Zalety kolorymetrii w drukowaniu offsetowym	57

1 Światło i barwa

1.1 Światło jest barwą

Żyjemy w świecie pełnym barw.

Barwami wzbogacamy nasze otoczenie tak, by czuć się w nim dobrze.

Przestrzeń ukształtowana barwą ma bezpośredni wpływ na nasze wrażenia i samopoczucie. Harmonia osiągnięta trafnie dobranymi barwami wprowadza nas w dobry nastrój.

Także przemysł poligraficzny stosuje barwy, aby lepiej prezentowały się jego wyroby. Odbiorcy stale zwiększają wymagania dotyczące jakości otrzymywanych druków. Powoduje to stałe podwyższanie ich wymagań jakościowych.

Ocena barw odbitek wymaga ich odpowiedniego widzenia. Dla realizacji tego celu potrzebne jest światło. Światło słoneczne jest pierwotnym źródłem światła.

W przeciwieństwie do niego, większość przedmiotów z naszego otoczenia nie wysyła światła. Są to tak zwane wtórne źródła światła. Przedmioty i ich barwy zobaczyć możemy tylko wtedy, kiedy zostaną oświetlone.

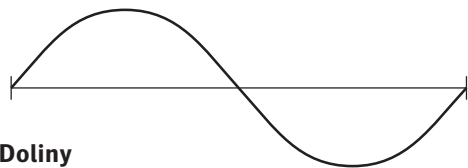


Światło jest promieniowaniem, które rozchodzi się z bardzo dużą prędkością ok. 300 000 km/s.

Ściślej mówiąc, światło składa się z elektromagnetycznych drgań, które się rozprzestrzeniają w formie fal.

Podobnie do fal na wodzie, fale świetlne mają grzbiety i doliny.

Grzbiety



Doliny

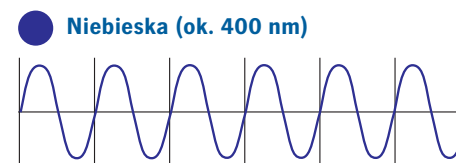
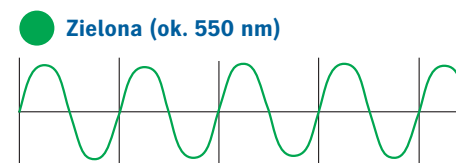
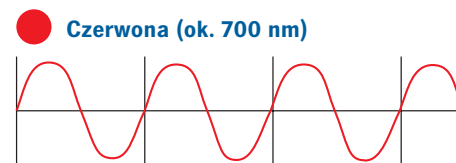
Fale można opisać albo przez ich długość, albo przez ilość ich drgań na sekundę. Długości fal podawane są w takich jednostkach, jak: kilometr (km), metr (m), centymetr (cm), milimetr (mm), nanometr (nm) i pikometr (pm).

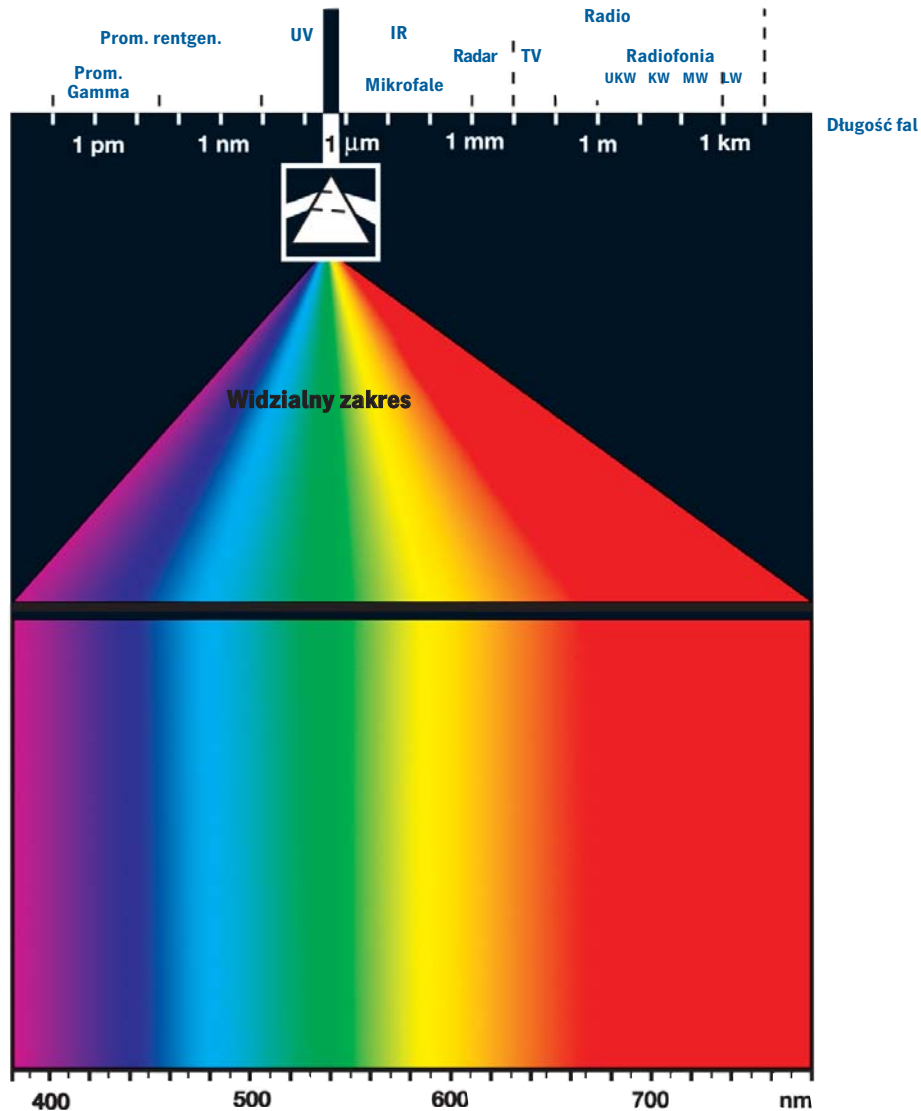
Ilość drgań na sekundę – częstotliwość – podawana jest w hercach (Hz).

Różne długości fal mają wielorakie zastosowania, i tak: promieniowanie rentgenowskie stosowane jest w diagnostyce medycznej, mikrofalowe zaś – w kuchenkach, stanowiących wyposażenie wielu gospodarstw domowych. Inne długości fal służą do przenoszenia rozmów telefonicznych, przesyłania programów radiowych czy telewizyjnych.

Tylko bardzo mały wycinek z elektromagnetycznych fal postrzegany jest jako barwne światło. Zakres długości widzialnych fal zawarty jest między 380 nm (światło nadfioletowe – UV) a 780 nm (światło podczerwone – IR). Za pomocą pryzmatu rozszczepić można światło na jego barwy składowe. Światło białe, składające się z wszystkich barw widma, widoczne jest po rozszczepieniu jako barwy tęczy. (Zobacz str. 4).

Rysunek obok pokazuje, że długości fal barw czerwonej, zielonej i niebieskiej stają się coraz krótsze.





1.2 Widzenie barw

Barwy stają się „widoczne” dopiero w wyniku działania światła. Dlaczego?

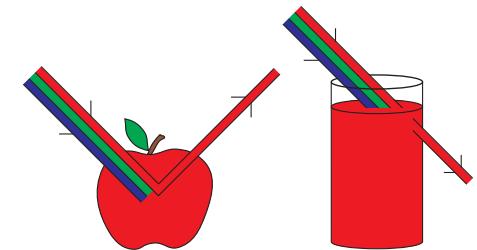
Barwa nie jest właściwością przedmiotu, tak jak jego kształt. Obiekty fizyczne mają właściwości pochłaniania (absorbowania) albo odbijania (refleksji) światła o określonych długościach fal. Widzimy tylko te barwy, które odpowiadają długościom fal odbitych. Jeżeli białe światło pada na jakiś przedmiot, zachodzi jeden z podanych niżej przypadków:

- Światło jest w całości absorbowane, wówczas postrzegamy przedmiot jako czarny.
- Światło jest w całości odbite, wtedy przedmiot widzimy jako biały.
- Światło w całości przechodzi przez przedmiot, wówczas barwa światła nie ulega zmianie.
- Część światła jest absorbowana, a reszta odbita, wtedy widzimy barwę, której odcień zależy od tego, jakiej długości fale zostały odbite, a jakiej – absorbowane.

- Część światła jest absorbowana, a reszta przepuszczona: widzimy barwę, której odcień zależy od tego, jakie długości fal zostały absorbowane, a jakie – przepuszczone.
- Część światła jest odbita, a reszta przepuszczona: zmianie ulega zarówno barwa światła odbitego, jak i przepuszczonego.

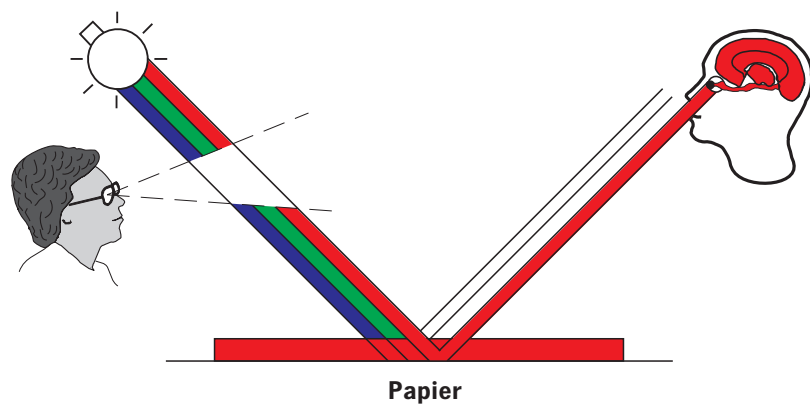
Światło przepuszczone przez ciało lub przez nie odbite zostaje w naszym oku przekształcone w impulsy nerwowe, które w mózgu wywołują wrażenie postrzegania barwy.

Światło przepuszczone przez ciało lub przez nie odbite zostaje w naszym oku przekształcone w impulsy nerwowe, które w mózgu wywołują wrażenie postrzegania barwy.



W siatkówce oka znajdują się dwa rodzaje światłoczułych komórek. Są to pręciki i czopki. Pręciki biorą udział w ocenie jasności i ciemności, a czopki – barwy. Trzy różne rodzaje czopków są czułe na światło w określonych zakresach długości fal. Jedne reagują na światło w zakresie od ok. 400 do 500 nm, są dzięki temu czułe na światło niebieskie. Inne czopki „widzą” tylko w zakresie od 500 do 600 nm – reagują zatem na światło zielone. Trzeci rodzaj czopków jest czuły na światło czerwone, które obejmuje zakres od 600 do 700 nm.

Budowa pręcików i czopków czyni oko ludzkie tak czułym, że może ono postrzegać i odróżniać miliony barw.



1.3 Tworzenie barw wypadkowych

1.3.1 Metoda addytywna

W metodzie addytywnej barwa wypadkowa powstaje w wyniku nałożenia na siebie promieniowań o zróżnicowanej barwie. W wypadku zestawienia wszystkich barw widma powstaje barwa biała.

Podstawowymi barwami w addytywnym tworzeniu barw wypadkowych są: czerwona, zielona i niebieska.

Są to tak zwane 1/3 barwy, ponieważ każda reprezentuje tylko jedną trzecią widzialnego widma. Zasadę addytywnego tworzenia barw wypadkowych można poglądowo wyjaśnić za pomocą trzech rzutników do przeźroczy, które zostały wyposażone w filtry o barwach podstawowych – addytywnych. Rzucając teraz z nich barwne strumienie światła

na ekran, zobaczymy trzy barwne koła (rysunek poniżej) zawierające następujące barwy wypadkowe:

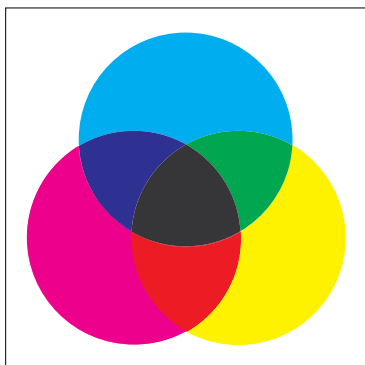


W obszarach nałożenia trzech promieniowań powstają następujące barwy wypadkowe:

Zielona	+	Czerwona	=	Żółta
Zielona	+	Niebieska	=	Cyjan
Niebieska	+	Czerwona	=	Purpurowa
Niebieska	+	Czerwona + Zielona	=	Biała
Brak światła			=	Czarna

Addytywne tworzenie barw wypadkowych stosowane jest w telewizji barwnej i w teatrach do odtwarzania wszystkich barw widma widzialnego.

Metoda subtraktywna



W metodzie subtraktywnej odejmowane są ze światła białego różne części składowe. W wypadku odjęcia wszystkich składowych powstaje czerni.

Podstawowymi barwami w metodzie subtraktywnej są: cyjan, purpurowa i żółta. Są to tak zwane 2/3 barwy, gdyż reprezentują one dwie trzecie zakresu widzialnego widma.

Można je uzyskać albo przez odjęcie od światła białego jednej barwy z podstawowych barw addytywnych (np. za pomocą filtra), albo przez zmieszanie światła dwóch podstawowych barw addytywnych.

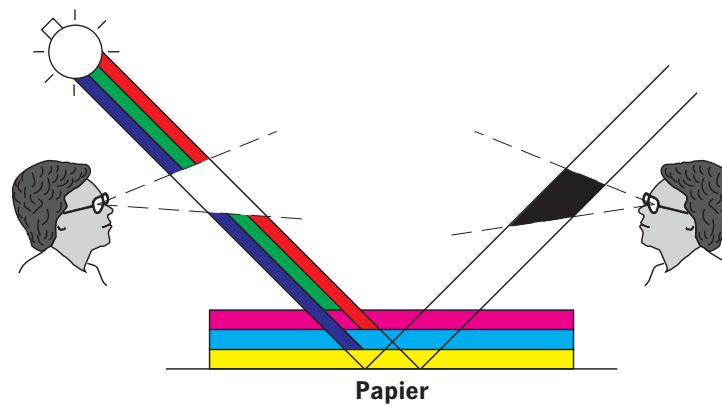
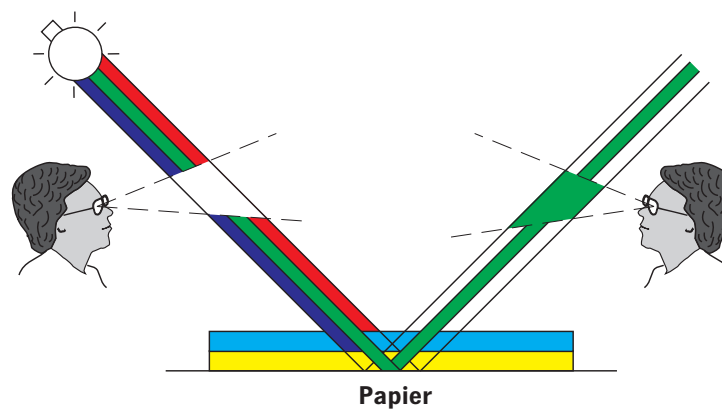
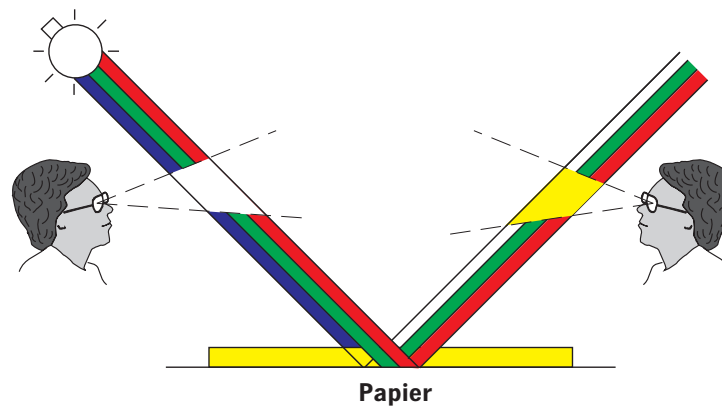
Farby do drukowania wielobarwnego stanowią transparentny materiał, który działa podobnie jak filtr. Jaką zatem otrzyma się barwę po zadrukowaniu białego papieru substancją, która absorbuje barwę niebieską?

W tym wypadku z białego światła usunięta zostanie barwa niebieska; barwa zielona i czerwona zostają odbite. Z tych dwóch barw metodą addytywną powstanie barwa żółta – barwa, jaką widzimy.

Farba drukowa (żółta) odjęta z białego światła (składającego się z barwy czerwonej, zielonej i niebieskiej) jedną

Metodą subtraktywną, w wyniku nałożenia na siebie farb cyjanowej, purpury i żółtej powstają następujące barwy wypadkowe:

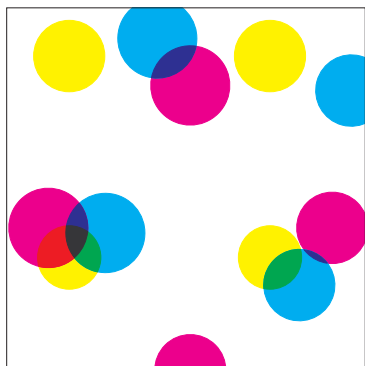
Cyjan	+	Żółta	=	Zielona
Żółta	+	Purpurowa	=	Czerwona
Purpurowa	+	Cyjan	=	Niebieska
Cyjan	+	Purpurowa + Żółta	=	Czarna
Brak farby			=	Biała



trzecią zakresu promieniowania (niebieskie). Załóżmy, że dwie transparentne substancje zostały na siebie nadrukowane, np. farby drukowe żółta i cyjan, to wtedy obie substancje filtrują kolejno z białego światła części niebieskie i czerwone. W wyniku tego postrzegamy światło zielone.

Te dwie farby drukowe wspólnie usunęły z białego światła dwie trzecie jego składowych.

Po nadrukowaniu na siebie trzech farb drukowych: cyjanu, purpury i żółtej, padające światło jest w całości absorbowane (brak odbicia światła, widzimy czerní).



1.3.3 Barwy wypadkowe odbitek rastrowanych

Ilustracje wielotonalne są drukowane czterema farbami drukowymi: cyjanem, purpurą, żółtą i czarną.

Farba drukowa czarna poprawia ostrość i głębię obrazu.

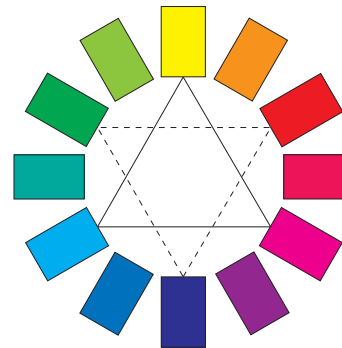
Utworzona sposobem subtraktywnym czerní z farb cyjanowej, purpury i żółtej nigdy nie daje, wskutek właściwości pigmentów farb triadowych, prawdziwej czerni.

W drukowaniu offsetowym punkty rastrowe są różnej wielkości w zależności od wymaganej barwy wypadkowej. W wyniku drukowania punkty rastrowe drukowane różnymi farbami nakładają się na siebie w całości albo częściowo, inne zaś pozostają samodzielnie. Obserwując punkty przez lupę (patrz rysunek) widzimy barwy, które – z wyjątkiem bieli papieru – powstały w wyniku subtraktywnego działania farb. Bez pomocy lupy, przy ocenie druków z normalnej odległości, oko nasze nie jest w stanie odróżnić pojedynczych punktów rastrowych na wydrukowanym obrazie.

Wrażenie barw wypadkowych na odbicie powstaje w sposób addytywny.

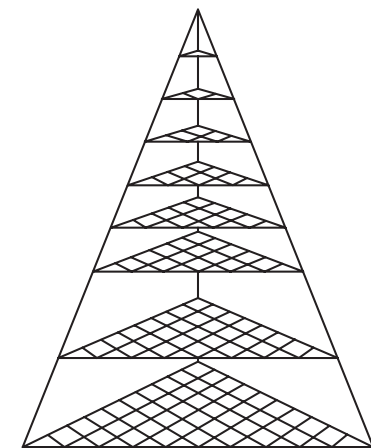
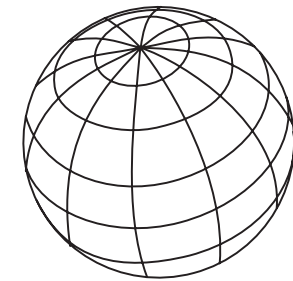
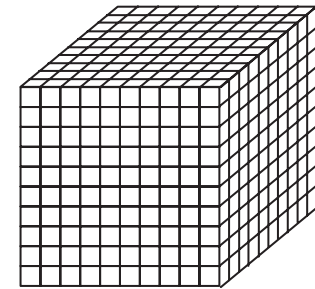
Połączenie subtraktywnego i addytywnego tworzenia barw wypadkowych nazywane jest sposobem autotypijnym.

1.4 Systemy opisu barw



Każdy człowiek inaczej postrzega barwę. Toteż opisy odcieni barw w ocenie wielu osób różnią się znacznie między sobą, co prowadzi do różnych wyników. Drukarz potrzebuje jednak jednoznacznej skali ocen. W tym celu stworzone zostały różnorodne systemy oceny barw. Wielu producentów farb drukowych dołącza do swoich wyrobów wzorniki farb w formie katalogów, nadając im własne oznaczenia, np. Novavit 4F 434. Inni zaś preferują wzorniki farb w formie wachlarzyków, jak np. HKS i Pantone.

Ciekawym środkiem pomocniczym są koła barw, podzielone na 6, 12, 24 i więcej części. Wszystkie te systemy pokazują poszczególne odcienie barw i przyporządkowują im nazwy. Nie obejmują one nigdy wszystkich barw.



Jak już wspomniano, postrzeganie barw zależy od stanu pobudzenia receptorów naszego oka czułych na barwę czerwoną, zieloną i niebieską. Do jednoznacznego opisanego różnych barw wymagane są trzy wartości liczbowe.

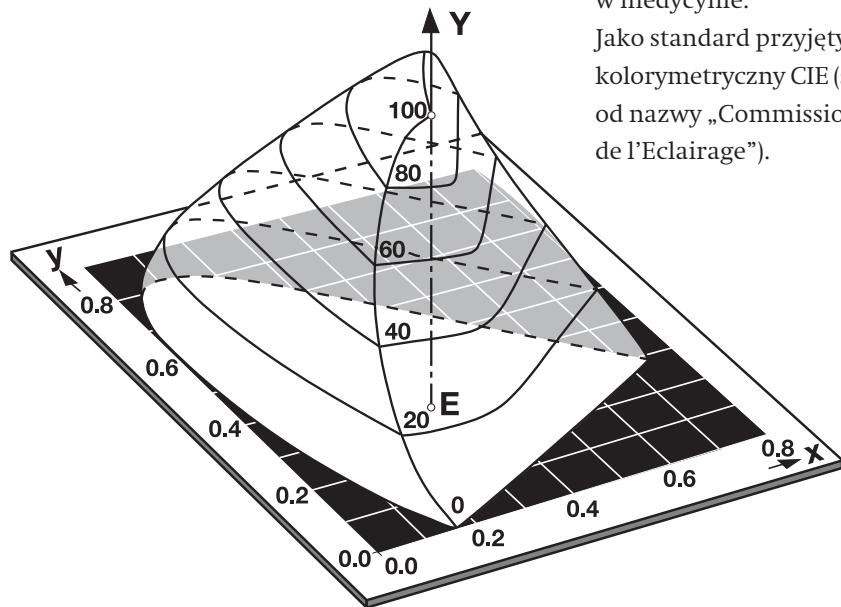
W takim systemie istnieje możliwość opisanego, np. barwy zielonej, następująco: zielona (G) = 0 x czerwona (R) + 1 x zielona (G) + 0 x niebieska (B), albo krócej: $G = 0 \times R + 1 \times G + 0 \times B$.

Jeśli wykreśli się i przedstawi barwy podstawowe jako osie układu współrzędnych, to otrzyma się tak zwaną przestrzeń barw.

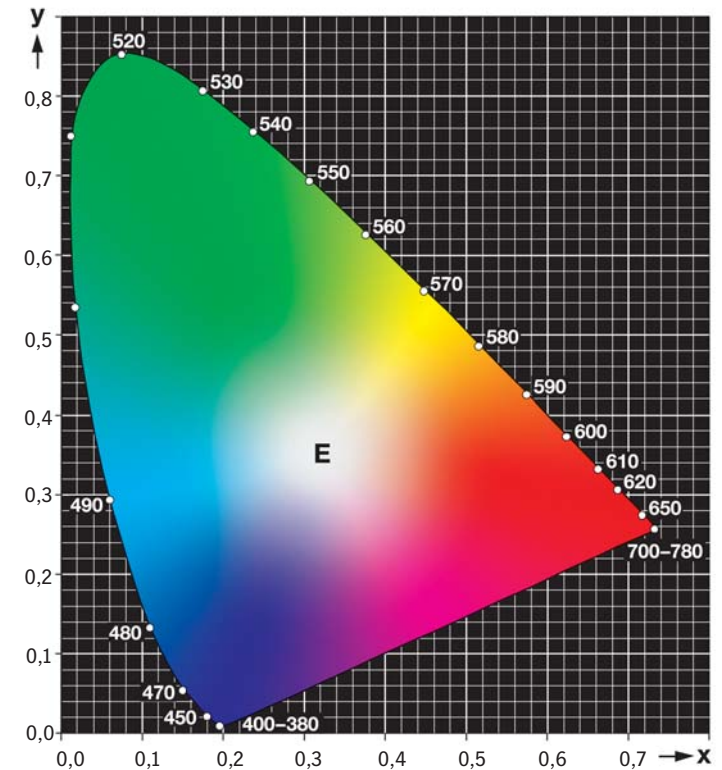
Ponieważ wielu ekspertów zajmujących się systematyką barw miało rozbieżne poglądy na budowę przestrzeni barw, opracowane zostały różne jej warianty. Wszystkie zdefiniowane przez nich przestrzenie barw mają swoje zalety i wady.

Najważniejsze przestrzenie barw zostały ujęte w normach międzynarodowych. Stosowane są one w różnych dziedzinach produkcyjnych, na przykład: w przemyśle farb i lakierów, fabrykach tekstylnych, przemyśle spożywczym lub w medycynie.

Jako standard przyjęty został układ kolorymetryczny CIE (skrót CIE pochodzi od nazwy „Commission Internationale de l'Eclairage”).



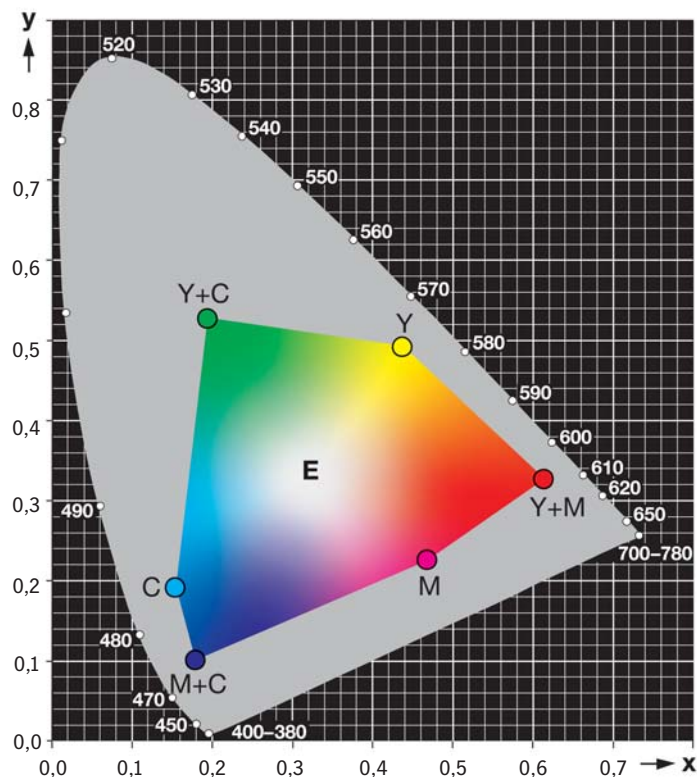
Wizualne postrzeganie barw w płaszczyźnie o danej jasności przestrzeni barw CIE (płaski wykres chromatyczności, zwany „podeszwą”).



W systemie tym stosuje się składowe trójchromatyczne X, Y i Z jako wielkości określające barwę, zamiast składowych R, G i B. Z praktycznych względów wyprowadzono z nich współrzędne chromatyczności x i y oraz wartość jasności Y (w tym wypadku wartość jasności Y jest miarą jasności barwnych przedmiotów). Położenie każdej barwy może zostać jednoznacznie wyznaczone trzema współrzędnymi. Barwy o tej samej jasności Y mogą być

przedstawione za pomocą dwóch współrzędnych na jednej płaszczyźnie.

Przekrój przestrzeni barw CIE względem danej jasności tworzy płaską powierzchnię chromatyczności CIE (w kształcie podeszwy). Barwy widmowe są barwami o największym stopniu nasycenia, które można uzyskać z poszczególnych odcieni barw (długości fal). Są one usytuowane na obrzeżach płaskiego wykresu chromatyczności CIE. Na wykresie ciąg barw



Odtwarzalny obszar barw wg skali europejskiej – DIN 16539.

widmowych opisany jest długościami fal (w nm), które odpowiadają danej barwie. Linie prostą łączącą punkty odpowiadające długości 380 i 780 nm nazywamy linią purpury. Współrzędne układu trójkromatycznego wszystkich barw, które powstają w wyniku addytywnego łączenia barw widmowych, zawarte są wewnątrz powierzchni zamkniętej ciągiem barw widmowych i linią purpury.

Punkt środkowy ma współrzędne $x = 0,333$ i $y = 0,333$. Dla pierwotnych źródeł światła oznaczony jest on literą E (widmo równoenergetyczne lub ekwienergetyczne), a niekiedy literą U dla obiektów odbijających promieniowanie.

Nasycenia wszystkich barw wzrastają począwszy od punktu środkowego w kierunku ciągu barw widmowych. W skali europejskiej DIN 16 539, zdefiniowane są pozycje barw farb offsetowych: cyjanowej, purpurowej i żółtej,

do drukowania trój- i czterobarwnego. Oprócz tego są w niej również określone pozycje drugorzędowych barw: czerwonej, zielonej i niebieskiej, powstałych z subtraktywnego tworzenia barw. Na następnym płaskim wykresie chromatyczności zostały naniesione, zgodnie z normą DIN 16 539, pozycje barw oraz obszar barw, możliwy do osiągnięcia w drukowaniu.

Rozkład ten jest bardzo podobny dla wszystkich wartości jasności Y. Odcienie barw zawarte w sześciokącie są możliwe do odtworzenia w czterobarwnym drukowaniu farbami skali europejskiej. Barwy znajdujące się poza tym zakresem

możliwe są do uzyskania tylko przez zastosowanie dodatkowych specjalnych farb o innych barwach.

Wartości współrzędnych chromatyczności i jasności dla papierów powlekanych w określonych warunkach drukowania i pomiaru barw w skali DIN 16 539: wartości x , y i Y są ustalane spektrofotometrycznie.

Są one wprowadzane do ręcznego przyrządu pomiarowego, albo do centralnego stanowiska pomiarowego, połączonego bezpośrednio z systemem regulacji nadawania farby (np. Heidelberg Prinect® Axis Control® i Prinect® Image Control).

Barwy farb podstawowych i pochodnych	Współrzędne chromatyczności		Wartość jasności Y
	x	y	
Żółta	0,437	0,494	77,8
Purpurowa	0,464	0,232	17,1
Cyjan	0,153	0,196	21,9
Żółta-Purpura	0,613	0,324	16,3
Żółta-Cyjan	0,194	0,526	16,5
Purpura-Cyjan	0,179	0,101	2,8

2 Reprodukacja barw w drukowaniu

Kontrola jakości drukowania ma na celu zapewnienie prawidłowego reprodukcji barw oryginału i jednakowej jakości w całym nakładzie. Oprócz farby drukarskiej i barwy zadrukowywanego materiału najważniejszymi czynnikami wpływającymi na jakość druków są: grubość warstwy farby, rastrowa wartość tonalna, równowaga barw, zdolność przyjmowania farby przez farbę i kolejność drukowania farb.

2.1 Grubość warstwy farby

W drukowaniu offsetowym, ze względu na metodę drukowania, maksymalna możliwa do przeniesienia grubość warstwy farby wynosi ok. 3,5 μm .

Podczas drukowania na papierach powlekanych farbami wg DIN 16 539, właściwe barwy powinny zostać osiągnięte przy grubościach warstw farb od 0,7 do 1,1 μm . Niewłaściwe wyciągi barw, nieodpowiednie podłoże drukowe lub użycie niewłaściwych farb mogą być przyczyną tego, że na odbitkach nie zostaną osiągnięte barwy odpowiadające naróżnym punktom znormowanych farb na płaskim wykresie chromatyczności CIE.

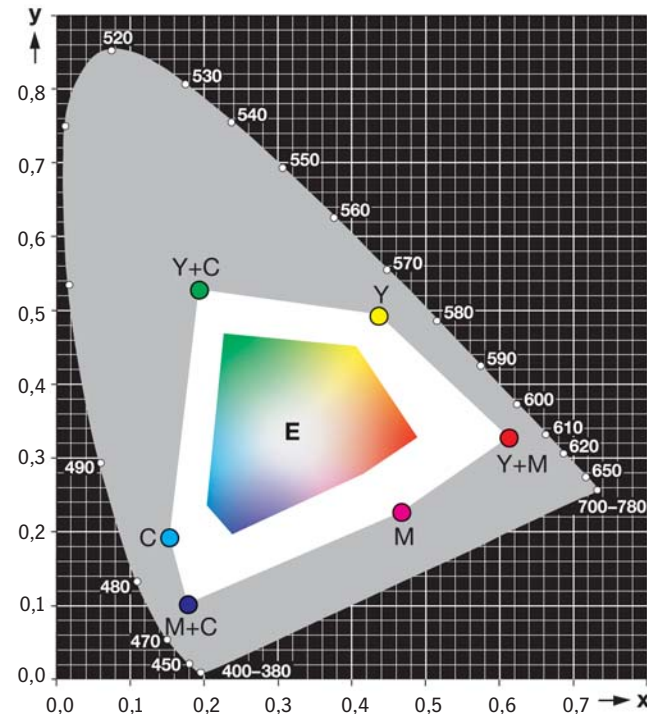
Obszar odtwarzalny barw zmniejsza się również przy nieoptymalnym nadawaniu farb. Jest on zaznaczony na rysunku białą powierzchnią. Obrazuje on, jak został ograniczony obszar barw wskutek nieoptymalnego nadawania farb triadowych.

Z punktu widzenia fizyki wpływ grubości warstwy farby na wygląd odbitek można wyjaśnić następująco:

Farby drukarskie nie są kryjące, lecz w zasadzie transparentne; w rezultacie światło przenika warstwę farb. Penetrując warstwę spotyka się ono z pigmentami, które w mniejszym lub większym stopniu pochłaniają (absorbują) światło o określonej długości fal.

Im większa jest koncentracja pigmentów i grubość warstwy farby, tym większa część strumienia pierwotnego światła jest absorbowana przez pigment. Kolejno strumień światła osiąga (białą) powierzchnię podłoża drukowego, od którego zostaje odbity. Zanim światło trafi do oka obserwatora, musi przeniknąć ponownie warstwę farby.

Gruba warstwa farby absorbuje więcej światła i odbija je w mniejszym stopniu aniżeli cienka warstwa farby; w efekcie



oceniający widzi barwę ciemniejszą i bardziej nasyconą. Promieniowanie docierające do oka obserwatora stanowi podstawę oceny każdej farby.

2.2 Rastrowa wartość tonalna druków

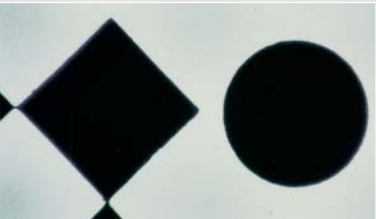
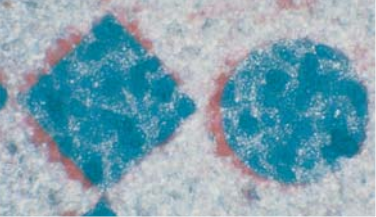
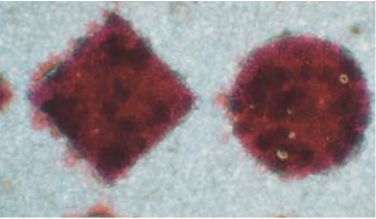
Rastrowa wartość tonalna druków jest obok farby drukarskiej najważniejszym parametrem wpływającym na wizualną ocenę barw. Rastrowa wartość tonalna druków określa stopień pokrycia po-

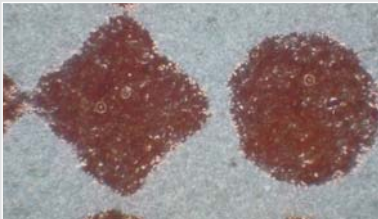
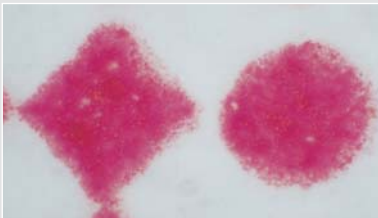
wierzchni podłoża drukowego farbą. Im jaśniejszy jest reprodukowany ton, tym mniejsza część powierzchni pokryta jest farbą. Do odtworzenia różnych niuansów barw stosuje się w klasycznym rastrowaniu raster o stałej liniaturze (zwanej także stałą rastra), który tworzy w równych odległościach punkty rastrowe o wielkościach zależących od żądanego tonu. Natomiast podczas stosowania rastra z modulacją częstotliwościowo zmienną

występują różne odległości pomiędzy punktami rastrowymi o równych wielkościach. Wartości tonów rastrowanych podawane są zwykle w procentach.

2.2.1 Zmiany wartości tonu rastrowanego

Podczas przenoszenia punktów rastrowych z filmu przez formę drukową i obciąż offsetowy na zadrukowywane podłoże, wskutek różnych oddziaływań ulegają zmianie geometrycznie mierzone wielkości powierzchni punktów rastrowych, a więc i rastrowa wartość tonalna. Powyższe zmiany rastrowych wartości tonalnych (patrz rozdz. 2.2.3) mogą być kompensowane w etapach przed drukowaniem. W tym celu mierzy się tony rastrowane na wzorcowych drukach, porównując ich wartości z oryginałem; uzyskane wartości wyznaczają krzywą charakterystyczną drukowania. Jeżeli w czasie wszystkich procesów (od skanowania oryginału do drukowania) stosowane są stałe parametry technologiczne, należy oczekiwać, że druki będą wierne w stosunku do oryginału. Kompensowanie odchyłeń wartości tonów daje możliwość wierniejszego odtworzenia oryginału drukiem. Nie można jednak przewidzieć przesunięcia wartości tonalnych na odbitkach spowodowanego trudnościami drukowania. Szczególnie ważne są następujące:

Etap technologiczny	Czynniki wpływające na punkt rastrowy	Wygląd punktu rastrowego
Film Montaż Kopiowanie Wywoływanie	Krawędzie filmu, klej Odczynniki chemiczne, czas wywoływania	 <p data-bbox="1608 507 1982 614">Dwa punkty rastrowe na filmie (powiększone ok. 150 razy)</p>
Forma drukowa Naświetlanie płyt Zwilżanie	Materiał, zużycie podczas drukowania Czas naświetlania, stan próżni, podświetlenia Ilość roztworu zwilżającego, wartość pH, napięcie powierzchniowe, twardość wody, temperatura	 <p data-bbox="1608 933 1982 997">Punkty rastrowe na formie drukowej</p>
Nadawanie farby Forma drukowa /obciąż offsetowy	Grubość warstwy farby, jej konsystencja i temperatura Odtaczanie	 <p data-bbox="1608 1264 1982 1327">Punkty rastrowe na formie drukowej – po nadaniu farby</p>

Etap technologiczny	Czynniki wpływające na punkt rastrowy	Wygląd punktu rastrowego
<p>Obciąż offsetowy</p> <p>Obciąż offsetowy /Podłoże drukowe</p>	<p>Materiał obciążu, charakter powierzchni</p> <p>Odtaczanie</p>	 <p>Punkty rastrowe na obciążu offsetowym</p>
<p>Podłoże drukowe Transport arkuszy Wykładanie</p>	<p>Powierzchnia, jakość papieru Pasowanie podczas przenoszenia Rysowanie druków</p>	 <p>Duże powiększenie punktów wyraźnie pokazuje poprawny ich kształt na podłożu drukowym</p>

Przyrost lub zmniejszanie punktów rastrowych

• Przyrost punktów rastrowych

Przez pojęcie przyrostu punktów rastrowych należy rozumieć przyrost rastrowej wartości tonalnej na odbitce względem jego wartości na formie kopiowej. Część przyrostu zależy od: technologii drukowania, materiałów, stanu maszyny i jest ona niezależna od drukarza. Częściowo jednak drukarz ma wpływ na wielkość przyrostu punktów rastrowych regulując podawanie farby podczas drukowania.

• Zasklepianie

Zasklepianie jest to zapełnianie elementów nie drukujących, które może doprowadzić, szczególnie w cieniach, do całkowitego ich zniknięcia. Zasklepianie może być również spowodowane złym odtaczaniem cylindrów lub dublowaniem.

• Wyostrzenie

Wyostrzeniem nazywamy zmniejszanie się rastrowych wartości tonalnych odbitki względem ich wartości na formie kopiowej. W praktyce wyostrzeniem nazywa się często tylko częściowe zmniejszenie przyrostu punktów, mimo że są one w porównaniu z punktami na formie kopiowej nadal większe.

Deformacja punktów rastrowych

• Wydłużanie

Pojęcie wydłużanie określa deformację punktów rastrowych, występującą podczas drukowania w wyniku poślizgu w strefie nacisku obciążenia offsetowego względem formy drukowej i/lub zadrukowywanego arkusza. W rezultacie okrągły punkt przybiera kształt owalny. Wydłużanie w kierunku drukowania nazywa się wydłużaniem obwodowym, zaś w kierunku poprzecznym do niego – bocznym. Jeżeli nastąpią oba wydłużania równocześnie, to powstaje wydłużanie skośne.

• Dublowanie

W drukowaniu offsetowym pojęcie dublowanie określa odbitkę, na której obok punktów rastrowych o pełnym nasileniu farby znajdują się punkty rastrowe o mniejszym nasileniu farby i najczęściej o mniejszych wymiarach. Dublowanie powstaje wskutek nieidealnego przenoszenia farby z obciążenia offsetowego na

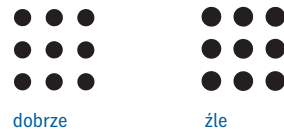
odbitki podczas drukowania kolejnych odbitek.

• Brudzenie (odciąganie)

Brudzeniem (odciąganiem) nazywa się deformację punktów rastrowych, która następuje przez działanie mechaniczne na odbitki po zakończeniu procesu drukowania. Następuje, gdy farba ze świeżo zadrukowanych odbitek przechodzi na inne powierzchnie.

Na co drukarz musi zwracać uwagę

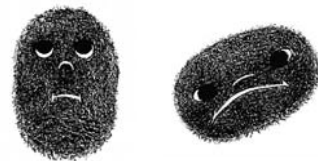
Wielkość poszerzenia może być określona wizualnie i mierzona za pomocą pasemek kontrolnych. Do oceny wyłącznie wizualnej stosuje się specjalne pasemka sygnalizacyjne. Zasklepienie kontroluje się elementami pomiarowymi o wysokich rastrowych wartościach tonalnych.



Zasklepienie



Wyostrowanie



Wydłużanie



Dublowanie



Brudzenie (odciąganie)

Częstą przyczyną poszerzenia i zasklepienia jest zbyt duże nadawanie farby, a za mało – roztworu zwilżającego; albo zbyt duży nacisk między formą drukową, a obciążeniem offsetowym; albo niewystarczająco napięty obciążenie. Ponadto przyczyną tego zjawiska może być niewłaściwe ustawienie walców farbowych i zwilżających.

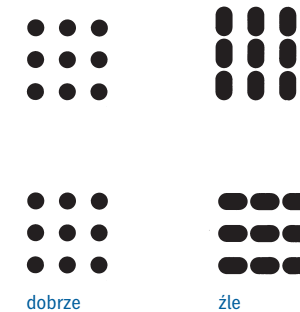


Z prawidłowej formy drukowej, druk będzie wyglądał pełniej niż jego odpowiednik na formie kopiowej. Przyczyną wyostrowania się rysunku na druku mogą być takie czynniki, jak np. zanik rysunku na formie drukowej czy odkładanie się farby na obciążeniu offsetowym. Zapobiec temu można przez częstsze mycie obciążenia i zespołu farbowego, zmianę farby lub kolejności drukowania. Ponadto należy sprawdzić

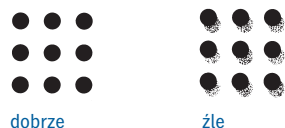


ustawienie wałków nadających, nacisk drukowania i prawidłowość odtaczania się cylindrów.

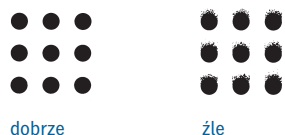
Wydłużanie najwyraźniej jest sygnalizowane przez rastry liniowe. Równolegle względem siebie usytuowane linie umożliwiają w wielu przypadkach ustalenie kierunku wydłużania. Wydłużanie obwodowe wskazuje najczęściej na różnicę obwodów między cylindrem formowym a pośrednim albo na zbyt duży nacisk w procesie drukowania. Dlatego należy bardzo dokładnie sprawdzać prawidłowość odtaczania i wielkość nacisku. Często przyczyną wydłużania punktów rastrowych jest również niedostateczne napięcie obciążenia offsetowego lub nadmierne nadanie farby. Wydłużanie boczne związane jest z innymi problemami. W tym wypadku należy zwrócić szczególnie uwagę na podłoże drukowe i obciążenie offsetowe.



Do kontrolowania dublowania i wydłużania służą te same pasemka kontrolne. Dodatkowo należy sprawdzić punkty rastrowe przez lupę, gdyż same elementy utworzone z liniowego rastra nie informują, czy wystąpiło wydłużanie, czy dublowanie. Przyczyny dublowania są różnorodne; najczęściej związane są z podłożem drukowym.



Brudzenie (druków) zdarza się bardzo rzadko w nowoczesnych, arkuszowych maszynach offsetowych. Jego przyczyną są miejsca w maszynie arkuszowej, np. elementy metalowe, na których opiera się arkusz stroną świeżo zadrukowaną. Szttywne podłoże drukowe zwiększa możliwość wystąpienia brudzenia. Zjawisko może wystąpić zarówno w stosie papieru, jak i podczas dalszej obróbki zadrukowanych arkuszy.



Wielkość przyrostów rastrowej wartości tonalnej ustalić można szybko wizualnie za pomocą pola sygnalizującego pasemka kontrolnego SLUR. Pole to wzmacnia w ocenie wizualnej wadliwość drukowania.

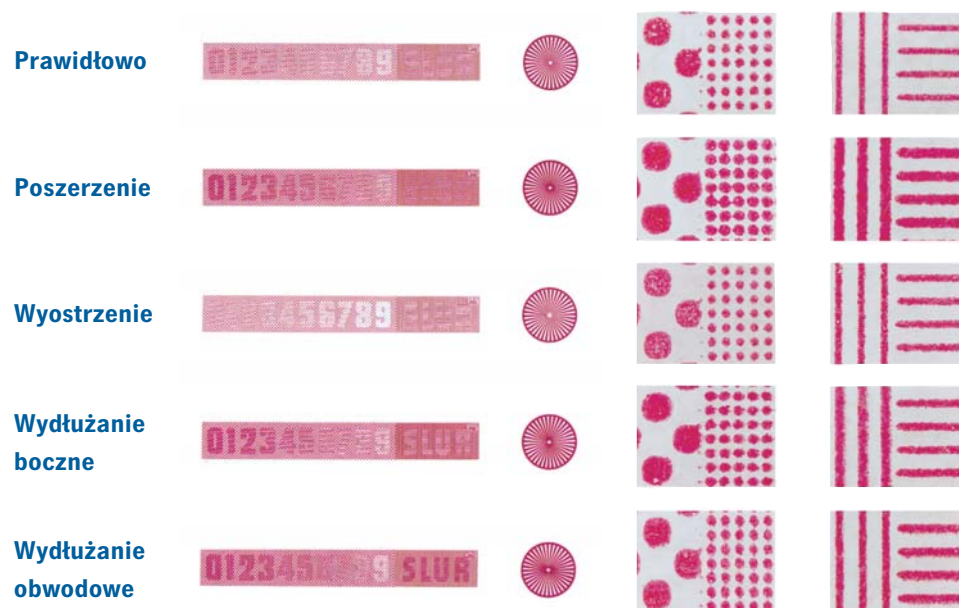
Wady takie, jak poszerzanie lub wyostrozanie, wydłużanie bądź dublowanie są bardziej widoczne na polu rastrowanym o wyższej liniaturze niż o niższej liniaturze. Małe punkty rastrowe poszerzają się lub zmniejszają o tę samą szerokość otoczki, co duże punkty. Duża ilość małych punktów rastrowych ma w sumie kilkakrotnie dłuższy obwód niż punkty duże, i dla jednakowej rastrowej wartości tonalnej. Podczas drukowania małymi punktami rastrowymi gromadzi się zatem na odbitce więcej farby, niż wokół punktów dużych. Toteż pole rastrowane o większej liniaturze rastra (drobniejszych punktach) staje się ciemniejsze, niż pole o większych punktach. Fakt ten został wykorzystany w elementach kontrolnych sygnalizacyjnych i pomiarowych.

Efekt ten można wyjaśnić na przykładzie budowy i funkcji pasemka SLUR.

W pasemku tym zestawiono obok siebie elementy o dużych punktach rastrowych (tło) z małymi punktami (liczby).

W przeciwieństwie do dużych elementów rastrowych, mających jednakową rastrową wartość tonalną (tło), umieszczone zostały cyfry od 0 do 9 ze wzrastającym wyostrozaniem, zmniejszającą się wartością tonu (zbudowane są one w porównaniu do tła z małych punktów rastrowych). Na dobrze wydrukowanym arkuszu cyfry 3 nie można odróżnić od tła, gdyż ma ona tę samą rastrową wartość tonalną. W przypadku wystąpienia przyrostu punktów rastrowych, kolejna cyfra z wyostrozoną wartością tonalną zbliża się do wartości tonalnej tła. Im większy przyrost punktów rastrowych, tym bardziej przesuwa się zgodność wartości tonalnej cyfry z tłem na kolejną, wyższą cyfrę.

Wyostrozanie następuje w odwrotnym kierunku. Cyfry 2 lub 1, a nawet 0 stają się nieczytelne. Na podstawie wyglądu cyfr można ustalić, czy występuje przyrost punktów rastrowych lub jego wyostrozanie. Przyczyny tego stanu rzeczy należy ustalić, sprawdzając przez lupę formę drukową i odbitki.



Z części pasemka SLUR, znajdującej się po prawej stronie obok cyfr można rozpoznać, czy nastąpiło wyostrzenie, przyrost punktów rastrowych, ich wydłużanie czy też dublowanie. Przyrost punktów rastrowych powoduje, że wyraz SLUR nadal nie jest czytelny, tak jak przy drukowaniu prawidłowym, chociaż całe jego pole staje się nieco ciemniejsze.

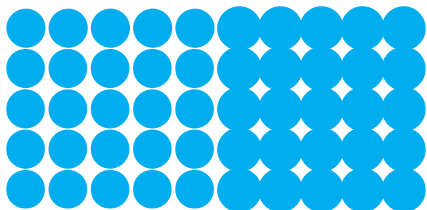
W rzeczywistości wydłużanie i dublowanie trudno jest rozpoznać tylko na podstawie oceny punktów rastrowych. Typowe dla wydłużania poszerzenie rysunku, które związane jest z jego kierunkiem, można łatwo rozpoznać

na polu SLUR. W przypadku wydłużania obwodowego poszerzają się, na pasemku kontrolnym SLUR linie poziome, równoległe do osi cylindra, z których utworzony jest wyraz SLUR. Natomiast podczas wydłużania bocznego poszerzają się linie pionowe, tworząc ciemniejsze tło dla wyrazu SLUR.

Zamieszczone na następnej stronie zdjęcie ilustruje, na przykładzie poszerzonych punktów rastrowych (cyjan), wpływ, jaki mogą wywierać na wynik drukowania zmiany wielkości punktów rastrowych nawet tylko jednego koloru. Jeśli punkty rastrowe zostaną pokryte na formie drukowej większą ilością

farby od żądanej, to zmieni się również odcień barwy druku. Oczywiście, widoczne jest to dopiero po zakończeniu drukowania.

W drukowaniu offsetowym punkty rastrowe wskutek samej techniki przeniesienia farby stają się najczęściej większe. Rezultatem jest przyrost rastrowej wartości tonalnej. Pasemka sygnalizujące pozwalają jedynie rozpoznać, czy wynik drukowania jest dobry, czy też zły: nie określają one liczbowo jakości i wielkości błędów drukowania. Do obiektywnej oceny rastrowej wartości tonalnej określonej liczbowo potrzebne są obiektywne metody pomiarowe.



dobrze

źle

2.2.2 Przyrost rastrowej wartości tonalnej

Przyrost rastrowej wartości tonalnej jest różnicą tych wielkości między formą kopiową a drukiem. Różnica ta powstaje w wyniku geometrycznych zmian wielkości punktów rastrowych oraz skutku efektu pełzania światła (patrz rozdz. 3.4.4).

Dokładnie tak samo, jak rastrowa wartość tonalna (F), przyrost jej (Z) wyrażany jest w procentach (wzory obliczeń znajdują się w rozdz. 3.5). Wartość (Z) to różnica między zmierzonymi wartościami tonów: na druku (F_D) i na formie kopiowej (F_F). Ponieważ przyrost wartości tonalnej jest zróżnicowany w poszczególnych zakresach wartości tonalnych, to powinno się przy podawaniu jego wartości podać także rastrową wartość tonalną formy kopiowej. Na przykład: „15% przyrost wartości tonu przy $F_F = 40\%$ albo prościej $Z_{40} = 15\%$ ”. Nowoczesne urządzenia pomiarowe wskazują już bezpośrednio wielkość przyrostu rastrowej wartości tonalnej.

Uwaga: Zmierzona wielkość przyrostu wartości tonu (Z) określa w liczbach bezwzględnych różnicę między wartością tonu w druku F_D a jego wartością na formie kopiowej F_F lub wartością w formie cyfrowej.

2.2.3 Krzywa charakterystyczna drukowania

Różnice między rastrowymi wartościami tonalnymi na drukach F_D i wartościami na formie kopiowej F_F są przedstawione za pomocą krzywej charakterystycznej drukowania.

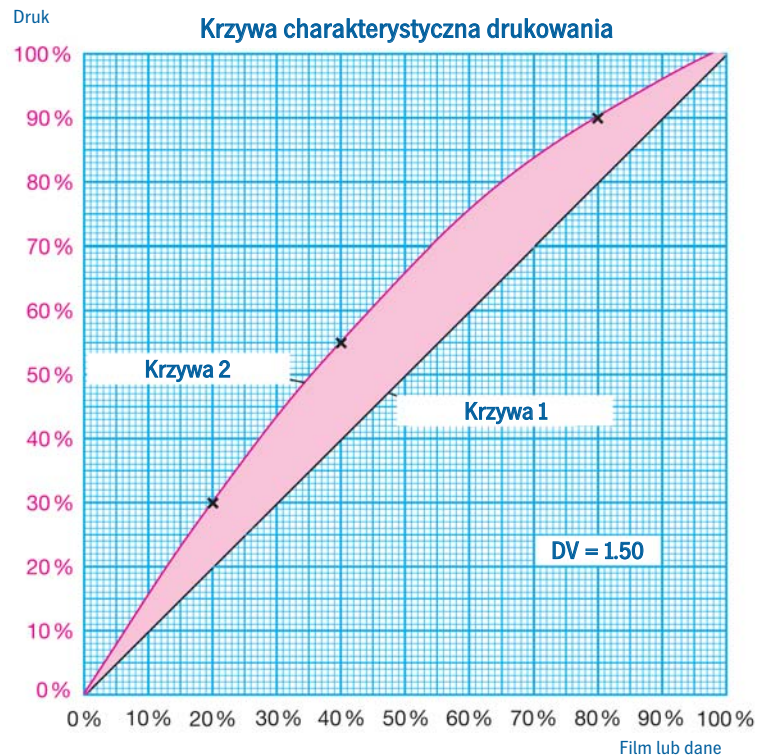
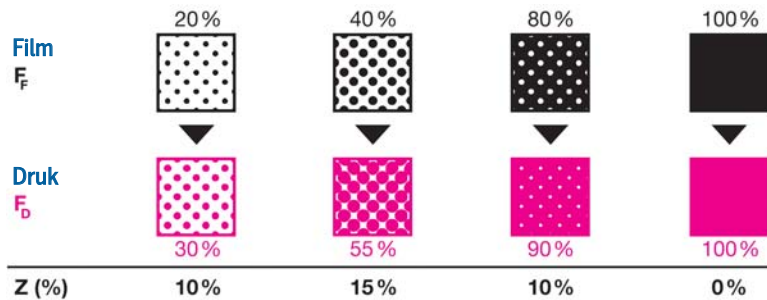
W celu ustalenia tej krzywej należy wydrukować rastrowaną stopniowaną skalę (szarości) z minimum trzema polami rastrowanymi o różnych wartościach tonalnych oraz pole kontrolne o tonie pełnym. Za pomocą densytometru zmierzona zostaje gęstość optyczna tonu pełnego i pola rastrowanego. Dopiero z tych dwóch pomiarów, dla każdego pola rastrowanego osobno, oblicza się jego rastrową wartość tonalną. Wartości te nanosi się na wykres względem wartości tonów rastrowanych na formie kopiowej. Tworzą one krzywą charakterystyczną przenoszenia farby (drukowania).

Kształt jej jest charakterystyczny tylko dla parametrów, które stosowane były w danym procesie drukowania, a więc

zależy od farby drukowej, papieru, wielkości nacisku w strefie drukowania, obciążu offsetowego, formy drukowej i innych. W wypadku drukowania tej samej pracy na innej maszynie, innymi farbami lub na innym papierze, krzywa charakterystyczna drukowania będzie miała nieco inny kształt.

Na rysunku linia prosta 1 idealnie nachylona jest pod kątem 45° . W normalnych warunkach jest ona nieosiągalna, ponieważ jej właściwości na druku i na formie kopiowej musiałyby być równe. Krzywa charakterystyczna 2 przedstawia zmierzone rastrowe wartości tonalne na odbitce.

Wyznaczony zakres między dwiema liniami odpowiada przyrostom punktów rastrowych. Do ustalenia przyrostu wartości tonalnych na drukach najbardziej miarodajny jest zakres tonów średnich. Krzywa charakterystyczna drukowania wskazuje, iż w tym właśnie zakresie występują największe odchylenia. Na podstawie krzywej charakterystycznej drukowania 2, formy kopiowe mogą zostać wcześniej tak zrastrowane, że podczas drukowania (pomimo normalnego przyrostu wielkości punktów rastrowych) otrzyma się żądane wartości tonalne na odbitce. W praktyce cel ten osiąga się tylko częściowo.



W praktyce, poprzez wahania w procesie, dochodzi zawsze do małych odchyleń. Dlatego też dla przyrostów rastrowych wartości tonalnych podaje się zawsze tolerancje. Aby utrzymać możliwie stałą jakość druku niezbędna jest ciągła kontrola wartości tonalnych na pasku kontrolnym i za pomocą Mini Spots Heidelberga.

2.3 Względna kontrastowość drukowania

Ustalanie względnej kontrastowości drukowania K_{rel} (%) jest w pewnym sensie alternatywą wobec pomiaru przyrostu wartości tonalnych, szczególnie w zakresie 3/4 tonu.

Druk powinien mieć możliwie dużą kontrastowość, a zatem dużą gęstość optyczną w tonie pełnym przy otwartych polach rastrowanych (optymalnej różnicy rastrowej wartości tonalnej). Zwiększenie nadawania farby, a przez to poszerzenie się punktów rastrowych powoduje wzrost kontrastowości. Postępowanie takie jest sensowne tylko do pewnej granicy, potem bowiem punkty rastrowe mają skłonność do wyraźnego przyrostu wielkości i zasklepiania się, szczególnie w cieniach. Skutkiem tego niezadrukowana powierzchnia białego papieru ulega zmniejszeniu i kontrastowość ponownie się zmniejsza.

Jeżeli nie dysponuje się urządzeniem pomiarowym z wyświetlaczem, bezpośrednio podającym wielkość względnej kontrastowości, to można ją obliczyć za pomocą równania lub wyznaczyć z nomogramu siatkowego FOGRA. (Wzór obliczania podany jest w rozdz. 3.5.3).

Pogorszenie się w czasie drukowania nakładu względnej kontrastowości, pomimo zachowania stałej wartości gęstości optycznej tonu pełnego, może wskazywać na konieczność umycia obciążu. Przy prawidłowej gęstości optycznej tonu pełnego można ocenić na podstawie ustalonej wartości względnej kontrastowości druków wpływ następujących czynników na wynik drukowania:

- odtaczania i wielkości nacisku,
- obciążu offsetowego i jego podkładu,
- zwilżania,
- farby drukowej i środków pomocniczych.

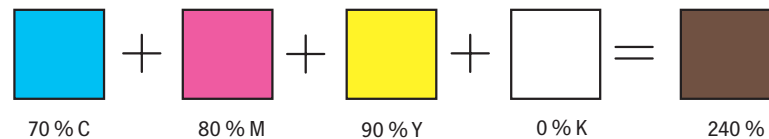
Ponieważ wartość względnej kontrastowości druków, w przeciwieństwie do przyrostu wartości tonalnej, jest bardzo mocno zależna od aktualnej (zmieniającej się w czasie drukowania) wartości gęstości optycznej tonu pełnego, dlatego jej wielkość nie może być przyjmowana jako zmienny parametr dla standaryzacji. Z tego też powodu znaczenie jej w ostatnim czasie znacznie zmalało.

2.4 Równowaga barw / budowa obrazu

Jak już wspomniano, odcienie barw w czterobarwnym drukowaniu tworzone są przez określone ilości farb: cyjanowej, purpurowej, żółtej i czarnej. Zmiany ich ilości powodują odchylenie barwy odbitek. Aby zapobiec zmianom, proporcje farb muszą być zachowane w odpowiedniej równowadze.

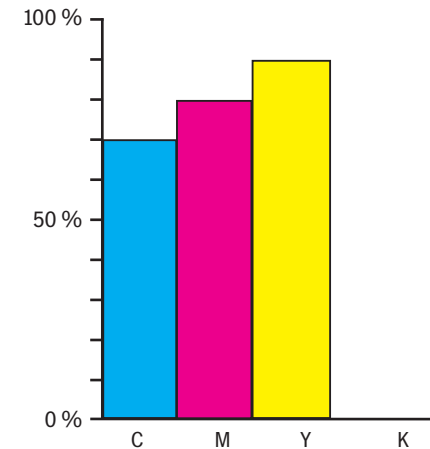
Zmiana wyłącznie udziału farby czarnej powoduje, że odcień barwy staje się tylko jaśniejszy lub ciemniejszy. W ocenie człowieka tego rodzaju zmiana jest mało rażąca. Podobnie dzieje się, kiedy zmianie ulegają w odpowiednich proporcjach ilości barw chromatycznych wywołują one analogiczną zmianę tylko jasności. Natomiast krytycznie reaguje-

my na zmiany odcienia barwy. Powstają one wskutek niejednakowych zmian ilości farb chromatycznych, szczególnie gdy zmiany te zachodzą w przeciwnych kierunkach. Powodują one zmianę równowagi barw, którą można najłatwiej rozpoznać na polach szarości pasemka kontrolnego. Równowagę barw często określa się jako równowagę szarości.

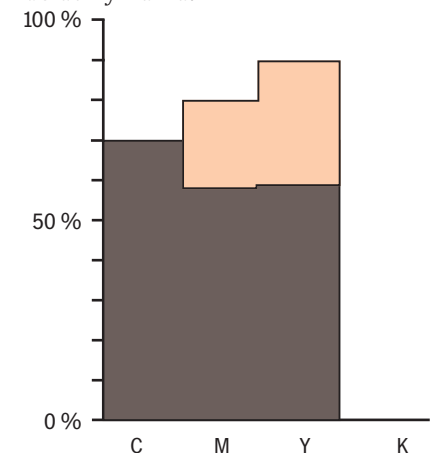


2.4.1 Budowa barwy chromatycznej

Przy budowie barwy chromatycznej w zasadzie wszystkie wartości achromatyczne powstają z wymieszania farb triadowych: cyjanu, purpury i żółtej, co oznacza, że wszystkie pola szarości, odcienie trójkolorowe oraz głębie obrazu zawierają trzy farby podstawowe. Czerń zostaje wprowadzona tylko w celu podkreślenia głębi obrazu i poprawienia konturów.



Budowa barwy chromatycznej prowadzi do wysokiego sumarycznego krycia powierzchni, które teoretycznie może wynieść 400%, ale praktycznie osiąga maksymalnie 375%. Tak wysokie krycie powierzchni wpływa negatywnie na przyjmowanie farby, schnięcie oraz duże zużycie proszku. Równowaga kolorów w procesie drukowania jest trudna do utrzymania.



W jakim stopniu oddziaływać będą wahania poszczególnych farb drukowych, zależeć będzie od procesów technologicznych poprzedzających drukowanie.

Ważne pytania przy drukowaniu to:

- z jakich farb składają się pola szarości?
- jak pociemnić kolorowe obszary obrazu?
- jak powstają cienie i głębie obrazu?

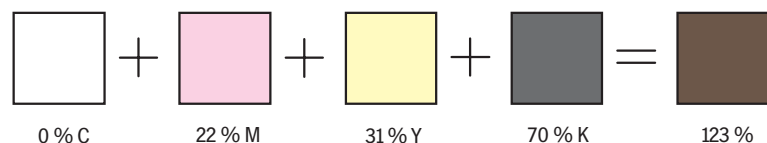
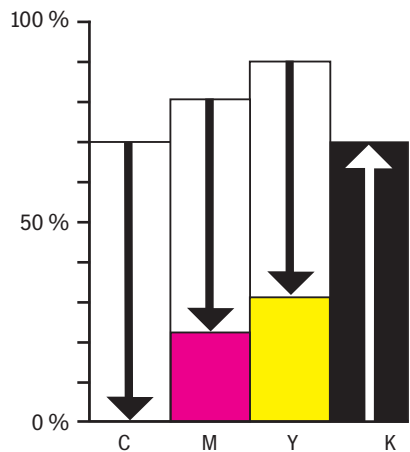
W skrócie: z czego składają się obszary szarości i achromatyczne oraz jakie z tego wynika maksymalne pokrycie powierzchni? Dla przypomnienia: wartości szarości oraz barwy achromatyczne mogą być otrzymywane z cyjanu, purpury i żółtego jak i z czarnej. Możliwa jest także ich kombinacja.

Przedstawiona na ilustracji budowa chromatycznej barwy brązowej składa się z 70% cyjanu, 80% purpury, 90% żółtego i 0% czarnej. W sumie krycie powierzchni wynosi więc 240%.

Wpływ poszczególnych składowych jest przedstawiony obok. Brąz składa się z części achromatycznej, szarej i chromatycznej. 70% C i około 58% M oraz 59% Y neutralizują się przy farbach w skali europejskiej do szarości lub barwy achromatycznej. Tylko pozostałe 22% M i 31% Y tworzą jasnobrązową część chromatyczną. Ta część przez udział szarości staje się ciemnoszara.

2.4.2 Budowa barwy achromatycznej

W przeciwieństwie do budowy barwy chromatycznej wszystkie komponenty barwy achromatycznej druków wielokolorowych uzyskiwane są zasadniczo z czarnej farby drukarskiej. Neutralne tony składają się więc tylko z czarnej farby drukarskiej. Pociemnianie tonów chromatycznych jak też głębię obrazu uzyskuje się przez czerni. Wszystkie odcienie barw powstają z maksymalnie dwóch kolorowych farb drukarskich z czarną. Równowaga koloru jest stabilniejsza.



Brąz z rozdz. 2.4.1 składa się teoretycznie z: 0% C + 22% M + 31% Y + 70% K. Ilustracja pokazuje, że przez samo zastąpienie achromatycznej części C+M+Y przez czerni nie otrzyma się jednakowej barwy.

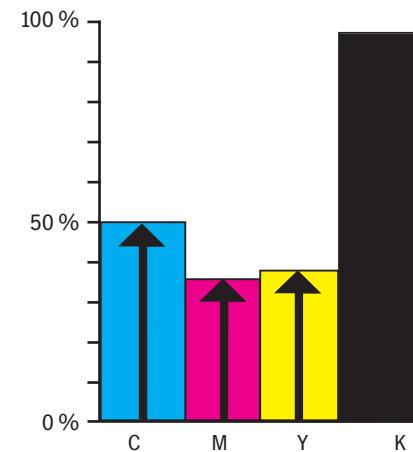
Przyczyną tego jest głównie niedoskonałość farb drukarskich. Podobieństwo barwy powstaje tylko przy zmianie udziału koloru i modyfikacji ilości czerni np. na 62% M, 80% Y i 67% K. Budowa achromatyczna odpowiada 100% GCR (rozdz. 2.4.6).

2.4.3 Budowa barwy achromatycznej z UCA

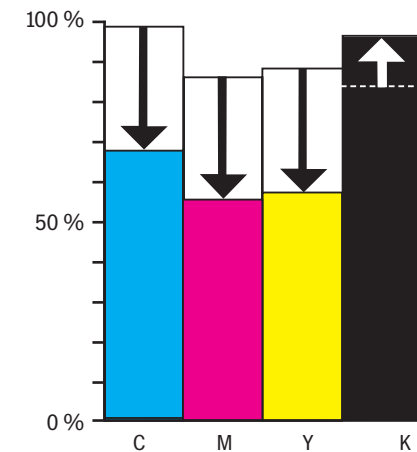
W rezultacie sama czarna farba daje niekiedy w ciemnym zakresie osi szarości niewystarczającą głębię obrazu. W takich przypadkach ten obszar i osłabione graniczące z nim obszary kolorowe wspomagane są przez dodanie części achromatycznej z C+M+Y. UCA jest szczególnie uzależniona od kombinacji zadrukowywanego podłoża i farby drukarskiej. Ilustracja obok przedstawia dodawanie barw chromatycznych na neutralnej głębi obrazu.

2.4.4 Budowa barwy chromatycznej z UCR

Najwyższe sumaryczne krycie powierzchni powstaje podczas budowy barw chromatycznych w zakresie trzech czwartych tonów neutralnych do czerni. Temu niekorzystnemu zjawisku przeciwdziała redukcja tonów w cieniach. Udział achromatyczny złożony z C+M+Y zostaje zredukowany w neutralnym zakresie głębi i złagodzony w otaczających obszarach kolorowych, udział czerni jest zwiększony.



Na umieszczonym z boku przykładzie jest zredukowane wyjściowe krycie powierzchni z 98% cyjanu, 86% purpury, 87% żółtej i 84% czerni (= 355%) na 68% cyjanu, 56% purpury, 57% żółtej i 96% czerni (= 277%) o 78% przez UCR. Wpływa to korzystnie na przyjmowanie farby, schnięcie oraz równowagę głębi.



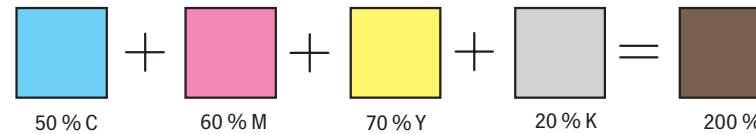
2.4.5 Budowa barwy chromatycznej ze stabilizacją szarości

Tony szarości zbudowane z barw chromatycznych trudno w procesie drukowania utrzymać w równowadze. Łatwo dochodzi do pojawienia się niepożądanych odcieni barwy. Można temu zaradzić przez stabilizację szarości. Części achromatyczne są częściowo lub w całości zastępowane przez czerń wzdłuż całej osi szarości i osłabiane na sąsiadujących obszarach, a nie tylko jak w UCR tylko na ciemnym końcu osi szarości. W praktyce mówi się na to także „długa czerń”.

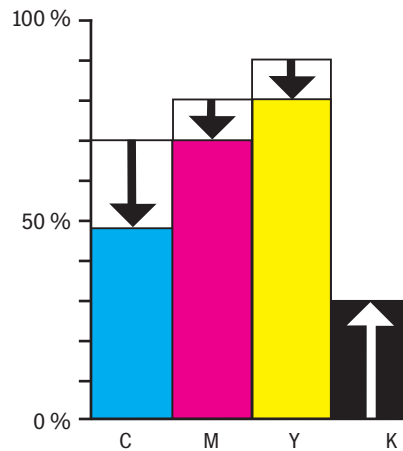
2.4.6 Budowa barwy chromatycznej z GCR

Podczas zastępowania składowej szarej (GCR), zarówno w neutralnym jak też kolorowym obszarze, neutralizujące się do szarości udziały C+M+Y zostają zastąpione achromatyczną czarną farbą. GCR umożliwia zatem tworzenie wszystkich stopni pośrednich pomiędzy chromatyczną i achromatyczną budową wszystkich obszarów obrazu, a więc nie ogranicza się do obszarów szarości jak UCR, UCA lub stabilizacja szarości. Redukcja komponentów szarości jest określana niekiedy jako redukcja farb dopełniających (komplementarnych).

Brąz z rozdz. 2.4.1 i 2.4.2 mógłby być teoretycznie utworzony w GCR następująco:



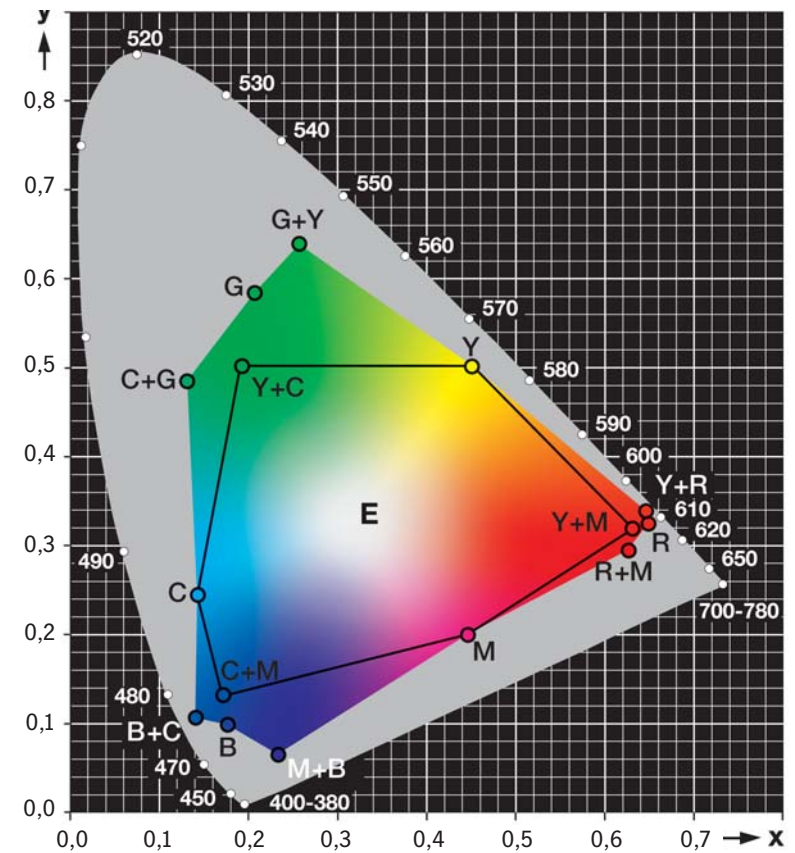
Dokładnie jak przy budowie barwy achromatycznej (rozdz. 2.4.2), również tutaj w praktyce nie otrzyma się jednokolorowej barwy, jeżeli bez zmiany udziału chromatycznego tylko część barwy achromatycznej C+M+Y zostanie zastąpiona przez czerń. Podobieństwo barw zostaje osiągnięte np. w następujący sposób: 49% C + 70% M + 80% Y + 30% K.



2.4.7 Drukowanie pięcioma, sześcioma i siedmioma farbami

Nowoczesne drukowanie spełnia stawiane mu wysokie wymagania jakościowe. Jednakże niektóre oryginały i szczególne prace wymagające najwyższej jakości zmuszają do zastosowania specjalnych zestawów farb.

Reprodukowany obszar barw może być poszerzony przez wprowadzenie farb



o barwach specjalnych lub specjalnej skali barw. Na rysunku naniesione zostały na płaskim wykresie chromatyczności CIE zmierzone wartości dla drukowania siedmioma farbami.

Znajdujący się w środku sześciokąt określa obszar barw możliwych do uzyskania przy użyciu farb cyjanu, purpury i żółtej. Otaczający go dwunastobok pokazuje, jak poszerzony został obszar barw przez wprowadzenie dodatkowych farb o barwach: czerwonej (R), zielonej (G) i niebieskiej (B).

2.5 Przyjmowanie farby przez farbę i kolejność drukowania farbami

2.5.1 Przyjmowanie farby przez farbę

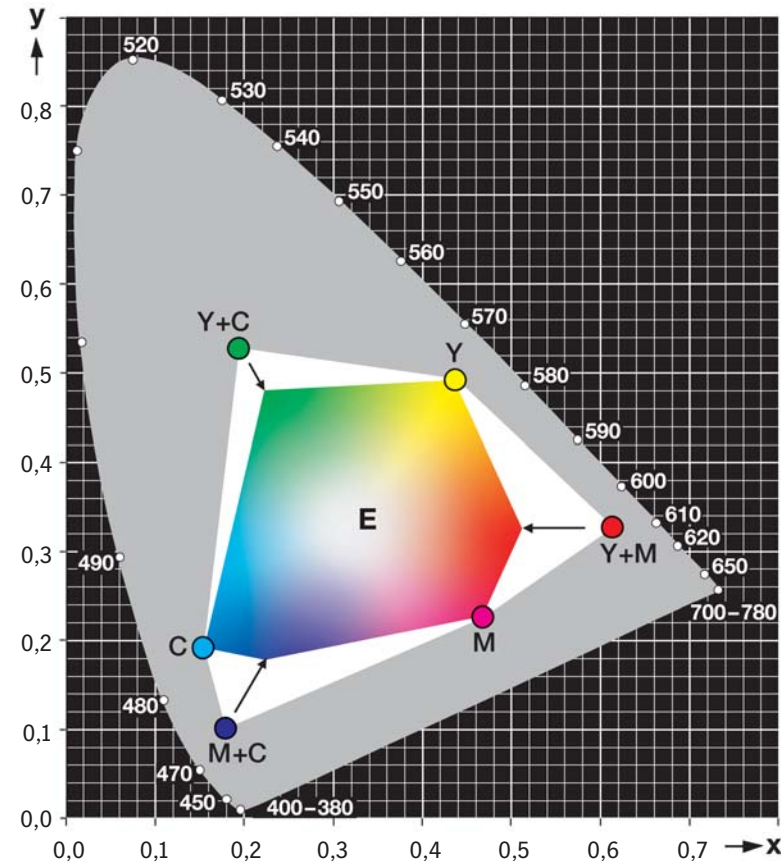
Innym czynnikiem wpływającym na odtwarzanie odcieni barw jest zdolność przyjmowania farby przez farbę. Określa ona, w jakim stopniu przyjęta została farba przez wcześniej drukowaną farbę w stosunku do jej przyjęcia przez podłoże drukowe. Drukowanie „mokro na mokro” różni się od drukowania „mokro na sucho”. Pojęcie „mokro na sucho” stosuje się do określenia drukowania, kiedy farba drukuje się bezpośrednio na podłożu albo na utrwalonej już warstwie farby. W wypadku, gdy kolejna farba zostaje nałożona na jeszcze nie utrwaloną

warstwę farby, mówi się o drukowaniu „mokro na mokro”. Drukowanie na maszynie wielokolorowej jest na ogół drukowaniem „mokro na mokro”.

Jeżeli podczas drukowania powierzchnia podłoża drukowego jest równomiernie pokryta farbami, a odcienie barw mają żądane współrzędne trójchromatyczne, wtedy mówi się o dobrej zdolności przyjmowania farby przez farbę.

Natomiast w wypadku zakłócenia zdolności przyjmowania farby przez farbę nie można uzyskać żądanego odcienia barw. Dotyczyć to może wszystkich barw wypadkowych. Wskutek tego zmniejszony zostaje nie tylko obszar uzyskiwanych barw, lecz również niemożliwe są do zreprodukowania określone niuanse odcieni barw.

Pomimo, że dany zestaw farb drukowany jest warstwami o właściwych grubościach, a farby triady podstawowej: cyjanowa, purpurowa i żółta mają prawidłowe współrzędne trójchromatyczne, to wskutek zakłóceń w ich drukowaniu utworzone barwy wypadkowe: czerwona, zielona i niebieska mają współrzędne o niewłaściwych wartościach.



Na powyższym wykresie chromatyczności CIE przedstawiono skutki złego przyjmowania farby przez farbę lub niewłaściwej kolejności drukowania farbami. Biały obszar przedstawia zredukowane możliwości reprodukcji barw wypadkowych w wyniku zakłóceń w przyjmowaniu farby przez farbę.

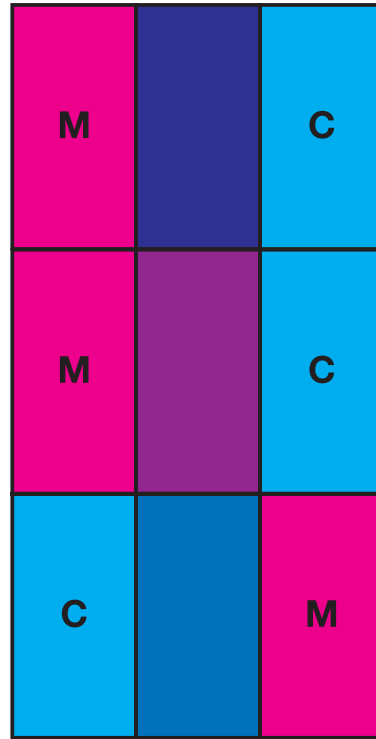
2.5.2 Kolejność drukowania farbami

Obok przedstawiono schematycznie rezultat drukowania jedną na drugą warstw farb cyjanowej (C) i purpurowej (M) w trzech wariantach.

W pierwszym przykładzie warstwa farby purpurowej została wydrukowana na jednokolorowej maszynie jako pierwsza. Po jej wyschnięciu nałożono na nią warstwę farby cyjanowej („mokra na sucho”). Obie warstwy farb są równej grubości. Przyjęcie farby przez farbę jest dobre – osiągnięto żadaną barwę wypadkową.

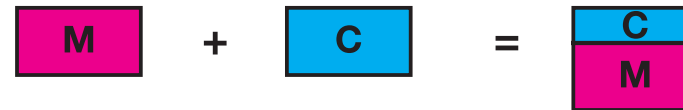
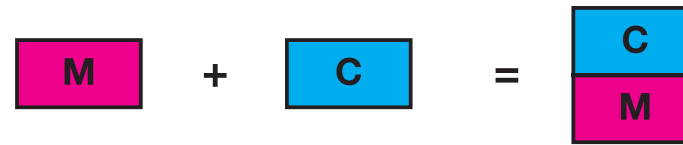
Drugi przykład ilustruje drukowanie na maszynie wielokolorowej. Najpierw wydrukowano farbę purpurową na papierze („mokra na sucho”), następnie farbę cyjanową na jeszcze nieutrwalonej farbie purpurowej („mokra na mokro”). Podczas gdy farba purpurowa została dobrze przyjęta przez papier, to jednak zdolność przyjmowania farby przez farbę jest gorsza ze względu na podział warstwy farby podczas drukowania. W rezultacie otrzymuje się barwę niebieskoczerwoną.

W trzecim przykładzie drukowano również „mokra na mokro”, jednakże w odwrotnej kolejności (farba purpurowa na cyjanową). Wynikiem jest barwa czerwono-niebieska.



W drukowaniu czterobarwnym uznano za standard następującą kolejność drukowania farbami: czarna – cyjan – purpura – żółta.

Aby zmniejszyć błędy spowodowane trudnościami przyjmowania farby przez farbę, należy dokładnie sprawdzić oryginały oraz formy drukowe przed ich założeniem do maszyny. Przy drukowaniu dużych powierzchni korzystne bowiem może być drukowanie z form „lżejszych” przed „cięższymi”.



Jest to szczególnie ważne przy drukowaniu płaszczyzn rastrowanych z płaszczyznami o pełnym tonie (apli). Najpierw powinny być nadrukowane na biały papier płaszczyzny rastrowane, a dopiero na nie płaszczyzny o tonie pełnym (aple).

2.6 Paski kontrolne

W celu oceny jakości drukowania jednocześnie z ilustracjami drukuje się paski kontrolne. Oferowane są one przez różne instytuty badawcze oraz innych dostawców. Stosować należy zawsze tylko oryginalne paski, ponieważ podczas wy-

konywania duplikatów powstają odchylenia, które mogą być przyczyną błędnych pomiarów.

Paski kontrolne są dostosowane do maszyn od cztero- do ośmiokolorowych. W paskach kontrolnych dla maszyn więcej niż czterokolorowych redukuje się ilość pól rastrowanych i kontrolujących wydłużanie na korzyść pól o tonach pełnych i dla oceny równowagi barw, koniecznych do regulacji nadawania farb.

Wszystkie paski kontrolne składają się z szeregu pól pomiarowych. Poniżej opisane zostały najważniejsze pola pomiarowe z pasków kontrolnych Heidelberg CPC oraz FOGRA i Brunner.

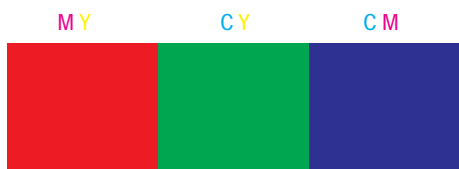
2.6.1 Pola kontrolne o tonach pełnych

Za pomocą pól o tonach pełnych kontrolowana jest równomierność nadawania farby. Celowe jest stosowanie do każdej farby drukowej pól kontrolnych o tonach pełnych w odstępach dostosowanych do szerokości stref kałamarza farbowego (przy maszynie Heidelberg 32,5 mm). Pola kontrolne o tonach pełnych mogą być stosowane również do automatycznego regulowania nadawania farby w tonach pełnych odbitek.



2.6.2 Pola kontrolne o tonach pełnych nadrukowanych na siebie.

Pola te służą do oceny przyjmowania farby przez farbę wizualnie oraz za pomocą techniki densytometrycznej.



2.6.3 Pola kontrolne równowagi barw

Do kontrolowania równowagi barw stosuje się elementy o tonach pełnych (apla) i o tonach rastrowanych.

Pola kontrolne o tonach pełnych po drukowaniu na siebie farb triady podstawowej: C, M i Y powinny dać w przybliżeniu neutralną czerń. Dla porównania tej czerni z czarną farbą drukową (K), drukuje się obok pole kontrolne o tonie pełnym dla farby czarnej.



Drukowane na siebie pola rastrowane przy użyciu farb triady podstawowej C, M i Y tworzą barwę szarą, w przybliżeniu neutralną, o ile będą zachowane standardowa kolejność drukowania i prawidłowa grubość warstw farb oraz normalny przyrost rastrowej wartości tonalnej.

Pola równowagi barw stosuje się także do automatycznego kontrolowania szarości w celu regulowania nadawania farb.



W standaryzowanym procesie drukowania zgodnie z normą ISO 12647-2 (identycznym z procesem Standardowy Offset) balans szarości musi być osiągnięty głównie przez zastosowane przy separacji profile ICC.

2.6.4 Pola kontrolne rastrowane

Pola kontrolne rastrowane w zależności od producentów mają różne rastrowe wartości tonalne.

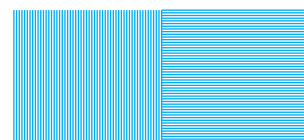
Z pomiarów pól o tonie pełnym i tonie rastrowym obliczane są przyrosty punktu rastrowego i kontrastowość.

Obecnie do kontroli w druku stosuje się głównie paski kontrolne FOGRA z polami rastrowanymi 40% i 80%.



2.6.5 Pola kontrolne wydłużania i dublowania

Rastry liniowe o różnym kącie nachylenia służą zarówno do oceny wizualnej, jak i za pomocą techniki pomiarowej wydłużania i dublowania (patrz rozdz. 2.2.1).



2.6.6 Pola kontrolne kopiowania form drukowych

Pola kontrolne kopiowania płyt drukowych służą do wizualnej kontroli procesu naświetlania. Przedstawione poniżej pola kontrolne składają się z mikrolinii i mikroszczelin oraz pól zawierających punkty.

0,5%	99,5	
1%	99%	
2%	98%	
3%	97%	

0,5%	1%	
2%	3%	
4%	5%	

3 Densytometria

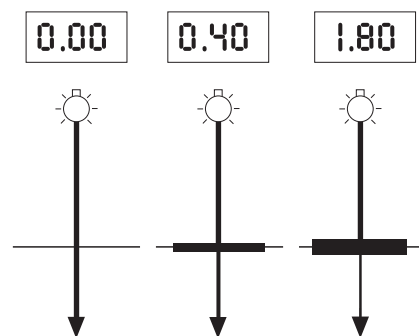
Densytometria jest skuteczną metodą kontroli procesu drukowania w odniesieniu do gęstości apli i wartości tonalnych. Funkcjonuje niezawodnie przy pracach czarno-białych oraz druku standardowym (cyjan, purpura, żółty i czarny).

W zależności od ich przeznaczenia różni się dwa rodzaje densytometrów:

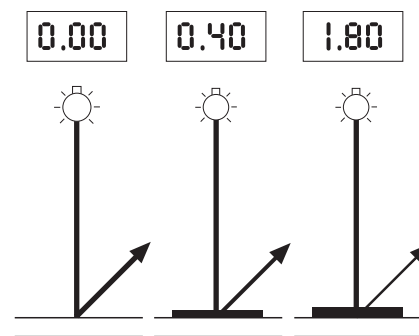
- densytometry transmisyjne, stosowane głównie w reprodukcji do pomiarów zaczernienia filmów – błon graficznych (materiałów przepuszczających światło),
- densytometry refleksyjne, stosowane do oceny techniką pomiarową druków (materiałów odbijających światło).

Poniżej opisano bardziej szczegółową technikę pomiarową densytometru refleksyjnego.

Densytometr transmisyjny



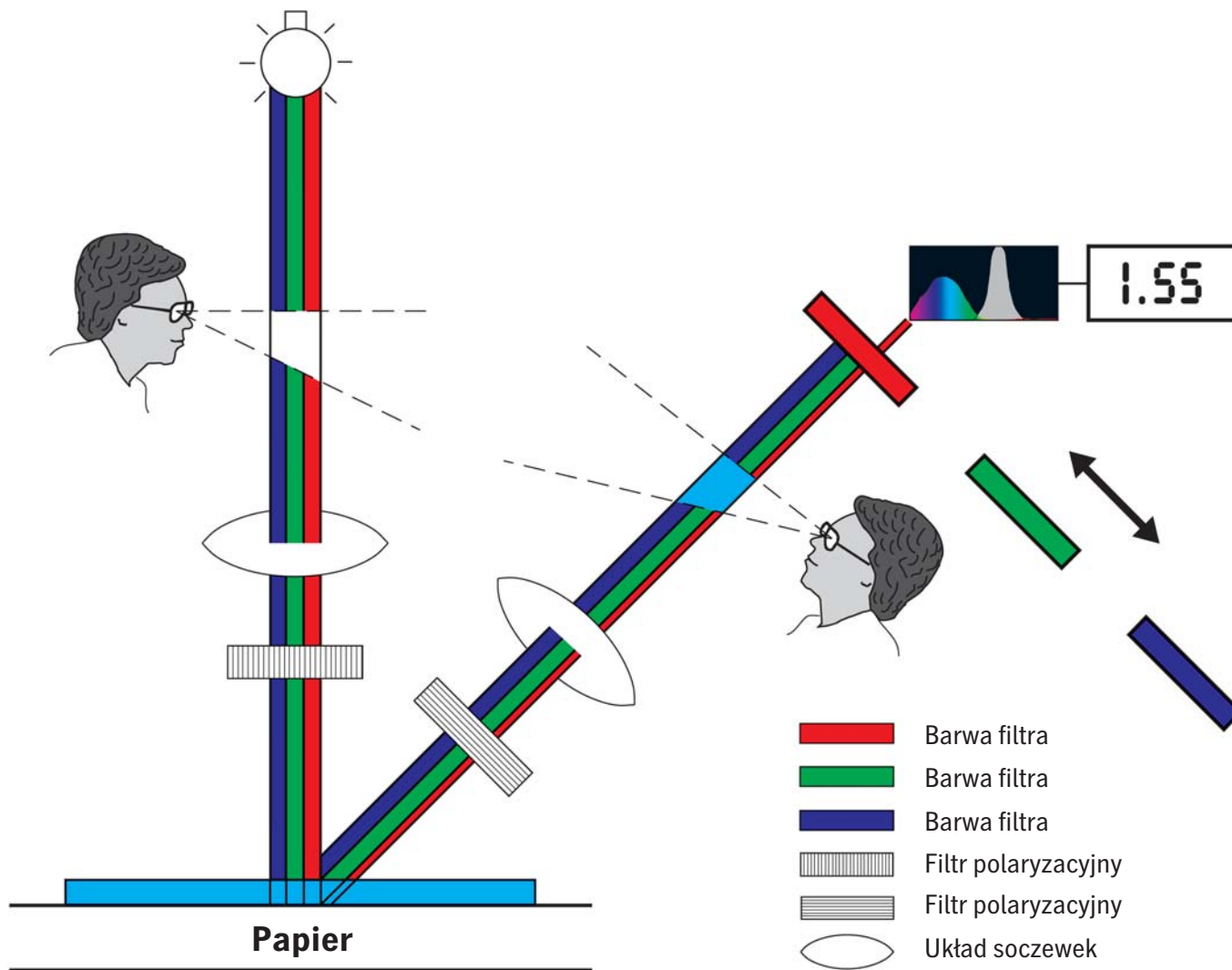
Densytometr refleksyjny



3.1 Zasada pomiaru densytometrem refleksyjnym

Podczas pomiaru densytometrem refleksyjnym mierzona warstwa farby drukowej oświetlana jest danym źródłem światła. Strumień światła, przenikając przezroczystą warstwę farby, zostaje przez nią częściowo absorbowany. Pozostała część światła jest mocno rozpraszana przez podłoże drukowe. Część z tego rozproszonego światła przenika ponownie warstwę farby, ulegając dalszej absorpcji. Pozostała część światła dociera do czujnika pomiarowego, w którym światło zostaje przemienione w energię elektryczną. Wynik pomiaru densytometrem refleksyjnym podany jest w jednostkach gęstości optycznej.

W czasie pomiaru wiązka światła jest ogniskowana przez układ soczewek. Filtry polaryzacyjne służą do wyeliminowania różnic pomiarowych otrzymywanych przy pomiarze błyszczącej neutralnej i utrwalonej warstwy farby (patrz rozdz. 3.2.2). Do pomiaru odbitek o barwach chromatycznych stosuje się barwne filtry (patrz rozdz. 3.2.1).



Rysunek obok pokazuje zasadę pomiaru druków. Emitowane białe światło składa się w idealizowanym tu przykładzie z równych części: promieniowania czerwonego, zielonego i żółtego. Jeżeli farba zawiera pigmenty, które absorbują czerwień, a odbijane jest promieniowanie zielone i niebieskie, to dlatego jest ona barwą cyjanową. Densytometria mierzą promieniowanie w zakresie absorpcji, ponieważ wtedy gęstości optyczne i grubości warstw farb są mocno ze sobą związane. W powyższym przykładzie zastosowano filtr czerwony, który nie przepuszcza światła niebieskiego i zielonego, a tylko czerwone.

Gęstość optyczna druków zależna jest m.in. od pigmentu farby drukowej, jego stężenia oraz od grubości warstwy farby. Dla danej farby drukowej gęstość optyczna jest wprawdzie miarą grubości warstwy farby, lecz nie określa jej odcienia.

3.2 Stosowanie filtrów w densytometrii

3.2.1 Filtry o barwach chromatycznych i filtr jasności

Barwne filtry używane w densytometrach są dostosowane do absorpcji farb cyjanowej, purpurowej i żółtej.

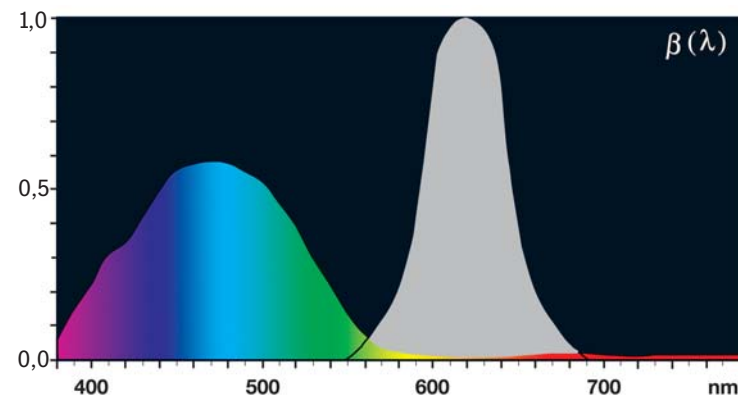
Normy, takie jak DIN 16 536 i ISO/ANSI 5/3, definiują widmowe zakresy przenikalności wraz z położeniami maksimów transmisji. Ze zdefiniowanych w tych normach filtrów o barwach chromatycznych z wąskimi i szerokimi pasmami przenikalności (określone w ANSI jako A i T) preferowane powinny być filtry o wąskich zakresach przenikalności, bowiem wykazują one mniejsze odchylenia w pomiarach w porównaniu do filtrów szerokopasmowych.

Filtry stosowane w densytometrach muszą mieć barwy uzupełniające do barwy mierzonych odbitek. Odbitki wydrukowane farbą czarną ocenia się

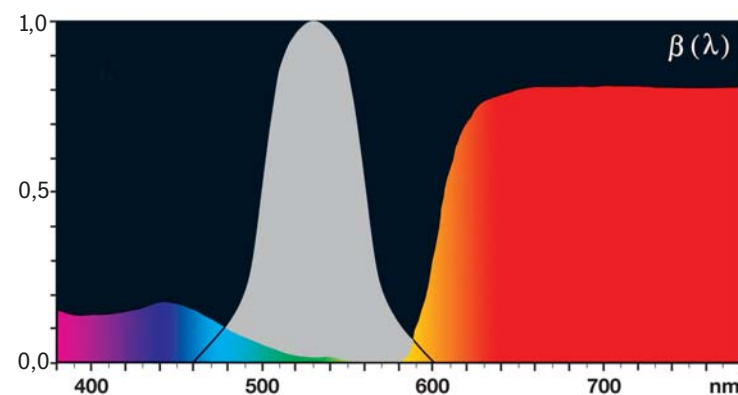
przez filtr, który jest dostosowany do widmowej czułości oka ludzkiego. Barwy specjalne mierzone są przez filtr, który podczas pomiaru daje największą wartość gęstości optycznej.

Rysunki obok przedstawiają widmowe charakterystyki współczynników odbicia dla farb drukowych: cyjanowej, purpury i żółtej wraz ze stosowanymi do nich charakterystykami filtrów zgodnie z normą DIN 16 536.

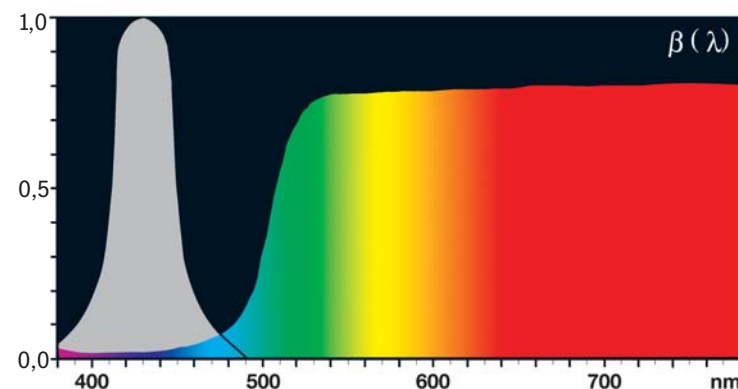
Farby drukowe	Barwy filtrów
Cyjan	Czerwony
Purpura	Zielony
Żółta	Niebieski



Cyjan



Purpura



Żółta

3.2.2 Filtr polaryzacyjny

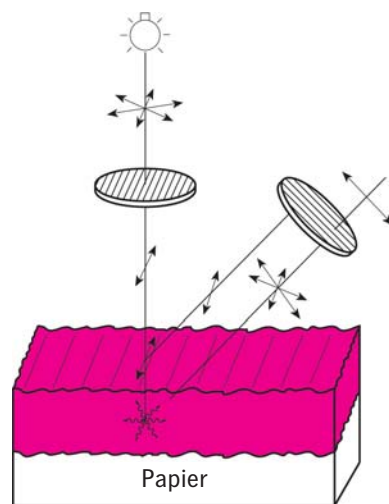
Jeżeli świeżo zadrukowane arkusze wyjmowane są z wykładania i mierzone, wówczas farba jest jeszcze mokra i ma błyszczącą powierzchnię. Przy suszeniu farba wsiąka w papier i traci połysk. W ten sposób zmienia się nie tylko wartość tonalna, ale i gęstość optyczna. Jeżeli drukarz chce porównać densytmetrycznie mokry arkusz z wartościami zadanymi dla suchych arkuszy to nie da się tego poprawnie wykonać.

W celu usunięcia tego efektu do strumienia światła wprowadza się dwa skrzyżowane filtry polaryzacyjne. Filtr polaryzacyjny przepuszcza z drgających w wielu płaszczyznach fal świetlnych tylko fale o jednej płaszczyźnie drgań. Część tak uporządkowanego przez pierwszy filtr promieniowania świetlnego jest przez powierzchnię farby odbijana bez zmiany płaszczyzny drgań. Drugi filtr polaryzacyjny jest obrócony o 90° w stosunku do pierwszego i w rezultacie odbite fale świetlne są zatrzymywane.

Natomiast promieniowanie, które wnika w warstwę farby i zostaje odbite w niej lub od podłoża drukowego, traci swoją polaryzację. Promieniowanie to przepuszczone jest przez drugi filtr polaryzacyjny i dociera do czujnika pomiarowego.

Wskutek zablokowania (filtrem polaryzacyjnym) przepuszczania części światła lustrzanie odbitego od mokrej farby osiąga się w przybliżeniu równe wyniki pomiaru mokrej i suchej farby.

Absorpcja filtra polaryzacyjnego powoduje, że do czujnika pomiarowego dociera mniej światła, a mierzone wartości liczbowe są zwykle wyższe niż przy pomiarach bez filtrów. Zależy to od połysku powierzchni.



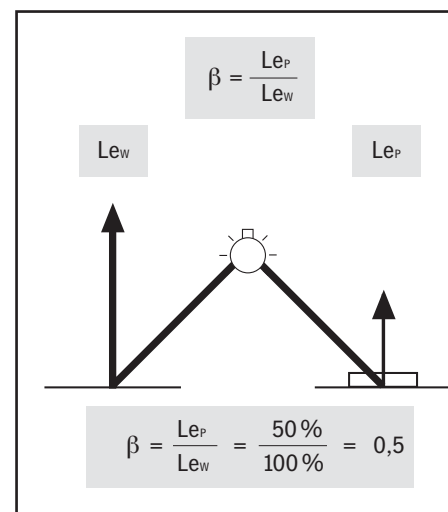
~> Kierunek rozpraszania
 <-> Kierunek drgań

3.3 Pojęcie gęstości optycznej w densytometrii

Densytometry jako wynik pomiaru wskazują wartość gęstości optycznej D w skali logarytmicznej. Gęstość D jest logarytmem stosunku absorpcji światła przez tło podłoża drukowego (zwykle biel) do absorpcji światła mierzonej warstwy farby na tym podłożu. W praktyce najczęściej zamiast „gęstość optyczna barwy farby” stosuje się termin „gęstość optyczna”. Wartość gęstości optycznej barwy farby oblicza się według następującego wzoru:

$$D = \lg \frac{1}{\beta}$$

Współczynnik odbicia oblicza się następująco:



przy czym Le_p jest odbiciem badanej próbki, a Le_w odbiciem od bieli odniesienia (tła).

Współczynnik odbicia β jest stosunkiem między strumieniami światła: odbitego od mierzonej próbki z warstwą farby drukowej i od nie zadrukowanego tła.

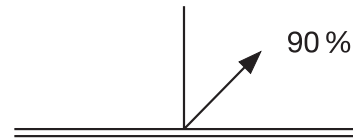
Znając z powyższego równania wartość β , wylicza się gęstość optyczną jako:

$$D = \lg \frac{1}{\beta} = \lg \frac{1}{0,5} = \lg 2 = 0.30$$

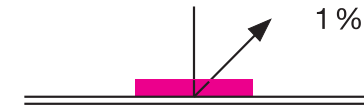
Między grubością warstwy farby a gęstością optyczną występuje ścisła zależność. Przedstawiona jest ona na rysunkach, z których wynika, że w miarę wzrostu grubości warstwy farby maleje strumień światła odbitego, a wzrasta wartość gęstości optycznej.

Wzory do obliczeń podano na str. 27.

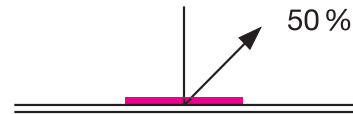
Współzależność między grubością warstwy farby a gęstością optyczną dla farb triadowych w drukowaniu offsetowym:



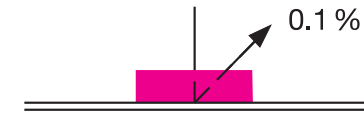
$$\beta = 0.9 \quad D = 0.05$$



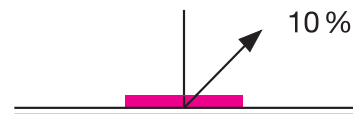
$$\beta = 0.01 \quad D = 2.00$$



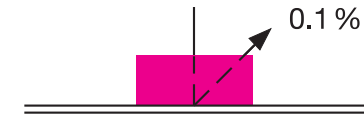
$$\beta = 0.5 \quad D = 0.30$$



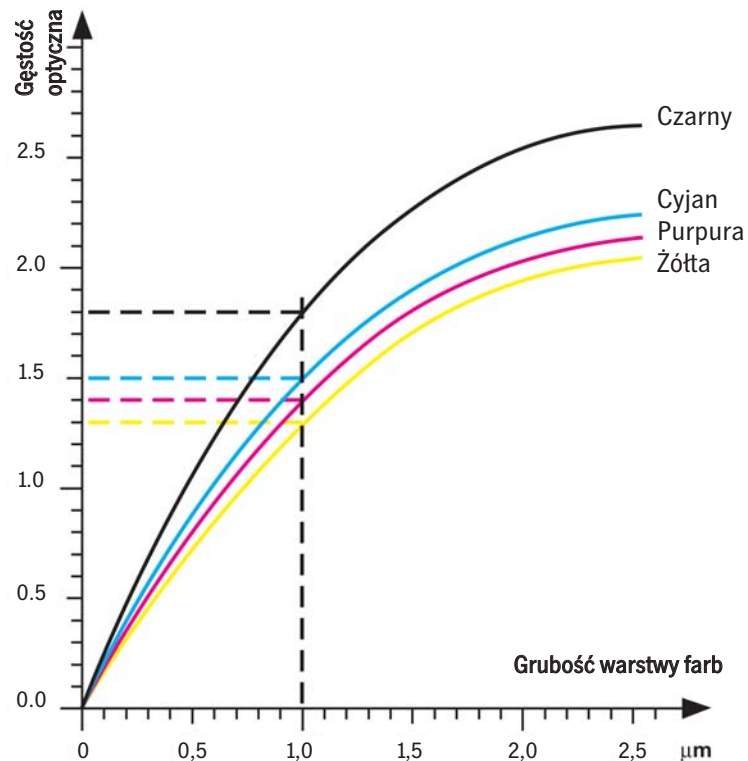
$$\beta = 0.001 \quad D = 3.00$$



$$\beta = 0.1 \quad D = 1.00$$



$$\beta = 0.001 \quad D = 3.00$$



Przerywana pionowa linia zaznacza stosowaną zwykle w drukowaniu offsetowym warstwę farby o grubości 1 μm .

Z wykresu wynika, że krzywe gęstości optycznej spłaszczają się dopiero przy większych grubościach warstwy farby.

Powyżej tych grubości gęstości optyczne prawie nie wzrastają; nawet gdybyśmy mierzyli je w pojemniku pełnym farbą, nie otrzyma się wyższych wartości gęstości optycznej. Grubości warstw farb odpowiadające górnej części krzywych nie są stosowane w wielobarwnym drukowaniu offsetowym.

3.4 Pomiar

3.4.1 Zerowania na białym papierze

Przed pomiarem densytometrii są zerowane na białym papierze (biel odniesienia), aby wyłączyć z oceny mierzonej próbki wpływ zabarwienia papieru i optycznych właściwości jego powierzchni na ocenę grubości warstwy farby.

W tym celu zakłada się, że biel podłoża drukowego jest idealna, a jego gęstość optyczna $D=0$.

3.4.2 Gęstość optyczna tonu pełnego

Wartości pomiarów pełnej płaszczyzny (apli) nazywa się gęstościami optycznymi tonu pełnego (DV). Pomiar wykonywane są na pasemku kontrolnym druku usytuowanym na arkuszach prostopadle do kierunku drukowania. Pasemko kontrolne oprócz innych pól pomiarowych posiada pola apli dla wszystkich farb triadowych oraz ewentualnie dla farb dodatkowych.

Pomiary gęstości optycznej tonu pełnego w poprzek arkusza umożliwiają ocenę grubości warstw farb w celu utrzymania (z pewną tolerancją) równomiernego nadawania farb na całej szerokości arkusza i podczas drukowania całego nakładu druku.

3.4.3 Rastrowa wartość tonalna druku

Rastrowa wartość tonalna druku jest mierzona na polach rastrowanych pasemka kontrolnego. Mierzony obszar ma wymiary od 3 do 4 mm średnicy i zawiera punkty rastrowe na tle bieli papieru.

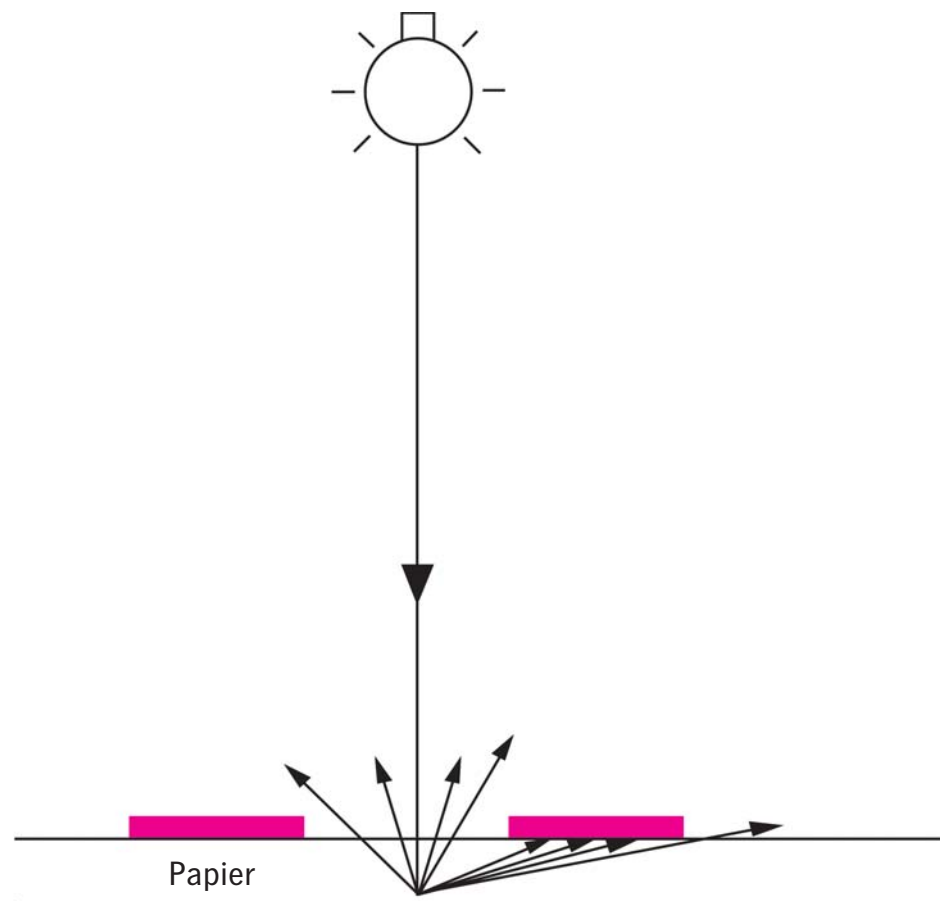
Mierzoną wielkością jest rastrowa wartość tonalna druku (DR); jest ona tym wyższa, im większe są punkty rastrowe oraz im grubsza jest warstwa farby.

3.4.4 Optycznie czynne pokrycie powierzchni

Przy pomiarze densytometrycznym nie jest mierzone geometrycznie pokrycie powierzchni (stosunek sumy powierzchni punktów rastrowych do powierzchni mierzonego pola), lecz „optycznie czynne pokrycie powierzchni”.

Różnica między mierzonym geometrycznie a optycznie czynnym pokryciem powierzchni spowodowana jest tym, że zarówno przy ocenie wizualnej, jak i przy pomiarze densytometrycznym część światła padająca na miejsca nie zadrukowane, między punktami rastrowymi, wnika w papier i po rozproszeniu zostaje pochłonięta przez punkty rastrowe od strony wewnętrznej.

Efekt ten nazywa się „pełzaniem światła”. Sprawia on, że punkty rastrowe wydają się optycznie większe niż są w rzeczywistości. Optycznie czynne pokrycie powierzchni jest więc sumą geometrycznego pokrycia powierzchni i optycznego przyrostu powierzchni punktów rastrowych.



3.5 Parametry odbitek mierzone densytometrycznie

Z pomiarów pól tonu pełnego i rastrowanego mogą być obliczone: rastrowa wartość tonalna, przyrost wielkości punktów rastrowych i kontrastowość. Oczywiście przed pomiarami stosowane przyrządy (densytometr) muszą być zerowane na białym papierze.

3.5.1 Wyznaczanie rastrowej wartości tonalnej druku

Z wyników pomiaru DV i DR ustala się rastrową wartość tonalną druku F_D według wzoru Murray'a-Davies'a:

$$F_D (\%) = \frac{1-10^{-DR}}{1-10^{-DV}} \cdot 100$$

3.5.2 Przyrost wielkości punktów rastrowych

Przyrost wielkości punktów rastrowych (Z) wynika z różnicy między mierzoną rastrową wartością tonalną na odbicie F_D a znaną rastrową wartością tonalną na formie kopiowej F_F .

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

3.5.3 Względna kontrastowość drukowania

Z wartości gęstości optycznej pola tonu pełnego i tonu rastrowanego można wyliczyć względną kontrastowość druku DR. Wartość DR jest tutaj odnoszona do 3/4 tonu na filmie.

$$K_{rel.} (\%) = \frac{DV-DR}{DV} \cdot 100$$

3.5.4 Przyjmowanie farby przez farbę

Przyjmowanie farby przez farbę obliczane jest z gęstości optycznych tonu pełnego wyznaczanych dla każdego koloru oddzielnie składającego się z jednego oraz dwóch lub trzech pól pasemka kontrolnego o tonie pełnym z nadrukowanymi na siebie farbami, przy uwzględnieniu kolejności ich drukowania.

Obliczenia przyjmowania farby przez farbę za pomocą poniższych wzorów wskazują, w ilu procentach przyjęta została dana farba przez inne, przy założeniu, że przyjęcie farby przez papier wynosi 100%.

3.5.4.1 Przyjmowanie farby przez farbę w drukowaniu dwiema farbami

- D_{1+2} gęstość optyczna pola kontrolnego zadrukowanego dwiema farbami,
- D_1 gęstość optyczna pola kontrolnego z farbą drukowaną jako pierwsza,
- D_2 gęstość optyczna pola kontrolnego z farbą drukowaną jako druga.

$$FA_{\frac{2}{1}} (\%) = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \cdot 100$$

Uwaga: Wszystkie gęstości optyczne barw muszą być mierzone przez filtr o barwie komplementarnej do barwy farby drugiej.

3.5.4.2 Przyjmowanie farby przez farbę w drukowaniu trzema farbami

- D_{1+2+3} gęstość optyczna pola kontrolnego zadrukowanego trzema farbami,
- D_3 gęstość optyczna pola kontrolnego z farbą drukowaną na końcu – jako trzecia.

$$FA_{\frac{3}{1}} (\%) = \frac{D_{1+2+3} - D_{1+2}}{D_3} \cdot 100$$

Uwaga: Wszystkie gęstości optyczne muszą być mierzone przez filtr o barwie komplementarnej do barwy farby trzeciej.

Urządzenia do kontroli jakości Heidelberg Prinect Axis Control i Prinect Image Control korzystają często z wymienionych wyżej wzorów. Oprócz tego są jeszcze inne metody obliczania zdolności przyjmowania farby przez farbę. Wszystkie jednak te metody są sporne, toteż uzyskane wartości nie powinny być przyjmowane bezkrytycznie. Mają one jednak znaczenie dla porównania druków jednego nakładu z innym, a szczególnie podczas oceny druków danego nakładu. Im wyższa jest wartość liczbowa FA, tym lepsza jest zdolność przyjmowania farby przez farbę.

- x = właściwe do skali farb
- = właściwe do farb specjalnych
- () = ograniczona przydatność

	Densytmetr	Urządzenie pomiarowe	
		Fotometr	Spektrofotometr
Farby specjalne według receptury			•

Przygotowanie farby do drukowania

• wg norm	x (•)	x •	x •
• wg próbnego druku pasemek kontrolnych	x (•)	x •	x •
• wg otrzymanych danych liczbowych		(x) (•)	x •
• wg odbitki próbnej		x •	x •
• wg dowolnego wzorca		x •	x •
• wg danych dotyczących oryginału		(x) (•)	x •
• dobieranie właściwej farby		(x) (•)	x •
Dopasowanie farb (porównywanie)		x •	x •

Regulacja procesu drukowania

• wg pola o tonie pełnym (apli)	x (•)	x •	x •
• wg pola rastrowego – dla jednej farby	x (•)	x •	x •
• wg pola rastrowego – dla wielu farb		x •	x •
• wg drukowanej ilustracji		x •	x •
• rozpoznanie brudzenia farb		x •	x •
• rozpoznanie zmian jakości druk. nakładu		x •	x •

Mierzone parametry

• gęstość optyczna tonu pełnego	x (•)	(x) (•)	x •
• przyrost wielkości punktów rastrowych	x (•)	(x) (•)	x •
• przyjm. farby przez farbę (w jedn. wzgl.)	x (•)	(x) (•)	x •
• przyjm. farby przez farbę (w jedn. bezwzgl.)		x •	x •
• indeks metameryzmu		(x) (•)	x •
• postrzeganie barw		x •	x •

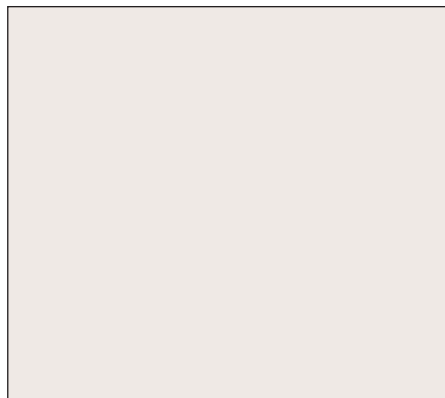
3.6 Ograniczenia densytometrii

Podobnie do techniki wykonywania wyciągów barwnych pomiary densytometryczne wymagają stosowania specjalnie przystosowanych filtrów. Dostarczają one informacji o względnej grubości warstwy farby, nie mierzą jednak barwy tak jak to postrzega człowiek.

Ogranicza to zakres stosowania densytometrów. W tabeli podane są typowe dla densytometrów obszary ich zastosowania w porównaniu do kolorymetrów i spektrofotometrów.

Znaczące ograniczenie zastosowania densytometrów polega na tym, że równe gęstości optyczne nie zawsze wywołują równe wrażenia optyczne. Zdarza się to wtedy, gdy różnią się między sobą barwy próbek. W efekcie w pomiarach jako punkt odniesienia nie mogą być traktowane wartości uzyskane z mierzenia odbitek próbnych lub innych źródeł.

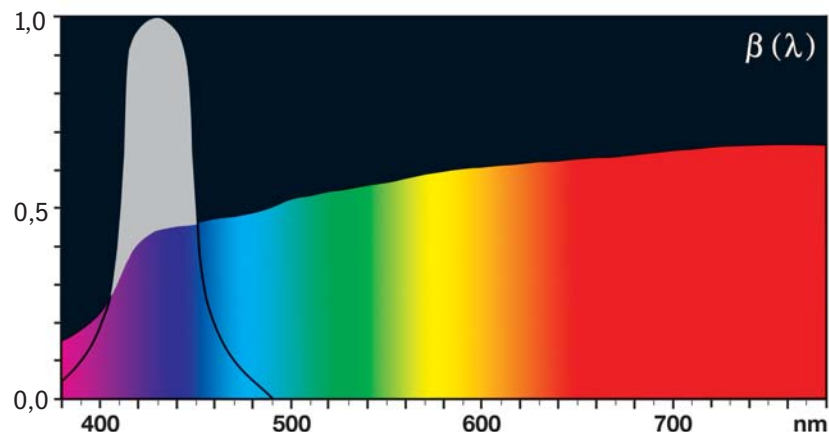
Nie mniej ważne jest również stosowanie w densytometrii tylko trzech filtrów o barwach: czerwonej, zielonej i niebieskiej. W wypadku, gdy wyciągi barw są liczniejsze niż dla skali czterobarwnej, występują problemy przy pomiarach barw dodatkowych. Najczęściej brak odpowiednich filtrów dla densytometrycznego pomiaru dodatkowych kolorów; w rezultacie otrzymuje się



Wzór barwy farby Pantone Warm Gray 1

zaniżone wartości gęstości optycznych i niewłaściwe przyrosty wielkości punktów rastrowych.

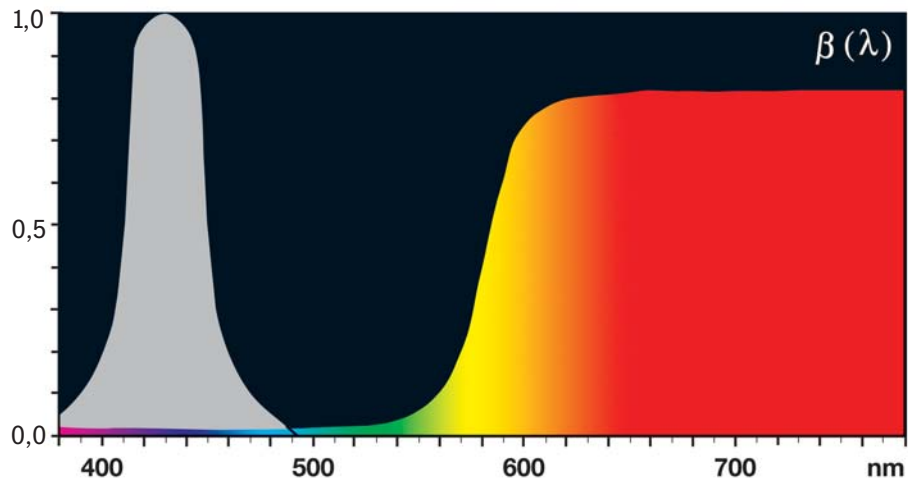
Krytycznie należy również spojrzeć na stosowanie densytometrów do regulacji nadawania farb na podstawie pomiarów wielobarwnych pól rastrowych (przykładowo pola szarości). Podczas pomiaru danego pola szarości przez filtry o trzech różnych barwach uzyskuje się inne gęstości optyczne barw, niż przy pomiarze każdej barwy farby oddzielnie. Każda z tych trzech farb drukowych bierze udział w mniejszym lub większym stopniu w pomiarze gęstości optycznych pozostałych farb. Przyczyną tego jest fakt, że charakterystyki widmowe farb triadowych nie są idealne, wskutek tego absorbowane są również inne niż pożądane zakresy długości fal światła.



Densytometry mogą być pomocne w kontrolowaniu drukowania wielobarwnego za pomocą farb triadowych. We wszystkich innych przypadkach densytometry mają jednak ograniczoną przydatność.

Przedstawione trzy przykłady wyjaśniają, jak za pomocą densytometru mierzone są farby o barwach specjalnych.

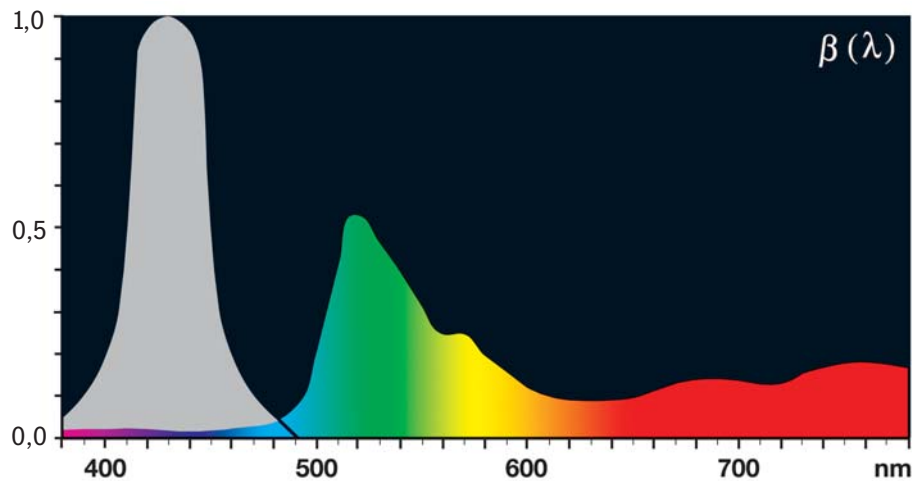
Farba jasny beż ma, jak widać na powyższym wykresie, względnie wysoką reemisję lekko opadającą w zakresie niebieskim (380 do 500 nm). Stosownie do tego, przez filtr niebieski mierzona jest najwyższa wartość gęstości optycznej (0,27).



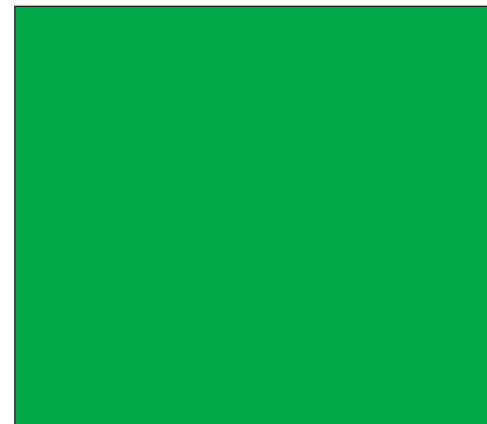
Wzór barwy farby HKS 8



Tę niską wartość trudno jest zmienić, gdyż zmiany grubości warstwy w niewielkim stopniu wpływają na zmiany gęstości optycznej. Pastelowe jasne farby są zatem w praktyce oceniane wizualnie i ręcznie korygowane w stosunku do zatwierdzonej do drukowania odbitki próbnej.



Wzór barwy farby HKS 65



W drugim i trzecim przykładzie pokazane są farby o barwach specjalnych HKS 8 i HKS 65, które zasadniczo różnią się odcieniem barwy, co pokazują krzywe reemisji (kolorymetryczny, jednoznaczny termin „odcień barwy” jest często w praktyce określany słowem „kolor”). Przy obu barwach farb największa absorpcja jest w zakresie niebieskim (od 380 do 500 nm), tak że znów najwyższa wartość gęstości optycznej mierzona jest (w każdym wypadku 1,60) przez filtr niebieski. Otrzymane, po zmierzeniu przez ten sam filtr, równe wartości gęstości optycznej nie oznaczają bynajmniej tego samego odcienia barwy!

Pełną informację o barwie może dać tylko jej pomiar kolorymetryczny.

4 Kolorymetria

Jak wyjaśniono w rozdziale „Systemy opisu barw”, do jednoznacznego oznaczenia barwy wymagane są trzy wielkości liczbowe. Kolorymetria opisuje, jak te liczby ustalić oraz określa zależność pomiędzy nimi. Zakłada się, że barwy są mierzalne. Pomiary barw i kolorymetria są więc związane ze sobą.

4.1 Pomiary barw

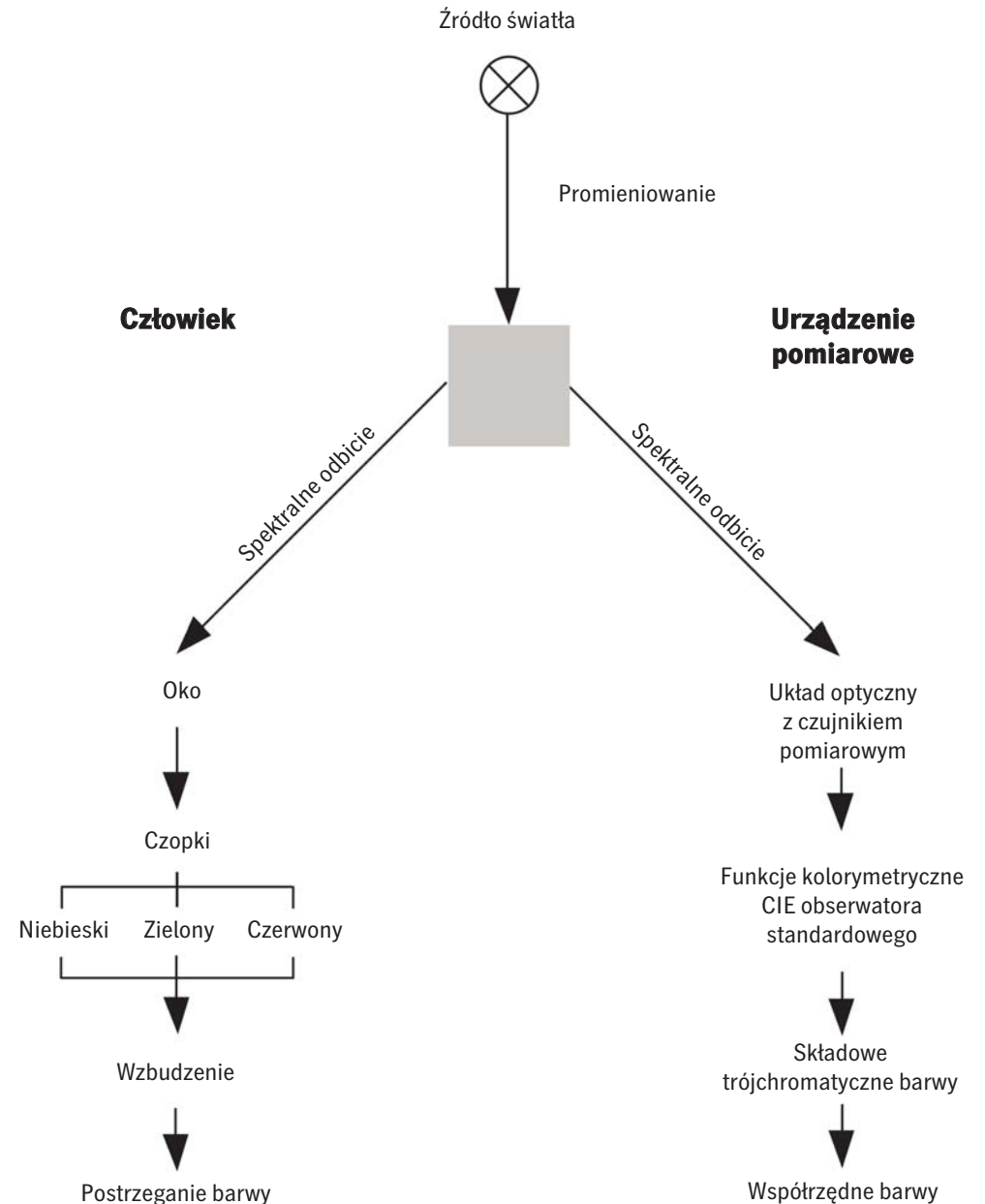
Barwy mierzy się stosując kolorymetry lub spektrofotometry. Zostały one opisane w rozdz. 4.8 i 4.9.

Zasada działania urządzeń służących do pomiaru barw naśladuje model postrzegania barw przez człowieka (zobacz rysunek obok).

Próbka jest oświetlona przez źródło światła. Część strumienia światła jest absorbowana przez próbkę, a reszta odbijana. Światło odbite dociera do ludzkiego oka. Pobudza ono receptory barw – czopki czułe na promieniowanie: czerwone, zielone i niebieskie. Wytworzone sygnały, poprzez nerw wzrokowy, docierają do mózgu wywołując w nim postrzeganie odpowiednich barw.

Kolejność przesyłania impulsów naśladowana jest w urządzeniach pomiarowych.

Podczas pomiaru światło oświetla próbkę. Odbita jego część dociera przez układ optyczny do czujnika pomiarowego, który mierzy natężenie światła dla każdej barwy i przesyła jego wartości do komputera. Dane te zostają w komputerze przetworzone w taki sposób, aby odpowiadały spektralnej czułości trzech typów czopków oka, zdefiniowanych przez CIE (Międzynarodową Komisję Oświetleniową) dla tzw. standardowego obserwatora kolorymetrycznego. W wyniku otrzymuje się składowe trójchromatyczne barwy X, Y i Z, które przeliczane są na współrzędne chromatyczności lub współrzędne dowolnej przestrzeni barw (np. CIELAB lub CIELUV).



4.2 Składowe trójchromatyczne / wzorzec bieli

Pomiary barw polegające na ustaleniu składowych trójchromatycznych na podstawie zmierzonego odbicia lub emisji wymagają znormalizowanych warunków. Większość z nich jest narzucona przez producenta urządzenia pomiarowego, tak że użytkownik nie musi się już o nie martwić. Przy pomiarach barw ciał nie świecących muszą być przez użytkownika wybrane trzy parametry: wzorzec bieli, rodzaj źródła światła oraz obserwator.

Zazwyczaj wartości kolorymetryczne są wyznaczone w stosunku do „idealnej bieli”. Kalibracja urządzenia następuje względem standardowego wzorca dołączanego do urządzenia, który jest cechowany do idealnej bieli. W przeciwieństwie do densytometrii, pomiaru dokonuje się w odniesieniu do bieli papieru tylko w szczególnych przypadkach.

4.3 Znormalizowane źródła światła

Barwa nie istnieje bez światła; oznacza to, że rodzaj światła wpływa na nasze postrzeganie barw. Barwa światła jest określana przez jej skład spektralny.

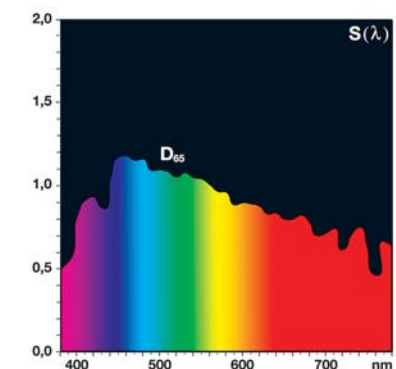
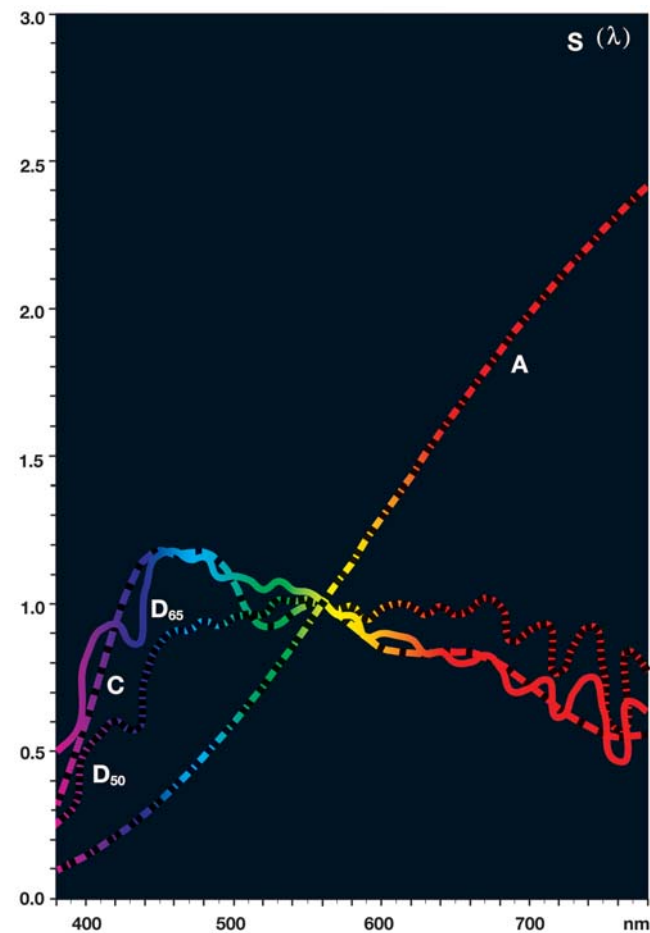
Na skład spektralny naturalnego światła słonecznego wpływa zarówno zmieniająca się pogoda, jak i pora roku lub czas

dnia. Fotografowie i operatorzy filmów muszą często długo czekać na odpowiedni skład światła, który spełniałby ich wymagania.

Sztuczne źródła światła mają także różne składy spektralne. Niektóre wysyłają światło czerwone, podczas gdy inne emitują światło zielonkawe lub niebieskawe.

W zależności od rodzaju oświetlenia zmienia się spektralny skład promieniowania odbitego, a więc i postrzegana barwa. Toteż składowe trójchromatyczne muszą być odnoszone do danego znormalizowanego źródła światła. Normowanie polega na ustaleniu rozkładu natężenia promieniowania dla różnych źródeł światła w zakresie od 380 do 780 nm (w odstępach 5 nm). Na rysunku powyżej przedstawione są rozkłady spektralne znormalizowanych źródeł światła A, C, D₅₀ i D₆₅.

Składy widmowe źródeł znormalizowanych CIE – C, D₅₀ i D₆₅ są zbliżone do średniego światła dziennego, wykazują one największe natężenie promieniowania w zakresie niebieskim. Rysunek obok pokazuje skład spektralny źródeł światła D₆₅. Źródło promieniowania typu A ma największe natężenie światła w zakresie czerwonym, odbiera się je więc jako czerwone, np. światło zmierzchu lub zwykłej żarówki.



4.4 Obserwator standardowy / funkcje kolorymetryczne

Każdy człowiek dysponuje charakterystycznym sposobem oceny barw czerwonej, zielonej i niebieskiej.

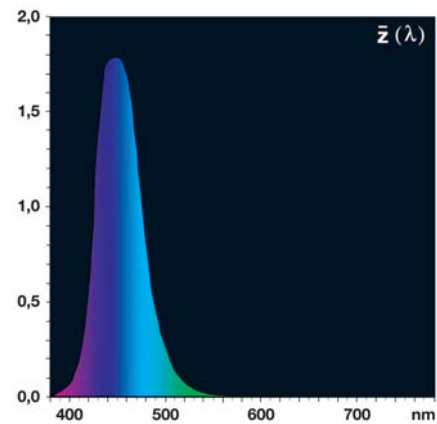
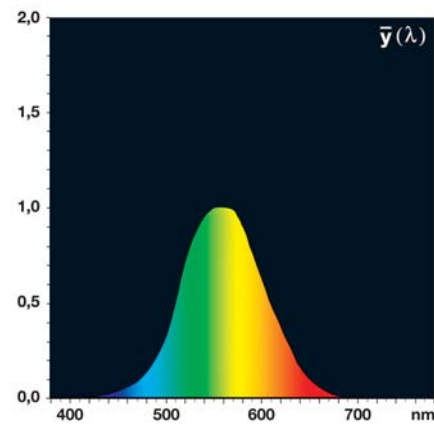
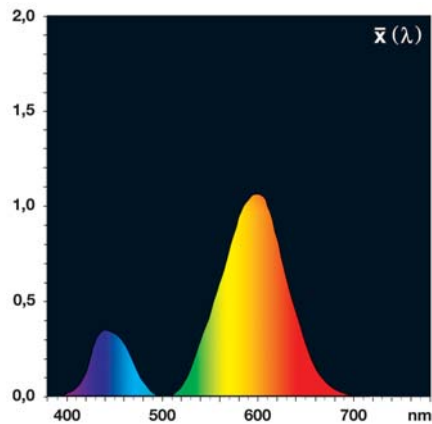
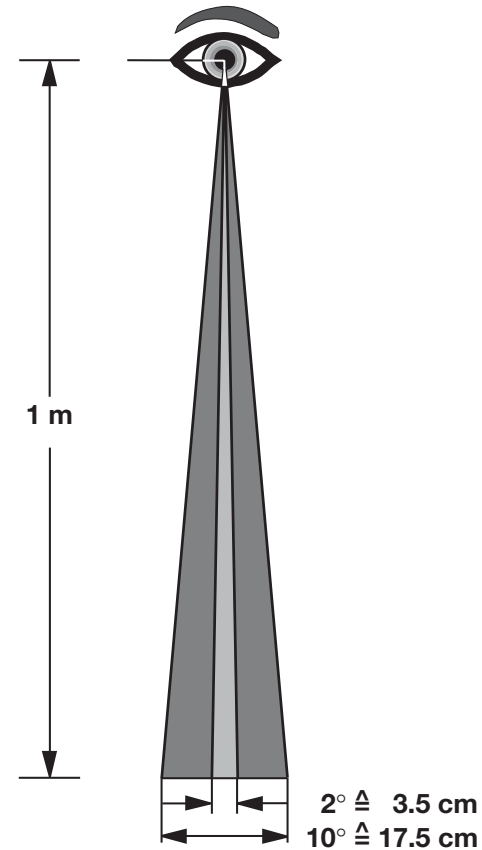
U osób normalnie odróżniających barwy wrażenia barw są w przybliżeniu równe. Tylko barwy, które graniczą ze sobą, oceniane są różnie. To, co dla jednych jest barwą, przykładowo, jeszcze niebieskawozieloną, dla innych jest już zielononiebieską.

Dlatego dla pomiarów barw musiano zdefiniować przeciętne postrzeganie barw; człowieka o takim postrzeganiu barw nazywa się obserwatorem normalnym. W tym celu w 1931 roku przeprowadzono obszerne badania wielu osób o normalnym postrzeganiu barw. W wyniku tych badań ustalono spektralne wartości składowych trójchromatycznych

widma równoenergetycznego x, y i z. Zostały one zatwierdzone przez CIE i przyjęte jako obowiązujące przez normy krajowe i międzynarodowe, np. DIN 5033 i ISO/CD 12647.

Badania przeprowadzono dla pola widzenia o kącie 2° . Przez termin pole widzenia w sensie norm kolorymetrycznych należy rozumieć kąt widzenia, pod jakim jest obserwowana barwna powierzchnia próbki (patrz rysunek). Przy obserwacji z odległości 1 m powierzchni o średnicy 3,5 cm, kąt widzenia wynosi dokładnie 2° .

W roku 1964 powtórzono to samo badanie przy kącie widzenia 10° , a jego wyniki również zostały przyjęte jako norma uzupełniająca. Tak powstało pojęcie „obserwatora standardowego CIE 1964”.



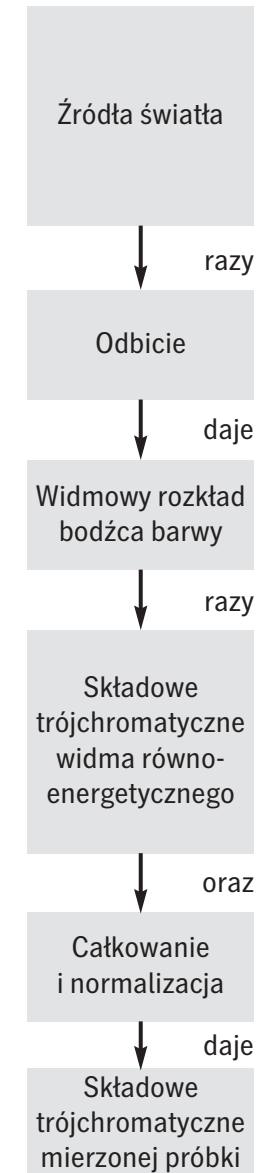
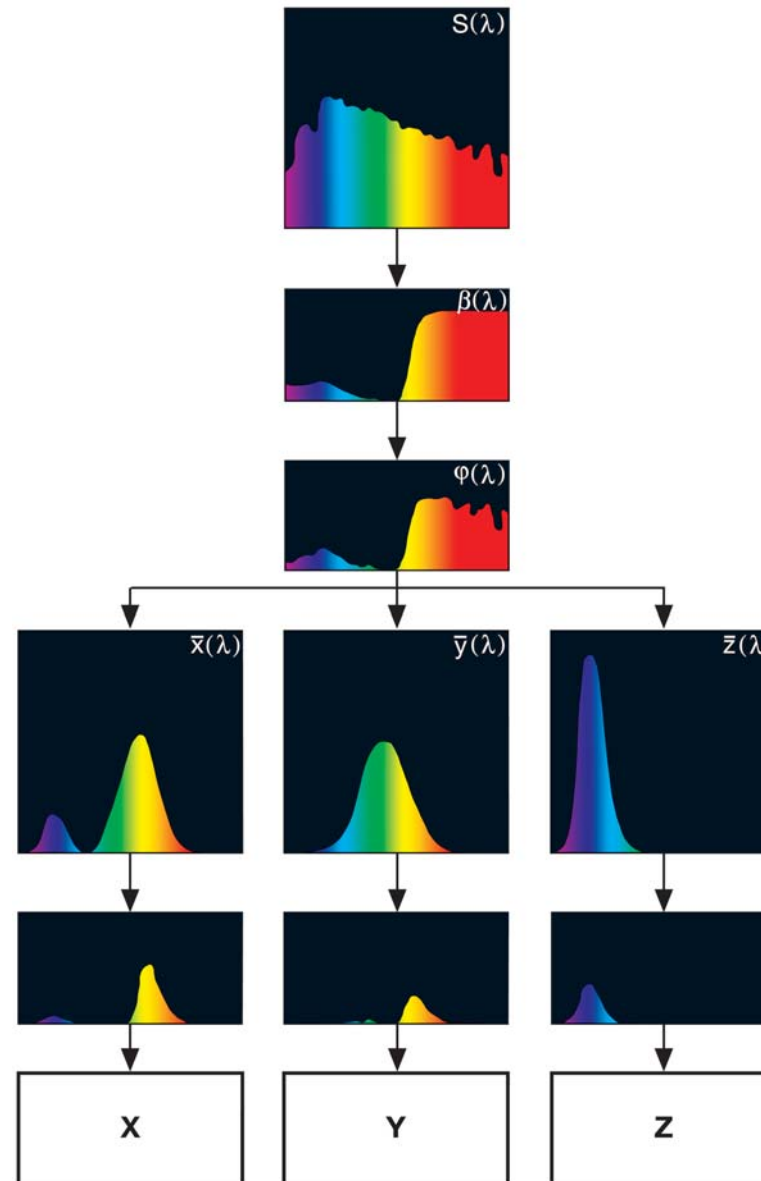
4.5 Pomiary spektrofotometryczne

Składowe trójchromatyczne oblicza się: uwzględniając rozkład widmowy źródła światła $S(\lambda)$, spektralne współczynniki odbicia od próbki $\beta(\lambda)$ oraz znormowane spektralne wartości składowych trójchromatycznych CIE widma równoenergetycznego $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ i $\bar{z}(\lambda)$ obserwatora normalnego.

Umieszczona w nawiasach litera lambda (λ) wskazuje, że obliczenia są funkcją (są zależne) względem długości fali λ światła. W tym celu, w pierwszej fazie obliczania, mnożone są dla każdej długości fali λ natężenia promieniowania normalnego źródła światła $S(\lambda)$ przez zmierzone wartości współczynnika odbicia $\beta(\lambda)$ od danej próbki dla danych długości fal. Wynikiem jest nowa krzywa – widmowy rozkład bodźca barwy $\varphi(\lambda)$.

W następnym etapie obliczeń wartości widmowego rozkładu bodźca barwy zostają pomnożone przez wartości składowych trójchromatycznych widma równoenergetycznego $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ i $\bar{z}(\lambda)$; w rezultacie powstają trzy nowe krzywe charakterystyczne.

Po scałkowaniu powierzchni poniżej krzywych i pomnożeniu przez współczynnik normalizacyjny zostają w końcu obliczone wartości składowych trójchromatycznych X, Y i Z, którymi dokładnie można opisać zmierzoną barwę.



4.6 Różnica barw ΔE

Różnica barw ΔE jest miarą odległości między dwoma pozycjami barw w przestrzeni barw (na przykład między oryginałem a odbitką drukarską).

W rozdz. 1.4 „Systemy opisu barw”, wspomniano już o przestrzeni barw CIE. Przestrzeń ta ma jednak istotną wadę – równe liczbowo różnice położenia barw nie są postrzegane przez człowieka jako równe dla różnych barw.

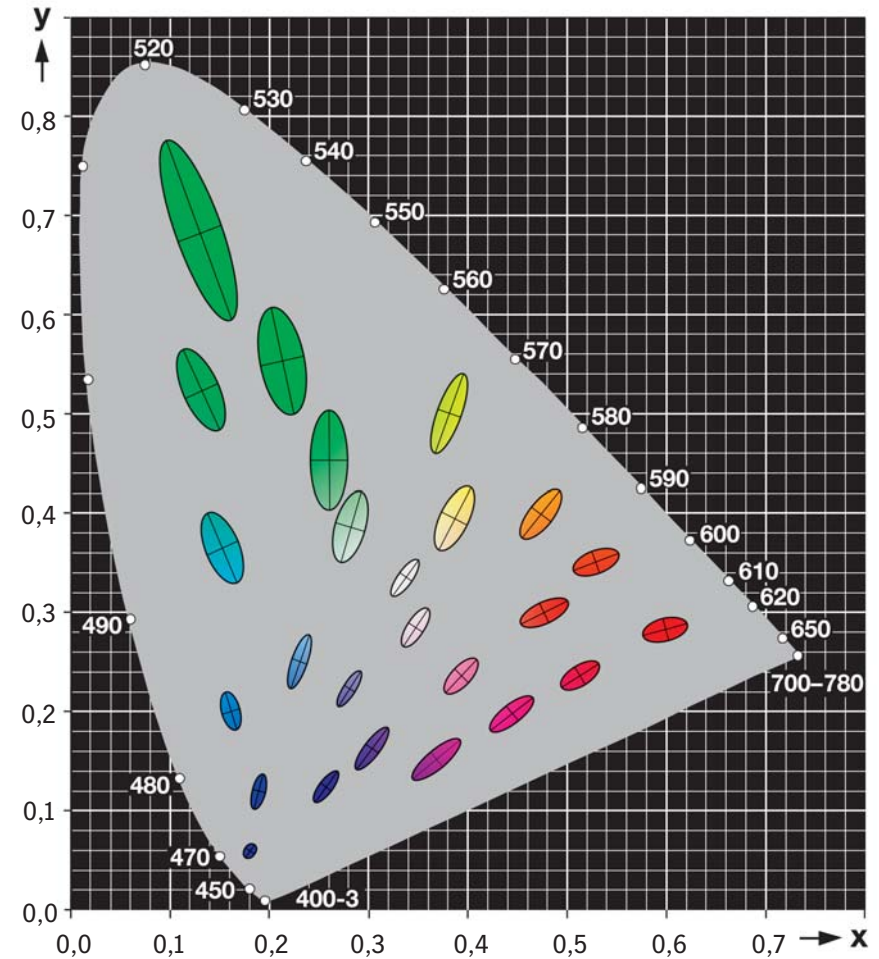
Amerikanin MacAdam badał to w seriach długich testów, analizując wyniki przedstawił je w postaci rysunków. Poniżej pokazane są tak zwane elipsy MacAdam'a w dziesięciokrotnym powiększeniu. Ponieważ przestrzeń barw CIE jest trójwymiarowa, to w rzeczywistości są to elipsoidy, bryły przestrzenne w kształcie elipsy. Wielkość elipsoid jest miarą wielkości progów postrzegalności różnic barw (patrzac od punktu środkowego każdej elipsoidy oraz dla danego odcienia barwy).

Z tego powodu system ten w praktyce nie jest przydatny do oceniania różnic barw. Oznaczałoby to bowiem, że akceptowana tolerancja musiałaby być inna dla każdego odcienia barwy. Dlatego do niezawodnego i miarodajnego obliczania wielkości różnic barw stosuje się przestrzenie barw, w których równo

postrzegane wielkości różnic barw są także liczbowo równe. Do nich zalicza się CIELAB i CIELUV. Zostały one opracowane z przestrzeni barw CIE przez matematyczną jej transformację.

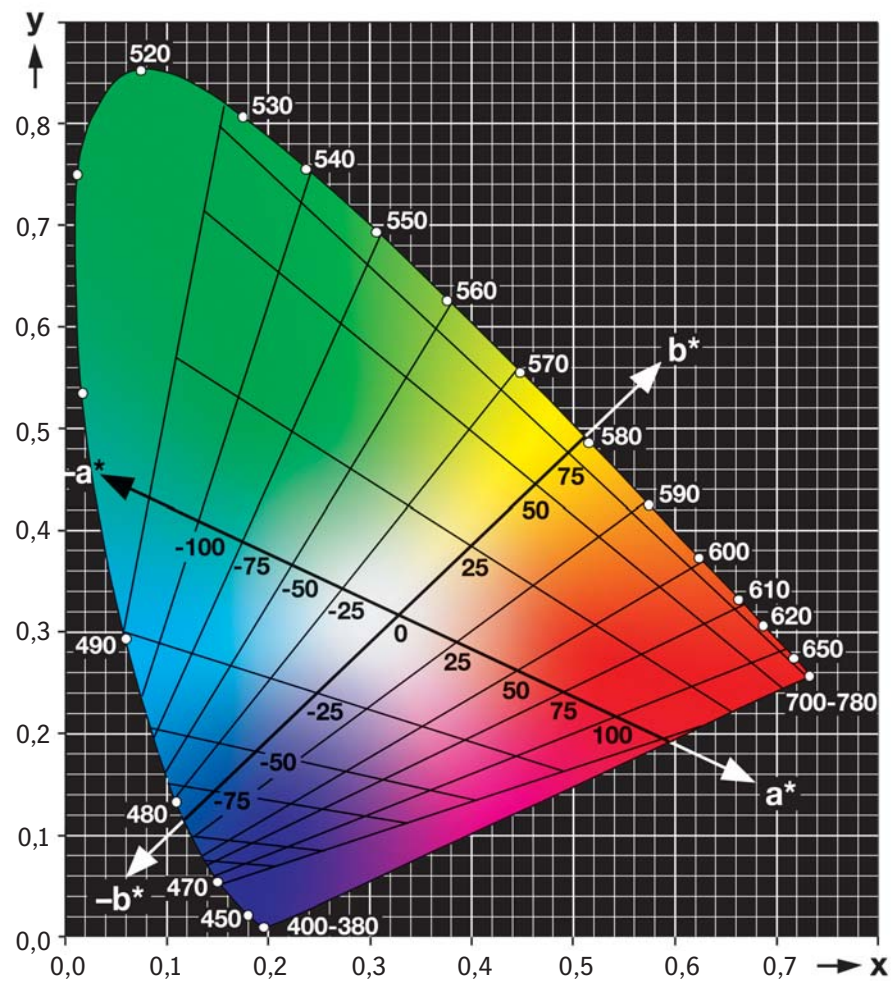
Różnej wielkości elipsoidy MacAdam'a zostały odtworzone wskutek transformacji jako kule w przybliżeniu o równych wielkościach. W ten sposób równe liczbowo wielkości różnicy barw są równe dla wszystkich barw i w przybliżeniu są postrzegane tak samo przez człowieka.

Przestrzenie barw CIELAB i CIELUV zostały znormalizowane przez CIE w roku 1976. Dzisiaj są one najczęściej stosowane w przemyśle poligraficznym, wymagającym standaryzacji w skali międzynarodowej.



Ilustracja pokazuje położenie osi a^* i b^* przestrzeni barw CIELAB na wykresie chromatyczności x, y .

W USA stosowane są również inne przestrzenie barw, m.in. system CMC i przestrzeń barw Munsell'a.

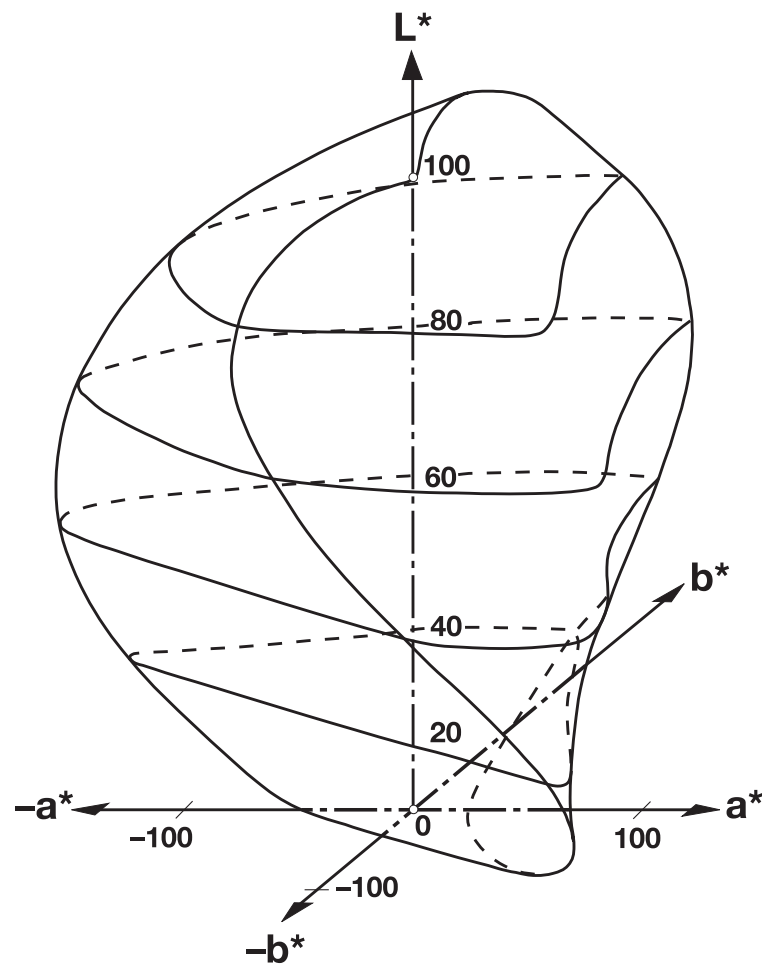
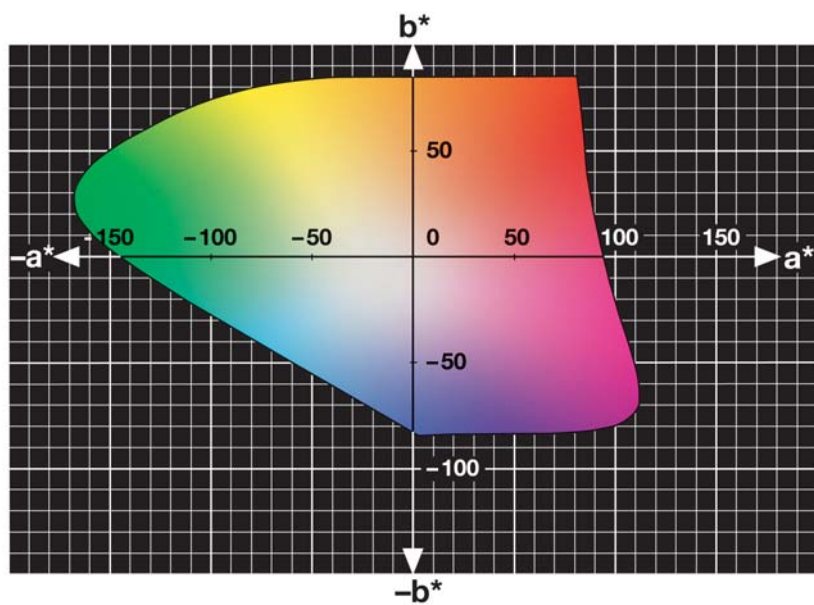


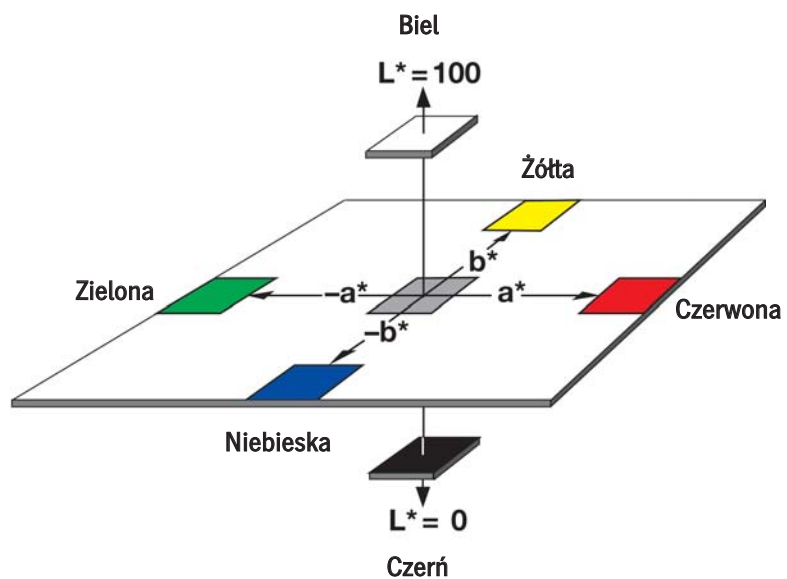
4.6.1 CIELAB

Do pomiaru barw ciał nie świecących (np. farby drukowej) najczęściej jest stosowana przestrzeń barw CIELAB (zarówno do ustalania receptur farb, jak i do pomiaru jakości drukowania). Odcień i nasycenie są naniesione na osiach a^* i b^* . Oś a^* przebiega od $-a^*$ (zieleni) do $+a^*$ (czerwieni), natomiast oś b^* od $-b^*$ (niebieskiego) do $+b^*$ (żółtego). Oś jasności L^* przebiega od 0 (czerni, na dole) do 100 (bieli, na górze).

Przestrzeń barw CIELAB stosuje się do oceny barw ciał nie świecących. Ponieważ powstała ona przez transformację, jest inaczej uformowana niż przestrzeń barw CIE. Także kształt poszczególnych płaszczyzn jasności zmienia się w zależności od jasności L^* .

Ilustracja poniżej przedstawia płaszczyzną przekroju przestrzeni barw CIELAB dla barw ciał nie świecących o jasności $L^*=50$. Można wyraźnie tu zauważyć zmniejszenie się skali w obszarze zieleni oraz jej rozszerzenie w obszarze niebieskim.





Przydatne jest korzystanie z ilustracji obok.

Przykład:

	Wartości żądane	Zmierzone położenie barw
L*	70,0	75,3
a*	55,0	51,2
b*	54,0	48,4

L* = 75,3 oznacza, że chodzi tu o jakąś jasną barwę, zaś wartości a* = 51,2 i b* = 48,4 wyznaczają jej położenie między barwą żółtą a czerwoną. W podanym przykładzie chodzi więc o barwę jasno żółtoczerwoną lub pomarańczową.

Wynik: położenie barw o wartościach żądanych i zmierzonych różni się między sobą.

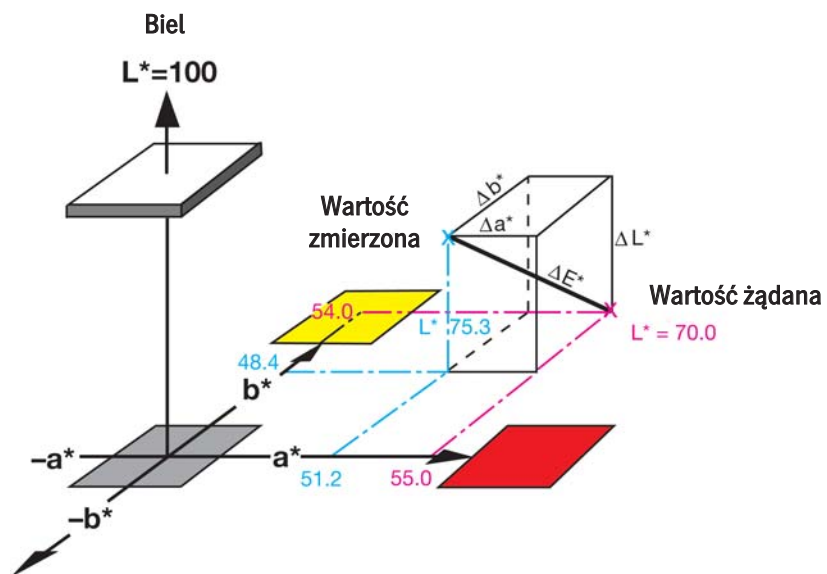
Różnice barw są obliczane według następujących wzorów:

$$\Delta L^* = L^*_{zm.} - L^*_{\text{żąd.}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{zm.} - a^*_{\text{żąd.}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{zm.} - b^*_{\text{żąd.}}$$

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

**Z obliczeń wynika:**

$$\Delta L^* = 75,3 - 70,0 = 5,3$$

$$\Delta a^* = 51,2 - 55,0 = -3,8$$

$$\Delta b^* = 48,4 - 54,0 = -5,6$$

$$\Delta E_{\Delta b}^* = \sqrt{5,3^2 + (-3,8)^2 + (-5,6)^2} = 8,6$$

Odpowiednio do postrzegania różnic barw, odchylenia barw mogą być klasyfikowane następująco:

ΔE między 0 i 1	normalne niewidoczne odchylenia
ΔE między 1 i 2	bardzo małe odchylenia; rozpoznawalne tylko przez doświadczonego obserwatora
ΔE między 2 i 3,5	średnie odchylenia; rozpoznawalne także przez nie doświadczonego obserwatora
ΔE między 3,5 i 5	wyraźne odchylenia
ΔE powyżej 5	duże odchylenia

Ponieważ zastosowana tu transformacja nie jest liniowa, nie jest możliwe przeniesienie wszystkich zależności z przestrzeni barw CIE w przestrzeń barw CIELAB. Na korzyść stosowania przestrzeni barw CIELAB przemawia jednak najlepiej jej rozpowszechnienie na całym świecie.

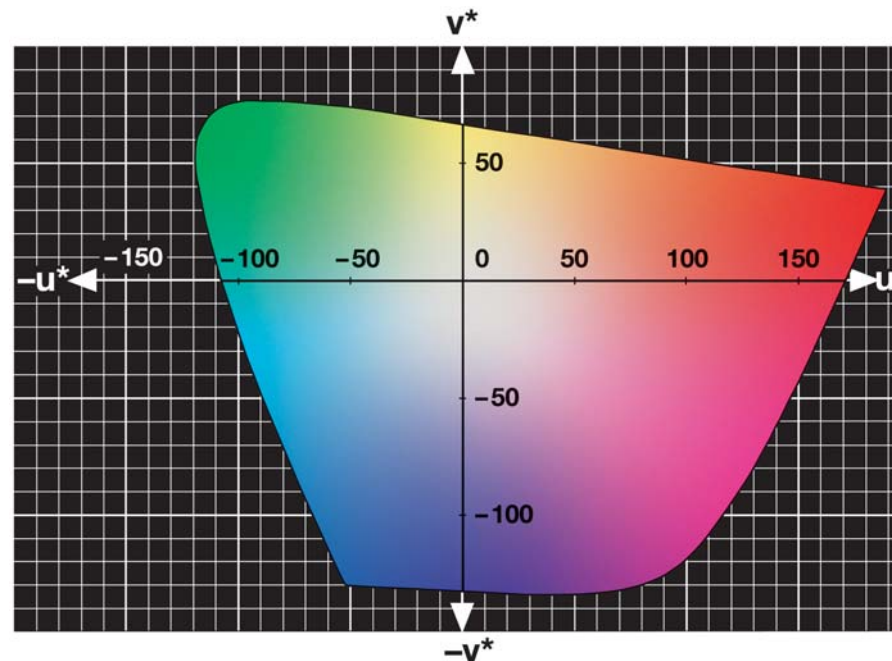
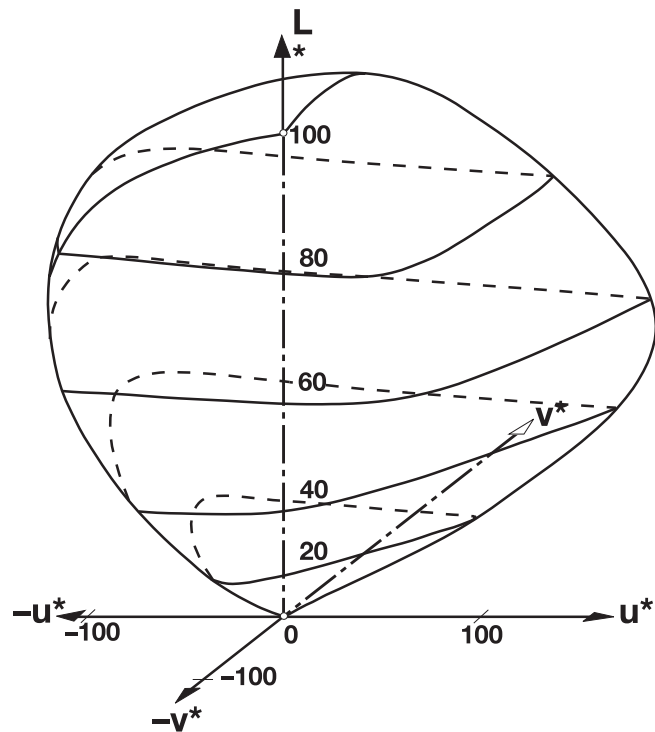
4.6.2 CIELUV

Także przestrzeń barw CIELUV została utworzona przez transformację przestrzeni barw CIE, chociaż przy zastosowaniu innych wzorów niż przy transformacji do CIELAB. W CIELUV trzy osie współrzędne są oznaczane przez L^* , u^* i v^* .

Ponieważ przestrzenie barw CIELUV i CIELAB powstały wskutek różnych transformacji, toteż różnią się one kształtami. Obie przestrzenie barw stosowane są do barw ciał nie świecących.

Rysunek powyżej przedstawia przekrój przestrzeni barw CIELUV dla barw ciał nie świecących o jasności $L^* = 50$. Obszar zielony w przestrzeni barw CIELUV jest znacznie przesunięty do wewnątrz w porównaniu do przestrzeni barw CIELAB, oprócz tego obszar niebieski jest powiększony (porównaj rozdz. 4.6.1).

Przestrzeń barw CIELUV jest często stosowana do oceny barwy światła na barwnych monitorach (przykładowo skanerów lub komputerów). Walorem jej jest liniowość transformacji, powodująca że wszystkie reguły przestrzeni barw CIE pozostają niezmienione (nie dotyczy to przestrzeni barw CIELAB).



4.6.3 CIELCH

O systemie CIELCH mówi się wtedy, gdy w przestrzeniach barw CIELAB i CIELUV, zamiast współrzędnych kartezjańskich a^* , b^* wzgl. u^* , v^* , stosuje się współrzędne biegunowe C (odległość od centrum) i h (kąt). Nie chodzi więc tu o jakąś dodatkową przestrzeń barw.

Przy stosowaniu przestrzeni barw CIELUV obliczenia są takie same.

Poniżej przedstawiono położenie barwy o takich samych wartościach, jak w rozdz. 4.6.1.

Parametry położenia barwy:

$$L^* = 75,3$$

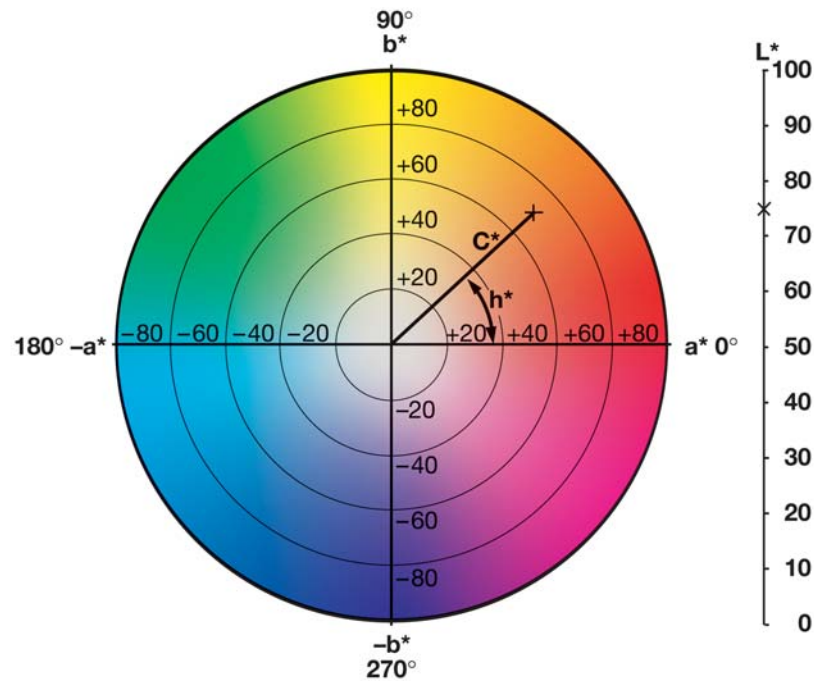
$$C^* = 70,5$$

$$h^* = 43,4^\circ$$

Jasność L^* pozostaje bez zmian

Nasylenie barwy C^*_{ab} obliczane jest wg wzoru $C^*_{ab} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$

Kąt odcienia h^*_{ab} wynika z wzoru $h^*_{ab} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$



4.6.4 CMC

CMC jest systemem, w którym ocenę różnicy barw oparto na przestrzeni barw CIELAB. Został on opracowany w Wielkiej Brytanii przez Komitet Pomiaru Barwy Stowarzyszenia Farbiarzy i Malarzy („The Colour Measurement Committee of the Society of Dyers and Colourists” – CMC).

Nie opisuje on (jak CIELAB i CIELUV) postrzegania różnic barw, lecz ich akceptację przez obserwatora.

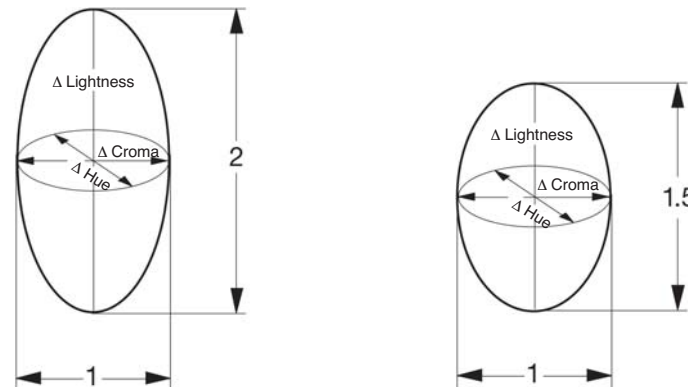
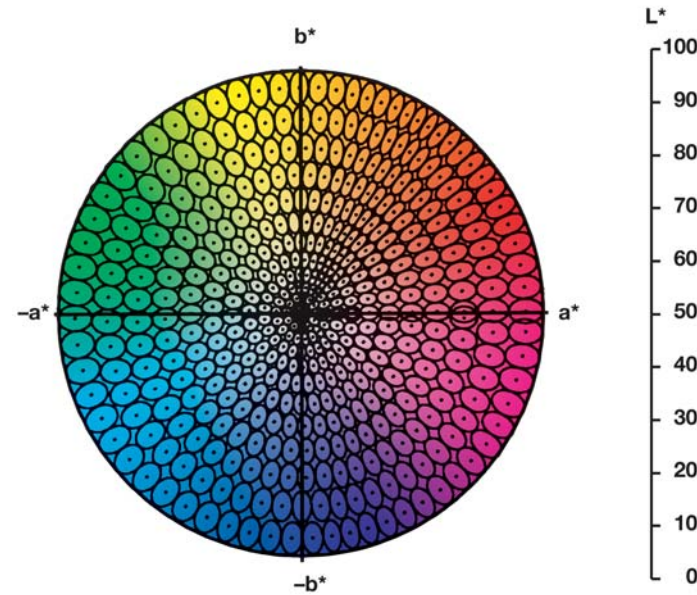
Na ogół występujące w pobliżu osi jasności wahania barw są postrzegane jako bardziej rażące niż przy barwach nasyconych. Podobnie bardziej tolerowane są wahania (nasylenia) niż wahania kąta odcienia.

Ilustracja wyjaśnia zasadę oceny różnicy barw CMC w przestrzeni barw CIELAB. Każda elipsa pokazuje pozycję barwy ze stałymi różnicami barw według formuły CMC, w odniesieniu do środka koła. Można wyraźnie zauważyć, że elipsy (obszar tolerancji w przestrzeni barw CMC) są w obszarze achromatycznym

mniejsze niż w obszarze dużego nasycenia. Poza tym są one tak uformowane, że dopuszczalne odchylenia kąta odcienia są mniejsze niż nasycenia. Oprócz tego umożliwiają one indywidualne dopasowanie odchylenia jasności i odchylenia odcienia. Dopasowanie to odbywa się przy pomocy dwóch czynników ważonych l i c. (l jest czynnikiem ważonym jasności, a c odcienia barwy, który jest w zasadzie równy 1).

Przemysł tekstylny pracuje często przy stosunku czynników ważonych $l: c = 2: 1$. Oznacza to, że akceptowalne odchylenia jasności w stosunku do odchylenia odcienia barwy mogą być dwukrotnie większe.

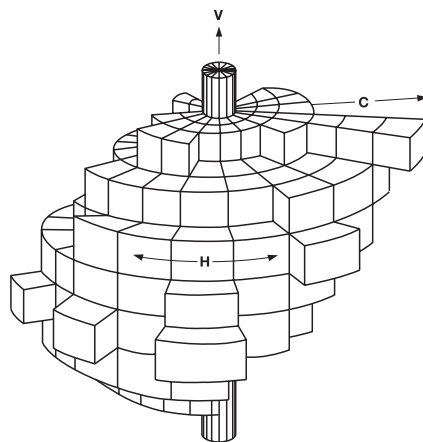
Stosunek ten może być dopasowany w zależności od obszaru zastosowania. Toteż wartości różnic barw są miarodajne i porównywalne tylko w połączeniu z czynnikami ważonymi.



Lightness = Jasność
Chroma = Nasycenie
Hue = Kąt odcienia

4.7 Munsell

Już w 1905 roku Munsell stworzył system klasyfikacji barw o jednakowo postrzeganych różnicach barw. Zostały one uporządkowane w przestrzeni trzech parametrów: odcienia barwy (Hue), jasności (Value) i nasycenia (Croma). Bazowymi odcieniami barw są: czerwona, żółta, zielona, niebieska i purpurowa. W roku 1915 opublikowano „Munsell Book of Color” dla 40 odcieni barw z uporządkowanymi, dla źródła światła typu C, wzorcami: matowymi i błyszczącymi.



Pięć odcieni barw bazowych jest usytuowanych w 100-liczbowej skali odcieni barw, z których każdy wykazuje 16-stopniowe nasycenie i 10-stopniową jasność.

Rysunek przedstawia przekrój bryły barw dla 40 odcieni barw.

Inne systemy uporządkowanych barw to: karty barw DIN (DIN 6164), NCS „Natural Colour System”, OSA-system (Optical Society of America) i RAL-Design-System (RAL-DS).

4.8 Metoda trójchromatyczna

Fotometry trójchromatyczne są zbudowane podobnie jak densytometry. Zamiast trzech filtrów o barwie czerwonej, zielonej i niebieskiej oraz filtru wizualnego stosowane są kombinacje filtrów, które naśladują funkcje x, y i z.

Fotometry trójchromatyczne mają jednak mniejszą bezwzględną dokładność pomiarową niż spektrofotometry. Z reguły bowiem nie naśladują one z absolutną dokładnością ani funkcji x, y, z, ani nie zawsze jest dostępne idealnie standardowe źródło światła. Przydatne są one jednak do oceniania różnic barw,

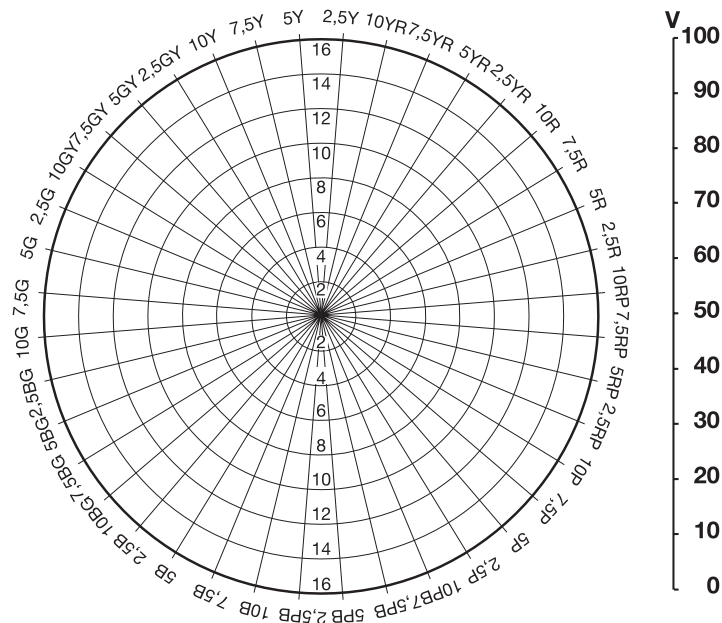
wtedy bowiem absolutna dokładność nie odgrywa żadnej roli.

Ponadto fotometry trójchromatyczne są znacznie tańsze od spektrofotometrów.

Pole pomiarowe jest oświetlone źródłem, którego skład widmowy jest zbliżony do standardowego źródła światła CIE. W naszym przykładzie na str. 47 zmierzona jest próbka wydrukowana farbą cyjan.

Widmowe odbicie mierzone jest przez trzy różne filtry x, y i z: za filtrem x (czerwonym) mierzona jest wartość składowej trójchromatycznej X, za

filtrem y (zielonym) wartość składowej trójchromatycznej Y i za filtrem z (niebieskim) wartość składowej trójchromatycznej Z. Potem składowe trójchromatyczne mogą być przeliczone na parametry systemu o jednakowo postrzeganych różnicach barw (CIELAB lub CIELUV).



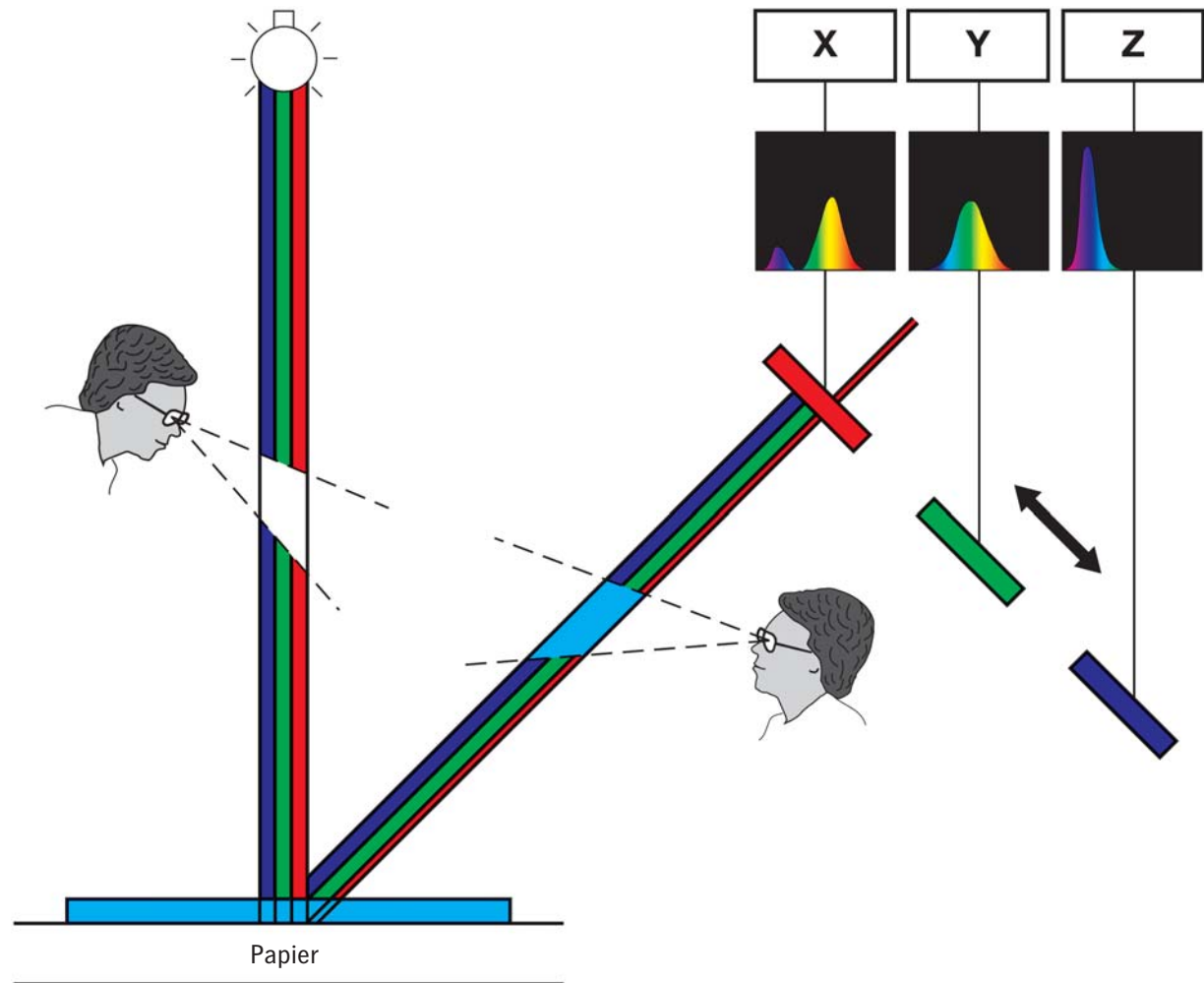
4.9 Metoda widmowa (spektralna)

Metodą spektralną mierzone jest widmo widzialne w zakresie od 380 do 780 nm. Podczas pomiaru światło odbite od farby drukowej jest rozdzielone, przykładowo przez siatkę dyfrakcyjną, na części składowe, które są mierzone przez zbiór czujników.

W zależności od żądanej dokładności, pomiaru światła odbitego dokonuje się w odstępach 1, 5 lub 10 nm. Następnie z uzyskanych danych obliczane są wartości składowych trójchromatycznych X, Y i Z.

W tym celu wprowadzone są do pamięci komputera funkcje x, y i z. Ponieważ te funkcje nie muszą być symulowane przez filtry, dokładność bezwzględna pomiaru spektrofotometrycznego jest bardzo duża.

Istotną zaletą metody widmowej, oprócz dużej dokładności bezwzględnej, jest fakt, że spektrofotometr w zasadzie może podać wartości składowe trójchromatyczne dla wszystkich znormalizowanych źródeł światła i obserwatorów standardowych jeśli odpowiednie wartości są w pamięci komputera. Oprócz tego mogą one obliczyć gęstości optyczne dla filtrów.



Zasada pomiaru przy pomocy fotometru trójchromatycznego

Wytwórnice farb muszą wykonywać rozcieranie farb bardzo dokładnie. Jest to bardzo ważne nie tylko o normowanych barwach produkcji farb (DIN ISO 2846-1), lecz także przy farbach HKS, a szczególnie przy zamówieniach specjalnych. W tym celu wzorec barw mierzony jest spektrofotometrem a proporcje mieszaniny dla danej farby drukowej są obliczane przez komputer PC z odpowiedniego programu recepturowego.

W drukarniach spektrofotometry nie mogły być wcześniej optymalnie wykorzystane. Były one drogie i nieporęczne, i nie mogły być bezpośrednio zastosowane w drukowaniu wielobarwnym. Stosowane były tylko sporadycznie do pomiarów farb o barwach specjalnych oraz do badania podłoża drukowego. Nie używano ich również do sterowania jakością drukowania.

4.10 Spektralna kontrola jakości i zasada działania modułów Heidelberg

Heidelberg jako pierwszy i jedyny producent przedstawił na targach DRUPA 1990 spektralne urządzenie pomiarowe CPC 21 do drukowania offsetowego, które przez moduł CPC 1 było bezpośrednio sprzężone z maszyną drukującą, a na wystawie IPEX 98 urządzenie do spektralnego pomiaru obrazu Image Control. CPC 21 zostało zastąpione na targach IPEX 2002 przez Prinect Axis

Control. Podczas IPEX 2006 został zaprezentowany Prinect Inpress Control – pierwszy system do pomiaru inline w maszynie drukującej.

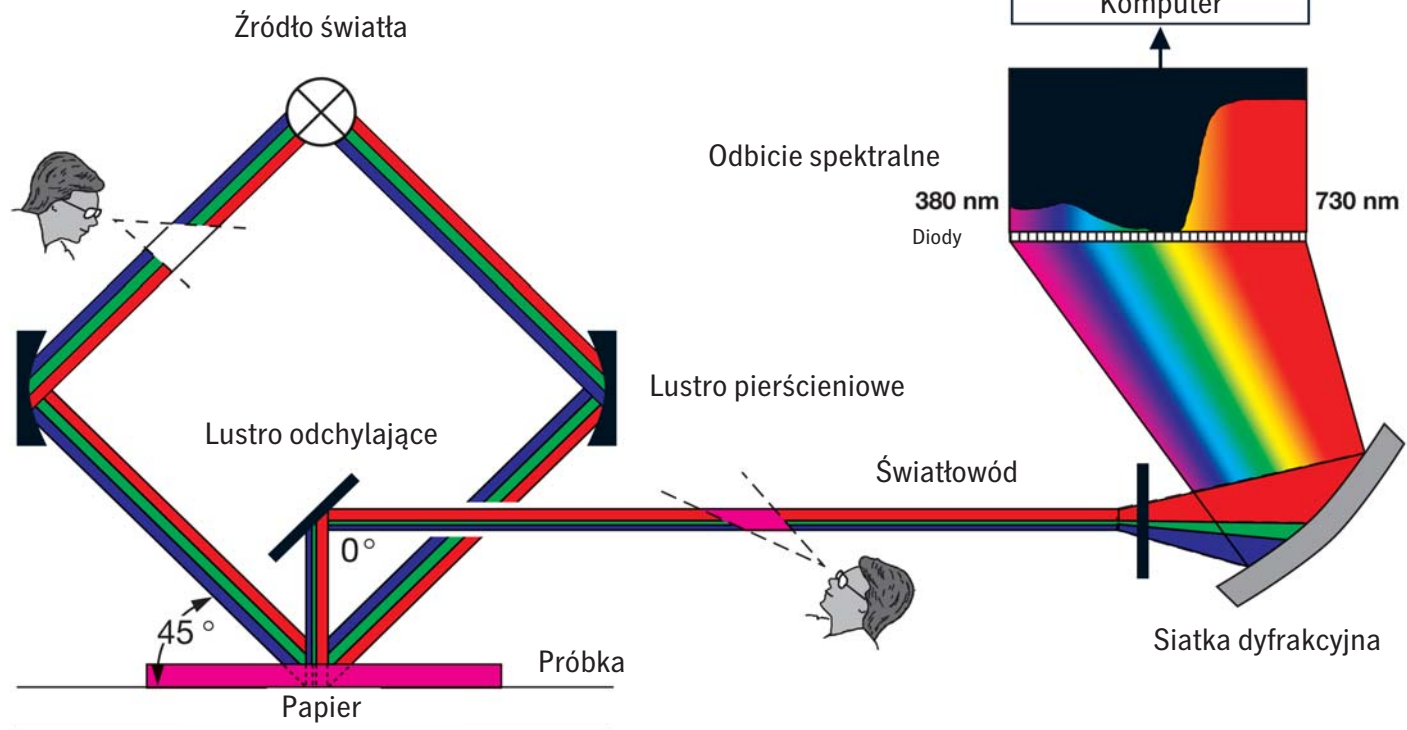
Podczas pomiaru głowica pomiarowa skanuje pasek kontrolny lub obraz mierząc przy tym metodą spektralną wszystkie pola pomiarowe, względnie punkty pomiarowe obrazu. Nadto istnieje możliwość wykonania pomiaru z dowolnie wybranym źródłem światła A, C, D₅₀ lub D₆₅ oraz wariantowo z tzw. obserwatorami standardowymi CIE:

2° lub 10°. Zasada pomiaru spektrofotometru jest przedstawiona na schemacie poniżej.

Najpierw światło kierowane jest przez lustro pierścieniowe na próbkę pod kątem 45°. Odbite prostopadle od powierzchni próbki światło przechodzi dalej przez lustro odchylające i światłowód do głowicy pomiarowej do spektrofotometru.

Tam zostaje ono za pomocą siatki dyfrakcyjnej (podobnie jak w pryzmacie) rozłożone na swoje barwy składowe.

Fotodiody mierzą rozkład natężenia promieniowania w całym widzialnym zakresie widma (między 380 i 730 nm) i przekazują wyniki dalej do komputera. Po przetworzeniu zmierzonych wartości pod względem kolorymetrycznym wyniki przedstawione są jako wartości składowych trójchromatycznych X, Y i Z i współrzędne chromatyczności x, y oraz Y.



Po porównaniu wartości zmierzonych z podanymi wcześniej wartościami żądanymi system pomiarowy wylicza wartości korygujące dla poszczególnych farb i przesyła je do pulpitu sterowania maszyny Prinect CP2000 Center. Tam dane są przeliczane na dokładne ustawienia wstępne kałamarzy farbowych i zostają przesłane do poszczególnych stref farbowych.

4.11 Paski kontrolne

Heidelberg oferuje bibliotekę cyfrowych elementów kontroli druku (Dipco - Digital Print Control Elements) zgodną ze wszystkimi produktami Prinect związanymi z kontrolą barwy. Ten obszerny pakiet zawiera wszystkie niezbędne elementy cyfrowe, które umożliwiają zapanowanie i kontrolę nad efektami kolejnych kroków procesu produkcyjnego, począwszy od cyfrowej przygotowania aż po proces drukowania. Systemy pomiaru barwy Heidelberg Prinect Axis Control i Prinect Image Control mierzą i oceniają, w zależności od szerokości stref farbowych, wszystkie paski kontrolne zawarte w pakiecie Dipco.

Otrzymane wyniki pomiaru każdego elementu paska kontrolnego są porównywane z zapisanymi wartościami żądanymi systemu pomiarowego. Z porównania wartości zmierzonych i żądanych systemy Heidelberg

obliczają niezbędne korekty dla poszczególnych stref farbowych w każdym zespole drukującym.

Wskazówki do montażu pasków kontrolnych

- Nie montować skośnie na arkuszu tylko równoległe do krawędzi papieru
- Montować pasek wychodząc od środka arkusza
- Zachować ciągłość montażu – żadnych pustych pól, odstępów
- Właściwy dobór paska w zależności od zlecenia (tylko CMYK, CMYK i farby specjalne, tylko farby specjalne)
- Właściwy dobór paska w zależności od systemu pomiarowego i regulującego
 - regulacja tonu pełnego i pól szarości (zastosowanie: 4GS, 6GS, 6GS99, 8GS)
 - regulacja tylko tonu pełnego (zastosowanie: 6S, 6S+)
- Właściwy dobór paska w zależności od mierzonych wartości tonalnych
 - 70 % wartości tonu pełnego: paski kontrolne Prinect
 - 40 % und 80 % i 80% tonu pełnego: paski kontrolne Prinect/FOGRA
- Nie zmniejszać wymiaru pasków poniżej 6 mm wysokości i 5 mm szerokości
- Uwzględnić położenie względem łapek maszyny drukującej

- Umieszczać z boku arkusza, z przodu, z tyłu lub pośrodku (druk dwustronny)
- Przy stosowaniu Prinect Image Control nie umieszczać paska w obrębie mierzonego obrazu (min. 1 mm odstępu).

Wielkość poszczególnych pól pomiarowych paska kontrolnego wynosi 6 mm wysokości i 5 mm szerokości. Ponieważ wszystkie maszyny Speedmaster mają strefy farbowe o szerokości 32,5 mm, to w dwóch strefach mieści się 13 pól pomiarowych.

4.12 Regulacja podawania farby na urządzeniach Heidelberg

4.12.1 Systemy pomiaru barwy i systemy regulacji Heidelberg

Prinect Axis Control jest urządzeniem do pomiaru i analizy barwy na zadrukowanym arkuszu w oparciu o pasek kontrolny. Urządzenie jest zintegrowane z pulpitem sterującym maszyny drukującej.

Prinect Image Control jest urządzeniem do pomiaru i analizy barwy na zadrukowanym arkuszu w oparciu o pomiary paska kontrolnego, jak i całego zadrukowanego arkusza. Do urządzenia można jednocześnie podłączyć do czterech maszyn drukujących.

Prinect Inpress Control jest urządzeniem do pomiaru i analizy barwy w oparciu o pasek kontrolny. Dodatkowo w sposób





Prinect Axis Control

automatyczny system przeprowadza regulację pasowania w maszynie drukującej. Urządzenie jest zainstalowane bezpośrednio w maszynie drukującej.

4.12.2 Kolorymetryczne sposoby regulacji

Wśród systemów do pomiaru i regulacji kolorów w urządzeniach firmy Heidelberg możemy rozróżnić trzy rodzaje regulacji koloru:

- Kolorymetryczny pomiar tonów pełnych
- Kolorymetryczny pomiar pola szarości*
- Kolorymetryczny pomiar w obrazie**

Przy pomiarach kolorymetrycznych różni się zasadniczo dwa typy regulacji: jest to regulacja pól pełnych z paska kontrolnego (obowiązuje dla farb triadowych i farb specjalnych) oraz regulacja według pola balansu szarości. Pole balansu szarości zbudowane jest z tint kolorów CMY



Prinect Image Control

o różnym współczynniku pokrycia powierzchni. Do wymienionych wyżej sposobów regulacji Heidelberg dodaje trzeci rodzaj – pomiar całego obrazu.

Heidelberg Prinect Image Control jest pierwszym na świecie urządzeniem, które może wykonać pomiar całego zadrukowanego arkusza. Na podstawie otrzymanych wyników oraz przeprowadzonej analizy do maszyny drukującej wysyłane są odpowiednie instrukcje regulacji ilości podawania farby. Reasumując: mierzymy to, co sprzedajemy.

Podstawą wszystkich trzech rodzajów regulacji jest określenie wartości zadanej. Dzięki temu mamy pewność, iż wynik drukowania będzie się zawsze zbliżał do określonych wartości: barwometryczna zgodność między drukowanym nakładem a zadany wzorcem jest najważniejszą wykładnią jakości produktu. Wartości



Prinect Inpress Control

kolorymetryczne wykorzystywane w systemach pomiaru barwy Heidelberg, oraz sposób pomiaru, bazują na funkcjonowaniu ludzkiego oka oraz jego postrzeganiu barw i ich różnic. W ten sposób w przypadku jakichkolwiek odstępstw, wykorzystując technikę regulacji minimalizujemy występujące odchyłki kolorów pomiędzy arkuszem nakładowym a wzorcem.

4.12.3 Założenia przy wykonywaniu pomiarów i regulacji w maszynie drukującej

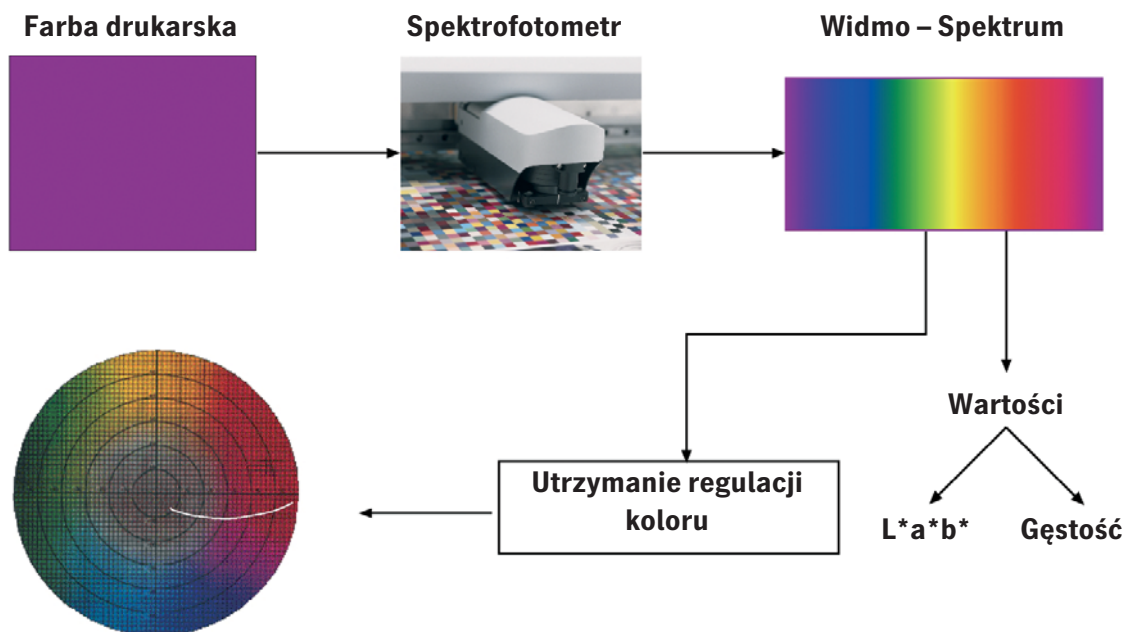
Zanim zostaną omówione sposoby funkcjonowania urządzeń pomiarowych, należy najpierw zwrócić uwagę na pewne elementy, które są niezbędne przy wykonywaniu pomiarów i regulacji. Jednym z najważniejszych elementów są: wstępne ustawienie stref farbowych i wstępne nafarwienie zespołów farbowych. Wstępne ustawienie farby w istocie jest określone przez wartości

współczynnika pokrycia powierzchni na formie drukowej.

Dodatkowo wartości te są modyfikowane przez parametry materiału, które w postaci krzywych charakterystycznych są zapisane w systemie sterowania maszyny drukującej. W sposób idealny przy określaniu wartości pokrycia powierzchni znalazły zastosowanie dane CIP4-PPF z działu prepress. Dane te mogą być przesyłane bezpośrednio do maszyny drukującej wykorzystując zdalne połączenie poprzez Prinect InstantGate, albo przy użyciu kart pamięci. Zadaniem wstępnego ustawienia stref farbowych jest to, aby już na samym początku drukowania możliwie najbardziej zbliżyć się do wartości zadanej. W tym celu w każdym z zespołów drukujących niezależnie od siebie ustawiane są odpowiednio strefy farbowe zgodnie z przewidywanym zużyciem farby. Wartości wstępnego ustawienia stref farbowych na podstawie zapisanych krzywych charakterystycznych są zamieniane na odpowiednie wartości otwarcia stref farbowych. Tym samym duktorem farbowym dostanie tyle farby, ile jest niezbędne, aby uzyskać optymalne nasycenie kolorem na podłożu drukowym. Często niedocenianym parametrem jest tzw. wstępne nafarwienie zespołów farbowych. W tym przypadku zanim jeszcze

* nie dotyczy Prinect Inpress Control

** dotyczy Prinect Image Control



Kolorymetryczny proces regulacji. Z widma zmierzonej farby drukarskiej są określane nie tylko wartości liczbowe (Lab, gęstość optyczna), lecz również określony jest przebieg procesu regulacji kolorów.

zostanie wydrukowany pierwszy arkusz, zespół farbowym musi już posiadać określoną ilość farby, której ilość stabilizuje się w trakcie drukowania nakładu. Idealnym przypadkiem jest, gdy pierwszy wyciągnięty arkusz odpowiada zadanej kolorystyce. To wymaganie bazuje na doświadczeniu, że im większe są odchylenia od wartości zadanej, tym w sposób nieunikniony zwiększa się ilość regulacji. Istnieje generalna zasada – im dokładniejsze jest pierwsze ustawienie, tym ilość poprawek korygujących jest mniejsza. Zatem przy rozpoczęciu drukowania wyżej opisane kroki

warunkują właściwe przeprowadzenie wstępnego ustawienia podawania farby i jednocześnie stanowią punkt początkowy do rozpoczęcia pomiarów i regulacji.

4.12.4 Zasada działania systemów regulacji farby i pomiaru kolorów w urządzeniach Heidelberg

We wszystkich nowoczesnych systemach pomiarowych firma Heidelberg wykorzystuje urządzenia spektrofotometryczne. Systemy te są stosowane niezależnie od tego, czy potrzebujemy wartości gęstości optycznej czy wartości $L^*a^*b^*$. Wygenerowane widmowe współ-

czynniki odbicia są przekazywane podczas procesu mierzenia do komputera, gdzie specjalne oprogramowanie przelicza otrzymane sygnały elektryczne na odpowiednie wartości kolorymetryczne. Te wartości tworzą bazę do przeprowadzania regulacji tzn. wyliczane są bezpośrednie instrukcje dotyczące zmiany otwarcia stref farbowych z pominięciem wartości gęstości optycznych.

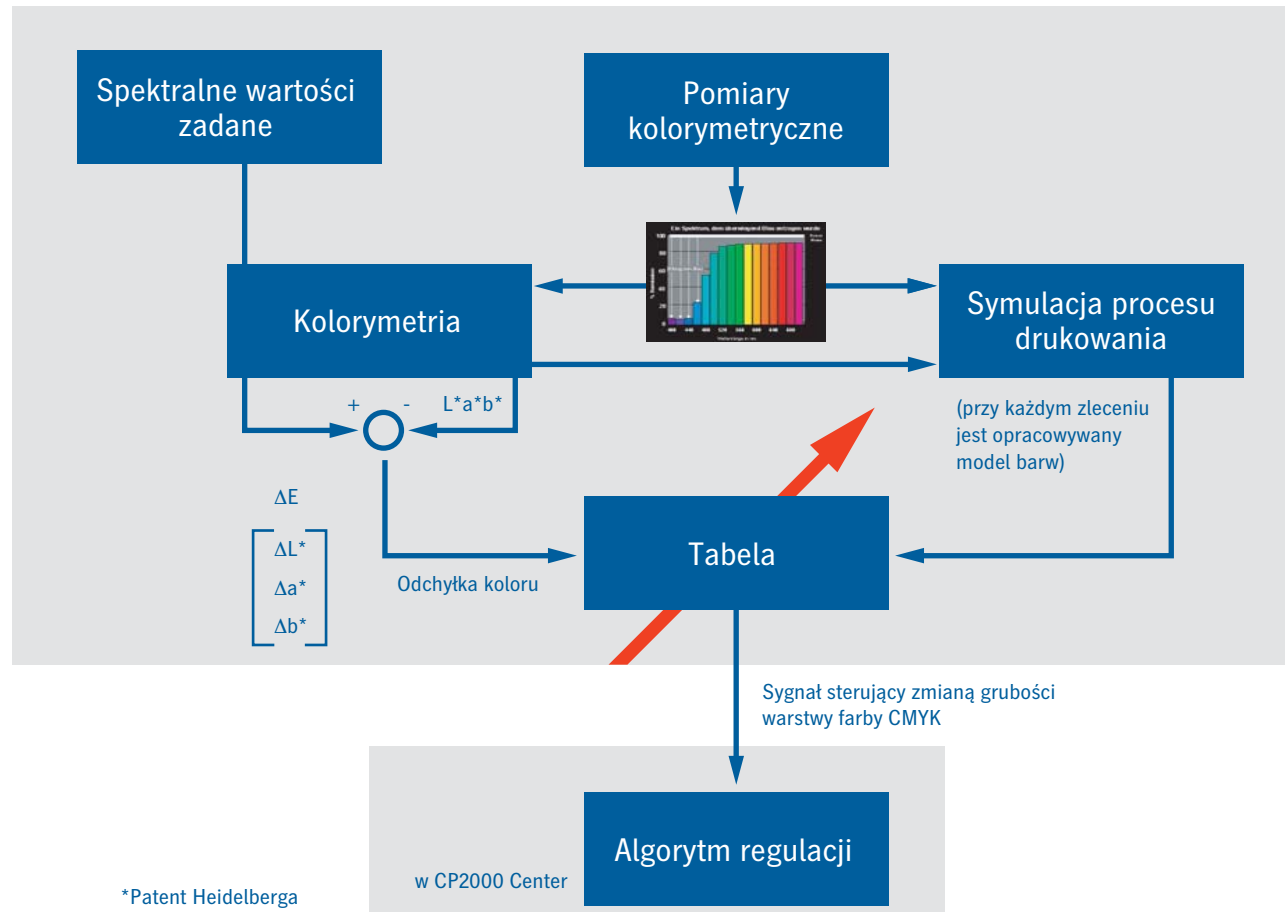
Przy regulacji podawania farby jest koniecznym, aby wartości spektralne poszczególnych kolorów były zapisane w urządzeniu pomiarowym jako warto-

ści zadane lub jako wartości docelowe. Przy farbach w systemie Pantone i HKS wartości te są standardowo zapisane w pamięci wszystkich urządzeń Heidelberg. Dla farb triadowych (4C), farb o wysokiej zawartości pigmentu oraz pozostałych farb wartości spektralne nie są określane. Spowodowane to jest bogatą ofertą producentów farb oraz znacznymi różnicami pomiędzy farbami. Stąd najlepszym sposobem wprowadzenia wartości spektrum (wartości tonów pełnych) jest bezpośrednie wczytanie wzorca do urządzenia. W ten sposób otrzymujemy wartości wzorca koloru. Tego typu procedura może być przeprowadzona w warunkach produkcyjnych bardzo szybko. Niewątpliwą zaletą tej metody jest fakt, iż wartości wzorca koloru, które zostały osiągnięte w warunkach produkcyjnych i przy zastosowaniu farb, których używa drukarnia, są osiągalne. Dodatkowo możliwa jest kontrola jakości farb pochodzących na przykład z różnych dostaw, poprzez pomiar ich odchyłki barwnej.

4.12.5 Określenie wartości wzorca koloru na przykładzie z praktyki

Zakładamy, że drukarnia drukuje zgodnie ze standardem wydawniczym 2004. Ten standard obejmuje obok przyrostu wartości tonalnej również zadane wartości kolorymetryczne CIE $L^*a^*b^*$, stanowiące jednocześnie bazę dla

Przeliczenie ΔE na sygnały regulacji*



Schemat blokowy do przeliczenia wartości spektralnych na sygnały sterowania

właściwego nasycenia farbą w procesie drukowania. Na podstawie najróżniejszych czynników wartości CIE $L^*a^*b^*$ nigdy nie osiągną 100 procent, dlatego też podane są tolerancje dla poszczególnych farb triadowych w druku nakładowym. Dla drukarza jest ważne, aby mógł określić, na ile będzie on w stanie osiągnąć zadaną wartość koloru przy zastosowaniu jego farb. Do ustalenia wartości zadanych (standard drukowanego nakładu) istnieją praktycznie dwie drogi:

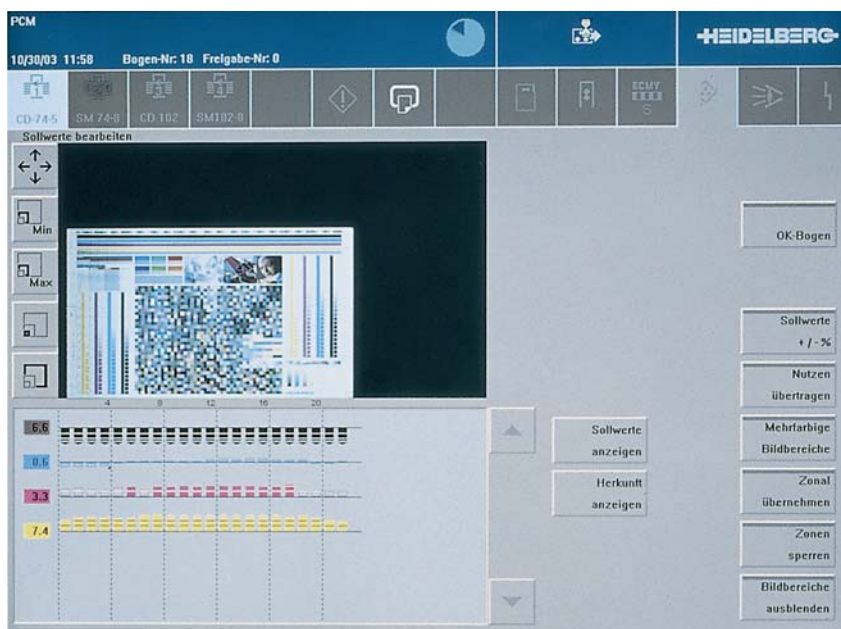
1) wydrukowanie określonej liczby arkuszy z większą i mniejszą ilością farby i następnie wykonanie pomiarów.

Arkusz, który wykazuje najmniejszą odchyłkę od wartości zadanej a znajduje się w obszarze dopuszczalnej tolerancji należy przyjąć jako standard dla systemów pomiarowych.

2) zlecenie dostawcy farby przygotowanie odbitek próbnych metodami laboratoryjnymi na papierze nakładowym. Otrzymane paski papieru należy wprowadzić do systemu pomiarowego jako standard.

4.12.6 Pomiary i regulacja w procesie drukowania

Po udanym określeniu wartości zadanych kolorów można przystąpić do wykonywania pomiarów drukowanego nakładu. Pierwszy arkusz daje informacje o otrzymanych pierwszych wartościach rzeczy-



Drukarz widzi w jaki sposób powinny być ustawione poszczególne kolory. Czarna linia pokazuje wartość zadaną nasycenia. Stupki pokazują procentowe wartości regulacji dla każdej ze stref barbowych.

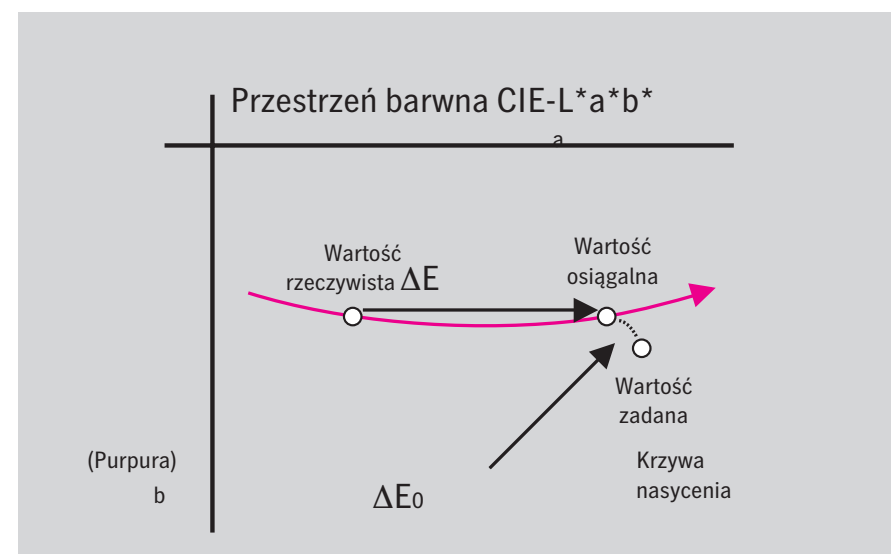
wistych, które już na wejściu nie powinny zbyt odbiegać od wartości zadanych. Zadaniem systemu regulacji jest tak dopasować wielkość otwarcia stref barbowych tzn. dopasować grubości warstwy farby, aby wartości zadane mogły być osiągnięte przy minimalnej ilości kroków regulacyjnych. Temu na pierwszy rzut oka prostemu mechanizmowi towarzyszy złożony model tworzenia barwy, który opisuje przebieg procesu regulacji określonego koloru przy zmianach grubości warstwy farby. W tym przypadku kolorymetria mówi jedynie o miejscu w przestrzeni

barwnej określonej wartości rzeczywistej oraz o ewentualnym kierunku zmian (osiągnięcie wartości zadanej). Nic nie ma natomiast o sposobie dojścia do wartości zadanych. Naturalnie to nie jest zadanie kolorymetrii, lecz modeli tworzenia barw, których podstawą jest przebieg procesu regulacji. W ten sposób można obliczyć, jak zmieni się nasycenie barwy, gdy np. grubość farby podniesiemy o 5%. Jeśli zmieni się grubość farby na papierze przez zwiększenie lub zmniejszenie ilości podawanej farby, to w określonym stopniu zmieni się również optyczne wrażenie koloru.

Wyobraźmy sobie kilka arkuszy o zbyt małej i zbyt dużej ilości farby w przestrzeni barwnej $CIE-L^*a^*b^*$. W ten sposób otrzymujemy krzywą, która zmienia swoje położenie nie tylko względem osi L, ale również względem osi a i b. Ta krzywa nosi nazwę krzywej nasycenia. Przy regulacji w zakresie tonów pełnych osiągnięte odcienie są uzyskiwane przez określoną pigmentację i zmianę grubości warstwy farby. W tym przypadku model tworzenia barwy daje informację, przy jakiej grubości farby otrzymamy najlepsze przybliżenie wartości zadanych i gdzie w przestrzeni barwnej znajduje się nasza wartość rzeczywista.

4.12.7 Jak pomaga kolorymetria

W praktyce oznacza to, że drukarz na pierwszy rzut oka widzi, czy osiągnie żądany efekt kolorystyczny czy nie. Gdy wszystkie parametry w obszarze procesu technologicznego są do siebie optymalnie dopasowane, wówczas można założyć, iż efekt ten powinien być możliwy do osiągnięcia. Gdy zmieniają się warunki drukowania, np. nastąpi zbrudzenie kolorów w drukowaniu nakładu, wówczas może dojść do dużych odchylek kolorystycznych. W tym przypadku pomocna będzie kolorymetria, która pomoże określić, czy przy danych warunkach drukowania określona kolory-



System kolorymetryczny obrazuje wyniki pomiarów na dwa sposoby: odchytkę koloru jako wartość ΔE dającą najbliższe przybliżenie wartości osiągalnej oraz odchytkę koloru jako wartość nieregulowalną ΔE_0 , która jest różnicą kolorystyczną pomiędzy wartością zadaną a wartością rzeczywistą. Czerwona krzywa jest krzywą nasycenia.

styka z uwzględnieniem zakresów tolerancji jest osiągalna czy nie, lub czy niezbędne będzie np. przeprowadzenie procesu mycia wałków. System pomiarowy będzie również w stanie wykazać, że przy zastosowaniu innej farby, dla której nie ma zapisanej wartości zadanej, przy pierwszym wyciągnięciu arkusza zadana wartość będzie osiągalna lub nie. To może się zdarzyć, gdy do raz zapisanych wartości zadanych będą wykorzystywane różne typy farb (różnych producentów). System pomiarowy posiada bardzo użyteczną funkcję, która jest w stanie określić i pokazać minimalną regulowaną odchyłkę (ΔE_0). Może się zdarzyć, że przy różnych dostawach tej samej farby osiągniemy te same wartości CIE-L*a*b*, ale osiągając przy tym różne wartości gęstości optycznych. Gdybyśmy teraz drukowali tylko na zadane wartości gęstości optycznych, to moglibyśmy uzyskać inne wrażenie kolorystyczne. Jest to jedna z przyczyn, dla których w standardzie ISO zrezygnowano z podawania zadanych wartości gęstości optycznych.

4.12.8 Podsumowanie

Dużą zaletą kolorymetrycznych systemów regulacji jest to, iż wynik drukowania można doprowadzić optycznie bardzo

bliskożądanego efektu, a drukarz jest w stanie sam określić wielkość różnicy kolorystycznej. Ocena kolorymetryczna odpowiada postrzeganiu oka ludzkiego z tą jednak przewagą, iż jest niezależna od subiektywnych wpływów otoczenia, dostarczając zawsze wartości obiektywnych. Dane pomiarowe mogą być zapisane, wydrukowane w postaci protokołu lub mogą być przedłożone jako certyfikat kontroli jakości. Dodatkowo istnieje możliwość automatycznego przetwarzania wyników pomiarowych przez oprogramowanie Prinect® Quality Monitor będący elementem pakietu Prinect® Profile Toolbox i Prinect® Calibration Toolbox.

4.13 Standaryzacja procesu drukowania

Podstawą standaryzacji są opisane poniżej standardy obowiązujące w przemyśle poligraficznym.

ISO – zgodność farb drukarskich

Zdefiniowana w 1975 w normie DIN 16539 Euroskala podlegała ciągłym zmianom. W 1996 udało się opisać w jednym standardzie ISO 2846 obowiązujące normy włączenie z uwzględnieniem amerykańskiego standardu SWOP i japońskiego TOYO. W pierwszej części tego standardu zdefiniowane zostały tolerancje właściwości

kolorymetrycznych i tolerancje transparenencji farb triadowych dla odbitek czterobarwnych podczas drukowania arkuszowego i rolowego. Bazą są odbitki próbne wykonane na papierze testowym (papier APCO), gdzie musiała być uzyskana określona grubość warstwy farby. Podane w tej normie wartości są wiążące jednak tylko dla producentów farb, a nie dla drukarni.

ISO – 12647-2 standaryzacja procesu drukowania offsetowego

W 1981 Federalna Izba Druku (Niemcy) wydała pierwszą publikację dotyczącą standaryzacji w arkuszowym drukowaniu offsetowym. Od tego czasu zdobyte praktyczne doświadczenia oraz wiedza naukowa zostały wprowadzone do opracowywanego międzynarodowego standardu ISO 12647-2

Standaryzacja procesu drukowania offsetowego według Federalnej Izby Druku i Mediów (bvdm, Niemcy), parametry przygotowania do druku dla offsetowego drukowania arkuszowego.

Liniatura rastra	60 l/cm		
Kąt rastra	Różnica kąta pomiędzy C, M, B = 60° (punkt eliptyczny), = 30° (punkt okrągły lub kwadratowy) Y = 15° różnicy do innych kolorów, kolory pierwszorzędowe na 45° lub 135°.		
Kształt punktu rastrowego	Pasek kontrolny: punkt okrągły; drukowany obraz: punkt eliptyczny - 1-szy styk $\geq 40\%$ i 2-gi styk $\leq 60\%$		
Suma pokrycia powierzchni	$\leq 340\%$		
Balans szarości	Cyjan	Purpura	Żółty
Ćwierćtony	25 %	18 %	18 %
Półtony	50 %	40 %	40 %
3/4 tonów	75 %	64 %	64 %

„Kontrola procesu wykonywania rastrowanych wyciągów barwnych, odbitek próbnych i kontrola drukowania w drukowaniu offsetowym”. W listopadzie 2004 zostało opublikowane nowe, zmienione wydanie normy ISO 12647. Norma ISO 12647-2 tworzy bazę dla standaryzacji procesu drukowania, którą w roku 2003 opublikowała Federalna Izba Druku i Mediów (bvdm, Niemcy). Ta standaryzacja może być zamówiona w postaci segregatora (193 strony DIN A4) z arkuszami uzupełniającymi. Ponieważ publikacja ta w swoich instrukcjach wychodzi poza zakres ISO 12647-2, będzie ona stanowiła bazy materiał do sterowania barwą w drukarni.

Typ papieru	1/2 L*/a*/b*	3 L*/a*/b*	4 L*/a*/b*	5 L*/a*/b*	
Czarne podłoże					
Czarny	16/0/0	20/0/0	31/1/1	31/1/2	
Cyjan	54/-36/-49	55/-36/-44	58/-25/-43	59/-27/-36	
Purpura	46/72/-5	46/70/-3	54/58/-2	52/57/2	
Żółty	88/-6/90	84/-5/88	86/-4/75	86/-3/77	
Czerwony	47/66/50	45/65/46	52/55/30	51/55/34	
Zielony	49/-66/33	48/-64/31	52/-46/16	49/-44/16	
Niebieski	20/25/-48	21/22/-46	36/12/-32	33/12/-29	
Białe podłoże drukowe					
Czarny	16/0/0	20/0/0	31/1/1	31/1/3	
Cyjan	55/-37/-50	58/-38/-44	60/-26/-44	60/-28/-36	
Purpura	48/74/-3	49/75/0	56/61/-1	54/60/4	
Żółty	91/-5/93	89/-4/94	89/-4/78	89/-3/81	
Czerwony	49/69/52	49/70/51	54/58/32	53/58/37	
Zielony	50/-68/33	51/-67/33	53/-47/17	50/-46/17	
Niebieski	20/25/-49	22/23/-47	37/13/-33	34/12/-29	
Typy papierów	1 115 g/m ² Papier powlekany błyszczący	2 115 g/m ² Papier powlekany matowy	3 65 g/m ² LWC Offset zwojowy	4 115 g/m ² Niepowlekany biały offsetowy	5 115 g/m ² Niepowlekany żółtawy offsetowy

L*a*b*-wartości zadane dla pięciu klas papieru

A _F (%)	Przyrost wartości tonalnej ΔA (%) dla różnych typów papierów		
	1 + 2	3	4 + 5
40	09 – 13 – 17	12 – 16 – 20	15 – 19 – 23
50	10 – 14 – 18	13 – 17 – 21	16 – 20 – 24
70	10 – 13 – 16	12 – 15 – 18	13 – 16 – 19
75	09 – 12 – 15	10 – 13 – 16	11 – 14 – 17
80	08 – 11 – 14	08 – 11 – 14	09 – 12 – 15

Zadane wartości przyrostów wartości tonalnych dla pięciu typów papierów

Standard drukowania	
Wytyczne i tolerancje dla cyfrowych odbitek próbnych	
	ΔE
Średnia wartość ΔE dla wszystkich L*a*b* – różnice kolorystyczne dla pól koloru	4
Maksymalna wartość ΔE dla wszystkich L*a*b* – różnice kolorystyczne dla pól koloru	10
Tolerancje dla kolorów pierwszorzędowych	5
Maksymalna odchyłka podłoża drukowego	3

Wytyczne i tolerancje dla cyfrowych odbitek próbnych

Standard wydawniczy

W 1997 roku z inicjatywy Federalnej Izby Druku i Mediów (bvdm, Niemcy) został opublikowany po raz pierwszy standard wydawniczy dla drukarni, wydawnictw i agencji reklamowych. Obok technicznych wytycznych dotyczących przygotowania danych cyfrowych dla procesu drukowania, które bazują na normie ISO 12647 zdefiniowano tolerancje dla cyfrowych kontraktowych odbitek próbnych. W ten sposób agencje reklamowe, studia reprodukcyjne, wydawnictwa oraz drukarnie otrzymały narzędzie, które stanowi bazę do współpracy oraz wzajemnej komunikacji. W 2004 roku standard wydawniczy doczekał się czwartego, poprawionego wydania.

Standard ten określa między innymi:

- System proofingu musi symulować jeden z pięciu określonych w standardzie warunków drukowania
- Na odbitce kontrolnej musi znajdować się miejsce na komentarze, gdzie będzie się znajdować nazwa pliku, data wykonania, zastosowane ustawienia systemu sterowania barwą (CMS)
- Musi być umieszczony pasek kontrolny UGRA/FOGRA
- Określone są warunki pomiaru przy wykonywanych analizach.

4.14 Zalety kolorymetrii w drukowaniu offsetowym

Na zakończenie przegląd najistotniejszych zalet kolorymetrii dla drukowania offsetowego:

- Wartości mierzone zgadzają się w szerokim zakresie z wizualnym postrzeganiem.
- Kolorymetria jest obiektywną metodą oceniania barw, powszechnie stosowaną od przygotowania procesu poprzez różnorodne odbitki próbne aż do finalnej kontroli jakości druków.
- Wymagane wartości kolorymetryczne mogą być przedstawione jako wielkości liczbowe, które można wykorzystać do wykonywania odbitek próbnych.
- Dane kolorymetryczne można uzyskać z reprodukowanych oryginałów.
- Kolorymetria jest jedyną metodą wiernego oceniania drukowanych barw.
- Kolorymetria umożliwia regulowanie nadawania farb (np. na podstawie oceny pól szarości) bez konieczności zerowania aparatury i wprowadzenie do niej danych dotyczących barw.
- Kolorymetria umożliwia dokładne regulowanie nadawania wszystkich farb, w tym także farb bardzo jasnych o barwach specjalnych.
- Pomiary spektralne umożliwiają dokładną ocenę wartości przyrostu punktów rastrowych, także dla farb o barwach specjalnych.
- Drukowanie jest pewniejsze, ponieważ uwzględniane są rodzaje podłoża drukowego, zmiany barw farb i metameryzmu.
- Możliwe jest również dokładne sterowanie drukowaniem wielobarwnym przy użyciu więcej niż z czterech farb.
- Jakość drukowania jest lepiej scharakteryzowana, a pomiar odchyłek barwnych ΔE jest niezależny od odcienia barwy.
- Pomiary spektralne umożliwiają opracowanie lepszych metod regulacji nadawania farb.
- Przemysł poligraficzny dostosowuje się do powszechnie używanych metod pomiaru barw w innych branżach.
- Densytometria stała się integralną częścią metody spektralnego pomiaru barw.
- Metody pomiarowe są spójne z rozwojem tendencji drukowania wielobarwnego przy użyciu więcej niż czterech farb.
- Kolorymetria umożliwia ponadto obiektywne porównywanie dowolnych odbitek z oryginałem.

Notatki

Notatki

Notatki

Heidelberger Druckmaschinen AG

Kurfürsten-Anlage 52 – 60

69115 Heidelberg

Niemcy

Telefon +49-62 21-92 00

Telefax +49-62 21-92 69 99

www.heidelberg.com

Redakcja

Oddano do druku: 02/07

Zdjęcia: Heidelberger Druckmaschinen AG

Naświetlanie płyt: Topsetter

Drukowanie: Speedmaster

Zamywanie: Stahlfolder

Kroje pisma: Heidelberg Gothic, Heidelberg Antiqua

Copyright © Heidelberger Druckmaschinen AG, 2006

Heidelberg Polska Sp. z o.o.

ul. Popularna 82

02-226 Warszawa

Polska

Telefon +48-22-57-89-000

Telefax +48-22-57-89-009

www.heidelberg.pl

Znaki handlowe

Heidelberg, znak firmowy Heidelberg, Prinect, Axis Control, CP2000 Center, CPC, Image Control, Speedmaster i Mini Spots są zarejestrowanymi znakami handlowymi firmy Heidelberger Druckmaschinen AG w Niemczech i innych krajach.

Pozostałe zamieszczone w niniejszej publikacji znaki handlowe są własnością odpowiednich podmiotów.

Wydawca zastrzega sobie prawo do zmian.