

Poradnik.
Barwa i jakość.



Natura i postrzeganie barwy. **Jak panować nad jej poprawną reprodukcją w poligrafii.**

Poradnik „Barwa i jakość” to już kolejne wydanie w języku polskim, uzupełnione i odświeżone w zakresie parametrów pomiarowych w kolorymetrii, systemów wspomagających poprawność reprodukcji barwnej w poligrafii oraz innowacyjnego rastra MultiDot®.

Gdyby policzyć wydania oryginalne w wersji niemieckiej i angielskiej, to od momentu pojawienia się tego wydawnictwa w roku 1995, kilka tysięcy egzemplarzy trafiło do polskich drukarni, a także szkół średnich zawodowych oraz wyższych kształcących w zakresie poligrafii.

Poradnik ten trafił też do wielu agencji reklamowych, wydawnictw i innych szkół, a także osób prywatnie zainteresowanych tą tematyką.

Nasze narzędzia stosowane w zakresie reprodukcji barwy i sposób ich wykorzystania są coraz doskonalsze, ale podstawy w tym zakresie na przestrzeni lat pozostają te same.



Spis treści

O "Barwie i jakości"	02
<hr/>	
01 Światło i barwa	04
02 Reprodukacja barw w drukowaniu	14
03 Densytometria	33
04 Kolorymetria	44
05 Systemy wspomagające procesy sterowania barwą	71
<hr/>	
05 Innowacyjny raster amplitudowy MultiDot	82
<hr/>	
Notatki	86



Wiedza i doświadczenie

Na temat barwy i systemów zarządzania barwą we współczesnej poligrafii mówi się od samego początku komputeryzacji i cyfryzacji procesów. Mimo coraz doskonalszych narzędzi jakie stosujemy warto czasem wrócić do podstaw.

01. 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.

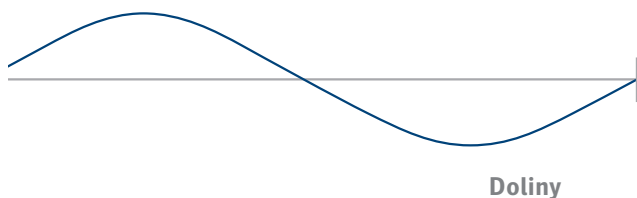
Ocena barw odbitek wymaga ich odpowiedniego widzenia. Dla realizacji tego celu potrzebne jest światło. Światło słoneczne jest pierwotnym źródłem światła.

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. Ściśle mówiąc, światło składa się z elektromagnetycznych drgań, które się rozprzestrzeniają w formie fal. Podobnie do fal na wodzie, fale świetlne mają grzbiety i doliny.

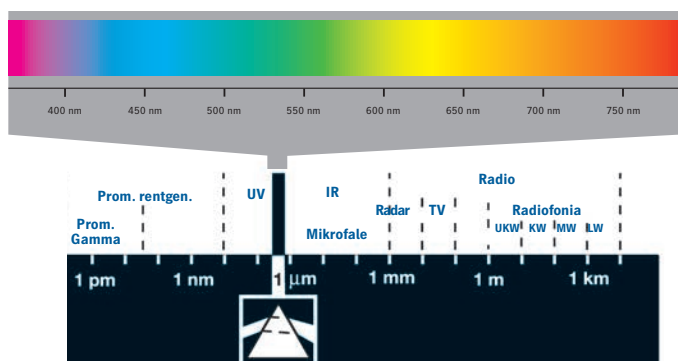
Grzbiety



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,

Zakres widzialny dla oka ludzkiego



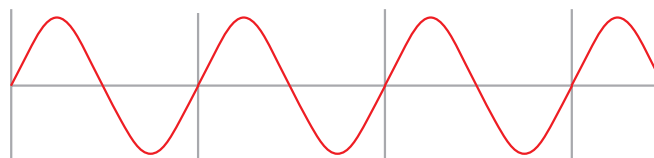
stanowiących wyposażenie wielu gospodarstw domowych. Inne długości fal służą do przenoszenia rozmów telefonicznych, przesyłania programów radiowych czy telewizyjnych.

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.

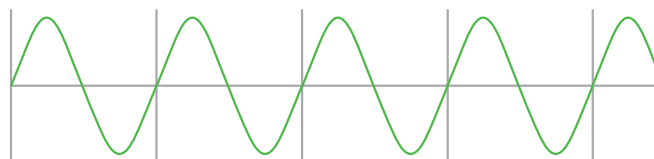
Rysunek poniżej pokazuje, że długości fal barw czerwonej, zielonej i niebieskiej stają się coraz krótsze



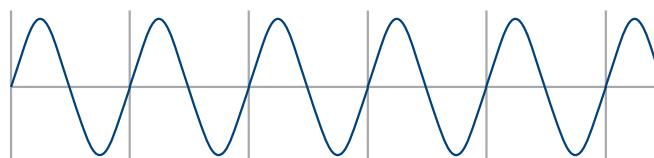
● Czerwona (ok. 700 nm)



● Zielona (ok. 550 nm)



● Niebieska (ok. 450 nm)



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: zmiana ulega zarówno barwa światła odbitego, ale również światła przepuszczonego.

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

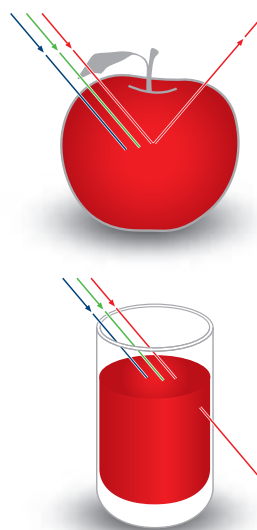
Światło przepuszczone przez ciało lub przez nie odbite zostaje w naszym oku przekształcone w impulsy nerwowe, które w mózgu wywołują wrażenie postrzegania barwy.

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

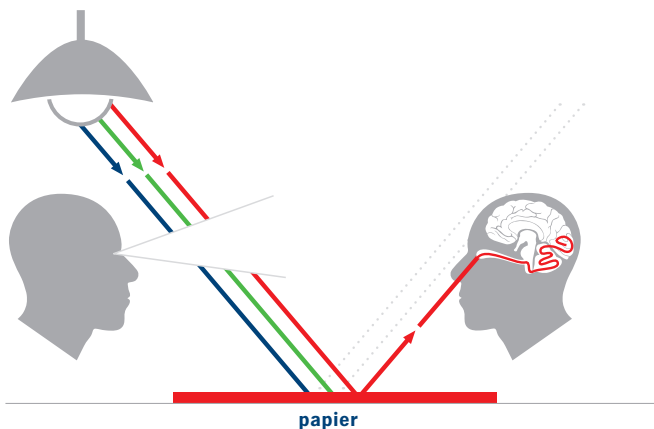
1.3.1 Metoda addytywna

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 prześroczki, 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:



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



Metodą addytywną w wyniku nałożenia trzech promieniowań powstają następujące barwy wypadkowe:

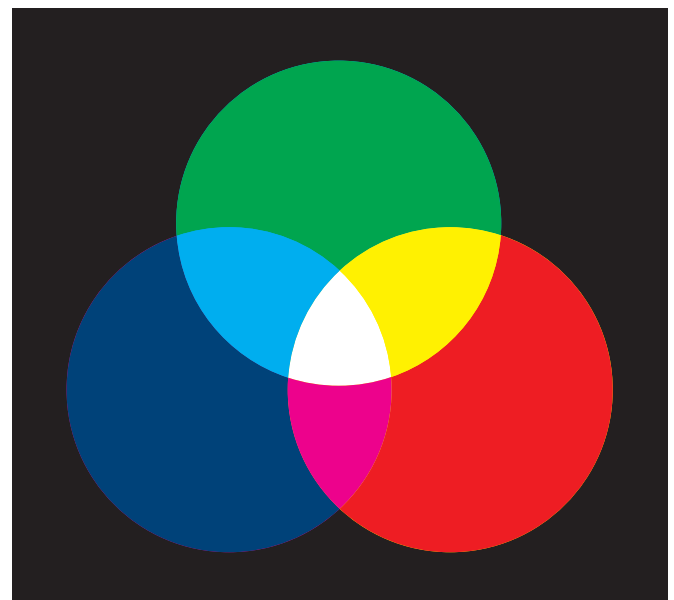
Zielona + Czerwona = Żółta

Zielona + Niebieska = Cyjan

Niebieska + Czerwona = Purpurowa

Niebieska + Czerwona + Zielona = Biała

Brak światła = Czarna



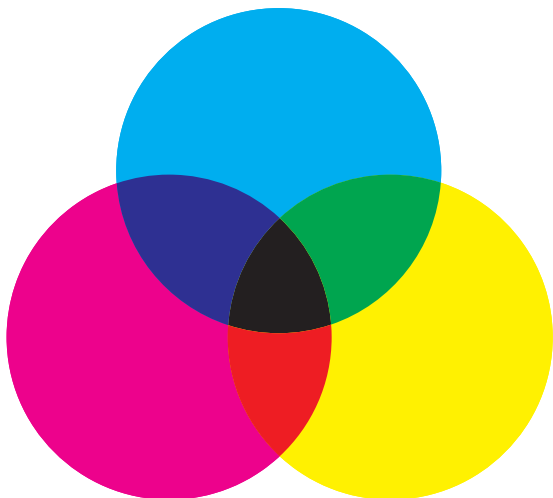
1.3.2 Metoda subtraktywna

W metodzie subtraktywnej odejmowane są ze światła białego różne części składowe.

W wypadku odjęcia wszystkich składowych powstaje czerń.

Podstawowymi barwami w metodzie subtraktywnej są: cyjan, purpura 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 filtru), 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) odjęła z białego światła (składającego się z barwy czerwonej, zielonej i niebieskiej) jedną 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 czerń).



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

1.3.3 Barwy wypadkowe odbitek rastrowanych

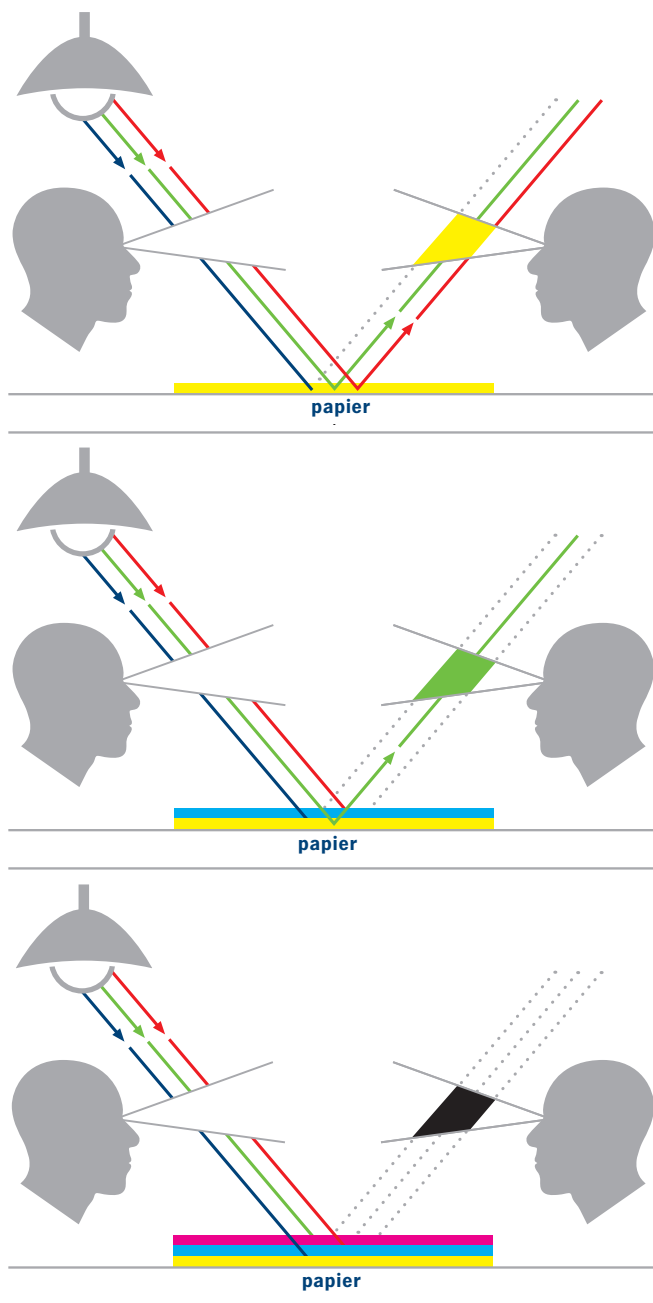
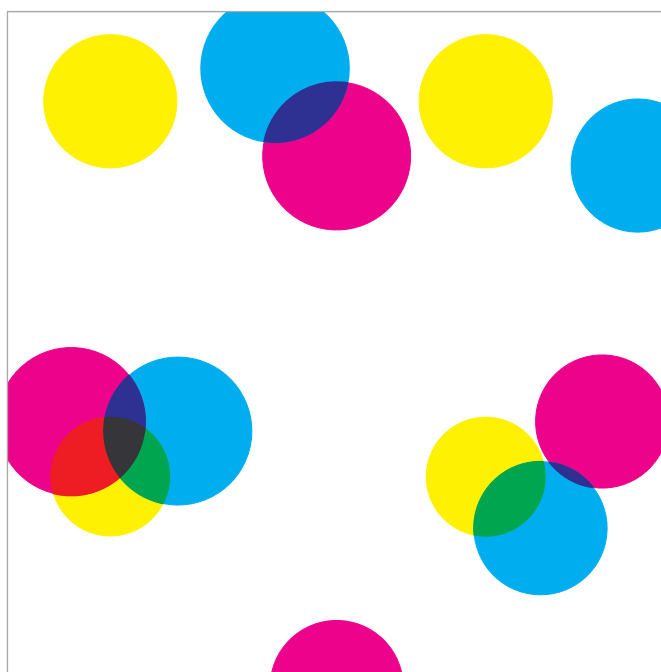
Ilustracje wielotonalne są drukowane czterema farbami drukowymi: cyjanem, purpurą, żółtą i czarną. Farba drukowa czarna poprawia ostrość i głębię obrazu.

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

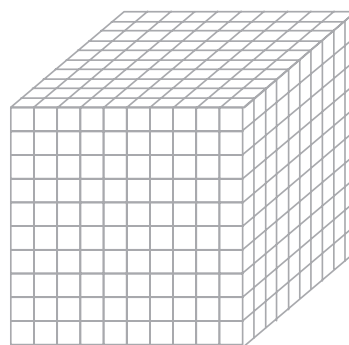
W drukowaniu offsetowym punkty rastrowe są różnej wielkości w zależności od wymaganej barwy wypadkowej. W wyniku drukowania punkty rastrowe drukowane różnymi farbami nakładają się na siebie w całości albo częściowo, inne zaś pozostają samodzielnie. Obserwując punkty przez lupę (patrz rysunek) widzimy 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 odbitce powstaje w sposób addytywny.

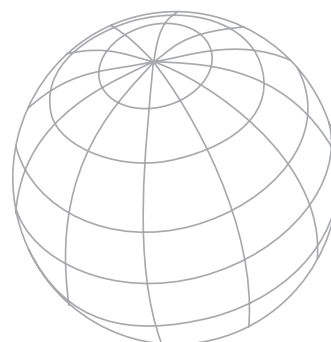
Połączenie subtraktywnego i addytywnego tworzenia barw wypadkowych nazywane jest sposobem autotypijnym.



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.

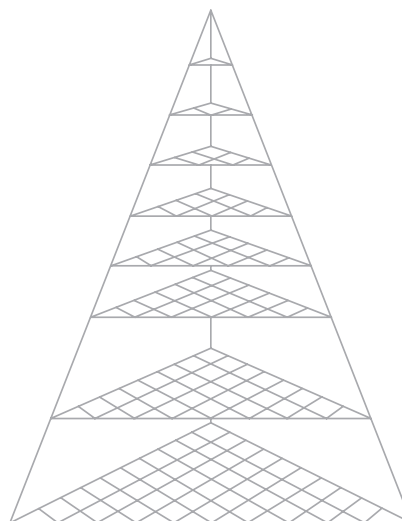


Wielu producentów farb drukowych dołącza do swoich wyrobów wzorniki farb w formie katalogów, nadając im własne oznaczenia, np. Novavit 4F 434. Inni zaś preferują wzorniki farb w formie wachlarzyków, jak np. HKS i Pantone.

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 opisanie różnych barw wymagane są trzy wartości liczbowe.

W takim systemie istnieje możliwość opisanie, 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”).

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.

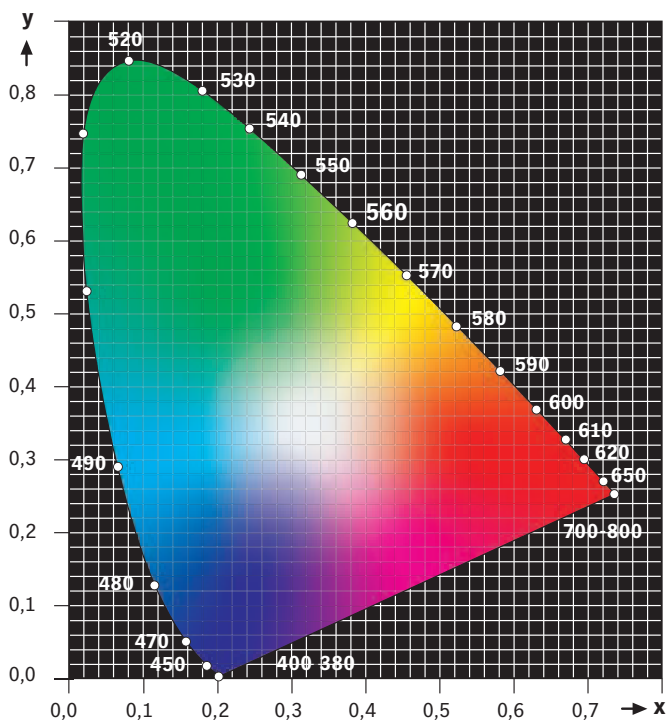
Barwy o tej samej jasności Y mogą być przedstawione za pomocą dwóch współrzędnych na jednej płaszczyźnie.

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 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 trójchromatycznego wszystkich barw, które powstają w wyniku addytywnego łączenia barw widmowych, zawarte są wewnątrz powierzchni zamkniętej ciągiem barw widmowych i linią purpury.

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



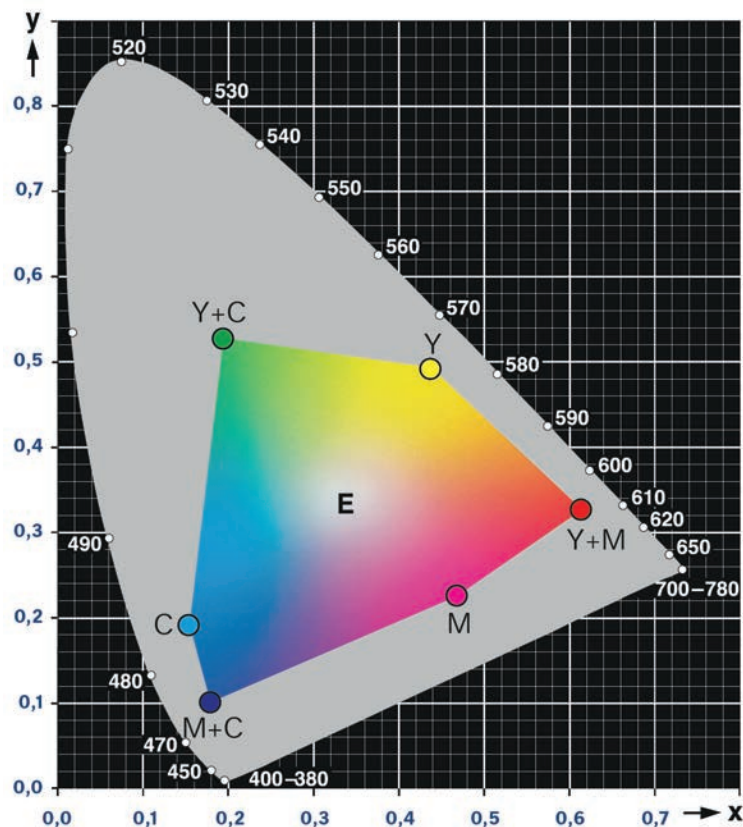
Punkt środkowy ma współrzędne $x = 0,333$ i $y = 0,333$.
 Dla pierwotnych źródeł światła oznaczony jest on literą E (widmo równoenergetyczne lub ekwienergetyczne), a niekiedy literą U dla obiektów odbijających promieniowanie.

Nasylenia 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.



Odtwarzalny obszar barw wg skali europejskiej – DIN 16539.

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
	x	y	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



02. Reprodukacja barw w drukowaniu

Kontrola jakości drukowania ma na celu zapewnienie prawidłowego reprodukowania 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 narożnym 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 warstwy 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.

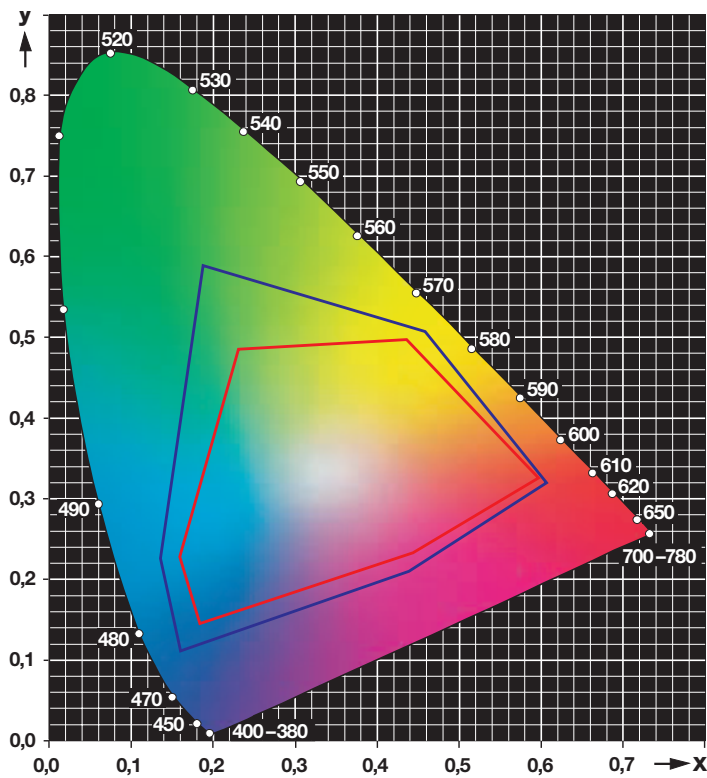
Gruba warstwa farby absorbuje więcej światła i odbija je w mniejszym stopniu aniżeli cienka warstwa farby; w efekcie oceniający widzi barwę ciemniejszą i bardziej nasyconą. Promieniowanie docierające do oka obserwatora stanowi podstawę oceny każdej barwy.

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 powierzchni 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 odżądanego 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

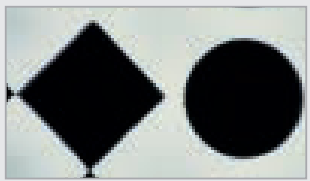
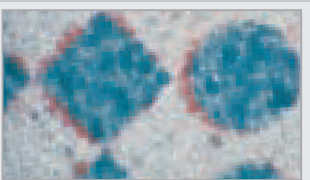
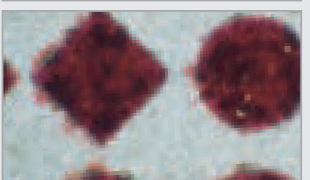

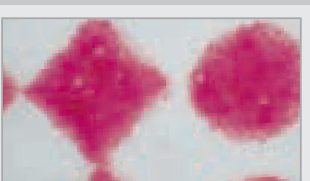
Podczas przenoszenia punktów rastrowych z filmu przez formę drukową i obciąż offsetowy na zadrukowywane podłoże, wskutek różnych oddziaływań ulegają zmianie geometrycznie mierzone wielkości powierzchni punktów rastrowych, a więc i rastrowa wartość tonalna.

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.

Etap technologiczny	Czynniki wpływające na punkt rastrowy	Wygląd punktu rastrowego
Film Montaż Kopiowanie	Krawędzie filmu, klej	 <p data-bbox="886 730 1149 782">Dwa punkty rastrowe na filmie (powiększone ok. 150 razy)</p>
Wywoływanie	Odczynniki chemiczne, czas wywoływania	
Forma drukowa Naświetlanie płyt	Materiał, zużycie podczas drukowania Czas naświetlania, stan próżni, podświetlenia	 <p data-bbox="886 1040 1198 1069">Punkty rastrowe na formie drukowej</p>
Zwilżanie	Ilość roztworu zwilżającego, wartość pH, napięcie powierzchniowe, twardość wody, temperatura	
Nadawanie farby	Grubość warstwy farby, jej konsystencja i temperatura	 <p data-bbox="886 1361 1198 1414">Punkty rastrowe na formie drukowej – po nadaniu farby</p>
Forma drukowa /obciąż offsetowy	Odtaczanie	
Obciąż offsetowy	Materiał obciążu, charakter powierzchni	
Obciąż offsetowy / Podłoże drukowe	Odtaczanie	 <p data-bbox="886 1660 1230 1689">Punkty rastrowe na obciążu offsetowym</p>
Podłoże drukowe Transport arkuszy Wykładanie	Powierzchnia, jakość papieru Pasowanie podczas przenoszenia Rysowanie druków	 <p data-bbox="886 1935 1295 1988">Duże powiększenie punktów wyraźnie pokazuje poprawny ich kształt na podłożu drukowym</p>

Nie można jednak przewidzieć przesunięcia wartości tonalnych na odbitkach spowodowanego trudnościami drukowania. Szczególnie ważne są następujące:

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.

• Zasklepienie

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

• Wyostrzenie

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



Zasklepienie



Wyostrenie

Deformacja punktów rastrowych

• Wydłużanie

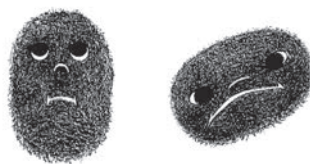
Pojęcie wydłużanie określa deformację punktów rastrowych, występującą podczas drukowania w wyniku poślizgu w strefie nacisku obciążenia offsetowego względem formy drukowej i/lub zadrukowywanego arkusza. W rezultacie okrągły punkt przybiera kształt owalny. Wydłużanie w kierunku drukowania nazywa się wydłużaniem 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.



Wydłużanie



Dublowanie



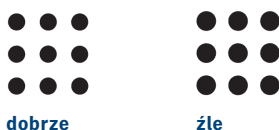
Brudzenie (odciąganie)



Na co drukarz musi zwracać uwagę

Wielkość poszerzania może być określona wizualnie i mierzona za pomocą pasemek kontrolnych.

Do oceny wyłącznie wizualnej stosuje się specjalne pasemka sygnalizacyjne. Zasklepianie kontroluje się elementami pomiarowymi o wysokich rastrowych wartościach tonalnych.



Częstą przyczyną poszerzania i zasklepiania jest zbyt duże nadawanie farby, a za małe – roztworu zwilżającego; albo zbyt duży nacisk między formą drukową, a obciążeniem offsetowym; albo niewystarczająco napięty obciąż.

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 wyostżenia 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. Równoległe 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.

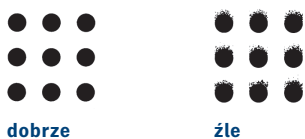
Dlatego należy bardzo dokładnie sprawdzać prawidłowość odtaczania i wielkość nacisku. Często przyczyną wydłużania punktów rastrowych jest również niedostateczne napięcie obciążenia offsetowego lub nadmierne nadanie farby. Wydłużanie boczne związane jest z innymi problemami. W tym wypadku należy zwrócić 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. Sztywne 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 wyostrzanie, wydłużanie bądź dublowanie są bardziej widoczne na polu rastrowym 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 wyostrzeniem, 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 wyostrzoną 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.

Wyostrzanie 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 wyostrzanie. 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 wyostrzanie, 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 poszerzanie rysunku, które związane jest z jego kierunkiem, można łatwo rozpoznać na polu SLUR.

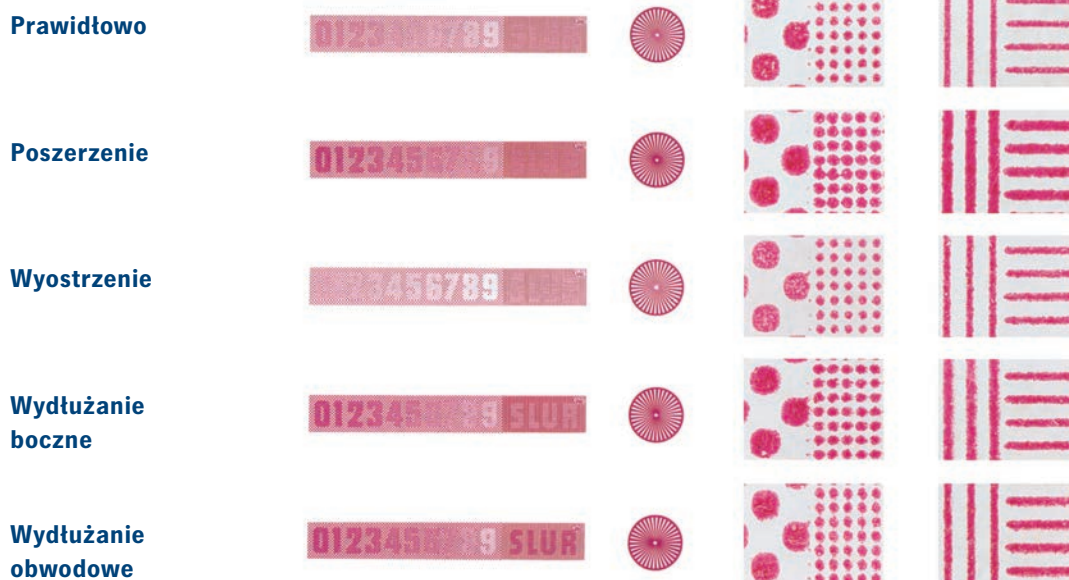
W przypadku wydłużania obwodowego poszerzają się, na pasemku kontrolnym SLUR linie poziome, równoległe do osi cylindra, z których utworzony jest wyraz SLUR. Natomiast podczas wydłużania bocznego poszerzają się linie pionowe, tworząc ciemniejsze tło dla wyrazu SLUR.

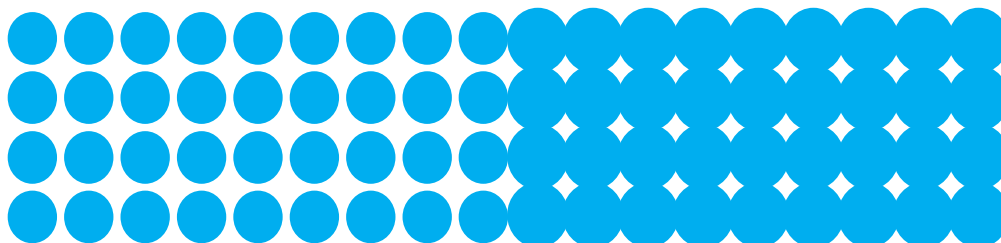
Zamieszczone na następnej stronie zdjęcie ilustruje, na przykładzie poszerzonych punktów rastrowych (cyjan), wpływ, jaki mogą wywierać na wynik drukowania zmiany wielkości punktów rastrowych nawet tylko jednego koloru. Jeśli punkty rastrowe zostaną pokryte na formie drukowej większą ilością farby od żądanej, to zmieni się również odcień barwy druku.

Oczywiście, widoczne jest to dopiero po zakończeniu drukowania. W drukowaniu offsetowym punkty rastrowe wskutek samej techniki przenoszenia 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.





2.2.2 Przyrost rastrowej wartości tonalnej

Przyrost rastrowej wartości tonalnej jest różnicą tych wielkości między formą kopiaową a drukiem. Różnica ta powstaje w wyniku geometrycznych zmian wielkości punktów rastrowych oraz wskutek 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 kopiaowej (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 kopiaowej.

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 kopiaowej F_F lub wartością w formie cyfrowej.

2.2.3 Krzywa charakterystyczna drukowania

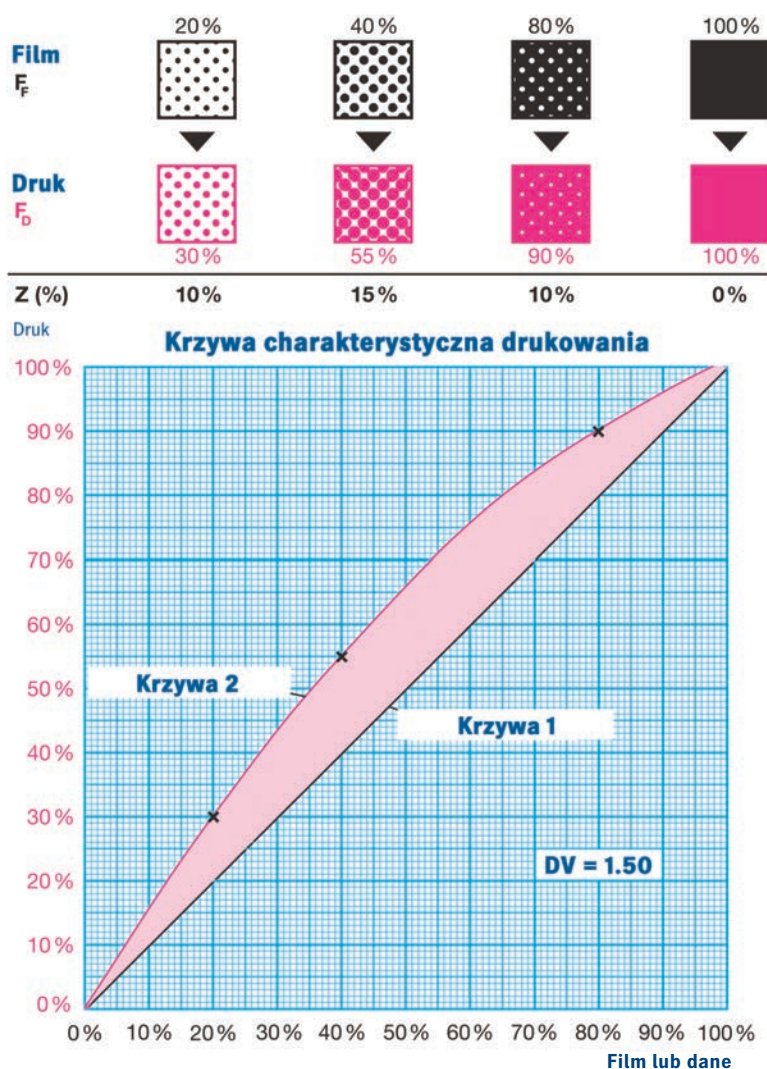
Różnice między rastrowymi wartościami tonalnymi na drukach F_D i wartościami na formie kopiaowej F_F są przedstawione za pomocą krzywej charakterystycznej drukowania.

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, obciążenia 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 odchyień. 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 firmy HEIDELBERG.

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 reagujemy 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.



W jakim stopniu oddziaływać będą wahania poszczególnych farb drukowych, zależy 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 głębia obrazu?
-

W skrócie: z czego składają się obszary szarości i achromatyczne oraz jakie z tego wynika maksymalne pokrycie powierzchni?

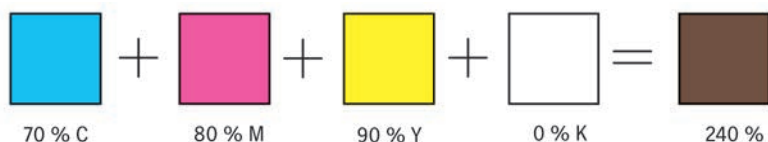
Dla przypomnienia: wartości szarości oraz barwy achromatyczne mogą być otrzymywane z cyjanu, purpury i żółtego jak i z czerni. Możliwa jest także ich kombinacja.



2.4.1 Budowa barwy chromatycznej

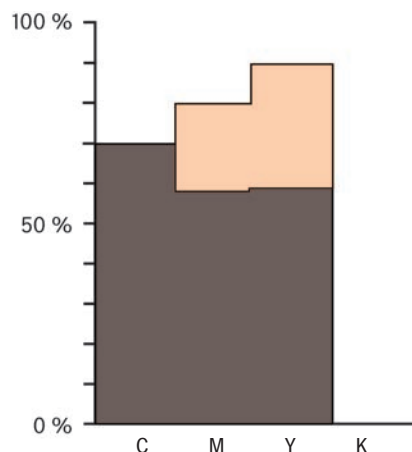
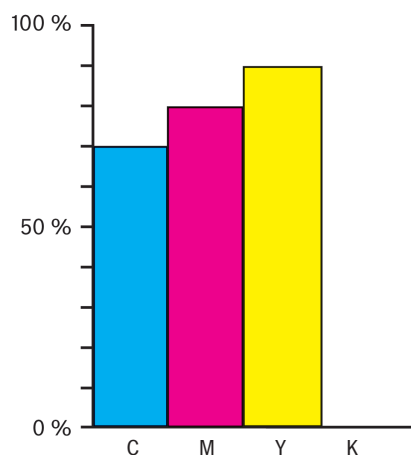
Przy budowie barwy chromatycznej w zasadzie wszystkie wartości achromatyczne powstają z wymieszania farb triadowych: cyjanu, purpury i żółtej, co oznacza, że wszystkie pola szarości, odcienie trójkolorowe oraz głębie obrazu zawierają trzy farby podstawowe. Czerni zostaje wprowadzona tylko w celu podkreślenia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

Przedstawiona na ilustracji budowa chromatycznej barwy brązowej składa się z 70% cyjanu, 80% purpury, 90% żółtego i 0% czerni. 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.

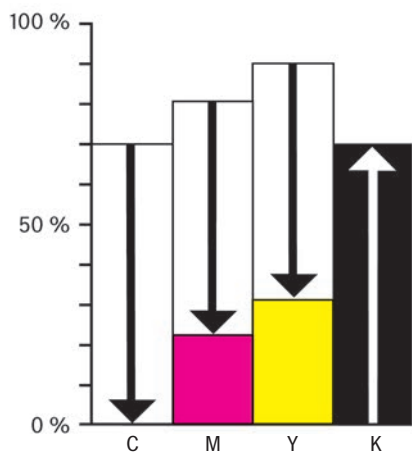
Budowa barwy chromatycznej prowadzi do wysokiego sumarycznego krycia powierzchni, które teoretycznie może wynieść 400%, ale praktycznie osiąga maksymalnie 375%. Tak wysokie krycie powierzchni wpływa negatywnie na przyjmowanie farby, schnięcie oraz duże zużycie proszku. Równowaga kolorów w procesie drukowania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



2.4.2 Budowa barwy achromatycznej

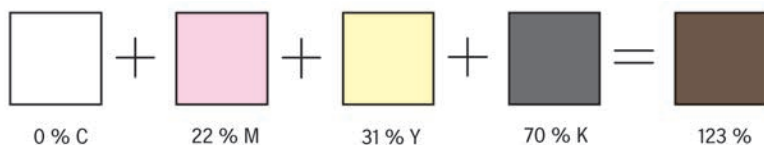
W przeciwieństwie do budowy barwy chromatycznej wszystkie komponenty barwy achromatycznej druków wielokolorowych uzyskiwane są zasadniczo z czarnej arby drukarskiej. Neutralne tony składają się więc tylko z czarnej farby drukarskiej.

Pociemnianie tonów chromatycznych jak też głębi 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.

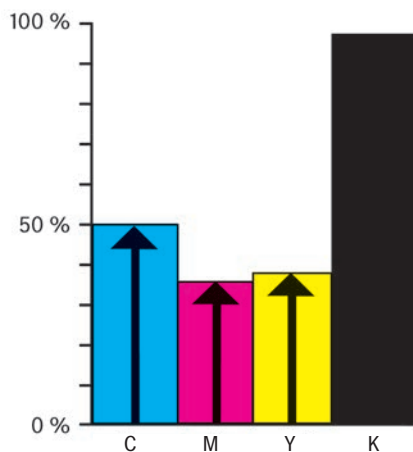
Ilustracja poniżej pokazuje, że przez samo zastąpienie achromatycznej części C+M+Y przez czerni nie otrzyma się jednakowej barwy.



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).

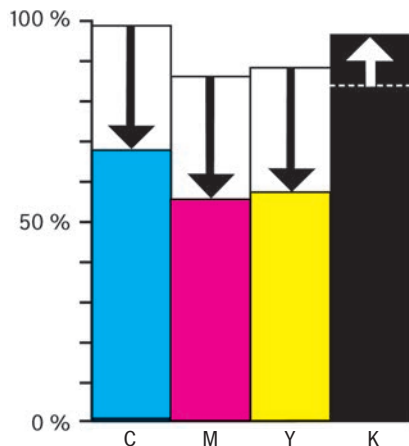
2.4.3 Budowa barwy achromatycznej z UCA

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 powyżej 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 czerni 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 czerni”.

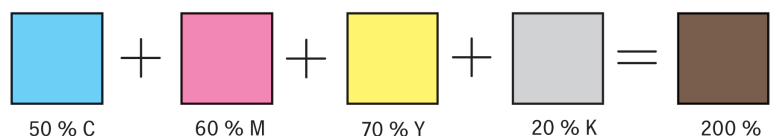
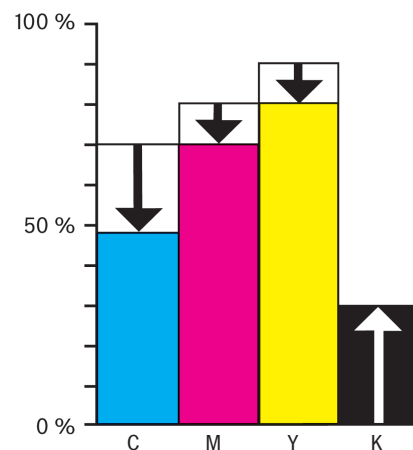
2.4.6 Budowa barwy chromatycznej z GCR

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 czerni.

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).

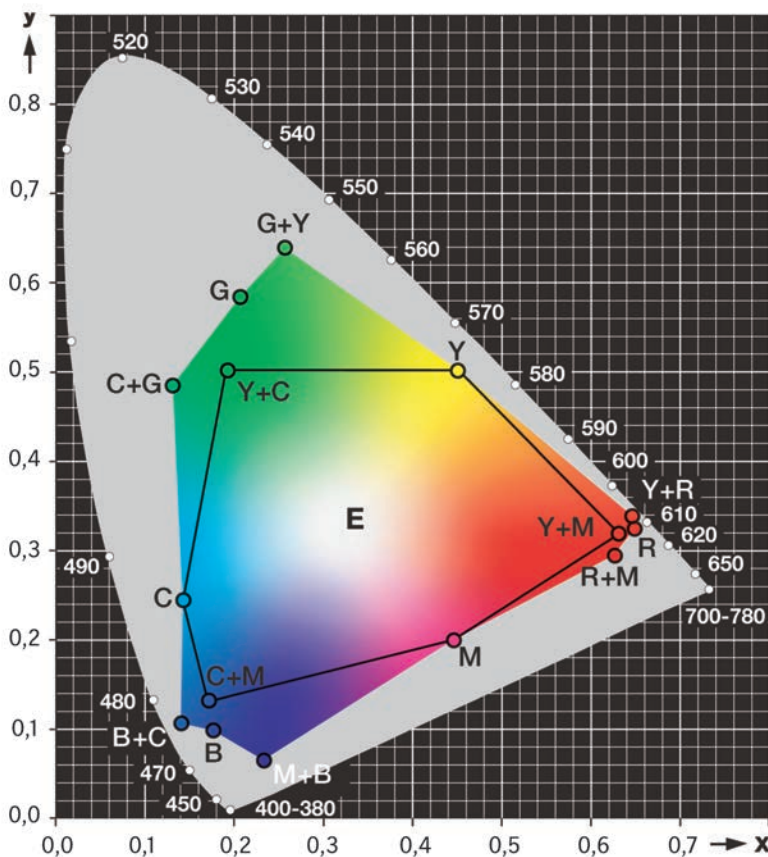
2.5 Przyjmowanie farby przez farbę i kolejność drukowania farbami

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 farbą 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.

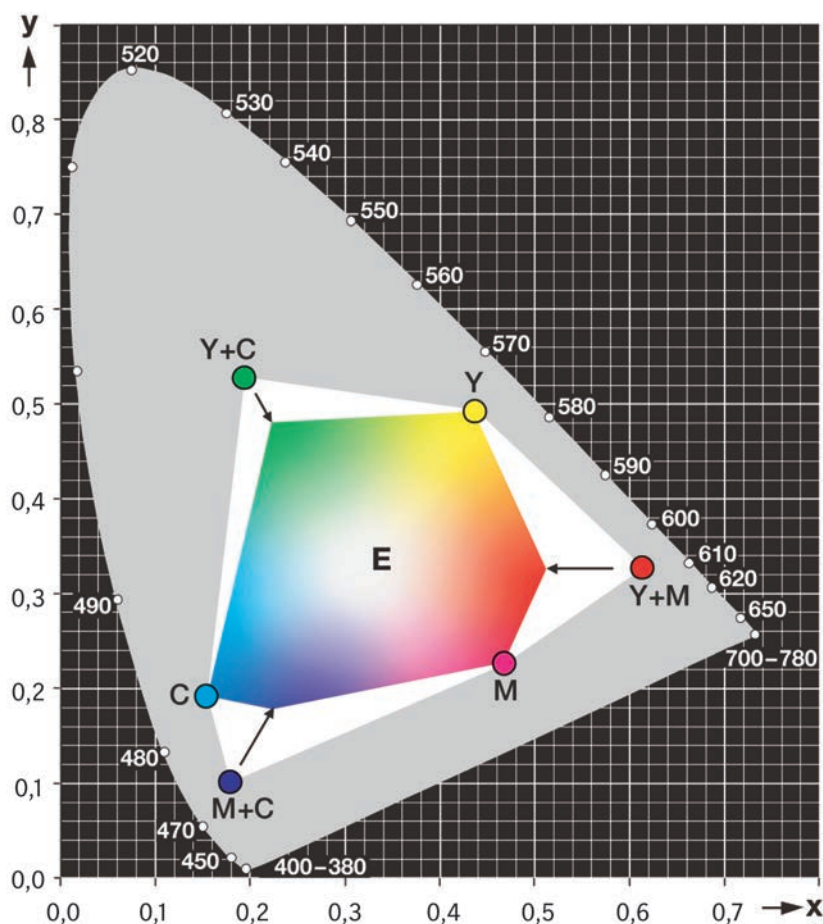
Dotyczyć to może wszystkich barw wypadkowych. Wskutek tego zmniejszony zostaje nie tylko obszar uzyskiwanych barw, lecz również niemożliwe są do zreprodukowania określone niuanse odcieni barw.

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

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

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

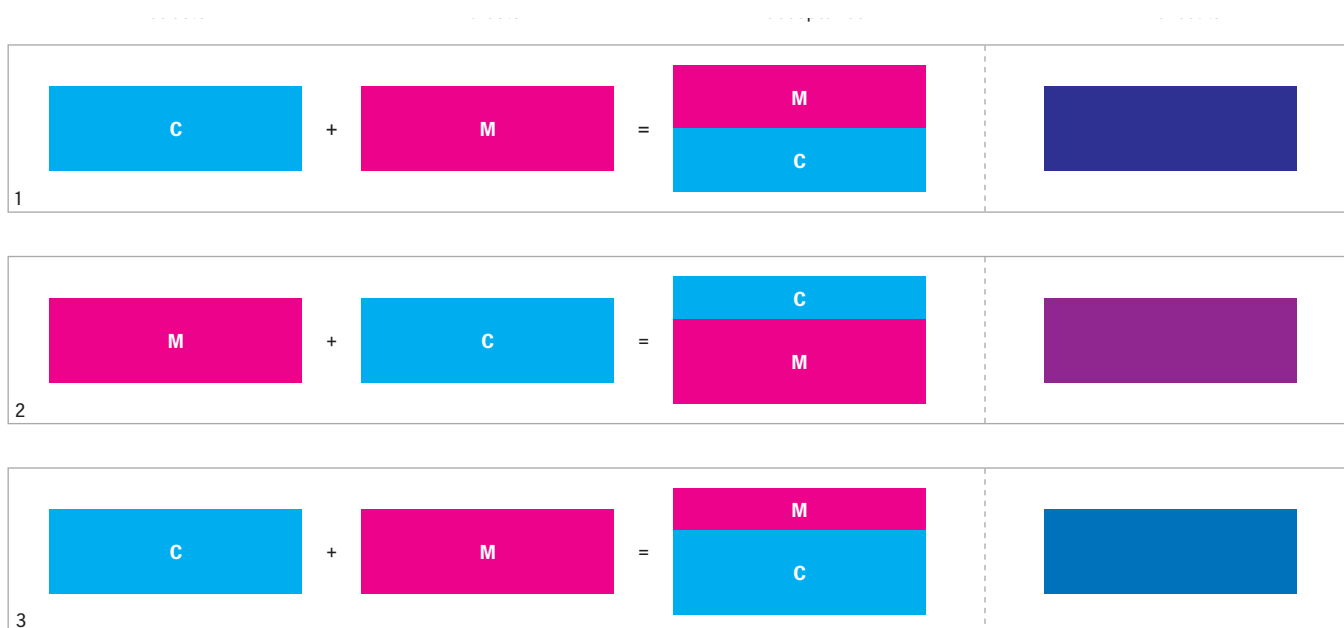
Drugi przykład ilustruje drukowanie na maszynie wielokolorowej. Najpierw wydrukowano farbę purpurową na papierze („mokro na sucho”), następnie farbę cyjanową na jeszcze nieutrwalonej farbie purpurowej („mokro na mokro”). Podczas gdy farba purpurowa została dobrze przyjęta przez papier, to jednak zdolność 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 „mokro 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 wykonywania 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.

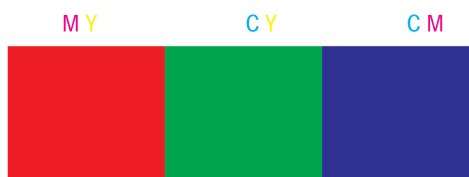
2.6.1 Pola kontrolne o tonach pełnych

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.

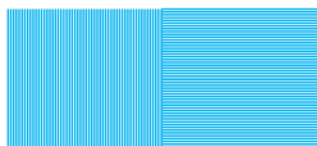
Z pomiarów pól o tonie pełnym i tonie rastrowanym obliczane są przyrosty punktu rastrowego i kontrastowość.

Obecnie do kontroli w druku stosuje się głównie paski kontrolne FOGRA z polami rastrowymi 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	4μ	0,5%	1%	6μ
1%	99%	6μ			8μ
2%	98%	8μ	2%	3%	11
3%	97%	11			13
			4%	5%	16



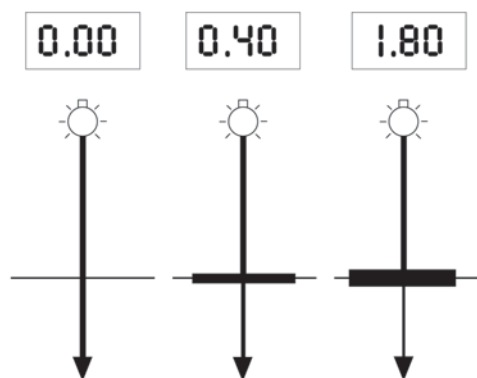
03. Densytometria

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 rozróżnia się dwa rodzaje densytometrów:

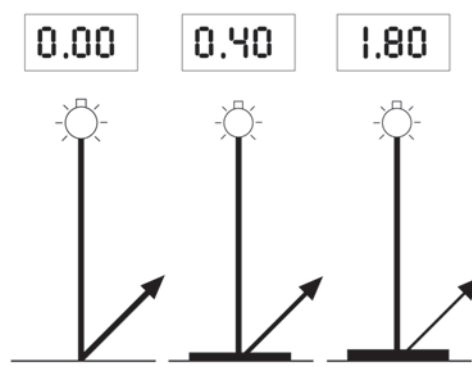
- densytometry transmisyjne, stosowane głównie w reprodukcji do pomiarów zacinienia filmów – błon graficznych (materiałów przepuszczających światło),
- densytometry refleksyjne, stosowane do oceny techniki pomiarową druków (materiałów odbijających światło).

Densytometr transmisyjny



Obecnie częściej stosuje się densytometry refleksyjne, których działanie opisano bardziej szczegółowo techniką pomiarową densytometru refleksyjnego.

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.

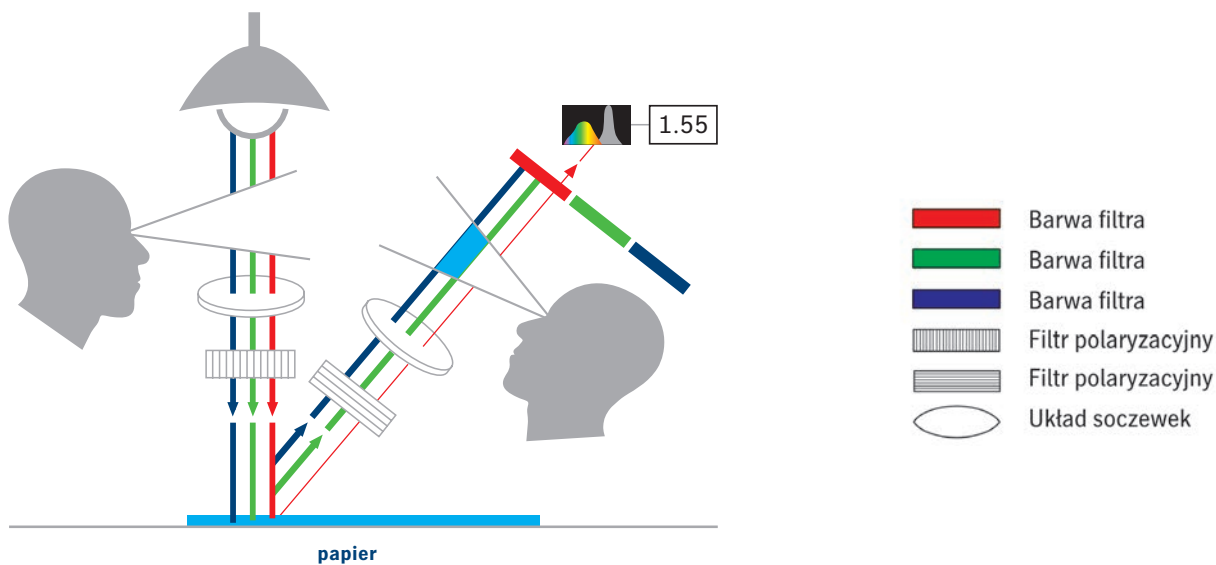
W czasie pomiaru wiązka światła jest ogniskowana przez układ soczewek.

Filtry polaryzacyjne służą do wyeliminowania różnic pomiarowych otrzymywanych przy pomiarze błyszczącej nieutrwalonej 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 powyżej 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.

Densytometry 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.

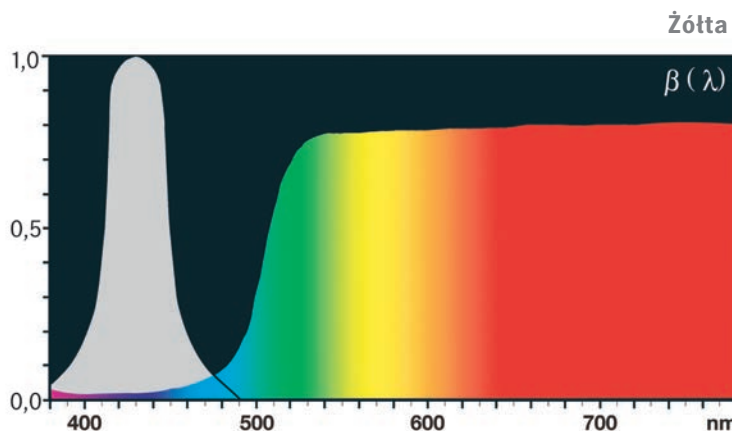
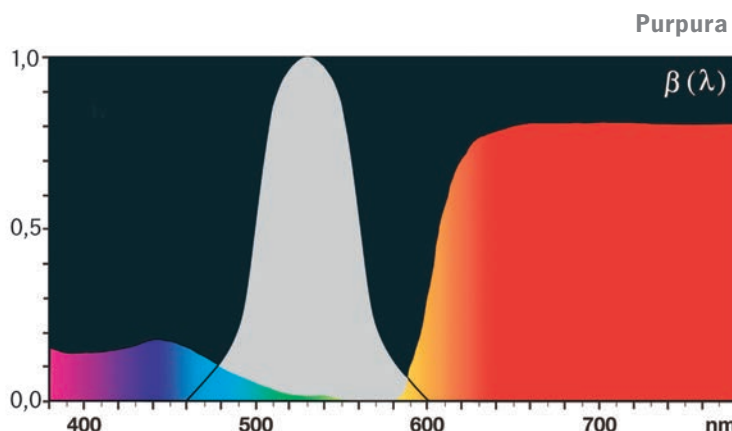
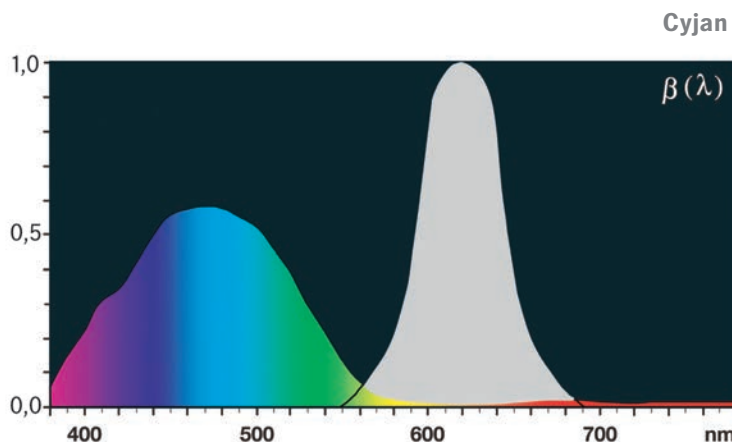
Normy, takie jak DIN 16 536 i ISO/ANSI 5/3, definiują widmowe zakresy przenikalności wraz z położeniami maksimum transmisji.

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



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 densytometrycznie 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.

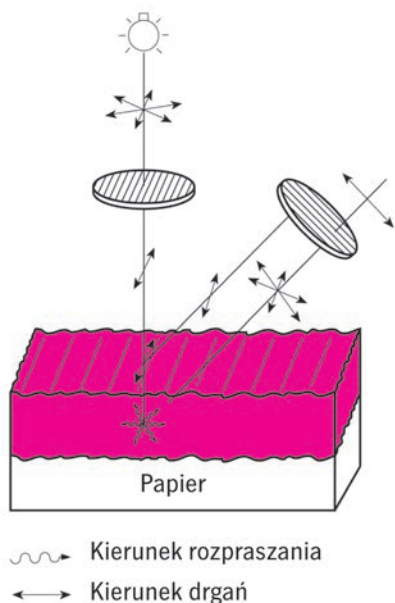
Wskutek zablokowania (filtrem polaryzacyjnym) przepuszczania części światła lustrzanie odbitego od mokrej farby osiąga się w przybliżeniu równe wyniki pomiaru mokrej i suchej farby.

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.

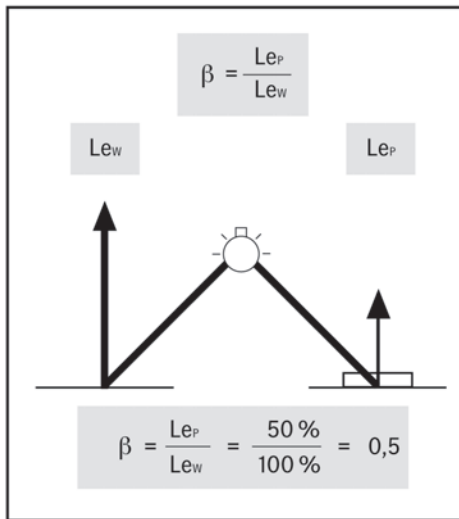
3.3 Pojęcie gęstości optycznej w densytometrii

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:

$$D = \log 1/\beta$$



Współczynnik odbicia oblicza się następująco:

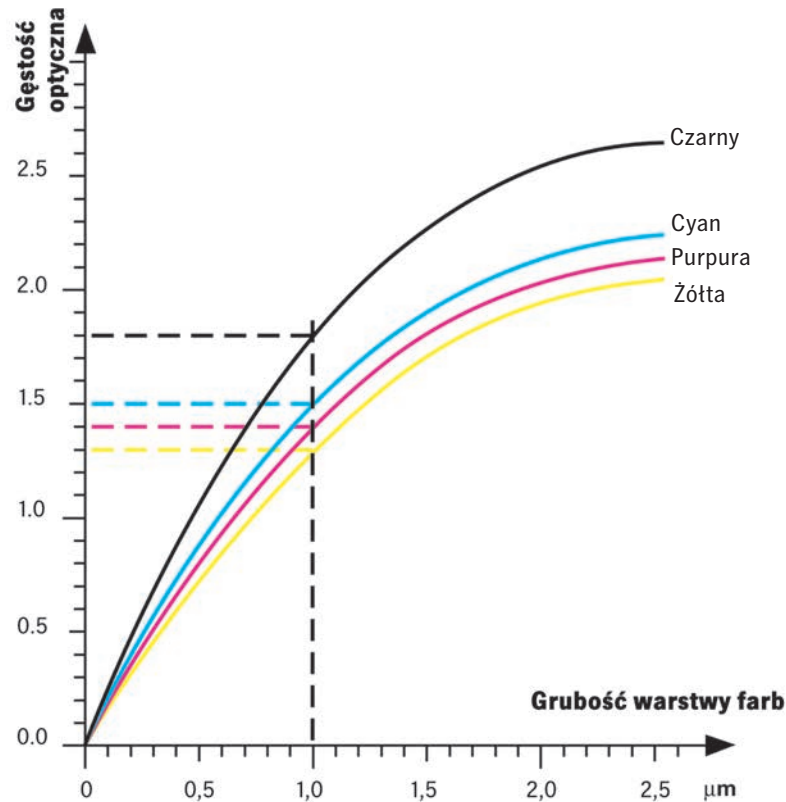


Współczynnik odbicia β jest stosunkiem między strumieniami światła: odbitego od mierzonej próbki z warstwą farby drukowej i od nie zadrukowanego tła.

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

$$D = \log 1/\beta = \log 1/0,5 = \log 2 = 0,30$$

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





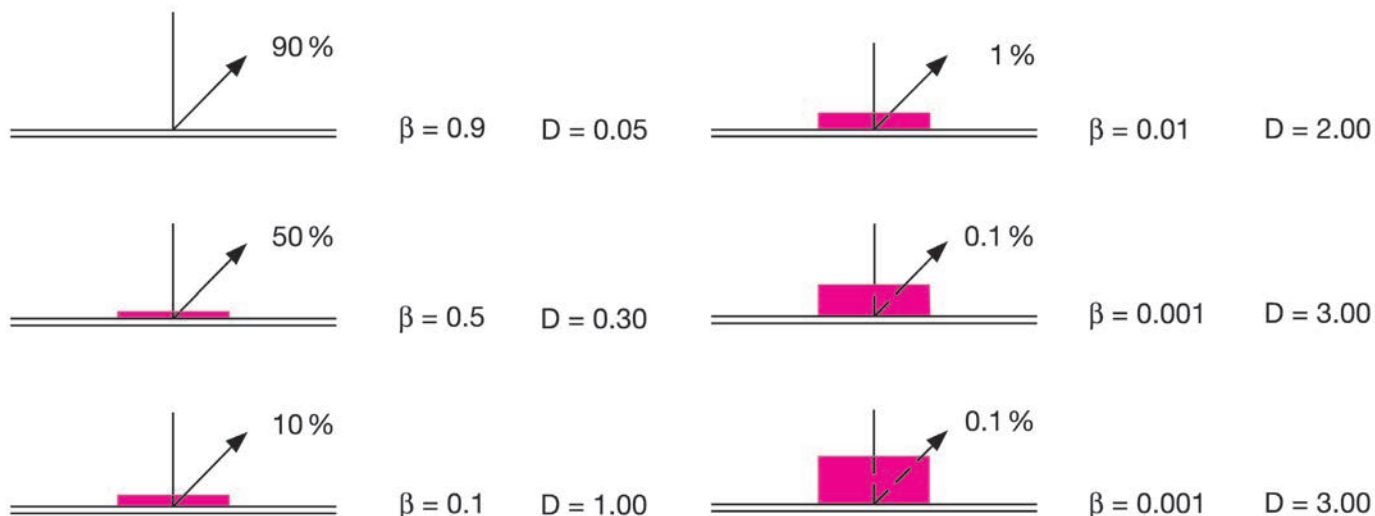
Między grubością warstwy farby a gęstością optyczną występuje ścisła zależność. Przedstawiona jest ona na rysunkach, z których wynika, że w miarę wzrostu grubości warstwy farby maleje strumień światła odbitego, a wzrasta wartość gęstości optycznej.

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

Przerwana 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 farby, 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 densytometri 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). Pomiary 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

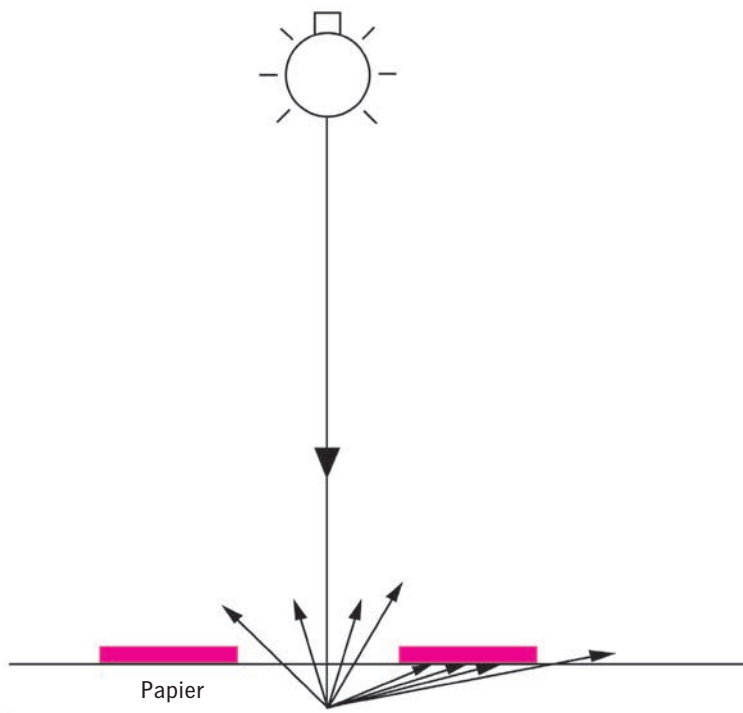
Przy pomiarze densytometrycznym nie jest mierzone geometrycznie pokrycie powierzchni (stosunek sumy powierzchni punktów rastrowych do powierzchni mierzonego pola), lecz „optycznie czynne pokrycie powierzchni”.

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 pół 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 D_V i D_R ustala się rastrową wartość tonalną druku F_D według wzoru Murray'a-Davies'a:

$$F_D (\%) = (1-10^{-D_R}) / (1-10^{-D_V}) \times 100$$

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 ormie 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 D_R . Wartość D jest tutaj odnoszona do 3/4 tonu na filmie.

$$K_{rel} (\%) = (D_V - D_R) / D_V \times 100$$

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 pół 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.

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

$$F_{A_{21}} (\%) = (D_{1+2} - D_1) / D_2 \times 100$$

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.

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

$$F_{A_{321}} (\%) = (D_{1+2+3} - D_{1+2}) / D_3 \times 100$$

Urządzenia do kontroli jakości HEIDELBERG 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.



	Densytometr	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 •

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

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 środków.

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 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 rastrowanych (przykładowo pola szarości).

Podczas pomiaru danego pola szarości przez filtry o trzech różnych barwach uzyska 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).

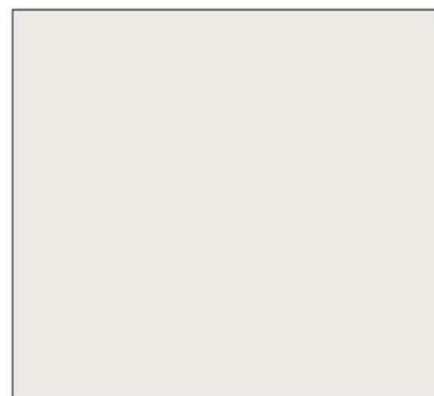
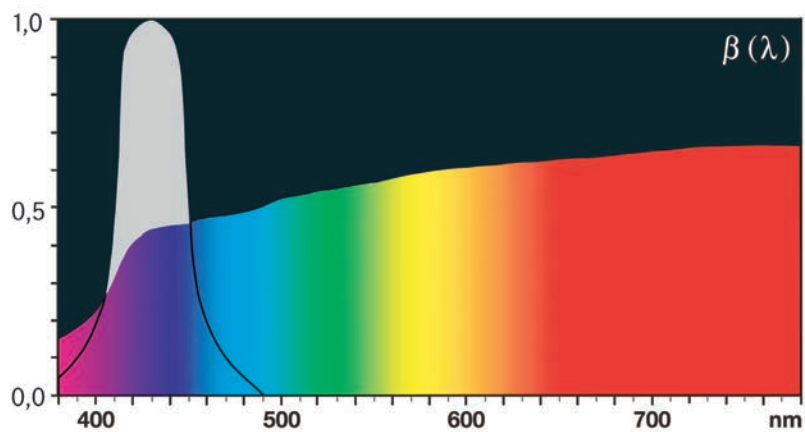
Tę niską wartość trudno jest zmienić, gdyż zmiany grubości warstwy w niewielkim stopniu wpływają na zmiany gęstości optycznej. Pastelowe jasne farby są zatem w praktyce oceniane wizualnie i ręcznie korygowane w stosunku do zatwierdzonej do drukowania odbitki próbnej.

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 określane słowem „kolor”).

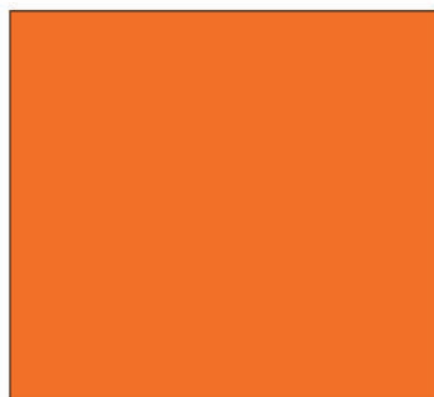
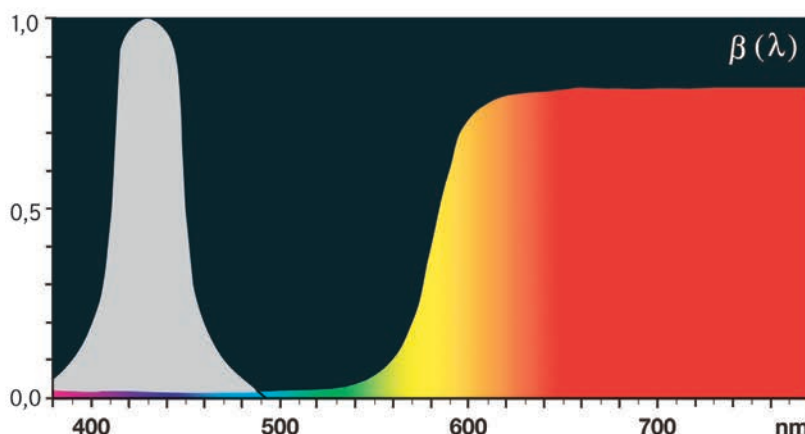
Przy obu barwach farb największa absorpcja jest w zakresie niebieskim (od 380 do 500 nm), tak że znów najwyższa wartość gęstości optycznej mierzona jest (w każdym wypadku 1,60) przez filtr niebieski.

Otrzymane, po zmierzeniu przez ten sam filtr, równe wartości gęstości optycznej nie oznaczają bynajmniej tego samego odcienia barwy!

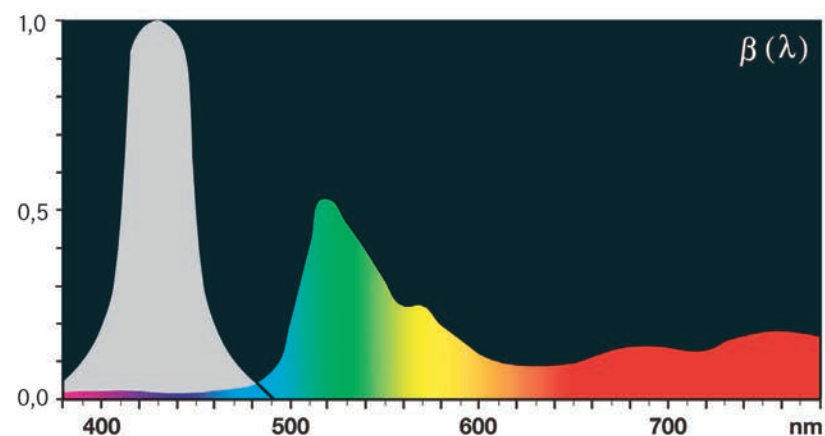
Pełną informację o barwie może dać tylko jej pomiar kolorymetryczny.



Wzór barwy farby Pantone Warm Gray



Wzór barwy farby HKS 8



Wzór barwy farby HKS 65

04. 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.

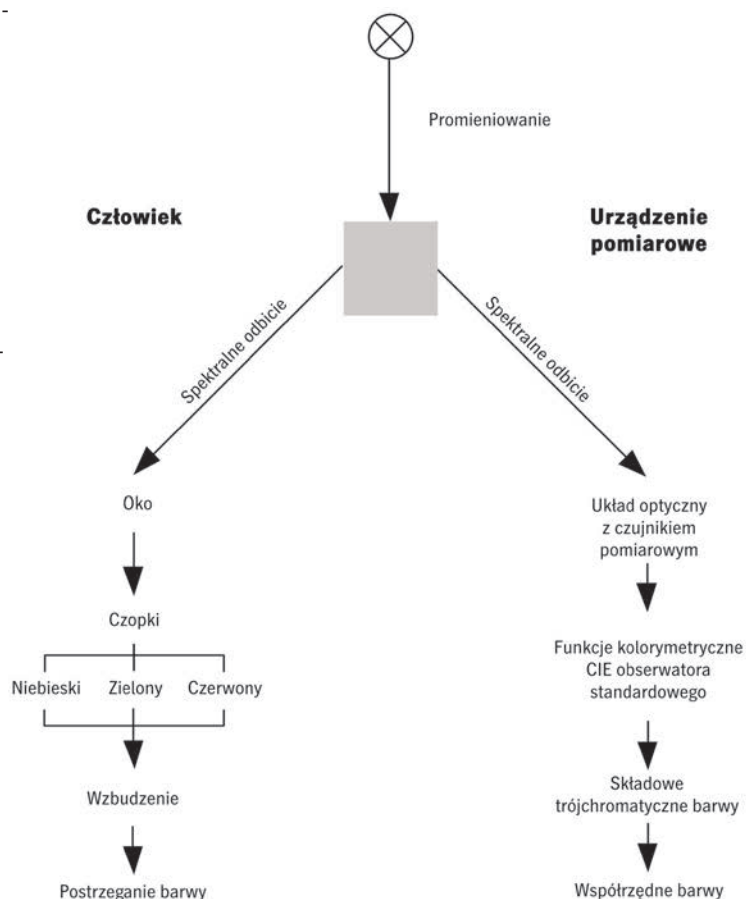
4.1 Pomiary barw

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 postrzeżenie 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 wyznaczane 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.

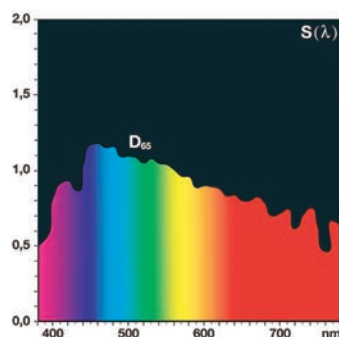
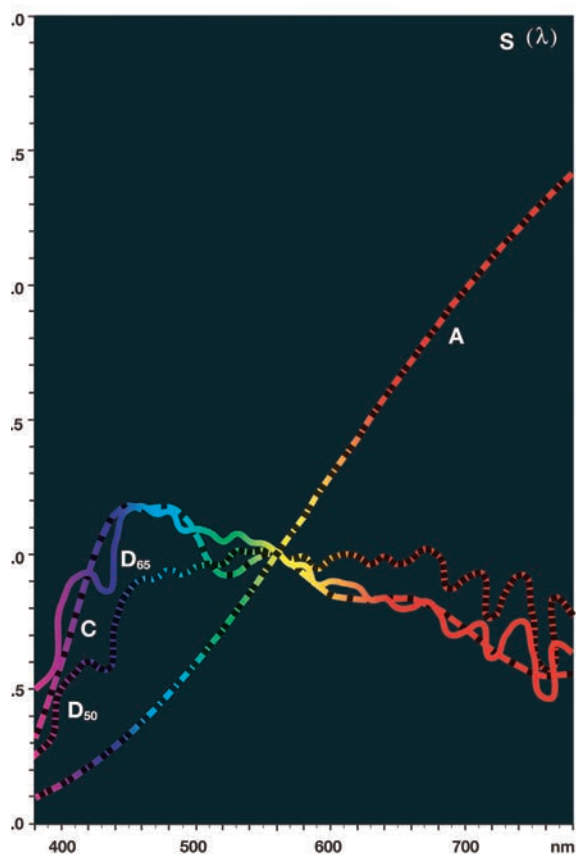
Na skład spektralny naturalnego światła słonecznego wpływa zarówno zmieniająca się pogoda, jak i pora roku lub czas dnia. Fotografowie i operatorzy filmów muszą często długo czekać na odpowiedni skład światła, który spełniałby ich wymagania. Sztuczne źródła światła mają także różne składy spektralne. Niektóre wysyłają światło czerwone, podczas gdy inne emitują światło zielone lub niebieskie.

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.

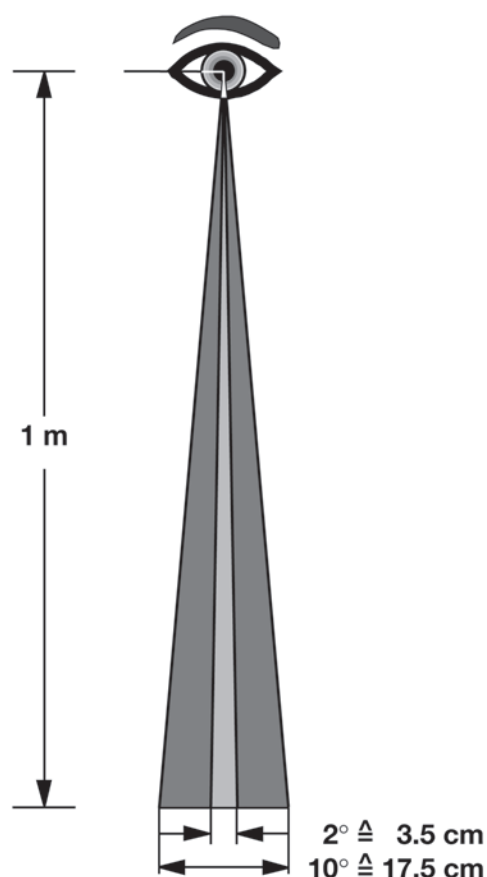
U osób normalnie odróżniających barwy wrażenia barw są w przybliżeniu równe. Tylko barwy, które graniczą ze sobą, oceniane są różnie. To, co dla jednych jest barwą, przykładowo, jeszcze niebieskawozieloną, dla innych jest już zielononiebieską.

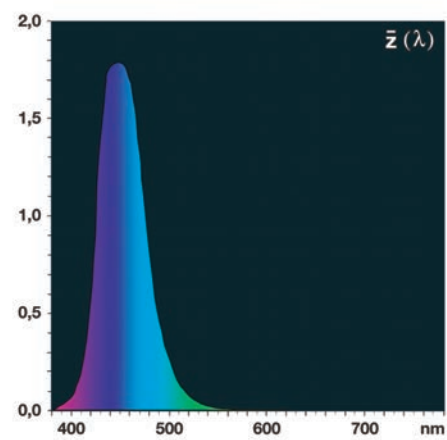
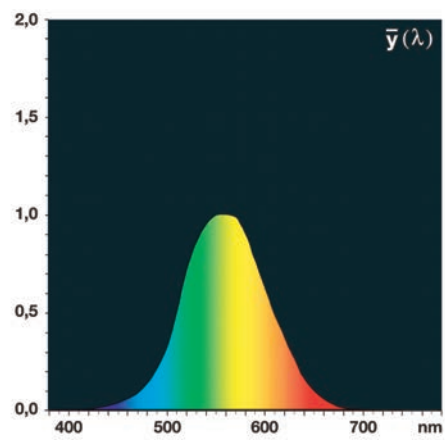
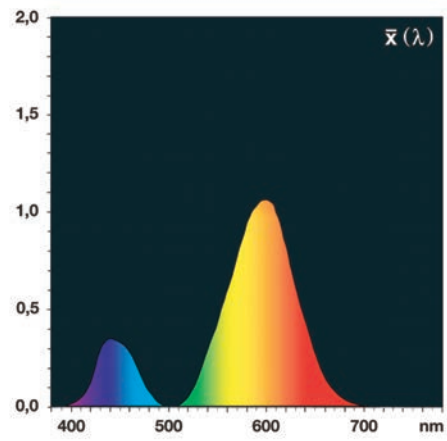
Dlatego dla pomiarów barw musiano zdefiniować przeciętne postrzeganie barw; człowieka o takim postrzeganiu barw nazywa się obserwatorem normalnym. W tym celu w 1931 roku przeprowadzono obszerne badania wielu osób o normalnym postrzeganiu barw.

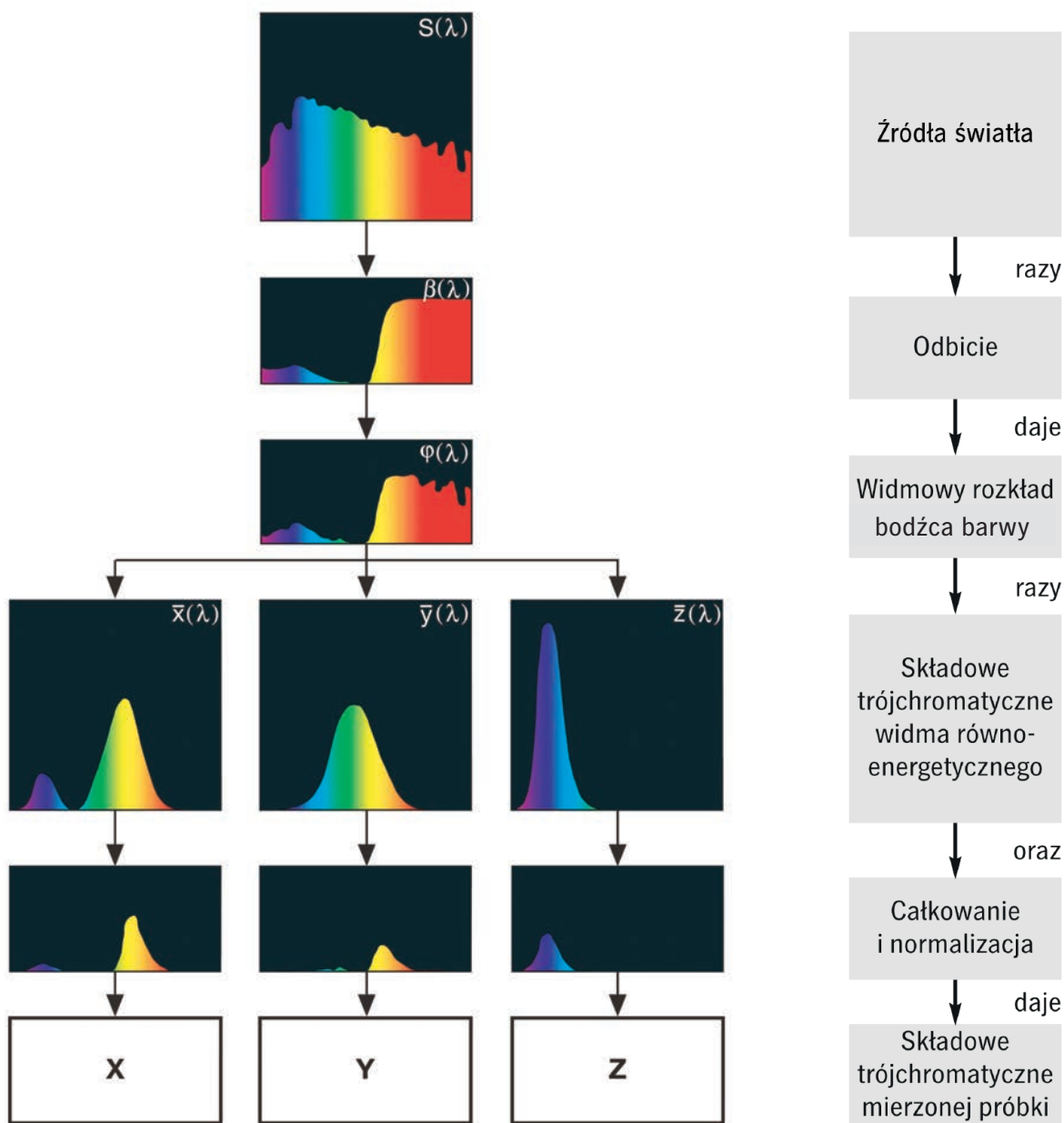
W wyniku tych badań ustalono spektralne wartości składowych trójchromatycznych widma równoenergetycznego x , y i z . Zostały one zatwierdzone przez CIE i przyjęte jako obowiązujące przez normy krajowe i międzynarodowe, np. DIN 5033 i ISO/CD 12647.

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.

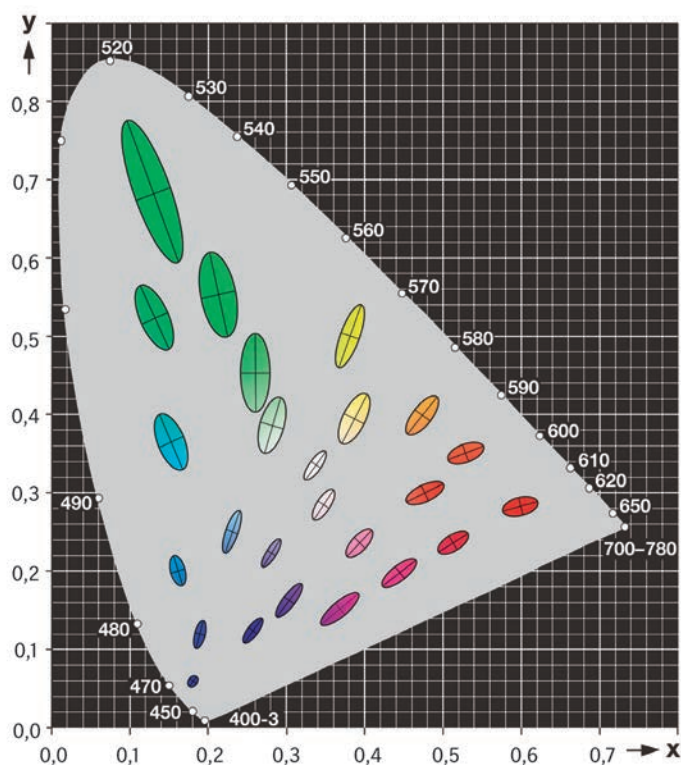
Umieszczona w nawiasach litera lambda (λ) wskazuje, że obliczenia są funkcją (są zależne) względem długości fali λ światła.

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.

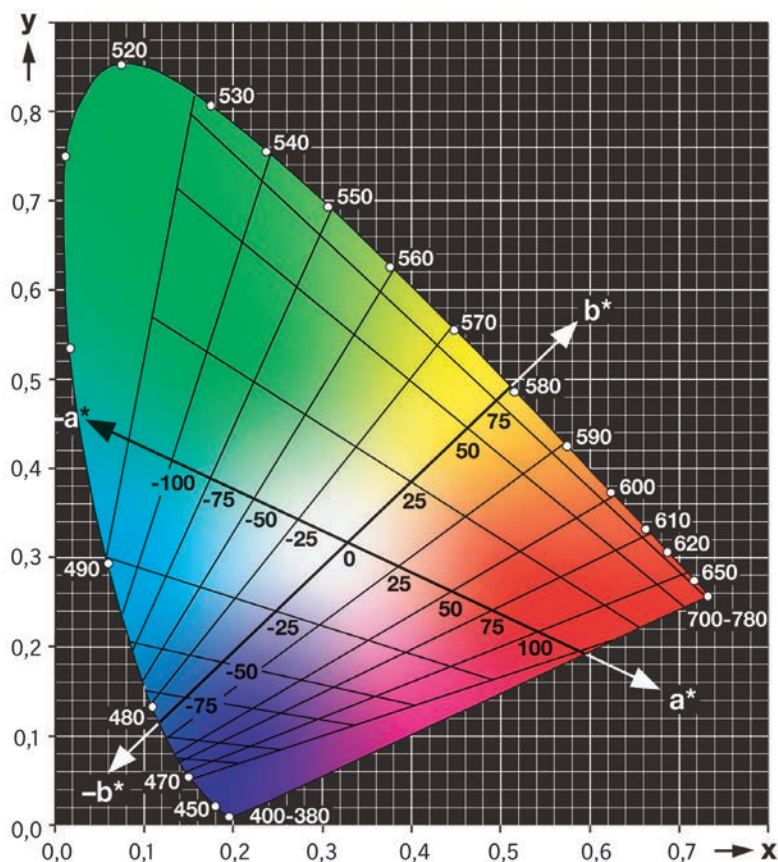
Różnej wielkości elipsoidy MacAdam'a zostały odtworzone wskutek transformacji jako kule w przybliżeniu o równych wielkościach. W ten sposób równe liczbowo wielkości różnicy barw są równe dla

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.

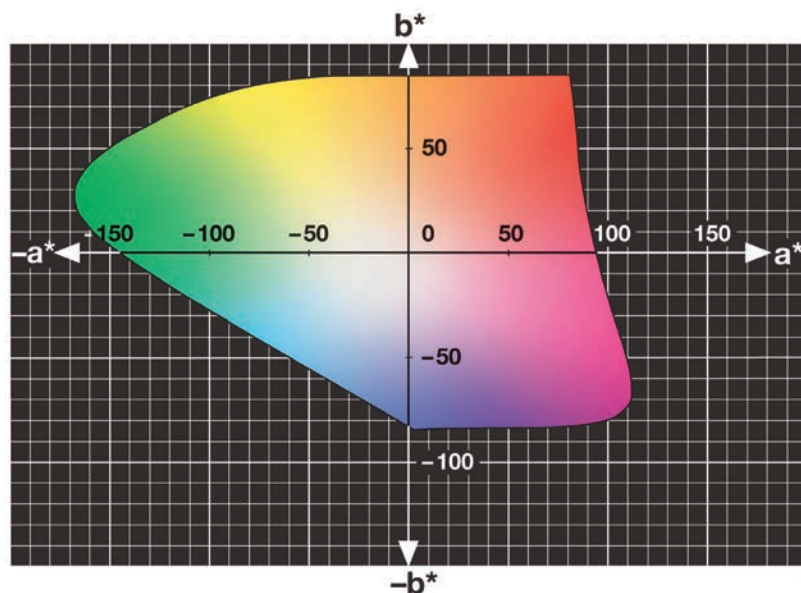
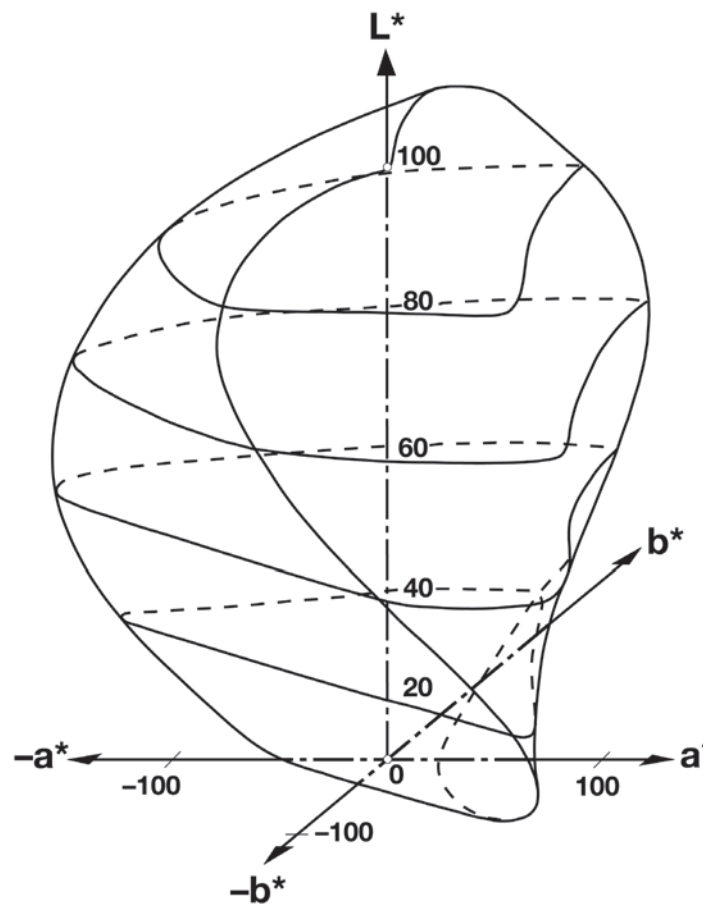


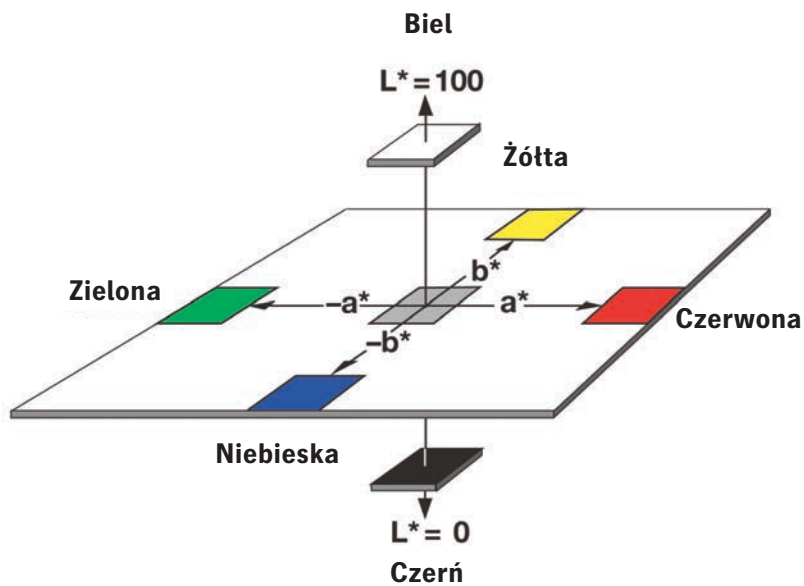
4.6.1 CIELAB

Do pomiaru barw ciał nieświejących (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 nieświejących. 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 płaszczyznę przekroju przestrzeni barw CIELAB dla barw ciał nieświejących o jasności $L^*=50$. Można wyraźnie tu zauważyć zmniejszenie się skali w obszarze zieleni oraz jej rozszerzenie w obszarze niebieskim.





Różnice barw są obliczane według następujących wzorów:

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

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

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

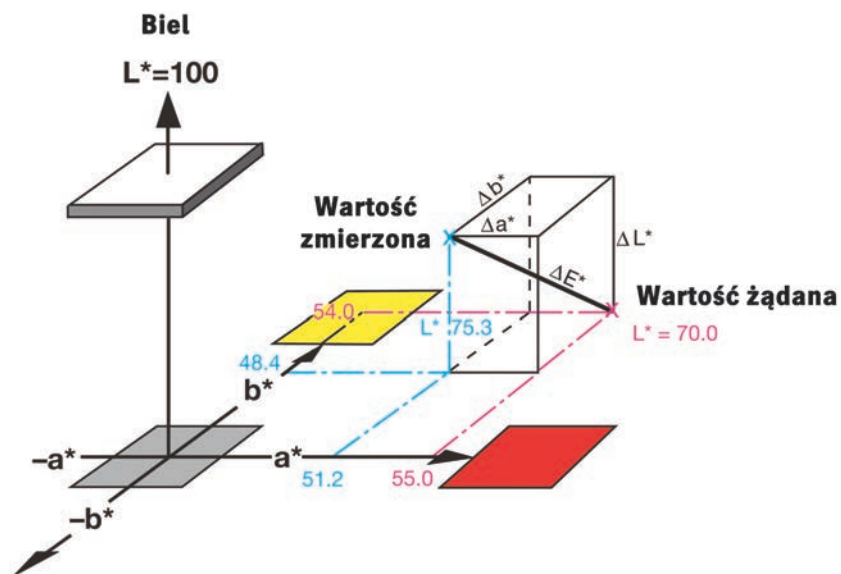
$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

$L^* = 75,3$ 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 jasnożółto-czerwoną lub pomarańczową.

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

Przydatne jest korzystanie z ilustracji powyżej. Przykład:

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



Z obliczeń wynika:

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

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

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

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

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.

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 doświadczonych obserwatora
ΔE między 2 i 3,5	średnie odchylenia; rozpoznawalne także przez – niedoświadczonych obserwatora
ΔE między 3,5 i 5	wyraźne odchylenia
ΔE powyżej 5	duże odchylenia

4.6.2 CIELUV

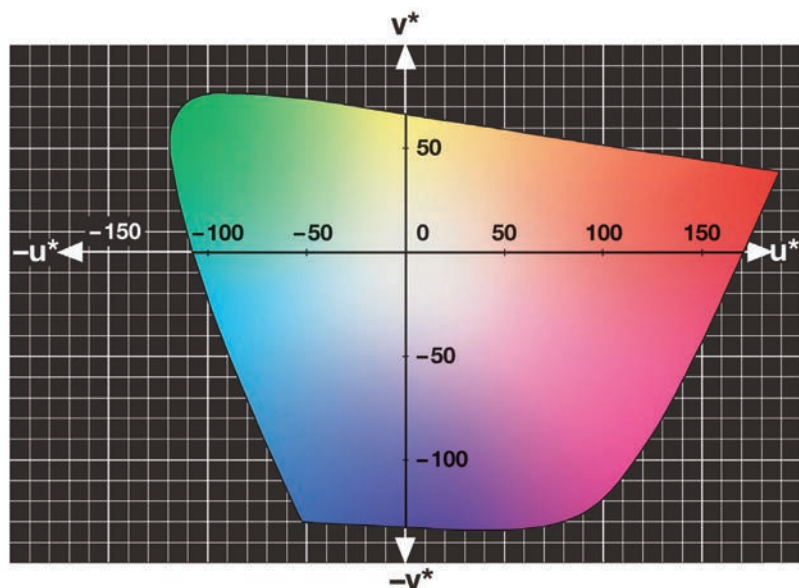
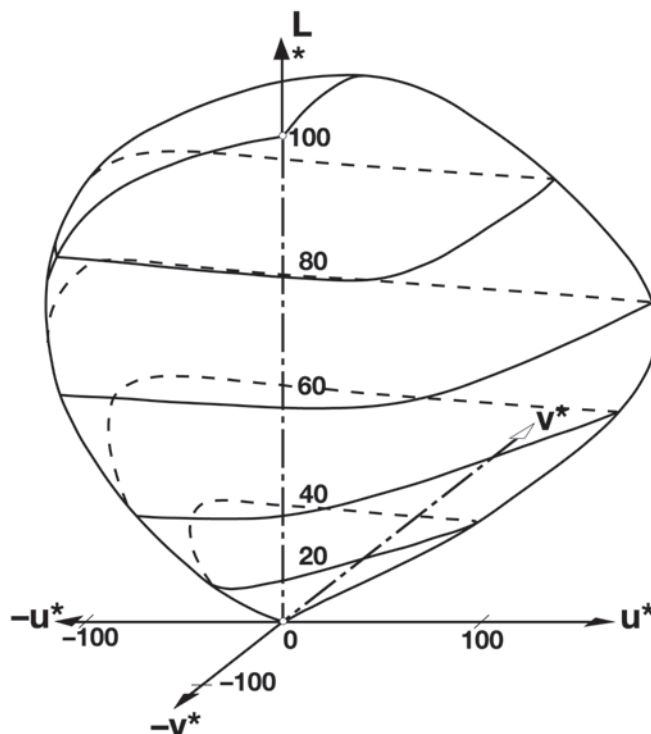
Także przestrzeń barw CIELUV została utworzona przez transformację przestrzeni barw CIE, chociaż przy zastosowaniu innych wzorów niż przy transformacji do CIELAB. W CIELUV trzy osie współrzędne są oznaczane przez L^* , u^* i v^* .

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 nieświecących 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 niezmiennicze (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.

Jasność L^* pozostaje bez zmian

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

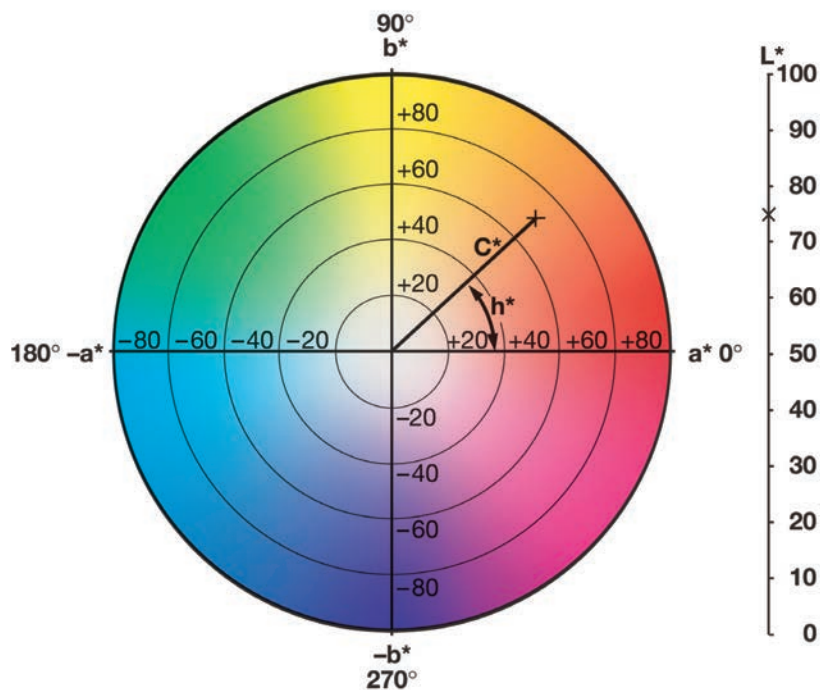
Kąt odcienia h^*_{ab} wynika z wzoru $h^*_{ab} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$

Parametry położenia barwy:

$L^* = 75,3$

$C^* = 70,5$

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



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.

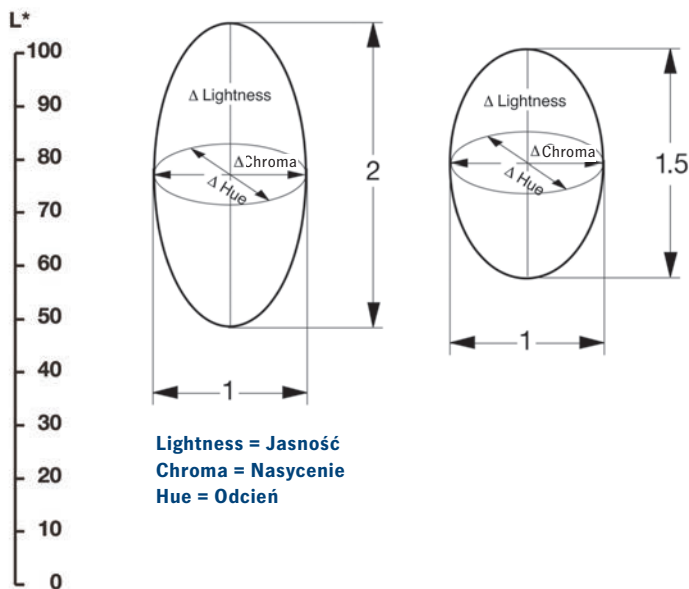
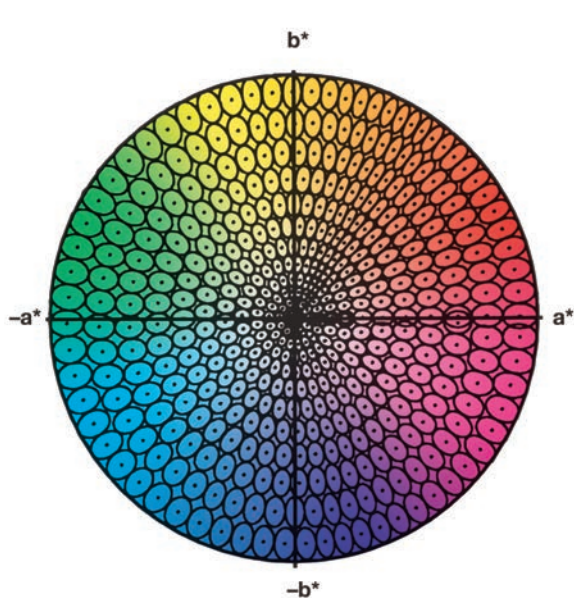
Ilustracja wyjaśnia zasadę oceny różnicy barw CMC w przestrzeni barw CIELAB. Każda elipsa pokazuje pozycję barwy ze stałymi różnicami barw według formuły CMC, w odniesieniu do środka koła. Można wyraźnie zauważyć, że elipsy (obszar tolerancji w przestrzeni barw CMC)

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 l).

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 mierzalne i porównywalne tylko w połączeniu z czynnikami ważonymi.



4.7 Munsell

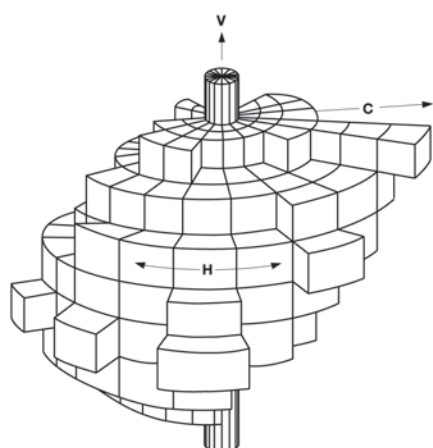
Już w 1905 roku Munsell stworzył system klasyfikacji barw o jednakowo postrzeganych różnicach barw. Zostały one uporządkowane w przestrzeni trzech parametrów: odcienia barwy (Hue), jasności (Value) i nasycenia (Chroma).

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 stołcowej 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).



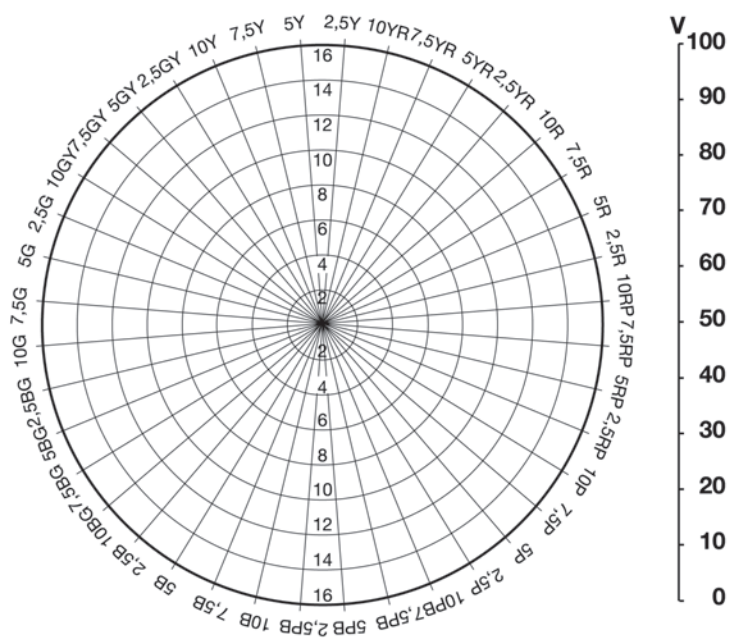
4.8 Metoda trójchromatyczna

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.

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.

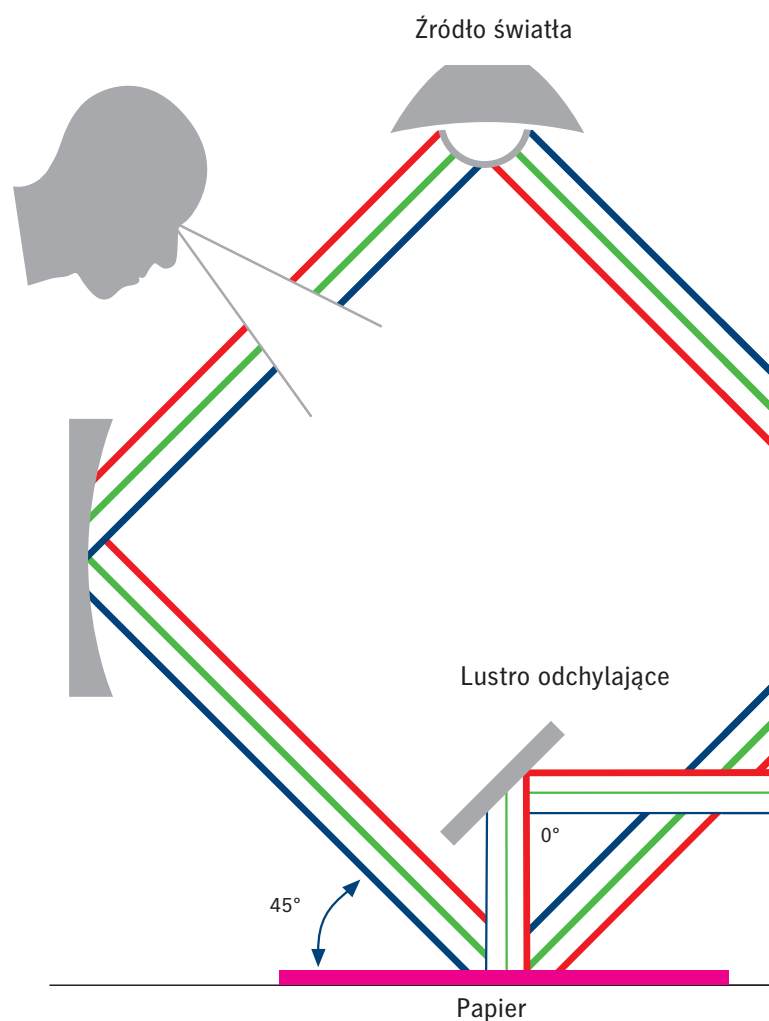
Wytwórcie farb muszą wykonywać rozcieranie farb bardzo dokładnie.

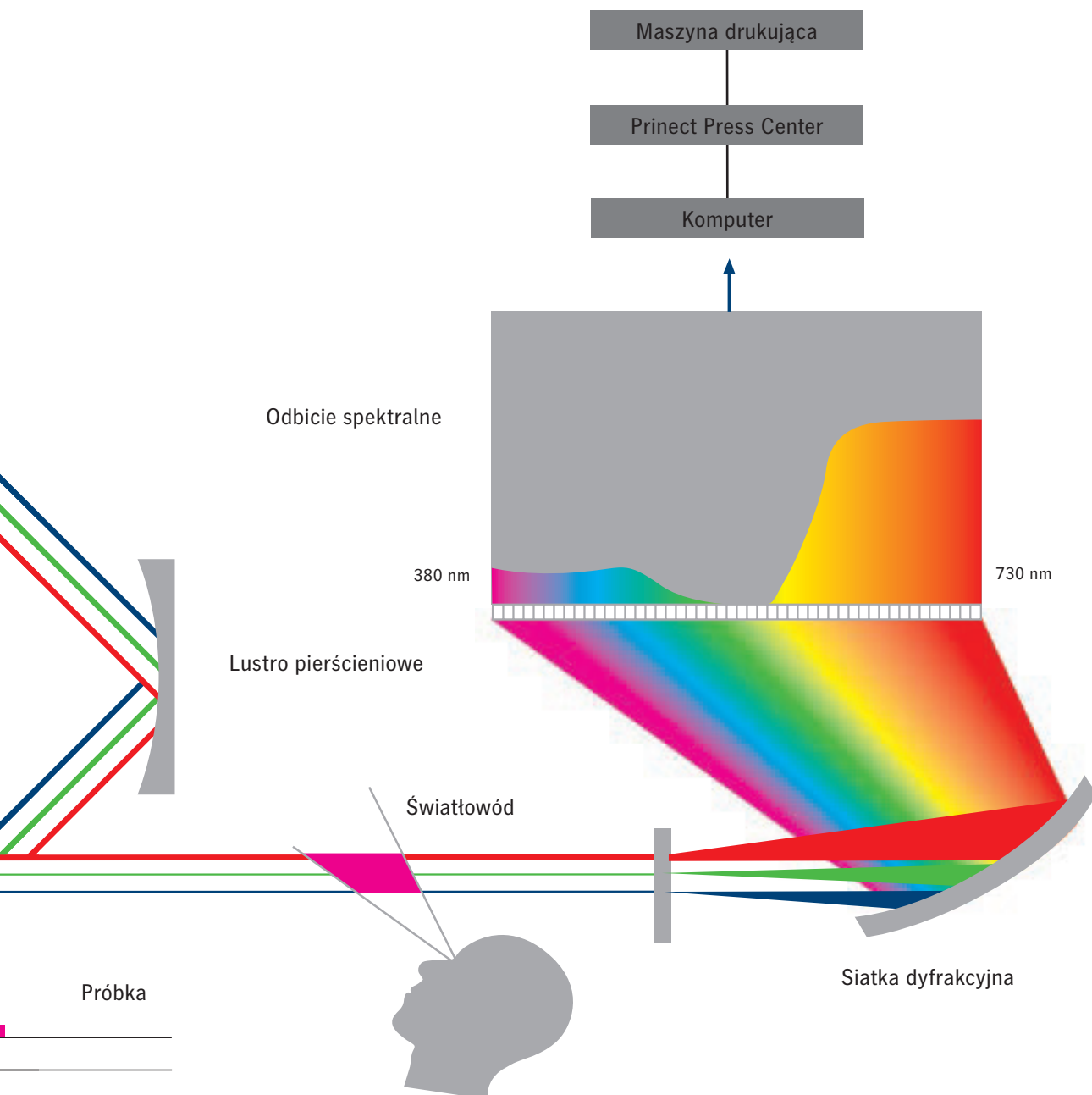
Jest to bardzo ważne nie tylko o normowanych barwach produkcji farb (DIN ISO 2846-1), lecz także przy farbach HKS, a szczególnie przy zamówieniach specjalnych. W tym celu wzorzec barw mierzony jest

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 na stronie 58-59.

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 przyzmacie) 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 CP 2000/Press 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 zaplanowanie i kontrolę nad efektami kolejnych kroków procesu produkcyjnego, począwszy od cyfrowej przygotowalni 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.

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



Prinect Axis Control



Prinect Image Control



Prinect Inpress Control

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 całego obrazu

Przy pomiarach kolorymetrycznych rozróżnia 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 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 zadaniem wzorcem jest najważniejszą wykładnią jakości produktu.

Wartości 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 nafarbowanie 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 duktory farbowe dostanie tyle farby, ile jest niezbędne, aby uzyskać optymalne nasycenie kolorem na podłożu drukowym.

Często niedocenianym parametrem jest tzw. wstępne nafarbowanie zespołów farbowych. W tym przypadku zanim jeszcze zostanie wydrukowany pierwszy arkusz, zespół farbowy 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 współczynniki 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 wartości 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 bezpośrednio 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

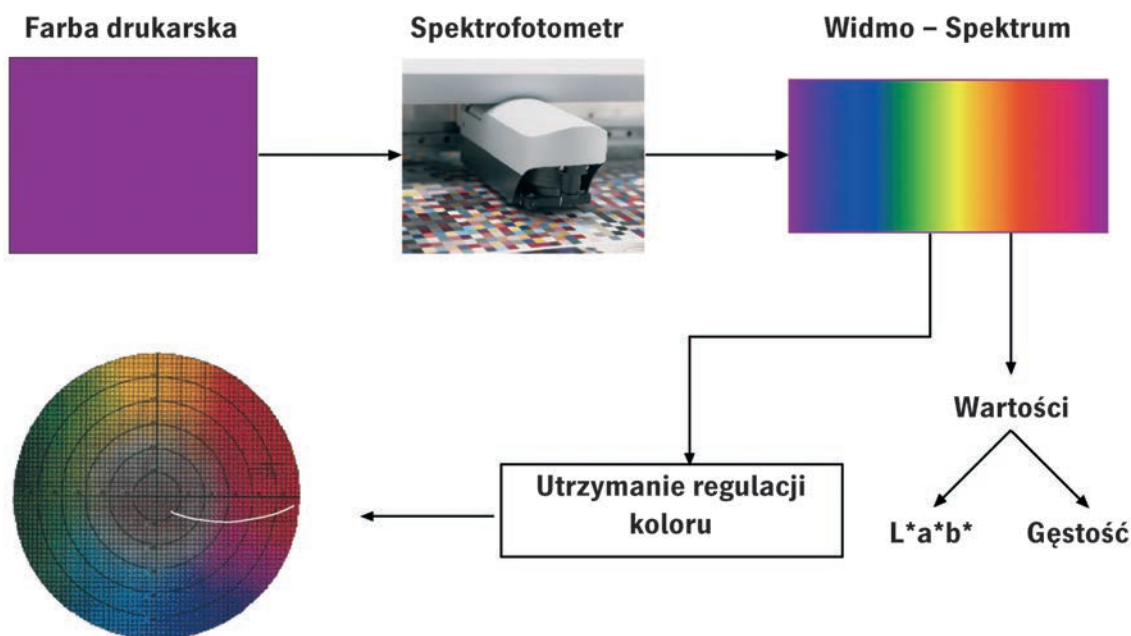
Większość standardów wydawniczych obejmuje obok przyrostu wartości tonalnej również zadane wartości kolorymetryczne CIE $L^*a^*b^*$, stanowiące jednocześnie bazę dla właściwego nasycenia farbą w procesie drukowania.

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.



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.

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 rzeczywistych, które już na wejściu nie powinny zbyt odbiegać od wartości zadanych.

Zadaniem systemu regulacji jest tak dopasować wielkość otwarcia stref farbowych 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 osiągnane 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

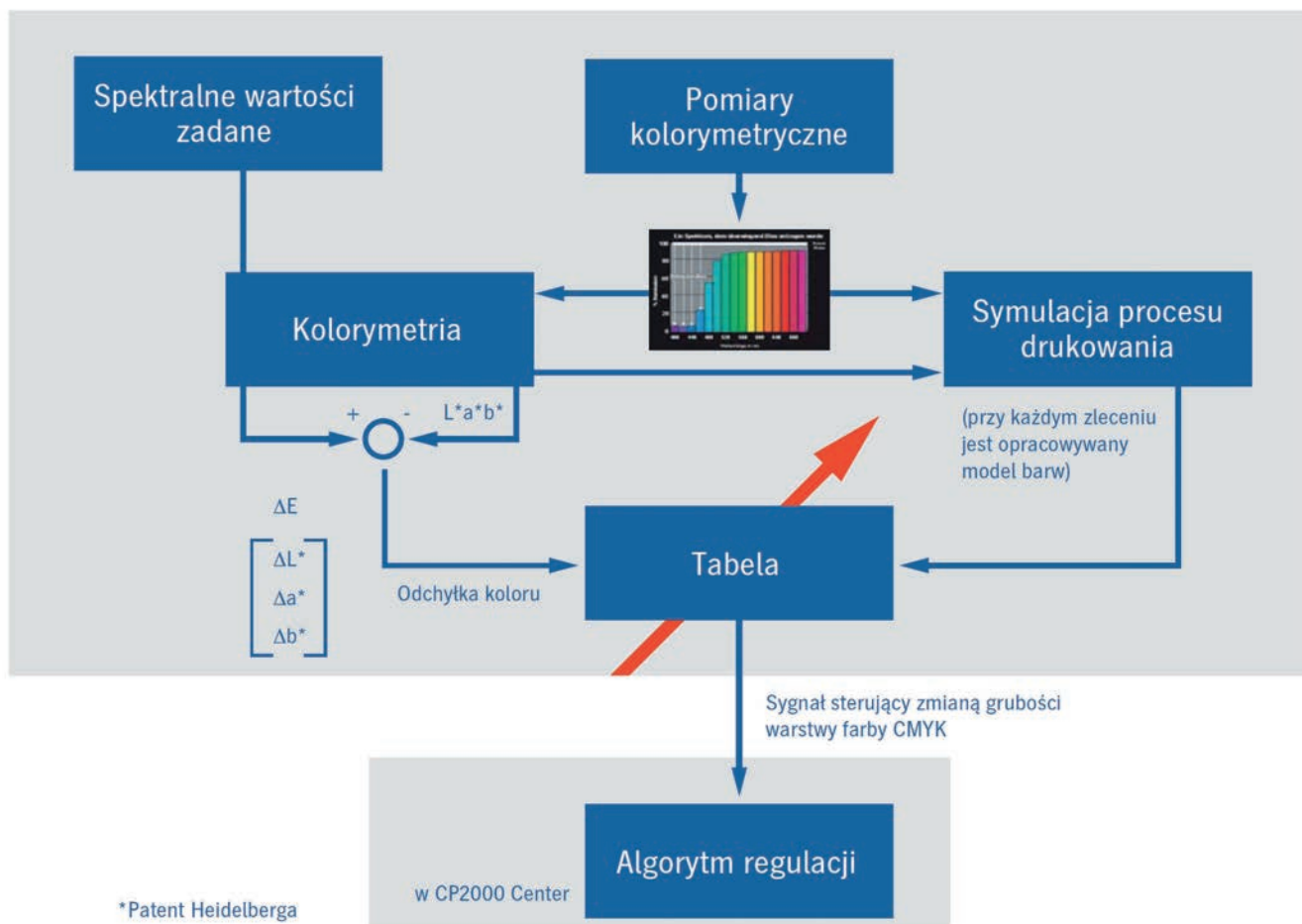
W praktyce oznacza to, że drukarz na pierwszy rzut oka widzi, czy osiągnie żądany efekt kolorystyczny czy nie. Gdy wszystkie parametry w obszarze procesu technologicznego są do siebie optymalnie dopasowane, wówczas można założyć, iż efekt ten powinien być możliwy do osiągnięcia.

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 kolorystyka 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.

Przeliczenie ΔE na sygnały regulacji*



Schemat blokowy do przeliczenia wartości spektralnych na sygnały sterowania

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).

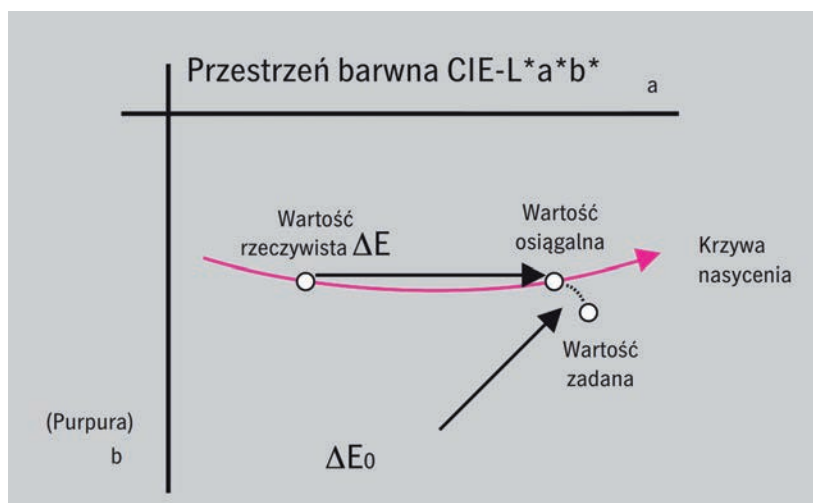
Może się zdarzyć, że przy różnych dostawach tej samej farby osiągniemy te same wartości CIE-L*a*b*, ale osiągając przy tym różne wartości gęstości optycznych. Gdybyśmy teraz drukowali tylko na zadane wartości gęstości optycznych, to moglibyśmy uzyskać inne wrażenie kolorystyczne.

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 i 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.



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

4.13 Standaryzacja procesu drukowania

Podstawą standaryzacji są opisane dalej 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 transparentności 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 „Kontrola procesu wykonywania rastrowanych wyciągów barwnych, odbitek próbnych i kontrola drukowania w drukowaniu offsetowym”.

Norma ISO 12647-2 jest regularnie aktualizowana aby dostosować się do aktualnych technologii.

Norma ISO 12647-2 stanowi bazę dla standaryzacji procesu drukowania, którą w roku 2003 opublikowała Federalna Izba Druku i Mediów (bvdn, Niemcy). Ostatnia aktualizacja została przeprowadzona w roku 2016.



Standaryzacja procesu drukowania offsetowego według Federalnej Izby Druku i Mediów (bvdn, 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 ≥ 40 % i 2-gi styk ≤ 60 %		
Suma pokrycia powierzchni	≤ 340 %		
Balans szarości	Cyjan	Purpura	Żółty
Ćwierćtony	25 %	18 %	18 %
Półtony	50 %	40 %	40 %
3/4 tonów	75 %	64 %	64 %

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 bazowy materiał do sterowania barwą w drukarni.

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. Od swego powstania standard ISO 12647 podlega nieustannym modyfikacjom. Ze względu na ciągłą adaptację normy ISO 12647 do wciąż zmieniających się warunków technologicznych w reprodukcji dobrą praktyką jest zakup tej normy, ilekroć ukaże się jej nowa edycja.



4.14 Parametry pomiarowe M0, M1.1, M1.2, M2 oraz M3

Coraz częstsze stosowanie wybielaczy optycznych spowodowało, że pomiary spektralne barwy dokonywane przy zastosowaniu popularnych źródeł światła przestały odzwierciedlać faktyczną barwę odbitek.

Efekt fluorescencji leżący u podstaw działania wybielaczy optycznych (OBA= Optical Brightness Agent) powoduje, że barwa odbitki (zarówno ta postrzegana, jak i mierzona) silnie zależy od zawartości promieniowania ultrafioletowego w świetle użytym do pomiarów.

Jedynym sposobem prowadzącym do uzyskania obiektywnych wyników pomiarowych – wyników odpowiadających wrażeniom wizualnym odbitek wydrukowanych na podłożach zawierających wybielacze optyczne (czyli obecnie prawie zawsze) było zastosowanie do pomiarów źródła światła emitującego zestandaryzowany udział promieniowania UV.

Jednak modernizacja każdego używanego obecnie spektrofotometru, aby spełnić wspomniane wymogi nie jest technicznie możliwa – podobnie jak wymiana z dnia na dzień całego parku urządzeń pomiarowych.

Innym problemem nie pozwalającym na całkowitą zmianę standardów pomiarowych jest fakt, że niewyschnięte odbitki (np. bezpośrednio w maszynie drukującej) muszą być mierzone przez filtr polaryzacyjny, aby uniknąć wpływu na pomiar połysku powodowanego przez niewyschniętą warstwę farby.

Każdy filtr polaryzacyjny jest jednocześnie filtrem promieniowania UV, dlatego w przypadku użycia takiego filtra efekt działania wybielaczy optycznych jest na czas pomiaru eliminowany, co uniemożliwia wykonanie pomiarów w „nowy” sposób.

Stąd we współczesnych normach dotyczących pomiarów spektralnych pojawił się dodatkowy parametr, definiujący skład widmowy i charakter zastosowanego oświetlenia.

Mając to na uwadze wprowadzono następujące, dodatkowe parametry pomiarowe:

M0 – parametr pozwalający zachować kompatybilność z dotychczasowymi warunkami pomiarowymi. Jest to tryb pracy urządzeń wyprodukowanych przed wprowadzeniem nowych norm, gdzie zawartość promieniowania UV nie jest w żaden sposób standaryzowana.

M1 – parametr pozwalający uwzględnić znormalizowaną ilość i rodzaj promieniowania ultrafioletowego tak aby pomiary odbitek wydrukowanych na różnych podłożach (o różnej zawartości wybielaczy optycznych) mogły być wzajemnie porównywane oraz aby odzwierciedlały efekt wizualny obrazu wydrukowanego na tych podłożach. Niekiedy grupę parametrów M1 dzieli się dodatkowo na M1.1 oraz M1.2 uzależniając otrzymany efekt pomiarowy osobno od fluorescencji podłoża oraz farb graficznych.

M2 – parametr pozwalający całkowicie wyeliminować wpływ promieniowania UV poprzez zastosowanie filtra ultrafioletu. W tym trybie wpływ wybielaczy (OBA) nie jest w ogóle uwzględniany w pomiarach.

M3 – parametr stosowany wszędzie tam, gdzie wymagane jest użycie filtra polaryzacyjnego. Należy pamiętać, że M3 niejako zawiera w sobie także M2.



Typowe pomiary spektralne (współrzędne $L^*a^*b^*$, XYZ, xyY itd. oraz widmowy współczynnik odbicia) należy wykonywać w oparciu o parametr M1, pomiary densytometryczne zazwyczaj wymagają parametru M2 lub M3, zaś M0 winniśmy stosować tylko dla zapewnienia zgodności pomiarowej ze „starymi” urządzeniami, lub gdy z jakichkolwiek względów musimy zastosować wskazania starszych norm.

4.15 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.
- Pomiar spektralny umożliwia 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.
- Pomiar spektralny umożliwia 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.



05. Systemy wspomagające procesy sterowania barwą w drukowaniu offsetowym

Poza typowymi procesami związanymi ze sterowaniem barwą istnieje szereg procedur wspomagających uzyskanie jak najlepszych rezultatów w drukowaniu offsetowym. Związane są one bardzo ściśle ze zjawiskami fizycznymi towarzyszącymi przenoszeniu farby na zadrukowywane podłoże.

W niniejszym rozdziale chcielibyśmy przedstawić kilka rozwiązań nie dotyczących bezpośrednio zagadnień sterowania barwą, jednak ściśle związanych z zagadnieniem jakości w drukowaniu offsetowym.

5.1 Metoda PAN4C

W poligrafii istnieją dwie zasadnicze drogi pozwalające na standaryzację procesu drukowania.

Jedna z nich polega na dokładnym opisaniu aktualnego stanu maszyny drukującej, a następnie takie skonfigurowanie wszystkich procesów przygotowawczych, aby dopasować je do tego stanu i osiągnąć oczekiwane rezultaty.

Takie podejście cechuje jedna podstawowa zaleta – przyjmujemy maszynę drukującą, surowce, materiały eksploatacyjne takimi, jakie są i dzięki temu nie musimy ich w żaden sposób zmieniać, korygować ani modyfikować.

Podejście to jest jednak okupione licznymi wadami, do których możemy zaliczyć:

- konieczność indywidualnego dopasowania procesów przygotowawczych do wszystkich posiadanych maszyn drukujących, czyli musimy już na początku procesu technologicznego określić maszynę drukującą oraz warunki, w jakich praca będzie drukowana. Zmiana tych warunków w trakcie procesu może być bardzo kosztowna, trudna w realizacji lub nawet niemożliwa.
- fakt, że prace często bywają przygotowywane w oparciu o powszechnie stosowane normy czy np. profile barwne. Opieranie całego procesu w oderwaniu od tych norm bardzo komplikuje współpracę drukarni z klientami oraz kooperację pomiędzy różnymi oddziałami tej samej firmy.

- to, iż często zdarza się, że aktualny stan maszyny drukującej oraz stosowane materiały eksploatacyjne nie są w danych warunkach optymalne. Bywa, iż maszyna drukująca pracuje na granicy tolerancji jakiegoś parametru i niewielkie jego wahnięcie powoduje, że tolerancja zostaje przekroczona. Nie sprzyja to stabilności procesu drukowania

Istnieje też inna droga, która stanowi przeciwieństwo tej pierwszej, choć jej cel jest identyczny – doprowadzenie do pełnej zgodności ze standardem.

Polega ona na założeniu, że każda offsetowa maszyna drukująca powinna zachowywać się w bardzo zbliżony do teorii sposób, a jakiegokolwiek odstępstwa od tego „podobieństwa” są konsekwencją usterek, niedomagań lub braku odpowiedniej regulacji maszyny drukującej.

Bywają też powodowane wzajemnym niedostosowaniem materiałów eksploatacyjnych lub błędnym doboru technologii.

Doceniając niewątpliwe zalety drugiego podejścia została opracowana i opatentowana przez berlińskiego doradcę z dziedziny drukowania offsetowego, p. Dietera Kirchnera metoda PAN4C®. Według słów jej twórcy:

„Powszechnie stosowana dziś metoda standaryzacji procesu drukowania wg ISO/PSO jest pomocna tylko częściowo, gdyż nie gwarantuje stabilności tego procesu, gdy różnice w przyrostach punktów rastrowych niweluje się poprzez ingerencję w krzywą CTP, a tym samym w gradację obrazu.

Powszechne problemy ze schnięciem farb koryguje się np. nałożeniem warstwy lakieru, co generuje dodatkowe koszty”.

Podstawowym założeniem nowatorskiej metody standaryzacji Pan4C® jest uzyskanie optymalnych i stabilnych druków za pomocą maszyny offsetowej poprzez idealne ustawienie balansu farba-woda w każdym zespole drukującym.

Metoda PAN4C® polega na zastosowaniu szeregu opatentowanych form testowych.

Poprzez odpowiednią analizę wydrukowanych za pomocą badanej maszyny drukującej (uwzględniając także materiały eksploatacyjne) przy użyciu tych form odbitek, doświadczony specjalista jest w stanie zdiagnozować praktycznie wszystkie niedomagania technologiczne procesu drukowania.

Zastosowane formy testowe, po wytworzeniu z ich wykorzystaniem form drukowych CtP, umożliwiają nie tylko precyzyjne określenie stanu technicznego większości istotnych podzespołów maszyny drukującej, ale także pozwalają na właściwą regulację maszyny oraz ocenę wzajemnych relacji materiałów eksploatacyjnych, takich jak farba, roztwór nawilżający, obciążenia gumowe i inne – także w odniesieniu do rodzajów zadrukowywanego podłoża.

• Do standaryzacji przygotowalni (Prepress)
PAN4C® Forma testowa do płyt



PAN4C® Klin kontrolny do płyt



System standaryzacji Pan4C® bazuje na następujących formach testowych:

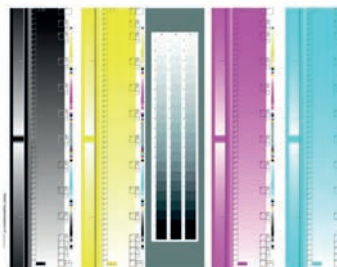


• Do standaryzacji procesu drukowania (Press)

PAN4C® Forma testowa analityczna



PAN4C® forma testowa gradacji

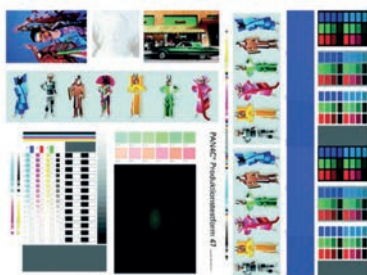


PAN4C® Pasek kontrolny druku/Emulsji farba-woda

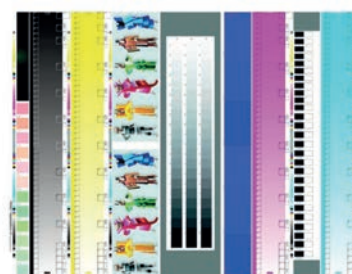


• Do standaryzacji procesu produkcji

PAN4C® Forma testowa produkcji



PAN4C® Forma testowa papieru



PAN4C® Formy testowe papieru 330-360



• Do badania wątków

PAN4C® Forma testowa paskowania



Najistotniejszą z przedstawionych form testowych jest „Analityczna forma testowa”, na podstawie której można rozpoznać przyczyny większości problemów technicznych w procesie drukowania, związanych m.in. z:

- odciąganiem
- problemami ze schnięciem
- wahaniami farby
- paskowaniem od wałków
- ścieraniem się farby
- kalkowaniem
- wahaniami wartości tonalnych
- dublowaniem
- nadmiernym emulgowaniem farby
- nierównomiernym drukowaniem użytków
- problemami z przyjmowaniem farby
- rozdziałem farby
- kombinacją/współpracą dodatków do wody zwilżającej i farby
- rodzajem środków chemicznych do drukowania i środków pomocniczych
- ustawieniem, jakością i stanem wałków

Dzięki wynikom płynącym z analizy tej formy testowej możliwe staje się uzyskanie poniższych założeń oraz celów stabilnej produkcji offsetowej:

- stosowanie jednej dla całego parku maszynowego krzywej CTP
- osiągnięcie optymalnego rozdziału farby
- osiągnięcie krótkiego czasu do rozpoczęcia drukowania nakładu
- osiągnięcie optymalnego i szybkiego ustawienia emulsji farbowej (balansu farba-woda) poprzez technikę pomiaru ilości środka nawilżającego do pokrycia farby (pomiar emulsji),
- osiągnięcie przyrostu punktów rastrowych na całym arkuszu z tolerancją max. 2%,
- osiągnięcie minimalnych, niewidocznych wahań wartości tonalnej, także przy najniższych nakładach, dE poniżej 1.0
- osiągnięcie bezpośredniej i szybkiej reakcji maszyny na zmianę gęstości farby
- osiągnięcie schnięcia powierzchniowego farby (przy zastosowaniu odwracania) poniżej 10-15 minut (przy średnim pokryciu druku farbą)

- osiągnięcie znacznego ograniczenia ilości makulatury
- bardzo szybkie osiągnięcie możliwości dalszej obróbki, tj. ok. 1-3 godzin po wydrukowaniu (na papierze matowym)
- osiągnięcie możliwości obciążenia stosu już po 30 minutach bez odciągania (na papierze ilustracyjnym matowym)
- osiągnięcie braku odciągania także przy pokryciu farbą do 400% (TAC) dla mniejszych elementów obrazu
- osiągnięcie optymalnego przyjmowania farby dla prac wysokokontrastowych
- osiągnięcie optymalnej powtarzalności, także na kilku maszynach drukujących
- osiągnięcie przewidywalnej, bezpiecznej produkcji

Wspólnym elementem dotyczącym większości form testowych Pan4C® jest pomiar emulsji. Przy pomocy trzech pól pomiarowych można ustalić optymalną ilość środka nawilżającego dla emulsji farba-woda każdej farby.

Większość wymienionych wcześniej błędów procesu drukowania powodowanych jest przeważnie rodzajem, ilością lub zanieczyszczeniem środka nawilżającego. Błędy powodowane tą właśnie przyczyną mogą być usunięte lub zredukowane do minimum na podstawie analizy form testowych PAN4C®.

Standaryzacja PAN4C® pozwala skrócić czas narządu, a także ograniczyć ilość makulatury. Gotowe druki mogą być szybko skierowane do dalszej obróbki.

Bieżąca kontrola jakości produkcji np. papieru odbywa się na zasadzie „wzór-analiza”. Pracownicy uczą się, jak opinać proces drukowania, co automatycznie poprawia wydajność.

Szybkie wykrywanie przyczyn błędów jest szczególnie ważne np. w przypadku reklamacji materiałowej. Wiele reklamacji materiałowych powstaje jedynie w wyniku podejrzeń, bez możliwości ich udokumentowania.

W przypadku nowych, nieznanymi materiałami, dzięki PAN4C® można szybko ocenić ich właściwości oraz przydatność do danego typu produkcji poligraficznej.

Taki sposób eliminuje ryzyko, że materiał niewłaściwej jakości doprowadzi do znacznych strat w drukarni

5.2 Prinect Multicolor Toolset

Zastosowanie kolorów specjalnych w drukowaniu offsetowym często wydaje się nieodzowne, jednak ich użycie wiąże się często z pewnymi uciążliwościami.

Wymaga ono częstych wymian farby w kałamarzu maszyny drukującej, co generuje straty tak samej farby, jak i czasu poświęconego np. na mycie maszyny.

Ma to szczególnie duże znaczenie podczas drukowania wymagających prac o stosunkowo niewielkich nakładach. Z tej właśnie przyczyny ich opłacalność staje często pod znakiem zapytania. Innym problemem jest poprawna prognoza zużycia farb specjalnych. Niedoszacowanie powoduje konieczność dokupienia (a niekiedy ponowne mieszanie) brakującej farby.

Przeszacowanie powoduje albo stratę, albo konieczność zastosowania skomplikowanej procedury ponownego mieszania dla uzyskania innego, potrzebnego koloru bez gwarancji sukcesu.

Stosowanie wielu farb specjalnych powoduje problemy magazynowe oraz zaopatrzeniowe, a zakupy stosunkowo niewielkich partii farb specjalnych wiążą się z ich wyższą ceną.

Narzędzie Prinect Multicolor Toolset firmy HEIDELBERG zostało stworzone jako kompletne rozwiązanie pozwalające w ogromnej większości przypadków zastąpić setki kolorów specjalnych typową triadą wzbogaconą o co najwyżej trzy dodatkowe barwy (zielony, pomarańczowy, niebieski) w ten sposób, aby finalny efekt nie ustępował drukom z zastosowanymi kolorami specjalnymi.

Narzędzie to pozwala bowiem w ogromnej liczbie przypadków wyeliminować uciążliwości związane ze stosowaniem dużej ilości kolorów specjalnych i radykalnie ograniczyć związane z tym koszty. Pozwala także oszacować, na ile zauważalna może być różnica w stosunku do drukowania osobnymi farbami specjalnymi.

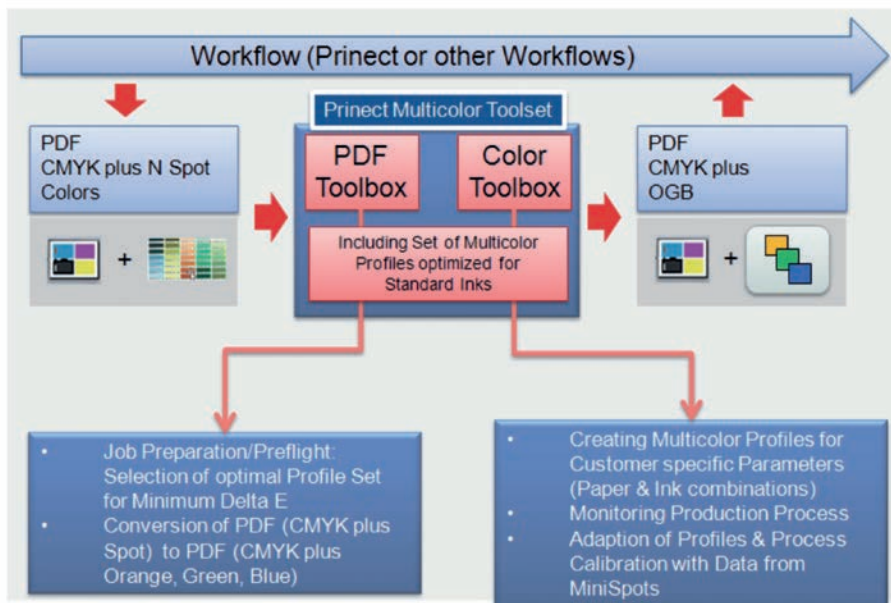
Prinect Multicolor Toolset składa się z trzech modułów: Prinect Color Toolbox Complete, PDF Toolbox Multicolor Color Editor oraz zestawu kilkunastu profili typu „multicolor *.icc”, wygenerowanych i sprawdzonych podczas realnego procesu drukowania na różnych podłożach.

Dzięki tym profilom zamiast tworzyć własne profile „od zera” stosując pracochłonne testy, użytkownik Prinect Multicolor Toolset może jedynie łatwo i szybko je zmodyfikować celem dopasowania do swoich indywidualnych potrzeb.

Poniższy diagram przedstawia zasadę działania omawianego narzędzia. Plik wejściowy w postaci PDF-a zawierający (zazwyczaj poza CMYK) szereg kolorów specjalnych jest konwertowany ponownie do PDF-a, jednakże zawierającego CMYK + 1, 2 lub 3 barwy specjalne (z ograniczonej palety: zielony, pomarańczowy, niebieski).

Dzięki temu asortyment farb w drukarni ulega istotnemu ograniczeniu, znikają problemy z wykorzystaniem pozostałości farb, ich mieszaniem czy częstym myciem maszyny.



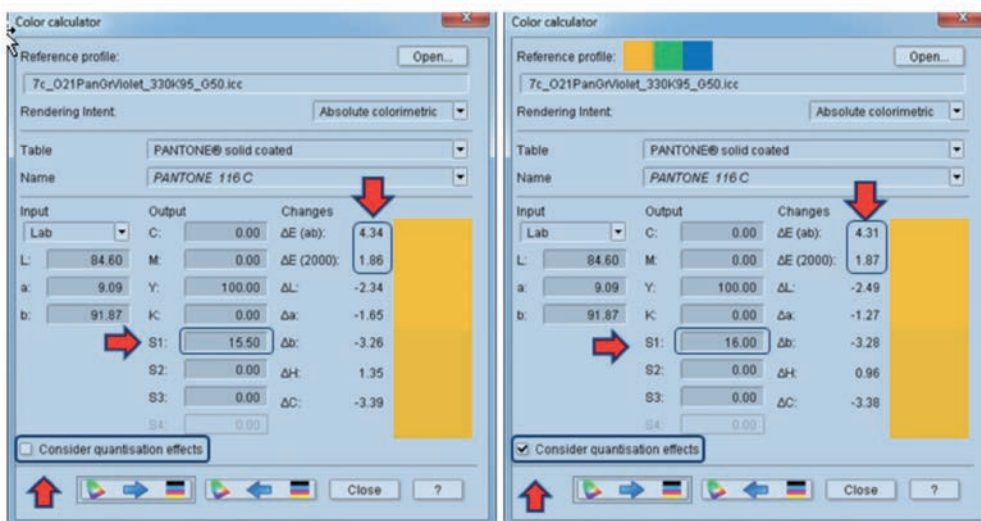


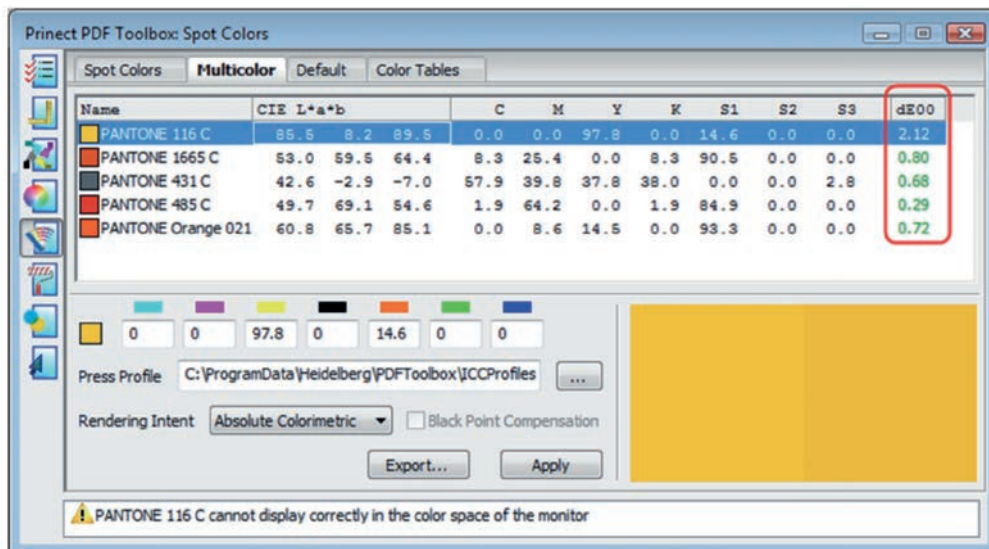
Użyte do powyższej konwersji algorytmy zostały opracowane w oparciu o wieloletnie doświadczenia w zakresie problematyki sterowania barwą, a następnie starannie i wszechstronnie sprawdzone, aby zapewnić najwyższą dokładność obliczeń barwnych.

Omawiane narzędzie pozwala, co bardzo ważne, na oszacowanie dokładności odwzorowania zarówno w oparciu o stosowany dotychczas parametr ΔE_{ab} , jak i zyskujący coraz większą popularność ze względu na lepsze

odzwierciedlenie fizjologii ludzkiego wzroku parametr ΔE_{2000} (oznaczana niekiedy ΔE_{00}).

Zakładka „Multicolor” (nieдоступna w standardowej wersji programu „Color Editor”) pozwala ocenić, w jakim stopniu kolory specjalne zostaną odwzorowane za pomocą zestawu CMYK+OGB (pomarańczowy, zielony, niebieski).



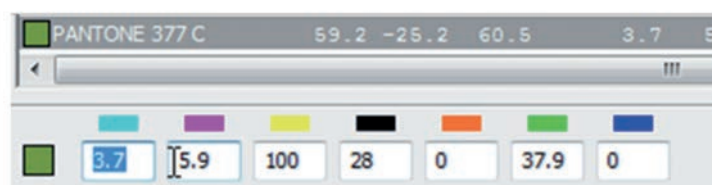


Może okazać się, że w pewnych sytuacjach nie uda się zastąpić kolorów specjalnych – drukarnia będzie jednak o tym wiedziała z odpowiednim wyprzedzeniem.

Uzbrojona w taką wiedzę drukarnia może podjąć decyzję o liczbie zastosowanych kolorów, świadoma wszelkich płynących z tego skutków.

Pozwoli to na stosowne skalkulowanie takiej pracy oraz pozwoli uniknąć rozczarowania jakie mogłoby mieć miejsce, gdyby ewentualna różnica barwy w stosunku do oczekiwań została stwierdzona dopiero po wydrukowaniu pracy.

Dodatkowo Prinect Multicolor Toolset pozwala na automatyczny wybór optymalnego w danym przypadku – profilu oraz na ręczną modyfikację składu dowolnej barwy z natychmiastową wizualizacją uzyskanego efektu.



Poniższy diagram poglądowo wskazuje kolejne kroki wykonywane podczas używania oferowanego narzędzia: Prinect Multicolor Toolset jest dostępny jako kompletne i autonomiczne narzędzie mimo, że pewne jego elementy mogą stanowić składniki innych rozwiązań oferowanych przez firmę HEIDELBERG.

5.3 Automatic Paper Stretch Compensation

Podczas drukowania offsetowego pomiędzy poszczególnymi zespołami drukującymi często ma miejsce deformacja podłoża, powodowana zarówno przez roztwór nawilżający, jak i samą farbę.

Deformacja ta jest szczególnie odczuwalna przy drukowaniu w formacie B1 lub większym, powodując realne trudności z pasowaniem, jeśli formy drukowe nie zostały uprzednio odpowiednio przygotowane.

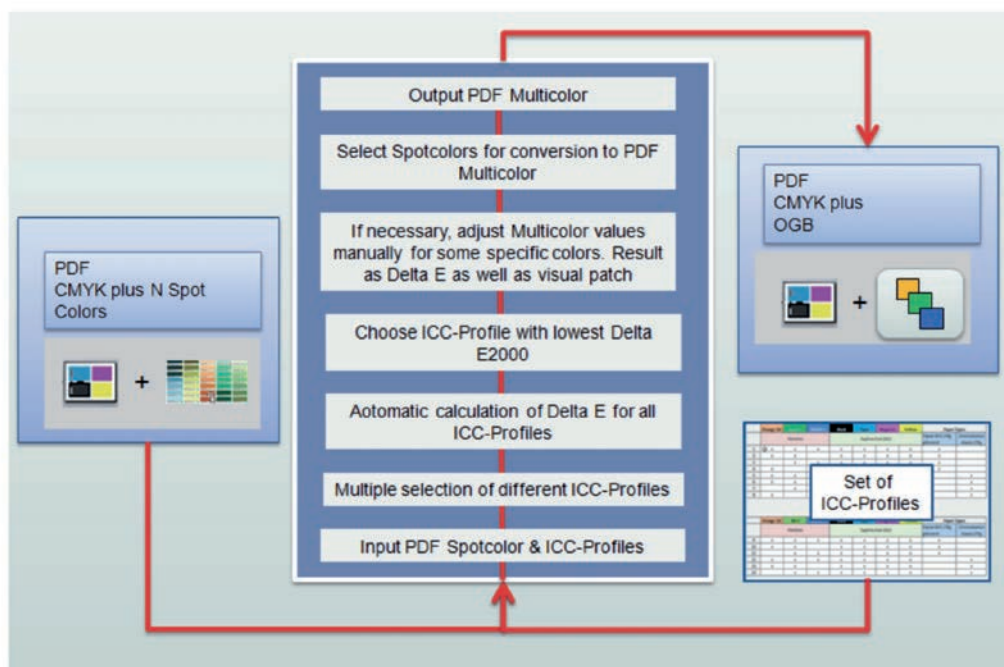
Deformacja podłoża pociąga za sobą nie tylko brak możliwości dobrego spasowania kolorystycznego druków na całej zadrukowywanej powierzchni, ale także niekorzystnie wpływa na kolorystykę odbitek. Tradycyjnie drukarze

stosowali różne sposoby, aby uporać się z tym problemem. Najpowszechniej stosowaną metodą było mechaniczne rozciąganie form drukowych, gdzie wielkość rozciągnięcia była różna na różnych zespołach drukujących.

Taki sposób przeciwdziałania skutkom deformacji podłoża był bardzo ryzykowny ze względu na łatwość uszkodzenia zbyt mocno naciągniętej formy drukowej oraz ze względu na obniżenie jej trwałości przez zastosowanie większej niż standardowa siły napinającej.

Z drugiej strony rozciąganie form drukowych jest zabiegiem bardzo czasochłonnym, ryzykownym i nie zawsze prowadziło do uzyskania wystarczająco dobrych rezultatów – niekiedy nawet po takiej korekcie druki wykazywały niespodziewane odchyłki kolorystyczne i braki w pasowaniu.

Prostszą metodą była technika zwana żargonowo „rozpasowaniem”, a polegająca na uśrednieniu błędów pasowania. W ten sposób nieco zredukowano wizualnie błędy, jednak naprawę żaden element nie był spasowany

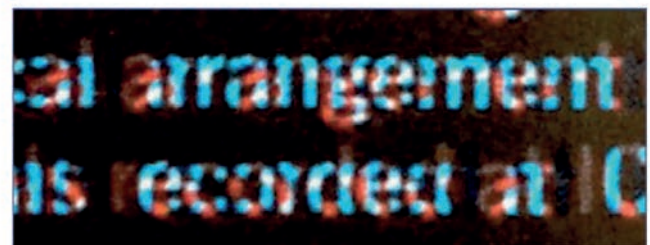
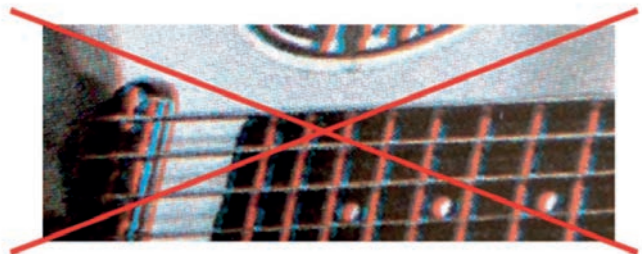


poprawnie, a problemy z kolorystyką (ze względu na różnice w nakładaniu się punktów rastrowych na siebie) pozostawały.

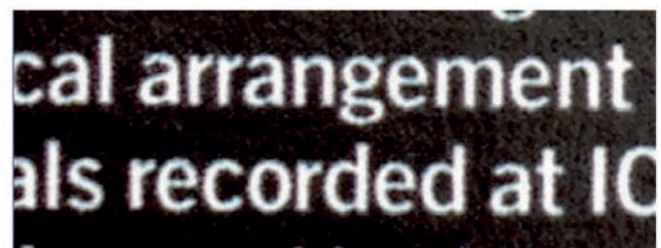
Ogólnie znane są metody polegające na wstępnej deformacji obrazu wektorowego kolejnych wyciągów w ten sposób, aby po wydrukowaniu otrzymać poprawnie spasowany obraz – niestety metoda ta ma dwie istotne wady:

- taki sposób postępowania pozwala na korektę w najlepszym wypadku „trapezoidalną”, a fizyczny proces deformacji podłoża to skomplikowane zniekształcenia krzywoliniowe
- kompensacja kształtu elementów wektorowych na etapie poprzedzającym proces tworzenia rastra nie koryguje kształtu i położenia poszczególnych punktów rastrowych, a co za tym idzie powoduje, że mimo iż punktura w poszczególnych wyciągach barwnych pokrywają się (jeśli uda się to osiągnąć), nadal mamy do czynienia z błędami oraz nierównomiernościami w kolorystyce odbitek. Jest to szczególnie dotkliwie w przypadku drukowania wielu użytków o zbliżonej kolorystyce na całej zadrukowywanej powierzchni

Pierwszym skutecznym rozwiązaniem problemu był moduł Prinect Paper Stretch Compensation – zintegrowane z RIPem oprogramowanie pozwalające na deformację plików TIFF-B (zrastrowane, jednobitowe pliki TIFF zawierające informację przeznaczoną wprost dla naświetlarki CtP) odwrotną do tej, jakiej poddawane jest w danych warunkach podłoże. Mimo, iż osiągnięte za pomocą tej metody ostateczne wyniki kompensacji były bardzo dobre, opisywana technologia wymagała dwukrotnego naświetlania form i drukowania za ich pomocą obrazu.

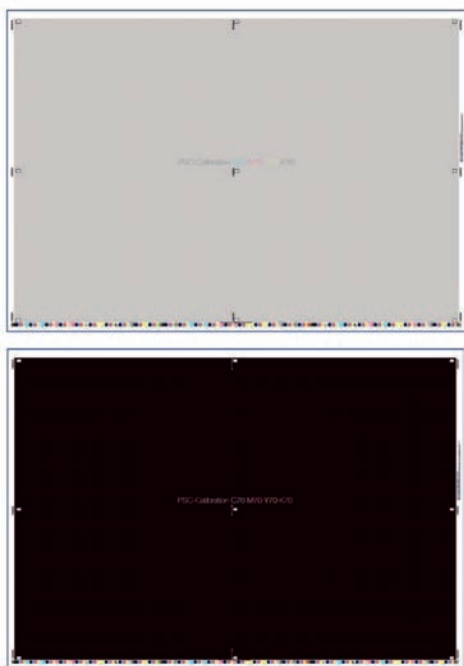


Bez kompensacji



Po kompensacji za pomocą APSC





Formy testowe do wygenerowania „profilu korekcyjnego” dla danego podłoża, maszyny oraz farby

Pierwszy raz bez kompensacji, a następnie, po wydrukowaniu i zmierzeniu odbitek następowało wprowadzenie odpowiednich współczynników i poprawek, aby można było naświetlić formy produkcyjne.

Było to spowodowane faktem, że wielkość deformacji podłoża (a tym samym korekta) bardzo istotnie zależy od treści obrazu.

Dopiero wprowadzenie oprogramowania Prinect Automatic Paper Stretch Compensation (Prinect APSC) pozwoliło na automatyzację procesu kompensacji plików TIFF-B.

Przed pierwszym zastosowaniem danego podłoża drukuje się na nim specjalny test, a następnie odczytuje zawarte na nim elementy (używając w tym celuniewielkiego, dedykowanego mikroskopu cyfrowego). Po wykonaniu testu przygotowuje się (w sposób całkowicie automatyczny) specjalny „profil korekcyjny”. Teraz wystarczy wykorzystać oprogramowanie Automatic Paper Stretch Compensation, wczytać nieskompensowane pliki TIFF-B oraz wskazać odpowiedni profil. Program, na podstawie profilu oraz danych obrazowych zawartych w pliku TIFF-B odpowiednio zmodyfikuje pliki wejściowe, które po korekcie posłużą wprost do sporządzenia form drukowych, stosując odpowiednią kompensację deformacji podłoża.

W rezultacie tak uzyskane formy drukowe pozwalają uzyskać perfekcyjne druki – uwzględniając kompensację zarówno w skali makro (obraz bez błędów pasowania) jak i mikro (raster bez zmian kolorystyki).

Istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość niezbędnych do wykonania deformacji obrazu rastra jest wartość tonalna, a zatem ilość farby w poszczególnych miejscach druku.

Zastosowana procedura, po jednorazowym (na daną farbę, maszynę oraz podłożę) wykonaniu stosownych testów pozwala uzyskać właściwe współczynniki korekcyjne na

podstawie analizy pliku TIFF-B. Dzięki takiemu podejściu istnieje możliwość przygotowania odpowiednio skorygowanych form drukowych od razu – jeśli tylko dane podłoże na danej maszynie i przy wykorzystaniu tych samych farb zostało odpowiednio „sprofilowane”.

Oprogramowanie Prinect APSC umożliwiające korektę plików TIFF-B może pracować niezależnie od systemu prepress (TIFF-B na wejściu, TIFF-B na wyjściu), zatem można je wykorzystać z każdym systemem CtP pracującym w oparciu o pliki TIFF-B, a kompensacji można poddawać np. jedynie te prace lub podłoża, które istotnie wymagają korekty.

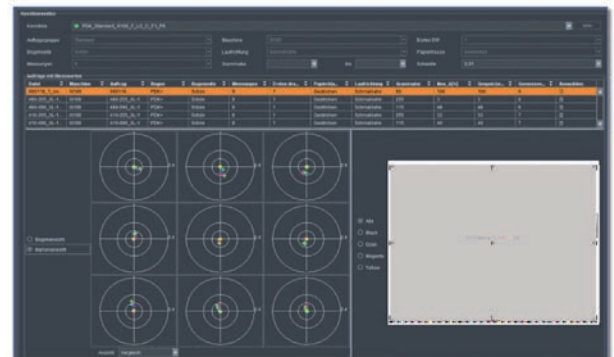
W wariancie Prinect Production Manager narzędzie to jest zintegrowane z systemem Prepress będąc jego standardowym elementem. Stosowanie go w przeciwieństwie do wersji samodzielnej nie wymaga zatem osobnych opłat.

Dla klientów, którym doskwiera problem deformacji podłoża podczas drukowania, jednak dość praco- i czasochłonny proces wdrożenia modułu APSC wstrzymuje jego wprowadzenie firma HEIDELBERG ma także rozwiązanie.

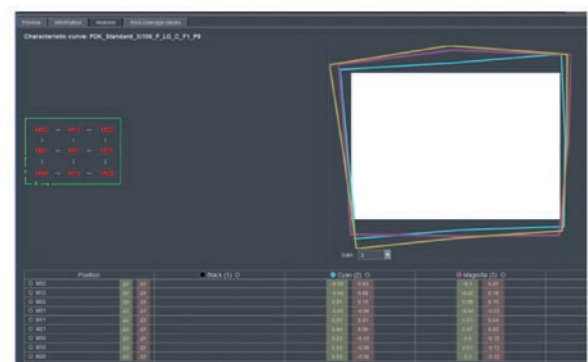
Wraz z „pełnoprawnym” modułem Prinect APSC użytkownik otrzymuje dodatkowo szereg wstępnie przygotowanych „krzywych” – charakterystyk deformacji typowych podłoży, pozwalające na ich kompensację bez konieczności przeprowadzania jakichkolwiek dodatkowych procedur.

Naturalnie efekt w tym przypadku może nie być tak perfekcyjny jak podczas zastosowania pełnego wdrożenia, jednak doświadczenie uczy, że końcowe błędy pasowania mogą zostać zredukowane nawet powyżej połowy ich pierwotnej wartości – jedynie dzięki włączeniu mechanizmu APSC.

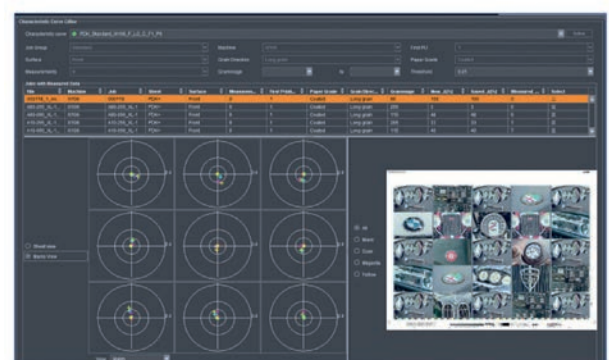
Można też dokonać dalszej, manualnej korekty tych charakterystyk na bazie własnych doświadczeń wynikających z drukowania zwykłych prac produkcyjnych.



Ekran programu APSC: stan po wprowadzeniu pomiarów arkusza testowego



Ekran programu APSC: wyliczone przykładowe wartości poprawek



Ekran programu APSC: przykładowa praca produkcyjna

06. Innowacyjny raster amplitudowy MultiDot®

Obraz wielotonalny na odbitce offsetowej składa się z szeregu drobnych, zazwyczaj niewidocznych gołym okiem punktów, które dzięki niedoskonałości ludzkiego zmysłu wzroku tworzą wielotonalny obraz złożony z jaśniejszych i ciemniejszych miejsc odtwarzając fotografię, obraz olejny, grafikę komputerową czy inną dowolną ilustrację. Stosując technikę rastrowania na odbitce offsetowej reprodukuje się wielokrotnie więcej barw niż wynikałoby to bezpośrednio z palety farb umieszczonych w kałamarzach maszyny drukującej. Stosowane obecnie rastry modulowane amplitudowo i częstotliwościowo oraz ich hybrydy stanowią jedynie modyfikacje lub modernizacje struktur rastrowych znanych od kilkadziesiąt lat. Niedoskonałości obecnych metod rastrowania stały się u podstaw stworzenia technologii MultiDot.

Unikalna struktura rastrowa

MultiDot to raster modulowany amplitudowo, którego komórki zostały podzielone na klastry o różnych rozmiarach. Celowe i w pełni kontrolowane wydłużenie linii brzegowej komórek rastrowych z jednoczesnym zachowaniem proporcji zawartości subkomórek oraz regularnością struktury rastrowej, skutkuje zarówno wzrostem stopnia odwzorowania szczegółów reprodukowanego obrazu jak też zmniejszeniem podatności na interferencje, wzrostem dynamiki reprodukcji oraz rozszerzeniem efektywnej bryły barw.

Stabilne drukowanie

Raster MultiDot dedykowany jest do stosowania niższych liniatur (typowo 60 l/cm czyli 150 l/cal) co skutkuje zachowaniem wysokiej stabilności drukowania i eliminuje charakterystyczny, dla drukowania z wysokimi liniaturami, spadek dynamiki obrazu czy reprodukowanej bryły barw.

Oszczędność farb drukowych

Oko ludzkie poza faktyczną warstwą farby rejestruje także okalający jej krawędzie cień, który postrzegany jest na równi z elementami faktycznie pokrytymi farbą jako

obszar pochłaniający światło. Odpowiednio dobrany układ i kształt punktów rastrowych skutkuje zmniejszeniem zużycia farb drukowych bez zmiany reprodukowanych wartości tonalnych. Co więcej, raster MultiDot może być stosowany równolegle z użyciem technik GCR (wykorzystujących profile Device Link), także dla kolorów specjalnych i druków monochromatycznych. Osiągana w tych przypadkach oszczędność farb jest także w takim przypadku procentowo identyczna i stanowi sumę obu metod.

Bezpieczeństwo druków

MultiDot to unikalna w skali światowej technologia, pozwalająca na znakowanie druków, w tym opakowań, etykiet czy druków użytkowych. Zakodowana w strukturze rastra ukryta informacja jest w praktyce niemożliwa do skopiowania, ale możliwa do wykrycia, zidentyfikowania i weryfikacji przy wykorzystaniu dedykowanej do tego celu aplikacji mobilnej zainstalowanej na typowym smartfonie.



Innowacyjny raster amplitudowy MultiDot

Raster MultiDot został oparty o model rastrowania amplitudowego. Cechuje go zatem regularna struktura, której modułem jest tzw. „kwadrat elementarny”.

W jego ramach odbywa się bilansowanie powierzchni służącej do odwzorowania wartości tonalnej. W przeciwieństwie do klasycznych rastrów modulowanych amplitudowo, kwadrat elementarny komórki rastrowej MultiDot został podzielony na dodatkowe obszary w ramach których tworzony jest sumaryczny punkt rastrowy wraz z odpowiadającą mu wynikową wartością tonalną.



Raster MultiDot

Podział ten uwzględnia wartości graniczne dla których reprodukcja rastra w warunkach produkcyjnych byłaby technologicznie niemożliwa.

Unikalność technologii

Wyjątkowe cechy technologii MultiDot minimalizują wady dotychczas stosowanych rastrów offsetowych.

W przypadku klasycznych rastrów amplitudowych podwyższanie stosowanej liniatury choć poprawia wizualną jakość reprodukcji (struktura rastra staje się mniej widoczna) wprowadza jednocześnie istotne ograniczenia w rozdzielczości tonalnej reprodukowanego obrazu, skutkiem czego jest obniżenie jakości wizualnej oraz problemy z utrzymaniem jednorodności i stabilności drukowania

w nakładzie. W przypadku rastrów stochastycznych FM ich specyfika w praktyce eliminuje je z wykorzystania w drukowaniu wysokiej jakości bowiem prowadzi do powstania niekorzystnych zjawisk w tym „niespokojności” tonów, „ziarnistości” jednorodnych powierzchni, nienaturalnego podkreślenia elementów obrazu czy w końcu trudności z utrzymaniem stabilności drukowania.

Odwzorowanie szczegółów

Elementem istotnie wpływającym na percepcję reprodukowanego obrazu przez obserwatora jest niewątpliwie



Klasyczny raster amplitudowy

struktura rastra. Nawet w przypadku w którym poszczególne punkty rastrowe nie są widoczne nieuzbrojonym okiem, ich kształt oraz wzajemne położenie warunkuje stopień szczegółowości jego odwzorowania. Dzięki unikalnym właściwościom raster MultiDot gwarantuje wyjątkowo wierne odwzorowanie nawet najdrobniejszych elementów reprodukowanych treści. Dodatkowo, zachowując wyjątkowo niską widzialność struktury rastrowej MultiDot, nie powoduje spadku stabilności procesu drukowania przyczyniając się tym samym do wzrostu efektywności oraz ograniczając odpady produkcyjne.

Efekt Moirè

Nałożenie na siebie regularnych, powtarzalnych struktur rodzi ryzyko powstawania interferencji zwanych w poligrafii efektem Moirè. O ile technika rastrowania pozwala zapanować nad tym zjawiskiem w odniesieniu do samej struktury rastra dla każdego z wyciągów barwnych, o tyle uniknięcie interferencji pomiędzy punktami rastrowymi a treścią obrazu w wielu przypadkach nie jest możliwe, a niektóre spośród reprodukowanych elementów graficznych, przykładowo tkaniny czy biżuteria, są szczególnie podatne na występowanie prążków interferencyjnych o trudnym do przewidzenia charakterze. Raster MultiDot dzięki swojej budowie znacząco ogranicza występowanie i wpływ tego zjawiska na jakość reprodukcji.

Bryła barw

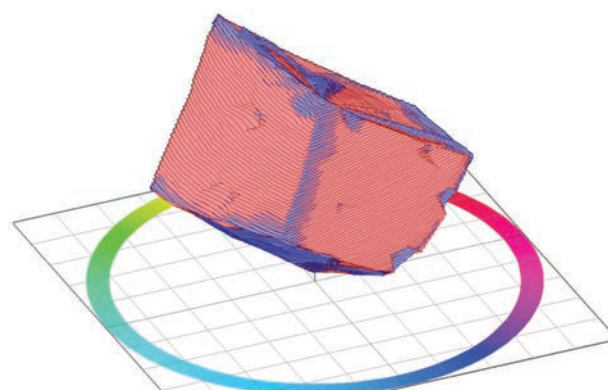
Technologia rastrowania ma wpływ na bryłę reprodukowanych w druku offsetowym barw. Dla analogicznych warunków drukowania w tym podłoża, farb oraz urządzenia zmiana rastra skutkuje różnicami w ich reprodukcji. Oczywiście zjawisko to nie występuje dla wartości skrajnych (barw pierwszo- i drugorzędowych) przestrzeni barwnej. Podobnie jak raster nie ma wpływu na punkt bieli zależny wyłącznie od zastosowanego podłoża. Zastosowanie struktury rastrowej MultiDot rozszerza bryłę reprodukowanych barw o obszary znajdujące się pomiędzy węzłami ściśle określonymi przez zastosowane materiały eksploatacyjne i podłoża. Rozszerzenie to skutkuje wzrostem liczby reprodukowanych tonów, wpływa na reprodukcję przejść tonalnych, a tym samym wierność reprodukcji.

Dokładność pasowania

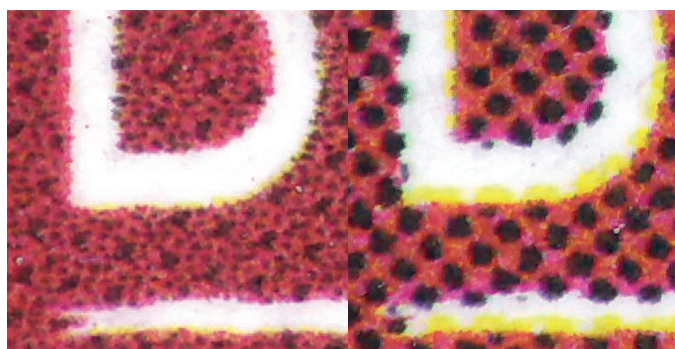
W technice drukowania offsetowego, między innymi z uwagi na obecność roztworu nawilżającego oraz wywieranego podczas drukowania nacisku mechanicznego, dochodzi do deformacji podłoża pomiędzy poszczególnymi zespołami drukującymi. Zakres tego zjawiska jest zmienny i uzależniony od szeregu czynników w tym podatności samego podłoża na dystorsję. Jednakże w połączeniu z możliwościami korekty pasowania, wynikającymi z konstrukcji i stanu technicznego maszyny drukującej, wskazane zjawiska są przyczyną powstawania niedokładności pasowania pomiędzy poszczególnymi wyciągami na odbitce. Raster MultiDot ogranicza wskazane zjawisko, a dodatkowo zapobiega powstawaniu różnic kolorystycznych powodowanych błędami pasowania.



Raster Multidot



Raster Multidot a klasyczny raster amplitudowy



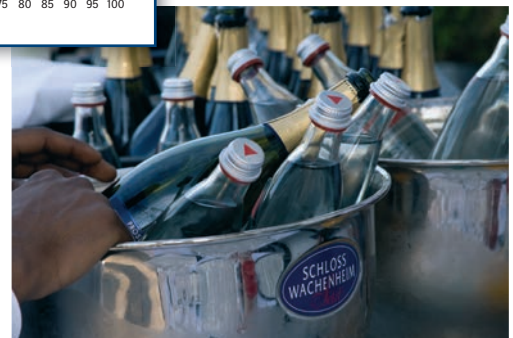
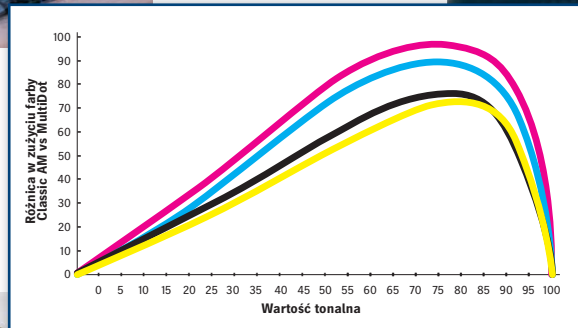
Raster Multidot

Klasyczny raster amplitudowy

Oszczędność farb drukowych

Zjawisko przyrostu punktów rastrowych jest nieodłączną cechą procesu drukowania. Wzrost efektywnej powierzchni drukującej powodowany jest zjawiskami technologicznymi oraz tzw. optycznym przyrostem punktów, który powstaje z uwagi na fakt, iż warstwa farby ma określoną, niezerową grubość. Z tego powodu światło padające na odbitkę jest pochłaniane zarówno przez miejsca fizycznie pokryte farbą, jak też w bezpośrednim ich sąsiedztwie bowiem warstwa farby rzuca cień. Raster MultiDot wykorzystuje powyższe zjawiska, a światło pochłaniane jest w większym stopniu przez miejsca niepokryte bezpośrednio farbą.

O ile zjawisko przyrostu punktów rastrowych choć nieuniknione to umiejętnie kontrolowane jest źródłem znaczących oszczędności farby offsetowej. Występuje ono efektywnie dla obrazów zawierających się w przedziale 25-85% wartości tonalnych. Pola o względnym pokryciu farbą spoza wskazanego przedziału charakteryzują się znacząco niższą oszczędnością lub też jej brakiem. Co istotne, w przypadku rastra MultiDot inne techniki oszczędzania farby, w tym bazujące na technice GCR wykorzystywanej w połączeniu z profilami Device Link, mogą być stosowane równolegle, a osiągnięte oszczędności stanowią sumę obu metod.



Notatki





Heidelberg Polska Sp. z o.o.

ul. Wschodu Słońca 8

02-226 Warszawa

tel. 22 57 89 000

info.pl@heidelberg.com

www.heidelberg.com/pl

Redakcja

Oddano do druku: 06/2023.

Opracowanie graficzne i redakcja wersji polskiej:

Tomasz Pawlicki.

Tłumaczenie i korekta (wszystkie dotychczasowe wydania

w j. polskim): Janusz Żak, Tomasz Pawlicki, Andrzej Kunstetter,

Halina Anuszevska, Bartłomiej Słomski, Robert Wieczorek.

Nowe teksty do obecnego wyd. polskiego (4.14, rozdz.6):

Andrzej Kunstetter, Marek Chmielewski.

Znaki handlowe

HEIDELBERG, logo HEIDELBERG są zastrzeżonymi znakami handlowymi Heidelberger Druckmaschinen AG w Niemczech i innych krajach. Inne stosowane tu oznaczenia są znakami towarowymi ich właścicieli.

Ilustracja na okładce: Alexander Ant, Pexels.

Zastrzega się prawo do zmian technicznych i innych.