

# Problem barwy i koloru

---

Czyli jak zadbać o prawidłowe oddanie barw od wykonania zdjęcia po końcową odbitkę (lub wydruk)

**Pojęcie barwy** odnosi się do dwóch zagadnień:

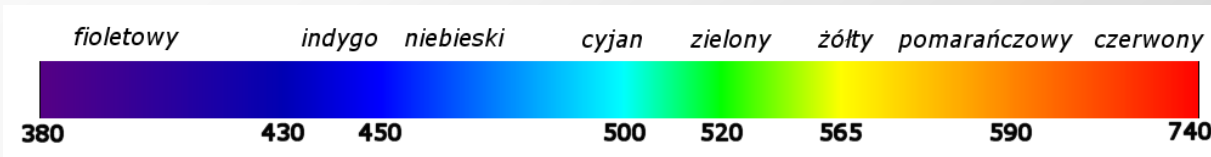
- ❑ do **wrażenia zmysłowego** jakie odbiera człowiek czy zwierzę, gdy do jego oka trafia mieszanina fal elektromagnetycznych z zakresu widzialnego,
- ❑ oraz do **wielkości**, która z założenia w sposób obiektywny, ma być miarą wrażenia opisanego powyżej.

*Barwa czy kolor?*

- ❑ Podstawy teorii koloru
  - Kilka faktów
  - Prawa Grassmanna
  - Prawo Helmholza
- ❑ Definicja barwy
- ❑ Modele barw zależne od urządzenia
- ❑ Modele barw niezależne od urządzenia
- ❑ CIE XYZ 1931
- ❑ Przestrzenie barw
- ❑ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ❑ System zarządzania barwą
- ❑ Kalibracja urządzeń
- ❑ Kilka porad praktycznych

## Najważniejsze fakty dotyczące postrzegania barwy:

- Oko reaguje na fale świetlne w zakresie od ok. **400nm** do ok. **700nm**.
- Oko posiada dwa rodzaje elementów światłoczułych **pręciki** (reagujące tylko na natężenie światła) i **czopki** (reagujące również na długość fali) .
- Czopki dzielą się na trzy grupy w zależności od widma fal na jakie reagują (**Short – Medium – Long**).
- Wrażenie barwy odbieranej przez człowieka **zależy od składu widmowego** światła wpadającego do oka.
- Fale **o różnych długościach** zmieszane w różnych proporcjach mogą dawać **takie samo wrażenie barwy**.
- Ze złożenia wszystkich możliwych fal świetlnych „w jednakowych proporcjach” powstaje światło białe\*.
- Światło białe można **rozszczepić** na przykład w pryzmacie, uzyskując rozseparowane fale świetlne o różnych długościach fali.



- Wrażenia barwne odbierane przez człowieka zależą w pewnym stopniu również od **czynników psychofizycznych** (nastrój, gorączka, spożywane leki, brak witamin). W szczególności widzenie barw zmienia się z wiekiem. Im jesteśmy starsi tym gorzej widzimy barwy niebieskie i zielone, tymczasem widzenie barw czerwonych i żółtych pozostaje praktycznie nie upośledzone.
- Postrzeganie barwy zależy również od **kontekstu otoczenia**.
- Metameryzm.

\* Tak naprawdę pod uwagę należy wziąć widmo energetyczne.

- Podstawy teorii koloru
  - Kilka faktów
    - Prawa Grassmanna
    - Prawo Helmholtza
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

**PRAWA GRASSMANNA:****1. ZASADA CIĄGŁOŚCI**

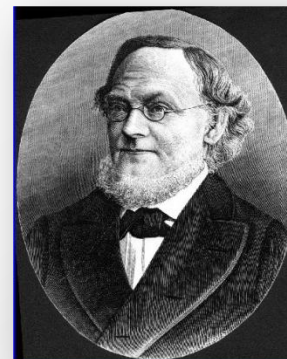
Przy dowolnej ciągłej zmianie widma fal świetlnych barwa zmienia się w sposób ciągły.

**2. ZASADA ADDYTYWNOŚCI**

Przy składaniu promieniowań, barwa sumy nie zależy od składu widmowego składników a jedynie od ich barwy.

**3. ZASADA TRÓJCHROMATYCZNOŚCI**

Dowolną barwę da się przedstawić jako sumę trzech liniowo niezależnych barw.



Herman Grassmann  
1809 - 1877

wikipedia.org

- Podstawy teorii koloru
  - Kilka faktów
  - Prawa Grassmanna
    - Prawo Helmholza
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

**UWAGA:** Twierdzenie odwrotne do trzeciego prawa Grassmanna nie jest prawdziwe!

Dowolne trzy liniowo niezależne barwy nazywamy **barwami podstawowymi**.

Dwie barwy, których zmieszanie daje światło białe, określa się jako **barwy dopełniające**.



wikipedia.org

Herman von Helmholtz  
1821 - 1894

- Podstawy teorii koloru
  - Kilka faktów
  - Prawa Grassmanna
  - Prawo Helmholtza
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

## PRAWO HELMHOLZA

Dowolną mieszaninę światel monochromatycznych można zastąpić światłem białym zmieszany z innym światłem monochromatycznym...

... lub światłem purpurowym bądź fioletowym, które jak się później okaże jest złożeniem fal monochromatycznych.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Pojęcie barwy ma dwa znaczenia.

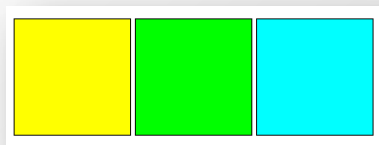
Z jednej strony **barwa jest psychofizyczną cechą** percepcji wzrokowej i jako taka pozostaje jedynie w sferze doznań subiektywnych.

Z drugiej strony, jest **wielkością** próbującą **zobiektywizować** i systematyzować opis tych wrażeń.

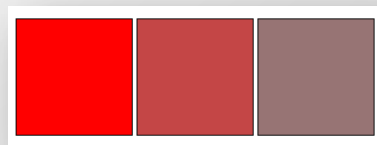
W teorii koloru wyróżnia się trzy atrybuty barwy, które pozwalają na jej jednoznaczny identyfikację. Są to:

- odcień (*ang. hue*),
- nasycenie (*ang. saturation*),
- jaskrawość (*ang. brightness*) / jasność (*ang. lightness*).

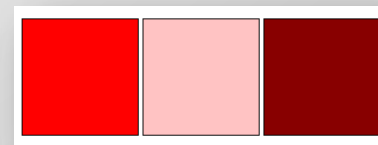
Te barwy różnią się:



kolorem



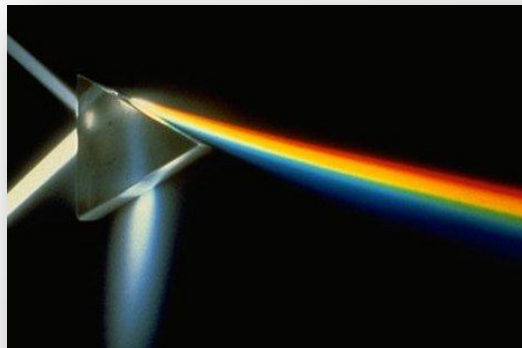
nasyceniem



jasnością  
(jaskrawością)

W wielu źródłach (w tym książkach o obróbce zdjęć) można znaleźć informację, że parametr barwy zwany odcieniem/kolorem (*ang. hue*) można określić przypisując danej barwie długość fali światła monochromatycznego, które daje takie samo wrażenie barwne.

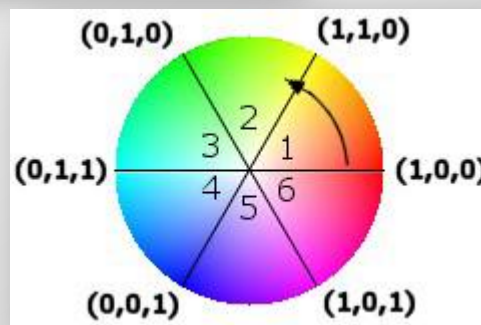
Jaka jest zatem długość fali światła odbitego od fioletowej lilii?



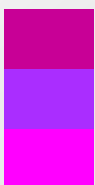
- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzeń barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Czym zatem jest odcień / kolor?

Kątem określającym położenie barwy na kole barw.



Kolejne nieporozumienia językowe:



purpurowy – ang. crimson

fioletowy – ang. purple

karmazynowy – ang. magenta

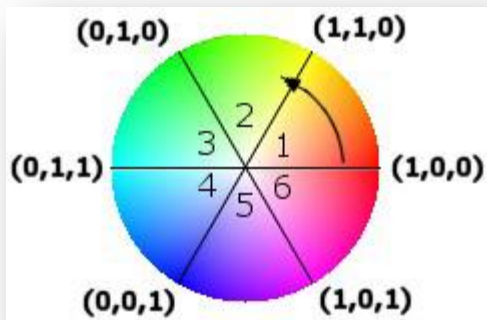
*hue*=ok. 315°

*hue*=ok. 275°

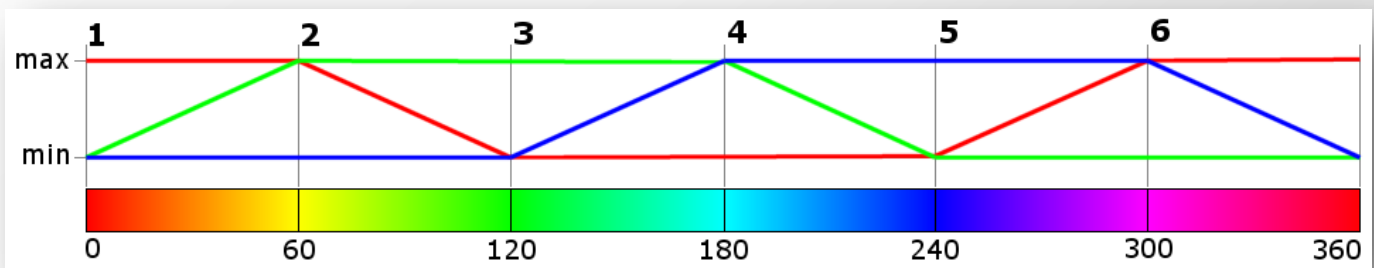
*hue*=300° !



# Jak wyznaczyć wartość koloru/odcienia na podstawie składowych RGB?



Kolory z zakresu 240°-360° można uzyskać tylko w wyniku mieszania barwy niebieskiej z czerwoną.



1. Znajdź **najmniejszą** i **największą** wartość spośród składowych barwy RGB(r,g,b).
2. Na podstawie tych wartości określ **indeks obszaru**, w którym znajduje się dany kolor.
3. Wartość odcienia wyliczamy z **proporcji** udziału trzeciej (pozostałej) składowej w porównaniu z pozostałymi dwoma:

$$\frac{\text{mid}(r, g, b) - \min(r, g, b)}{\max(r, g, b) - \min(r, g, b)} = \frac{h - s_i}{s_{i+1} - s_i}$$

gdzie:

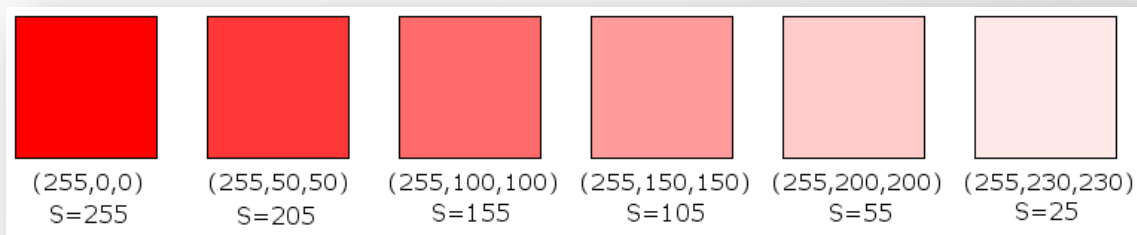
mid(r,g,b) oznacza wartość środkową,  
 s<sub>i</sub> początek i-tego obszaru, przy czym s<sub>7</sub>= s<sub>0</sub>.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



Czyste barwy monochromatyczne o kolorze z zakresu 0°-240° nazywamy **barwami prostymi** lub **barwami widmowymi**. Jeżeli dołączymy do nich barwy z zakresu 240°-360° powstałe ze zmieszania monochromatycznych barw czerwonej i niebieskiej to tak otrzymane barwy będziemy nazywać **barwami zasadniczymi** lub **barwami czystymi**.

Jeżeli do barwy zasadniczej będziemy dodawać światła białego to barwa ta będzie blednąć. Mówimy, że zmniejsza się **nasycenie** barwy.



Każdą barwę możemy przedstawić jako sumę światła białego i jakiejś barwy zasadniczej:

$$RGB(r, g, b) = RGB(r - m, g - m, b - m) + RGB(m, m, m)$$

$$m = \min(r, g, b)$$

→ **czynnik chromatyczny barwy**

**czynnik achromatyczny barwy** ←

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Wszystkie barwy posiadające **tylko** czynnik achromatyczny nazywamy **barwami achromatycznymi**. Wszystkie barwy, w których występuje czynnik chromatyczny nazywamy **barwami chromatycznymi**.

**Nasycenie  $s$**  barwy RGB( $r,g,b$ ) wyliczamy jako: 
$$s = \frac{\max(r, g, b) - \min(r, g, b)}{\max(r, g, b)}$$

Nasycenie możemy zatem potraktować jako miarę udziału czynnika chromatycznego w barwie.

Na przykład ilość światła białego w danej barwie lub ilość białej lub czarnej farby w farbie kolorowej.

Barwy achromatyczne mają nasycenie równe zero i nieokreślony odcień/kolor. Często dla wygody przypisuje się im  $h=0^\circ$ , co odpowiada czerwieni. Nie jest to do końca poprawne postępowanie.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Jaskrawość (*ang. brightness, value*) często bywa mylona z jasnością (*ang. lightness*). W kolorymetrii są to jednak dwie różne wielkości. "**Jaskrawość**" określa zmianę jasności barwy, która nie pociąga za sobą zmiany nasycenia. "**Jasność**" natomiast to również zmiana jasności, ale taka, przy której nasycenie ulega zmianom.

Z punktu widzenia modelu RGB **jasność**  $l$  można policzyć jako:

$$l = \frac{\max(r, g, b) + \min(r, g, b)}{2}$$

**jaskrawość**  $b$  natomiast, zgodnie z modelem HSB lub tożsamym HSV\*:

$$b = \max(r, g, b)$$

**Jaskrawość** wiąże się bezpośrednio z fizyczną wielkością określającą natężenie oświetlenia zwaną **luminancją**.

*Na przykład,  
dla barwy wyświetlanej na monitorze, można  
wyliczyć jej prawdziwą luminancję mnożąc  $b$   
przez luminancję monitora.*

\* W niektórych zastosowaniach nie związanych z modelem HSB jaskrawość liczy się jako średnią arytmetyczną ze składowych barwy.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

## → RGB → HSL

```

var_R = ( R / 255 )           //RGB from 0 to 255
var_G = ( G / 255 )
var_B = ( B / 255 )

var_Min = min( var_R, var_G, var_B ) //Min. value of RGB
var_Max = max( var_R, var_G, var_B ) //Max. value of RGB
del_Max = var_Max - var_Min       //Delta RGB value

L = ( var_Max + var_Min ) / 2

if ( del_Max == 0 )             //This is a gray, no chroma...
{
    H = 0                       //HSL results from 0 to 1
    S = 0
}
else                             //Chromatic data...
{
    if ( L < 0.5 ) S = del_Max / ( var_Max + var_Min )
    else          S = del_Max / ( 2 - var_Max - var_Min )

    del_R = ( ( var_Max - var_R ) / 6 ) + ( del_Max / 2 )
    del_G = ( ( var_Max - var_G ) / 6 ) + ( del_Max / 2 )
    del_B = ( ( var_Max - var_B ) / 6 ) + ( del_Max / 2 )

    if ( var_R == var_Max ) H = del_B - del_G
    else if ( var_G == var_Max ) H = ( 1 / 3 ) + del_R - del_B
    else if ( var_B == var_Max ) H = ( 2 / 3 ) + del_G - del_R

    if ( H < 0 ) H += 1
    if ( H > 1 ) H -= 1
}

```

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

## → RGB → HSV

```

var_R = ( R / 255 )           //RGB from 0 to 255
var_G = ( G / 255 )
var_B = ( B / 255 )

var_Min = min( var_R, var_G, var_B ) //Min. value of RGB
var_Max = max( var_R, var_G, var_B ) //Max. value of RGB
del_Max = var_Max - var_Min         //Delta RGB value

V = var_Max

if ( del_Max == 0 )             //This is a gray, no chroma...
{
    H = 0                       //HSV results from 0 to 1
    S = 0
}
else                            //Chromatic data...
{
    S = del_Max / var_Max

    del_R = ( ( ( var_Max - var_R ) / 6 ) + ( del_Max / 2 ) ) / del_Max
    del_G = ( ( ( var_Max - var_G ) / 6 ) + ( del_Max / 2 ) ) / del_Max
    del_B = ( ( ( var_Max - var_B ) / 6 ) + ( del_Max / 2 ) ) / del_Max

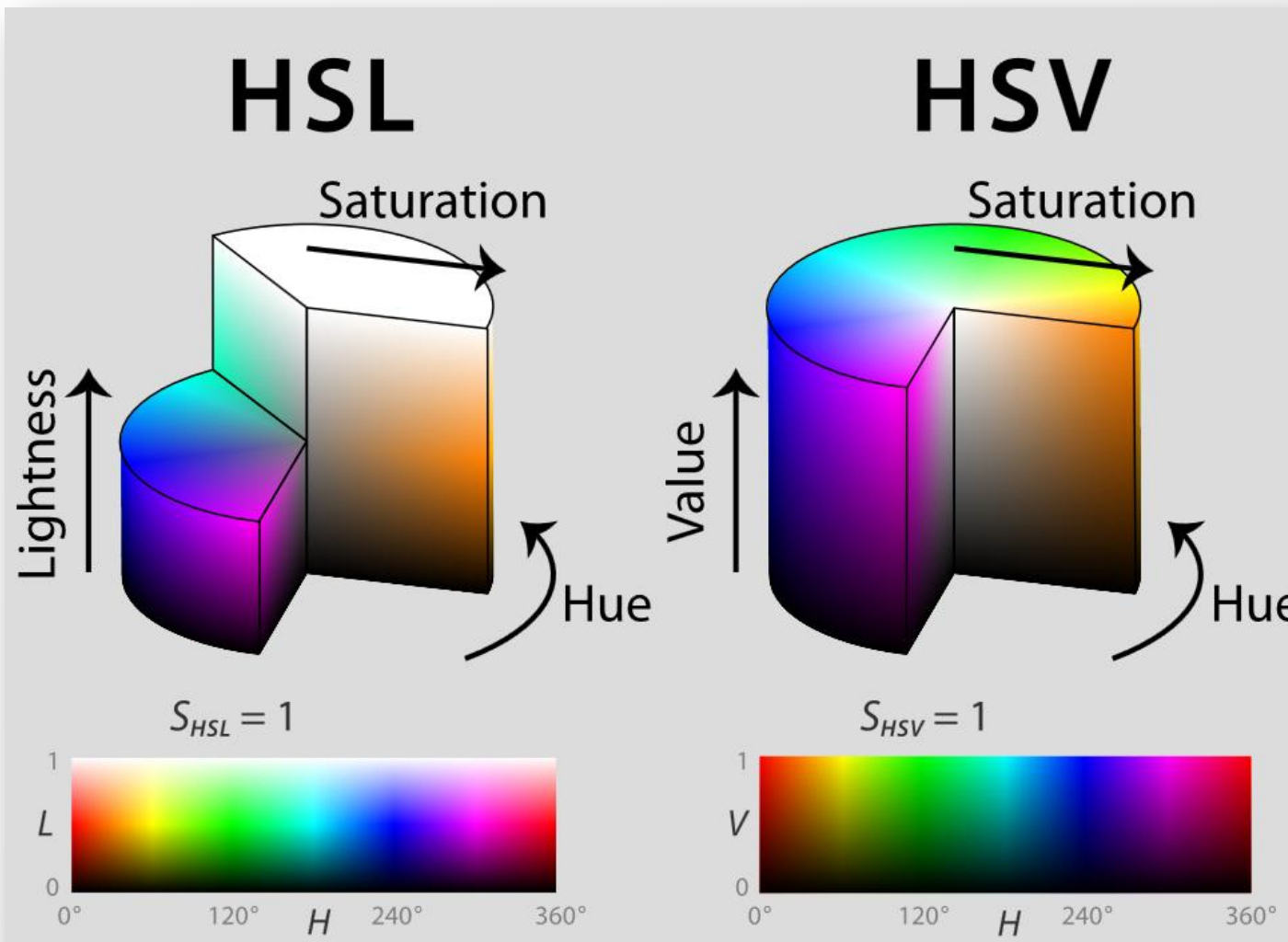
    if ( var_R == var_Max ) H = del_B - del_G
    else if ( var_G == var_Max ) H = ( 1 / 3 ) + del_R - del_B
    else if ( var_B == var_Max ) H = ( 2 / 3 ) + del_G - del_R

    if ( H < 0 ) H += 1
    if ( H > 1 ) H -= 1
}

```

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
  - Odcień
  - Nasycenie
  - Jaskrawość
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



[http://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV](http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV)

Czy barwa RGB(255,0,0) będzie wyglądała tak samo na każdym monitorze?

Prawdziwy wygląd barw w modelach RGB, CMY, CMYK, HSL, HSV, HSB i jeszcze kilka innych mniej popularnych zależy od własności konkretnego urządzenia (rodzaje tuszu w drukach, typy luminoforu w monitorach CRT, rodzaje matrycy i podświetlenia w LCD). Z tego powodu, wszystkie te modele nazywane są **modelami barw zależnymi od urządzenia**.

Aby w pełni określić barwę, nie wystarczy podać jej współrzędne w danej przestrzeni, ale również parametry urządzenia, na którym barwa będzie reprodukowana.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



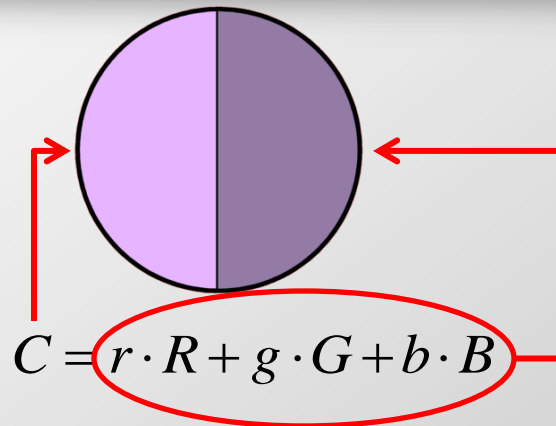
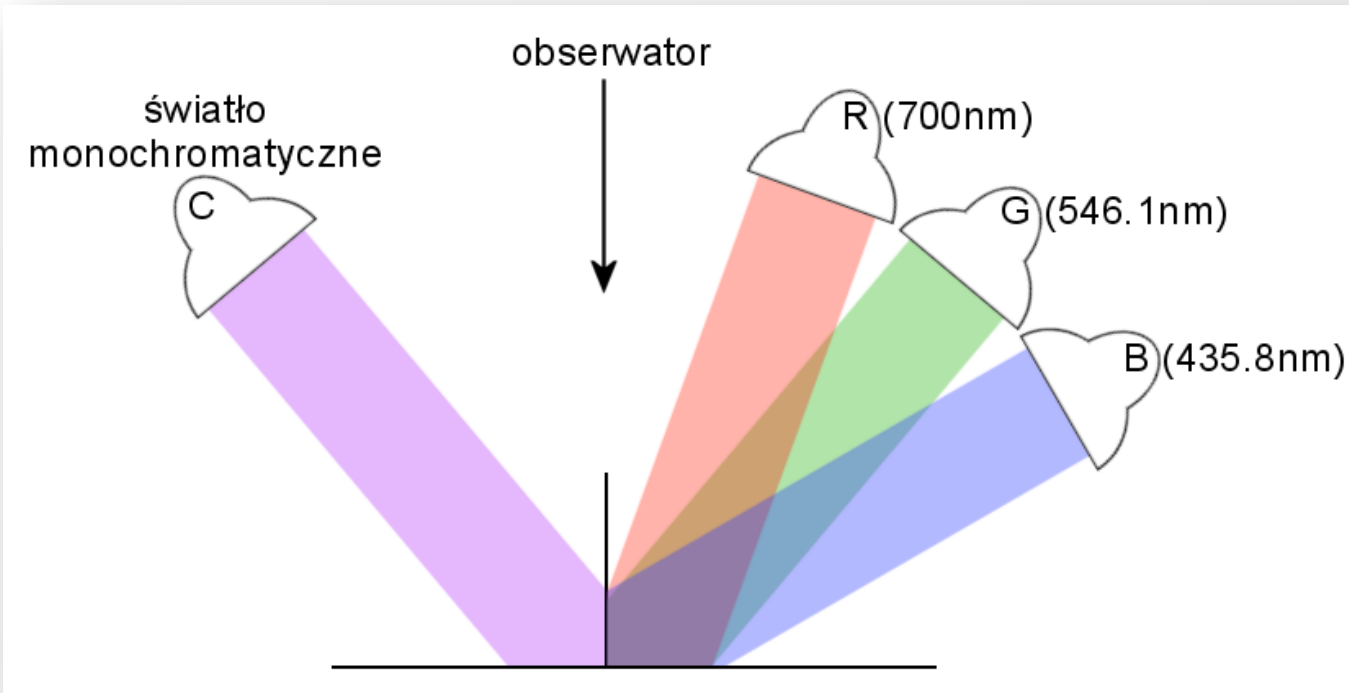
*Już na początku XX wieku zorientowano się, że istnieje potrzeba stworzenia modelu barw, który byłby niezależny od urządzenia. Model taki opracowano na zlecenie "Commission Internationale de l'Eclairage" (Międzynarodowej Komisji do spraw Oświetlenia). Model został opublikowany w 1931 roku i właściwie obowiązuje do dziś.*

*W międzyczasie powstało kilka nowszych modeli, wszystkie jednak bazują na tym pierwszym. Model ów nazwano **CIE XYZ 1931**. Podstawą do budowy modelu stworzyło przebadanie grupy około dwudziestu osób prawidłowo rozróżniających barwy. Osobom tym prezentowano w bardzo wąskim polu widzenia ( $2^\circ$ ) różne barwy i proszono o ich różnicowanie. Na podstawie statystycznej analizy odpowiedzi opracowano model **standardowego obserwatora** (ang. *standard observer*), który reprezentuje uśrednione możliwości percepcji barw przez człowieka (np. czułość, zakres długości fal, rozdzielczość itp.). Model standardowego obserwatora stał się podstawą do opracowania pierwszego niezależnego od urządzenia modelu barw.*

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

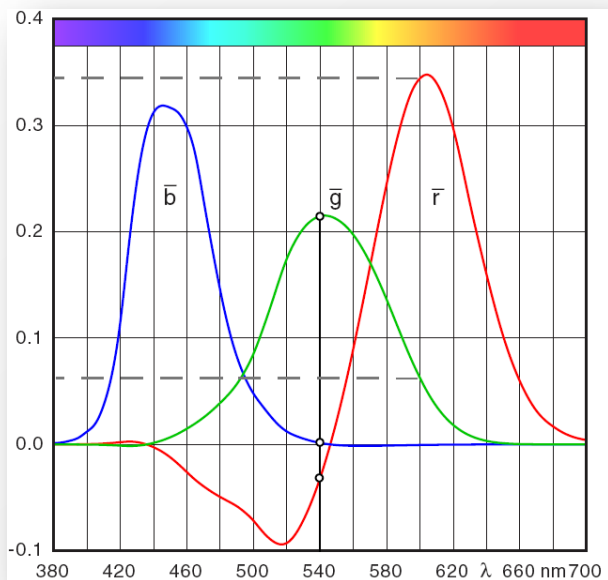
# Doświadczenia Davida Wrighta i Johna Guilda

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

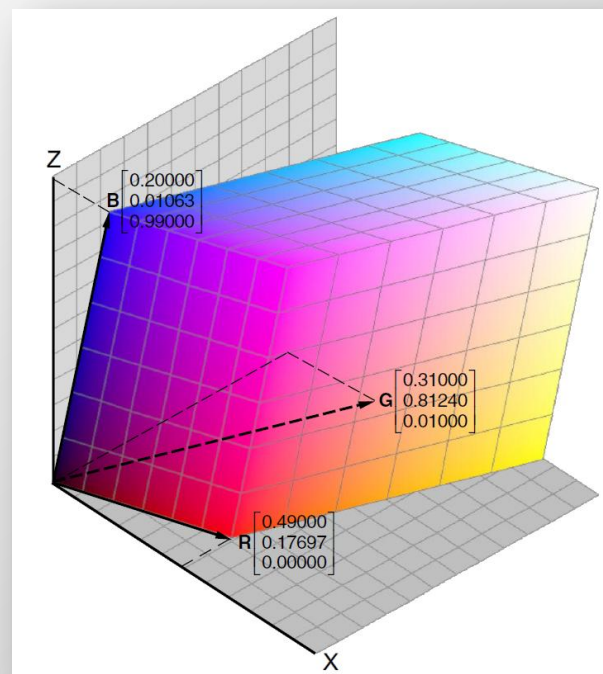
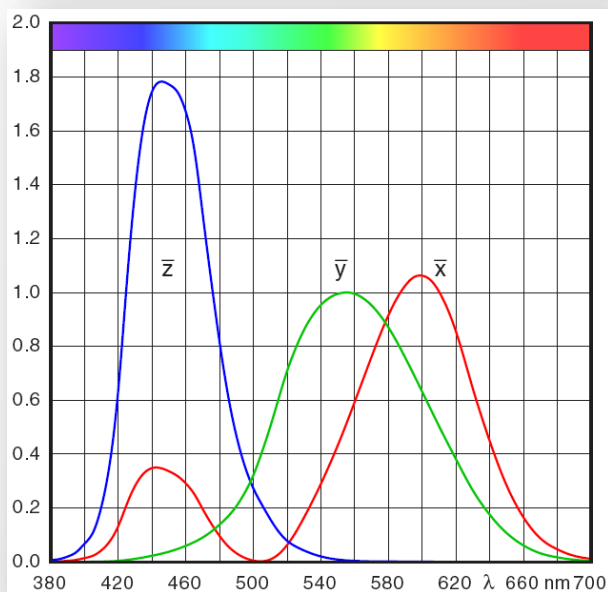


$$C + r \cdot R = g \cdot G + b \cdot B \quad \longrightarrow \quad C = -r \cdot R + g \cdot G + b \cdot B$$

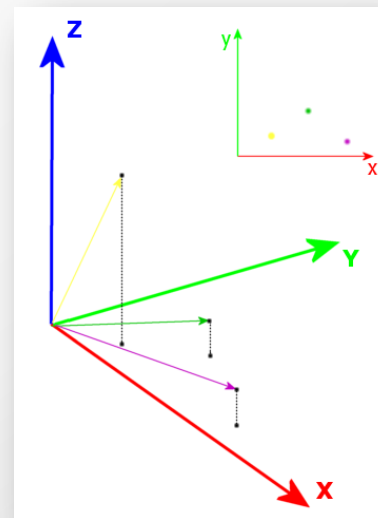
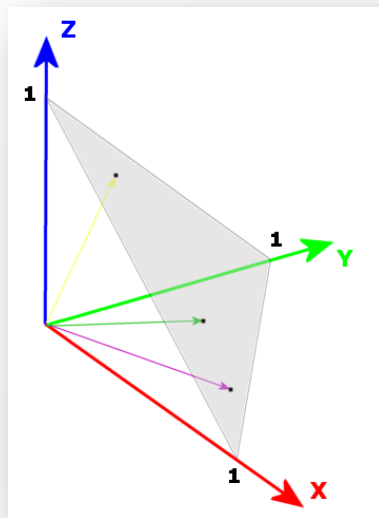
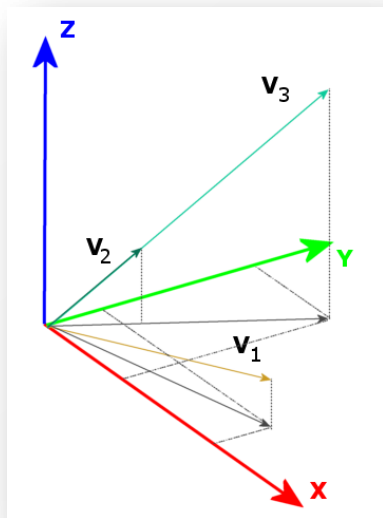
- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzeń barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \frac{1}{0.17697} \cdot \begin{bmatrix} 0.49 & 0.31 & 0.20 \\ 0.17697 & 0.81240 & 0.01063 \\ 0.0 & 0.01 & 0.99 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



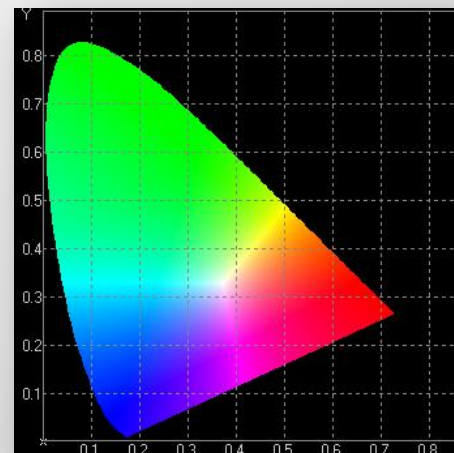
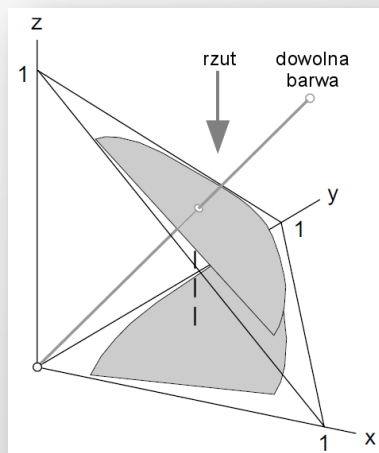
- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
    - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzeń barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

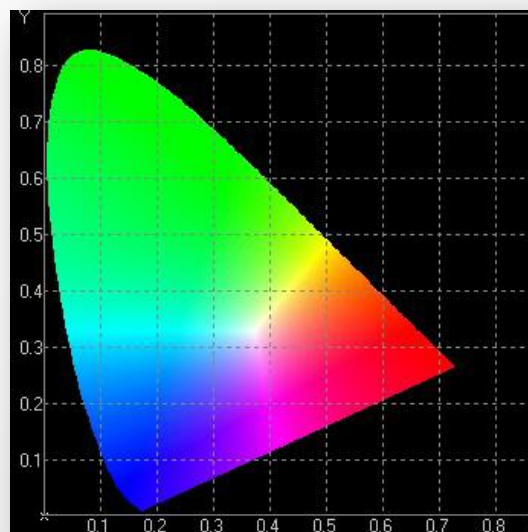
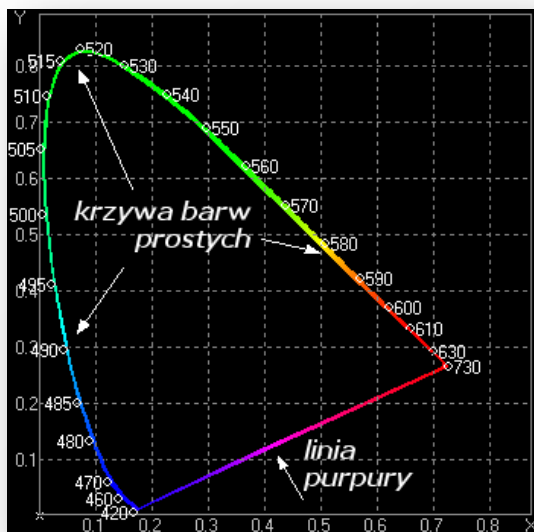
$$z = 1 - x - y$$



Wykres zawiera pełną informację o odcieniu i nasyceniu barwy utraciliśmy natomiast informację o luminancji. Jeśli jednak znamy Y możemy odtworzyć X i Y:

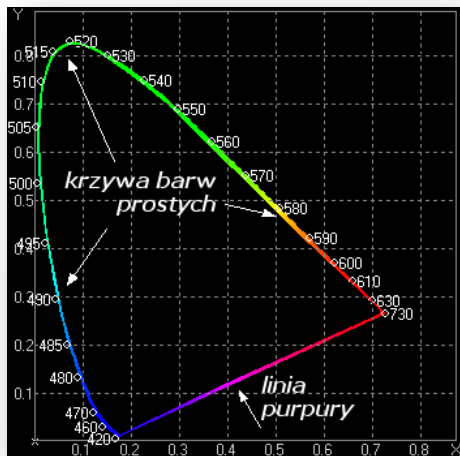
$$X = \frac{Y}{y}x \quad Z = \frac{Y}{y} \cdot (1 - x - y)$$

## Wykres CIE xyY



Należy pamiętać, że na wszystkich wykresach chromatyczności: w książkach, w Internecie i gdziekolwiek je spotkamy, kolory są wyłącznie umowną, poglądową reprezentacją prawdziwych barw. Po prostu, nie istnieje medium, które dysponowałoby możliwością reprodukcji wszystkich barw widzianych przez człowieka.

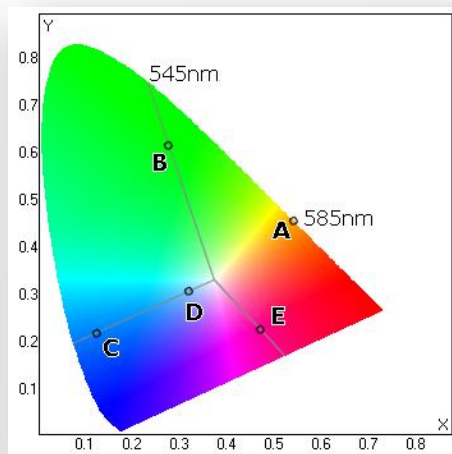
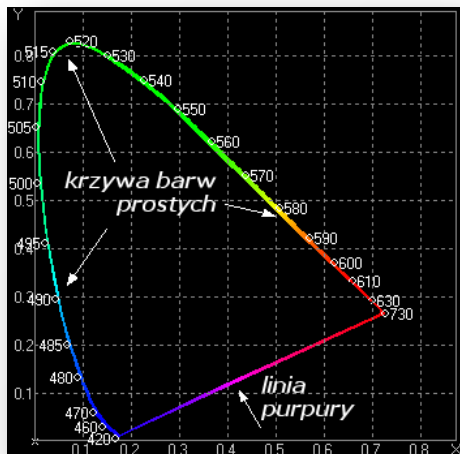
- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
    - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzeń barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



- Wszystkie barwy, które człowiek może dostrzec znajdują się wewnątrz podkowiastego pokolorowanego obszaru.
- Wszystkie barwy monochromatyczne o pełnym nasyceniu znajdują się na zakrzywionej linii ograniczającej obszar widzialnych barw.
- Wszystkie możliwe fiolety i purpury o pełnym nasyceniu znajdują się na linii purpury.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych





❑ Szczególną rolę na wykresie xyY odgrywa centralny punkt o współrzędnych (0.33...;0.33...). Punkt ten odpowiada światłu białemu i będziemy go nazywać punktem bieli. Dokładna definicja tego pojęcia pojawi później.

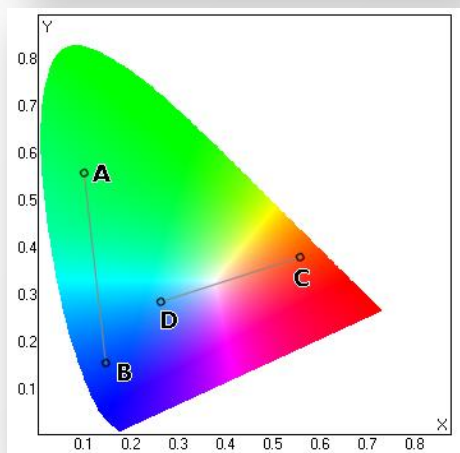
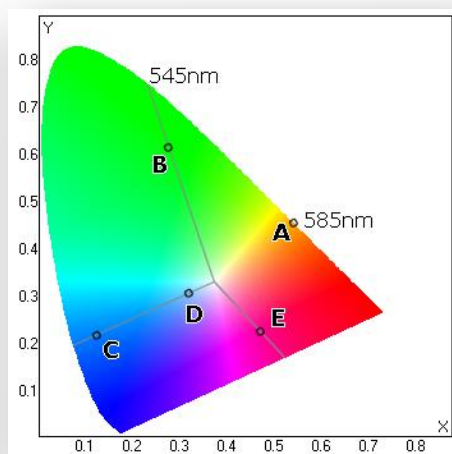
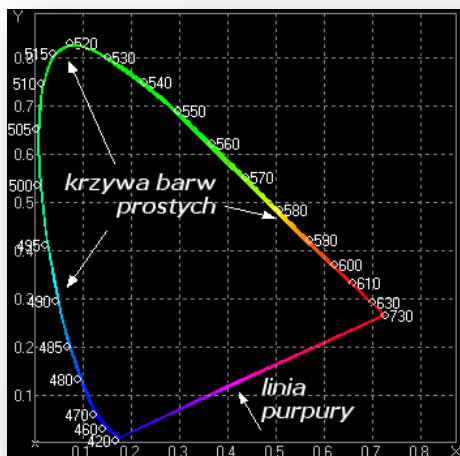
❑ Większości barw można przypisać odpowiadającą im długość fali monochromatycznej. W tym celu przez punkt reprezentujący barwę i punkt bieli prowadzimy prostą. Punkt przecięcia prostej z zakrzywioną krawędzią wykresu wyznaczy w pełni nasyconą barwę monochromatyczną odpowiadającą danej barwie.

❑ Dwie barwy leżące na wspólnej prostej z punktem bieli (C i D) i leżące po jednej stronie względem tego punktu mają ten sam odcień, a różnią się nasyceniem. Im barwa leży bliżej punktu bieli tym ma mniejsze nasycenie. Im barwa znajduje się bliżej krawędzi tym jest bardziej nasycona.

❑ Pewnym barwom nie da się przypisać pojedynczej długości fali (E). Są to barwy, dla których prosta wyznaczona przez punkt danej barwy i punkt bieli przecina linię purpury. Takim barwom można przypisać jedynie mieszaninę barwy czerwonej i niebieskiej.

- ❑ Podstawy teorii koloru
- ❑ Definicja barwy
- ❑ Modele barw zależne od urządzenia
- ❑ Modele barw niezależne od urządzenia
- ❑ CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- ❑ Przestrzenie barw
- ❑ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ❑ System zarządzania barwą
- ❑ Kalibracja urządzeń
- ❑ Kilka porad praktycznych



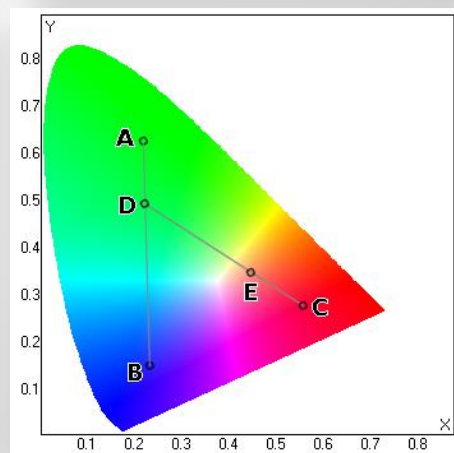
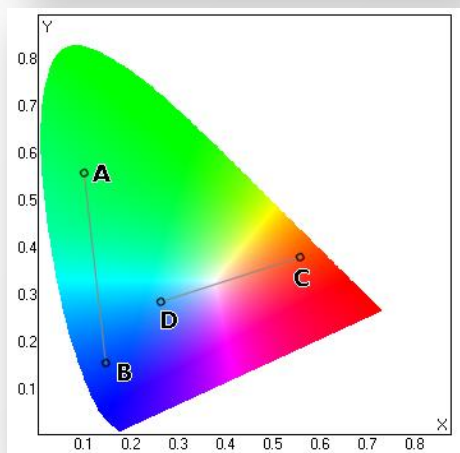
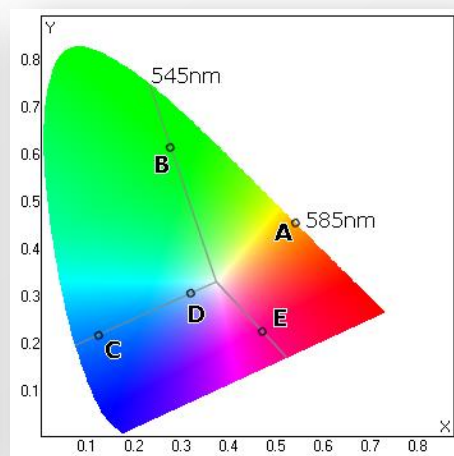
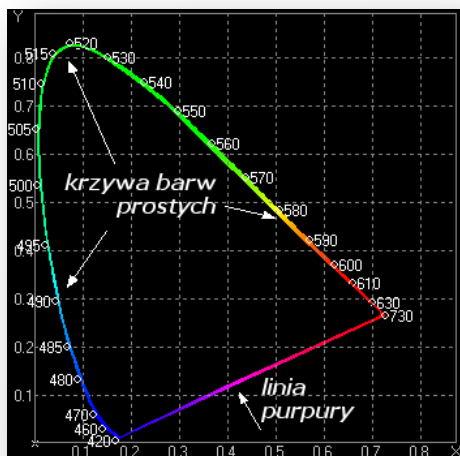


□ Jeśli zmieszamy dwa światła o barwie **A** i **B** to wynikowa barwa będzie leżeć na odcinku łączącym punkty **A** i **B**.  
Dokładne położenie barwy wynikowej zależy od intensywności poszczególnych światel.

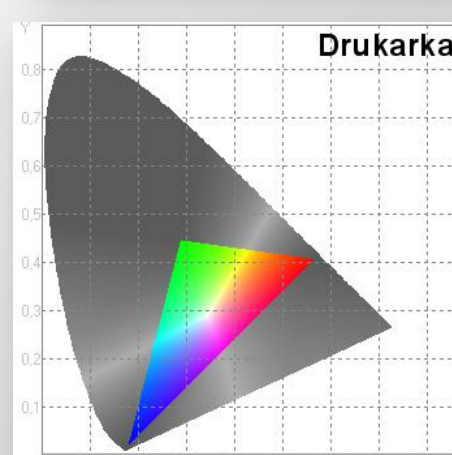
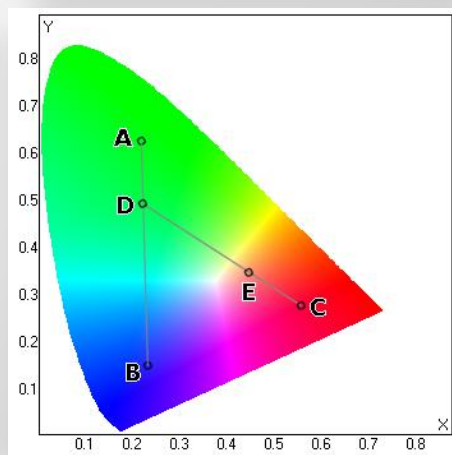
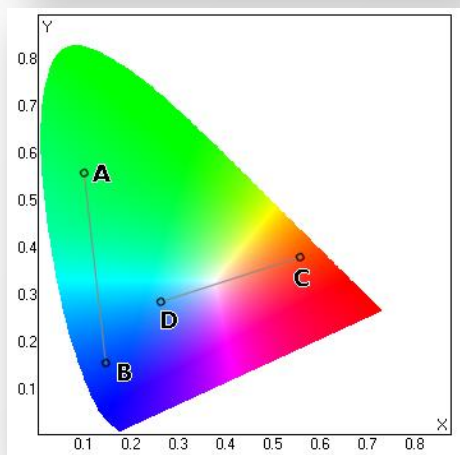
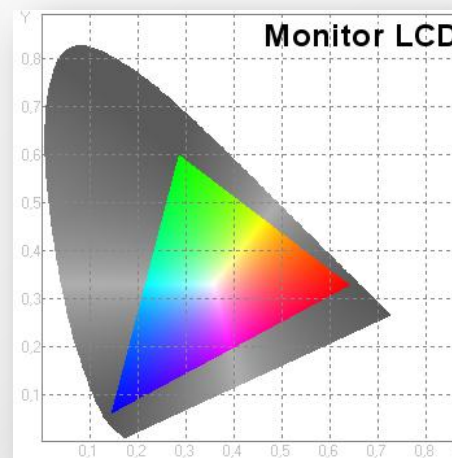
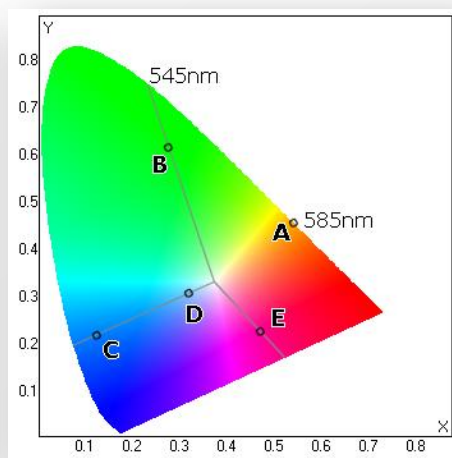
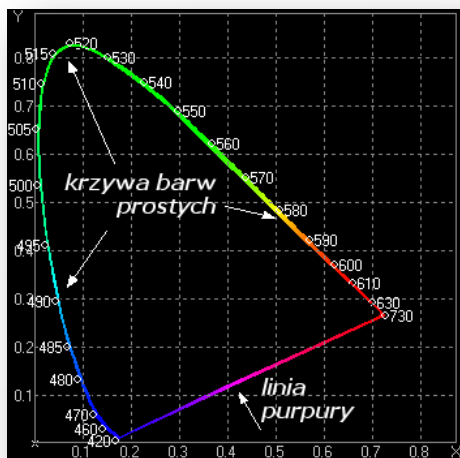
□ Jeżeli barwy odpowiadające dwom światłom leżą na jednej prostej z punktem bieli i znajdują się po jego przeciwnych stronach (**C** i **D**), to można dobrać takie ich intensywności, że w wyniku zmieszania tych światel uzyskamy światło białe.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



□ Mieszanie trzech światel o różnych barwach jest równoważne, dwukrotnemu mieszanemu dwóch światel. Na przykład jeśli chcemy zmieszać barwy **A**, **B** i **C**, to najpierw mieszamy **A** z **B**, w wyniku dostaniemy powiedzmy barwę **D**. Następnie, barwę **D** mieszamy z trzecią barwą **C**. Barwa wynikowa będzie leżeć gdzieś na odcinku **CD**.

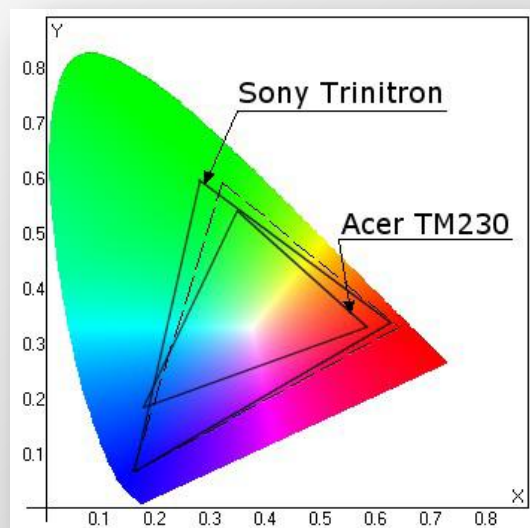


- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
  - Wykres CIE xyY
  - Właściwości wykresu xyY
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Z konstrukcji mieszania trzech barw wynika, że barwa wynikowa zawsze będzie leżeć wewnątrz trójkąta, którego wierzchołki stanowią trzy barwy, które mieszamy. Oznacza to, że dla urządzeń dysponujących trzema podstawowymi barwami (monitor RGB, drukarka CMY) wszystkie kolory możliwe do odtworzenia na tym urządzeniu (tzw. **gamut**) można przedstawić za pomocą trójkąta wycinającego pewien podobszar na wykresie CIE xyY.

Różne urządzenia mają różne możliwości reprodukcji barw. Obszar barw dostępny na danym urządzeniu nazywany jest **gamutem** urządzenia lub jego **przestrzenią barw**. Przestrzeń barw można również zdefiniować niezależnie od urządzenia. Do definicji przestrzeni barw konieczne jest podanie:

- współrzędnych trzech punktów (barw), na których przestrzeń będzie oparta,
- położenie punktu bieli (o tym za chwilę),
- wartość korekcji gamma.



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
  - Punkt bieli
    - Balans bieli
  - Wybrane przestrzenie
  - Macierze Bradforda
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

## Co to jest biała kartka papieru?

To kartka, która w takim samym stopniu odbija światło o dowolnej barwie (dowolnej długości fali).

Wyobraźmy sobie, że światło z dowolnego źródła (żarówka, monitor, światło zza okna) kierujemy na białą kartkę papieru i obserwujemy światło od niej odbite. Światło takie często nazywa się światłem białym, a jego barwa określona jest poprzez tzw. **punkt bieli** (*white point*), który zwyczajowo podaje się w postaci współrzędnych  $x, y$  albo jako tzw. temperaturę barwową.

**Temperatura barwowa** to wyrażona w Kelwinach temperatura ciała doskonale czarnego, którego widmo promieniowania, wyznaczone zgodnie z teorią Plancka posiada maksimum w miejscu odpowiadającym danej barwie.

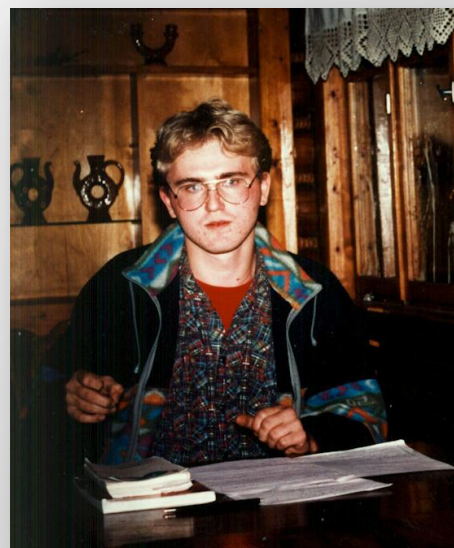
- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przechowanie barw
  - Punkt bieli
    - Balans bieli
    - Wybrane przestrzenie
    - Macierze Bradforda
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

W praktyce stosuje się wzorce światła zwane **iluminatami**. Są to specjalne żarówki emitujące światło o odpowiednio dobranym widmie.

Iluminat	Temp.	CIE XYZ 1931		opis
		x	y	
A	2856 K	0,44757	0,40744	światło żarówki wolframowej
B	4874 K	0,34840	0,35160	bezpośrednie słońce w południe
C	6774 K	0,31006	0,31615	światło dzienne nieba północnego (wycofane)
D50	5000 K	0,34567	0,35850	światło dzienne, wzorzec dla materiałów drukowanych
D55	5500 K	0,33242	0,34743	światło dzienne, wzorzec dla filmów fotograficznych
D65	6504 K	0,31273	0,32902	światło dzienne nieba północnego (poprawione)
D75	7500 K	0,29902	0,31485	światło dzienne
9300K	9300 K	0,28480	0,29320	światło nieskorygowanego monitora komputerowego
E	5400 K	0,33333	0,33333	światło z równomiernym widmem energetycznym
F2	4200 K	0,37207	0,37512	światło białe fluorescencyjne
F7	6500 K	0,31285	0,32918	szerokopasmowa świetlówka fluorescencyjna
F11	4000 K	0,38054	0,37691	wąskopasmowa świetlówka fluorescencyjna

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
  - Punkt bieli
    - Balans bieli
  - Wybrane przestrzenie
  - Macierze Bradforda
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



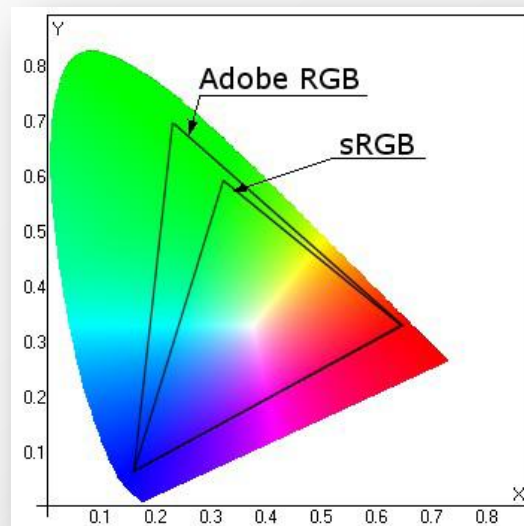


- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
  - Punkt bieli
    - Bilans bieli
  - Wybrane przestrzenie
  - Macierze Bradforda
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



## Popularne przestrzenie barwne:

- sRGB
- Adobe RGB
- Apple RGB
- CIE RGB
- PAL/SECAM
- Wide Gamut
- Chrome 2000 D65



### ***Kiedy używać przestrzeni sRGB:***

- kiedy zależy nam, żeby na dowolnym komputerze mieć takie same barwy,
- kiedy odwzorowanie barw w ogóle nas nie interesuje,
- kiedy zamierzamy oddać zdjęcie do fotolabu, a nic o nim nie wiemy
- kiedy chcemy drukować zdjęcie na drukarce korzystając ze standardowych sterowników.

### **Kiedy używać przestrzeni AdobeRGB:**

- kiedy zdjęcia zamierzamy poddawać złożonej obróbce,
- kiedy chcemy drukować korzystając ze specjalistycznych sterowników, wykorzystujących wszystkie możliwości barwne drukarki.

A jeśli fotografujemy aparatem z możliwością zapisu RAW, to właśnie w tym formacie trzymajmy zdjęcia. Na pewno ma najlepszą możliwą przestrzeń.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
  - Punkt bieli
    - Balans bieli
  - Wybrane przestrzenie
    - Macierze Bradforda
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

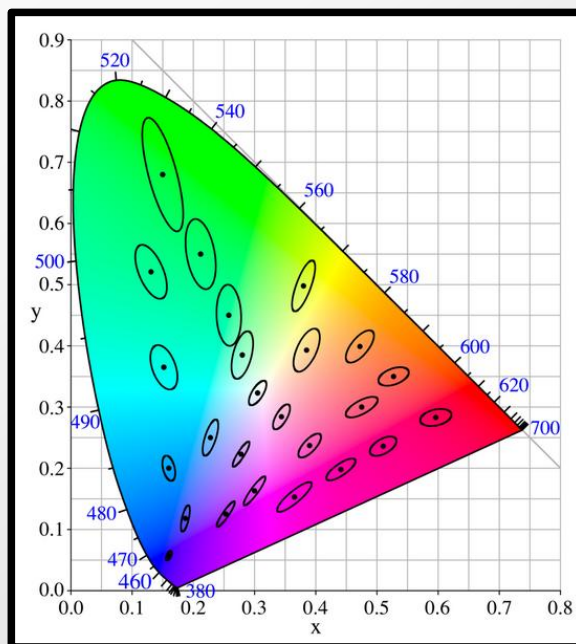
**Macierze Bradforda** służą do konwersji obrazu z jednej przestrzeni barw do innej. Na przykład:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}_{D50} = \begin{bmatrix} 1.0478 & 0.0229 & -0.0501 \\ 0.0295 & 0.9905 & -0.0171 \\ -0.0092 & 0.0150 & 0.7521 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}_{D65}$$

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
  - Punkt bieli
    - Balans bieli
  - Wybrane przestrzenie
  - Macierze Bradforda
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Model CIE xyY jest bardzo dobrze dopracowany i do dziś powszechnie stosowany, ma jednak pewne wady:

- ❑ przestrzeń barw jest „nieliniowa” z punktu widzenia możliwości rozróżniania barw przez człowieka,
- ❑ obszary zielonego są znacząco „rozciągnięte”,
- ❑ obszary brązów i żółci są mocno „ściśnięte”, a barwy te są bardzo ważne w malarstwie i zdjęciach np. żywności,
- ❑ model ten nie odzwierciedla sposobu postrzegania barw przez człowieka (brak analogii do dźwięku: częstotliwość – wysokość).



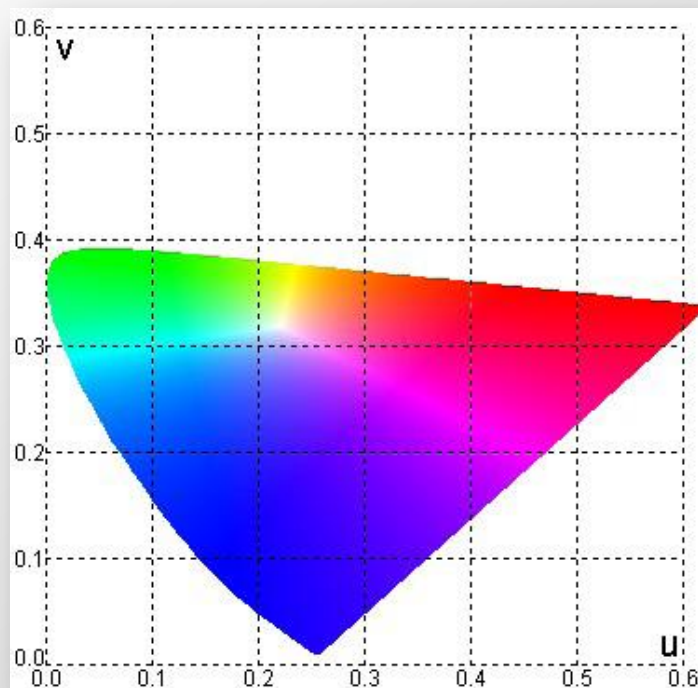
Pierwszym trzem problemom próbowano zaradzić tworząc modele CIE LUV (1960) i CIE LU'V' (1967). Ostatni problem udało się rozwiązać dopiero w modelu L\*a\*b\* (1967).

- ❑ Podstawy teorii koloru
- ❑ Definicja barwy
- ❑ Modele barw zależne od urządzenia
- ❑ Modele barw niezależne od urządzenia
- ❑ CIE XYZ 1931
- ❑ Przestrzeń barw
- ❑ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
  - Model CIE LUV
  - Model CIE LU'V'
  - Model L\*a\*b\*
- ❑ System zarządzania barwą
- ❑ Kalibracja urządzeń
- ❑ Kilka porad praktycznych

Model CIE LUV

$$u = \frac{4x}{-2x + 12y + 3}$$

$$v = \frac{6y}{-2x + 12y + 3}$$

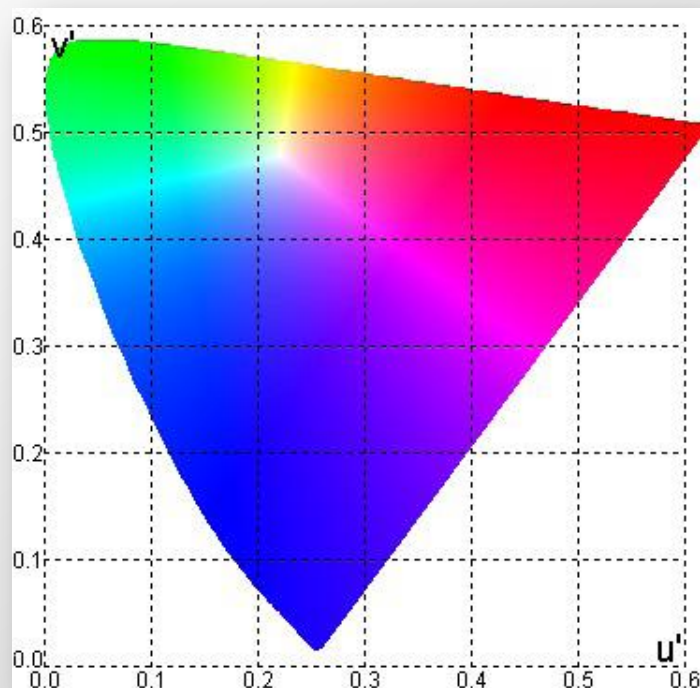


- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przechylenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
  - Model CIE LUV
  - Model CIE LU'V'
  - Model L\*a\*b\*
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Model CIE LU'V'

$$u' = \frac{4x}{-2x + 12y + 3}$$

$$v' = \frac{9y}{-2x + 12y + 3}$$



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzeń barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
  - Model CIE LUV
  - Model CIE LU'V'
  - Model L\*a\*b\*
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Model L\*a\*b\*

$$L^* = 116 \cdot \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_R} - 16}$$

gdym

$$\frac{Y}{Y_R} > 0.008856$$

$$L^* = 903.3 \cdot \frac{Y}{Y_R}$$

gdym

$$\frac{Y}{Y_R} \leq 0.008856$$

$$a^* = 500 \cdot \left[ \sqrt[3]{\frac{X}{X_R}} - \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_R}} \right]$$

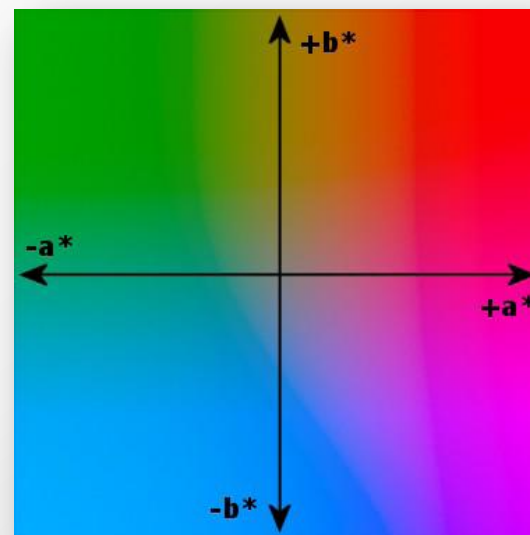
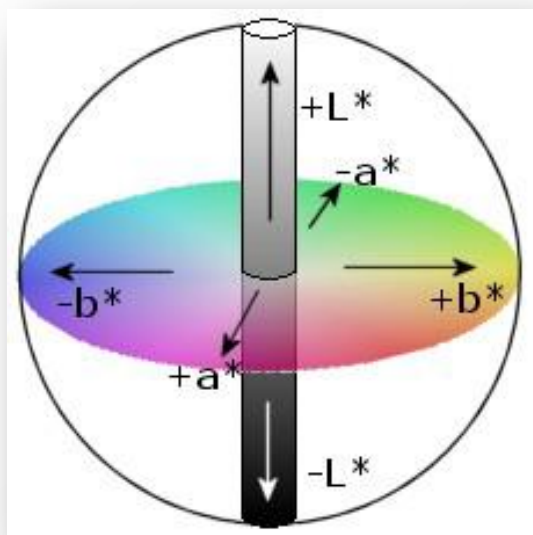
$$b^* = 200 \cdot \left[ \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_R}} - \sqrt[3]{\frac{Z}{Z_R}} \right]$$

$X_R=94.81, Y_R=100.0, Z_R=107.3$  są parametrami referencyjnego punktu bieli, co odpowiada iluminatowi D65.

Obecnie w zaawansowanym programowaniu grafiki najczęściej używa się modeli CIE xyY lub L\*a\*b\*.

Natomiast w profesjonalnej obróbce zdjęć stosuje się jedynie ten drugi model.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
  - Model CIE LUV
  - Model CIE LU'V'
  - Model L\*a\*b\*
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przechylenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
  - Model CIE LUV
  - Model CIE LU'V'
  - Model L\*a\*b\*
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

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

Przyjmuje się, że:

- barwy się nie różnią, gdy  $\Delta E < 1$ ,
- gdy  $1 < \Delta E < 2$  różnicę zauważa tylko doświadczony obserwator,
- gdy  $2 < \Delta E < 3.5$  różnicę zauważa przeciętny obserwator,
- gdy  $3.5 < \Delta E < 5.0$  zauważa się wyraźną różnicę barw,
- gdy  $\Delta E > 5$  barwy odbiera się jako zupełnie różne.



**System zarządzania barwą** to zespół urządzeń technicznych, oprogramowania oraz zasad postępowania mających na celu zapewnienie możliwie najlepszego odwzorowania barw.

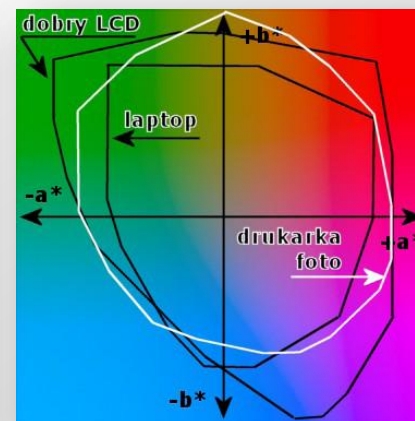
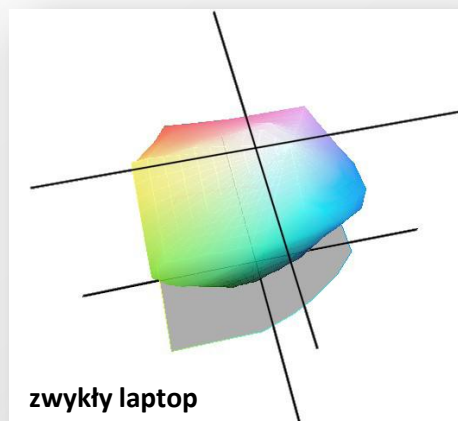
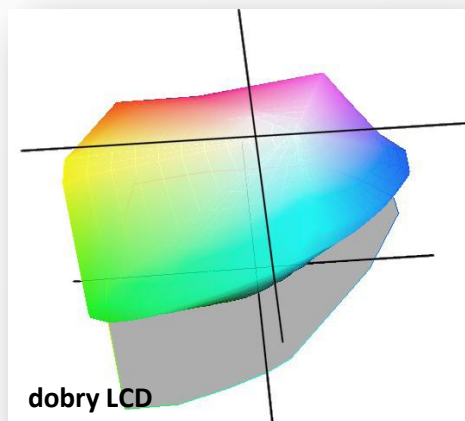
Zasady systemu zarządzania barwą CMS (*ang. Color Management System*) opracowało i nadal rozwija *Internationa Color Consortium*. Pierwsza wersja systemu została zaimplementowana jeszcze w Windows 95, jednak dopiero po wprowadzeniu ICM 2.0 (*ang. Image Color Management*) w Windows 98, system ten stał się prawdziwym standardem.

### Przykład systemu zarządzania barwą w fotografii tradycyjnej:

- Przechowuj filmy w lodówce.
- Użyj właściwego filmu do oświetlenia w którym chcesz fotografować.
- Wywołuj film w właściwych odczynnikach i odpowiednich temperaturach.
- Użyj właściwego papieru fotograficznego.
- Odbitki wywołuj we właściwych odczynnikach i odpowiednich temperaturach.

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
  - Profile barwne
  - System CMS
  - Proofing
  - Konwersja przestrzeni barw
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

**Profil barwny urządzenia** to plik zawierający kompletną informację o przestrzeni barw dostępnych dla danego urządzenia wraz z informacją o sposobie przeliczania danych pomiędzy jego przestrzenią a wybraną przestrzenią barw niezależną od urządzenia nazywaną **PCS** (*ang. profile connection space*). Profile zapisywane są w plikach z rozszerzeniem \*.icc lub \*.icm.



Przestrzenią PCS najczęściej jest to  $xyY$  lub  $L^*a^*b^*$ , ale zdarza się również  $Lu^*v^*$  a nawet  $XYZ$ .

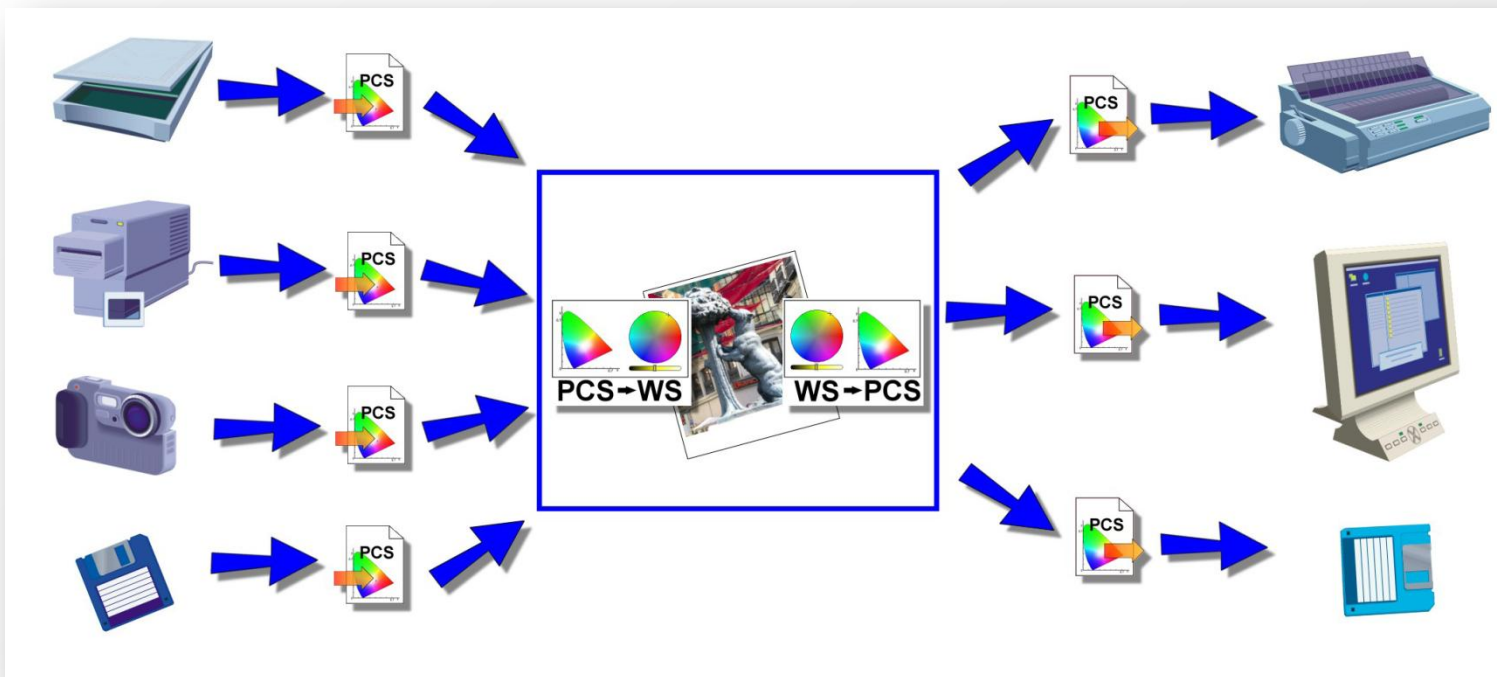
Profile konwertujące z przestrzeni urządzenia do przestrzeni niezależnej od urządzenia nazywane są **profilami wejściowymi**. Profile konwertujące z przestrzeni niezależnej do przestrzeni urządzenia **profilami wyjściowymi**.

Przydatne programy:

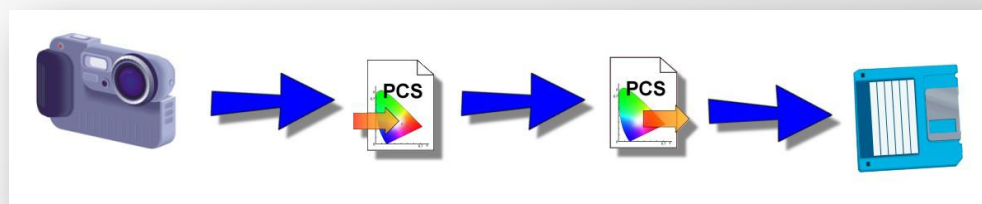
ICC Profile Inspector    ICC Inspect    Windows Color Aplet

Color Converter    Laboratorium koloru

- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
  - Profile barwne
  - System CMS
  - Proofing
  - Konwersja przestrzeni barw
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

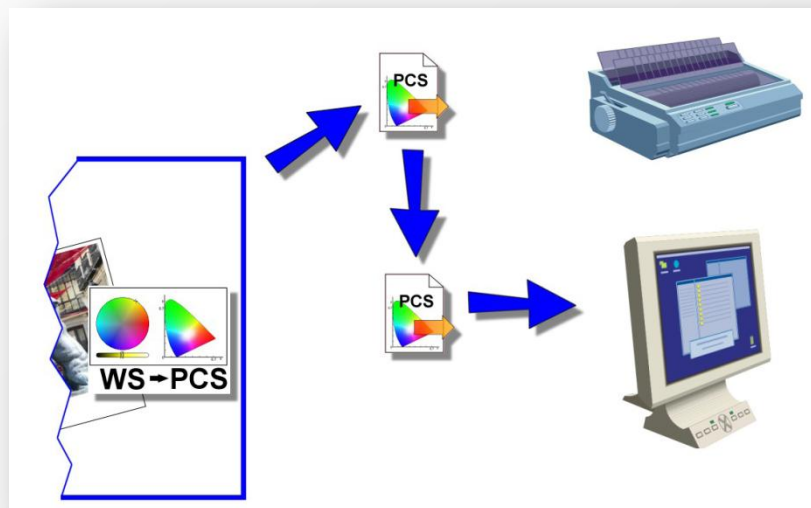


- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
  - Profile barwne
  - System CMS
  - Proofing
  - Konwersja przestrzeni barw
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych



W przypadku zapisu do pliku nie ma ograniczeń przestrzeni barw, jednak nie wszystkie formaty przechowują informację o rodzaju przestrzeni.

**UWAGA:** Sterowniki TWAIN nie obsługują przestrzeni barwnych.



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
  - Profile barwne
  - System CMS
  - Proofing
  - Konwersja przestrzeni barw
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

**Proofing** polega na przybliżaniu wyglądu barw na jakimś urządzeniu tak jak mogłyby one wyglądać na innym. Na przykład:

□ wyświetlamy na monitorze, jak prawdopodobnie będzie wyglądał wydruk

albo

□ drukujemy na biurowej drukarce jak prawdopodobnie będzie wyglądał końcowy wydruk z drukarni.

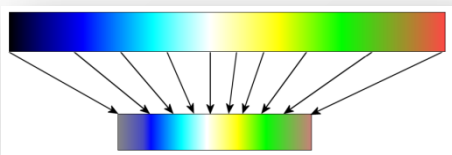
Słowo „prawdopodobnie” jest tutaj kluczowe.

**UWAGA:** Sterowniki TWAIN nie obsługują przestrzeni barwnych.

Konwersję z jednej przestrzeni barw do innej często nazywa się **renderingiem**. Najczęściej wyróżnia się cztery metody konwersji (*ang. rendering intents*).

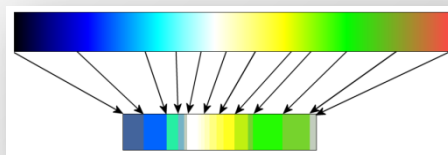
**Metoda zachowująca pełen gamut (obrazowa, percepcyjna).**

Gamut jednej przestrzeni jest kompresowany lub rozciągany tak, aby całkowicie wypełnić drugą przestrzeń. W metodzie tej barwy nie zawsze są zachowane. Im większe różnice przestrzeni, tym potencjalnie większe różnice w barwach. Za to w każdej przestrzeni wykorzystujemy jej pełne możliwości.



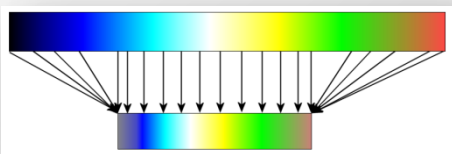
**Metoda zachowująca nasycenia (graficzna).**

W metodzie tej priorytetem jest zachowanie właściwego nasycenia, nawet kosztem zmiany w odcieniach barw.



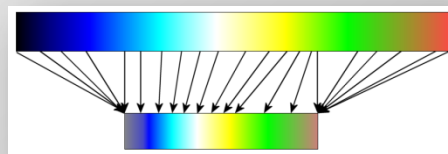
**Metoda zachowująca barwy (dopasowująca, bezwzględnie kolorymetryczna).**

Wszystkie barwy występujące w przestrzeni docelowej pozostają zachowane bez zmian. Barwy obecne w przestrzeni wyjściowej, a nie istniejące w docelowej są zamieniane na im najbliższe.



**Metoda zachowująca barwy oraz punkt bieli (proof, względnie kolorymetryczna).**

Wszystkie barwy obecne w obu przestrzeniach pozostają zachowane, ale mogą ulec delikatnym przesunięciom. Zmiany te są podyktowane chęcią zachowania nie zmienionego punktu bieli obrazu w obu przestrzeniach. Barwy wykraczające poza gamut przestrzeni docelowej przybliżane są barwą najbliższą.



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
  - Profile barwne
  - System CMS
  - Proofing
  - Konwersja przestrzeni barw
- Kalibracja urządzeń
- Kilka porad praktycznych

Biblioteka programistyczna pozwalająca na pracę z przestrzeniami barw zostanie omówiona pod koniec cyklu wykładów.



## Kalibracja monitora

### Minimum przyzwoitości

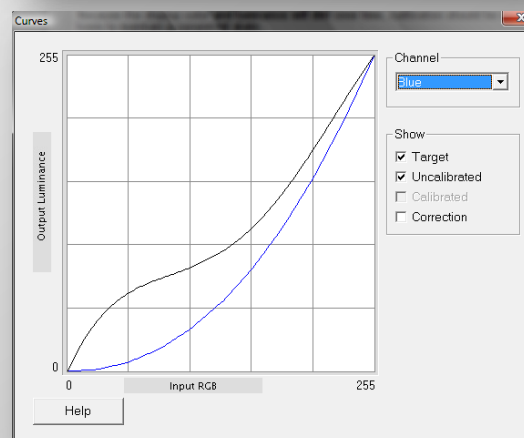
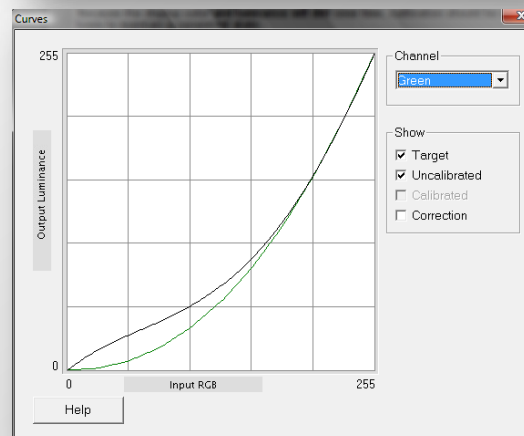
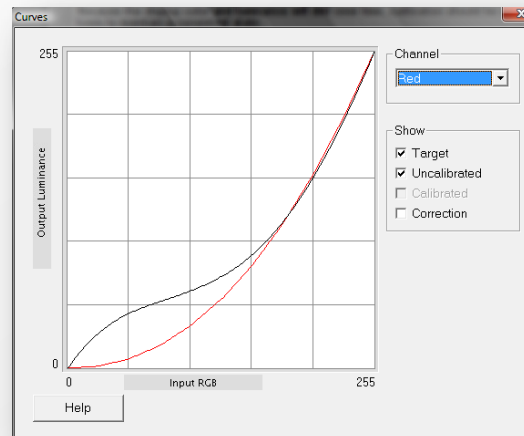
- ✓ Korekcja gamma na podstawie wzorca ([www.normankoren.com](http://www.normankoren.com), [www.displaycalibration.com](http://www.displaycalibration.com))
- ✓ QuickGamma ([www.quickgamma.de](http://www.quickgamma.de))

### Porządny standard

- ✓ Kalibracja przy użyciu „pajęczka”
  - Pantone (huey)
  - ColorVision (Spyder 2,3)
  - X-Rite (Eye One)
  - ColourConfidence

### Pełny profesjonalizm

- ✓ Monitory z wbudowaną kalibracją



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
  - Monitor
  - Drukarka
  - Skaner / Aparat
  - Korekta fotografii
- Kilka porad praktycznych

## Kalibracja drukarki

### ☐ Minimum przyzwoitości

- ✓ Używać firmowych tuszy, firmowych papierów i odpowiadających im profili

### ☐ Porządny standard

- ✓ Skorzystać z usług firmy kalibrującej drukarkę

### ☐ Pełny profesjonalizm

- ✓ Własny sprzęt do kalibracji



- ☐ Podstawy teorii koloru
- ☐ Definicja barwy
- ☐ Modele barw zależne od urządzenia
- ☐ Modele barw niezależne od urządzenia
- ☐ CIE XYZ 1931
- ☐ Przestrzenie barw
- ☐ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ☐ System zarządzania barwą
- ☐ Kalibracja urządzeń
  - Monitor
  - Drukarka
  - Skaner / Aparat
  - Korekta fotografii
- ☐ Kilka porad praktycznych





## Kalibracja skanera / aparatu

### ☐ Minimum przyzwoitości

- ✓ Używać firmowych profili barwnych

### ☐ Porządny standard

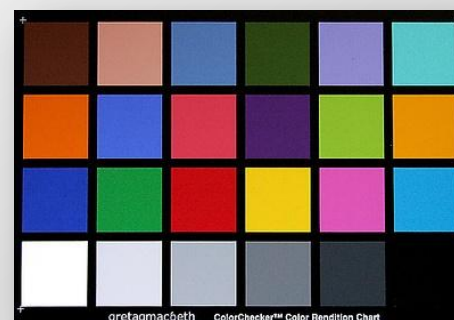
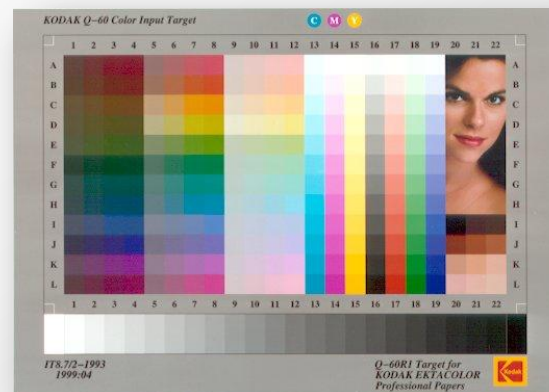
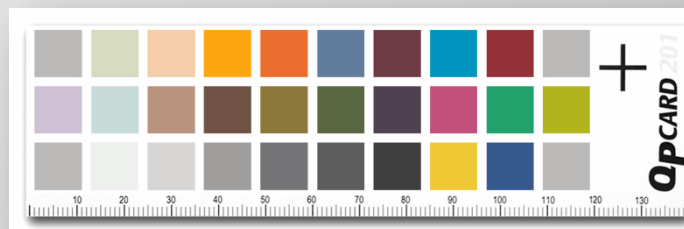
- ✓ Tanie zestawy wzorników
  - Kodak
  - QpCARD

### ☐ Pełny profesjonalizm

- ✓ Drogie zestawy wzorników
  - X-Rite (Gretag-Macbeth i inne)

Samodzielna kalibracja aparatu lub skanera jest bardzo prosta, o ile posiadamy odpowiednie wzorniki.

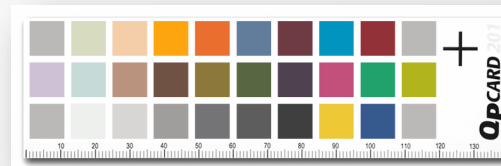
[www.rags-int-inc.com/PhotoTechStuff/ColorCalibration/](http://www.rags-int-inc.com/PhotoTechStuff/ColorCalibration/)



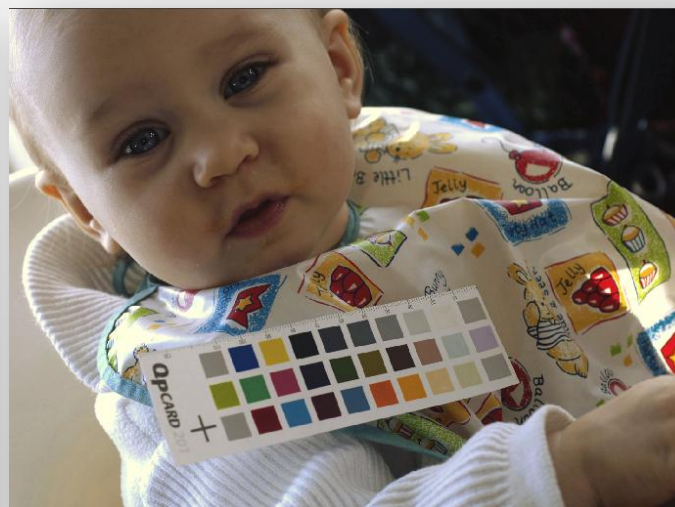
- ☐ Podstawy teorii koloru
- ☐ Definicja barwy
- ☐ Modele barw zależne od urządzenia
- ☐ Modele barw niezależne od urządzenia
- ☐ CIE XYZ 1931
- ☐ Przestrzenie barw
- ☐ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ☐ System zarządzania barwą
- ☐ Kalibracja urządzeń
  - Monitor
  - Drukarka
  - Skaner / Aparat
  - Korekta fotografii
- ☐ Kilka porad praktycznych

## Korekta fotografii wg. wzornika

1. Wykonujemy zdjęcie obiektu ze wzornikiem.
2. Wykonujemy zdjęcie obiektu bez wzornika.
3. Wczytujemy zdjęcie ze wzornikiem do specjalnego oprogramowania i wykonujemy profil korekcyjny.
4. Wczytujemy zdjęcie bez wzornika i stosujemy do niego utworzony w poprzednim kroku profil korekcyjny.



- Podstawy teorii koloru
- Definicja barwy
- Modele barw zależne od urządzenia
- Modele barw niezależne od urządzenia
- CIE XYZ 1931
- Przestrzenie barw
- Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- System zarządzania barwą
- Kalibracja urządzeń
  - Monitor
  - Drukarka
  - Skaner / Aparat
  - Korekta fotografii
- Kilka porad praktycznych



## Jakiej przestrzeni używać?

- ❑ Jeżeli nie zależy nam na wierności oddania barw lub tworzymy obrazy na potrzeby Internetu używajmy **sRGB**.
- ❑ Jeśli chcemy wykorzystać możliwości drukarki w zakresie nasycenia cyjanów, zieleni i żółci używajmy **AdobeRGB**.
- ❑ Jeśli chcemy wielokrotnie przetwarzać zdjęcie dobrze jest użyć większej liczby bitów na kolor (najczęściej 16). Często również warto posłużyć się obszerniejszą przestrzenią np. **WideGamut** lub **Chrome 2000**.
- ❑ Używając obszernych przestrzeni, zwłaszcza w skojarzeniu z niewielką liczbą bitów na kanał, należy mieć na uwadze możliwość wystąpienia **posteryzacji**. Problem będzie szczególnie kłopotliwy, jeśli na zdjęciu obecnych jest wiele delikatnych przejść tonalnych.
- ❑ Należy pamiętać, że wielokrotne przechodzenie pomiędzy przestrzeniami niepotrzebnie degradowe obraz.

*Osobiście prawie wyłącznie pracuję w formacie RAW, a tam gdzie jest to niemożliwe, wykonuje konwersję do  $L^*a^*b^*$ . W tej przestrzeni wykonuję wszystkie potrzebne korekty i efekt końcowy konwertuję do takiej przestrzeni jakiej aktualnie potrzebuję.*

- ❑ Podstawy teorii koloru
- ❑ Definicja barwy
- ❑ Modele barw zależne od urządzenia
- ❑ Modele barw niezależne od urządzenia
- ❑ CIE XYZ
- 1931Przestrzenie barw
- ❑ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ❑ System zarządzania barwą
- ❑ Kalibracja urządzeń
- ❑ Kilka porad praktycznych
  - Jakiej przestrzeni używać?
  - Jak korzystać z fotolabów?
  - Jak drukować zdjęcia w domu?

## Jak korzystać z fotolabów?

- ❑ O ile to możliwe, uzyskać z fotolabu profil urządzenia i pod niego korygować zdjęcie.
- ❑ Jeśli nie znamy profilu fotolabu zdjęcia przygotowujemy w sRGB.
- ❑ Rozmiary zdjęć zmieniamy na komputerze na takie jakich wymagają w fotolabie (tą informację można łatwo uzyskać).
- ❑ Całą korektę kolorystyczną przeprowadzamy na komputerze, a przy zleceniu zaznaczamy, aby zdjęcie nie było korygowane kolorystycznie.
  
- ❑ Do każdego zlecenia warto dodać sprawdzoną w danym fotolabie odbitkę kontrolną.



- ❑ Podstawy teorii koloru
- ❑ Definicja barwy
- ❑ Modele barw zależne od urządzenia
- ❑ Modele barw niezależne od urządzenia
- ❑ CIE XYZ
- 1931 Przestrzeń barw
- ❑ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ❑ System zarządzania barwą
- ❑ Kalibracja urządzeń
- ❑ Kilka porad praktycznych
  - Jakiej przestrzeni używać?
  - Jak korzystać z fotolabów?
  - Jak drukować zdjęcia w domu?



## Jaką drukarkę wybrać?

### ☐ Termosublimacyjna

- ✓ **Zalety:** jakość porównywalna z fotolabem, wodoodporne (w granicach rozsądku), szybki wydruk, stosunkowo niskie koszty eksploatacji
- ✓ **Wady:** wydruki tylko 10x15cm, większe formaty bardzo drogie (i drukarki i eksploatacja)

### ☐ Atramentowa

- ✓ **Zalety:** znakomita jakość wydruków
- ✓ **Wady:** wysokie koszty eksploatacji

## Jak drukować?

- ✓ na oryginalnych tuszach,
- ✓ na firmowych papierach,
- ✓ korzystając z odpowiednich profili,
- ✓ sprawdzić przy jakiej rozdzielczości barwy oddane są najlepiej (nie zawsze przy największej),
- ✓ czasami finansowo opłaca się drukować cztery zdjęcia na arkuszu A4 zamiast czterech pocztówek.

## Jak przechowywać zdjęcia?

- ✓ utlenianie barwników (głównie pierwszy rok),
- ✓ rozkład barwników pod wpływem światła (późniejsze lata),
- ✓ pod szkłem (ale przynajmniej kilka dni po wydrukowaniu),
- ✓ w albumach ze ściśle przylegającymi kartkami,
- ✓ zdjęcia warto polakierować.

- ☐ Podstawy teorii koloru
- ☐ Definicja barwy
- ☐ Modele barw zależne od urządzenia
- ☐ Modele barw niezależne od urządzenia
- ☐ CIE XYZ
- 1931Przestrzenie barw
- ☐ Modele wywodzące się z modelu CIE XYZ
- ☐ System zarządzania barwą
- ☐ Kalibracja urządzeń
- ☐ Kilka porad praktycznych
  - Jakiej przestrzeni używać?
  - Jak korzystać z fotolabów?
  - Jak drukować zdjęcia w domu?



Jeśli chcesz wykorzystać jakąkolwiek część tego wykładu w swojej prezentacji  
pamiętaj, że podlega on licencji [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) .  
W razie wątpliwości napisz do autora: tarasiuk@agh.edu.pl