



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE  
AGH UNIVERSITY OF KRAKOW

# Przestrzenie barw

Techniki multimedialne w informacji turystycznej

Tomasz Bartuś  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki

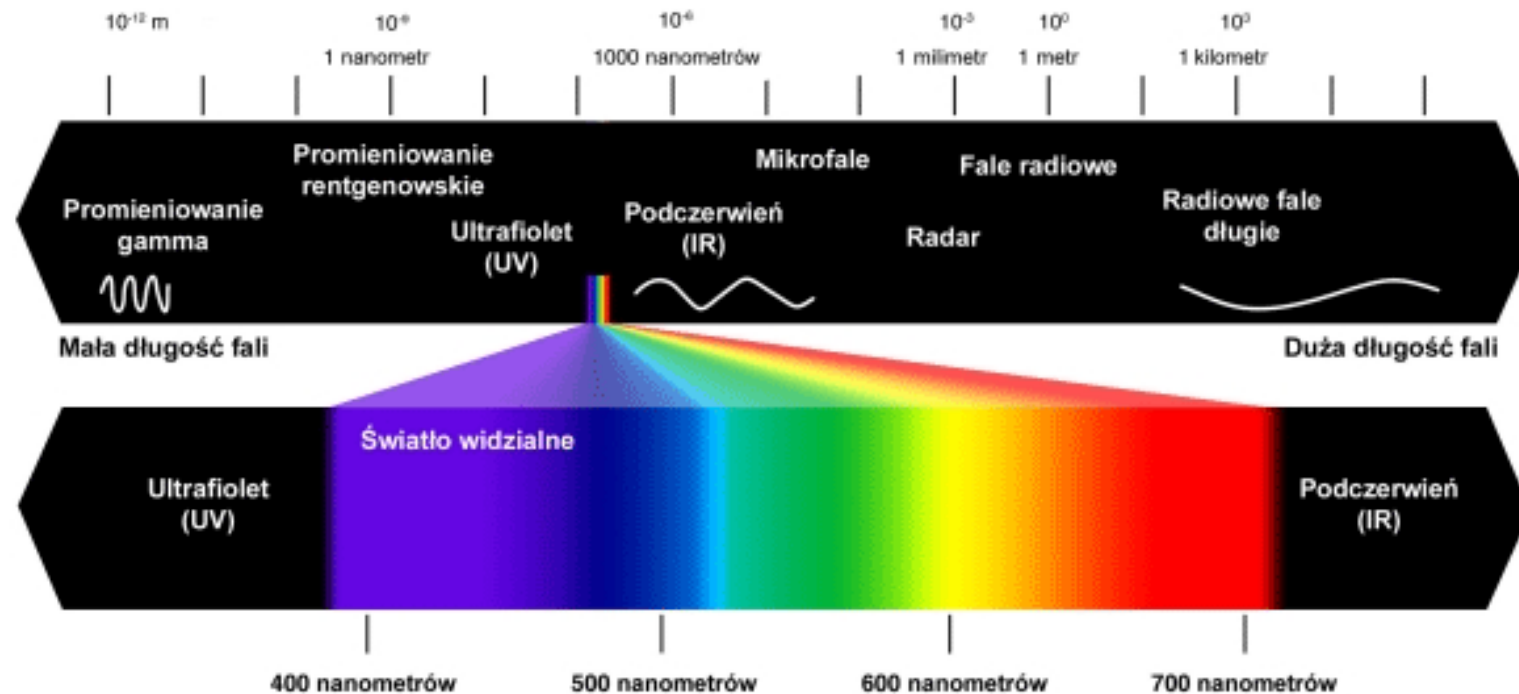
## Widmo promieniowania widzialnego



- Światło jest promieniowaniem widzialnym (elektromagnetycznym) zdolnym do wywoływania u człowieka i zwierząt wrażeń wzrokowych, z których wynika widzenie.
- Źródła światła sztucznego są przeważnie źródłami elektrycznymi, natomiast wytwarzane przez nie światło jest w zasadzie wielkością nieelektryczną, wyrażaną wielkościami i prawami fotometrycznymi.

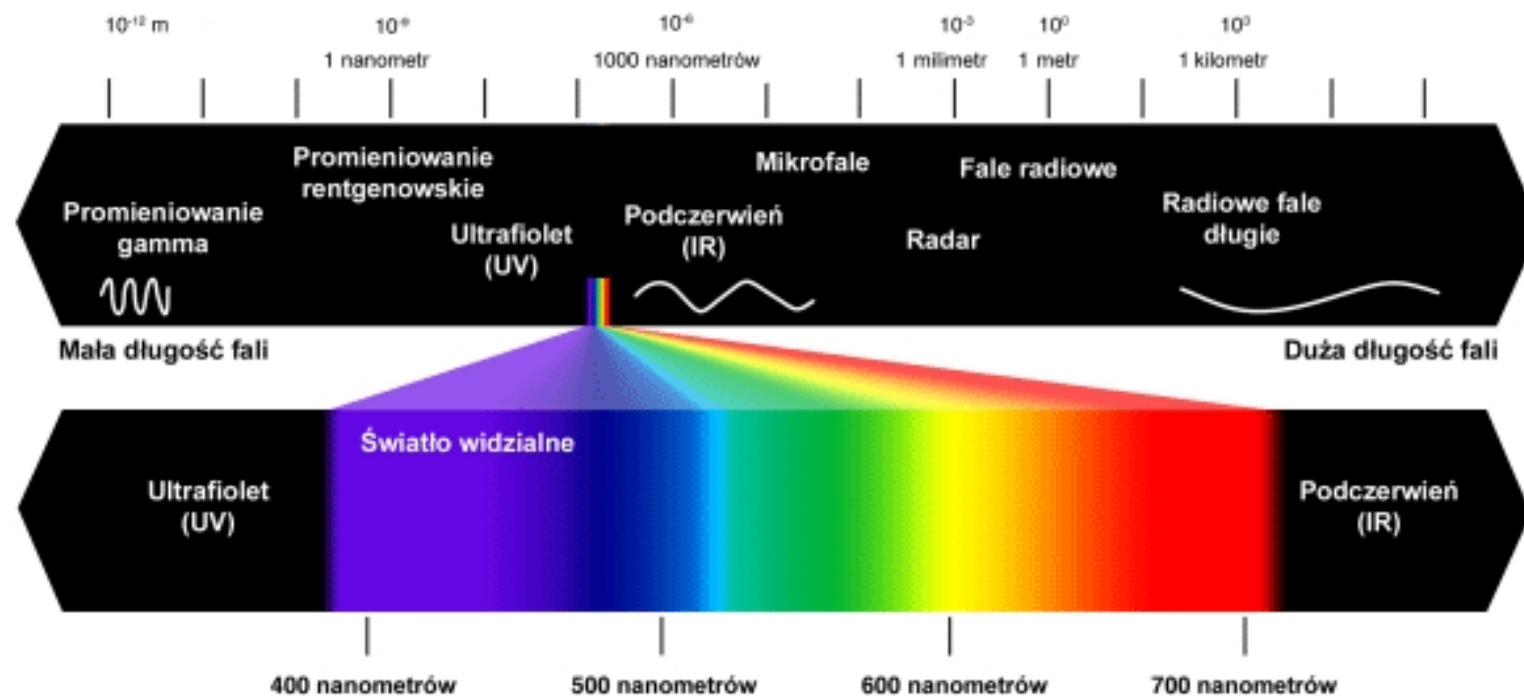
## Widmo promieniowania widzialnego

- Przyjmuje się, że promieniowanie widzialne zawiera się w bardzo wąskim przedziale widma fal elektromagnetycznych **od 380–780 nm**.
- Taki zakres odbiera nasze oko, ale zwierzęta mogą rejestrować promieniowanie o innych długościach.



## Widmo promieniowania widzialnego

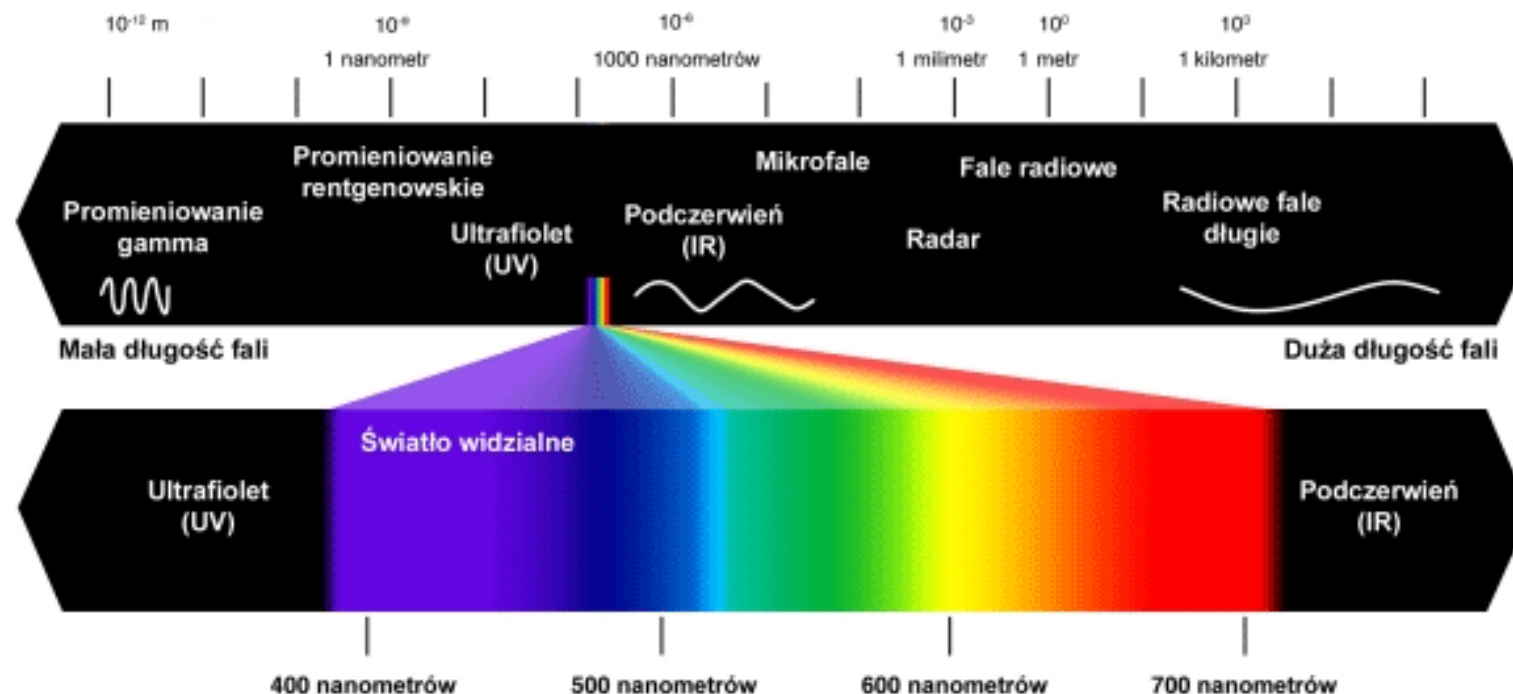
- W widmie światła widzialnego istnieją przedziały o różnych długościach fal, które oko ludzkie odbiera jako różne barwy:



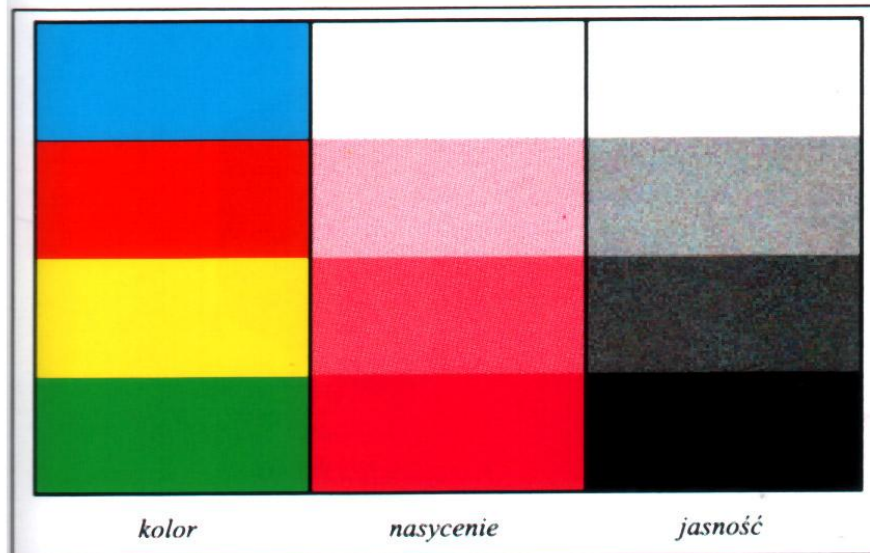
380–436 nm – fiolet,  
 436–495 nm – niebieski,  
 495–566 nm – zielony,  
 566–589 nm – żółty,  
 589–627 nm –  
 pomarańczowy,  
 627–780 nm – czerwony.

## Widmo promieniowania widzialnego

- Najlepiej widzimy w środku zakresu promieniowania widzialnego, a najgorzej na końcach zakresu.
- Barwę wywołaną promieniowaniem o ściśle określonej długości fali nazywamy **barwą prostą** (widmowa, spektralna, monochromatyczna).



## Atrybuty barw



*Istota trzech atrybutów barwy*

Barwę można scharakteryzować 3 atrybutami:

- **kolor, walor** - nadaje barwie jej nazwę, a określa go odpowiednia długość fali elektromagnetycznej z zakresu od około 380–780 nm,

- **nasycenie** - uzyskiwane jest poprzez zmieszanie promieniowania barwnego z wiązką światła białego; zmieniając ilość światła białego uzyskujemy wrażenie tego samego koloru ale rozjaśnionego lub przyciemnionego,
- **jasność, jaskrawość, natężenie** - odpowiada wrażeniu słabszego lub mocniejszego strumienia światła które nie wpływa na zmianę koloru ani nasycenia.

## Barwy achromatyczne



**Barwy achromatyczne** (barwy niekolorowe) –  
wszystkie barwy nieposiadające dominanty barwnej, a  
więc: biały, czarny oraz wszystkie stopnie szarości.

## Mieszanie barw

Na skutek mieszania barw chromatycznych powstaje **barwa złożona**. W ten sposób otrzymujemy barwę o żądanych atrybutach (kolor, nasycenie i jasność). Barwy mogą być mieszane na dwa sposoby:

- na drodze **addytywnej**
- na drodze **subtraktywnej**



## Mieszanie addytywne



Gdy światła o różnej barwie podają na to samo podłoże, zamiast oddzielnych wrażeń powstaje jedno, wypadkowe wrażenie, proporcjonalne do natężenia i charakteru każdego z tych światel (**sumujące mieszanie barw**).

Mieszanie addytywne jest zawsze mieszaniem barwnych promieniowań, np. reflektory zaopatrzone w barwne filtry lub barwne piksele w ekranie komputerowym.

**Wypadkowa mieszanin addytywnych zawsze dąży do bieli.**

## Mieszanie subtraktywne



Uzyskuje się na drodze mieszania farb. Każda farba usuwa z widma światła padającego tę jego składową, którą pochłoneła, np. farba **czzerwona** pochłonie składowe **niebieskie** i **zielone**, a rozproszy i odbije składowe **czzerwone** – widzimy barwę **czrwoną**.

Wypadkowa **mieszanin subtraktywnych** zmierza do **czerni**. Z modelu tego korzystają np. drukarki.

## Mieszanie subtraktywne



**Mieszanie kolorów subtraktywnych.** Kiedy farby drukarskie są oglądane na papierze, składowe światła białego (kolor czerwony, zielony i niebieski) uderzają w pigmenty farby, które z kolei pochłaniają i odbijają niektóre z długości fal światła. Fale odbite trafiają do naszych oczu i dlatego widzimy kolory.

## Mieszanie subtraktywne

Barwy powstałe w procesie druku przez mieszanie barw podstawowych CMYK nazywane są **barwami procesowymi**.

Barwy powstałe na drodze mieszania farb według ściśle określonej receptury producenta nazywane są **barwami spotowymi** lub **miejscowymi**.

## Prawa Grassmanna

W 1853 roku **Grassmann Hermann Gunther** sformułował trzy prawa składania (mieszania) barw odbieranych wizualnie za pomocą oka:

1. dowolną barwę można otrzymać za pomocą trzech barw podstawowych,
2. przy dowolnej ciągłej zmianie promieniowania barwa zmienia się w sposób ciągły,
3. przy składaniu 2 promieniowań barwa wypadkowa zależy tylko od barw składowych.

Prawa Grassmanna mają podstawowe znaczenie w technice pomiarów i analizie barw oraz w kolorymetrii.



## Temperatura barwowa

- **Temperatura barwowa** jest parametrem stosowany do opisu rozkładu natężenia promieniowania świetlnego emitowanego przez dane ciało.
- Skala temperatury barwowej jest przydatna do charakteryzowania achromatycznych źródeł światła (umownie białych). Temperaturę barwową określa się w Kelwinach.
- Standardowe światło białe ma temperaturę barwową 6774K.



## Temperatura barwowa



## Temperatura barwowa

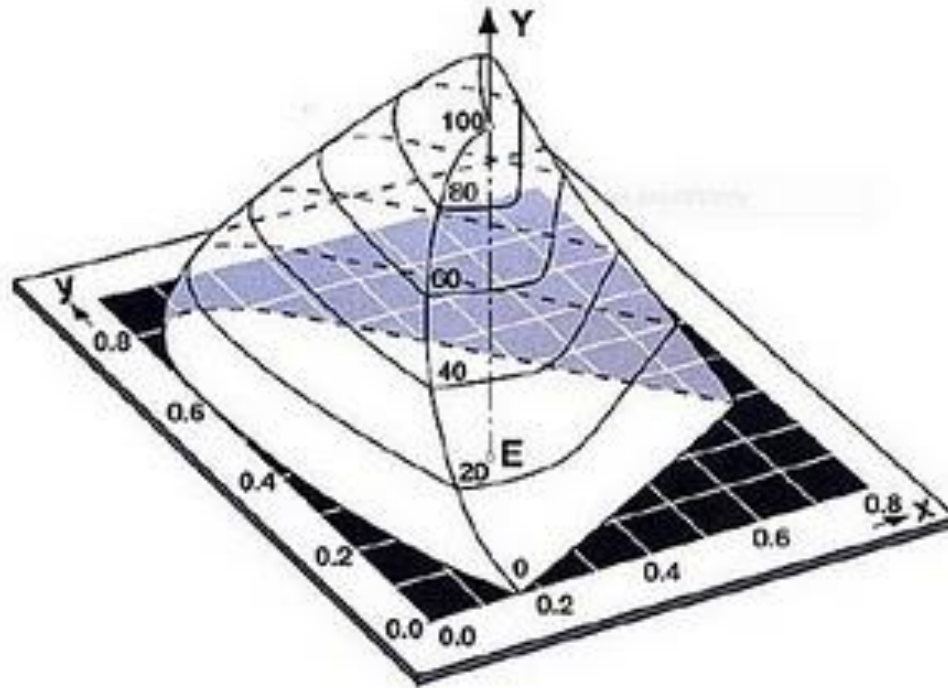
- bezchmurne niebo latem 10000–20000K,
- bezchmurne niebo zimą 8000–10000K,
- wschód Słońca latem 4600–4880K,
- zachód Słońca zimą 2600–2800K,
- niebo zachmurzone 6800–7000K,
- mgła 7500–8500K,
- elektronowa lampa błyskowa 5400–6000K,
- żarówka halogenowa 1000–3200K,
- lampa naftowa 1900K,
- świeca parafinowa 1800K.



## Przestrzeń CIE

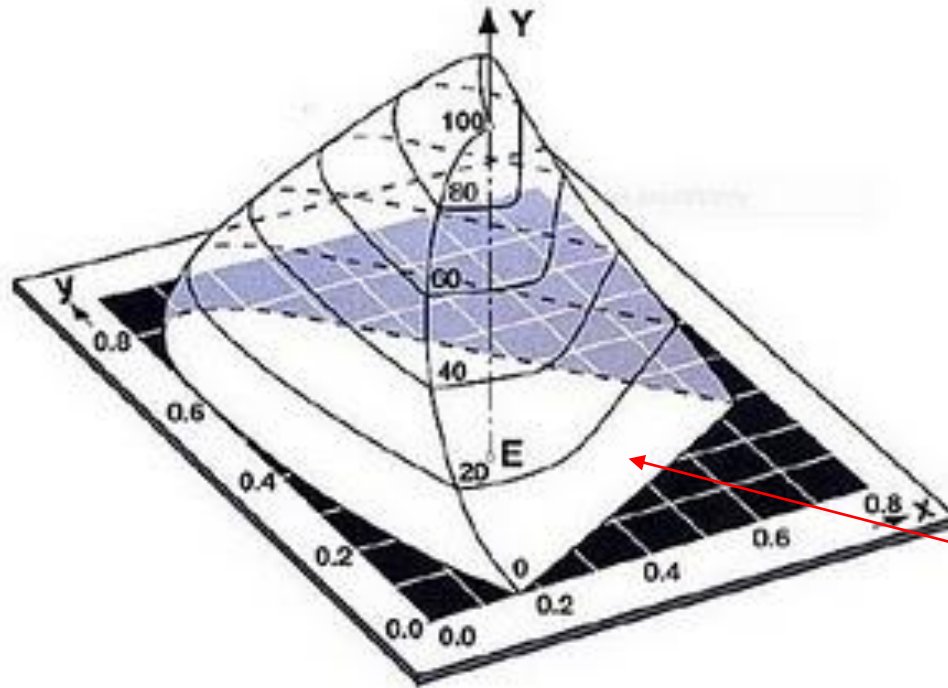
- W 1931 r. CIE (Fr.: *Commission International de L'eclairage* - Międzynarodowa Komisja Oświetlenia) opracowała pierwszy model przestrzeni barw, którą jest w stanie rozpoznać przeciętny człowiek.
- Trójwymiarowa przestrzeń barw CIE opisuje każdą możliwą do percepcji barwę za pomocą trzech współrzędnych (w 3 osiach układu kartezjańskiego XYZ).

## Przestrzeń CIE



- Przestrzeń zawarta jest w krzywoliniowym stożku
- $Y$  – **jasność** (luminancja) wybranej barwy
- $x, y$  – **chromatyczność** (odcień i nasycenie)
- chromatyczność można dalej rozbić na dwie cechy: **odcień** i **nasycenie**

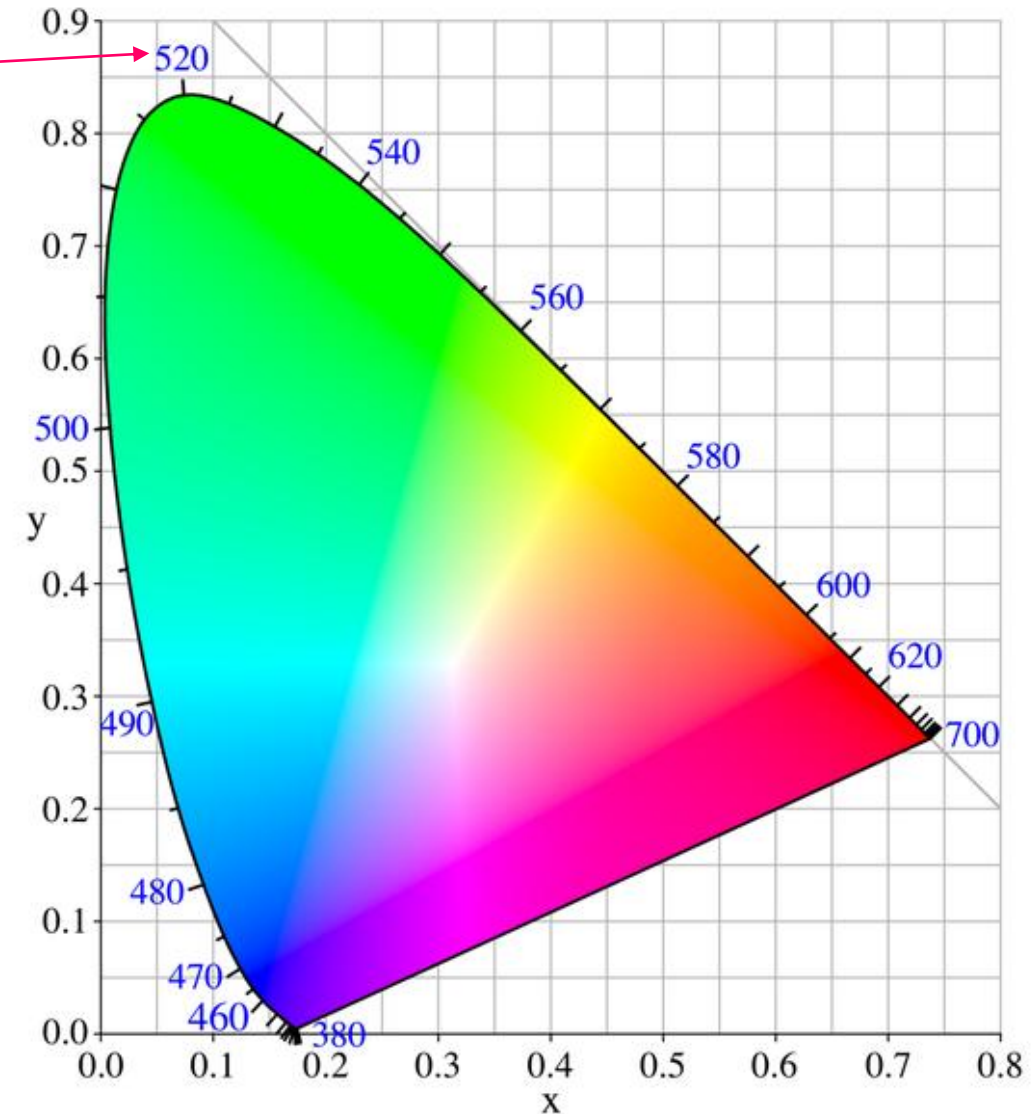
## Przestrzeń CIE



- Przekrój przestrzeni barw CIE względem danej jasności (płaszczyzną prostopadłą do luminancji) tworzy płaską **powierzchnię** (wykres, trójkąt) **chromatyczności CIE** (w kształcie czubka buta) nazywany też **krzywoliniowym trójkątem Maxwella**.

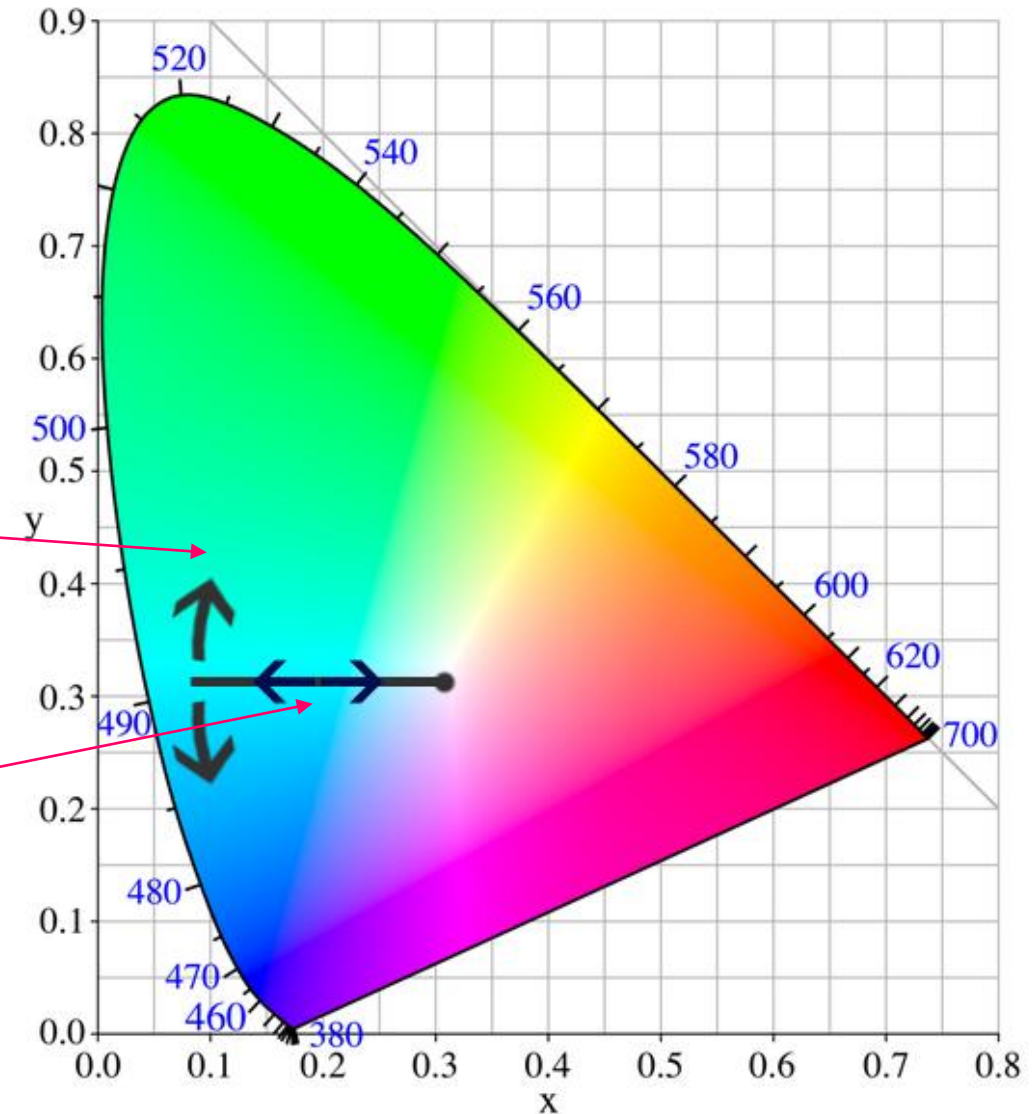
## Trójkąt Maxwella

- Na niebiesko dł. fal docierająca do oka i dająca wrażenie określonego koloru [nm].
- Poza figurą znajdują się barwy niedostrzegalne dla oka ludzkiego (podczerwień, ultrafiolet).



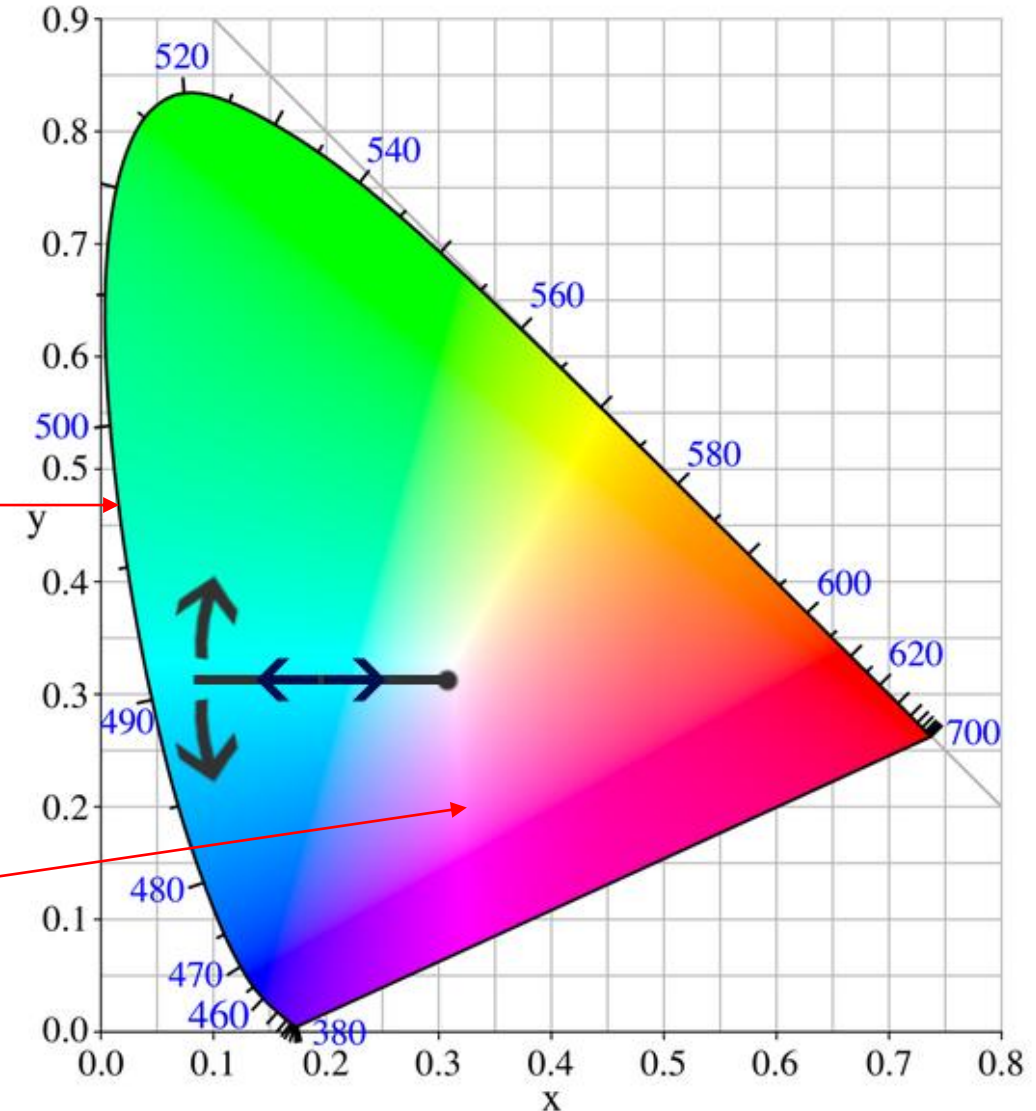
## Trójkąt Maxwella

- Kręcąc się wokół osi obrotu (środek wykresu chromatyczności - biel o wsp.  $x=0,333$ ,  $y=0,333$ ) zmienia się **odcień** koloru
- Regulując odległość od osi obrotu zmienia się **nasycenie** koloru (odcień pozostaje ten sam)



## Trójkąt Maxwella

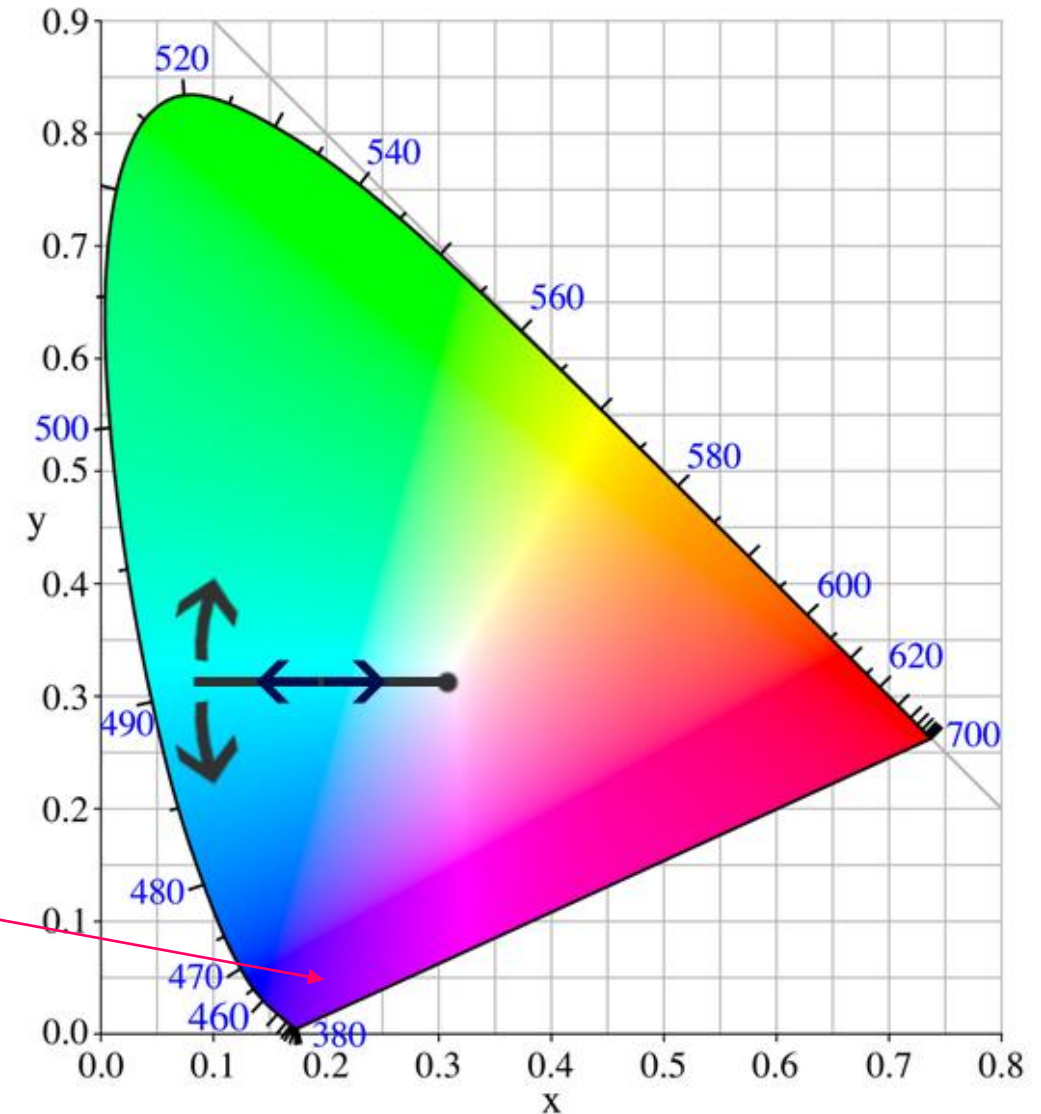
- W związku z tym barwy o największym nasyceniu znajdują się na krzywoliniowej obwiedni trójkąta Maxwella – są to tzw. **barwy proste**.  
(widmowe, nasycone) – barwy widma światła białego.
- Wewnątrz trójkąta leżą **barwy nienasycone**.





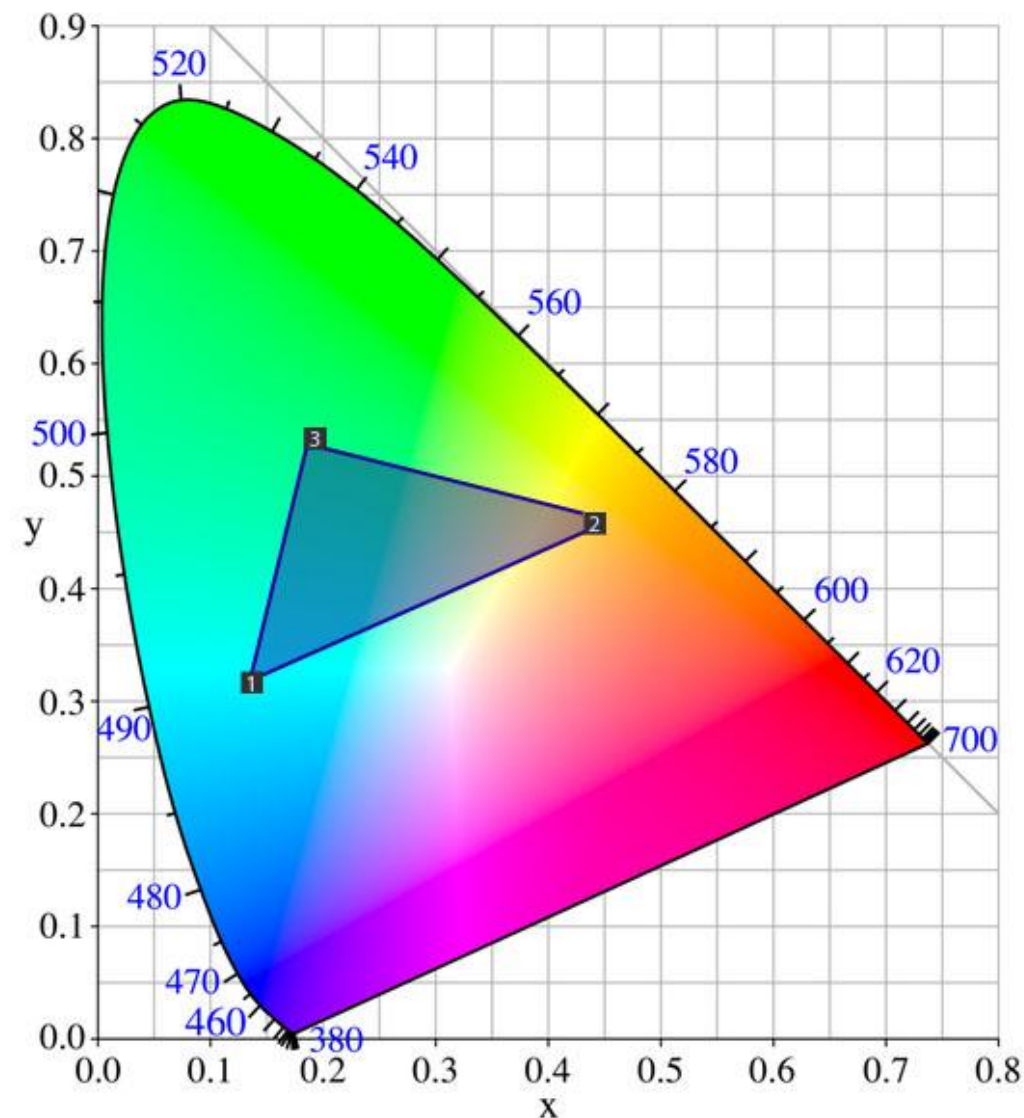
# Trójkąt Maxwella

- Na wykresie ciąg barw widmowych opisany jest na niebiesko długościami fal [nm], które odpowiadają danej barwie
- Linie prostą łączącą punkty odpowiadające długości 380 i 780 nm nazywamy **linią purpury**



## Trójkąt Maxwella

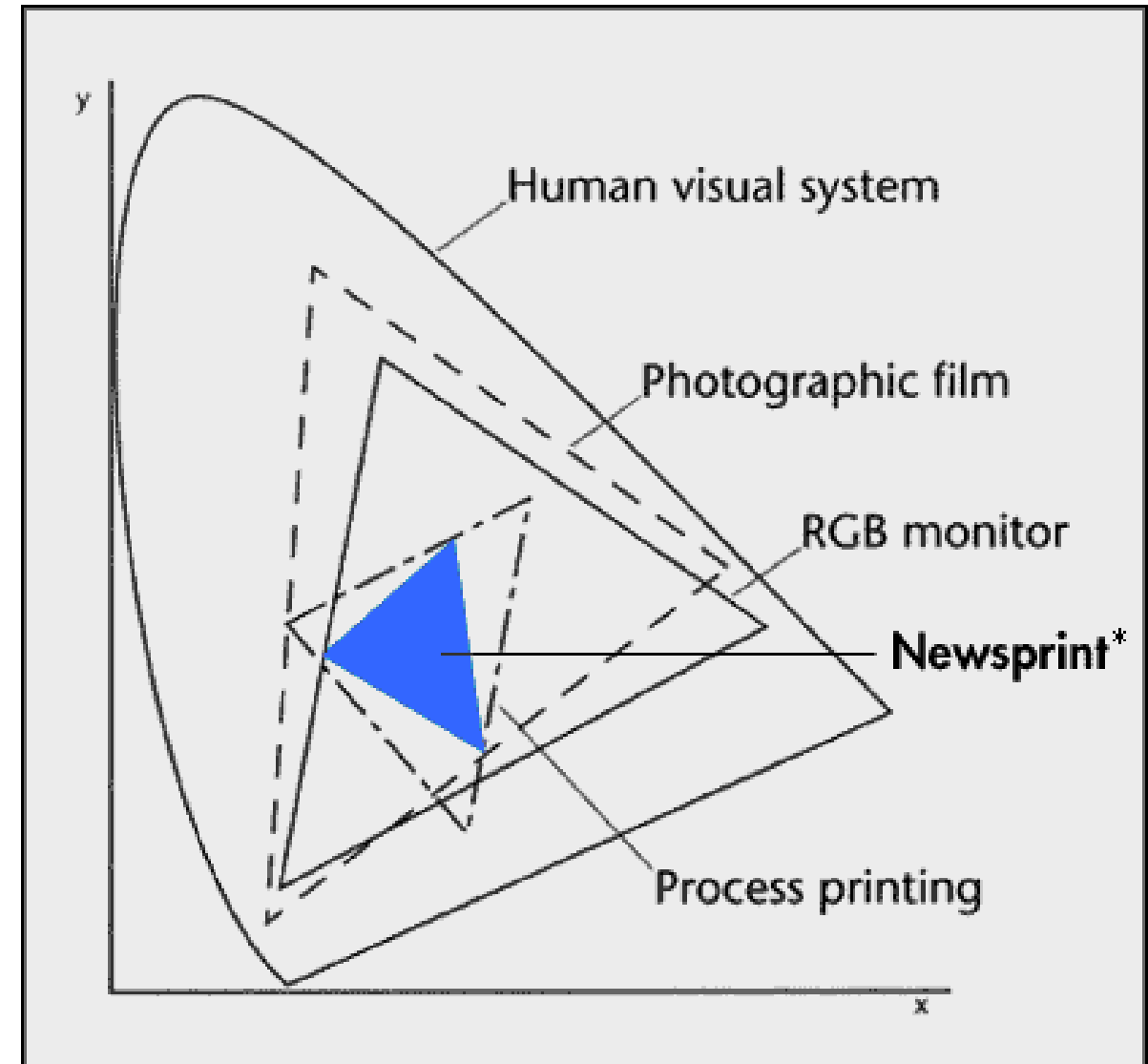
Ponieważ kolory mieszają się addytywnie czyli, wybranie trzech z nich (np.: R,G,B) wykreśli na przestrzeni barw trójkąt. Uzyskanie dowolnej barwy z jego wnętrza będzie możliwe przez mieszanie jego barw wierzchołkowych.





# Gamuty

**Gamut** - to granica danej przestrzeni barwnej, określająca wszystkie kolory, jakie w tej przestrzeni można zapisać

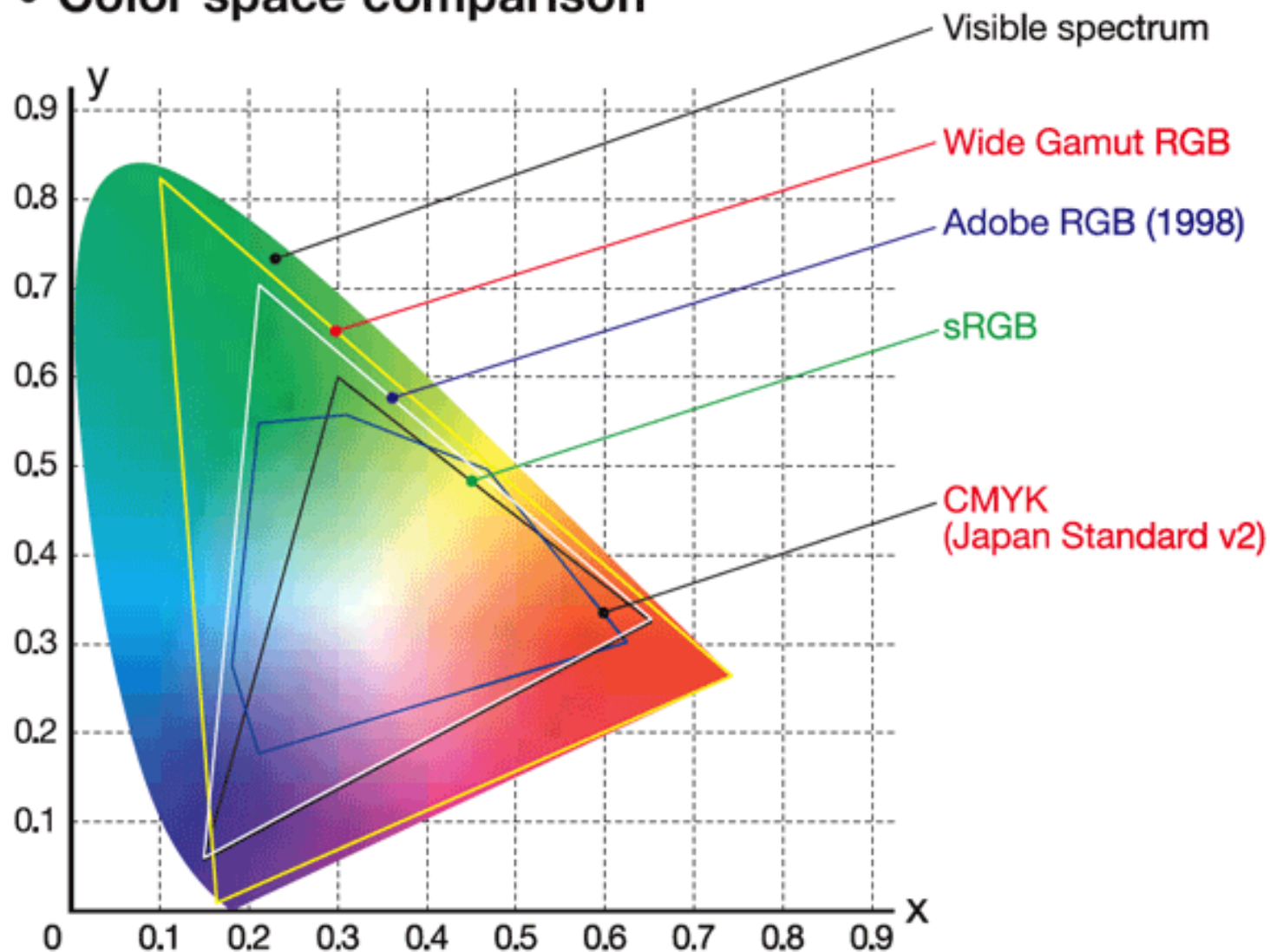


# Gamuty

Istnieją zdefiniowane i standaryzowane gamuty np.:

- **Adobe RGB**
- **sRGB**
- i inne

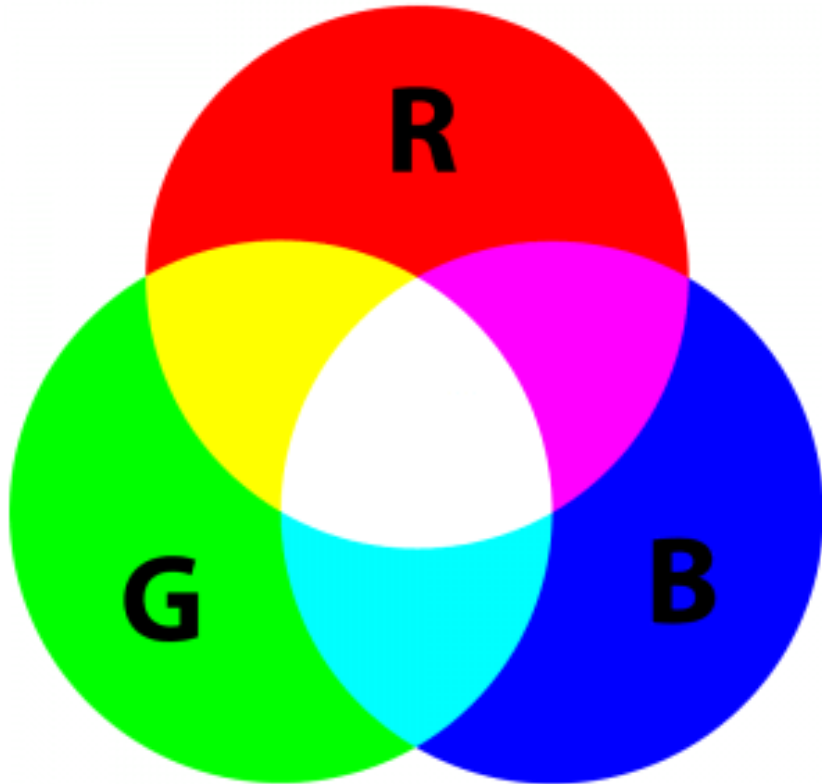
## • Color space comparison



## Modele kolorów

Do określenia koloru oprócz samego parametrycznego modelu (np. RGB, sRGB) potrzebne jest jego powiązanie go z przestrzenią rzeczywistych kolorów (np. CIE), a więc określenie jakiej fizycznej długości fali świetlnej odpowiada dany punkt w układzie RGB.

## Modele kolorów



**Model koloru** - matematyczny system opisu koloru w przestrzeni parametrów, w specyficznym układzie współrzędnych, np. RGB, gdzie parametry R, G i B przyjmują wartości z ustalonego zakresu: jako liczby ułamkowe od 0–1 lub alternatywnie, jako liczby całkowite od 0–255.

## Inne modele

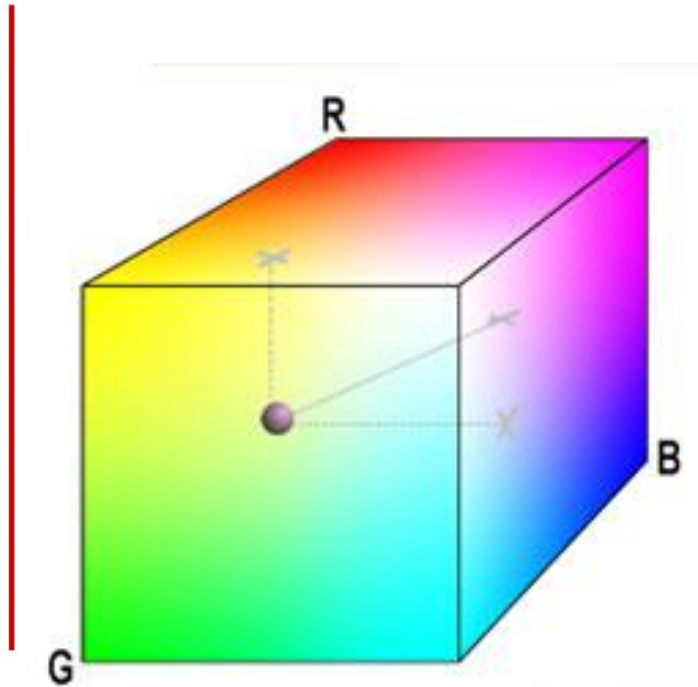
Z przestrzeni **CIE** wyprowadzone zostały wszystkie modele kolorów:

- RGB,
- CMYK,
- HSB,
- HSL,
- HSV,
- CIE  $La^*b^*$ ,
- CIE  $Lu^*v^*$ .

## Model RGB

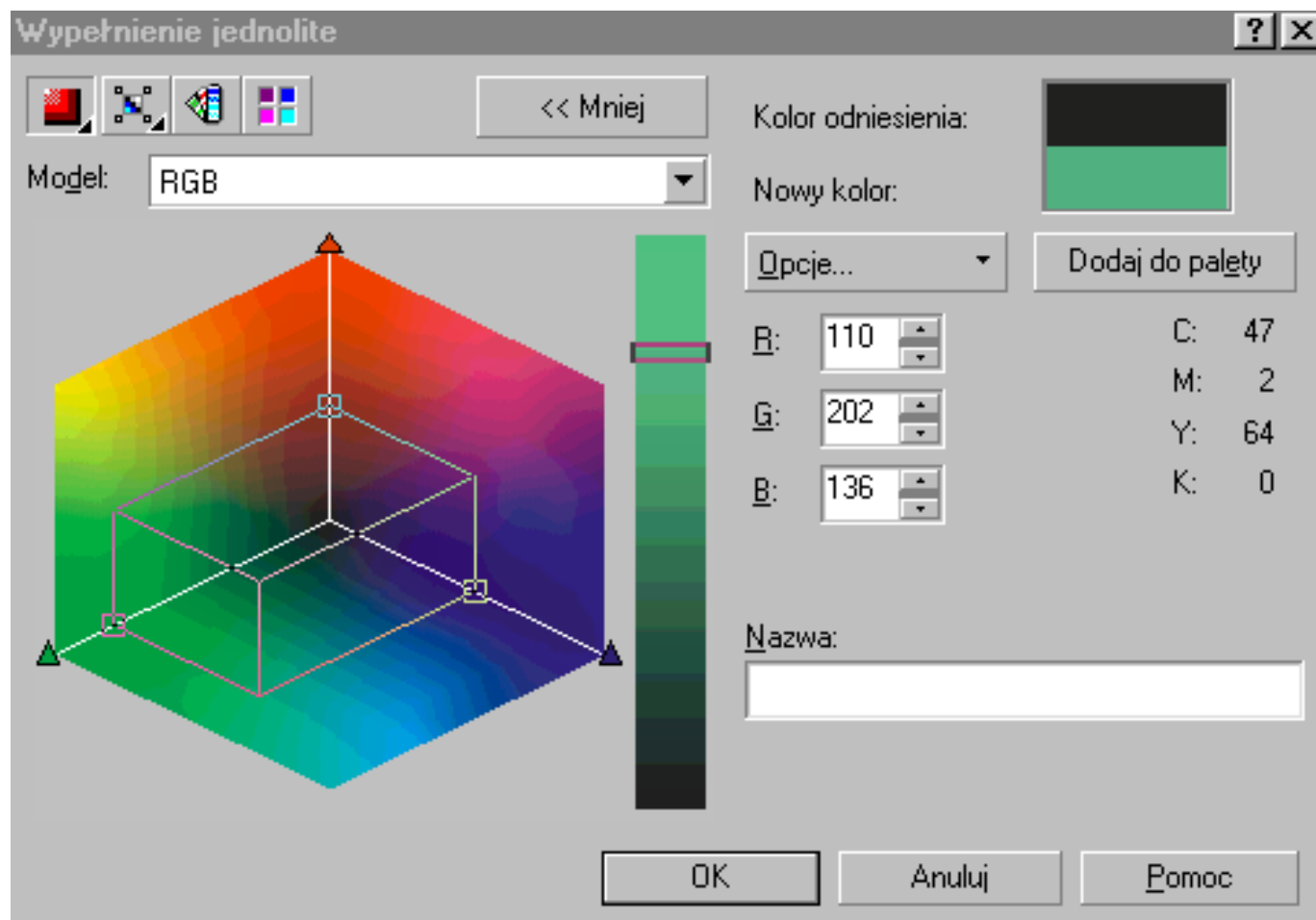
- Oparty na trzech addytywnych barwach (**model addytywny**) pierwszorzędowych światła: **Red**, **Green**, **Blue**.
- Typowy model do interpretowania i manipulowania barwami na oświetleniu, monitorach, skanerach, kamerach i aparatach cyfrowych itp.

## Model RGB



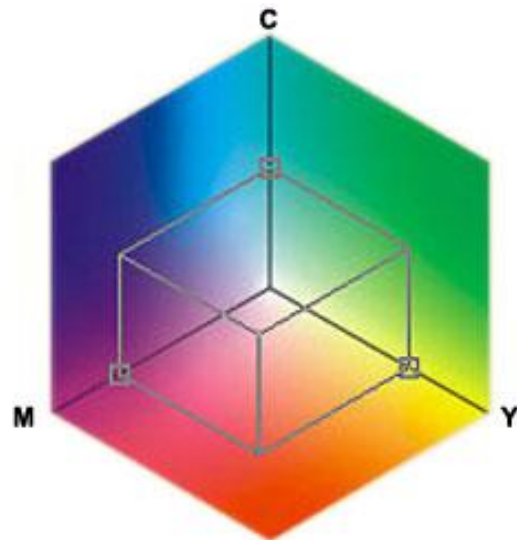
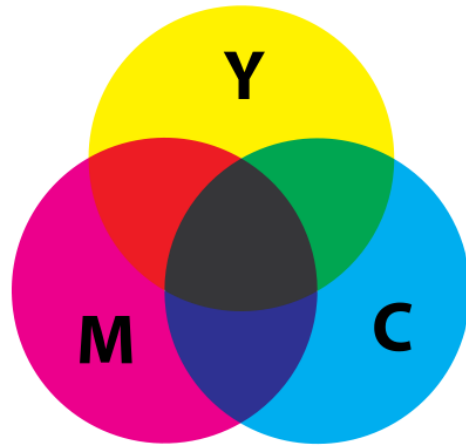
- Barwy zawarte są w sześcianie o trzech osiach, odpowiadających barwom pierwszorzędowych światła, wzdłuż których wzrasta poziom ich jasności.
- W punkcie wierzchołkowym trzech osi znajduje się czern.
- Umożliwia zdefiniowanie ok. **16,8 mln** barw.

## Model RGB





## Model CMYK

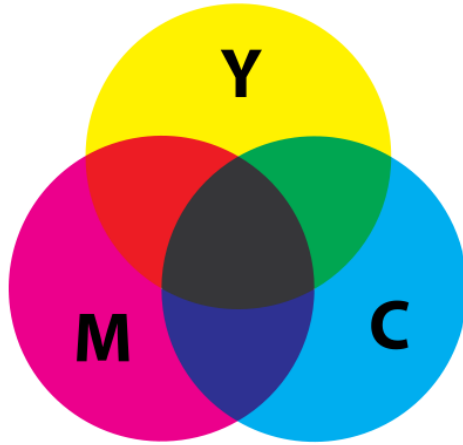


Model CMYK wykorzystuje absorpcję światła przez nośniki kryjące (np. farbę naniesioną na papier). Gdy białe światło pada na farbę (atrament), część jego widma jest absorbowana. Kolor, który nie został zaabsorbowany, odbija się i wraca do oka. Kolory podstawowe nośników kryjących to:

- **niebieskozielony (*Cyan*)**,
- **purpurowy (*Magenta*)**,
- **żółty (*Yellow*)**.

Kolory te nazywa się **subtraktywnymi**.

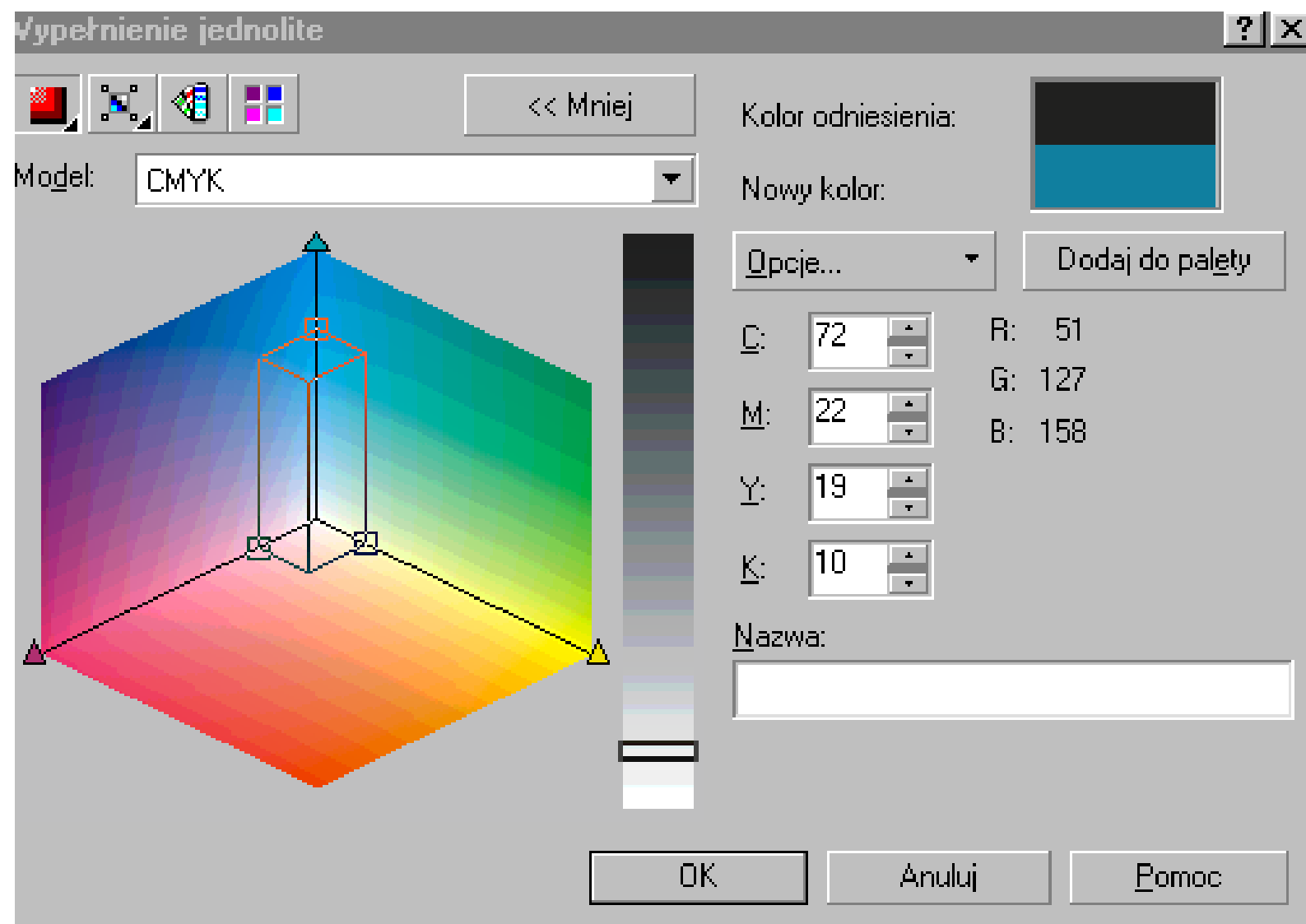
## Model CMYK



W celu uzyskania lepszej czerni drukarki stosują dodatkowo kolor **czarny** (***black***), stąd model **CMYK**.

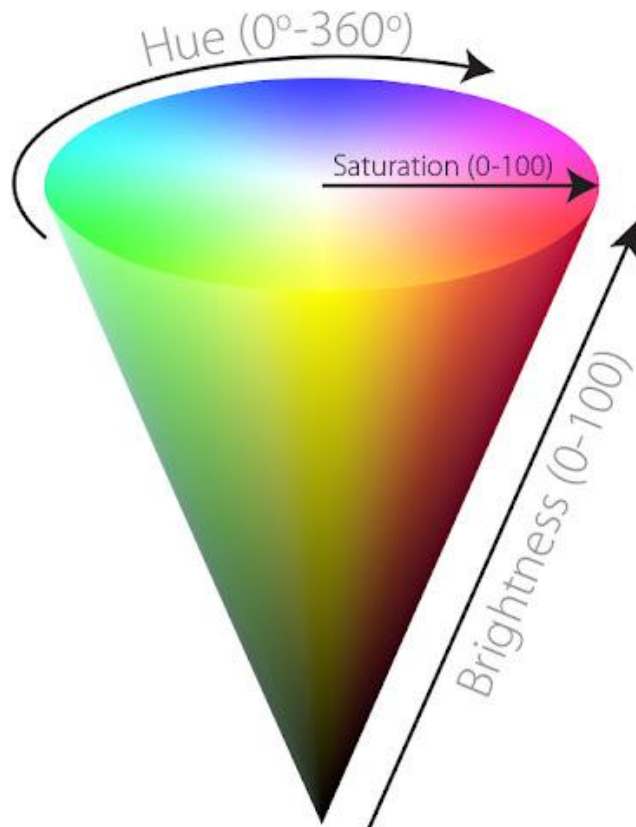
Modelu CMYK używa się do przygotowania **obrazów przeznaczonych do druku**.

# Model CMYK



## Model addytywny HSB/HSL

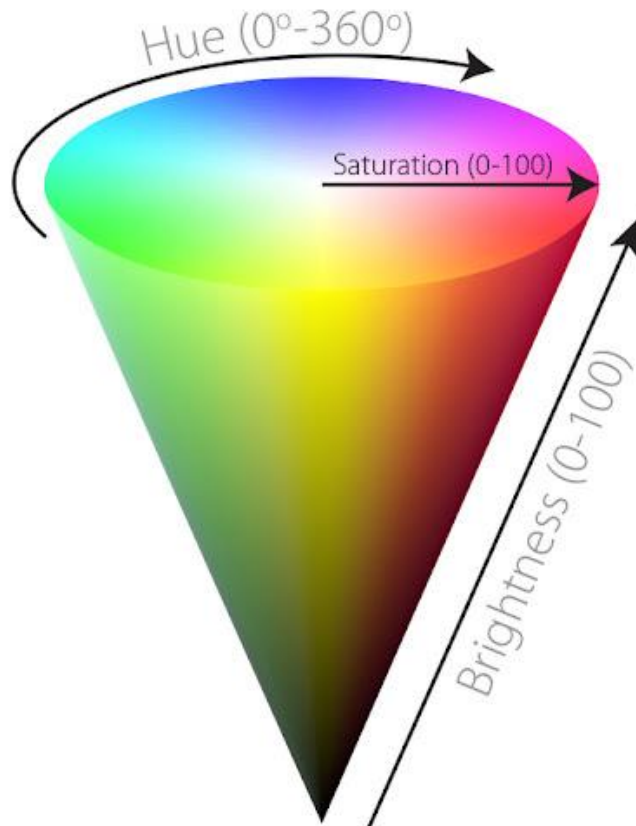
W modelu tym do opisu barw wykorzystuje się trzy podstawowe atrybuty:



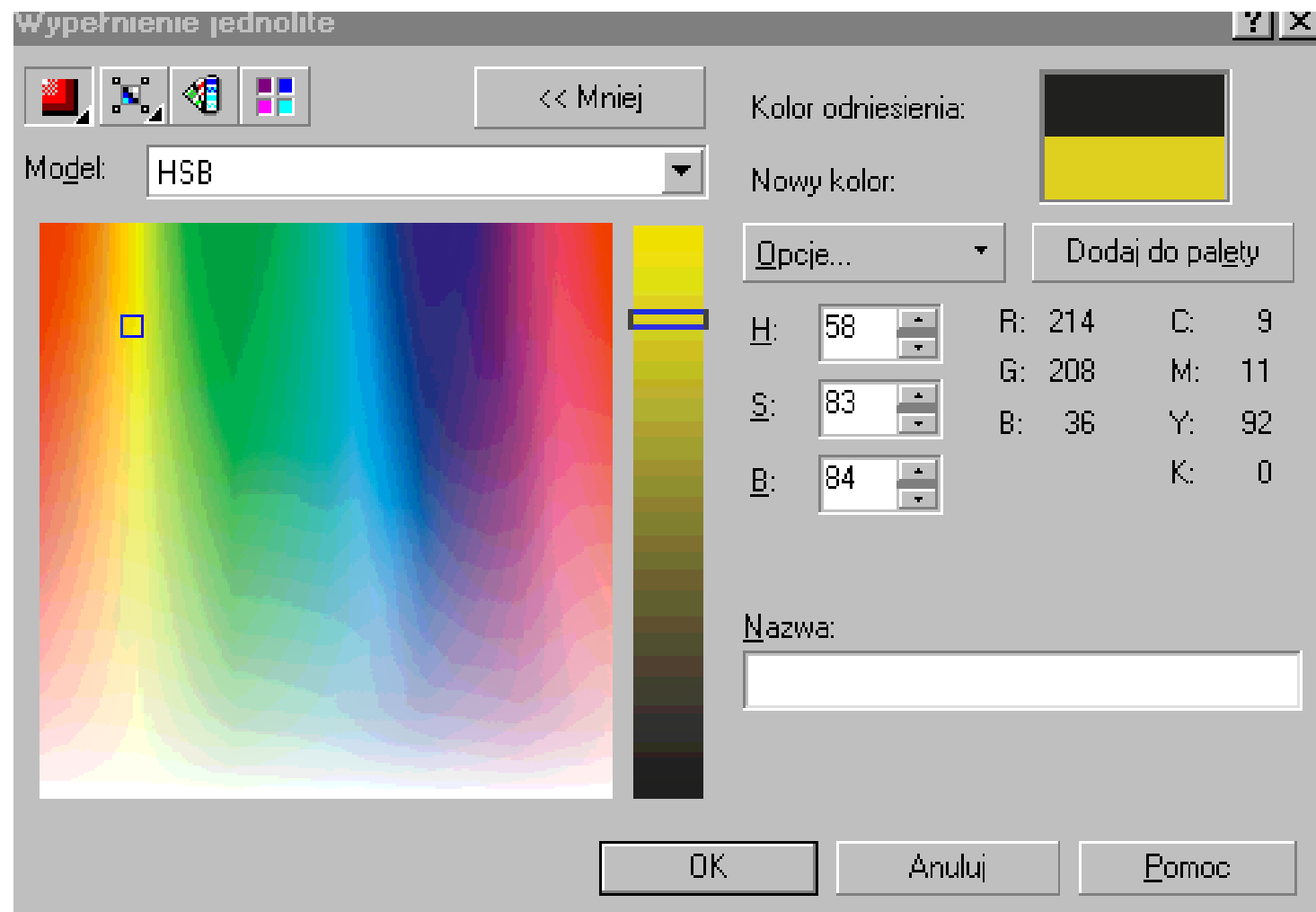
- **kolor (*Hue*)**, który jest reakcją (wrażeniem) na poszczególne długości fali światła odbitego lub przechodzącego przez obiekt. Kolor jest identyfikowany nazwą, taką jak czerwony, pomarańczowy, zielony, itd., (360 wartości);
- **nasycenie (*Saturation*)**, które oznacza siłę barwy, czyli stosunek szarości do czystego odcienia, (256);
- **jaskrawość (*Brightness*)**, która określa względną jaskrawość barwy i wyraża się zazwyczaj w procentach od 0 (czern) do 100% (biel), (256).

## Model addytywny HSB/HSL

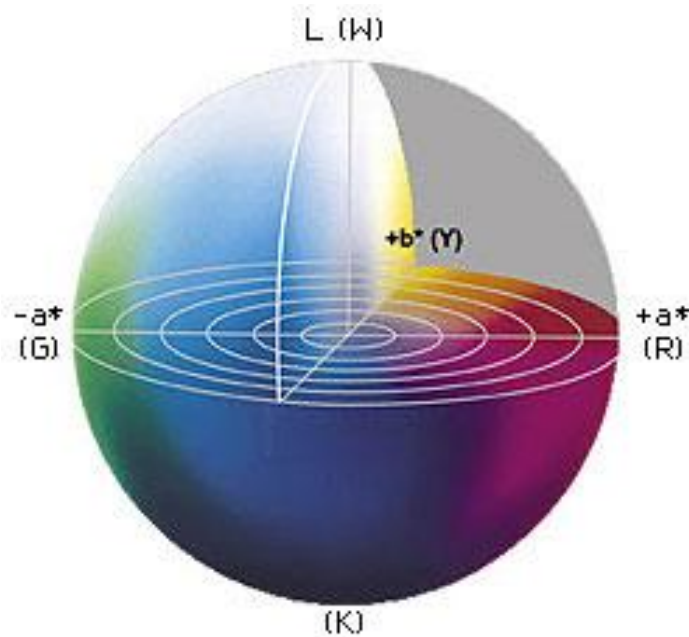
- umożliwia otrzymanie **23 592 960** różnych barw



## Model HSB/HSL



## Model $La^*b^*$



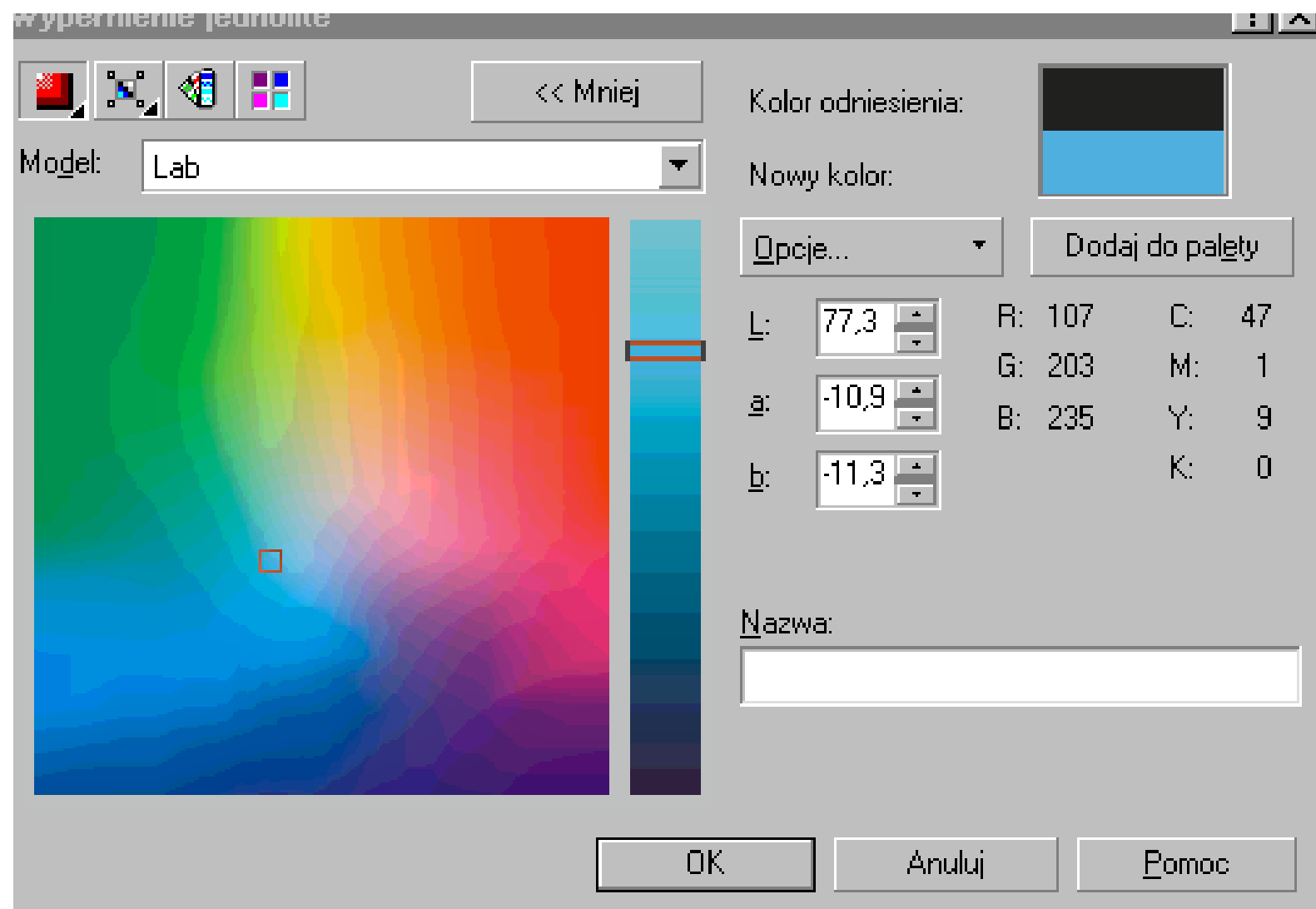
Model  $La^*b^*$  został zaprojektowany tak, aby odtwarzać takie same kolory niezależnie od urządzenia zastosowanego do stworzenia wyjściowego obrazka – monitora czy drukarki.

Kolor  $La^*b^*$  tworzony jest ze składnika **luminancji** (**jaskrawości**) – **L** oraz dwóch składników **chromatycznych**:

- **a** (zmieniającego się od **zielonego** do **czerwonego**)
- **b** (zmieniającego się od **niebieskiego** do **żółtego**).

$La^*b^*$  jest modelem zalecanym przy **przenoszeniu obrazów pomiędzy różnymi systemami**.

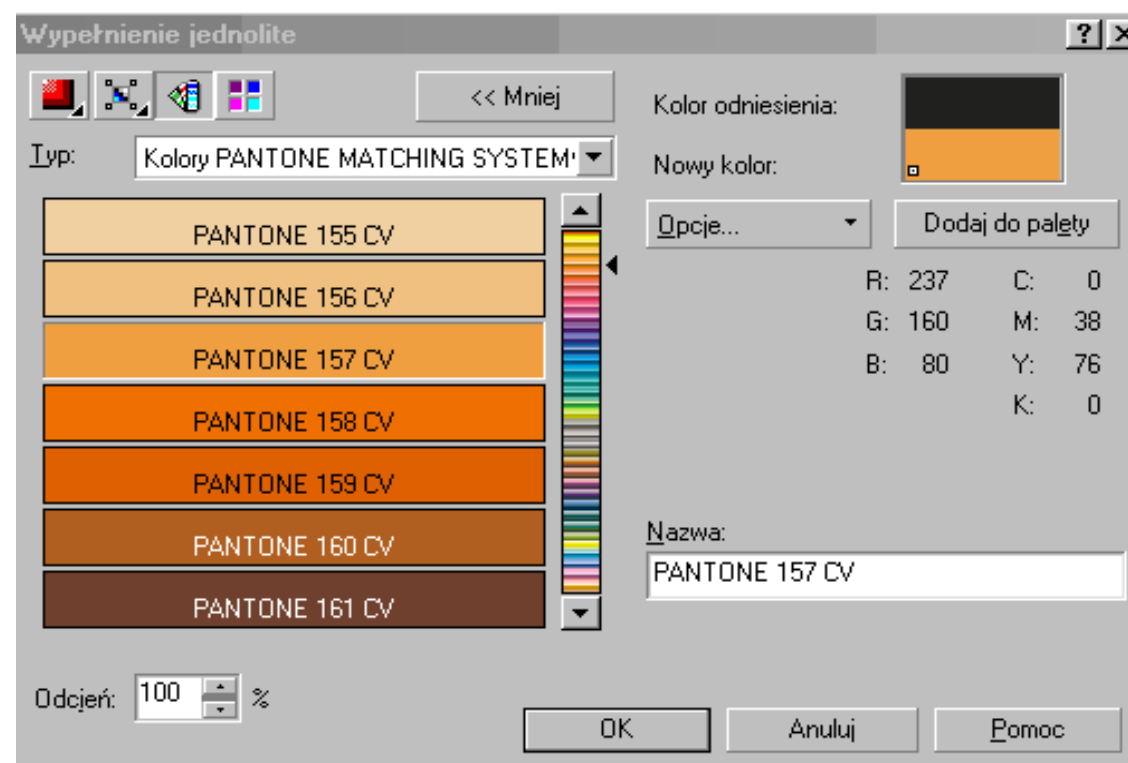
## Model La\*b\*





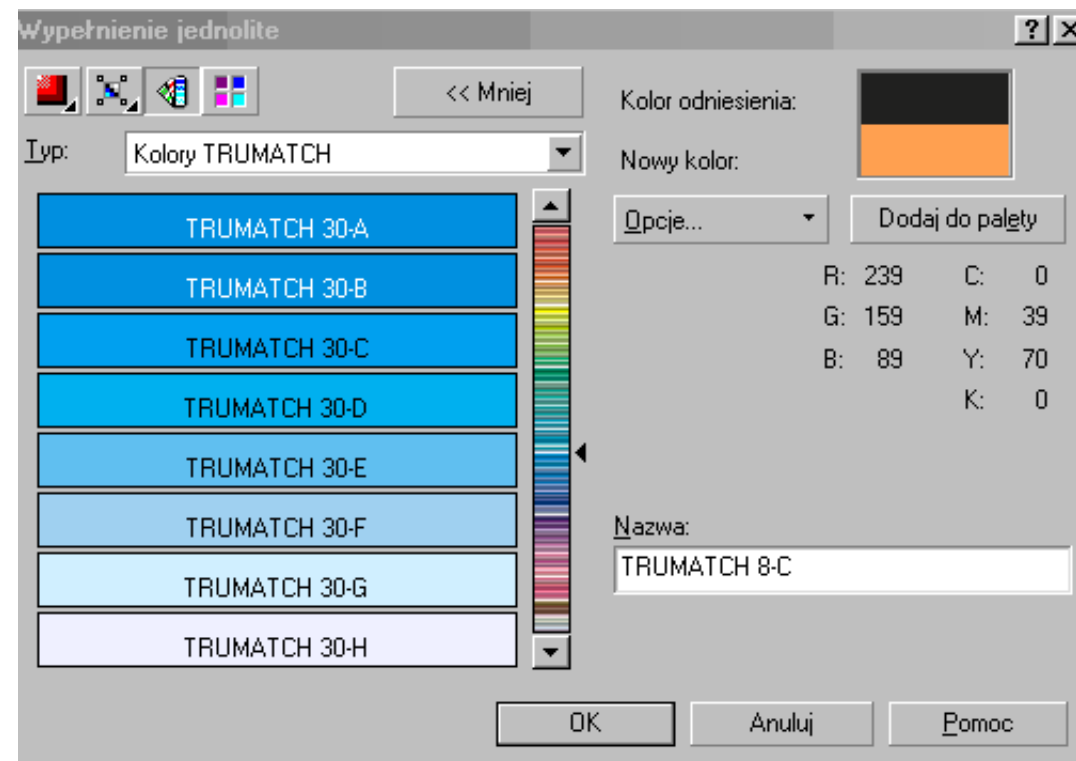
## Model PANTONE

Jest to subtraktywny model barw spotowych opracowany jako standard przemysłowy przez firmę **Pantone Co** i składający się z kilku tysięcy barw powstałych w wyniku mieszania farb składowych według ścisłych receptur.



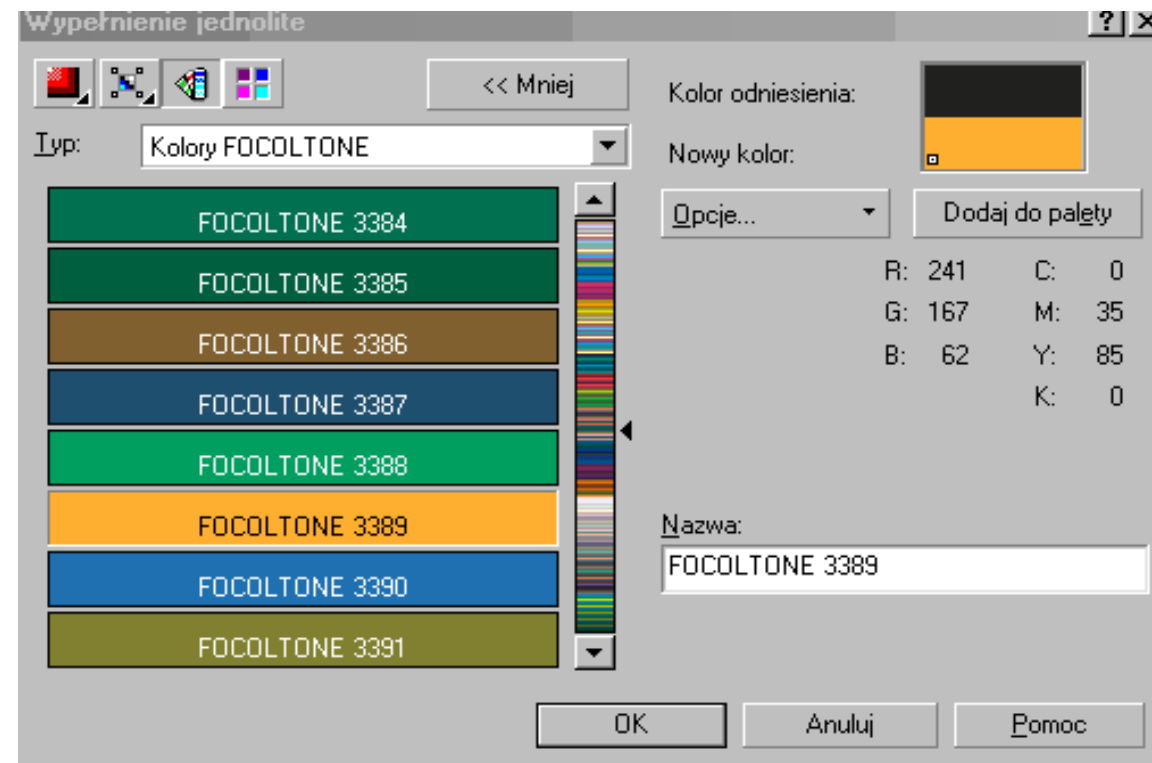
## Model TRUMATCH

Jest to subtraktywny model barw procesowych wybranych z modelu CMYK obejmujących ponad 2000 barw. Każda z tych barw ma zdefiniowane dokładnie procentowe wartości składowych CMYK.



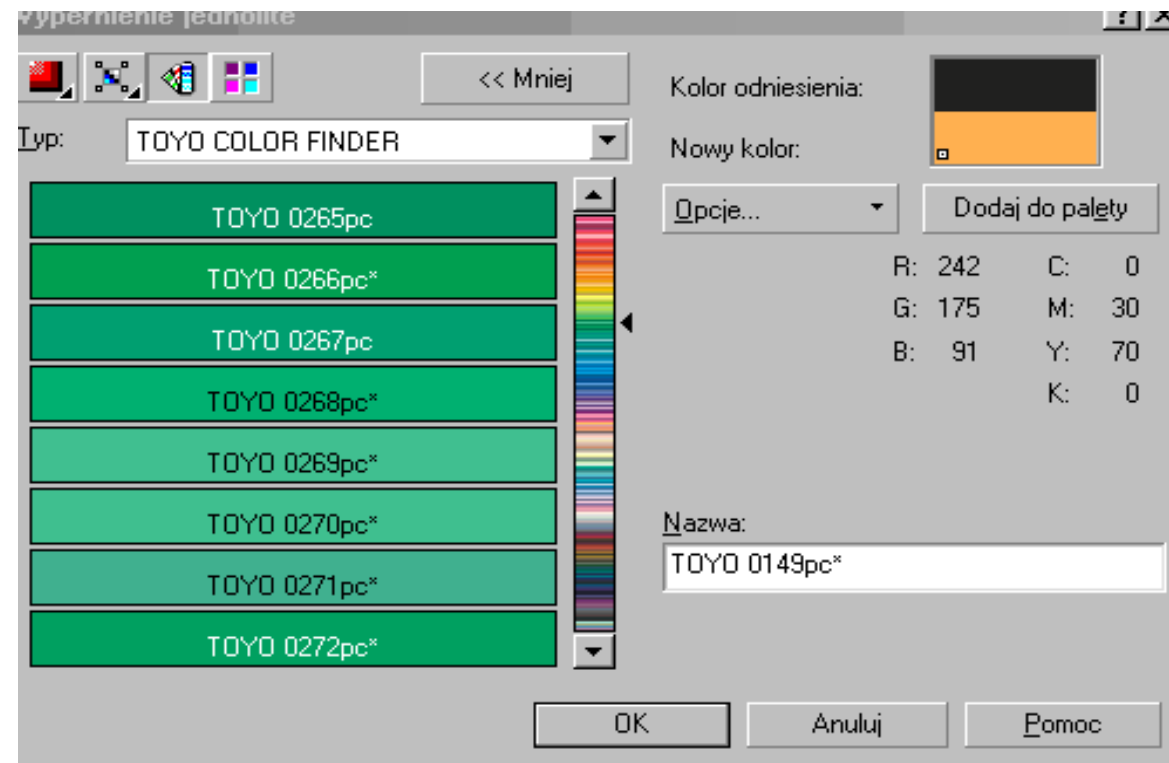
## Model FOCOLTONE

Jest to model barw procesowych tworzący paletę 763 barw wybranych z modelu CMYK tak, że umożliwia drukarzowi łatwe i bezproblemowe realizowanie zamierzeń projektanta.



## Model TOYO

Jest to substraktywny model barw spotowych opracowany w Japonii, przez firmę o tej samej nazwie, jako standard przemysłowy. Obejmuje kilka tysięcy barw otrzymanych według specjalnych receptur mieszania farb składowych.





## Wykorzystano

<http://www.phototrip.pl/porady/profile/profile.html>