

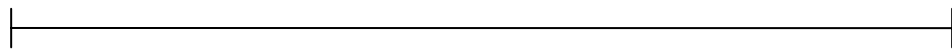
# WYKŁAD 11

## • Modelowanie koloru

### Kolor

#### • Światło widzialne

fiolet, indygo, niebieski, zielony, żółty, pomarańczowy, czerwony



~400nm

~700nm

**Rozróżnialność barw** (przeciętna): **150 czystych** barw

Wrażenie koloru-trzy czynniki:

- barwa,
- jasność,
- nasycenie.

#### **Barwa:**

Fizycznie: **dlugość fali**

Subiektywnie: to co **odróżnia** zieleń od błękitu a jest **wspólne** dla różnych **odcieni** czerwonego.

**Jasność** - **stopień podobieństwa** do barwy białej (dla *odcieni* jasnych) lub czarnej (dla *odcieni* ciemnych).

**Nasycenie** - **czystość** barwy np. **stopień zbliżenia** do **barw zasadniczych** występujących w widmie słonecznym: **czerwona, zielona, niebieska, żółta (RGBY)**. Rozróżnialność barw (uwzględniając jasności) ok. 400000 kolorów (przy porównywaniu). Z pamięci: kilkadziesiąt barw. Subiektywna ocena barw obrazu na monitorze przy różnym oświetleniu pomieszczenia.

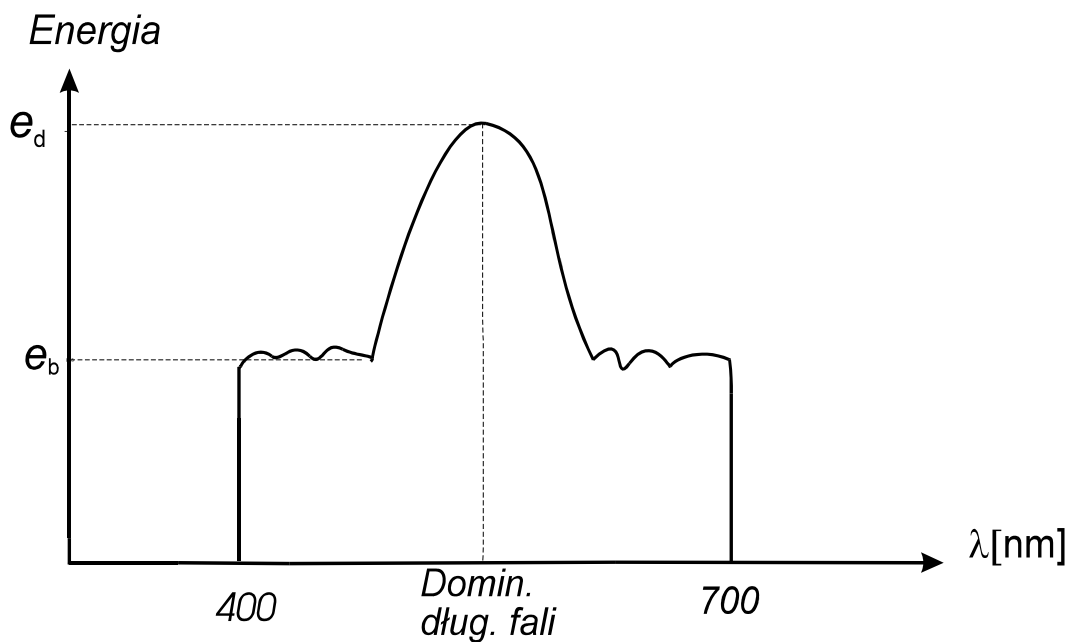
## Komputerowe modelowanie koloru

Cel: otrzymanie obiektywnych, jednoznacznych charakterystyk barw.

Rozkład energii światła z **dominującą** długością fali:

$e_d$  - poziom składowej dominującej

$e_b$  - wypadkowy poziom wszystkich pozostałych składowych dających światło białe



Nasylenie rośnie gdy  $e_d/e_b$  rośnie

$e_d = e_b$  - nasylenie zerowe

$e_b = 0$  - nasylenie 100%

Światło białe: np.: R:G:B = 26:66:8

**Barwy dopełniające:** trójki lub pary barw dających światło białe np.: **czerwono -**

**zielono - niebieska RGB addytywne**

**żółto - niebieska. CMY subtraktywne**

**Barwy podstawowe** - Barwy, którymi opisywane są inne

Dowolna, **skończona** liczba barw podstawowych **nie wystarcza** do otrzymania wszystkich barw z widmowego spektrum (porównaj diagram CIE).

### Standard barw podstawowych

Standard CIE 1931r. (Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa).

Standardowe barwy podstawowe nie odpowiadają żadnej rzeczywistej barwie, za to **dowolną** widzialną barwę daje się wyrazić jako ich **średnią ważoną**.

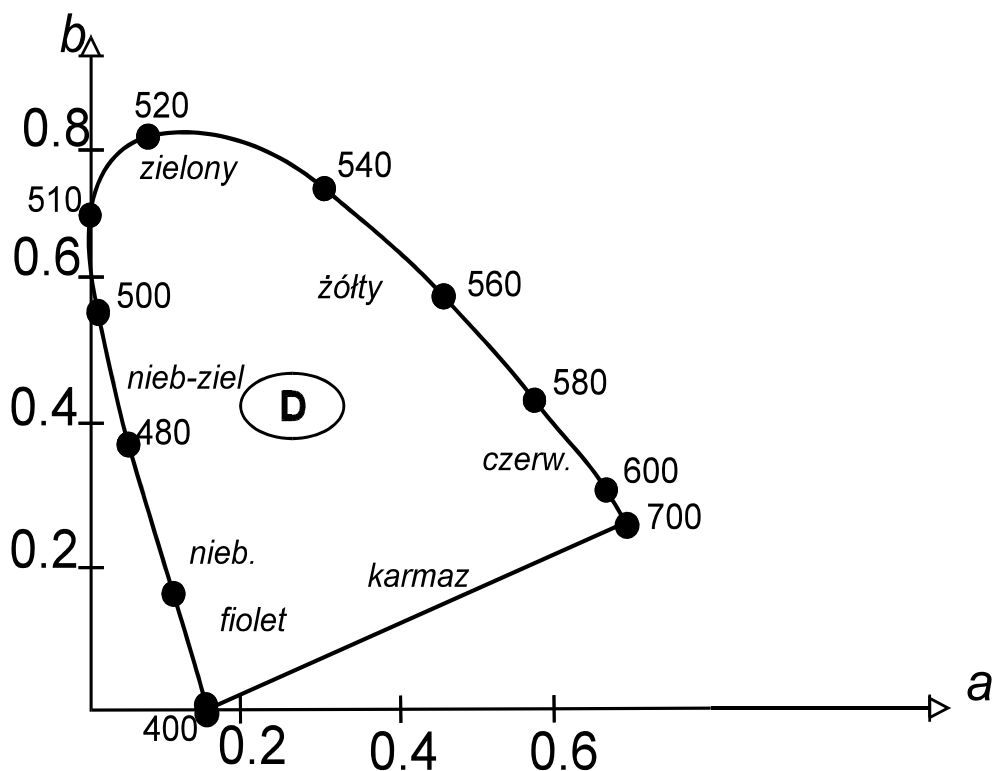
Niech A,B,C - ilości poszczególnych barw podstawowych CIE dających w sumie pewną barwę.

Wielkości:

$$a = \frac{A}{A+B+C}; \quad b = \frac{B}{A+B+C}; \quad c = \frac{C}{A+B+C}$$

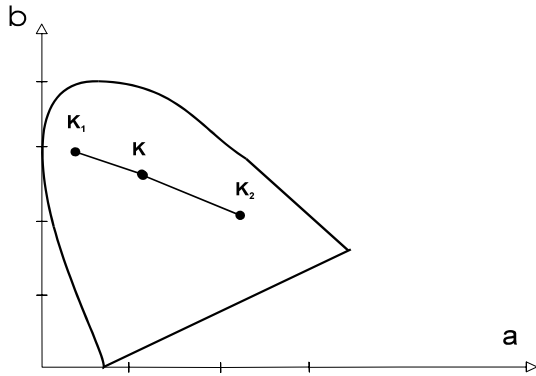
są to **współrzędne trójchromatyczne** tej barwy. Widać, że zawsze:  $a+b+c=1$  tzn. **dowolne dwie** współrzędne wystarczą do określenia barwy.

**Diagram chromatyczności CIE** - wykres współrzędnych a i b **wszystkich** barw widzialnych; obszar D - barwa biała

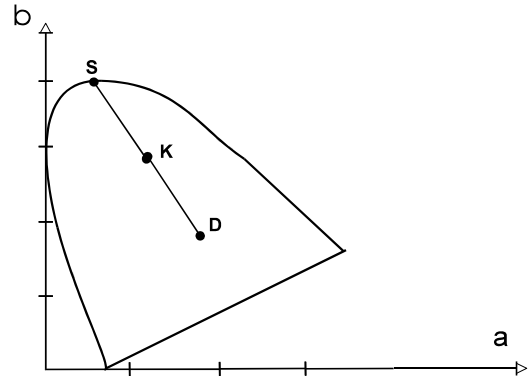


- Standard CIE - operacja na barwach

**Mieszanie** (dodawanie) dwóch barw  $K_1$  i  $K_2$



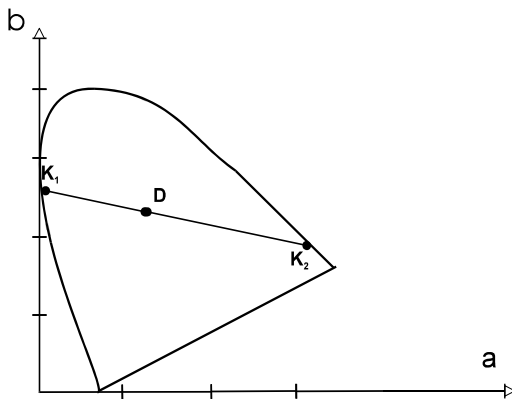
**Dominująca** długości fali i **nasycenie** koloru. S - domin. dług. fali barwy K



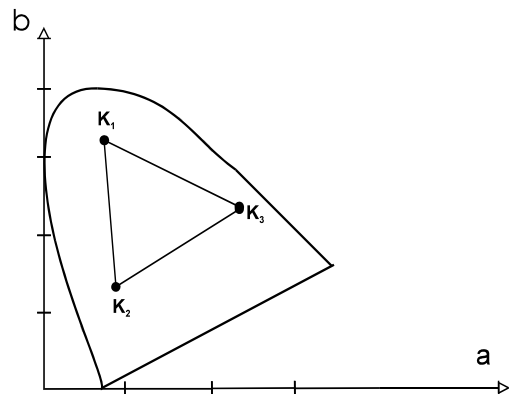
N

Nasycenie określone ilorazem:  $\frac{KD}{DS}$

**Dopelniająca** para barw;  $K_1, K_2$  dowolne barwy;

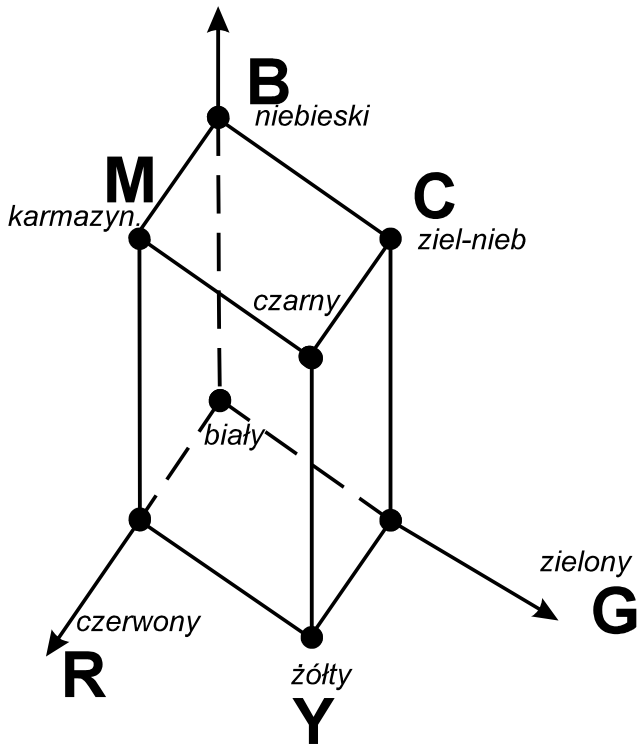


**Gama** określona trzema kolorami (odpowiada trójkątowi  $K_1K_2K_3$ )



Gama określona skończoną liczbą kolorów **nie wyznacza** wszystkich barw widma (spektrum widzialnego) 400-700nm

## Model RGB



Opis piksla:

3 bajty  $\rightarrow$  16777216 barw

3 bity  $\rightarrow 2^3 = 8$  barw

1 piksel na ekranie monitora

składa się **fizycznie** z 3 elementów (RGB)

Barwy podstawowe R, G, B (red green blue) - odpowiadają **sprzętowym** (w postaci 3 - elementowej) sposobom generowania kolorowych obrazów na monitorze rastrowym.

Wszystkim możliwym do uzyskania barwom w modelu RGB odpowiadają punkty **sześcianu jednostkowego** rozpiętego na **osiach barw podstawowych**

Wierzchołki przeciwległe odpowiednio do R, G, B - barwy **dopełniające** Przekątna (0, 0, 0)  $\rightarrow$  (1, 1, 1) odpowiada różnym poziomom **szarości** (światło białe).

Model RGB - opis **addytywnego** procesu otrzymywanie barw w wyniku dodawania (mieszania) w różnych proporcjach trzech barw podstawowych.

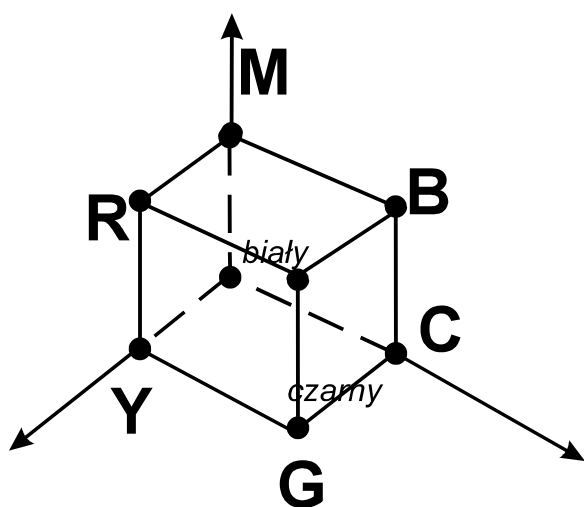
### Model CMY

**C** - **cyan** (zielono-niebieski), **M** - **magenta** (karmazynowy), **Y** - **yellow** (żółty) (są to *dopełnienia* R, G, B).

**CMY** są podstawowymi barwami **subtraktywnymi**, ponieważ **usuwiają** poprzednie podstawowe barwy ze źródła białego.

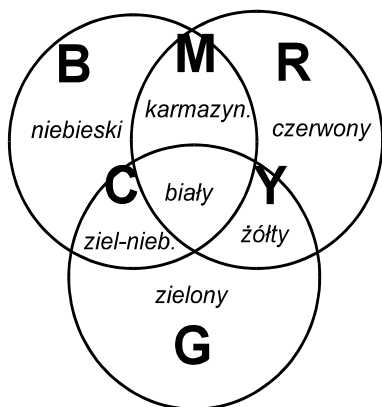
Np. przedmiot pokryty **żółtą** farbą pochłania składowe światła słonecznego o długościach odpowiadających barwie **niebieskiej**.

Model CMY jest subtraktywny i służy do określenia kolorów rysunków na drukarkach i ploterach.

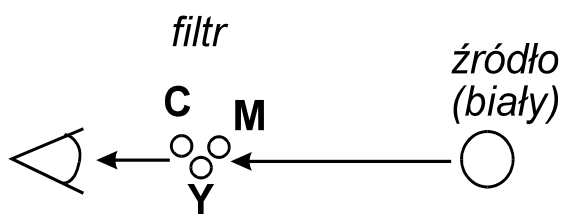
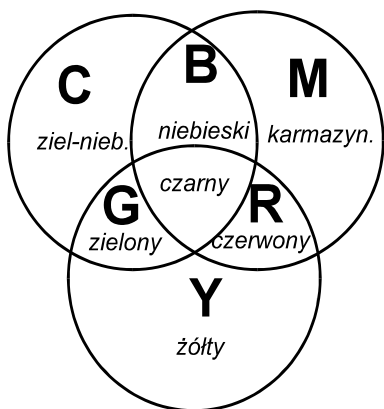


**W praktyce:** Maksymalne (równe 1) składowe barw podstawowych **nie absorbują** wszystkich długości widzialnych fal. Dlatego, używana jest dodatkowo czarna farba (dodatkowy pojemnik w drukarce atramentowej)

- Model RGB - barwy *addytywne*

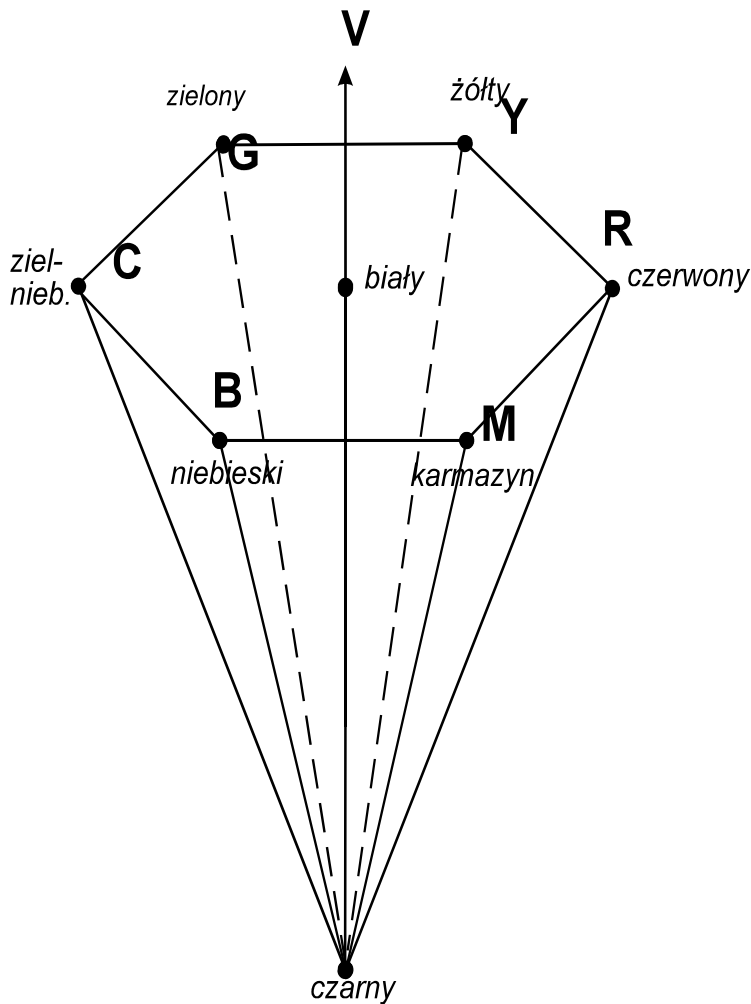


- Model CMY - barwy *subtraktywne*



- Model HSV

H - hue (barwa), S - saturation (nasylenie), V - value (wartość)



kąt  $\beta$  obrotu wokół osi V

$\beta = 0^{\circ}$  R

$\beta = 120^{\circ}$  G

$\beta = 240^{\circ}$  B

S: odległość od osi

**punkty:**

na V: S=0

na ścianach: S=1

intensywność barwy: V:0 - na wierzchołku ostrosłupa

maksymalnie V=1 - punkty podstawy ostrosłupa

Określanie barwy: podanie  $\beta$  : V=S=1

-ściemnianie (zmniejszanie V) i/lub rozjaśnianie (zmniejszanie S)

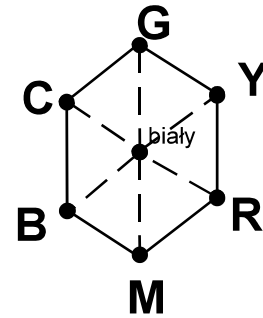
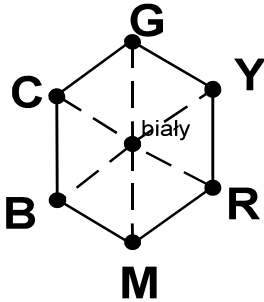
Do wyświetlenia na monitorze barw zdefiniowanych w HSV **potrzebne są** współrzędne RGB

Dlatego stosuje się:

Algorytm transformacji (przekształcenia) modelu HSV na model RGB



Algorytm **transformacji** (przekształcenia) modelu HSV na model RGB



Model RGB oglądany wzdłuż przekątnej od barwy białej do czarnej

Podstawa ostrosłupa modelu HSV oglądana z góry

Algorytm:

**dane:**  $h$  - kąt z przedziału  $[0^0, 360^0]$   
 $s, v$  z przedziału  $[0, 1]$

**oblicz:**  $h = \frac{h}{60}$   
 $i = \text{floor}(h)$ : {największa liczba całkowita  $\leq h$ }  
 $f = h - i$

$$t = v*(1 - s); \quad u = v*(1 - s*f); \quad w = v*(1 - s*(1 - f))$$

jeśli  $i = 0$   
 $r = v; \quad g = w; \quad b = t$

w przeciwnym razie jeśli  $i = 1$ , to  
 $r = u; \quad g = v; \quad b = t$

w przeciwnym razie jeśli  $i = 2$ , to  
 $r = t; \quad g = v; \quad b = w$

w przeciwnym razie jeśli  $i = 3$ , to  
 $r = t; \quad g = u; \quad b = v$

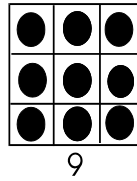
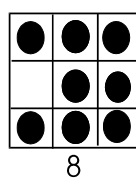
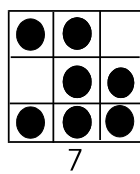
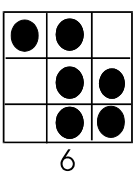
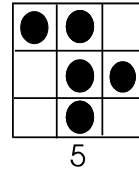
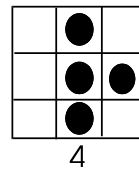
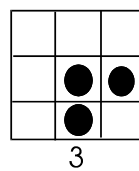
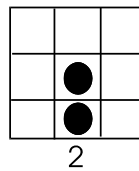
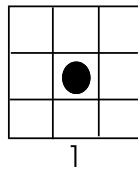
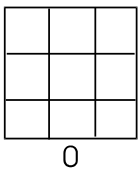
w przeciwnym razie jeśli  $i = 4$ , to  
 $r = v; \quad g = t; \quad b = u$

- Techniki obrazowania poziomów jasności i kolorów

- Monitor o wielu poziomach szarości - jasność **pojedynczego** (fizycznego) piksla odpowiada jasności obliczonej.
- Monitory (tanie) o niewystarczającej liczbie poziomów szarości zamiast pojedynczych piksli - zastosowania wzorców  $n \times n$  piksli daje to  $n^2+1$  poziomów jasności dla monitora o 2 poziomach jasności; 0 - piksel zgaszony, 1 - piksel zapalony.

Przykład 1:

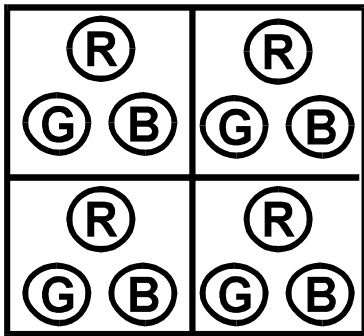
np.:  $n \times n = 3 \times 3$ : wtedy  $3^2+1 = 10$  poziomów



Wada: Gorsza rozdzielczość obrazu (ale nie fizyczna ekranu monitora)

Przykład 2:

Model **RGB**: dla R, G, B przyjmujących 0, 1 (8 barw) wzorec 2×2 piksele daje 125 barw



Efekt **liniowej** zmiany jasności wzorców:

wrażenie **mniejszych** zróżnicowań części ciemniejszych obrazów niż części jaśniejszych.

Wzrok ludzki reaguje w sposób **liniowy** na **przyrosty** ilorazu różnicy między kolejnymi poziomami jasności i poziomem niższym a nie na różnice bezwzględne.

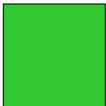
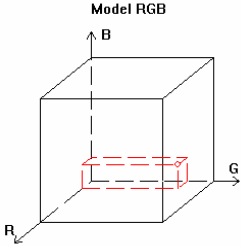
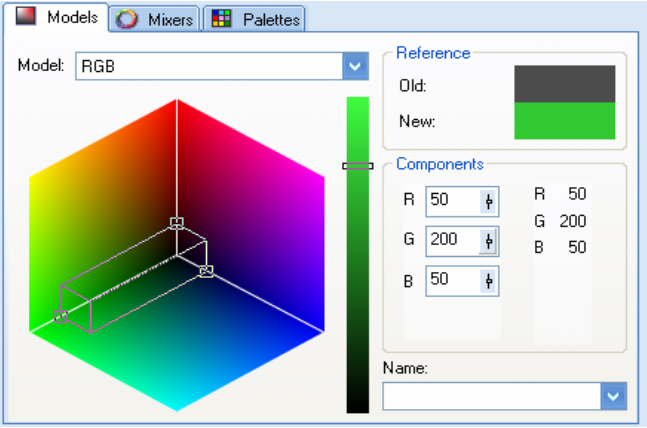
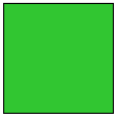
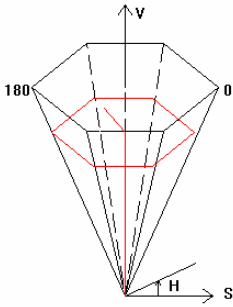
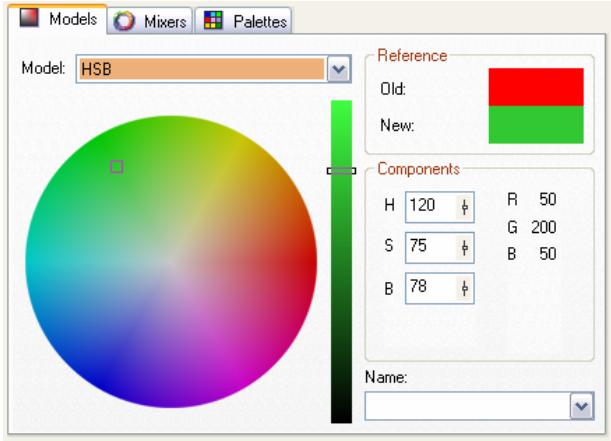
Dlatego poziomy jasności  $I_k$  powinny mieć **rozkład logarytmiczny** (stały stosunek następnego poziomu do poprzedniego) tzn:

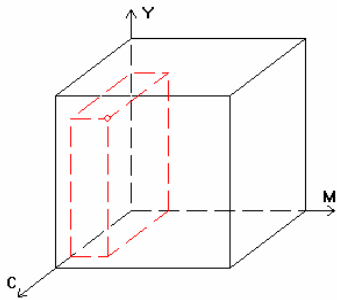
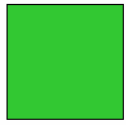
$$\frac{I_{k+1}}{I_k} = \text{const.}$$

Problem: jak wygląda w tym przypadku sposób nadawania wartości "1" kolejnym pikselom wzorców z podanych przykładów. Podać kilka elementów wzorca dla jednego i drugiego przykładu.

Nazwa stosowanej techniki: technika **roztrząsania** (dithering)

# Przykłady modeli koloru



<p><b>Barwa wynikowa</b></p>  <p>Wartości poszczególnych składowych: Czerwona [R]: 50 Zielona [G]: 200 Niebieska [B]: 50</p> <p><b>Model RGB</b></p> 	
<p><b>Otrzymana barwa</b></p>  <p>Wartości poszczególnych składowych: Odcień barwy [H]: 120 Nasylenie [S]: 75 Wartość [V]: 78</p> <p><b>Model HSV</b></p> 	



**CMY (205, 55, 205)**

Models Mixers Palettes

Model: **CMY**

Reference  
Old:   
New: 


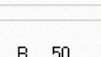
Components  
C 205 R 50  
M 55 G 200  
Y 205 B 50

Name:

**CMYK (59, 0, 59, 22)**

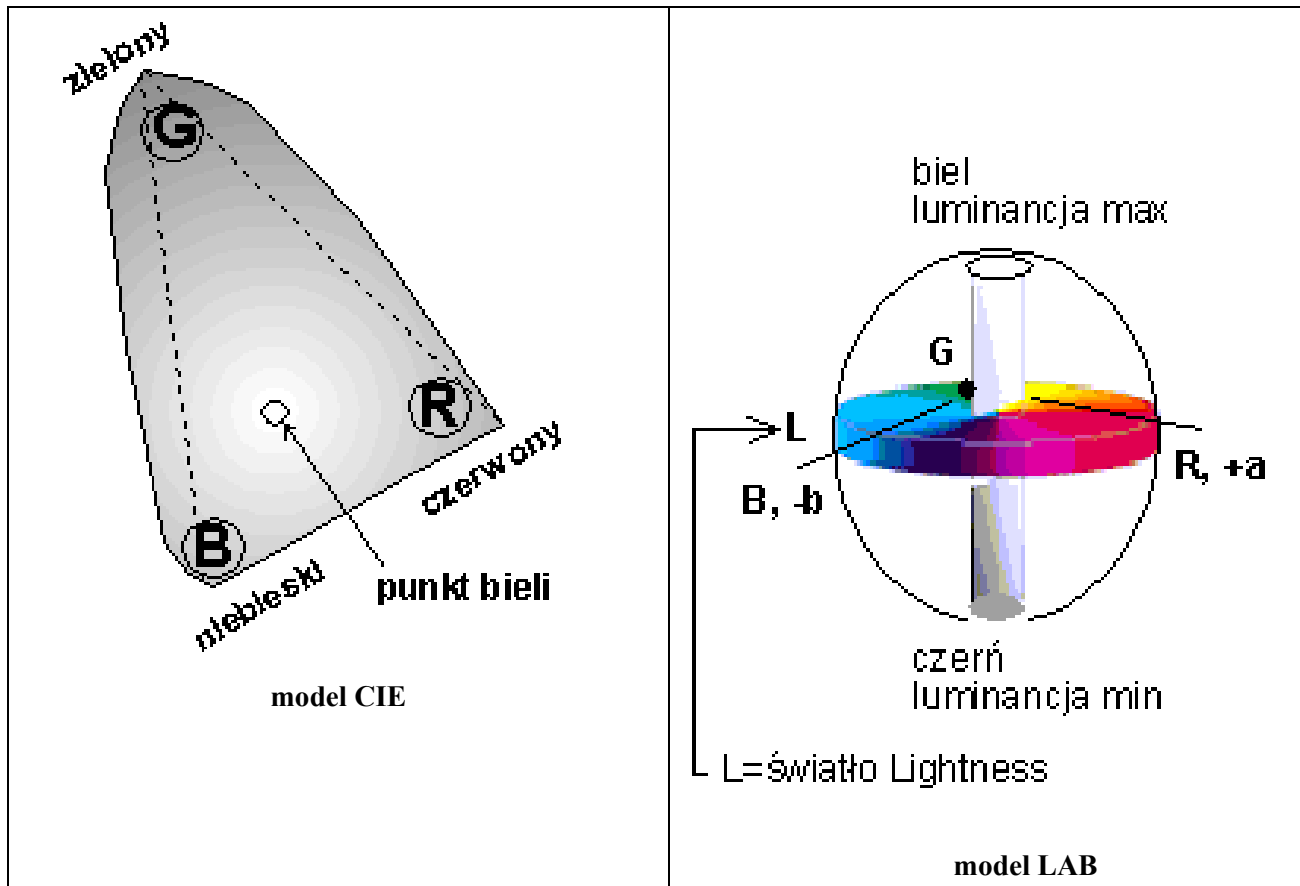
Models Mixers Palettes

Model: **CMYK**

Reference  
Old:   
New: 

Components  
C 59 R 50  
M 0 G 200  
Y 59 B 50  
K 22

Name:



### Inne przykłady modeli koloru:

1. Program *Corel PhotoPaint 11*, (aktywacja paska narzędziowego: Tools, Customization, a następnie przy **otworzonym** pliku obrazowym: Edit, Fill, Edit, Options, Color Viewers)
2. Program ...\Programy\barwy (serwer *Oceanic*)
3. Model LAB – opis i wzory:  
<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Lab%20color%20space>