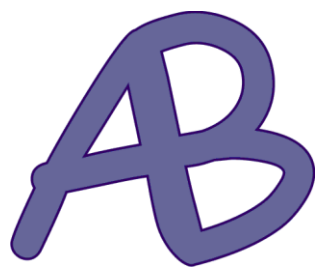


Wykład

- **Cyfrowy zapis koloru**
- **Zapis i kompresja obrazu statycznego**
- **Kompresja filmu**



Cyfrowy zapis koloru – przestrzeń barw



W fizyce:

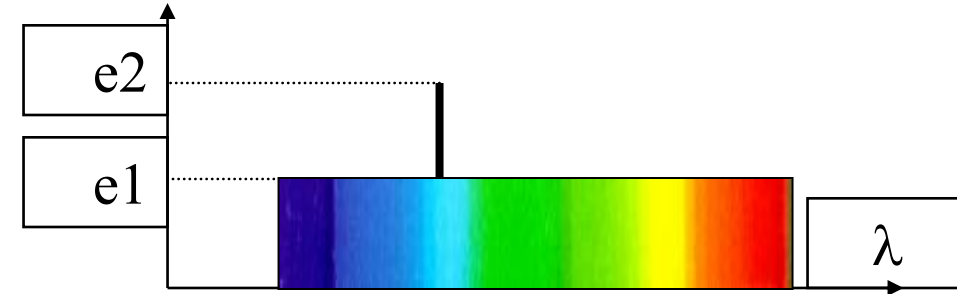
- ✓ **Barwa**, to względny parametr oceny światła monochromatycznego (o dokładnie jednej długości fali).
- ✓ **Kolor**, to względny parametr oceny światła złożonego (o różnych długościach fali)

W poligrafii:

- ✓ **Barwa** – własność materiału, np. barwnika
- ✓ **Kolor** - subiektywne wrażenie obserwatora

Kolor może być biały lub czarny, barwa – NIGDY

Barwę definiują trzy atrybuty:



Odcień barwy (kolor, ton, *Hue*) - różnica jakościowa barwy (np. czerwony, zielony) określana w fizyce przez dominującą długość fali.

Nasycenie (*Saturation*) - odstępstwo barwy od bieli (np. czerwień, róż, biel) określane w fizyce przez czystość pobudzenia ($(e_2 - e_1)$ na rysunku)

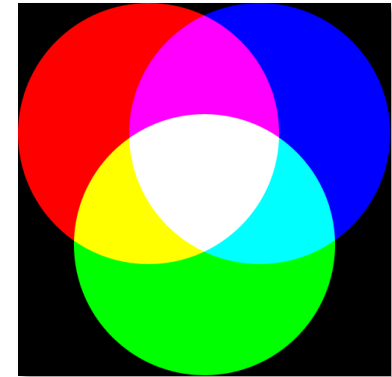
Jasność (wartość, *Value*) - wskazuje czy barwa jest bliższa bieli czy czerni (np. czysta biel, szarości, czerń), w fizyce jest proporcjonalna do całki z widmowego rozkładu energii.

Dodawanie światła



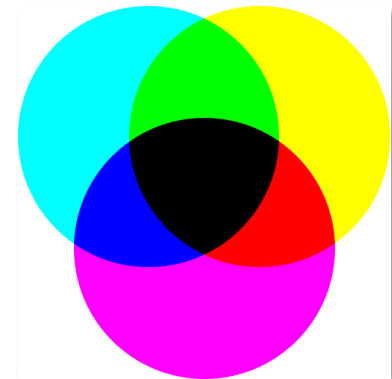
- **Światło sumacyjne** – addytywne, odbierane przez oko bezpośrednio ze źródeł promieniowania (nawet jeśli użyte są filtry).

Podstawowy model koloru → **RGB** – nałożenie wszystkich barw składowych – kolor biały.



- **Światło różnicowe** – subtraktywne, odbierane przez oko po odbiciu od różnych powierzchni (różne zdolności do odbijania i pochłaniania różnych składowych widma światła białego).

Podstawowy model koloru → **CMY** – nałożenie wszystkich barw – kolor czarny.





„Jeżeli w grafice komputerowej chcemy korzystać z barw w sposób precyzyjny, to musimy umieć je określić i mierzyć”

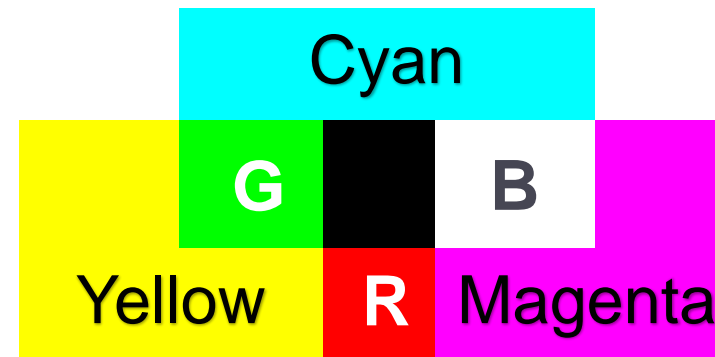
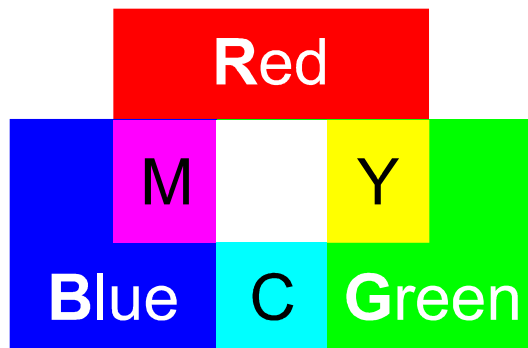
Modele barw:

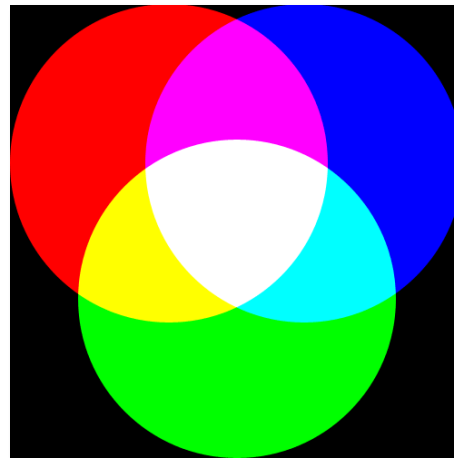
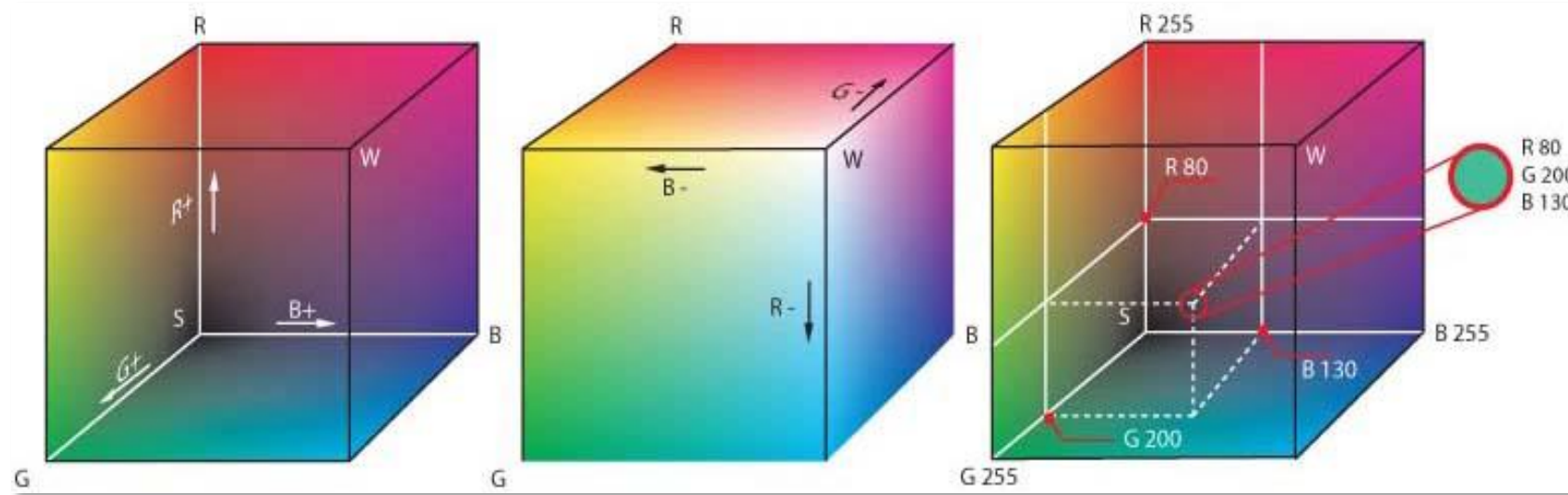
- Ukierunkowane na **użytkownika** - HSV
- Ukierunkowane na **sprzęt** - RGB, CMY, CMYK
- Niezależne od **urządzenia** - CIE $L^*a^*b^*$



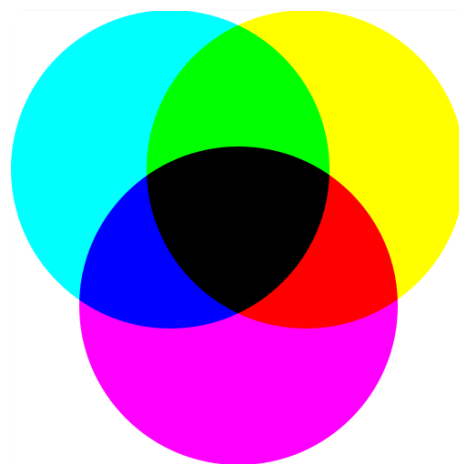
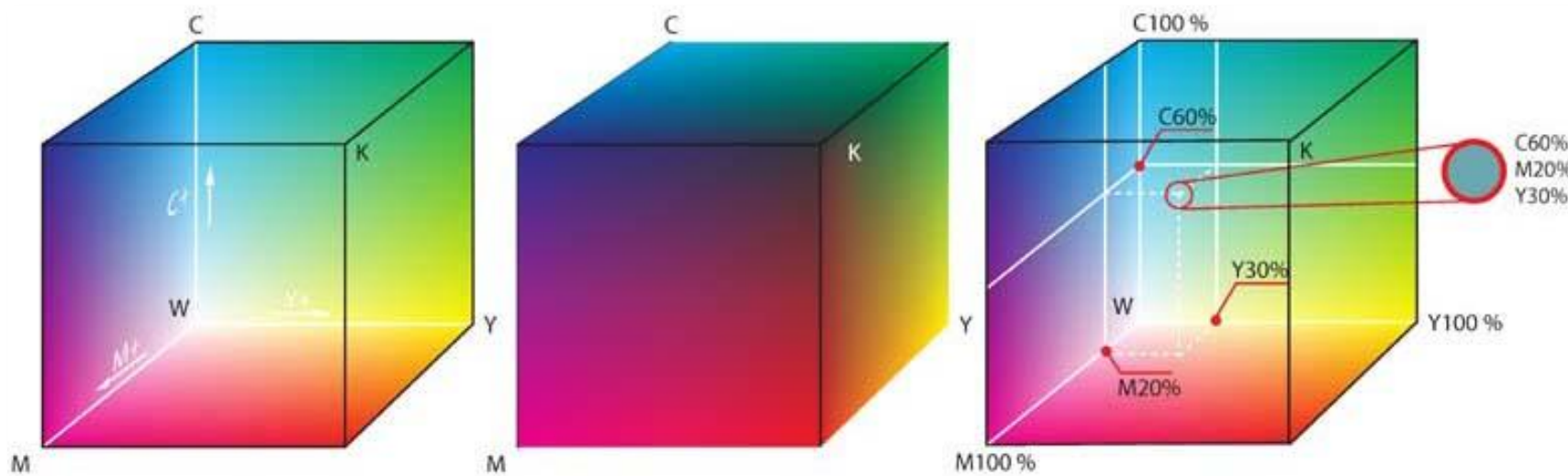
Prawo Grassmana

Każdą dowolnie wybraną barwę można otrzymać za pomocą trzech liniowo niezależnych barw. Trzy barwy tworzą układ niezależnych liniowo barw jeżeli dowolne zsumowanie dwóch z nich nie może dać trzeciej barwy układu.





CMYK

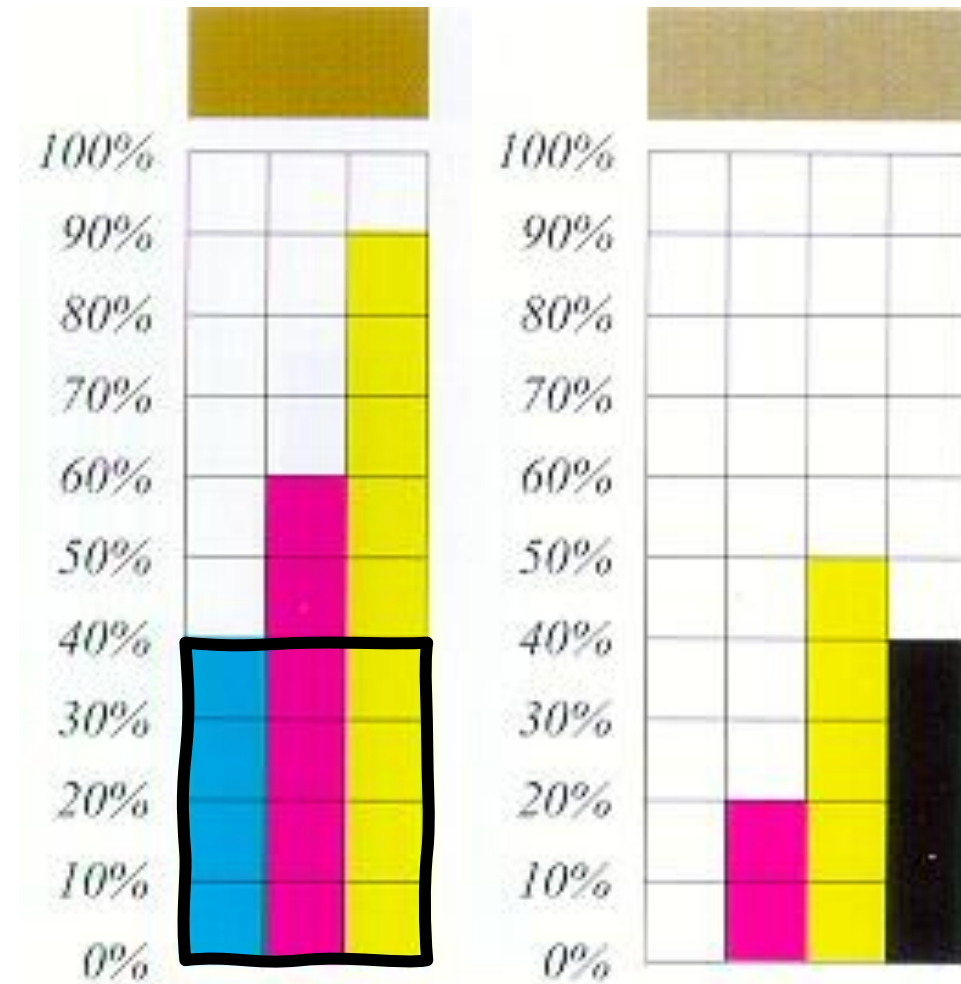


C – CYAN;

M – MAGENTA;

Y – YELLOW;

K – KEY COLOUR (kolor kluczowy)



Aby poprawić kolorystykę druku do atramentów C, M, Y dołączono atrament czarny K (*black*), który zastępuje (całkowicie lub częściowo) tą część atramentów C, M, Y, które w barwie CMY tworzą neutralną szarość.

$$K_{mx} = \{c, m, y\}_{\min}$$

Aby czarny atrament nie powodował brudnego wyglądu światła, zamianę stosuje się od określonego poziomu neutralnej szarości (0.5 - 0.6). Przykład zamiany koloru CMY na kolor CMYK:

$$CMY = (0.4, 0.6, 0.9)$$

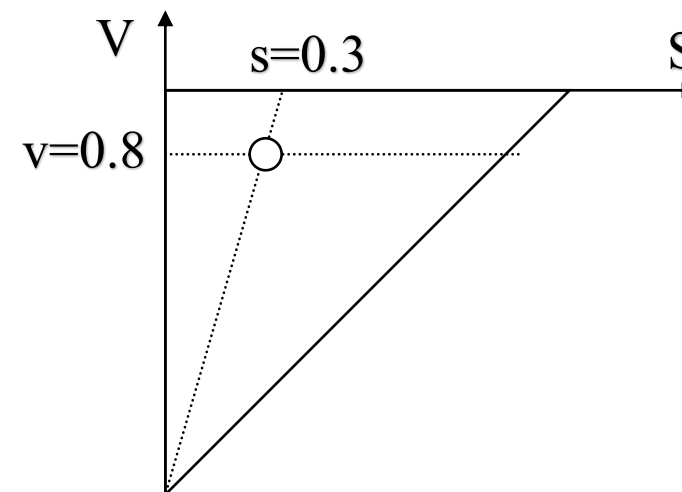
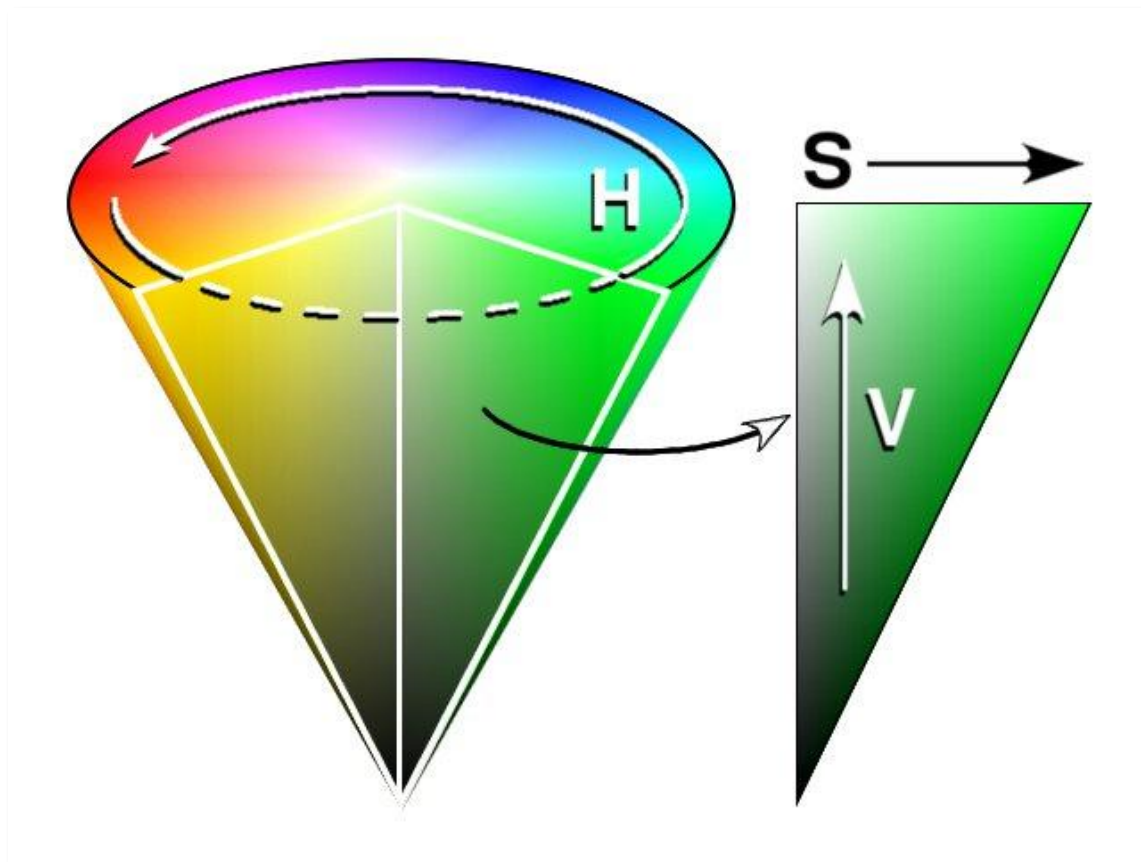
$$(c, m, y, k) = (c - K_{mx}, m - K_{mx}, y - K_{mx}, K_{mx})$$

$$K_{mx} = \{0.4, 0.6, 0.9\}_{\min} = 0.4$$

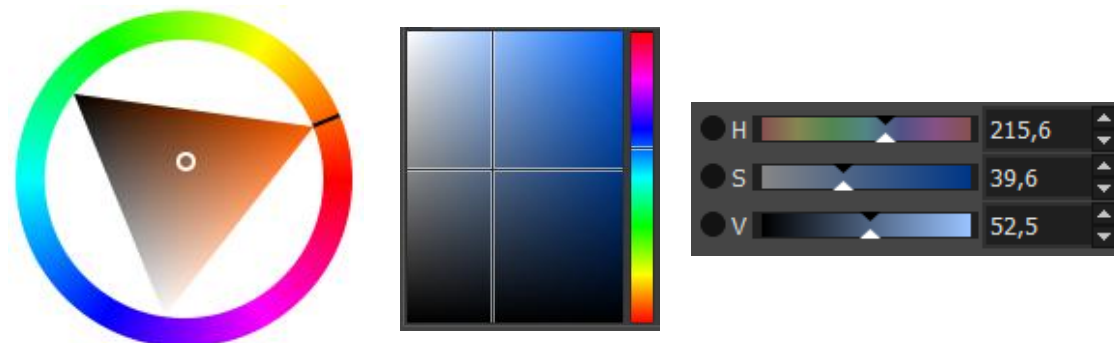
$$CMYK = (0.0, 0.2, 0.5, 0.4)$$

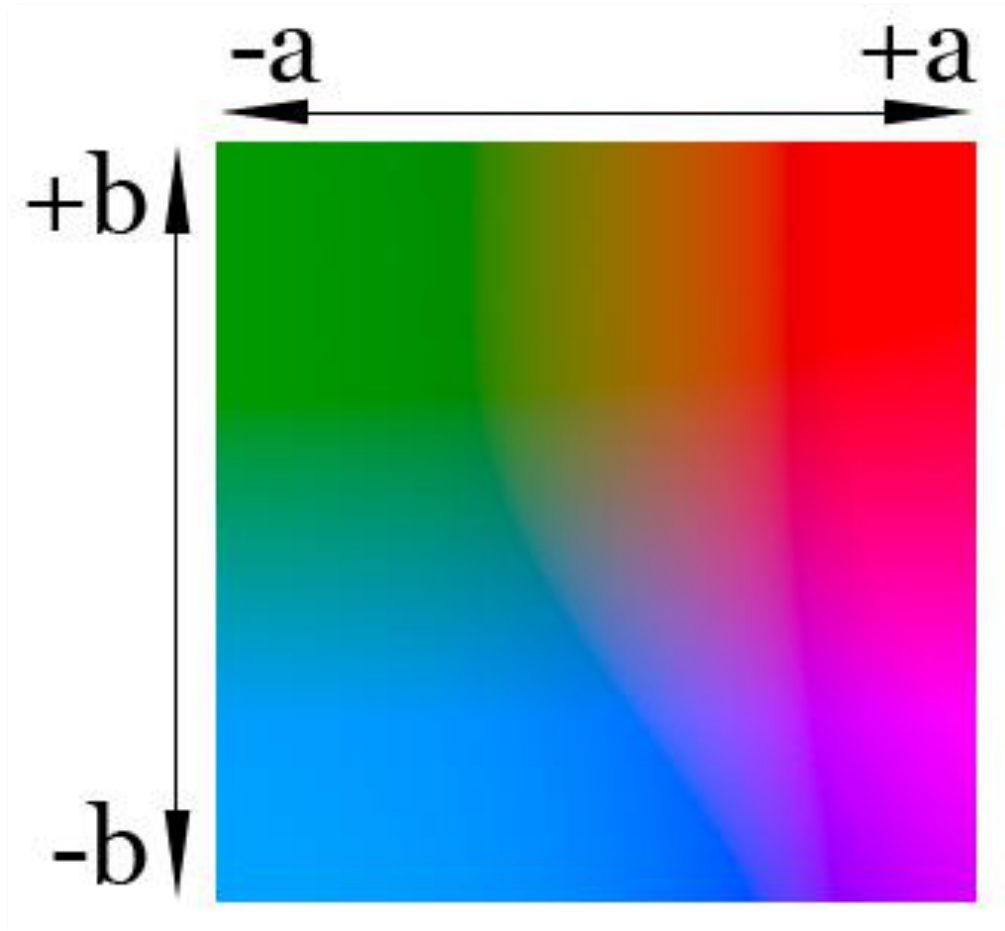
ilość atramentu: CMY = 40% + 60% + 90% = 190%

CMYK = 0% + 20% + 50% + 40% = 110%



Systemy wyboru kolorów bazujące na modelu HSV

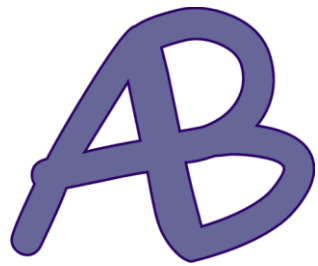




L – jasność,

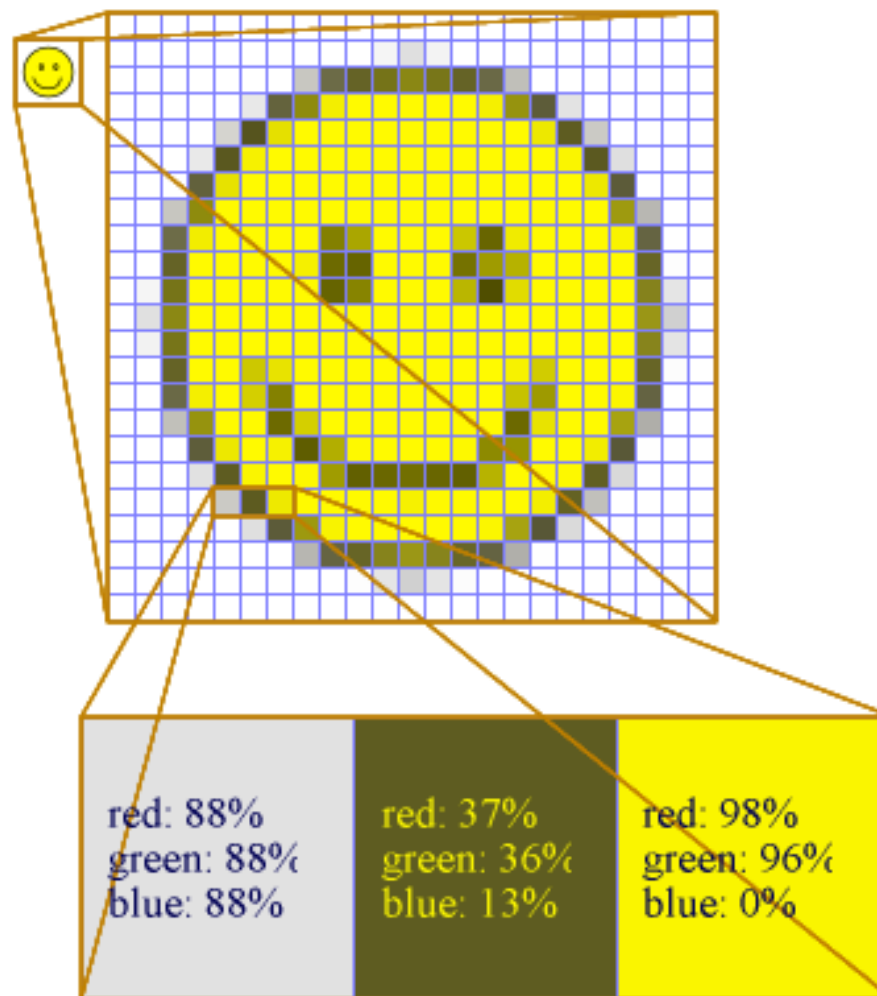
a – przesunięcie od zielonego do czerwonego,

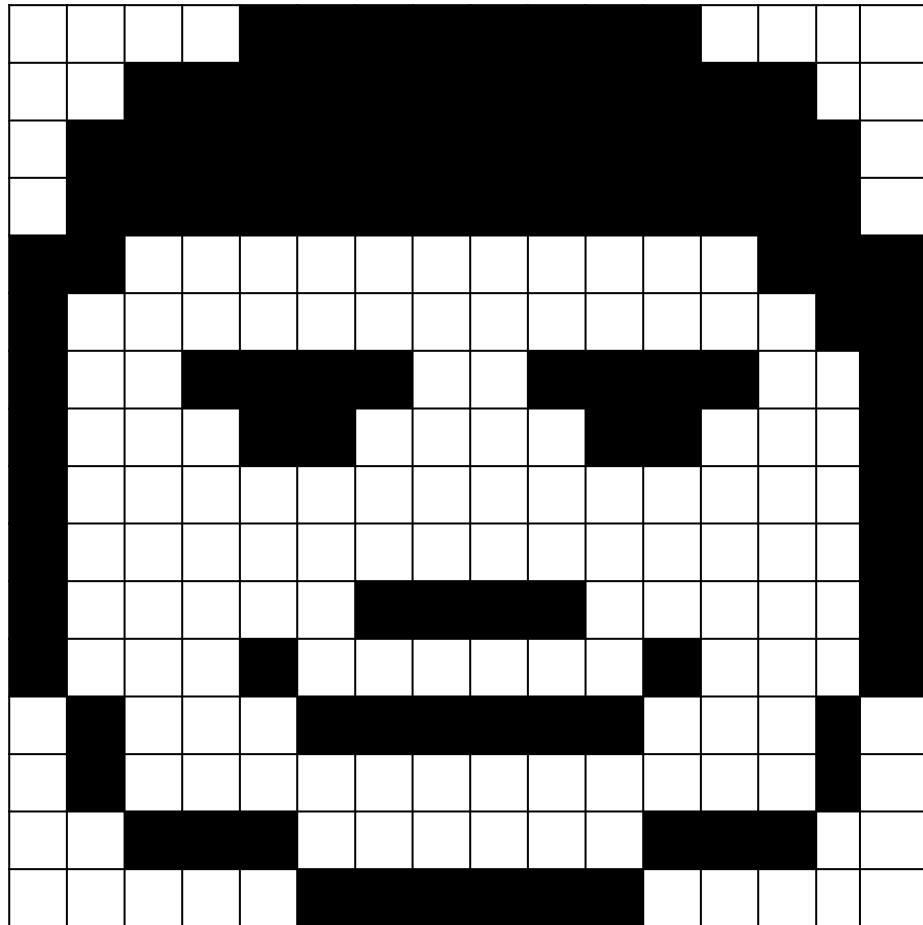
b – przesunięcie od niebieskiego do żółtego



Kodowanie obrazu statycznego

Reprezentacja siatki
pikseli na monitorze
komputera, drukarce
lub innym urządzeniu
wyjściowym

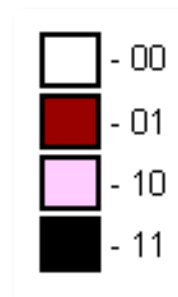
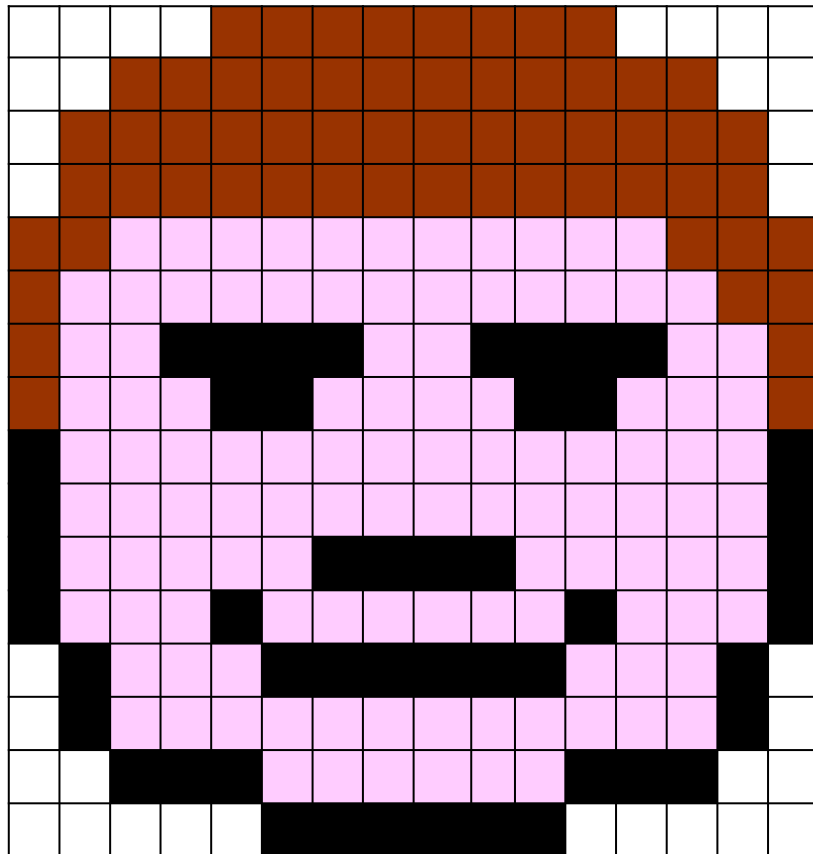




Kodowanie bitmapy monochromatycznej

```
0000111111110000
0011111111111100
0111111111111110
0111111111111110
1100000000000111
1000000000000011
1001111001111001
1000110000110001
1000000000000001
1000000000000001
1000001111000001
1000100000010001
0100011111100010
0100000000000010
0011100000011100
0000011111100000
```

Grafika rastrowa



Kodowanie bitmapy wielobarwnej

```
00000000010101010101010100000000
00000101010101010101010101010000
00010101010101010101010101010100
00010101010101010101010101010100
01011010101010101010101010010101
01101010101010101010101010100101
0110101111111110101111111101001
01101010111110101010111110101001
11101010101010101010101010101011
11101010101010101010101010101011
11101010101011111111101010101011
11101010111010101010101110101011
001110101011111111111010101100
00111010101010101010101010101100
00001111111010101010101111110000
000000000011111111111000000000
```


Głębia kolorów



1 bit



4 bity



8 bitów



4 bity



8 bitów



16 bitów



24 bity

Głębia kolorów

Głębia koloru – liczba bitów użytych do reprezentacji koloru danego piksela
Wyrażana zwykle w jednostce bpp (ang. *bits per pixel*) - bitów na piksel.

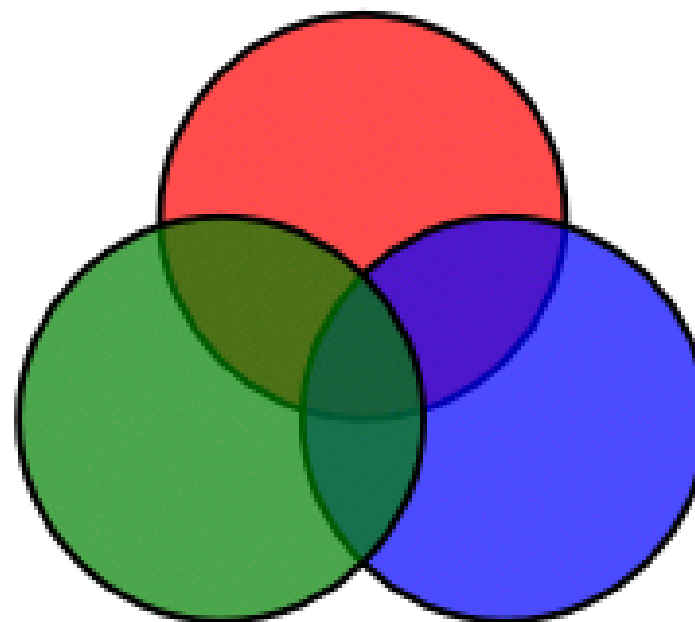
Liczba bitów	Liczba kolorów
1	2
4	16
8	256
16	65 536
24	16 777 216
32	16 777 216



- ✓ Rysunek zapisany wektorowo jest przechowywany jako zespół standardowych elementów, takich jak linie (proste bądź krzywe), obszary, napisy, znaczniki itp.
- ✓ Obraz przedstawiany na urządzeniu (monitor, drukarka, ploter) jest kreślony element po elemencie.
- ✓ Każdy element obrazu jest opisany za pomocą pewnej liczby cech (atrybutów), których wartości można zmieniać podczas edycji.
- ✓ Cechy ich nazwy, właściwości i zasady edycji zależą od środowiska, w którym powstaje rysunek. Poszczególne elementy rysunku mogą się wzajemnie przesłaniać lub przenikać.

Poniższy przykład przedstawia zapis wektorowy prostego rysunku dokonany w pewnym fikcyjnym języku.

```
rozmiar (-100, -100, 100, 100)
kolor (czarny)
okrag (0, 0, 50)
półokrag górny (25, 0, 25)
półokrag dolny (-25, 0, 25)
wypełnij obszar (0, -25)
```



Grafika wektorowa



```
<?xml version="1.0" ?>

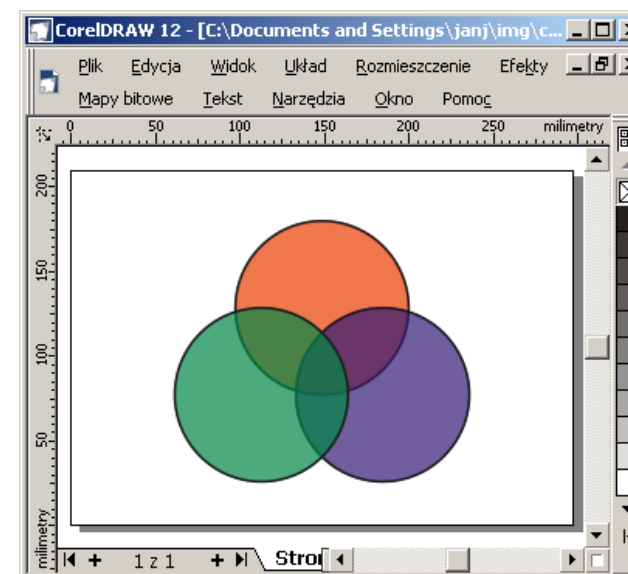
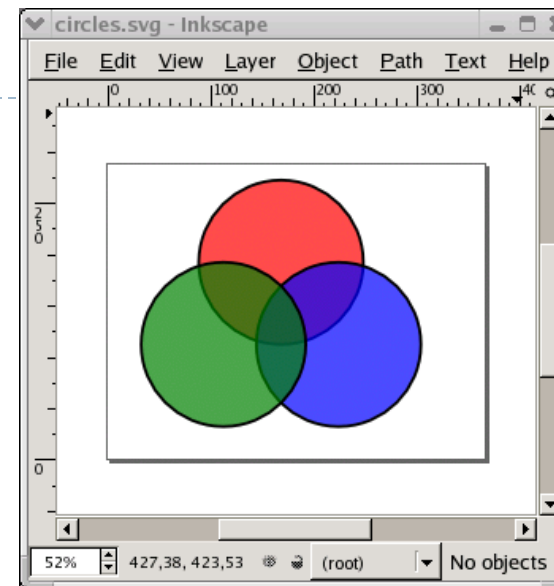
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20001102//EN"
"http://www.w3.org/TR/2000/CR-SVG-20001102/DTD/svg-
20001102.dtd" >

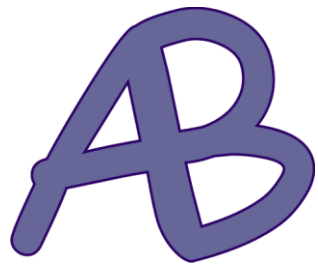
<svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" width="230"
height="180" viewBox="0 0 460 360" >

  <g style="fill-opacity: 0.7; stroke:black; stroke-
width: 0.1cm;" >
    <circle cx="6cm" cy="2cm" r="100" style="fill:
red;" transform="translate(0,50)" />
    <circle cx="6cm" cy="2cm" r="100" style="fill:
blue;" transform="translate(70,150)" />
    <circle cx="6cm" cy="2cm" r="100" style="fill:
green;" transform="translate(-70,150)" />
  </g>

</svg>
```

Nawet w tak prostym przykładzie wyraźnie widać problem przenośności grafiki wektorowej pomiędzy programami





Kompresja obrazu statycznego

Formaty zapisu obrazu



Używające **kompresji stratnej**:

- **JPEG** (*Joint Photographic Experts Group*) - niewątpliwie najpopularniejszy format plików graficznych z kompresją stratną; używany zarówno w sieci Internet (obsługiwany przez prawie wszystkie przeglądarki), jak i w aparatach cyfrowych
- **JPEG 2000** - nowsza wersja formatu JPEG, oferująca lepszą kompresję,
- **DjVu** - format stworzony do przechowywania zeskanowanych dokumentów w formie elektronicznej,
- **TIFF** (*Tagged Image File Format*) - popularny format plików graficznych udostępniający wiele rodzajów kompresji (zarówno stratnej jak i bezstratnej) oraz umożliwiający przechowywanie kanału alpha.

Formaty zapisu obrazu



Używające **kompresji bezstratnej**:

- **PNG** (*Portable Network Graphics*) - popularny format grafiki (szczególnie internetowej); obsługiwany przez większość przeglądarek WWW; obsługuje przezroczystość,
- **GIF** (*Graphics Interchange Format*) - popularny format grafiki (szczególnie internetowej); obsługiwany przez prawie wszystkie przeglądarki WWW; może przechowywać wiele obrazków w jednym pliku tworząc z nich animację,
- **TIFF** - patrz wyżej.
- Bez kompresji:
- **XCF** (*eXperimental Computing Facility*) - mapa bitowa programu GIMP; może przechowywać wiele warstw,
- **XPM** format zapisu plików przy pomocy znaków ASCII,
- **BMP**

Kompresja LZW



Wartościom wejściowym o zmiennej długości (tzn. poziomym ciągom pikseli tworzących powtarzający się wzór) przypisane są kody o stałej długości



A1: 941 bajtów



A2: 1000 bajtów



A3: 1001 bajtów



A4: 1004 bajty



A5: 1002 bajty



A6: 1033 bajty



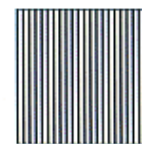
B1: 941 bajtów



B2: 1102 bajty



B3: 1238 bajtów



B4: 1147 bajtów



B5: 1186 bajtów



B6: 1452 bajty



C1: 1239 bajtów



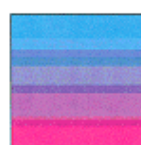
C2: 1891 bajtów



C3: 1520 bajtów



C4: 1568 bajtów



D1: 1248 bajtów



D2: 1402 bajty



E1: 1803 bajty



E2: 2243 bajty



F1: 6685 bajtów



G1: 1071 bajtów



G2: 1073 bajty



H1: 1111 bajtów



H2: 1136 bajtów

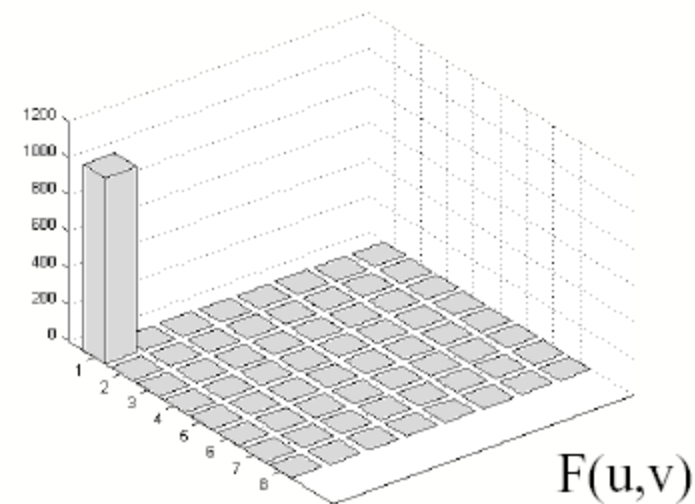
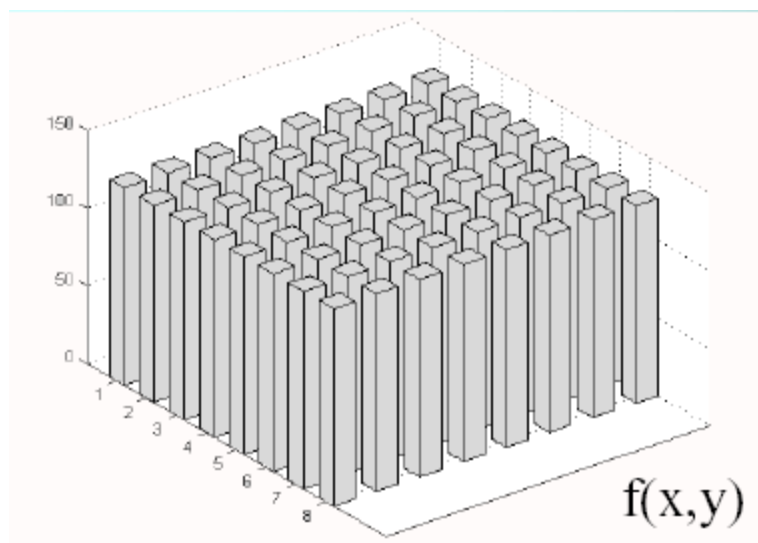
Wszystkie przykładowe próbki są 8-bitowe, rozmiaru 90x90 pikseli (8100 bajtów bez kompresji). Zauważmy, że dłuższe ciągi poziome dają lepszą kompresję.



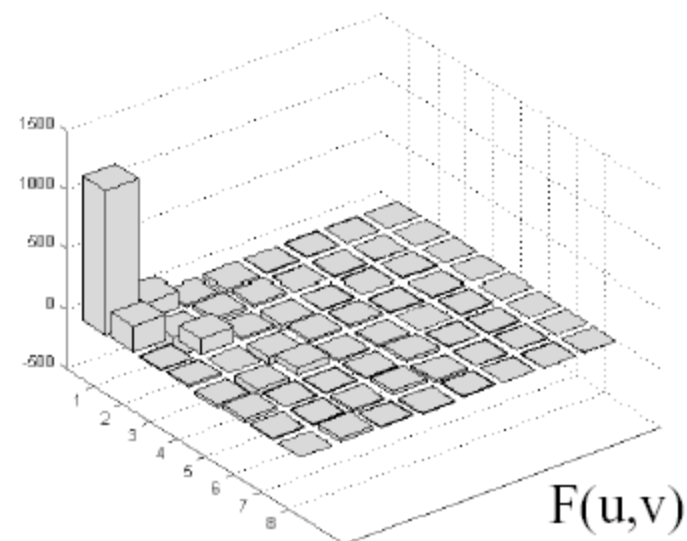
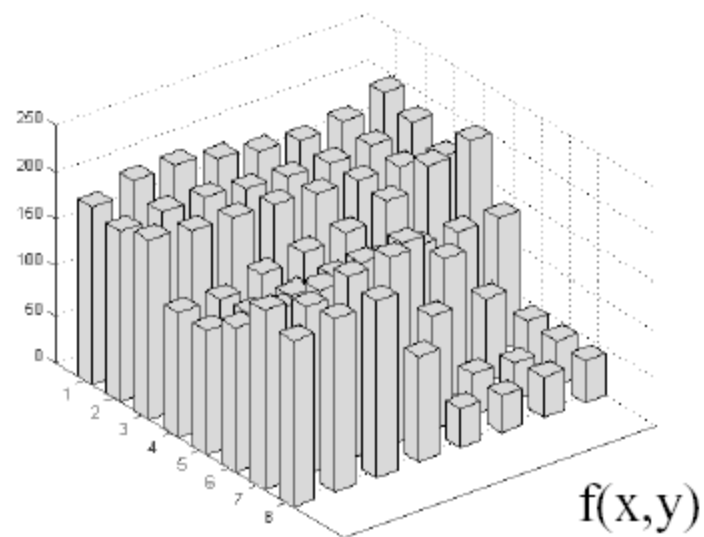
Algorytm kompresji JPEG

1. Konwersja obrazu do modelu YIQ (obrazy barwne)
2. Podział obrazu na bloki
3. Obliczenie transformaty kosinusowej dla bloków
4. Kwantyzacja współczynników transformaty
5. Konwersja tablicy współczynników do postaci wektora
6. Kodowanie wektora współczynników

Przykłady transformaty DCT obrazów



Przykłady transformaty DCT obrazów



Kompresja JPEG



**JPEG - jakość maksymalna
117 kB**



**JPEG - jakość średnia
25,5 kB**



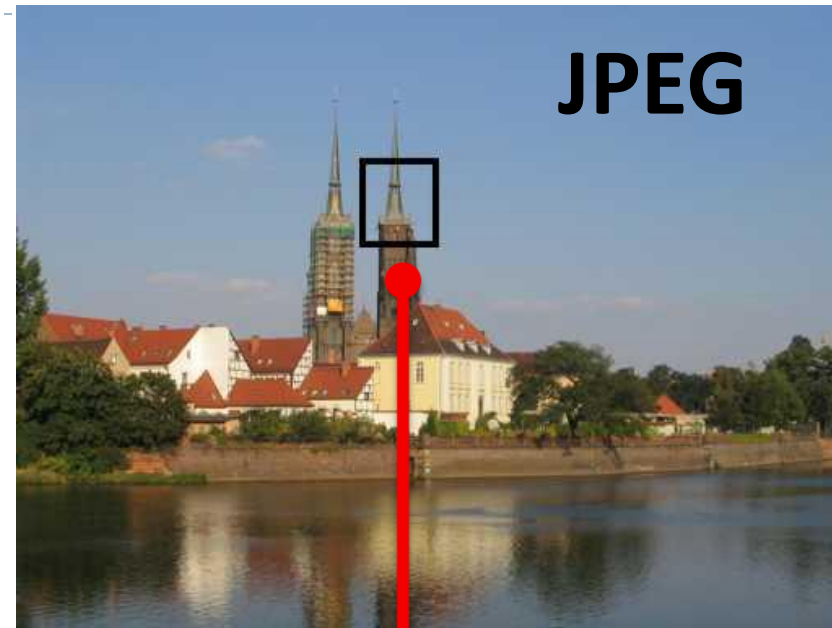
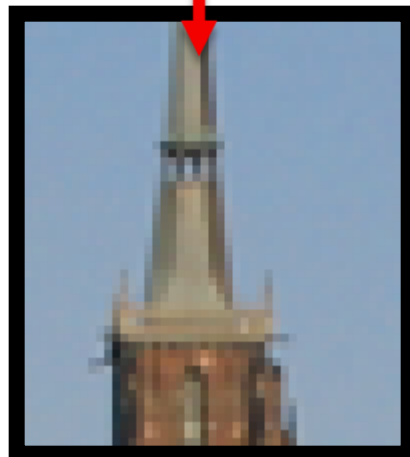
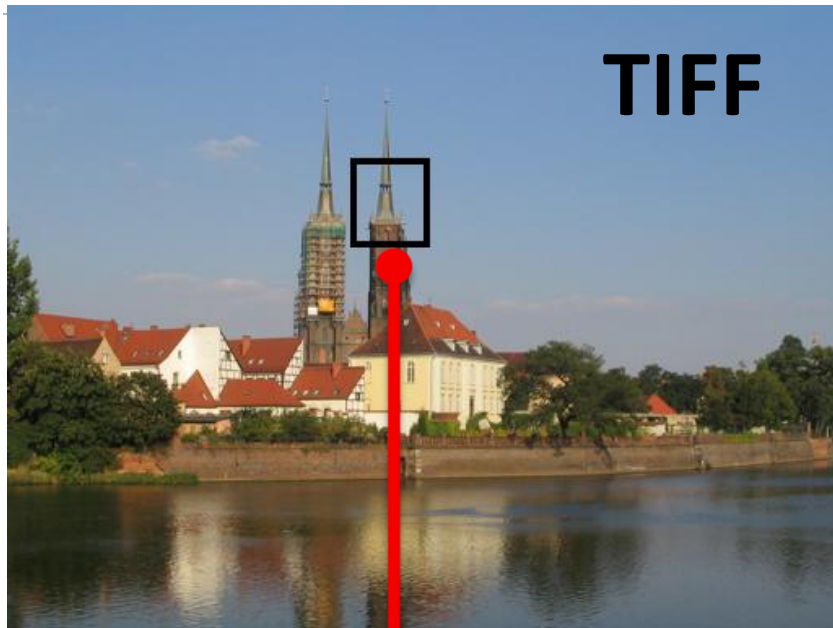
**JPEG – kompresja 100%
1,96 kB**



TIFF – (Tagged Image Format – znacznikowy format pliku obrazowego)

Kodowany kolor	Obraz 2-kolorowy, indeksowana paleta kolorów, pełnokolorowy RGB lub CMYK, YCbCr (model oparty na systemie telewizji kolorowej), CIE La*b*
Kompresja	Bez kompresji (mimo to format stosunkowo wydajny) lub bezstratna kompresja LZW.
Zastosowanie	Najpopularniejszy format obrazów skanowanych przeznaczonych do druku oraz do prac DTP.
Uwagi	<ul style="list-style-type: none"> • Pliki TIFF są praktycznie niezależne od platformy, więc można je przenosić np. między platformami Maintosh i Windows (programy edycji obrazów powinny otworzyć każdy plik TIFF). • Część programów prezentacyjnych lub multimedialnych nie obsługuje formatu TIFF.

JPEG vs TIFF





GIF – Standardowa metoda kodowania skanowanych i generowanych komputerowo obrazów zdefiniowana przez CompuServe w 1987r.

Czym jest GIF ?	<ol style="list-style-type: none">1. Format plików (*.gif)2. Format strumienia danych przesyłanych z komputera głównego do terminala graficznego
Ilość kodowanych kolorów	Maksymalnie 256 barw. Piksele są zapisywane przy użyciu najmniejszej koniecznej liczby bitów: 256 barw – 8 bitów/piksel, 2 barwy – 1 bit/piksel.
Kompresja	LZW – bezstratna, średni współczynnik kompresji 4:1
Zastosowanie	<ol style="list-style-type: none">1. Skanowane obrazy 2-kolorowe, w skali szarości, z paletą do 256 kolorów, z dużą ilością szczegółów, linii, krawędzi (wykres, siatka, szkic, diagram, logo, napis, itp.).2. Obrazy generowane komputerowo (max 256 barw) z dużymi polami jednobarwnych wypełnień i wzorów oraz z ostrymi krawędziami, które powinny być zachowane.
Uwagi:	Obraz zawierający więcej niż 256 barw jest przybliżany paletą 256 barw przed kodowaniem GIF.

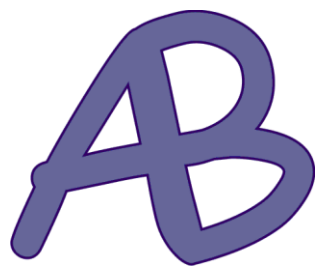
PNG

PNG – bezpłatny standard, który powstał w 1995r. jako odpowiedź na zapowiedź firm UNISYS i CompuServe o planowanym pobieraniu opłat za korzystanie z oprogramowania do kompresji plików GIF.

Czym jest PNG ?	1. Format plików (*.png)
Ilość kodowanych kolorów	Maksymalna głębia piksela 48 bitów, skala szarości do 16 bitów, pełny 8-bitowy kanał Alfa.
Kompresja	LZW – bezstratna (nie opatentowana wersja, lepsza niż w GIF)
Zastosowanie	W programach multimedialnych, gdy obraz wymaga efektów przezroczystości, maskowania i przechowywania innych informacji.
Uwagi:	<ol style="list-style-type: none">Obsługuje dwukierunkowy przeplot, korekcję gamma w celu kontroli jasności obrazka na różnych platformach, sprawdzenie poprawności pliku.Pozwala dodać do pliku ilustracji dowolnie określony obszar przeznaczony na tekstową metainformację, włączając w to adres URL i informacje związane z bazami danych.

JPEG vs TIFF





Kompresja filmu



M-JPEG (Motion JPEG) to „ruchoma” odmiana statycznego JPEG-a. Stosuje się tu ten sam algorytm kompresji.

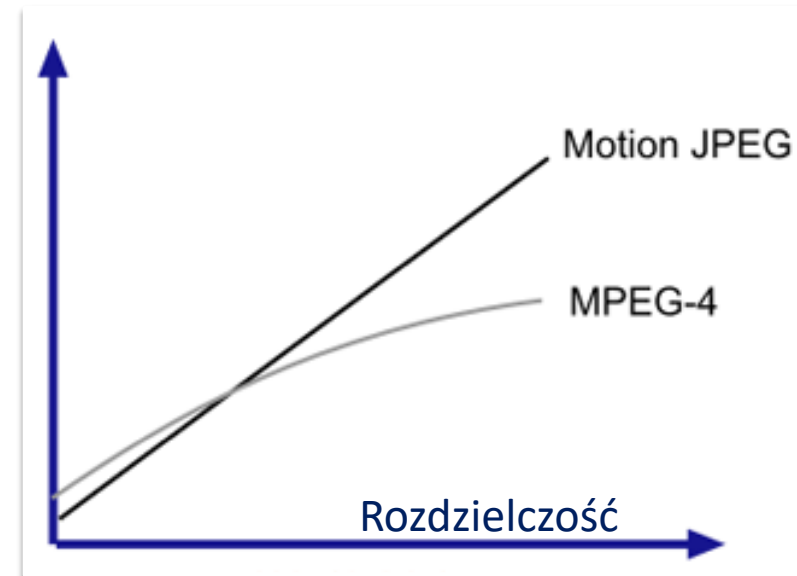
- ✓ Pierwotnie stworzony do kompresji pojedynczych klatek.
- ✓ M-JPEG stosuje wyłącznie kompresję wewnątrzklatkową, czyli kompresuje każdą klatkę oddzielnie.

Schemat kompresji wygląda następująco:

***RGB --> Konwersja do YUV --> Dyskretna transformacja kosinusowa -->
Kodowanie Huffmana --> Plik AVI***

Po dokonaniu konwersji obrazu z formatu RGB na YUV każdy z trzech obrazów jest dzielony na bloki o wielkości 8x8 pikseli. Następnie na każdym z tych bloków dokonywana jest seria obliczeń, nazywana dyskretną transformacją kosinusową

M-JPEG



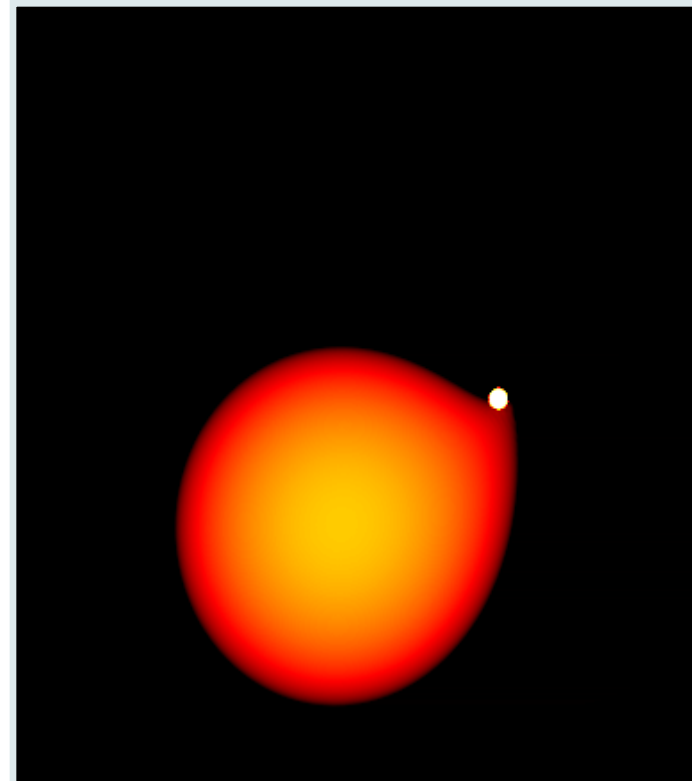
Szacowanie ruchu (motion compensation)

Przy JPEG umyka nam jednak ważny aspekt obrazu ruchomego, a mianowicie fakt znacznego **wzajemnego podobieństwa kolejnych klatek**.

- ✓ Niezbędne jest więc zastosowanie kompresji, dzięki której te nadmiarowe informacje zostałyby wyeliminowane.
- ✓ Takie działanie pozwala na 3-4krotne zwiększenie współczynnika kompresji i osiągnięcie wartości od 150:1 do 200:1

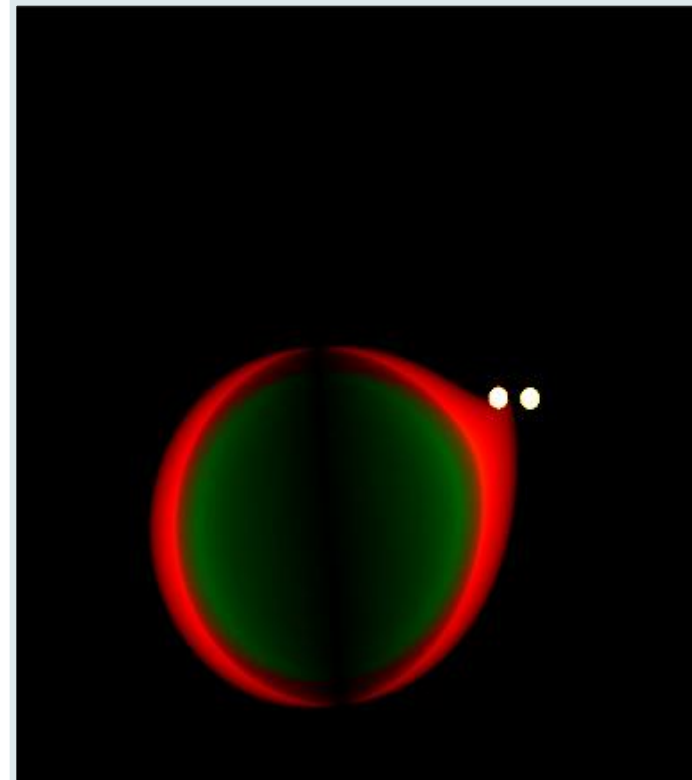
Szacowanie ruchu (motion compensation)

Podobieństwa pomiędzy ramkami



Szacowanie ruchu (motion compensation)

Podobieństwa pomiędzy ramkami



Szacowanie ruchu – kompresja międzyklatkowa

Wychwytywanie zmian pomiędzy poszczególnymi klatkami, które wynikają z przesunięcia obiektów.

Zalety:

- pozwala na znacznie lepszą kompresję dzięki zredukowaniu ilości informacji opisujących różnice pomiędzy klatkami.

Wady:

- wymaga czasochłonnych obliczeń,
- wymaga dostarczenia bloku danych „naprzód”



MPEG-1 to stary standard kompresji danych audiowizualnych do zastosowań multimedialnych.

- ✓ **Strumień danych** MPEG-1 może zawierać zakodowaną (skompresowaną) sekwencje **video, dźwięk** lub obydwa te składniki jednocześnie.
- ✓ **Strumienie wizyjny i dźwiękowy są dzielone na tzw. ramki** (krótkie fragmenty), które mogą być przeplatane między sobą w celu uzyskania synchronizacji obrazu i dźwięku.
- ✓ **Kompresja danych jest stratna**, tzn. wprowadza nieodwracalne zniekształcenia (to cena, jaką płacimy za silną kompresję). Im większy stopień kompresji, (czyli mniejsza objętość wynikowego strumienia/pliku) tym gorsza jakość zrekonstruowanego sygnału.

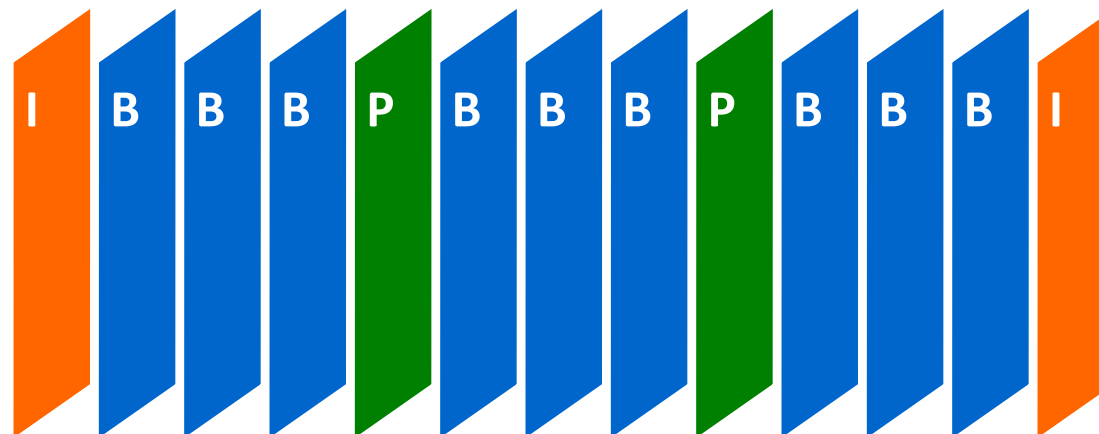
Kompresja MPEG



- ✓ MPEG „wychwytuje” ruch **wewnątrz bloków o rozmiarach 16 na 16 pikseli** i koduje go w postaci wektorów ruchu.
- ✓ Na podstawie tych wektorów system dekompresujący jest w stanie **przewidzieć kolejną klatkę**.
- ✓ Żeby nie dopuścić do **zafałszowania obrazu w trakcie dekompresji**, do systemu dekodującego przekazywane są również dane o rzeczywistym wyglądzie klatki.
- ✓ Aby zyskać na rozmiarze danych, przekazywane są jedynie **te z nich, które różnią się od przewidywanych**. Te dane różnicowe, informujące o odchyleniach obrazu rzeczywistego od przewidzianego określa się błędem MCPE (*Motion-Compensation-Prediction-Error*).



Sekwencja ramek w MPEG



Kompresja MPEG



- Ramki I** – kodowane niezależnie od reszty danych wideo (stanowią one punkty swobodnego dostępu), **kompresowane są w najmniejszym stopniu**.
 - Ramki P** – kodowane na podstawie predykcji (przewidywania) z ostatniej ramki I bądź P (tej, która była bliższa), **klatki o średnim stopniu kompresji** – umożliwiają płynne przewijanie w tył.
- Ramki typów I i P to tzw. ramki kotwiczne**
- Ramki B** – to obrazy o **najwyższym stopniu skompresowania**, są one interpolowane na podstawie sąsiadujących z nimi z obu stron klatek.

W prezentacji wykorzystano fragmenty i grafikę z książek i stron internetowych:

- Dominik Nasiłowski, *Jakościowe aspekty kompresji obrazu i dźwięku*, MIKOM, Warszawa 2004, ISBN83-7279-408-1

Grafiki pochodzą z:

www.wikipedia.org.pl