

WSTĘP DO GRAFIKI KOMPUTEROWEJ

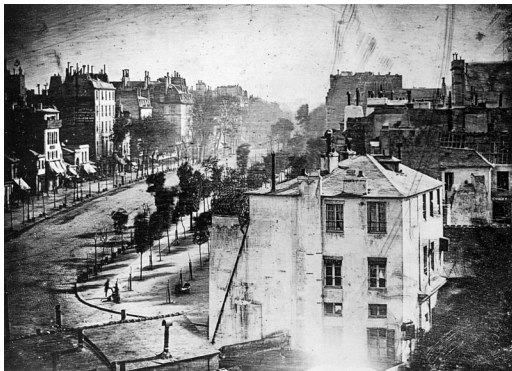
Miłosz Michalski

Institute of Physics
Nicolaus Copernicus University

Październik 2015

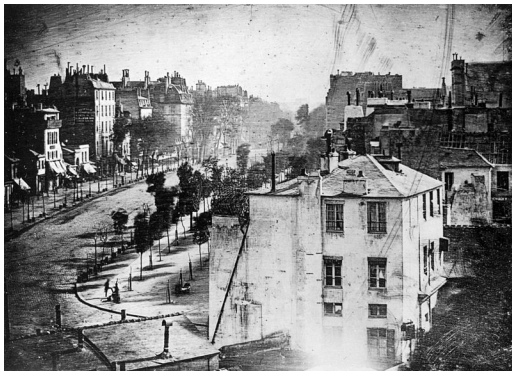
- Światło, kolor, zmysł wzroku.
- **Obraz: fotografia, grafika cyfrowa, poligrafia**
- Grafika rastrowa: typowe narzędzia i techniki
- Grafika wektorowa: elementy i techniki
- Elementy grafiki 3D

Obrazy fotograficzne



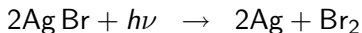
Louis J. Daguerre, *Boulevard du Temple*, Paryż, 1838

Obrazy fotograficzne



Louis J. Daguerre, *Boulevard du Temple*, Paryż, 1838

- Wytrącanie metalicznego srebra w procesach fotoredukcji jego światłoczułych związków (halogenki AgCl, AgBr, AgI)



- Unikatowy obraz powstaje na lustrzanej, metalowej płycie uczulonej w parach jodu (AgI)

Dagerotypia

- Unikatowy obraz powstaje na lustrzanej, metalowej płycie uczulonej w parach jodu (AgI)
- Naświetlanie w zamkniętym dagerotypie (camera obscura lub obiektyw)



Dagerotypia

- Unikatowy obraz powstaje na lustrzanej, metalowej płycie uczulonej w parach jodu (AgI)
- Naświetlanie w zamkniętym dagerotypie (camera obscura lub obiektyw)
- W miejscach naświetlonych powstaje matowa warstwa metalicznego srebra



Dagerotypia

- Unikatowy obraz powstaje na lustrzanej, metalowej płycie uczulonej w parach jodu (AgI)
- Naświetlanie w zamkniętym dagerotypie (camera obscura lub obiektyw)
- W miejscach naświetlonych powstaje matowa warstwa metalicznego srebra
- Wywołanie w parach rtęci, które osiadają w zmatowionych miejscach

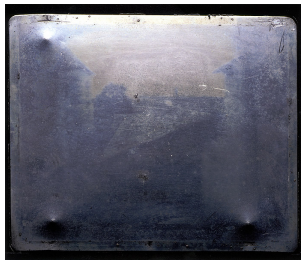


Dagerotypia

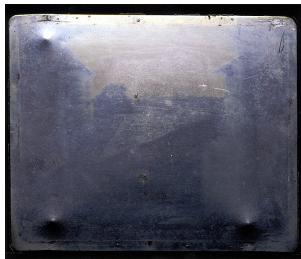
- Unikatowy obraz powstaje na lustrzanej, metalowej płycie uczulonej w parach jodu (AgI)
- Naświetlanie w zamkniętym dagerotypie (camera obscura lub obiektyw)
- W miejscach naświetlonych powstaje matowa warstwa metalicznego srebra
- Wywołanie w parach rtęci, które osiadają w zmatowionych miejscach
- Utrwalanie w roztworze soli i płukanie w wodzie (usunięcie nienaświetlonego jodku srebra)



Dagerotypia — historia

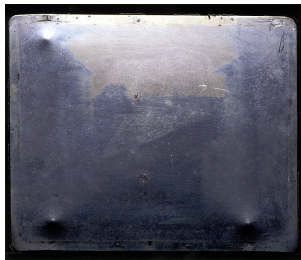


Dagerotypia — historia



- Joseph N. Niépce: *Widok z okna w Le Gras* (1826)

Dagerotypia — historia



- Joseph N. Niépce: *Widok z okna w Le Gras* (1826)
- Louis J. Daguerre (1787–1851)



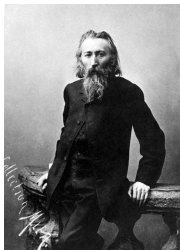
Dagerotypia — historia



- Joseph N. Niépce: *Widok z okna w Le Gras* (1826)
- Louis J. Daguerre (1787–1851)
- W Polsce
A. Radwański, M. Scholtz
ok. 1840.



Znane postaci na dagerotypach



Fotografia analogowa

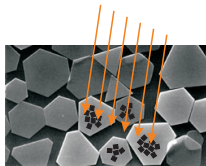


proces negatywowy

proces pozytywowy

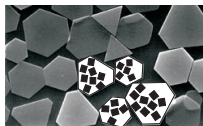
Fotografia analogowa — podstawy chemiczne

Od 1850 klisze szklane i celuloidowe pokrywane emulsją światłoczułą (żelatyna z drobkami bromku srebra)



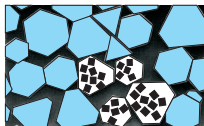
naświetlanie

obraz utajony



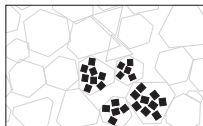
wywoływanie

metol - redukcja naświetlonych cząstek emulsji do metalicznego srebra,
węglan sodu - wiązanie uwolnionego bromu



utrwalanie

tiosiarczan sodu - zamiana nienaświetlonego bromku srebra w rozpuszczalne w wodzie sole nieświatłoczułe



płukanie

woda - wymywanie rozpuszczalnych soli z emulsji

Materiały fotograficzne



Materiały fotograficzne



- Czułość filmów: ISO 25, 50, **100**, **200**, **400**, 800, 1200, 3600

Materiały fotograficzne



- Czułość filmów: ISO 25, 50, **100**, **200**, **400**, 800, 1200, 3600
- Ziarnistość — związana z czułością: typowe materiały ok. 2800 DPI, specjalistyczne — większe rozdzielczości.
Dla obrazka 6×6 cm, odpowiada to 44 Mpix, cyfrowe lustrzanki — ok. 20 Mpix.

Materiały fotograficzne



- Czułość filmów: ISO 25, 50, **100**, **200**, **400**, 800, 1200, 3600
- Ziarnistość — związana z czułością: typowe materiały ok. 2800 DPI, specjalistyczne — większe rozdzielczości.
Dla obrazka 6×6 cm, odpowiada to 44 Mpix, cyfrowe lustrzanki — ok. 20 Mpix.
- Gradacja papieru — kontrast: miękkie, średnie, twarde

Materiały fotograficzne



- Czułość filmów: ISO 25, 50, **100**, **200**, **400**, 800, 1200, 3600
- Ziarnistość — związana z czułością: typowe materiały ok. 2800 DPI, specjalistyczne — większe rozdzielczości.
Dla obrazka 6×6 cm, odpowiada to 44 Mpix, cyfrowe lustrzanki — ok. 20 Mpix.
- Gradacja papieru — kontrast: miękkie, średnie, twarde
- Materiały ortochromatyczne — nieczułe na czerwień, panchromatyczne — pełne spektrum

- Początki J. Maxwell i T. Stutton, ok. 1860

Fotografia barwna

- Początki J. Maxwell i T. Stutton, ok. 1860
- W 1899 “polski Edison” **Jan Szczepanik** opatentował w Anglii film i papier do fotografii barwnej. Patent wykorzystany później przez firmy Kodak i Agfa.



- Początki J. Maxwell i T. Stutton, ok. 1860
- W 1899 “polski Edison” **Jan Szczepanik** opatentował w Anglii film i papier do fotografii barwnej. Patent wykorzystany później przez firmy Kodak i Agfa.



- Technologia ruchomego filmu barwnego Szczepanika (1915-25) przegrała konkurencję z tańszym amerykańskim Technicolorem upowszechnionym w latach 30-tych.

Fotografia analogowa — sepia

- Wczesne obrazy srebrne łatwo ulegały chemicznej degradacji (utlenianie)

Fotografia analogowa — sepia

- Wczesne obrazy srebrne łatwo ulegały chemicznej degradacji (utlenianie)
- Tonowanie — przeprowadzanie srebra metalicznego do trwalszych, brązowawych siarczków srebra



Fotografia analogowa — sepia

- Wczesne obrazy srebrne łatwo ulegały chemicznej degradacji (utlenianie)
- Tonowanie — przeprowadzanie srebra metalicznego do trwalszych, brązowawych siarczków srebra
- Stabilne czarno-białe materiały — lata 20 XX w., Kodak, Agfa



Fotografia analogowa — sepia

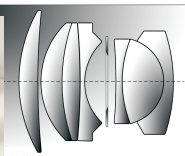
- Wczesne obrazy srebrne łatwo ulegały chemicznej degradacji (utlenianie)
- Tonowanie — przeprowadzanie srebra metalicznego do trwalszych, brązowawych siarczków srebra
- Stabilne czarno-białe materiały — lata 20 XX w., Kodak, Agfa
- Obecnie tonowanie używane jest często jako stylizacja w fotografii artystycznej



Bichromia (duotone) to technika używająca dodatkowej (trzeciej!) barwy tonującej w obrazie czarno-białym.



Obiektywy fotograficzne



Obiektywy fotograficzne



- Szerokokątne (≤ 35 mm), standardowe (50 mm), teleobiektywy (≥ 80 mm) dla formatu “małooobrazkowego”, tj. 24×36 mm w analogowych lustrzankach

Obiektywy fotograficzne

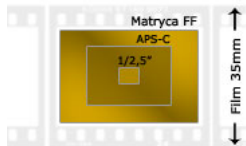


- Szerokokątne (≤ 35 mm), standardowe (50 mm), teleobiektywy (≥ 80 mm) dla formatu “małooobrazkowego”, tj. 24×36 mm w analogowych lustrzankach
- Dla aparatów cyfrowych stosuje się przeliczniki ze względu na mniejszy rozmiar matrycy:

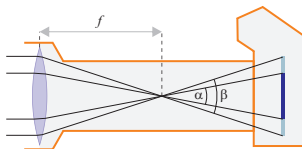
Obiektywy fotograficzne



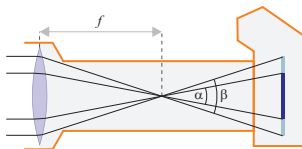
- Szerokokątne (≤ 35 mm), standardowe (50 mm), teleobiektywy (≥ 80 mm) dla formatu “małooobrazkowego”, tj. 24×36 mm w analogowych lustrzankach
- Dla aparatów cyfrowych stosuje się przeliczniki ze względu na mniejszy rozmiar matrycy:
- 2.0 dla formatu 4:3
- 1.6 dla formatu APS-C
- 1.0 dla “full frame” FF



Ogniskowa rzeczywista i równoważna

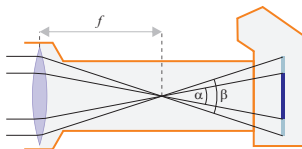


Ogniskowa rzeczywista i równoważna



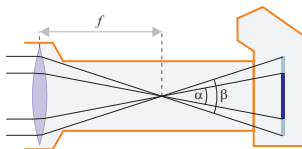
- Mniejsza matryca = mniejszy kąt widzenia. Ten sam kąt widzenia dla większej matrycy odpowiadałby obiektywowi o dłuższej ogniskowej.

Ogniskowa rzeczywista i równoważna



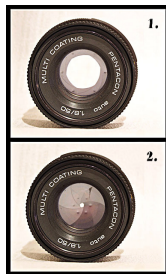
- Mniejsza matryca = mniejszy kąt widzenia. Ten sam kąt widzenia dla większej matrycy odpowiadałby obiektywowi o dłuższej ogniskowej.
- **Ogniskowa równoważna** — ogniskowa dająca ten sam kąt widzenia dla formatu 24×36 mm

Ogniskowa rzeczywista i równoważna



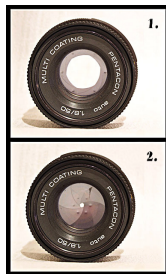
- Mniejsza matryca = mniejszy kąt widzenia. Ten sam kąt widzenia dla większej matrycy odpowiadałby obiektywowi o dłuższej ogniskowej.
- **Ogniskowa równoważna** — ogniskowa dająca ten sam kąt widzenia dla formatu 24×36 mm
- Obiektyw “standardowy” dla formatu APS-C ma rzeczywistą ogniskową ok. 32 mm (równoważna $32 \text{ mm} \times 1.6 \approx 51 \text{ mm}$).

Przystona



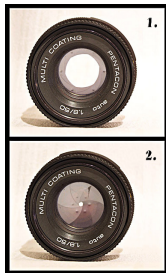
Przystona

- Przystona reguluje ilość światła wpadającą przez obiektyw.



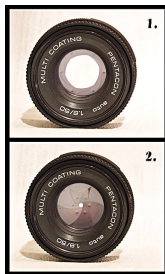
Przystona

- Przystona reguluje ilość światła wpadającą przez obiektyw.
- Liczba przystony: $f/\# = f/d$, gdzie f ogniskowa, a d średnica otworu przystony.



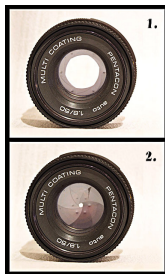
Przystona

- Przystona reguluje ilość światła wpadającą przez obiektyw.
- Liczba przystony: $f/\# = f/d$, gdzie f ogniskowa, a d średnica otworu przystony.
- Przystony skalują się co $\sqrt{2}$: 1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22. Odpowiada to zmniejszaniu jasności o połowę.



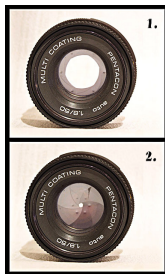
Przystona

- Przystona reguluje ilość światła wpadającą przez obiektyw.
- Liczba przystony: $f/\# = f/d$, gdzie f ogniskowa, a d średnica otworu przystony.
- Przystony skalują się co $\sqrt{2}$: 1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22. Odpowiada to zmniejszaniu jasności o połowę.
- Jasność obiektywu = największa dostępna przystona (najmniejsza liczba przystony).



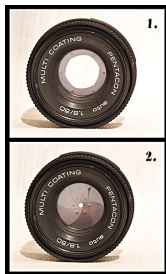
Przystona

- Przystona reguluje ilość światła wpadającą przez obiektyw.
- Liczba przystony: $f/\# = f/d$, gdzie f ogniskowa, a d średnica otworu przystony.
- Przystony skalują się co $\sqrt{2}$: 1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22. Odpowiada to zmniejszaniu jasności o połowę.
- Jasność obiektywu = największa dostępna przystona (najmniejsza liczba przystony).
- Obiektywy szerokokątne (małe f) są obiektywami “szybkimi” o dużej jasności (np. 1.2), teleobiektywy — niska jasność (przeważnie 4).

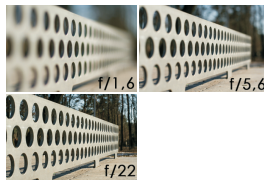
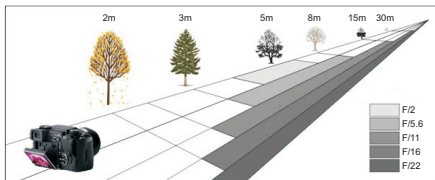


Przystona

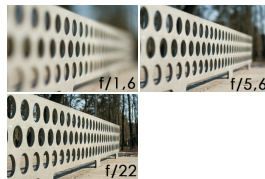
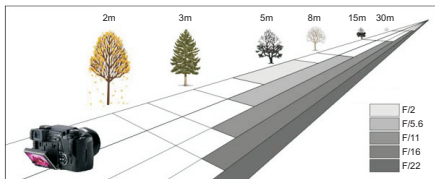
- Przystona reguluje ilość światła wpadającą przez obiektyw.
- Liczba przystony: $f/\# = f/d$, gdzie f ogniskowa, a d średnica otworu przystony.
- Przystony skalują się co $\sqrt{2}$: 1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22. Odpowiada to zmniejszaniu jasności o połowę.
- Jasność obiektywu = największa dostępna przystona (najmniejsza liczba przystony).
- Obiektywy szerokokątne (małe f) są obiektywami “szybkimi” o dużej jasności (np. 1.2), teleobiektywy — niska jasność (przeważnie 4).
- Im większa liczba przystony, tym dłuższy czas otwarcia migawki dla takiej samej ekspozycji.



Przystona a głębia ostrości

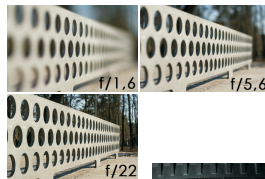
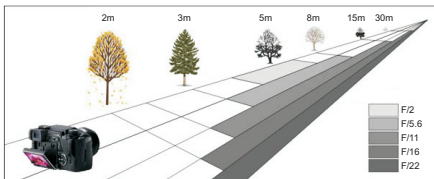


Przystona a głębia ostrości



- Im wyższa liczba przystony, tym większa głębina

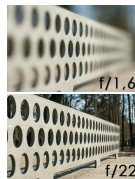
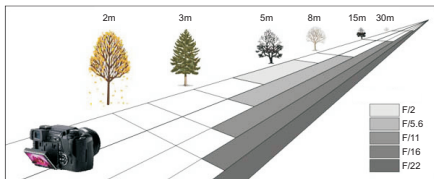
Przystona a głębia ostrości



- Im wyższa liczba przystony, tym większa głębina
- Głębina ostrości zależy od odległości ostrzenia

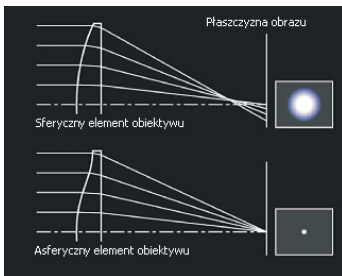
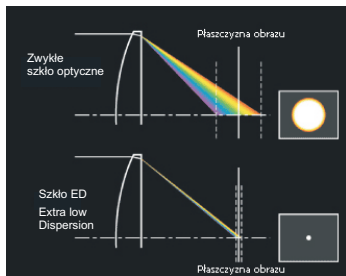


Przystona a głębia ostrości

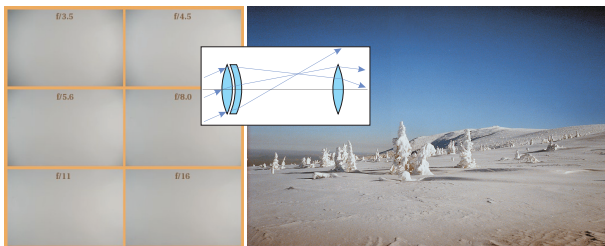


- Im wyższa liczba przystony, tym większa głębia
- Głębina ostrości zależy od odległości ostrzenia
- Obiektywy szerokokątne — duża głębina, fotografia reportażowa, sportowa

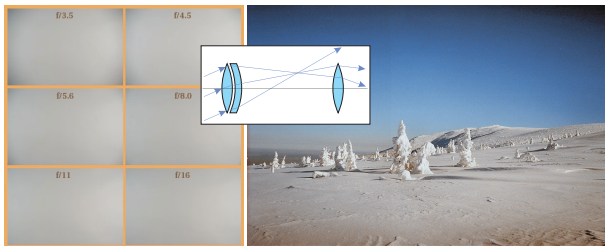
Wady obiektywów — aberracja chromatyczna i sferyczna



Wady obiektywów — winietowanie

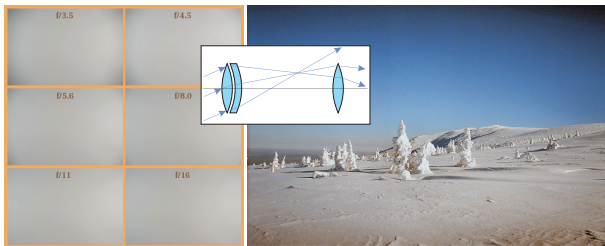


Wady obiektywów — winietowanie



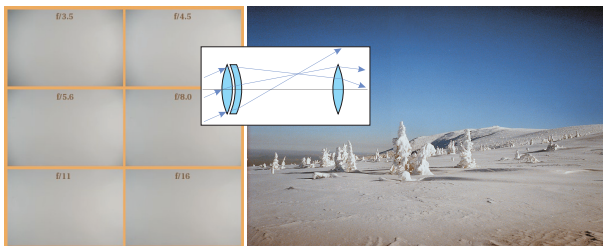
- Obiektywy krótkoogniskowe są bardziej podatne na tę wadę

Wady obiektywów — winietowanie



- Obiektywy krótkoogniskowe są bardziej podatne na tę wadę
- Efekt słabnie wraz ze zmniejszaniem otworu przysłony

Wady obiektywów — winietowanie



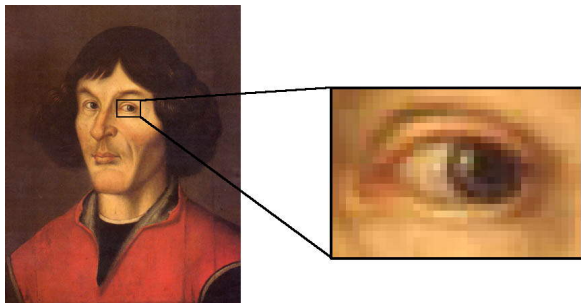
- Obiektywy krótkoogniskowe są bardziej podatne na tę wadę
- Efekt słabnie wraz ze zmniejszaniem otworu przysłony
- Winietowanie jest istotnym technologicznym problemem w rozwoju aparatów cyfrowych

Wady obiektywów — dystorsje

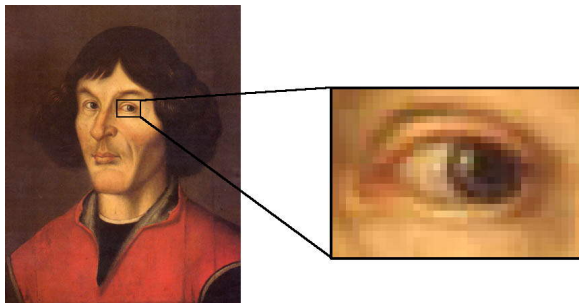


Im mniejsza ogniskowa tym większe dystorsje.

Grafika cyfrowa — obrazy rastrowe



Grafika cyfrowa — obrazy rastrowe

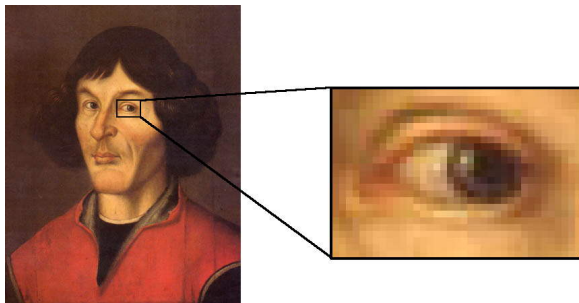


- Obraz rastrowy jest tablicą barwnych punktów — pikselków

$$[x_{ij}], \quad 1 \leq i \leq M, \quad 1 \leq j \leq N$$

Rozmiar obrazu $\rightarrow M \times N$.

Grafika cyfrowa — obrazy rastrowe



- Obraz rastrowy jest tablicą barwnych punktów — pikselków

$$[x_{ij}], \quad 1 \leq i \leq M, \quad 1 \leq j \leq N$$

Rozmiar obrazu $\rightarrow M \times N$.

- Zbiór dostępnych wartości $x_{ij} \in \{0, 1, \dots, k\}$ jest **paletą** obrazu.

Obrazy rastrowe — rozdzielczość

Obrazy rastrowe — rozdzielczość



600

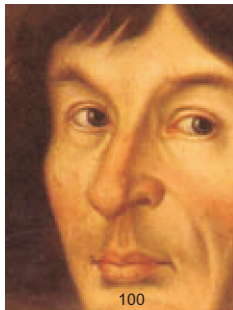


300

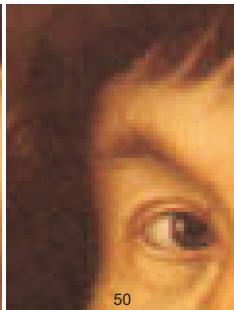


150

120x160



100



50

Obrazy rastrowe — rozdzielczość



- **Rozdzielczość** jest cechą urządzenia reprodukującego (ekranu, drukarki, skanera), a nie samego obrazu

Obrazy rastrowe — rozdzielczość



- **Rozdzielczość** jest cechą urządzenia reprodukującego (ekranu, drukarki, skanera), a nie samego obrazu
- Rozdzielczość to wielkość najmniejszej barwnej plamki, którą urządzenie może reprodukować w rozróżnialny sposób.

Obrazy rastrowe — rozdzielczość



- **Rozdzielczość** jest cechą urządzenia reprodukującego (ekranu, drukarki, skanera), a nie samego obrazu
- Rozdzielczość to wielkość najmniejszej barwnej plamki, którą urządzenie może reprodukować w rozróżnialny sposób.
- Jednostka “dots per inch”:
 $100 \text{ dpi} \approx 4 \text{ pix/mm}$ (plamka ok. 0.25 mm),
 $300 \text{ dpi} \approx 12 \text{ pix/mm}$ (plamka ok. 0.08 mm)

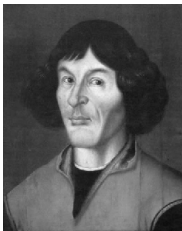
Nieprecyzyjnie: obraz dużej (niskiej) rozdzielczości

Nieprecyzyjnie: obraz dużej (niskiej) rozdzielczości
“Duża rozdzielczość = dużo pikselków”

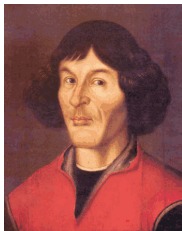
Obrazy rastrowe — palety



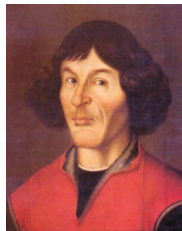
1 bit - $\{0,1\}$
lineart, B&W



8 bitów - $\{0,...,255\}$
grayscale



8 bitów
indeksowa

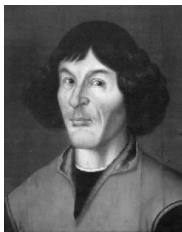


3x8 bitów - 16 mln kolorów
true color RGB

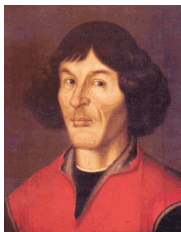
Obrazy rastrowe — palety



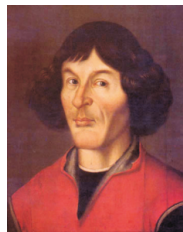
1 bit - $\{0,1\}$
lineart, B&W



8 bitów - $\{0,...,255\}$
grayscale



8 bitów
indeksowa



3x8 bitów - 16 mln kolorów
true color RGB

- Paleta indeksowa: przeważnie 1 bajt/piksel (do 256 kolorów), wartość piksela jest indeksem do przechowywanej w pliku tabeli z opisem odp. koloru — zwykle 24 bitowy RGB. Stosowana w formacie GIF.

Operacje na obrazach rastrowych

- Operacje na obrazach — procesy obliczeniowe wykonywane na tablicach

$$[y_{kl}] = \Phi([x_{ij}])$$

Operacje na obrazach rastrowych

- Operacje na obrazach — procesy obliczeniowe wykonywane na tablicach

$$[y_{kl}] = \Phi([x_{ij}])$$

- Operacje 1-punktowe (krzywe): Φ obliczane na pojedynczych pikselkach, niezależnie od ich pozycji

$$x'_{ij} = \Phi(x_{ij})$$

Operacje na obrazach rastrowych

- Operacje na obrazach — procesy obliczeniowe wykonywane na tablicach

$$[y_{kl}] = \Phi([x_{ij}])$$

- Operacje 1-punktowe (krzywe): Φ obliczane na pojedynczych pikselkach, niezależnie od ich pozycji

$$x'_{ij} = \Phi(x_{ij})$$

- Operacje wielopunktowe (filtry): nowa wartość x'_{ij} obliczana jest na podstawie x_{ij} i grupy sąsiednich pikselków,

$$x'_{ij} = \Phi(\dots, x_{i-1j}, x_{ij-1}, x_{ij}, x_{i+1j}, x_{ij+1}, \dots)$$

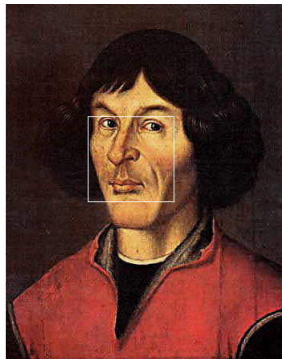
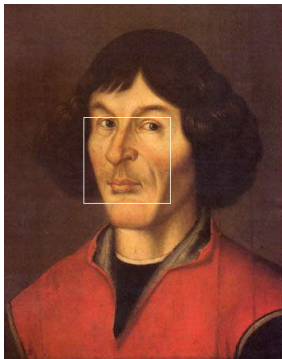
lub nawet (transformata Fouriera) na podstawie całego obrazu

Jakość obrazów rastrowych

Operacje na obrazach, oprócz pożądaných efektów, mają z reguły także rozmaite efekty uboczne.

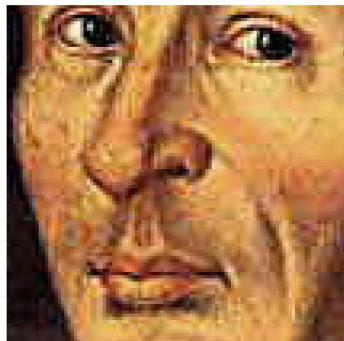
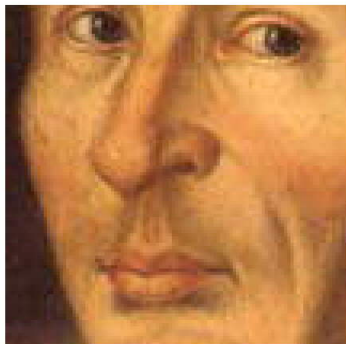
Jakość obrazów rastrowych

Operacje na obrazach, oprócz pożądaných efektów, mają z reguły także rozmaite efekty uboczne.



Jakość obrazów rastrowych

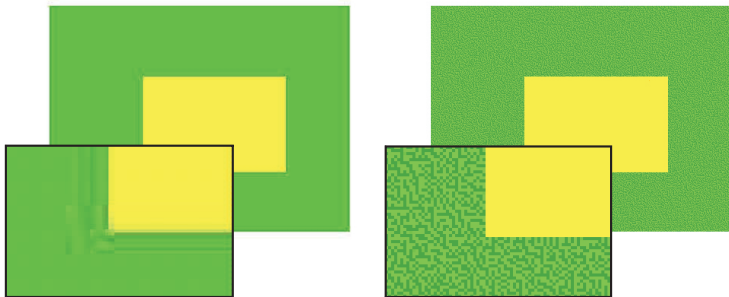
Operacje na obrazach, oprócz pożądaných efektów, mają z reguły także rozmaite efekty uboczne.



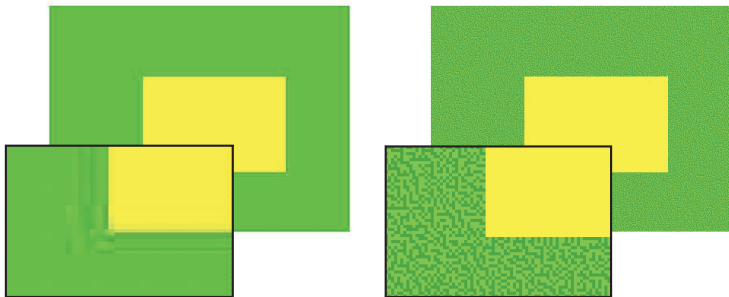
Efekt nadmiernej kompresji obrazu

Jakość obrazów rastrowych — wpływ formatu zapisu

Jakość obrazów rastrowych — wpływ formatu zapisu

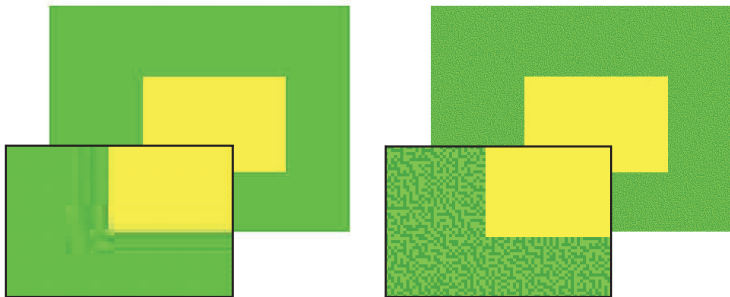


Jakość obrazów rastrowych — wpływ formatu zapisu



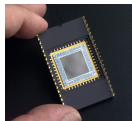
- Format JPG (od Joint Photographic Experts Group) wyłącznie do kompresji obrazów **fotograficznych**

Jakość obrazów rastrowych — wpływ formatu zapisu



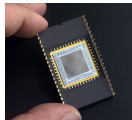
- Format JPG (od Joint Photographic Experts Group) wyłącznie do kompresji obrazów **fotograficznych**
- W przypadku ubogiej palety (GIF) stosujemy wyłącznie kolory w niej obecne.

Rastrowy hardware — matryce światłoczułe



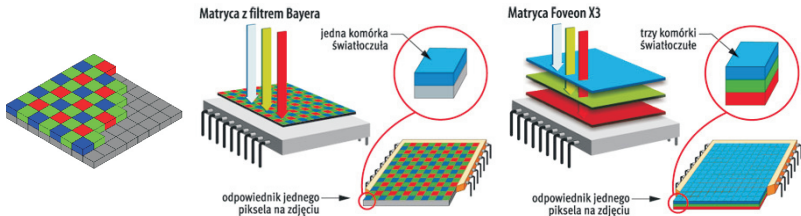
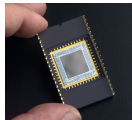
Rastrowy hardware — matryce światłoczułe

- Stosowane technologie: Charge Coupled Device (CCD) i Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)



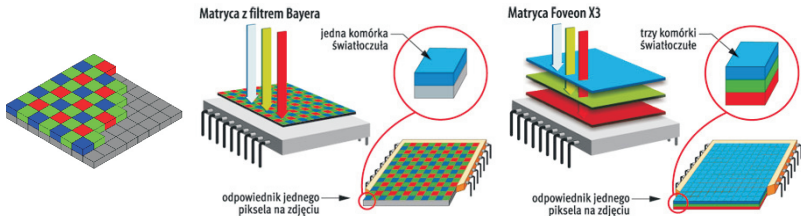
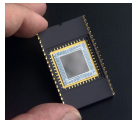
Rastrowy hardware — matryce światłoczułe

- Stosowane technologie: Charge Coupled Device (CCD) i Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)
- Matryce z filtrem Bayera — interpolacja koloru z sąsiednich pikseli



Rastrowy hardware — matryce światłoczułe

- Stosowane technologie: Charge Coupled Device (CCD) i Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)
- Matryce z filtrem Bayera — interpolacja koloru z sąsiednich pikseli

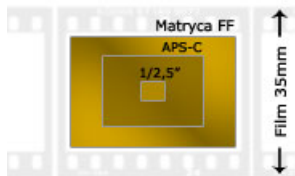


- Matryce 3-warstwowe

Rozmiary i rozdzielczość matryc

Matryce światłoczułe stosowane w aparatach cyfrowych

Matryca	Przekątna	Wymiary	Boki
1/2.7"	6,59 mm	5.27 x 3.96 mm	4:3
1/2.5"	7,2 mm	5.76 x 4.29 mm	4:3
1/1.8"	8,93 mm	7,18 x 5,32 mm	4:3
1/1.7"	9,5 mm	7.60 x 5.70 mm	4:3
1/1.6"	10,5 mm	8,4 x 6,3 mm	4:3
2/3"	11,0 mm	8.80 x 6.60 mm	4:3
1"	16,0 mm	12.80 x 9.60 mm	4:3
4/3"	22,5 mm	18,0 x 13,5mm	4:3
APS-C	27,1 mm	około 22.50 x 15.10 mm w zależności od aparatu	3:2
DX	27,5 mm	23,7 x 15.6mm	3:2
FF (Full Frame) Pełnoklatkowa	43,3 mm	36 x 24 mm	3:2

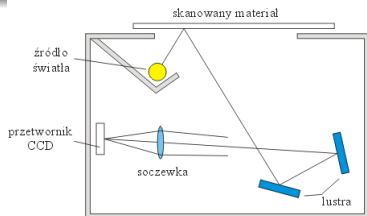


Rozdzielczość podawana w megapikselach: obecnie 16–24 Mpix

Rastrowy hardware — skanery i drukarki

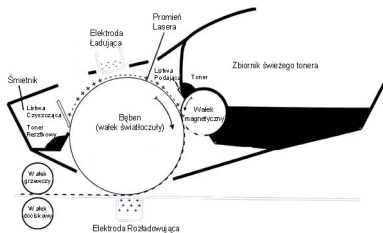
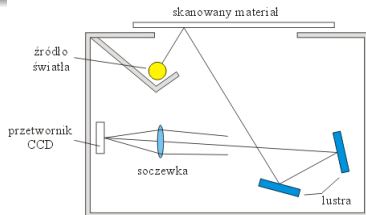
Rastrowy hardware — skanery i drukarki

Skanery wykorzystują przetworniki fotoelektryczne podobne do matryc CCD w aparatach. Optyka: układ zwierciadeł i pomniejszający obiektyw.



Rastrowy hardware — skanery i drukarki

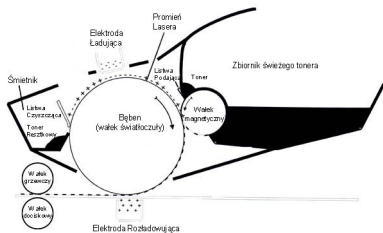
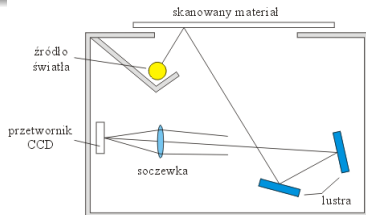
Skanery wykorzystują przetworniki fotoelektryczne podobne do matryc CCD w aparatach. Optyka: układ zwierciadeł i pomniejszający obiektyw.



Drukarki laserowe — działanie podobne do kserografów. Proszkowy toner nanoszony elektrostatycznie na bęben (de)polaryzowany w odp. punktach światłem lasera.

Rastrowy hardware — skanery i drukarki

Skanery wykorzystują przetworniki fotoelektryczne podobne do matryc CCD w aparatach. Optyka: układ zwierciadeł i pomniejszający obiektyw.

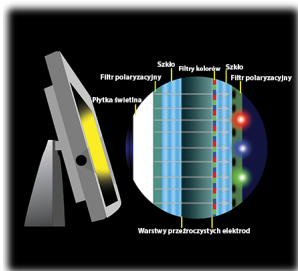


Drukarki laserowe — działanie podobne do kserografów. Proszkowy toner nanoszony elektrostatycznie na bęben (de)polaryzowany w odp. punktach światłem lasera.

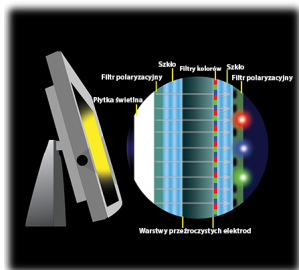
Drukarki atramentowe: atramenty nanoszone przez układ mikrodysz sterowanych termicznie lub piezoelektrycznie.

Monitory LCD

- Orientacja molekuł ciekłego kryształu w polu elektrycznym wpływa na polaryzację przechodzącej wiązki światła.

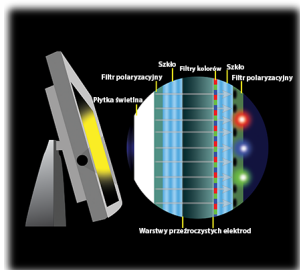


- Orientacja molekuł ciekłego kryształu w polu elektrycznym wpływa na polaryzację przechodzącej wiązki światła.



- Moduł ciekłokrystaliczny z układem punktowych elektrod obudowany filtrami polaryzacyjnymi umożliwia modulację intensywności przechodzącego światła.

- Orientacja molekuł ciekłego kryształu w polu elektrycznym wpływa na polaryzację przechodzącej wiązki światła.



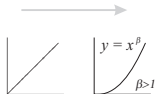
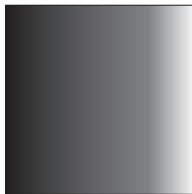
- Moduł ciekłokrystaliczny z układem punktowych elektrod obudowany filtrami polaryzacyjnymi umożliwia modulację intensywności przechodzącego światła.
- Barwne mikrofiltry RGB tworzą siatkę pikseli.

Korekta gamma

Rzeczywisty rozkład jasności



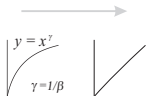
Monitor



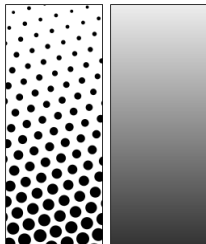
Korekta gamma



Monitor

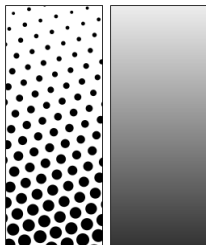


- Użycie klisz rastrowych: regularny rozkład punktów, gradacja szarości poprzez kontrolę wielkości plamki tuszu (**raster amplitudowy**) lub pseudolosowe odległości plamek (raster częstotliwościowy)



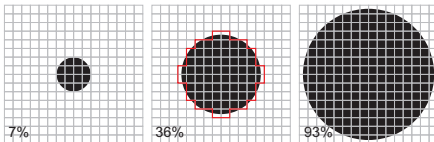
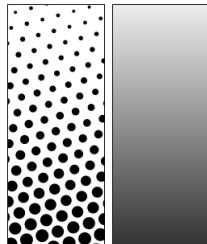
Poligrafia — obrazy półtonowe

- Użycie klisz rastrowych: regularny rozkład punktów, gradacja szarości poprzez kontrolę wielkości plamki tuszu (**raster amplitudowy**) lub pseudolosowe odległości plamek (raster częstotliwościowy)
- **Rozdzielczość** — minimalna wielkość plamki
liniatura — liczba linii rastra na cal.



Poligrafia — obrazy półtonowe

- Użycie klisz rastrowych: regularny rozkład punktów, gradacja szarości poprzez kontrolę wielkości plamki tuszu (**raster amplitudowy**) lub pseudolosowe odległości plamek (raster częstotliwościowy)
- **Rozdzielczość** — minimalna wielkość plamki
liniatura — liczba linii rastra na cal.
- Zalecana proporcja rozdzielczości urządzenia naświetlającego do liniatury rastra to 16 : 1 (gdyż szachownica o boku 16 pól daje łącznie 256 pól będących odpowiednikami 256 poziomów szarości w komputerze).



Poligrafia — jakość obrazów półtonowych

- Stosowane liniatury: niska ≤ 115 lpi (druk gazetowy), wysokie 150–175 lpi (zalecana rozdż. naświetlarki 2400 dpi). Znaczenie ma także jakość papieru (rozlewanie się plamek).



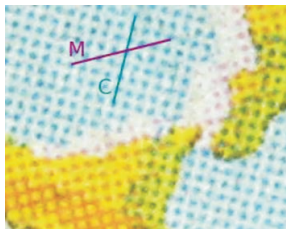
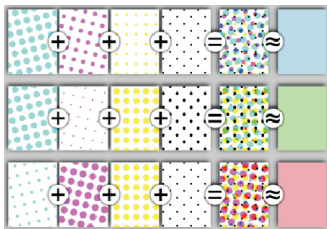
Poligrafia — jakość obrazów półtonowych

- Stosowane liniatury: niska ≤ 115 lpi (druk gazetowy), wysokie 150–175 lpi (zalecana rozdż. naświetlarki 2400 dpi). Znaczenie ma także jakość papieru (rozlewanie się plamek).

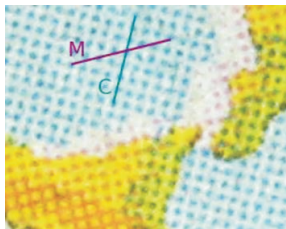
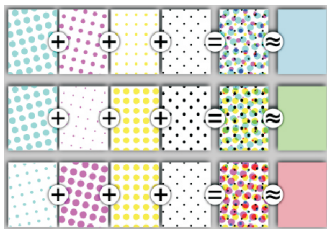


- Kąt liniatury rastra: dla druku monochromatycznego 45° . Ludzkie oko lepiej dostrzega szczegóły w poziomie i pionie. Dla ukośnego rastra o tej samej rozdzielczości reprodukcja obrazu jest przez to pozornie “gładsza”.

Druk wielobarwny

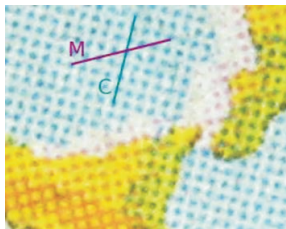
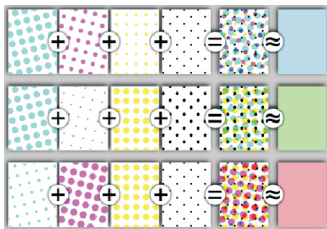


- Proces CMYK: 4 półtonowe wyciągi barwne



- Proces CMYK: 4 półtonowe wyciągi barwne
- Kąty obrotu rastrów — minimalizacja efektu mory, równomierne rozłożenie farb, np:

$$Y = 0^\circ, \quad M = 15^\circ, \quad K = 45^\circ, \quad C = 75^\circ$$

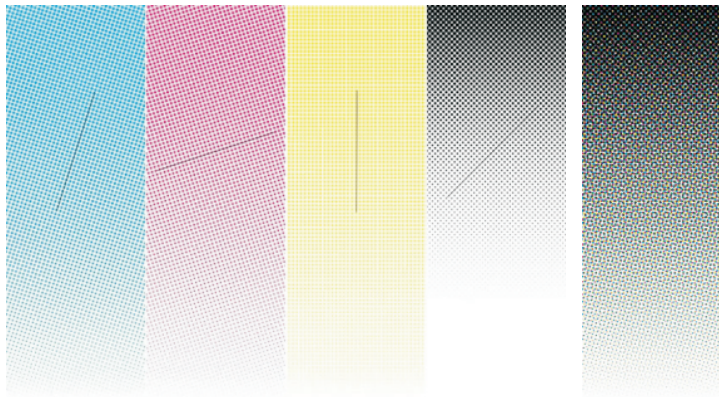


- Proces CMYK: 4 półtonowe wyciągi barwne
- Kąty obrotu rastrów — minimalizacja efektu mory, równomierne rozłożenie farb, np:

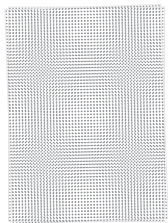
$$Y = 0^\circ, \quad M = 15^\circ, \quad K = 45^\circ, \quad C = 75^\circ$$

- Minimalna mora przy 30° . Liniatury ciemnych rastrów co 30° , żółty jako najjaśniejszy daje najslabiej widoczną morę.

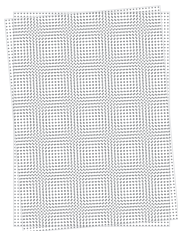
Rastry CMYK



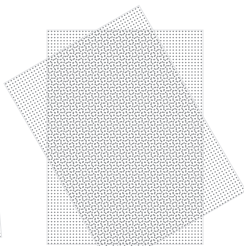
Mory i rastry CMYK



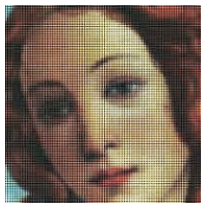
2°



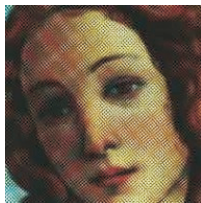
5°



30°



0°



losowe



CMYK

Farby procesowe i dodatkowe



Farby procesowe i dodatkowe

- Barwniki (farby procesowe) CMYK dla poligrafii podlegają standaryzacji
 - w Europie ISO 12647-2,
 - w USA SWOP bazujący na ISO 2846-1:2006



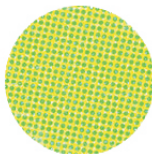
Farby procesowe i dodatkowe

- Barwniki (farby procesowe) CMYK dla poligrafii podlegają standaryzacji
 - w Europie ISO 12647-2,
 - w USA SWOP bazujący na ISO 2846-1:2006
- Proces CMYK nie reprodukuje poprawnie wielu barw. Udoskonalony (droższy) proces Hexachrome używa 6 farb: CMYKOG z barwnikami O (orange) i G (green)



Farby procesowe i dodatkowe

- Barwniki (farby procesowe) CMYK dla poligrafii podlegają standaryzacji
 - w Europie ISO 12647-2,
 - w USA SWOP bazujący na ISO 2846-1:2006
- Proces CMYK nie reprodukuje poprawnie wielu barw. Udoskonalony (droższy) proces Hexachrome używa 6 farb: CMYKOG z barwnikami O (orange) i G (green)
- Farby dodatkowe (spot colors) — dowolne barwniki (z palety Pantone) dodawane do procesu CMYK w druku wysokiej jakości



CMYK



Pantone

Grafika wektorowa — reprezentacja obiektów

Grafika wektorowa — reprezentacja obiektów

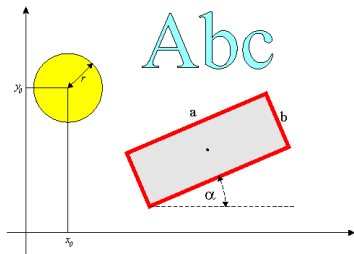
- Obraz opisany analitycznie w wirtualnym układzie współrz.

Koło($x_0, y_0, r, g_l, k_l, k_w, \dots$)

Prostokąt($x_0, y_0, a, b, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

Napis($x_0, y_0, \text{"Abc"}, 35\text{pt}, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

...



Grafika wektorowa — reprezentacja obiektów

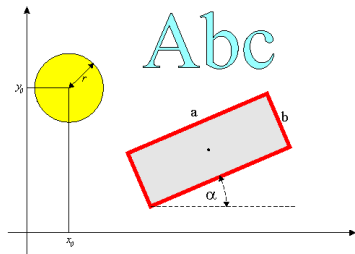
- Obraz opisany analitycznie w wirtualnym układzie współrz.

Koło($x_0, y_0, r, g_l, k_l, k_w, \dots$)

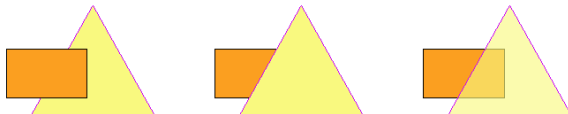
Prostokąt($x_0, y_0, a, b, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

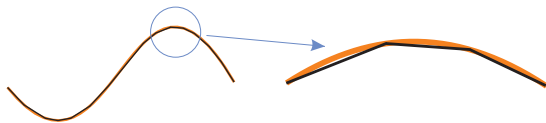
Napis($x_0, y_0, \text{"Abc"}, 35\text{pt}, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

...

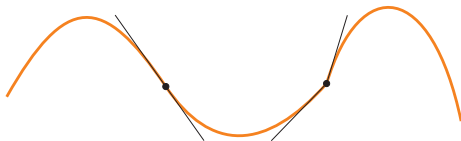


- Możliwość zmiany kolejności ("wysokości") obiektów lub ich przezroczystości



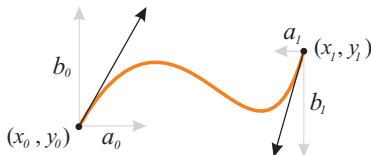


- Przybliżanie przez liniowe segmenty (łamane) — słabe własności skalowania



- Przybliżanie przez liniowe segmenty (łamane) — słabe własności skalowania
- Segmenty paraboliczne są nadal zbyt “sztywne”: nie można wymusić gładkości połączeń na obu końcach jednocześnie.

Grafika wektorowa — krzywe



- Przybliżanie przez liniowe segmenty (łamane) — słabe własności skalowania
- Segmenty paraboliczne są nadal zbyt “sztywne”: nie można wymusić gładkości połączeń na obu końcach jednocześnie.
- Minimalna liczba parametrów kontrolnych — 8:
po 2 na współrzędne punktów końcowych i po 2 na składowe wektorów kierunkowych

- Łuki elementarne 3 stopnia:

$$\begin{cases} x(t) = At^3 + Bt^2 + Ct + D, \\ y(t) = Et^3 + Ft^2 + Gt + H, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

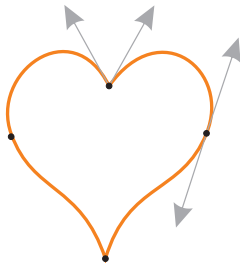
(bardziej systematyczna konstrukcja — **krzywe Béziera**)

- Łuki elementarne 3 stopnia:

$$\begin{cases} x(t) = At^3 + Bt^2 + Ct + D, \\ y(t) = Et^3 + Ft^2 + Gt + H, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

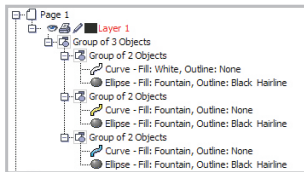
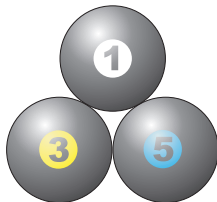
(bardziej systematyczna konstrukcja — **krzywe Béziera**)

- Krzywe — sekwencje łuków elementarnych połączonych (lub nie) węzłami “gładkimi” lub “ostrymi”



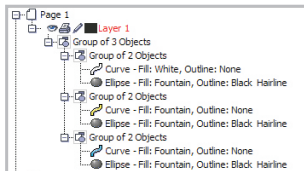
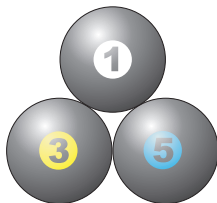
Grafika wektorowa — relacje między obiektami

- Obiekty złożone, hierarchizacja

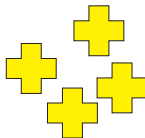
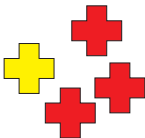
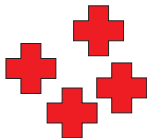


Grafika wektorowa — relacje między obiektami

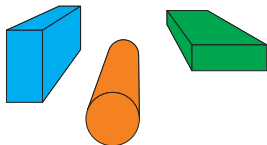
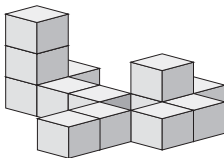
- Obiekty złożone, hierarchizacja



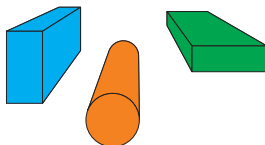
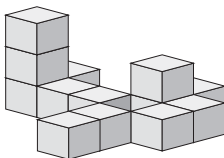
- Kopie i klony obiektów



- Persepektywa



- Persepektywa



- Efekty cieniowania i refleksów

