

Számítógépek alkalmazása 1.  
2. előadás, 2004. szeptember 27.

# Pixelgrafika 2.



# Tartalomjegyzék

---

## **Első rész (szín)**

### **1. Fény fizikai tulajdonságai**

**1.1 Elektromágneses sugárzás**

**1.2 Spektrális energiaeloszlás**

**1.3 Kromatikus aberráció**

### **2. Látás**

**2.1 Szem optikai felépítése**

**2.2 Retina**

**2.3 Receptorok**

**2.4 Színlátás fiziológiája**

**2.5 Szín, telítettség, világosság**

**2.6 Összeadó-kivonó színkeverés**

**2.7 CMY – CMYK színkeverés**

### **3. Színrendszerek**

**3.1 Színösszehasonlítás**

**3.2 CIE XYZ színingertér (1931)**

**3.3 CIE LAB színingertér (1976)**

**3.4 RGB színmodel**

**3.5 HSV, HSL színmodellek**

**3.5 RGB – HSV konverzió**

## **Második rész (forma)**

### **4. Világosság**

**4.1 Dinamika**

**4.2 Kontraszt**

**4.3 Gamma**

**4.4 Fehér pont**

### **5. Pixelképek tulajdonságai**

**5.1 Színmélység**

**5.2 Felbontás**

**5.3 CRT, CCD, Offset, Inkjet/Laser**

### **6. Mintavétel**

**6.1 Mintavétel**

**6.2 Alias jelenség**

**6.3 Fourier transzformáció**

**6.4 Képhiba javítás: Mip Mapping, Zaj, Diterálás, Hibaterítés**

### **7. Grafikus adatcsere fájlformátumok**

**3.1 Felépítés**

**3.2 Tömörítés**

**3.3 Fontosabb formátumok: Raw, Targa, Bmp, Tiff, Jpg, Png**

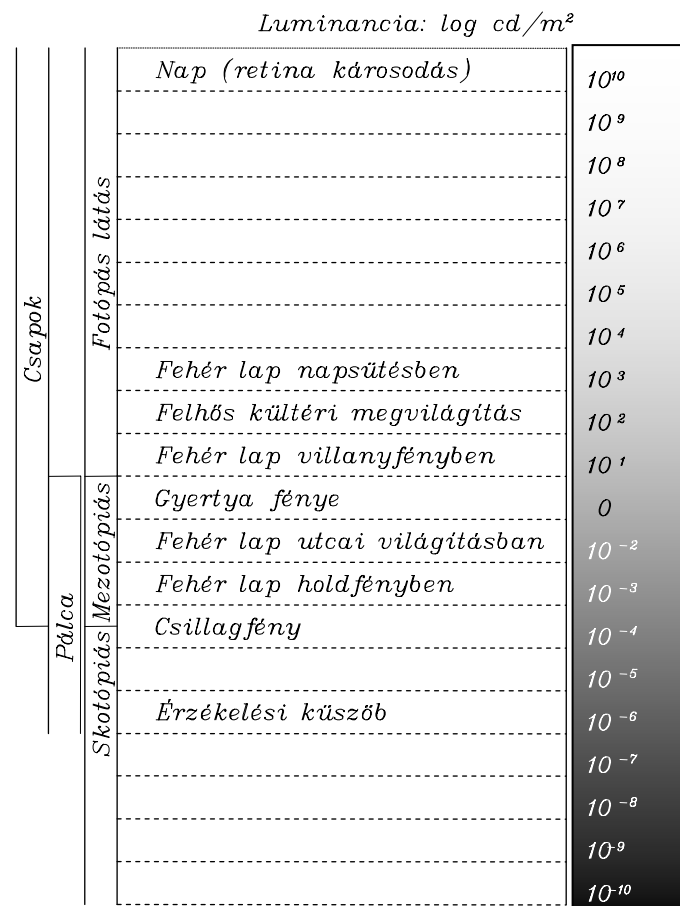
# Dinamika (Dynamic Range)

**A fényerőt a szem világosságként érzékeli. A nagyobb fényűrűségű fényforrást illetve megvilágított felületet a szemünk világosabbnak látja.**

**A szem  $10^{-6}$ - $10^4$  log cd/m<sup>2</sup> nagyságrendű fényerőváltozást képes érzékelni.**

**Eszközei: a pupilla, két fotóreceptor alaptípus, a pálca és a csap, amelyeknek az érzékenysége az éjszakai és nappali megvilágításra hangolódott.**

**Adaptáció: A szem egyidejűleg nem képes érzékelni a teljes fényerő skálát, hanem a megváltozott fényviszonyokhoz rövidebb vagy hosszabb idő alatt alkalmazkodik. Az átállási idő sötét megvilágításra elérheti a 30 percet is.**



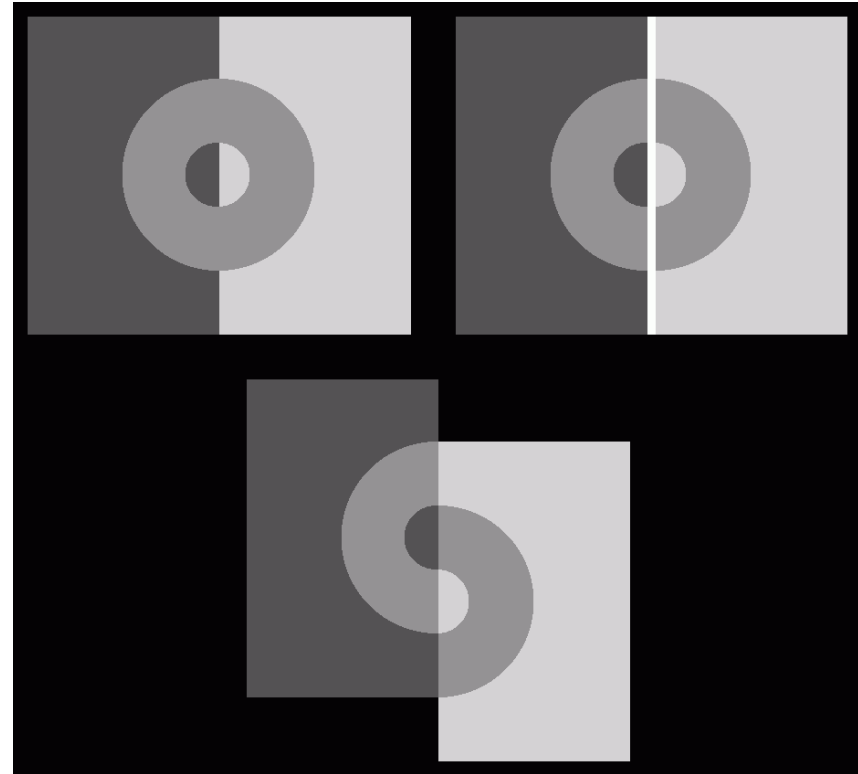
# Kontraszt

**A világosság relatív érzet, a szem csak az egymás melletti (vagy az egymás után megjelenő) felületek fénysűrűség eltérését érzékeli.**

**Az eltérés mértéke a kontraszt.  $L_1$  és  $L_2$  abszolút fénysűrűségű felület között érzett világosság különbség:**

$$K = (L_1 - L_2) / (L_1 + L_2)$$

**A még érzékelhető  $\Delta L$  fénysűrűség-különbséget kontraszt-küszöbnek nevezik.**



*Koffka gyűrűk - Kurt Koffka (1886-1941) német pszichológus.*

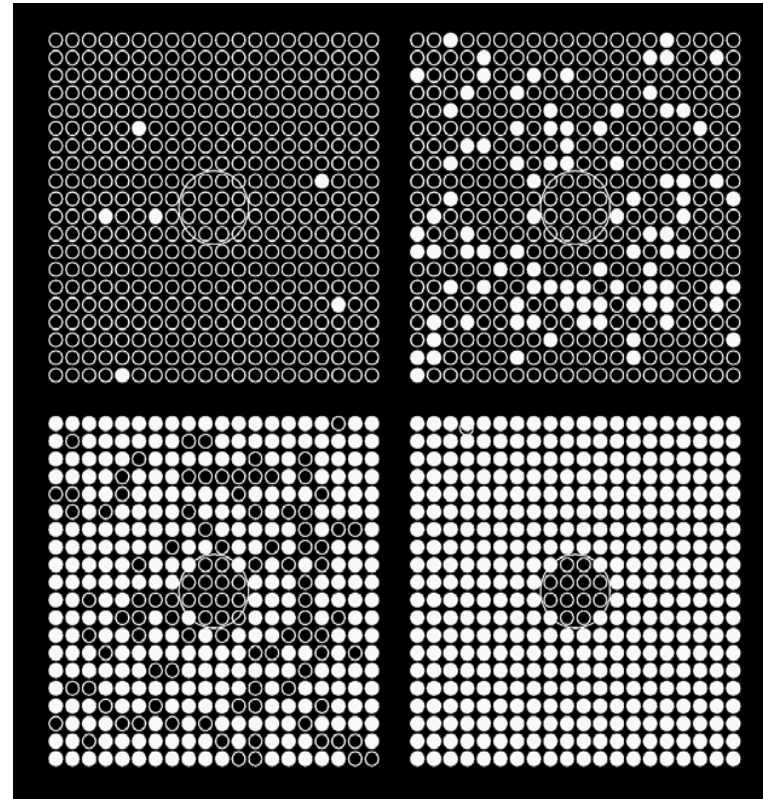
# Gamma korrekció (Gamma Correction) (3/1)

**A szem a világosság lépcsőket nem lineárisan érzékeli. Adott adaptációs szinten a szem a sötét részletekben kevesebb, a világos részletekben több lépcsőt különböztet meg.**

**A képfelvevő és megjelenítő eszközök világosság lépcsői viszont lineárisan növekednek.**

**A gamma korrekció a tényleges (fizikai) és az érzékelt (pszichológiai) világosság lépcsők közötti eltérés kiegyenlítésére szolgál.**

**A Gamma módosítható a képernyő szabályozókkal, a videó memóriában (LUT) vagy grafikus szerkesztő programmal.**



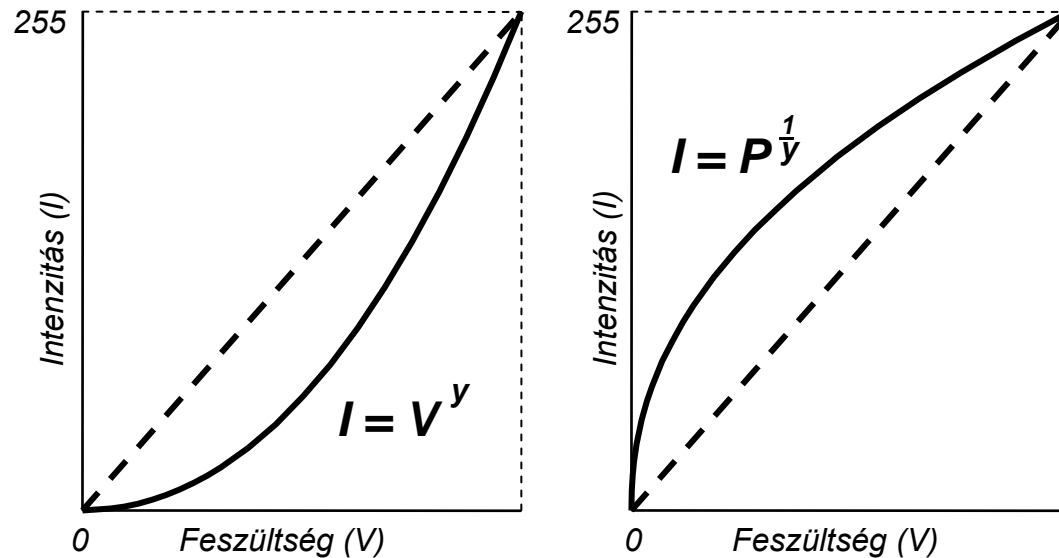
Az alacsony foton szám következményei. A négy rajz egyre növekvő megvilágítással 400 retina receptort illusztrál. Ahhoz, hogy a körrel jelzett terület világosság különbsége érzékelhető legyen, logaritmikusan növekvő számú foton szükséges. *Pirenne* (1967) alapján.

# Gamma korrekció (3/2)



*Ferenczy Károly (1862-1917) Kavicsdobáló fiúk.  
Forrás <http://www.kfki.hu/~arthp/>*

# Gamma korrekció (3/3)



**Gamma korrekció előtt és után. A folytonos vonal a fizikai mennyiséget (pl. a CRT képernyő vezérlő feszültségét), a szaggatott vonal a világosság érzetet jelöli.**

**A Gamma korrekció szükséges mértéke függ a megjelenítő eszközök szokásos háttér megvilágításától is. Például**

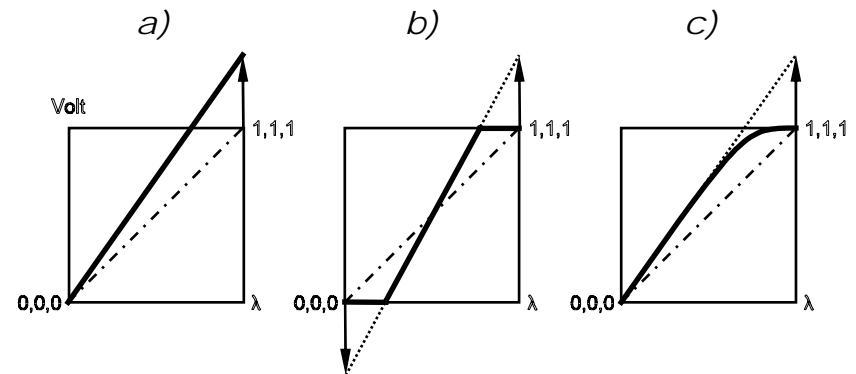
**diafilm, tv ( $\gamma$ ) = 1.25-1.5**

**számítógépes CRT képernyő ( $\gamma$ ) = 2.2.**

# Kontraszt vagy gamma?

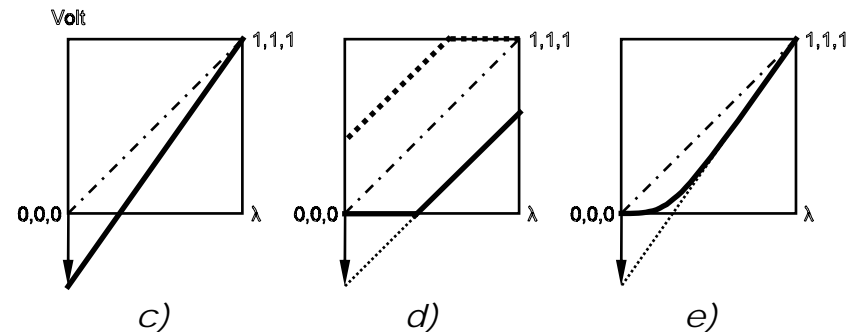
## Kontraszt (*Contrast*) szabályozás:

- a) képernyőn,
- b) pixelgrafikus alkalmazásban lineárisan,
- c) görbével.



## Fényerő (*Brightness*) szabályozás:

- d) képernyőn,
- e) pixelgrafikus alkalmazásban lineárisan,
- c) görbével.

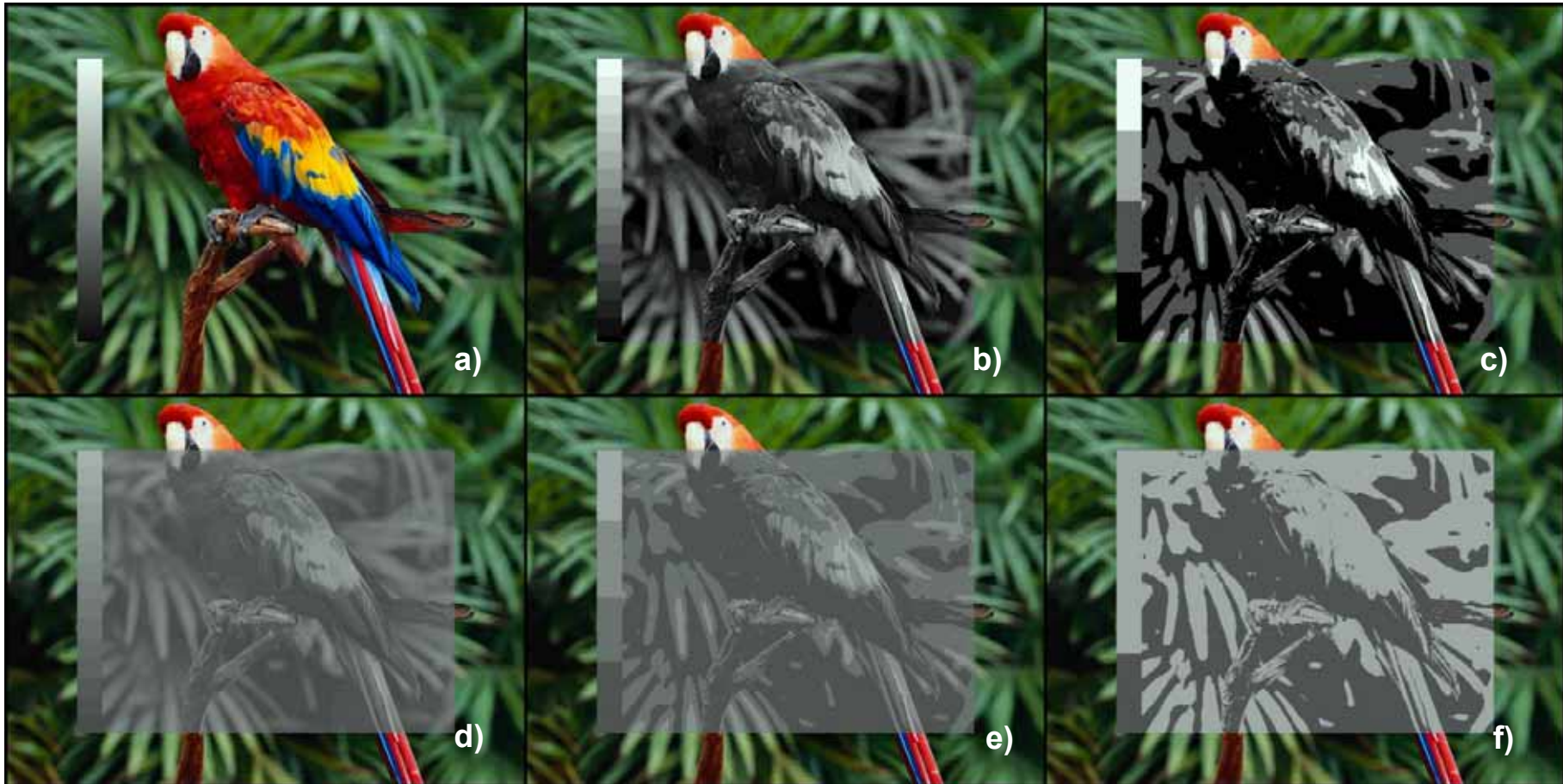


**Ha a módosítás lineáris, a világos illetve sötét színek feltorlódnak, a kép kiég illetve elfeketedik.**

A videó memória a színek képernyő értékeinek nyilvántartására szolgál. Technikai elnevezése kereső tábla – Look Up Table (LUT). A LUT módosítható a grafikus szerkesztő monitor beállításával, ekkor a beállítás a grafikus szerkesztő ablakaiban érvényesül. És módosítható a grafikus kártya beállításával, ekkor a beállítás valamennyi ablakban érvényesül.

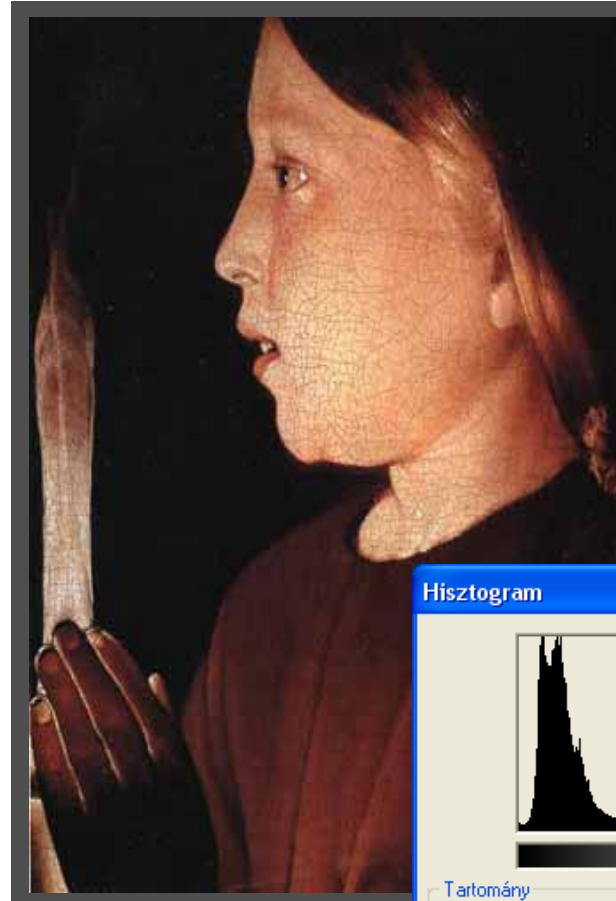
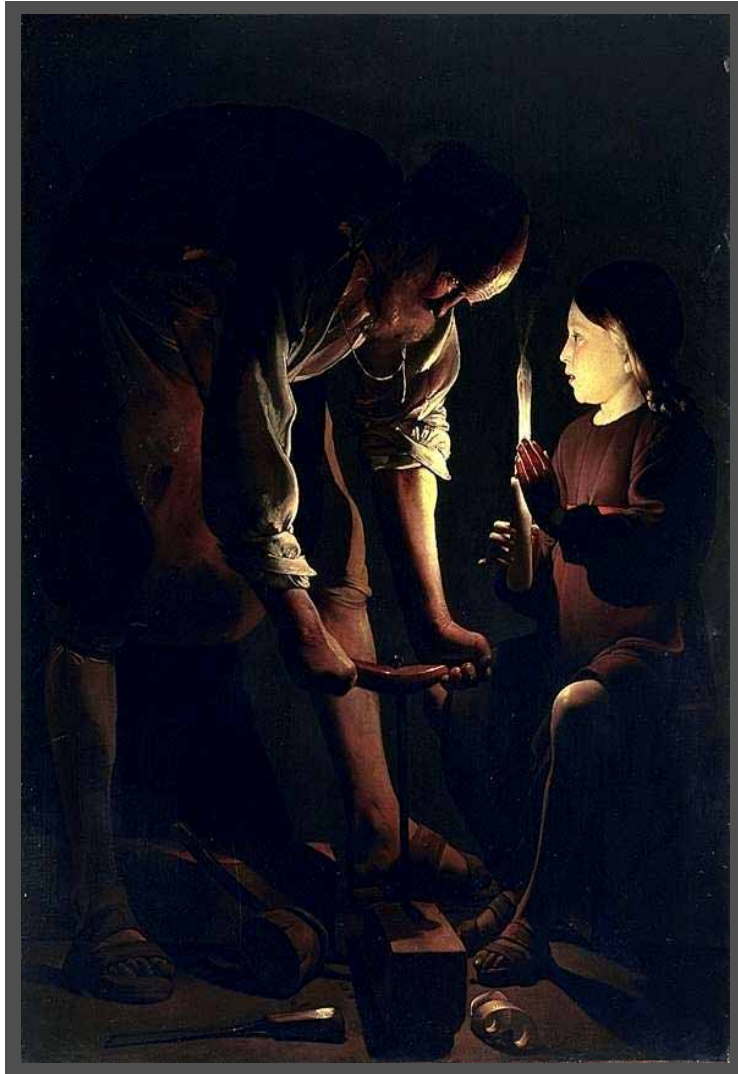


# Képdinamika

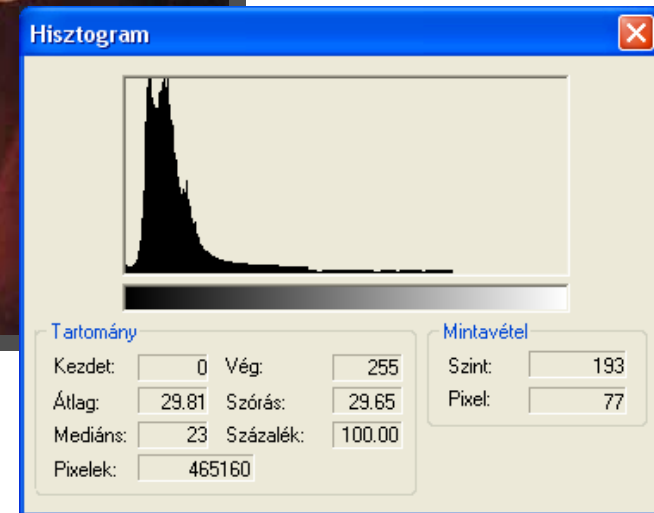


*A dinamika és a világosság fokozatok viszonya: a) Teljes dinamika; b) Széles dinamika, sok fokozat; c) Széles dinamika, kevés fokozat; d) Szűk dinamika, sok fokozat; e) Szűk dinamika, kevés fokozat; f) Szűk dinamika, kevés fokozat.*

# Képdinamika



Georges de LaTour (1592-1652)  
Krisztus az ácsműhelyben.  
Forrás <http://www.kfki.hu/~arthp/>



# Fehér pont (White point)



A fehér pont (legvilágosabb pont) beállítással kihasználható a rendelkezésre álló képdinamika terjedelme, azaz a legsötétebb és legvilágosabb képpont közötti lépcsőszám. A látvány kiválasztott pontja a képen fehér színű lesz (RGB 1,1,1). A fehér pont beállításra a szkennerekénél és professzionális digitális kameráknál van lehetőség.

A pixelképen a legvilágosabb pont utólag is módosítható. Az *Equalize* (automatikus kiegyenlítés) parancs a képdinamikát a rendelkezésre álló terjedelmen belül (RGB 0,0,0 – 1,1,1) arányosan széthúzza. Az eredményt az un. Histogrammal ellenőrizhető. (A legvilágosabbnak választott színt kör jelöli.)

Szinyei-Merse Pál ( 1845-1920) Rózsai, a művész lánya. Forrás <http://www.kfki.hu/~arthp/>

# Színmélység (Color Mode, Color Depth)



**Színmélység a szín mintavételezés (kvantálás) pontossága. A kvantálás is mintavételi eljárás, mértéke a memóriához igazodik:**

- **$2^1$  1 bit = 1+1 szín (pl. Fekete-fehér).**
- **$2^8$  8 bit (1 byte) = 256 szín- vagy világosság fokozat.**
- **$2^{24}$  3 x 8 bit (3 byte) = 3 szín x 256 fokozat = 16 millió szín. + 8 bit – alfa csatorna = 256 átlátszóság fokozat.**
- **$2^{36}$  3 x 12 bit = 3 x 4096 fokozat.** A nagyobb színmélységre a képfelvevő eszközöknél (pl. szkennerek, videó kamera stb.) van szükség, mert a látvány dinamikája szélesebb mint a megjelenítő eszközöké (pl. képernyő, nyomtatás stb.) A továbbított pixelkép színmélysége azonban már 24-bites lesz.

# Felbontás (Resolution)



**A felbontás egységnyi területen létrehozható, (rögzíthető, megjeleníthető, címezhető stb.) képelemek száma.**

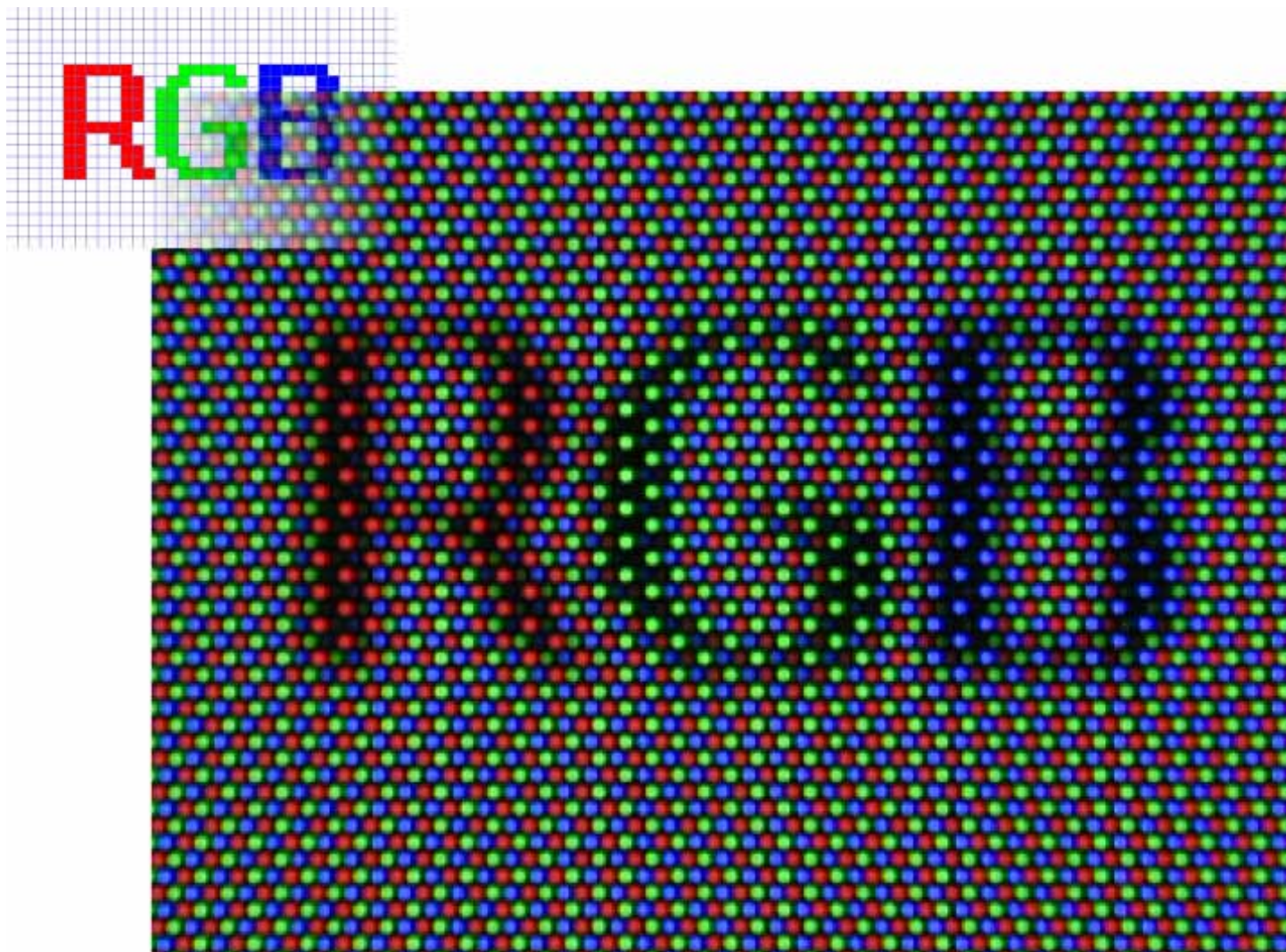
## **Mértékegységei változó képméretnél:**

- **Sample/inch (minta/hüvelyk) - szkennerek**
- **Dot/inch (pont/hüvelyk) – tintasugaras nyomtató**
- **Line/inch (vonal/hüvelyk) –nyomdai nyomtatás (offset)**

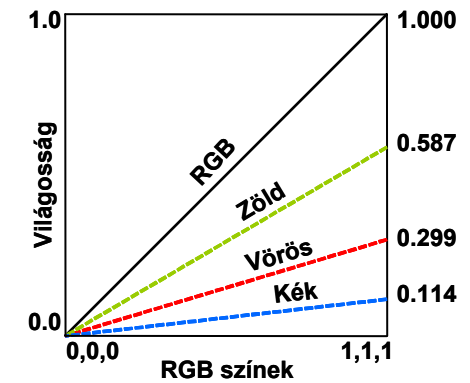
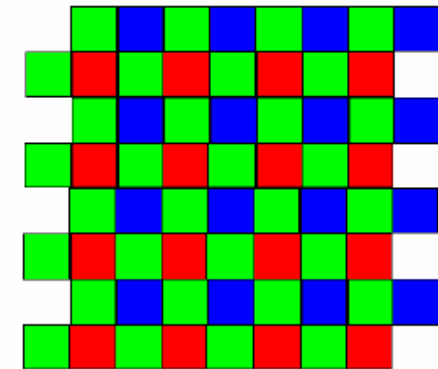
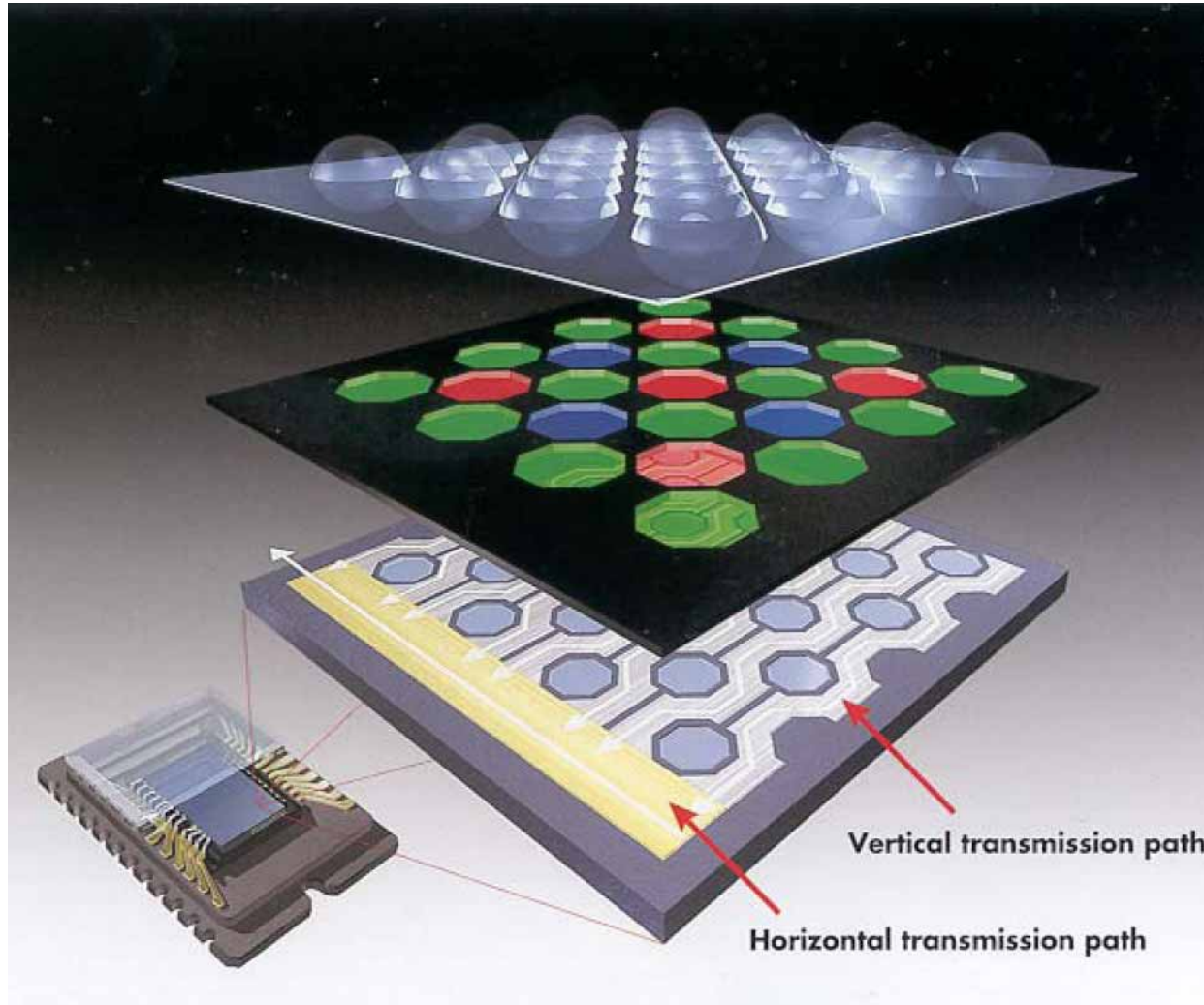
## **Mértékegységei állandó képméretnél:**

- **Pixel / pixel (pixel/pixel) – képernyő, CCD-CMOS chip  
(videó memóriához igazodó értékek: 320/200, 640/480,  
1024/768, 1280/960, 1600/1200)**

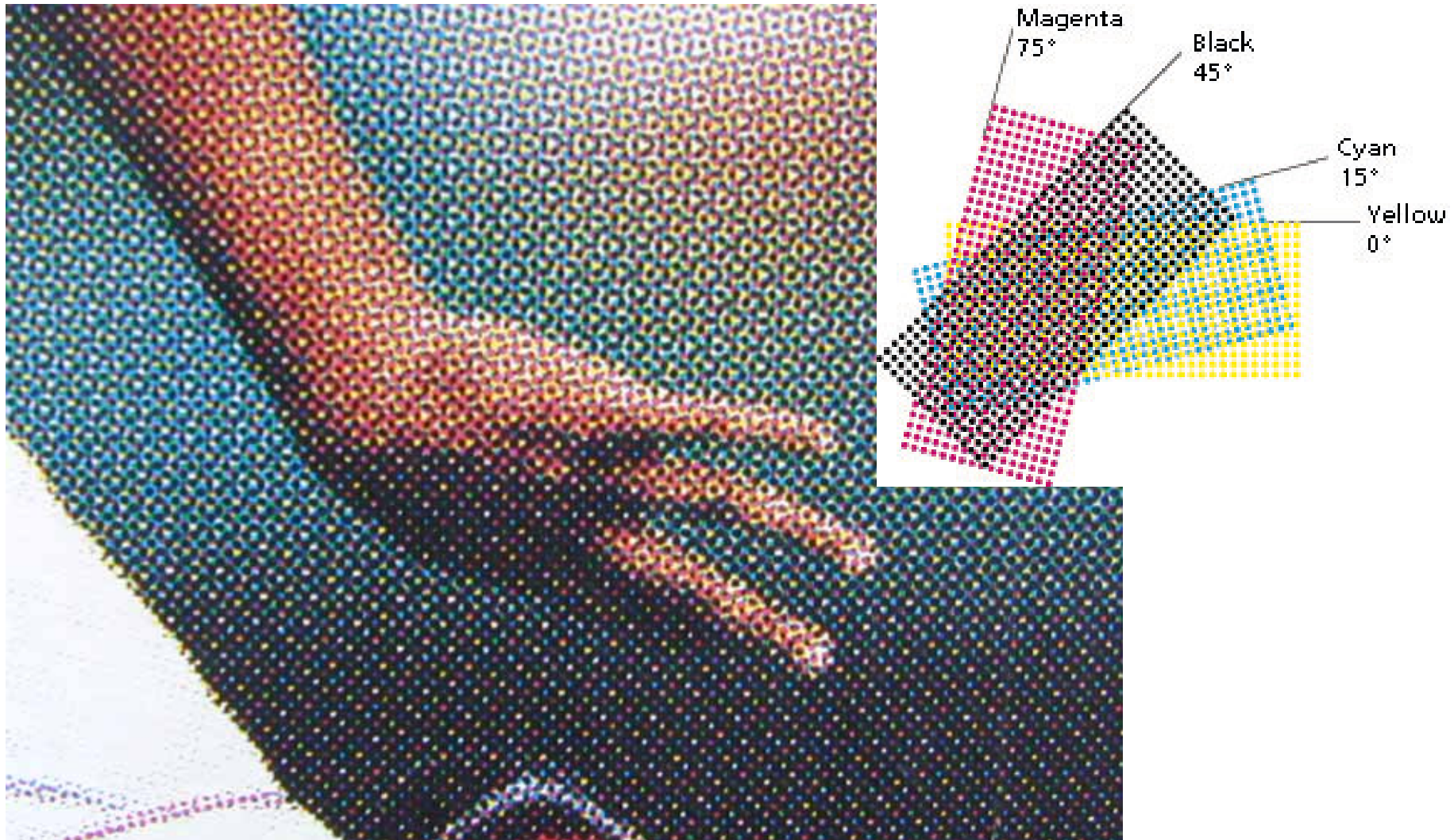
# Felbontás – CRT



# Felbontás – digitális kamera

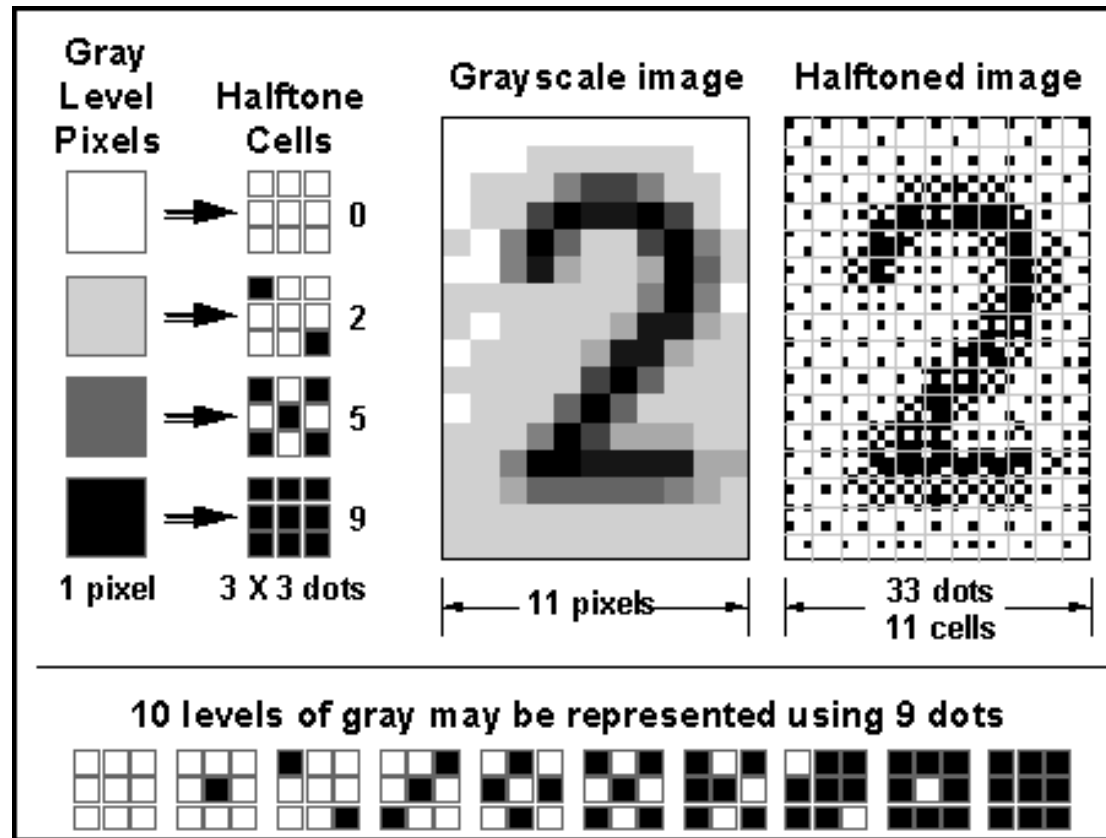


# Felbontás - óriásplakát



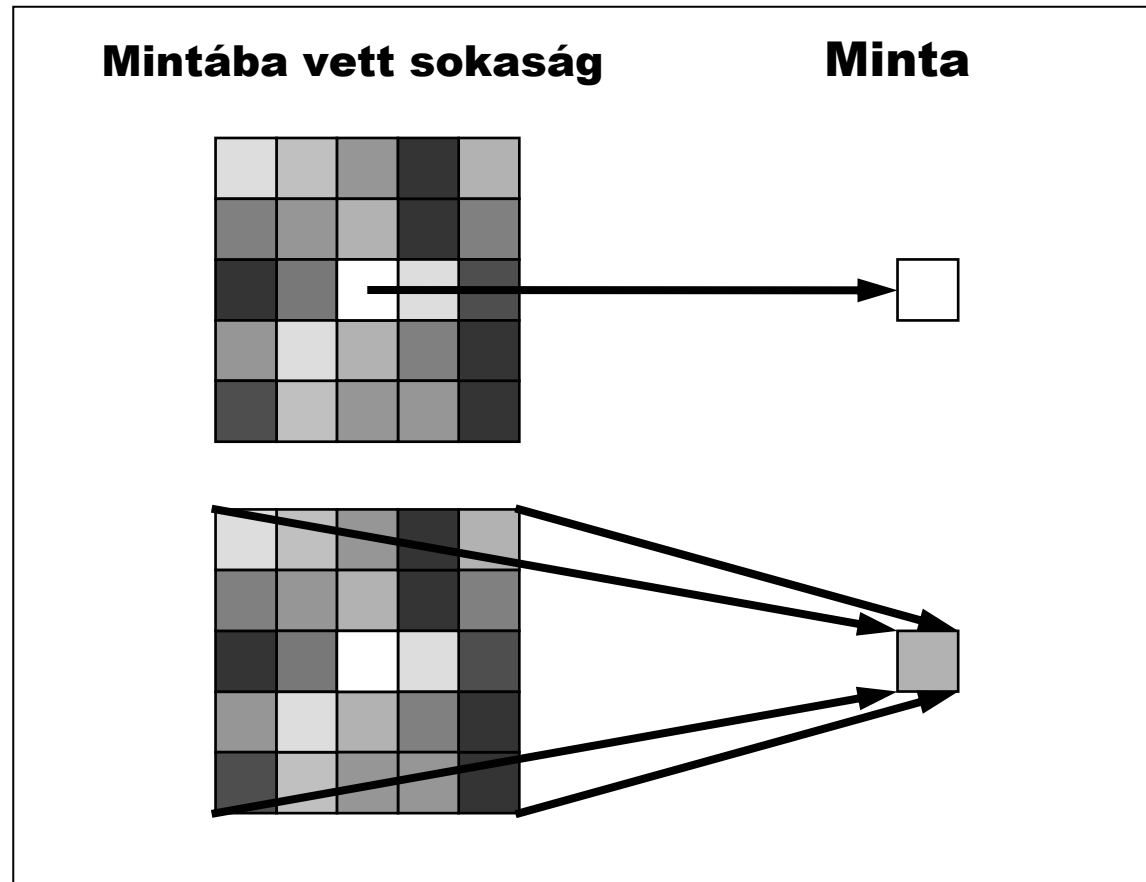


# Felbontás - nyomtató



**Diterálás (Dithering):** Szemben a hagyományos nyomdatechnikával a számítástechnikában használt nyomtatók nem képesek változó méretű képpontok létrehozására. A négy nyomdai alapszín (Cián, Bíbor, Sárga és a fekete) fokozatait változó számú képpont csoporttal állítják elő.

# Mintavétel

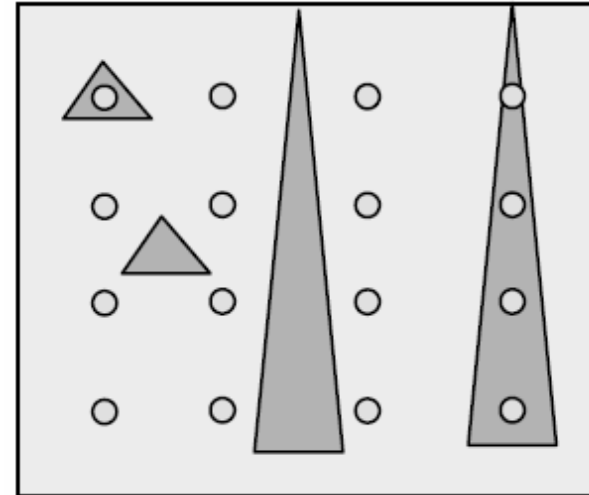


**A felbontás (mintavételi gyakoriság) szükséges mértéke a látvány részletességétől függ.**

# Mintavétel

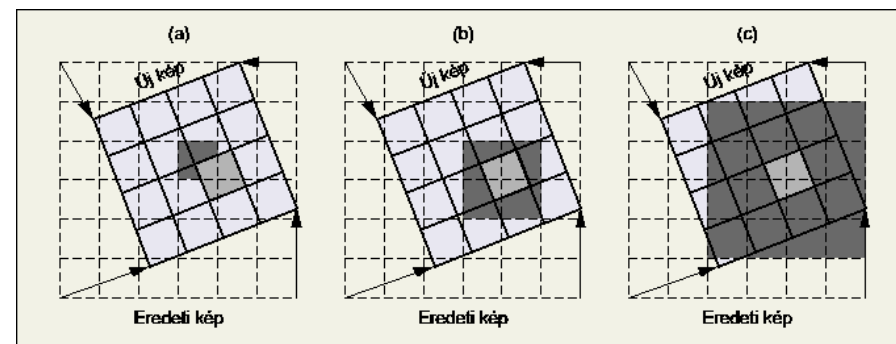
## Mintavételezés (Sampling):

- **3D modell árnyalt megjelenítése (rendering)**
- **Vektoros alakzatok, pl. betűk raszterizálása,**
- **Grafikus adatfájl tömörítése, elmentése.**



## Újramintavételezés (Resampling):

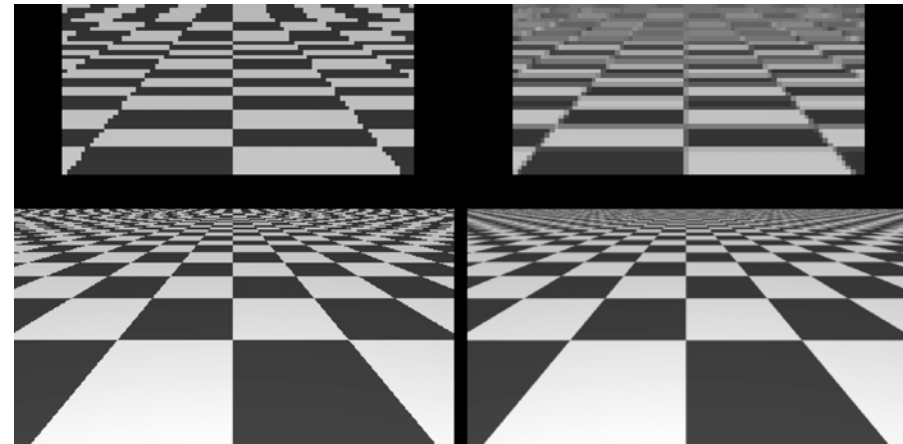
- **Pixelkép nagyítása-kicsinyítése**
- **Pixelkép torzítása (Warp),**
- **Pixelkép nyomtatása**



# Mintavétel

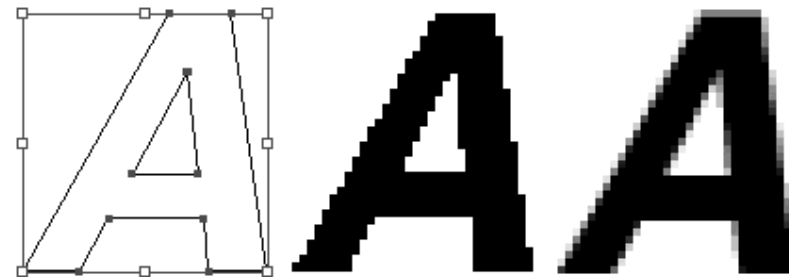
**Az elégtelen mintavételi gyakoriság az un. alias típusú képhibákhoz vezet. Az alias típusú képhibák:**

- **Fogazottság**
- **Moaré (Moire)**
- **Hibás képpontok (artefacts)**



**Megoldás:**

- **Növelni kell a mintavételi gyakoriságot, vagy**
- **csökkenteni kell a látvány részletességét, vagy**
- **zajjal elfedni a képhibákat.**

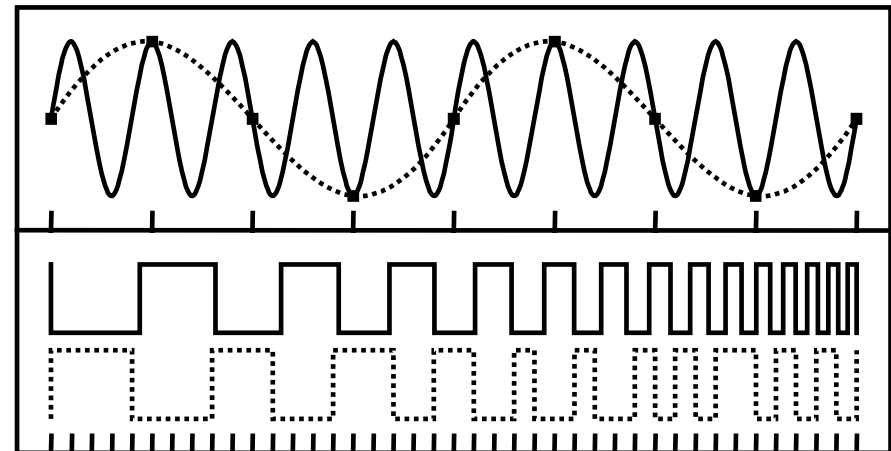


# Alias jelenség

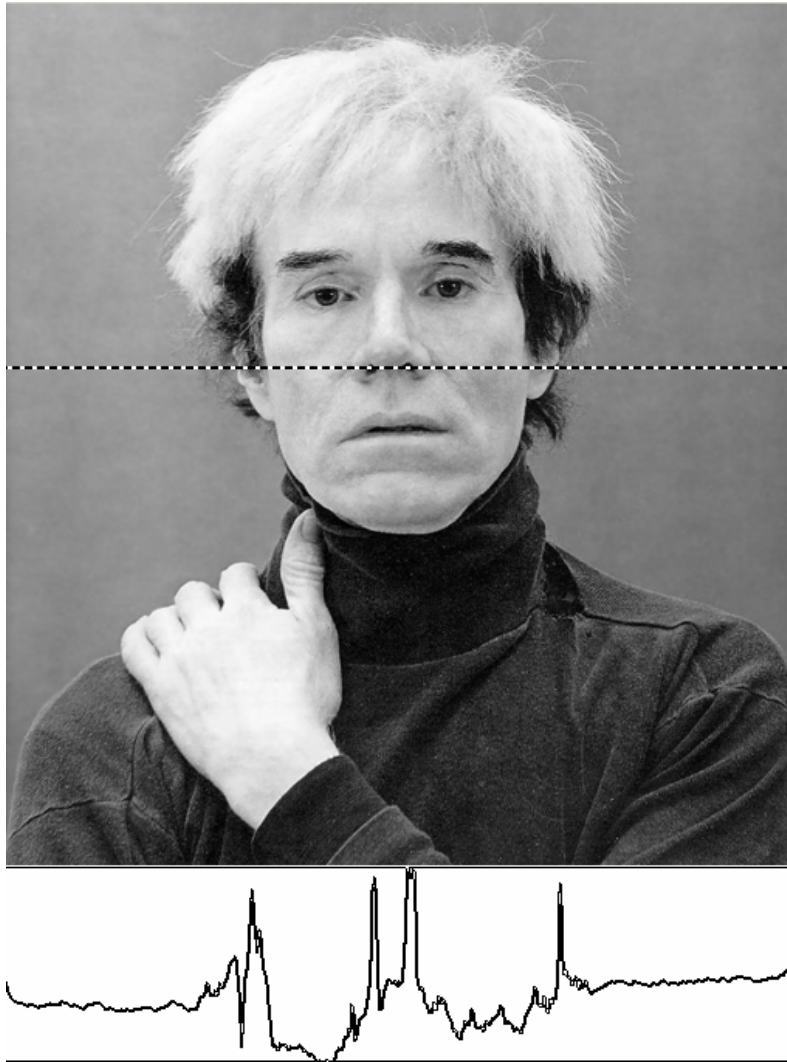
**Alias jelenség: Analóg jel mintavételezése akkor megfelelő, ha a mintavételi frekvencia legalább kétszerese a jelben előforduló legmagasabb frekvenciának. Ha a mintavételi frekvencia alacsonyabb, a rekonstruált jelben a magas frekvenciák „álruhában” (*alias* latinul álruha, álarc) alacsony frekvencián jelennek meg.**

**Nyquist küszöb= $f_{max}/2$**

**Frekvencia: periódikusan ismétlődő esemény pl. hullám gyakorisága időegység alatt.**



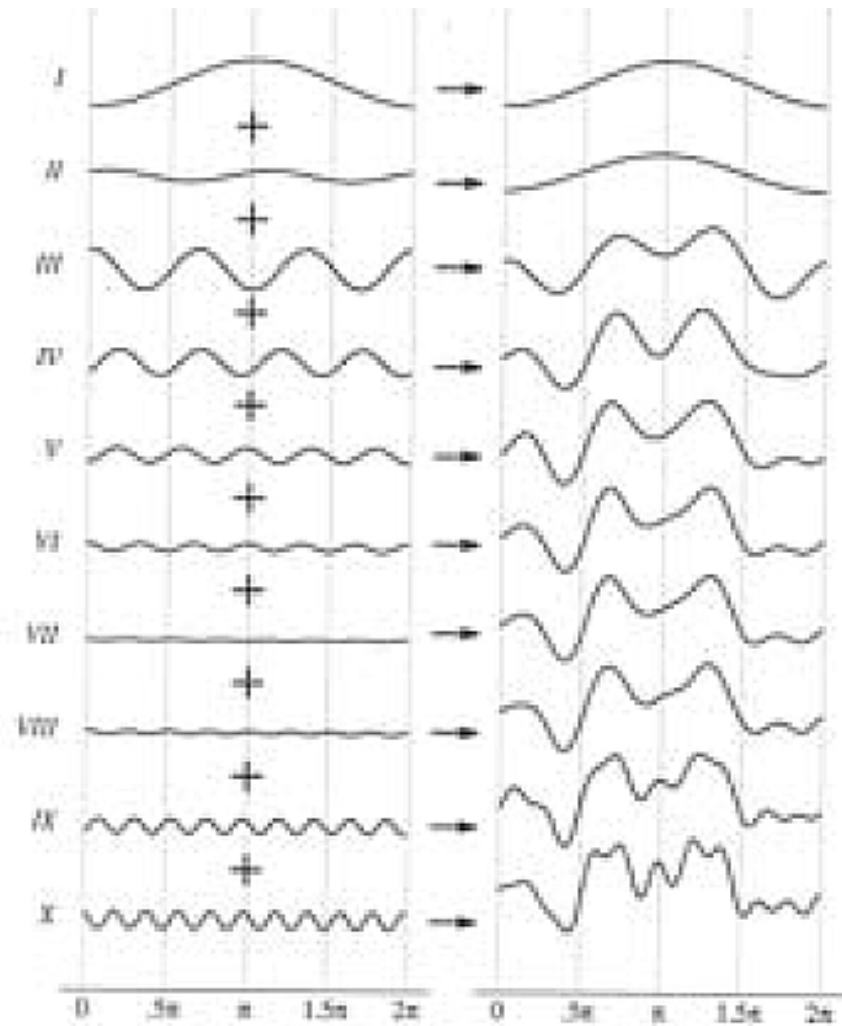
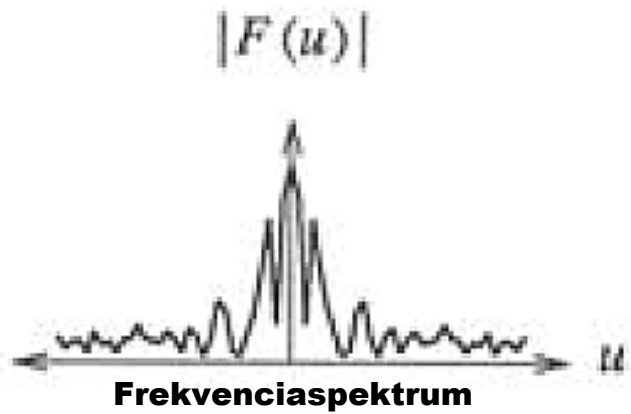
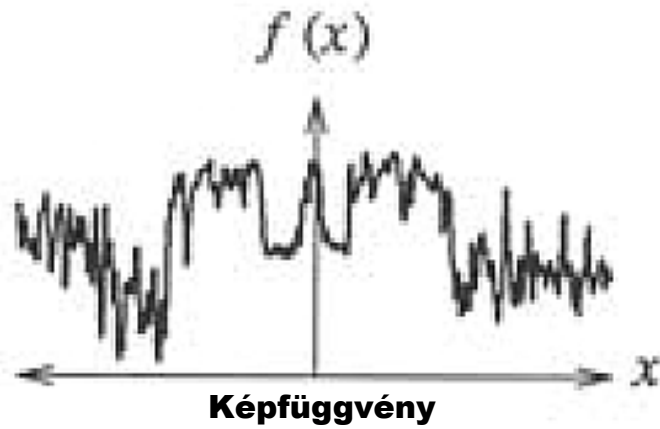
# Fourier elemzés



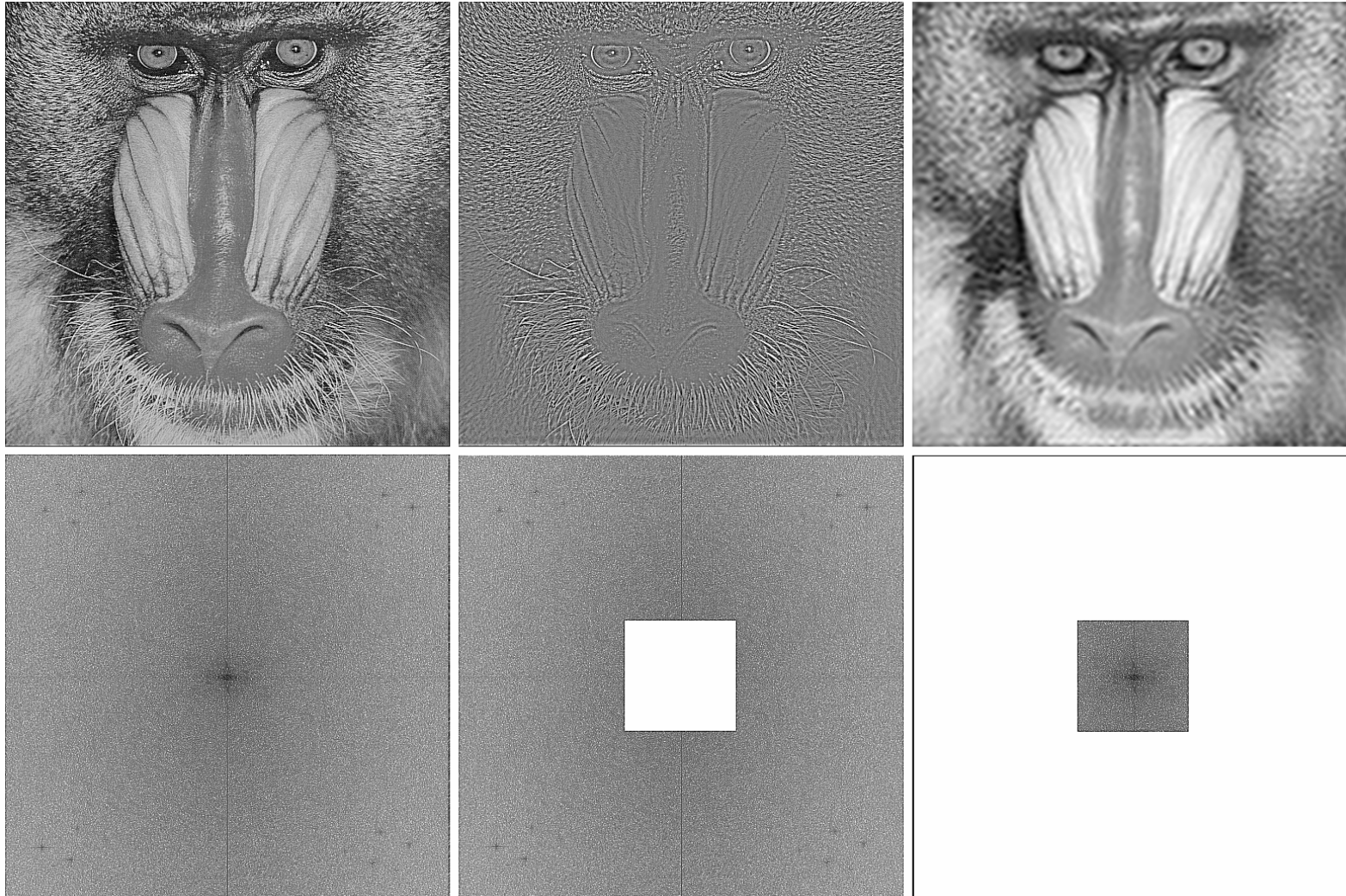
- **A pixelkép diszkrét RGB adatai analóg jellé (képfüggvényé) alakítható, majd a Fourier elemzés segítségével a képfüggvény növekvő frekvenciájú szinusz és koszinusz függvényekre bontható.**
- **A szinusz és koszinusz függvények felhasználhatók:**
  - **a kép magas frekvenciáinak csökkentésére, pl. az alias típusú képhibák csökkentése érdekében,**
  - **pixelkép tömörítésére.**

Például a Jpeg tömörítés a képet 8x8 pixelcsoportokra osztja, és a 64 pixelt 3 x 64 számozott (indexált) frekvencia függvényt sorral számszerűsíti. A számok – mivel ismétlődőek – tovább tömöríthetők. A függvény sorok száma tovább csökkenthető azzal is, hogy a CIE Lab színrendszerben rögzített három csatorna (világosság + kék-sárga + zöld-vörös) mintavételi gyakorisága is különböző lehet, pl. 4:4:4, 4:2:2 vagy 4:1:1.

# Fourier elemzés



# Anti-aliasing



Felül: mintakép, Alul: frekvencia spektrum: közepén az alacsony, a szélén a magas frekvenciákkal.

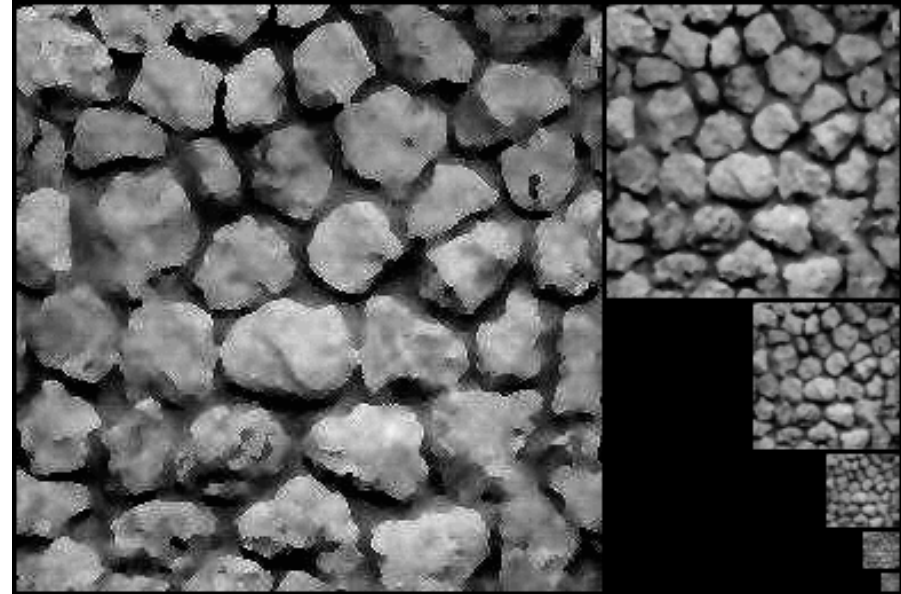
Felül: mintakép magas frekvenciákkal. Alul: frekvencia spektrum az eltávolított alacsony frekvenciákkal.

Felül: mintakép alacsony frekvenciákkal. Alul: frekvencia spektrum az eltávolított magas frekvenciákkal.

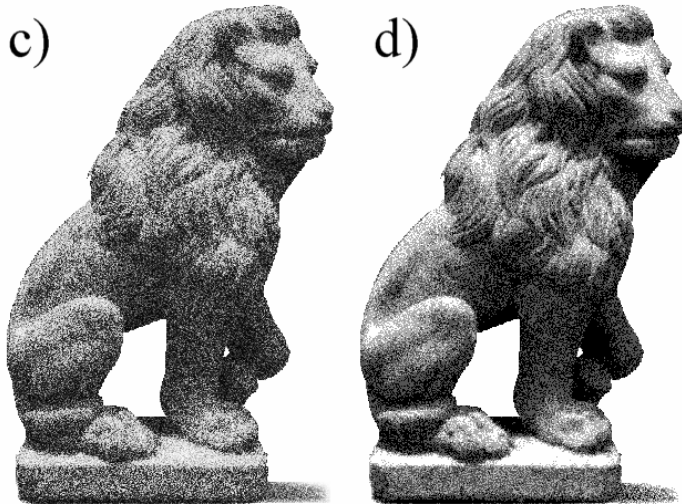
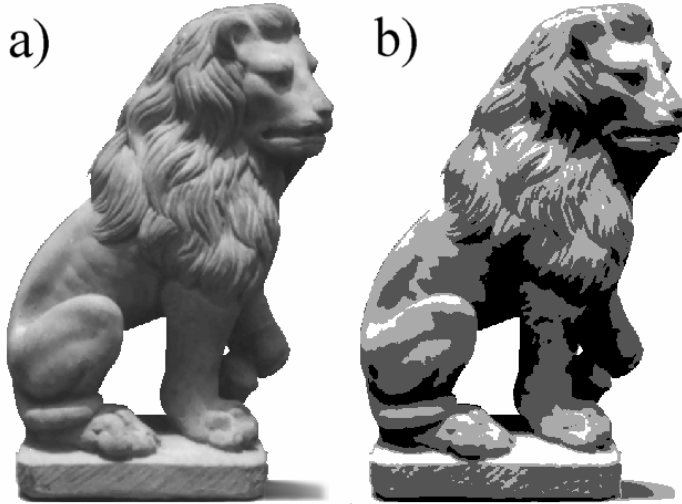


# Képhibák javítása előszűréssel

**Mip Mapping** (*Multi In Parvo* – **Sok a kicsiben**) eljárást számítógépes árnyalás (*Rendering*) számításnál használják. A textúráképekből különböző felbontású változat készül, hogy a textúra részletessége a 3D-s geometria változó felbontású mintavételezéséhez igazodhasson. Így például a perspektívikuan rövidülő téglafal közeli képen a nagyfelbontású változat, a távoli képen a kis felbontású változat szolgáltatja a textúráképet.



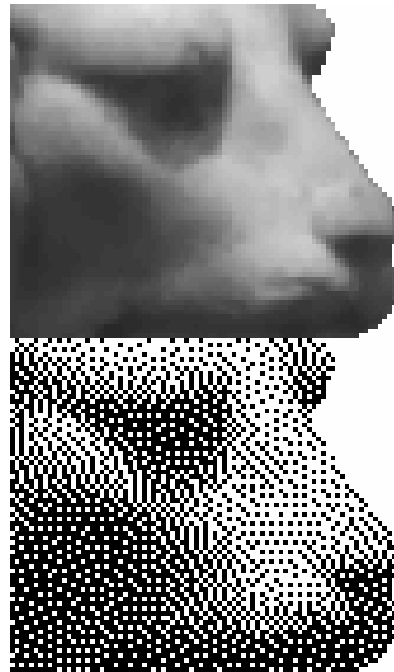
# Képhibák elfedése zajjal



**Szürkefokozat szám csökkentés  
(kvantálás) zaj nélkül és előkevert  
zajjal:**

- a) Mintakép 64 szürkefokozattal**
- b) 4 szürkefokozatra kvantált kép,**
- c) Zajjal kevert 64 szürkefokozat**
- d) 4 szürkefokozatra kvantált  
zajos kép.**

# Utószűrés hibaterítéssel (Floyd-Steinberg)



3/16	5/16	7/16	1/16		

3/16	5/16	7/16	1/16		

3/16	5/16	7/16	1/16		

3/16	5/16	7/16	1/16		

3/16	5/16	7/16	1/16		

A *Floyd-Steinberg* algoritmus a több világosság fokozatú képből fekete-fehét készít. A mintavételezésnél (kvantálásnál) keletkező hibát (50 %-os szürkénél a legnagyobb) szétosztja a szomszédos pixelek között. A hiba 3/16-a kerül balra-le, 5/16-a le, 1/16-a jobbra le, és 7/16 jobbra. Az így keletkező mintázat jellegzetes hibája, hogy a képpontok kígyózó pontsorokat alkotnak, „férgesednek”.

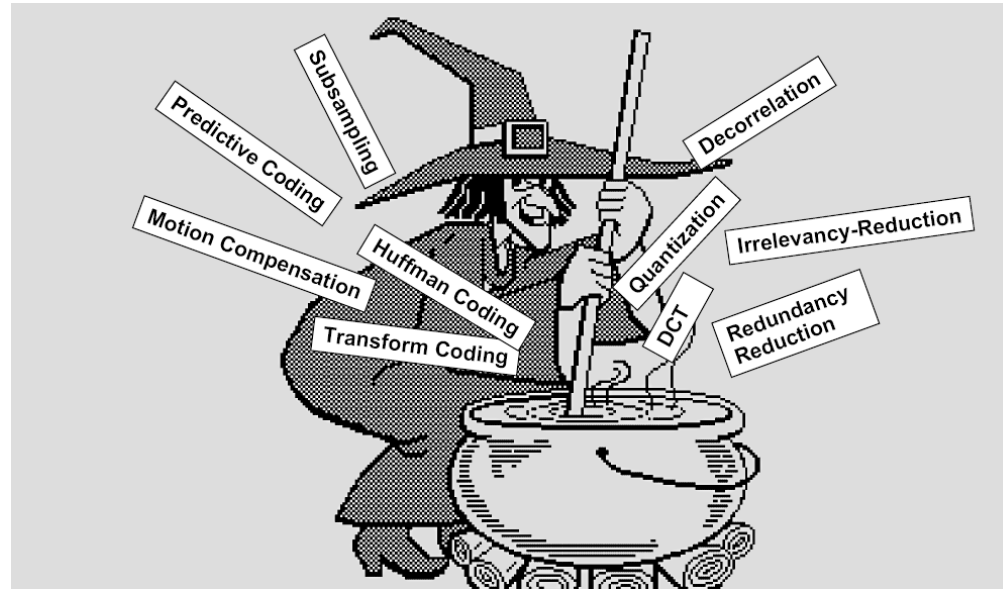
# Grafikus adatcsere fájlformátumok

---

## Követelmények:

- **Képminőség (vesztéses / veszteség mentes)**
- **Kiegészítő adatok**
  - **Animáció**
  - **Alfa csatorna**
  - **Gamma**
  - **Georeferenciák (pixelek közötti távolság)**
- **Fájlméret (tárolás, adatviteli sebesség)**
- **Létrehozási idő (kódolás)**
- **Letöltési idő (dekódolás)**
- **Skálázhatóság (progresszív letöltés, különböző felbontás)**

# Tömörítés (Compression)



- **Színindexálás**
- **RLE – Run Length Encoding**
- **Huffman**
- **LZW – Lempel-Ziv-Welch**
- **Mintavételi gyakoriság csökkentése:**  
**4:4:4, 4:2:2, 4:1:1**
- **DCT – Discrete Cosine Transformation**

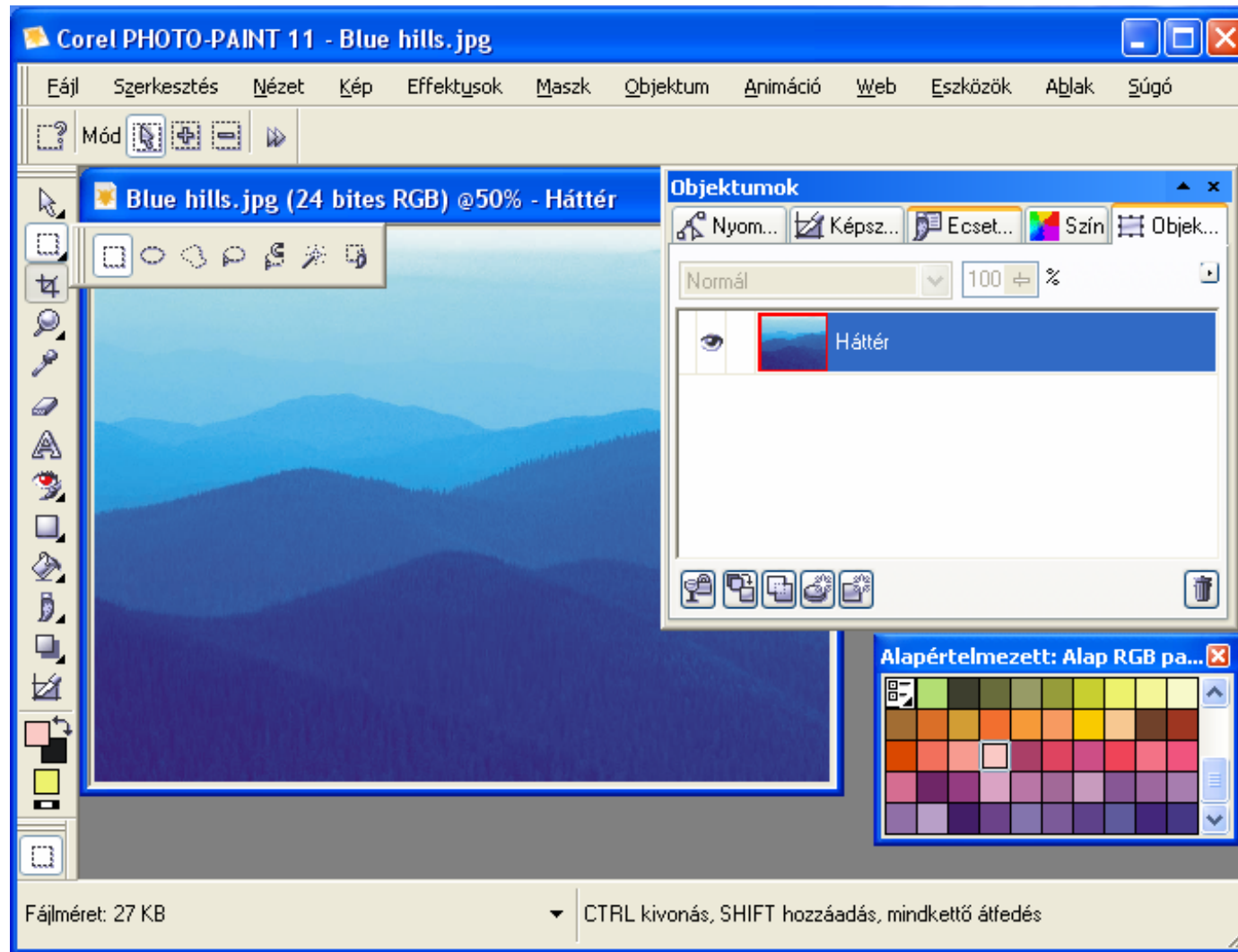
# Grafikus adatcsere fájlformátumok


---

## Fájltípusok

- **Raw (feldolgozatlan): Targa**
- **Raw – digitális kamerákhoz**
- **OP rendszer Copy-Paste műveleteihez: Bmp**
- **Internethez: Gif, Jpeg, Png**
- **Professzionális munkákhoz: Tiff**

# Corel Photo-Paint





© BME Építésztechnológiai Kar, Építészeti Ábrázolás Tanszék munkaközössége,  
Peredy József, Szoboszlai Mihály, Kiss Zsolt, Strommer László, Ledneczki Pál,  
Batta Imre, Juhász Péter, Fejér Tamás, Kovács András, Kovács András Zsolt.  
1998-2004.