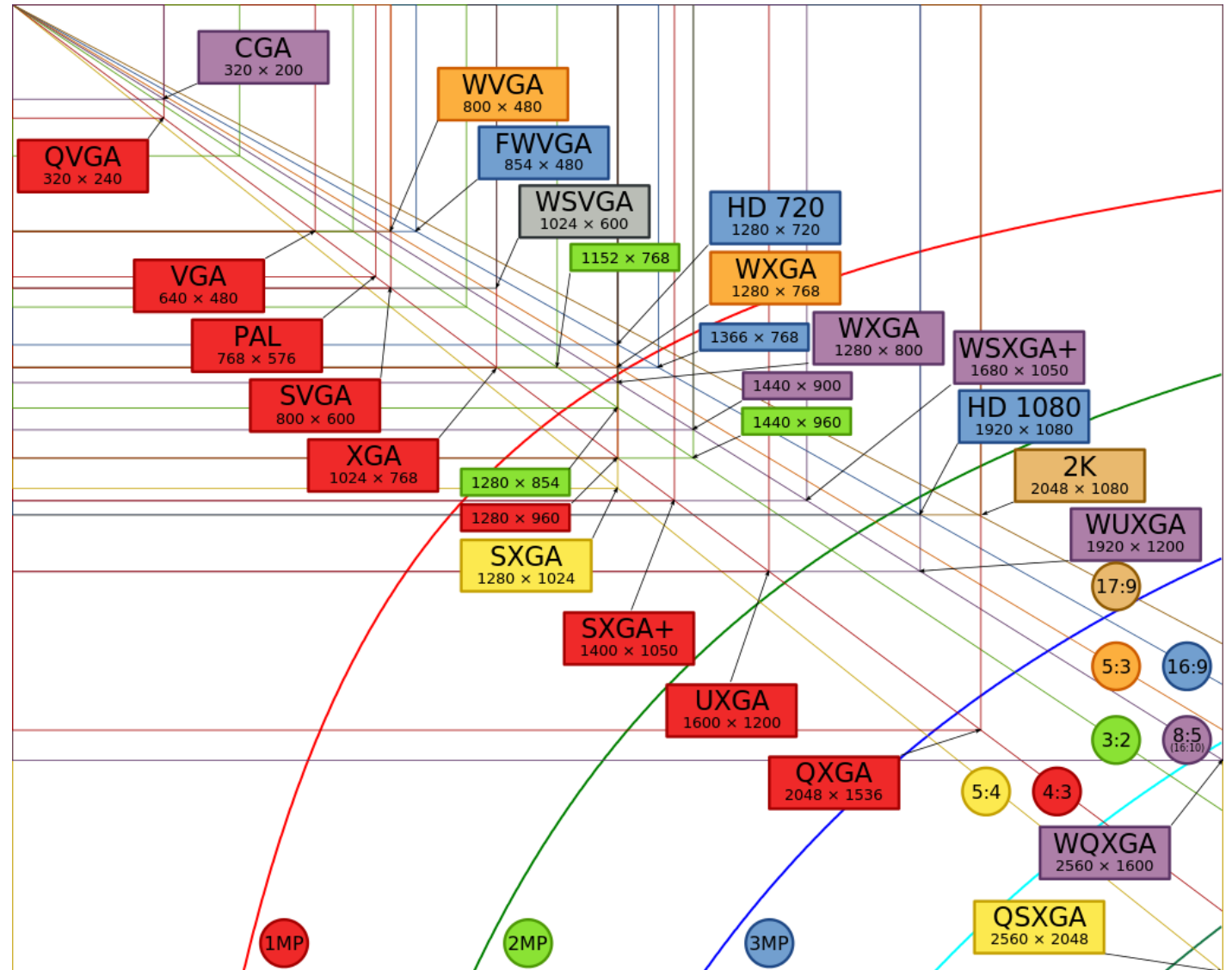
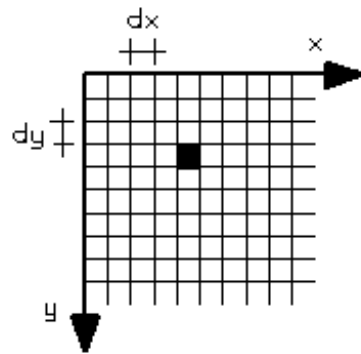
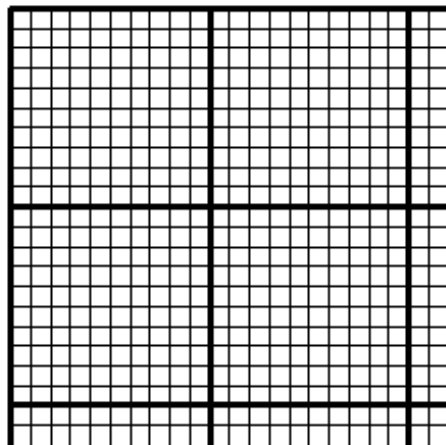
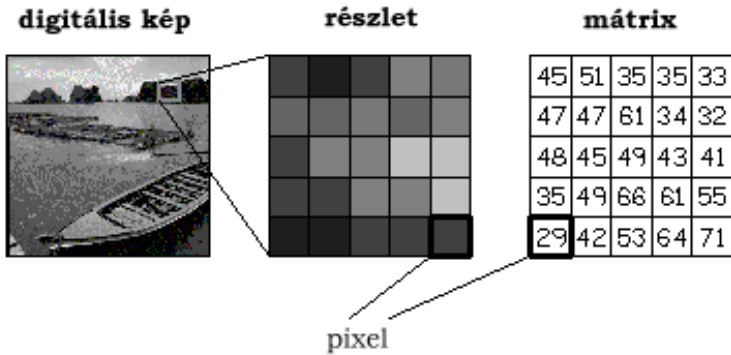


# Fotogrammetria és lézerszkennelés

**Offline Edition 2021**

A képfeldolgozás alapjai 1  
A digitális kép jellemzői, készítése és tárolása

# Pixel, blokk, koordináta



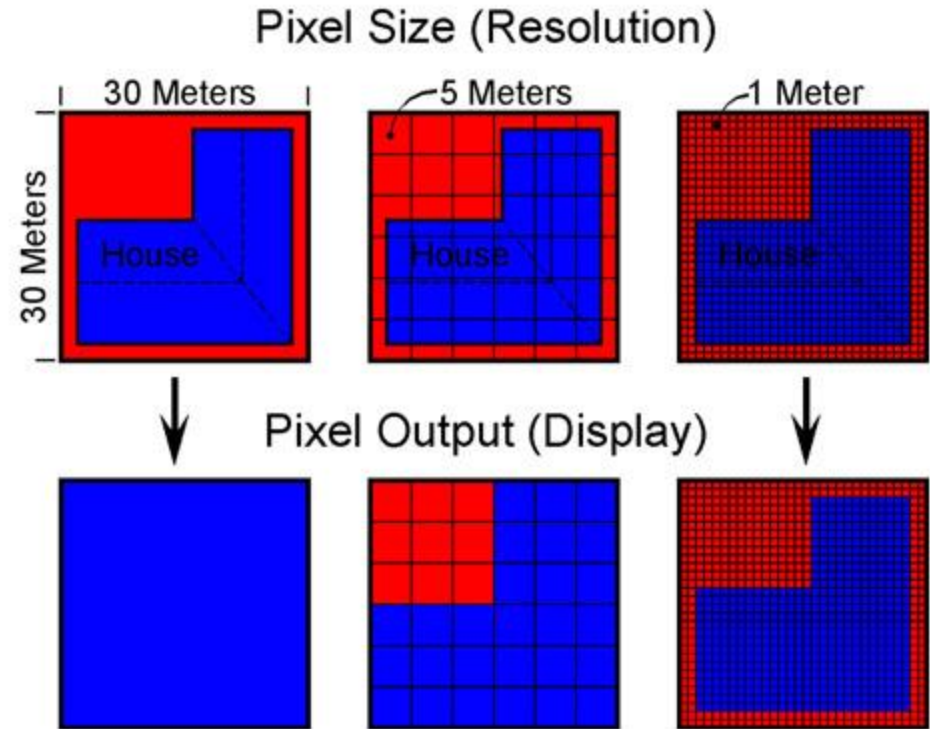
# Felbontás fogalmak

- Geometriai felbontás
- Radiometriai felbontás
- Spektrális felbontás
- Temporális felbontás

# Geometriai felbontás

- mértékegységek
  - pixelméret, reciprok
  - ppi, lpi, dpi
- gyors átszámítás pl. szkenneléskor

$$y[\mu\text{m}] = \frac{25400}{x[\text{dpi}]} \quad x[\text{dpi}] = \frac{25400}{y[\mu\text{m}]}$$



<b>dpi</b>	300	400	600	800	1200	1600
<b>μm</b>	84.7	63.5	42.3	31.8	21.2	15.9

<b>μm</b>	60	30	15	7.5	7
<b>dpi</b>	423.3	846.7	1693.3	3386.7	3628.6

# Példa



a) eredeti felbontás



b) az eredeti felbontás negyede



c) az eredeti felbontás nyolcada

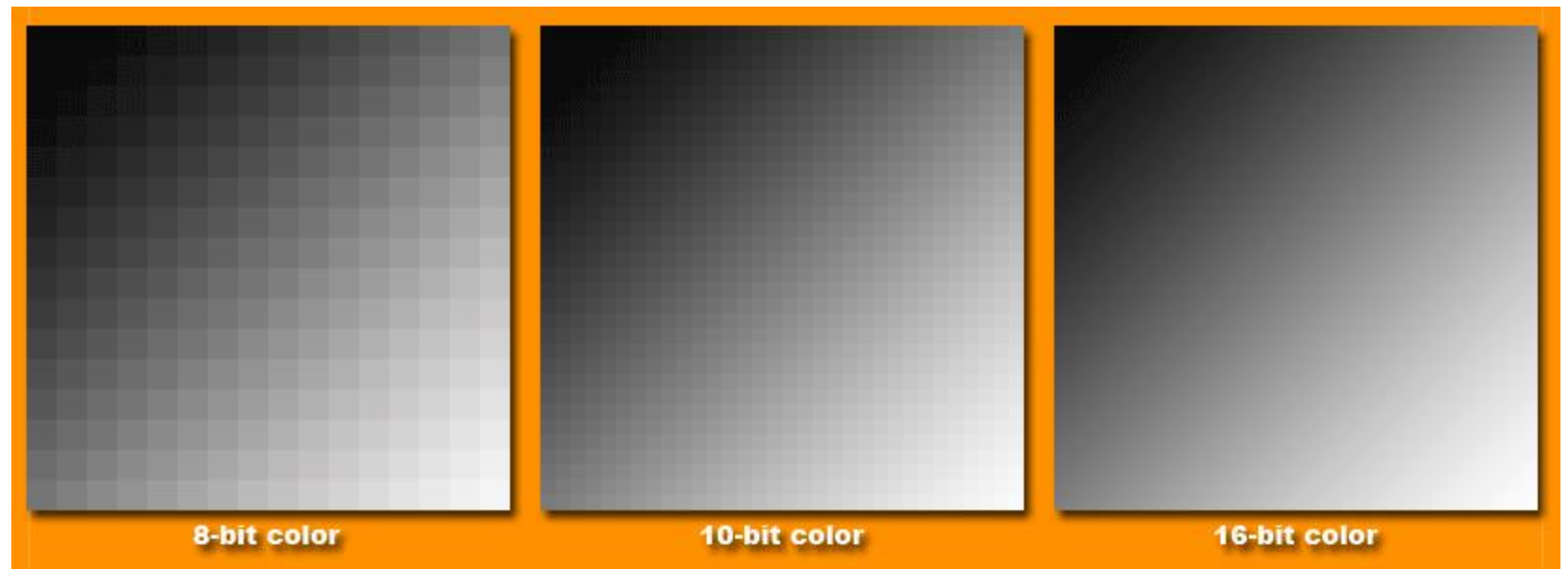


d) az eredeti felbontás tizenhatoda

# Radiometriai felbontás

- árnyalatszám, színmélység
- mértékegység: puszta szám vagy bpp (bit per pixel)

bitek száma $n$	árnyalatok száma $2^n$
1	2
4	16
5	32
6	64
8	256
12	4096
16	65536
64	$1.8 \cdot 10^{19}$



# Példa



a) 64 színárnyalat



b) 16 színárnyalat



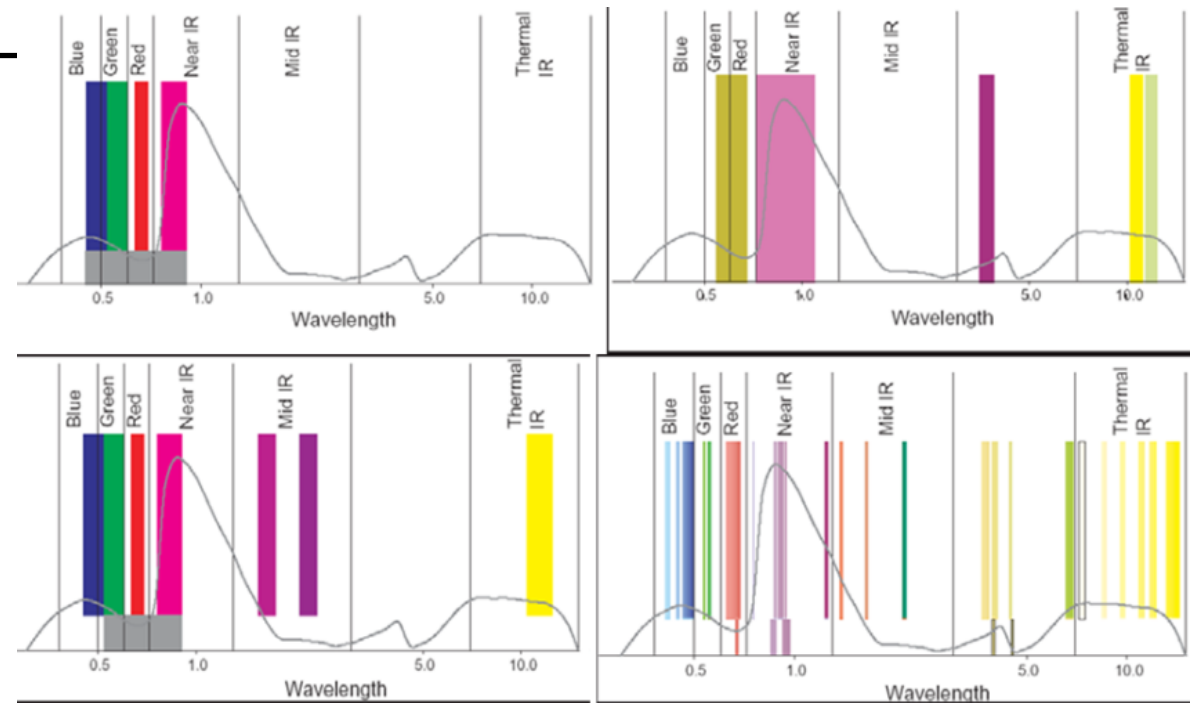
c) 8 színárnyalat



d) 4 színárnyalat

# Spektrális felbontás

- sávok száma (csatornák száma)
- monokróm – színes – multispektrális – hyperspektrális – ultraspektrális
- radiometriai és spektrális felbontás:  
 $8+8+8 \text{ bit} = 24 \text{ bit}$
- Hi-color: 32 szín/sáv, 3 sáv,  
 $2^{(5+5+5)}=32768$  szín
- színindexelés
- dithering-technika





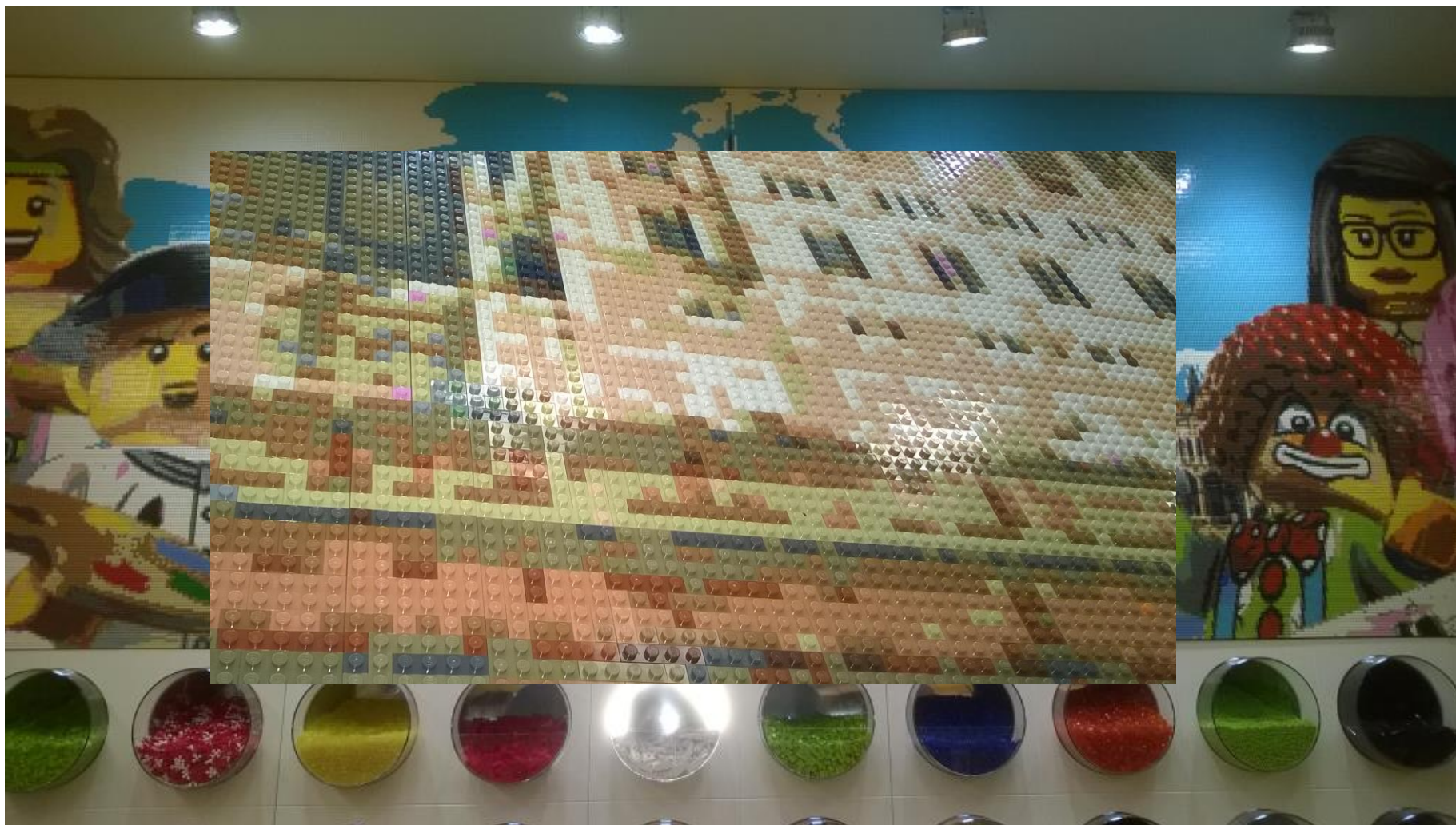
# Színindexelés

kép

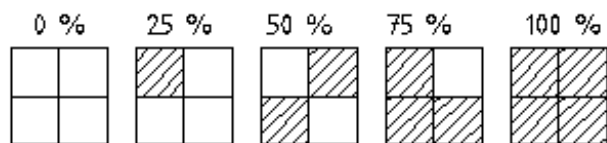
10	8	9	54	3	...
9	8	11	10	5	...
8	8	9	4	9	...
11	9	10	34	21	...
10	7	14	12	7	...
...	...	...	...	...	...

színtábla

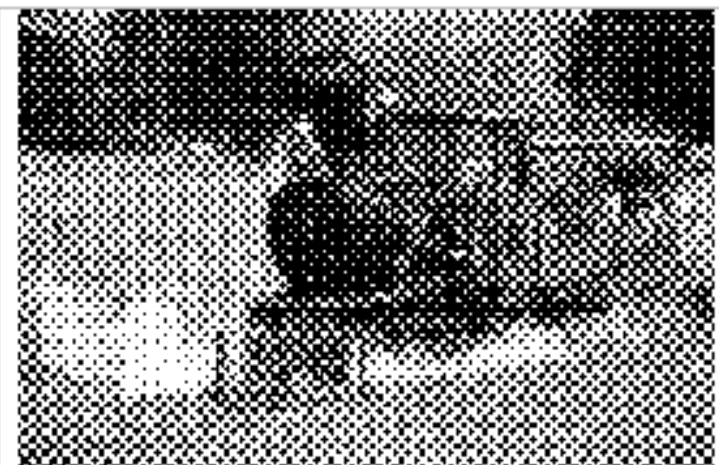
	R	G	B
1	120	132	14
2	255	128	17
3	12	68	157
4	83	5	113
...	...	...	...



# Dithering-technikák



a) diffúziós dithering



b) minta-dithering



original (256 greys)

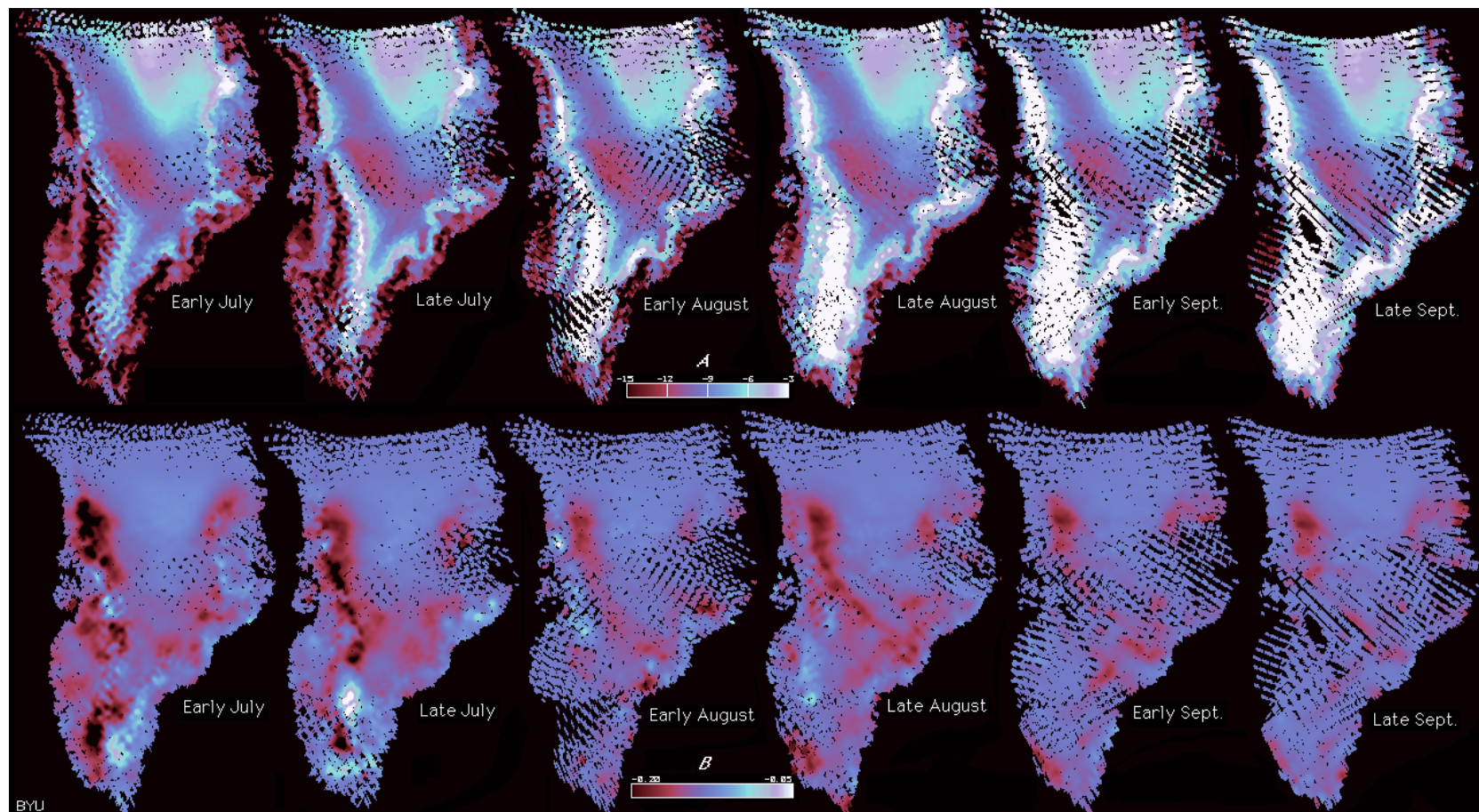
ordered

Floyd-Steinberg

Jarvis

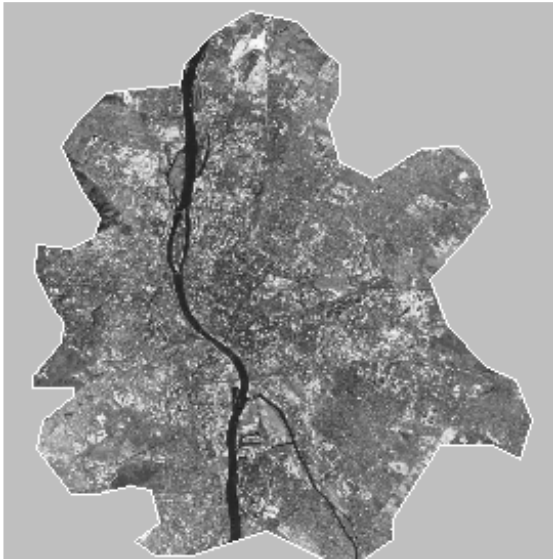
# Temporális (időbeli) felbontás

- kamerák esetén: sec
- űrfelvételek esetén: min, h, nap
- mozgóképek?
- monitoring



# Még néhány alapfogalom

- maszk
- AOI = Area of Interest
- ROI = Region of Interest



# Képjellemzők általában

- leíró jellemzők (sorok és oszlopok száma, összes pixelszám, pixelméret, képterület, tárolási formátum, tömörítés módja, képpiramis megléte, képkészítés ideje, helye, képalkotó eszköz, színmélység, sávok száma...)
- statisztikai jellemzők
  - numerikus jellemzők
  - grafikus jellemzők
- képmetszetek

Filename - IMG\_0037.JPG  
Make - Canon  
Model - Canon EOS 760D  
Orientation - Top left  
XResolution - 72  
YResolution - 72  
ResolutionUnit - Inch  
DateTime - 2015:07:26 15:54:37  
Artist -  
YCbCrPositioning - Co-Sited  
Copyright -  
ExifOffset - 360  
ExposureTime - 1/250 seconds  
FNumber - 9  
ExposureProgram - Normal program  
ISOSpeedRatings - 100  
ExifVersion - 0230  
DateTimeOriginal - 2015:07:26 15:54:37  
DateTimeDigitized - 2015:07:26 15:54:37  
ComponentsConfiguration - YCbCr  
ShutterSpeedValue - 1/256 seconds  
ApertureValue - F 9.11  
ExposureBiasValue - 0  
MeteringMode - Multi-segment  
Flash - Flash not fired, compulsory flash mode  
FocalLength - 28 mm  
...

# A sávok jellemzése

- **Egy sáv esetén**

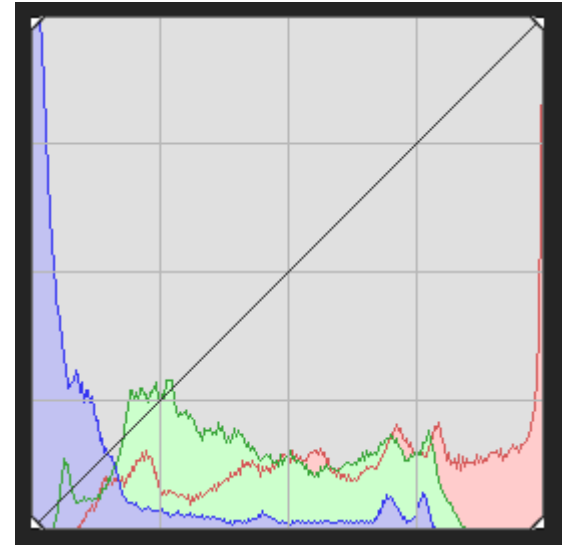
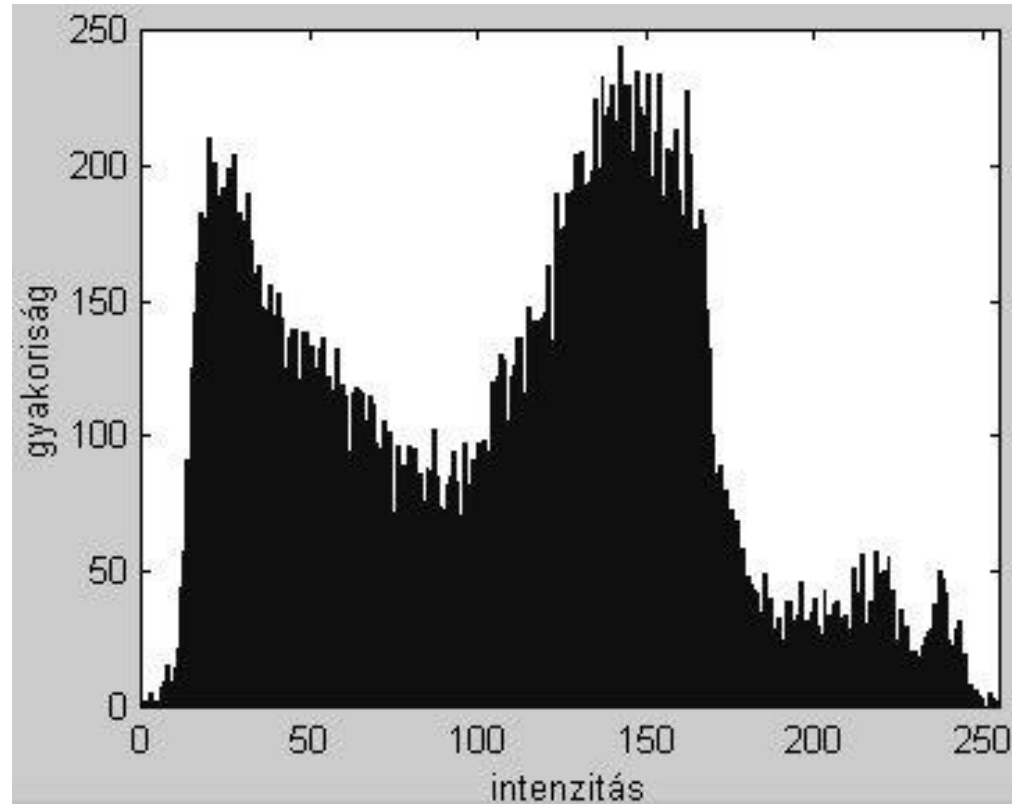
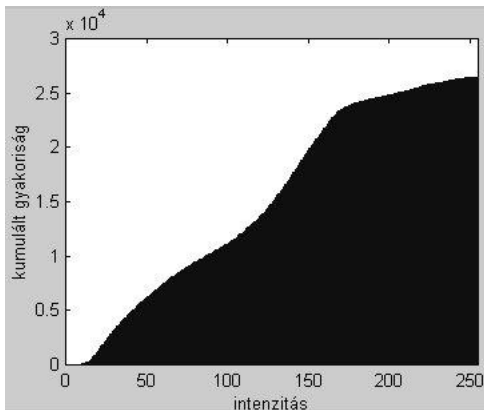
- minimális és maximális intenzitásérték
- intenzitásdinamika (range)
- átlagintenzitás
- az intenzitásértékek varianciája, szórása
- medián
- módusz
- kontraszt

- **Több sáv esetén**

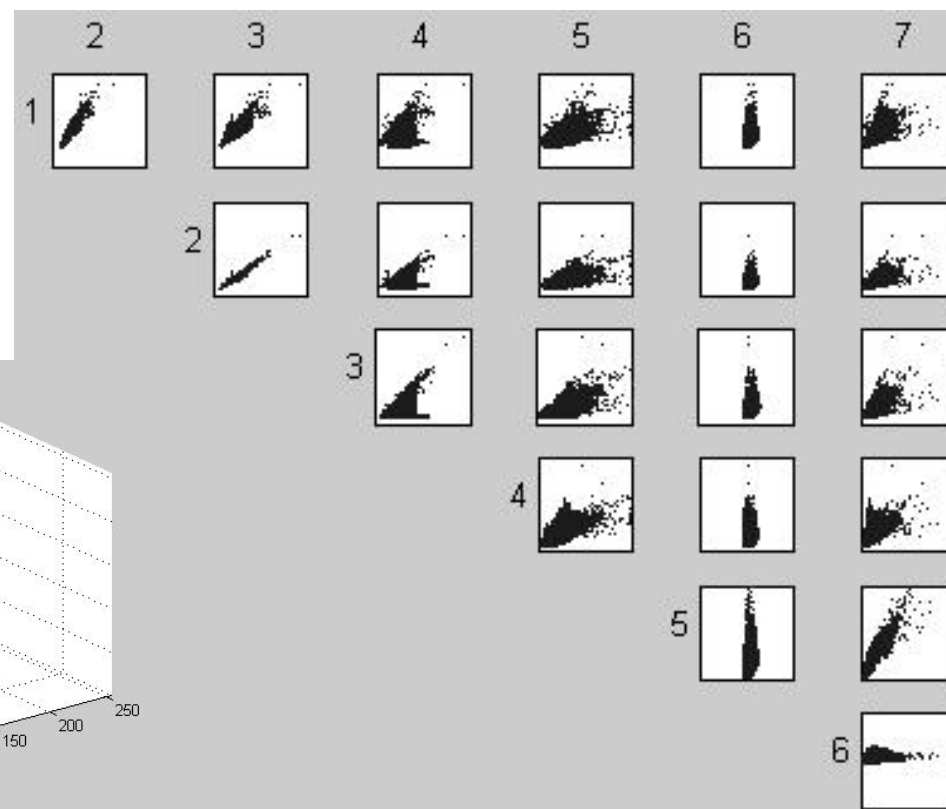
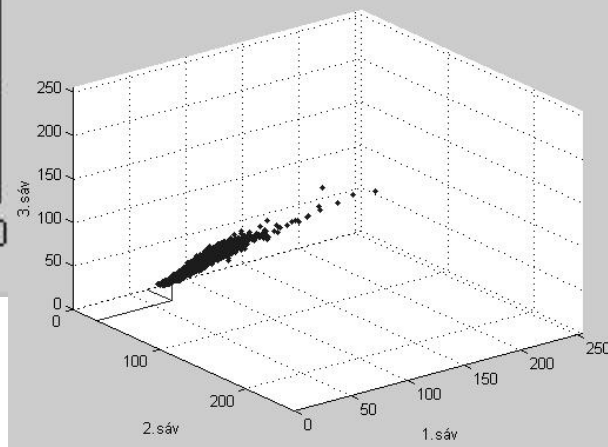
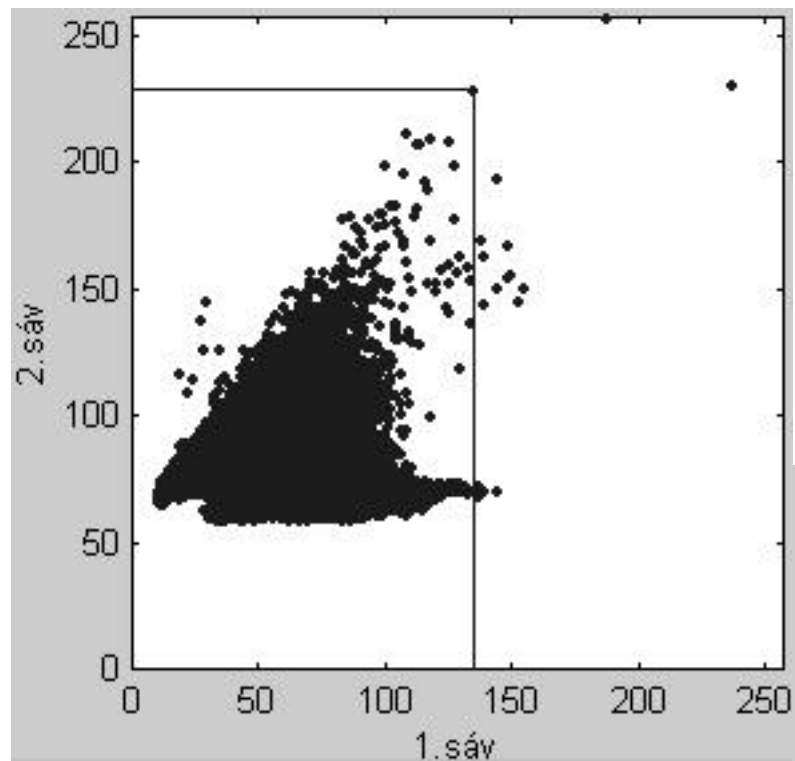
- minimum és maximum-vektor
- átlagvektor
- kovariancia-mátrix
- korrelációs mátrix

# A hisztogram

- abszolút
- relatív
- kumulált abszolút
- kumulált relatív

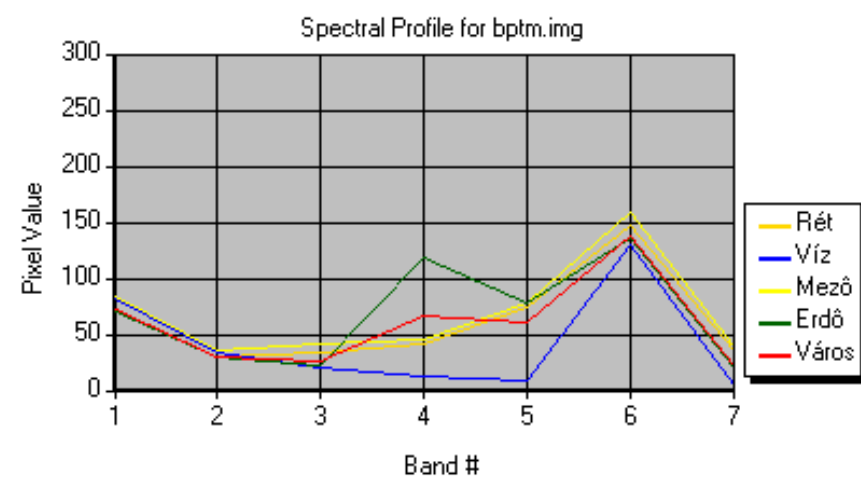
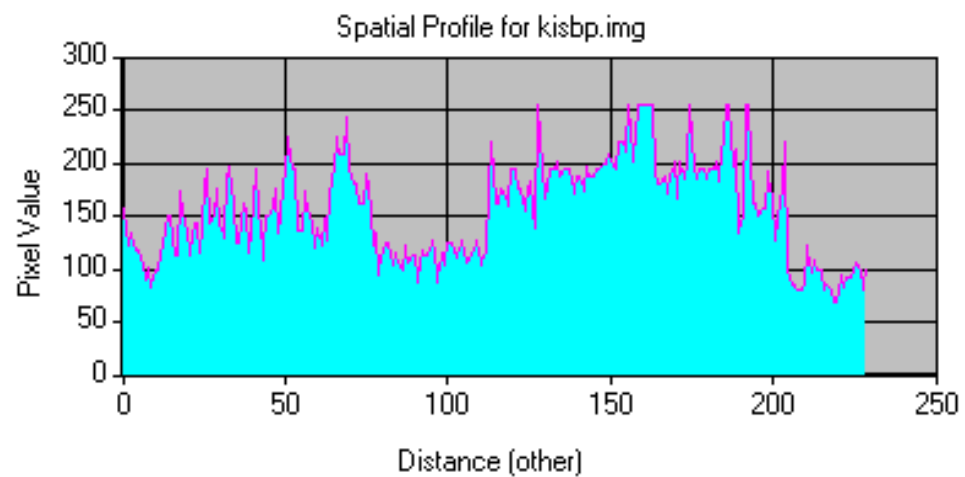


# Pontdiagram (scattergram)

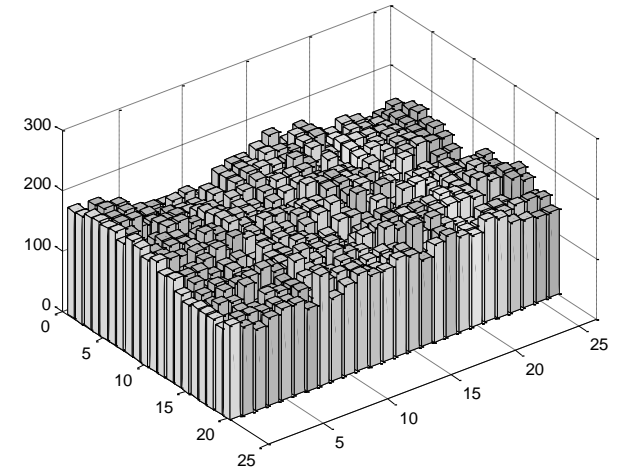
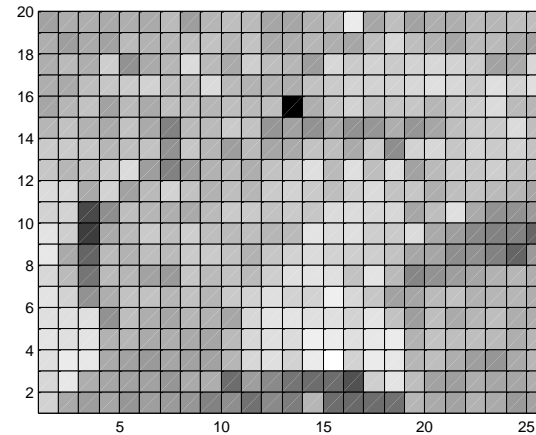
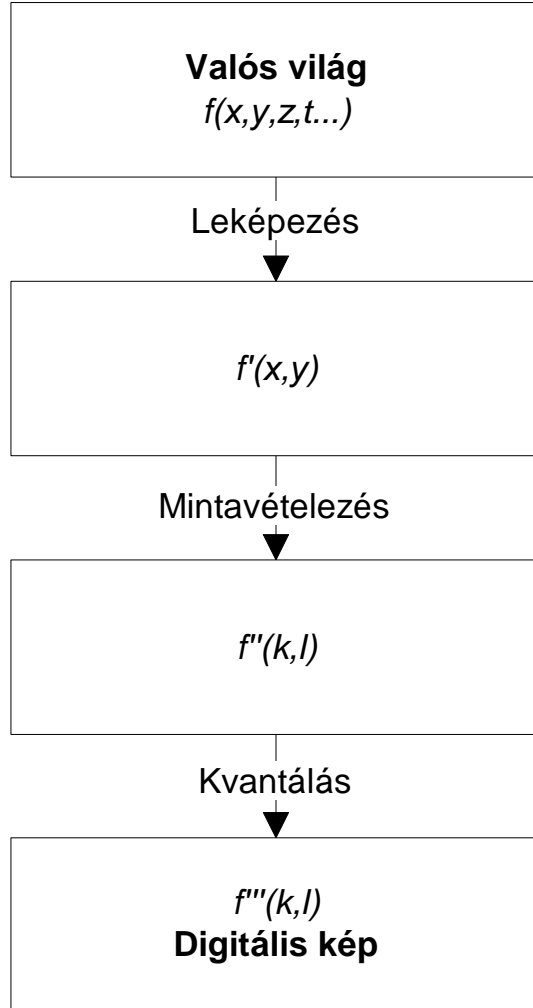




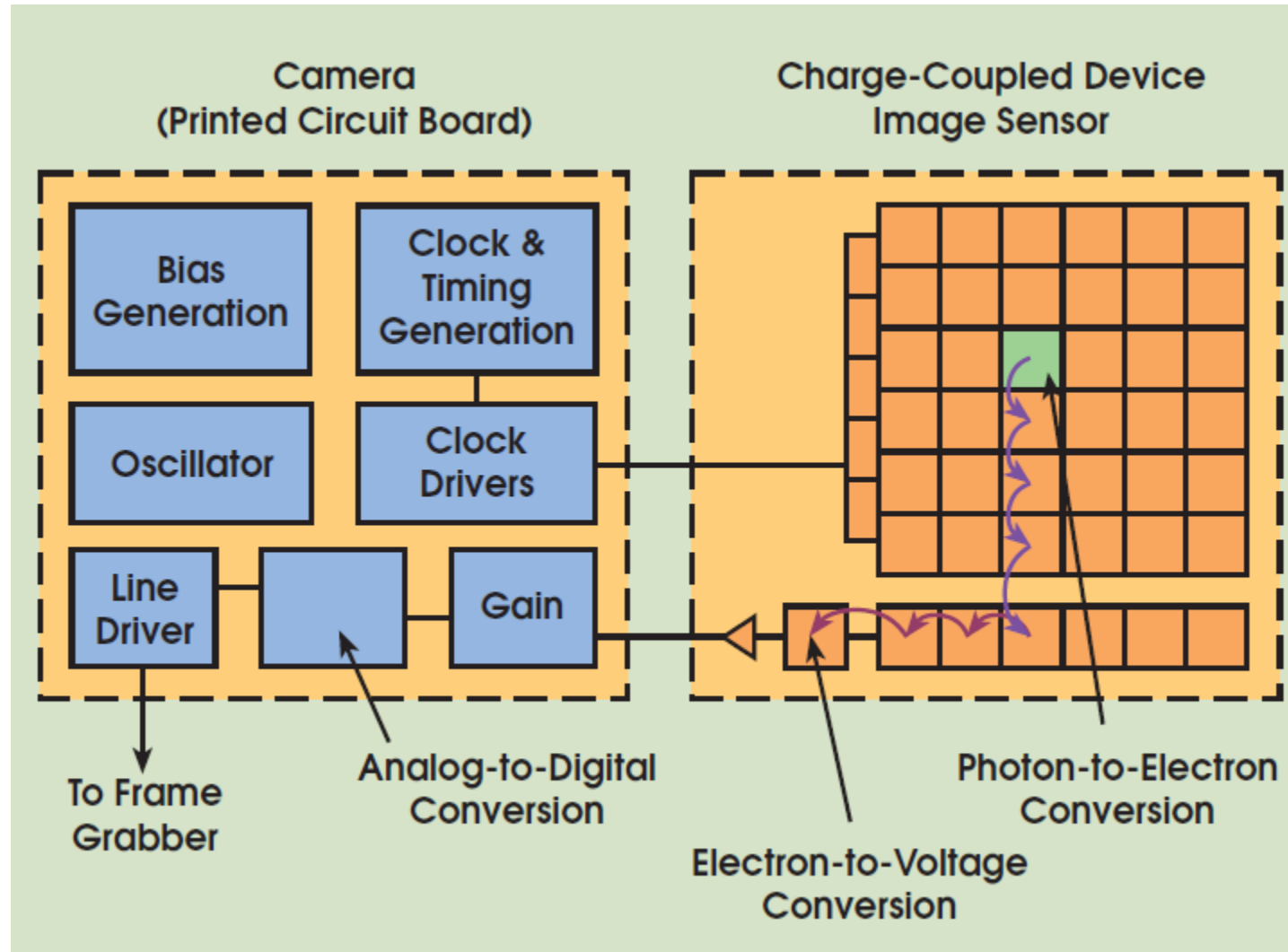
# Képmetszetek



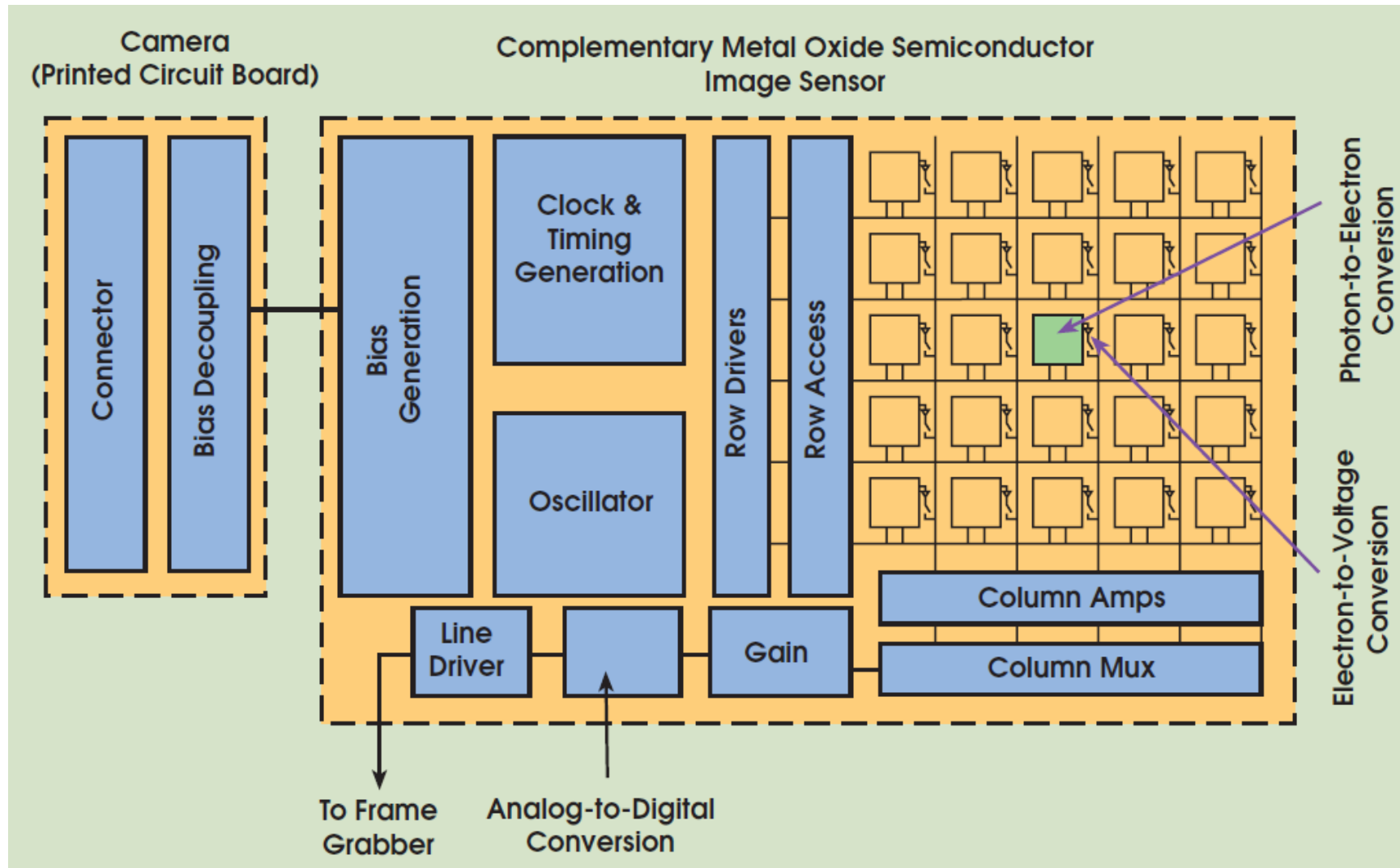
# A képalkotási folyamat modellje, lépései



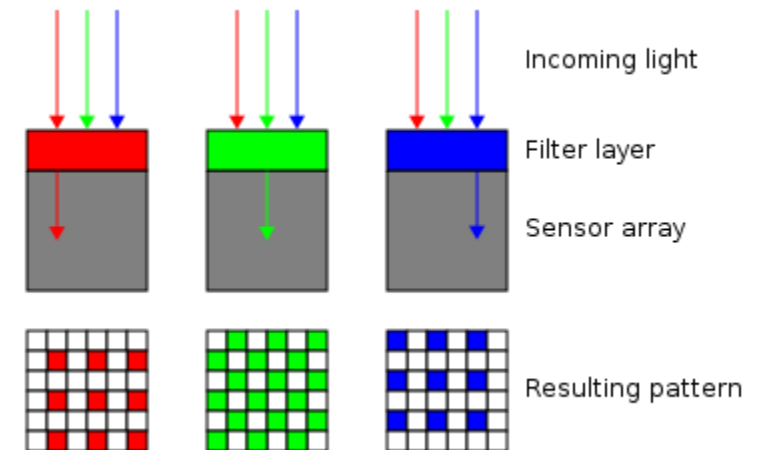
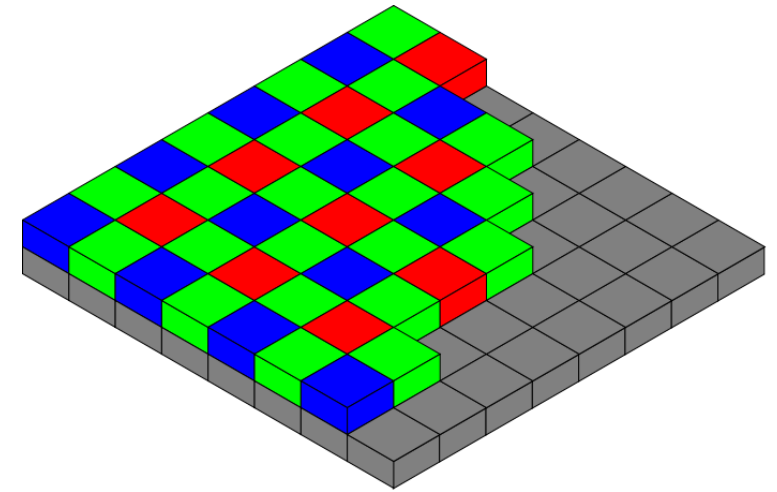
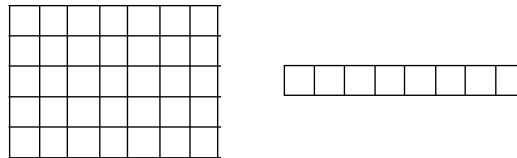
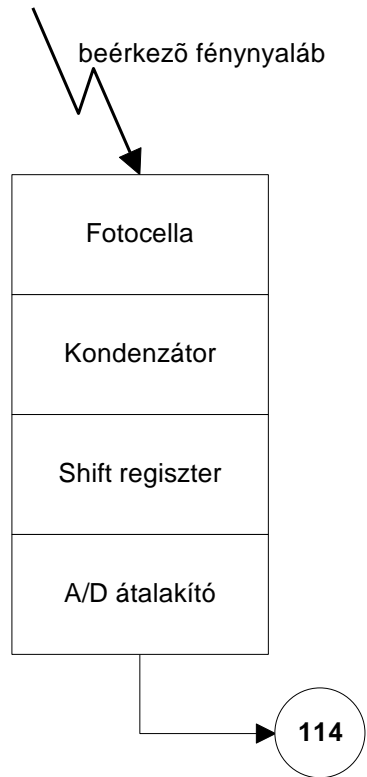
# CCD – Charge Coupled Device



# CMOS – Complementary metal–oxide–semiconductor



# Érzékelő elrendezések



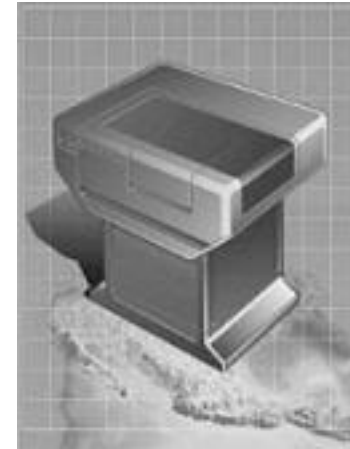
# Digitális képalkotók



# Fotogrammetriai szkennerek



Zeiss Phodis SCAI



LH Systems DSW 300



Zeiss-Intergraph Photoscan TD



ISM XL-10

# Fotogrammetriai szkennerek adatai

Gyártó	Típus	Érzékelő	Formátum [mm]	Minimális pixelméret [ $\mu\text{m}$ ] (dpi)	Belső színmélység [bit]	Geometriai pontosság [ $\mu\text{m}$ ]	Szkennelési sebesség [MB/s]	Kiszolgáló számítógép
DBA Systems	DFS	4 × 5000 lineáris CCD; 2000 × 2000	240 × 240	4 (6350)	12	1	4	Sun, GPIB <sup>2</sup>
ISM <sup>3</sup>	DiSC	3 × 8000 lineáris CCD	320 × 320	10 (2540)	10	5	2.5	PC
ISM <sup>3</sup>	XL-10	3 × 8000 lineáris CCD	254 × 254	10 (2540)	10	3	0.73	Dual Pentium PC
Lenzar	Lenzpro 2000 Multimedia	2000 × 2000 tömbös CCD <sup>4</sup>	559 × 889 <sup>5</sup> 406 × 610 <sup>6</sup>	3 (8467)	10	3	1.3	Sun, Silicon Graphics <sup>2</sup>
LH Systems	DSW 300	2029 × 2044 tömbös CCD	265 × 265	4 (6350)	10	2	1.7	Sun
Vexcel Imaging	VX 4000 HT	1024 × 1024 tömbös CCD	508 × 254	7.5 (3387)	8	4	0.35	PC
Wehrli and Assoc.	RM-2 Rastermaster	96 × 2048 lineáris CCD	245 × 245	10 (2540)	12	5	1.6	Pentium PC
Zeiss	PHODIS SCAI <sup>7</sup>	3 × 8640 lineáris CCD	275 × 250	7 (3629)	12	2	4	Silicon Graphics
Zeiss-Intergraph	Photoscan 1 (PS1)	1 × 2048 lineáris CCD	260 × 260	7.5 (3387)	10	2	2	Intergraph Unix

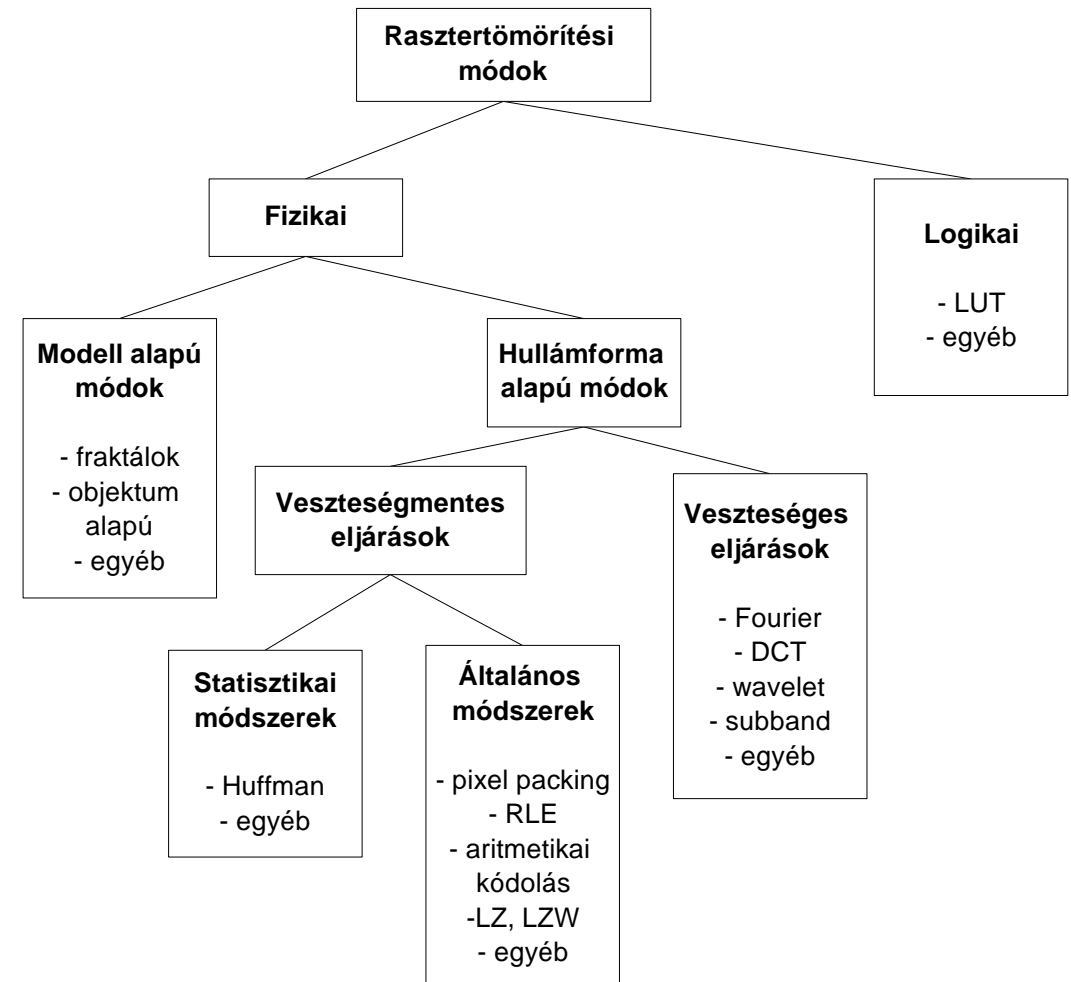


# Egy légifénykép szkennelési adatmennyisége

- Fizikai méret:  $230 \times 230$  mm
- Geometriai felbontás:  $7 \mu\text{m}$
- Pixelszám:  $32\,857 \times 32\,857$  pixel = 1 079 582 449 pixel
- Adatmennyiség:  $\times 24$  bit = 3.02 GB !!!

# Redundancia és tömörítés

- „felesleges” többlet tárolása
- típusai:
  - kódolási
  - képi
  - pszichovizuális
- tömörítés
  - veszteségmentes (lossless)
  - veszteséges (lossy)



# Egy példa a tárolásra

Sorban leírt formában:

0	0	0	11	11
0	0	11	11	11
0	0	10	10	10
0	0	12	12	12
0	12	12	12	12

0 0 0 11 11 0 0 11 11 11 0 0 10 10 10 0 0 12 12 12 0 12 12 12 12

Sorfolytonos módon tárolva:

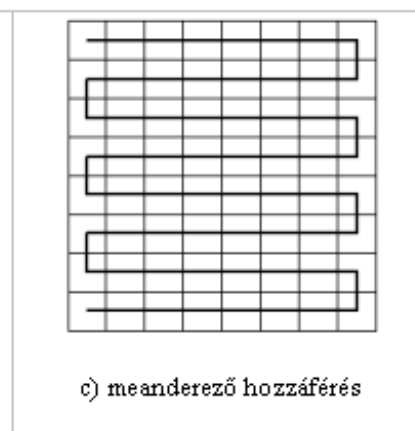
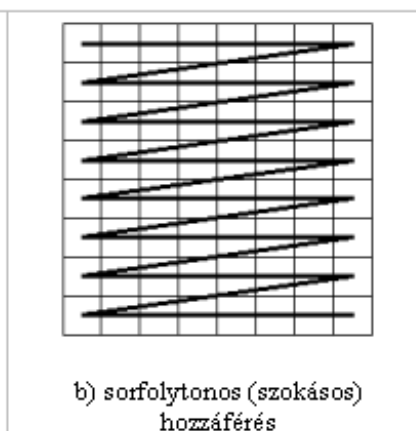
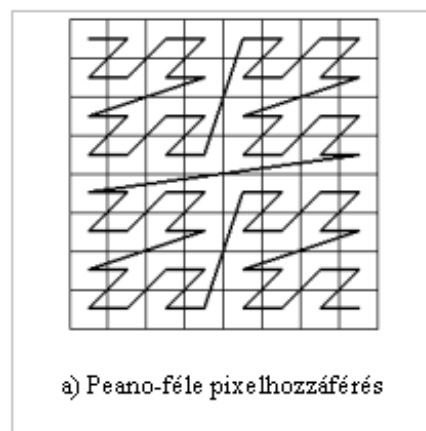
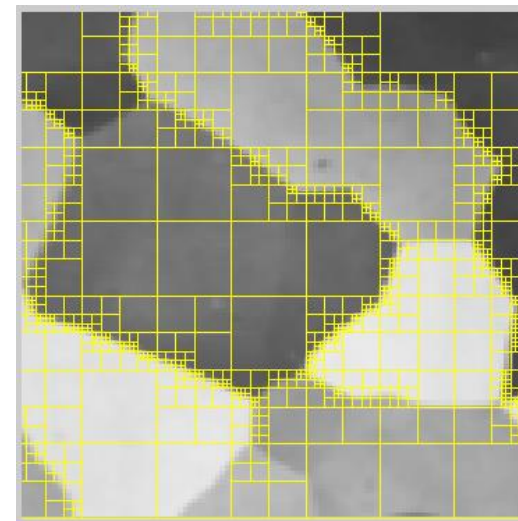
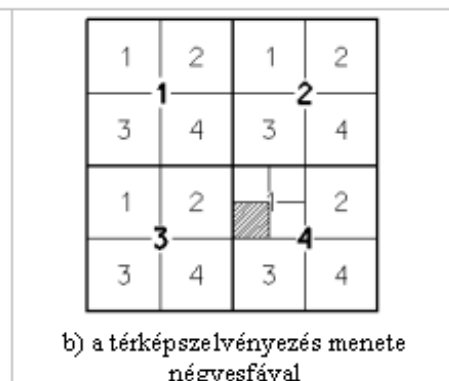
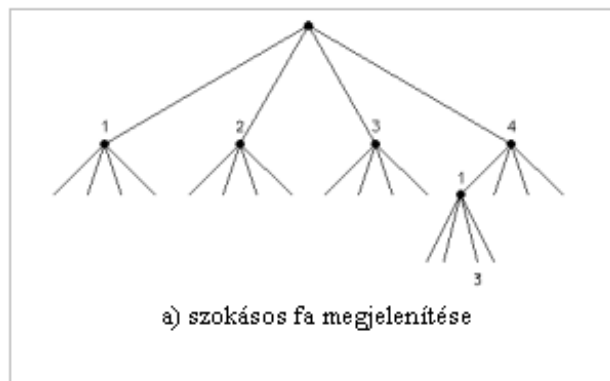
3 0 2 11 2 0 3 11 2 0 3 10 2 0 3 12 1 0 4 12

Nyereség: 5 byte = 20 %

Sorfolytonos = Run Length Encoding (RLE)

pl. BMP

# Négyesfa-tárolás (quadtree)

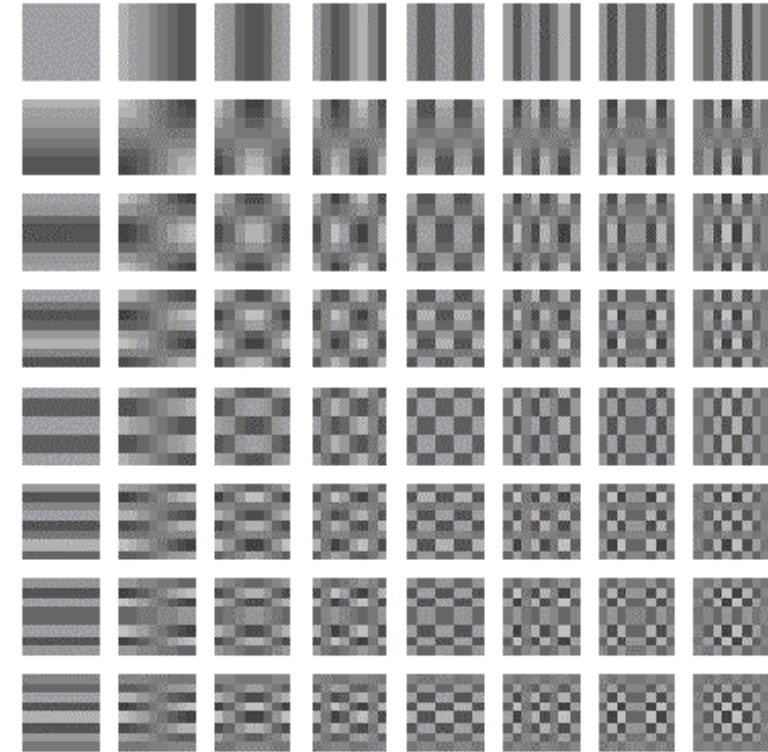
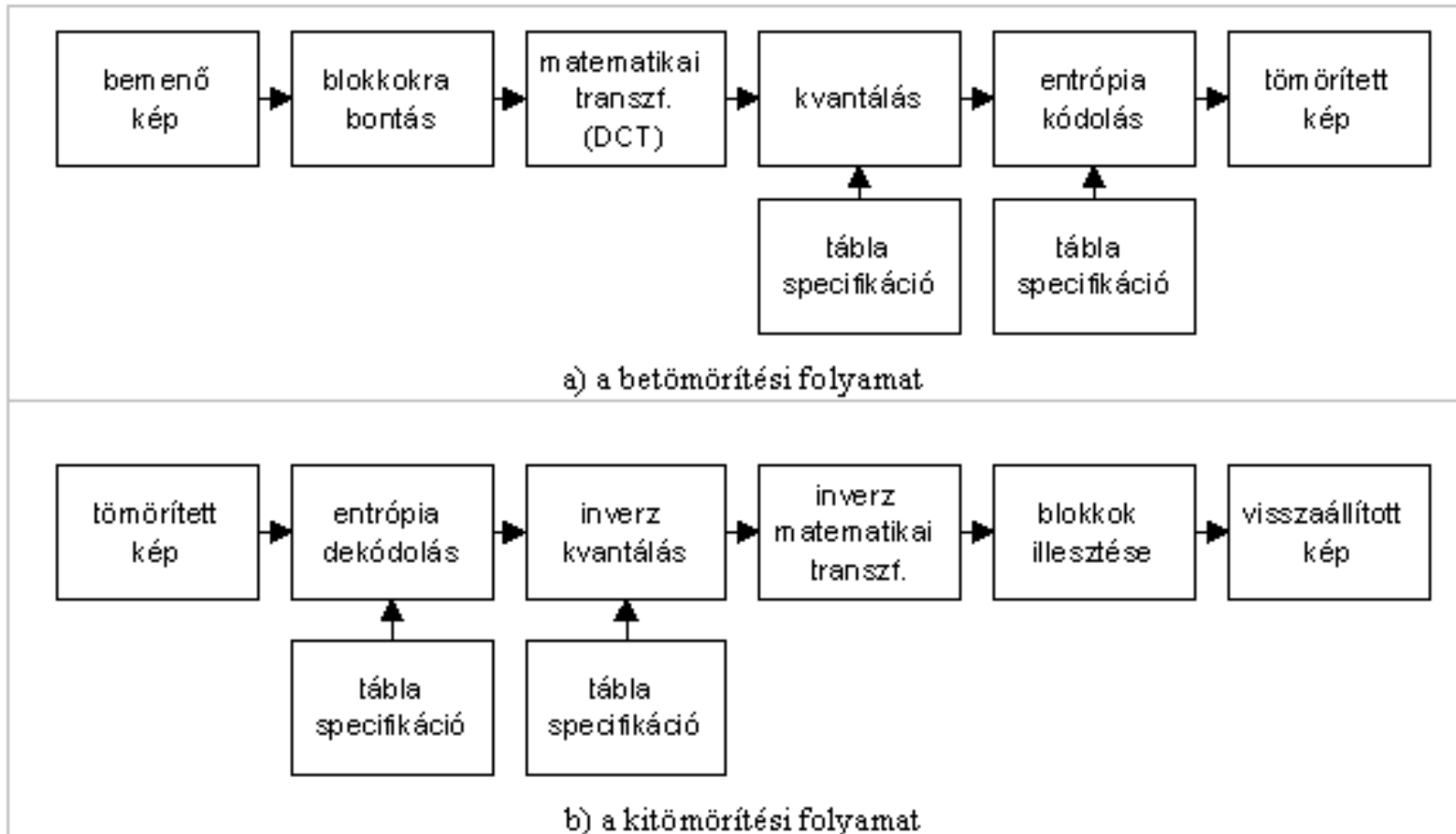


# A JPEG (JPG) formátumról

- Joint Photographic Expert Group
- ISO és CCITT munkacsoportja
- monokróm és színes tónusos képekre
- színes képek esetén:
  - sávonkénti tömörítés
  - színtranszformációt követő tömörítés



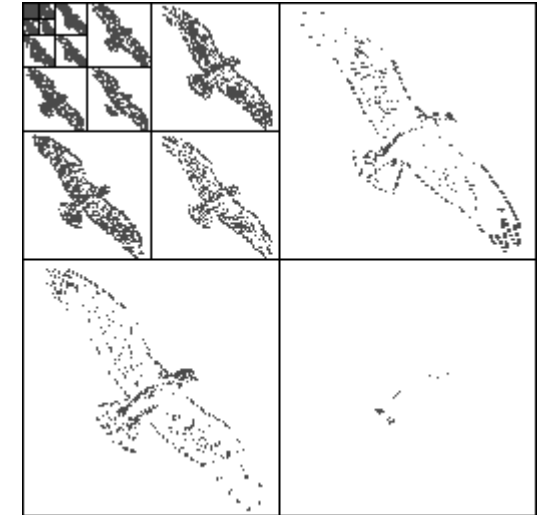
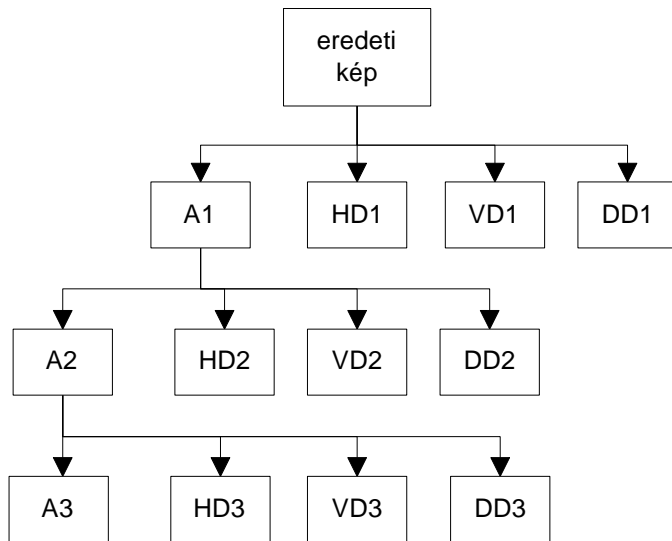
# A JPEG folyamata



$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{16}\right]$$

$$C(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{ha } x = 0 \\ 1 & \text{egyébként} \end{cases}$$

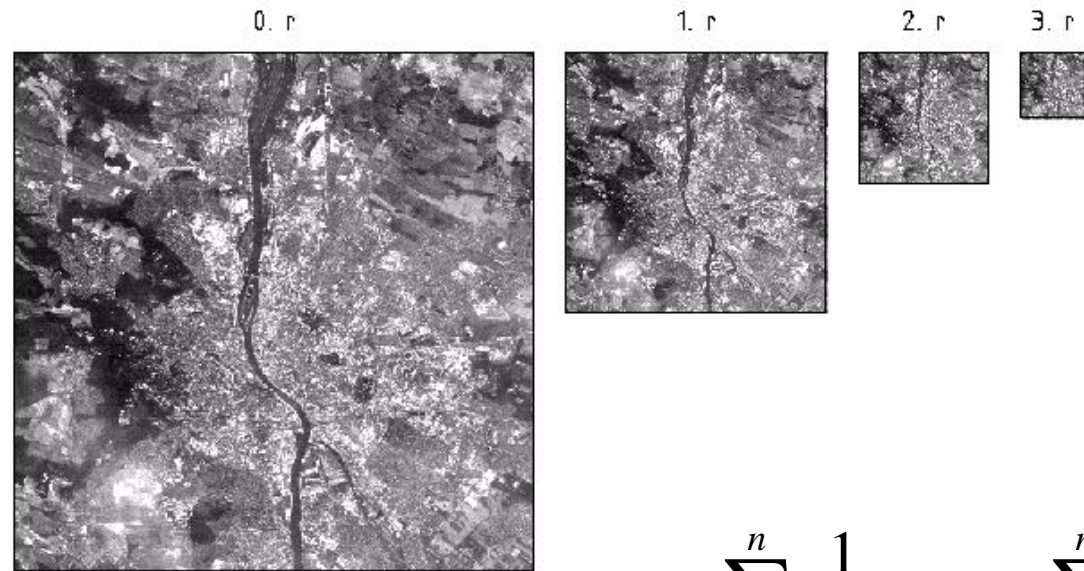
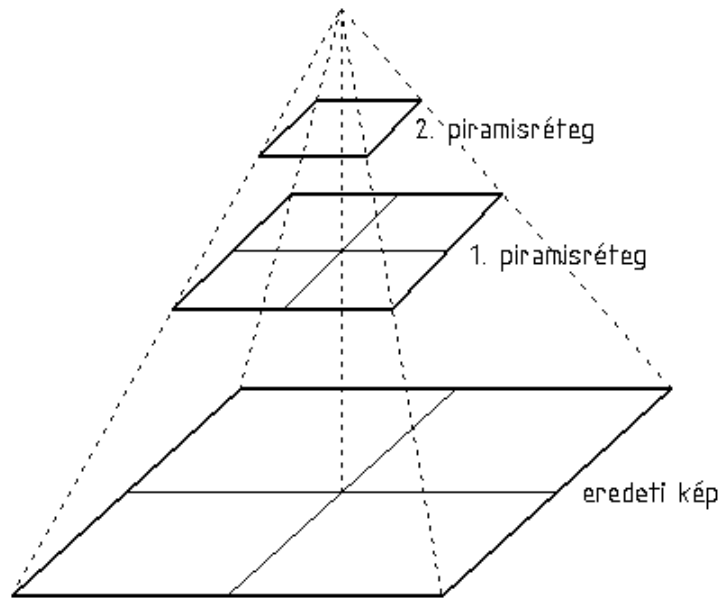
# Wavelet-tárolás



- Változatok

- Hexagon: ECW (Enhanced Compression Wavelet)
- Lizardtech: MrSID (Multiresolution Seamless Image Database)

# Képpiramis



$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n \frac{1}{2^{2i}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n \frac{1}{4^i} = \frac{4}{3}$$

képmorzsa (image chip) – overview – preview – thumbnail



# Tárolási példa: Németország

- 3.210.000 × 4.340.000 pixel @ 20 cm GSD
- (642 × 868 km)
- 71 TB a teljes eredeti
  
- Eredeti 1000 GB + piramisrétegek 300 GB
- JPEG2000: 400 GB (numerically lossless)
- ECW: 50 GB (visually lossless)
  
- Németország így: 0.85 TB



Köszönöm a figyelmet!