

# Harjutus 3

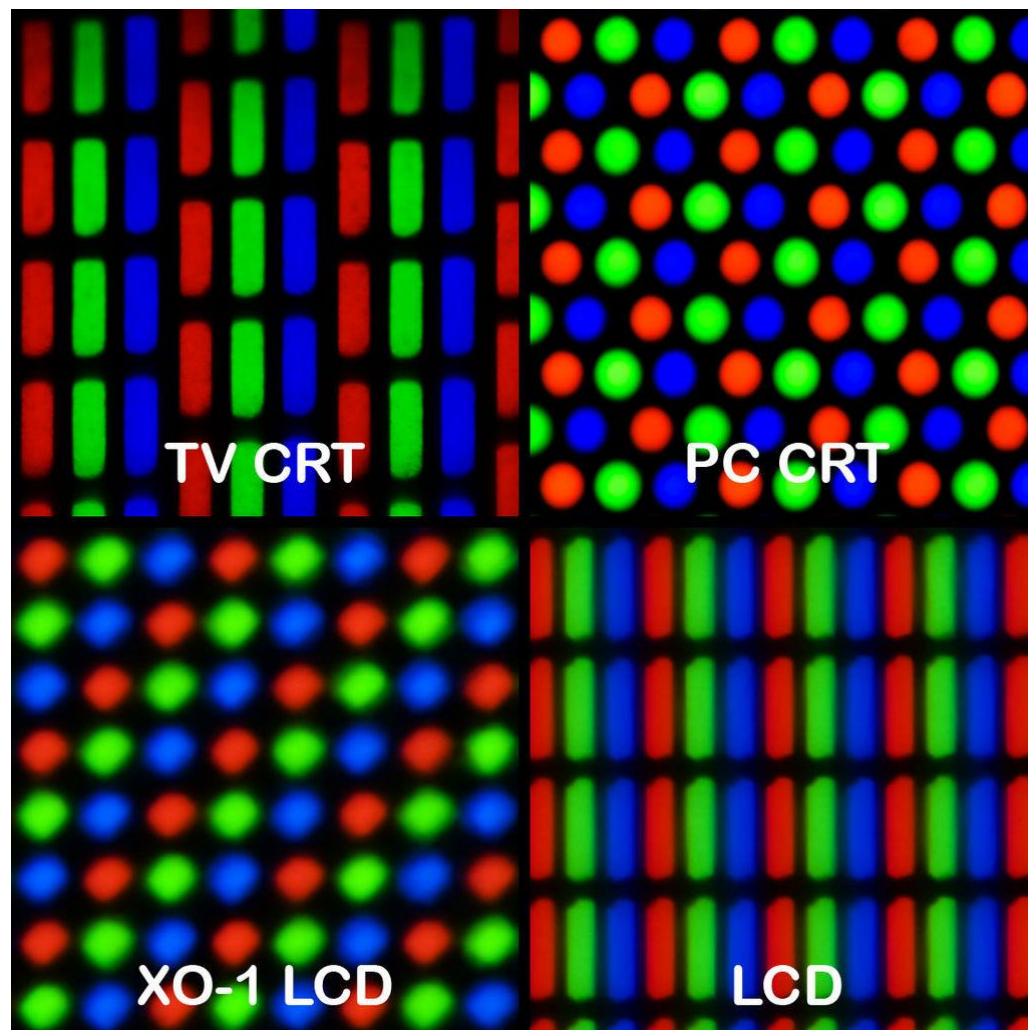
Video ja multimeedia

IEE1100 Arvutivõrgud

# Piksel

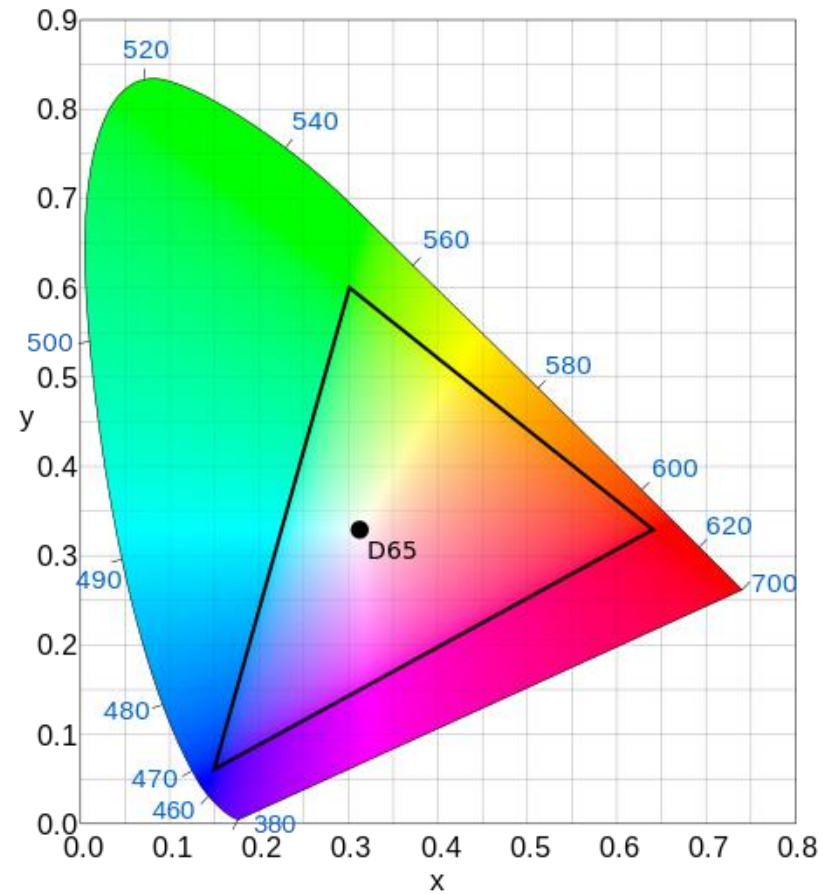
- Ka pildipunkt
- Vähim kujutise komponent
- Halltoonides (monokromaatiline) pilt salvestatakse tavaliselt 8 bitiga piksli kohta - 256 halltooni.
- *Highcolor* – 16 bitti piksel: 5 bitti **R** ja **B** ning 6 bitti **G**
- *Truecolor* - 24 bitti piksel: iga värvus 8 bitti.
  - Kokku 16,77 miljonit värvitooni
  - Inimsilm eristab u 7-10 miljonit värvi
- 32 bitti piksel – kaheksa lisabitti pildi läbipaistvuse (*opacity*) kirjeldamiseks

# Värvide kujutamine

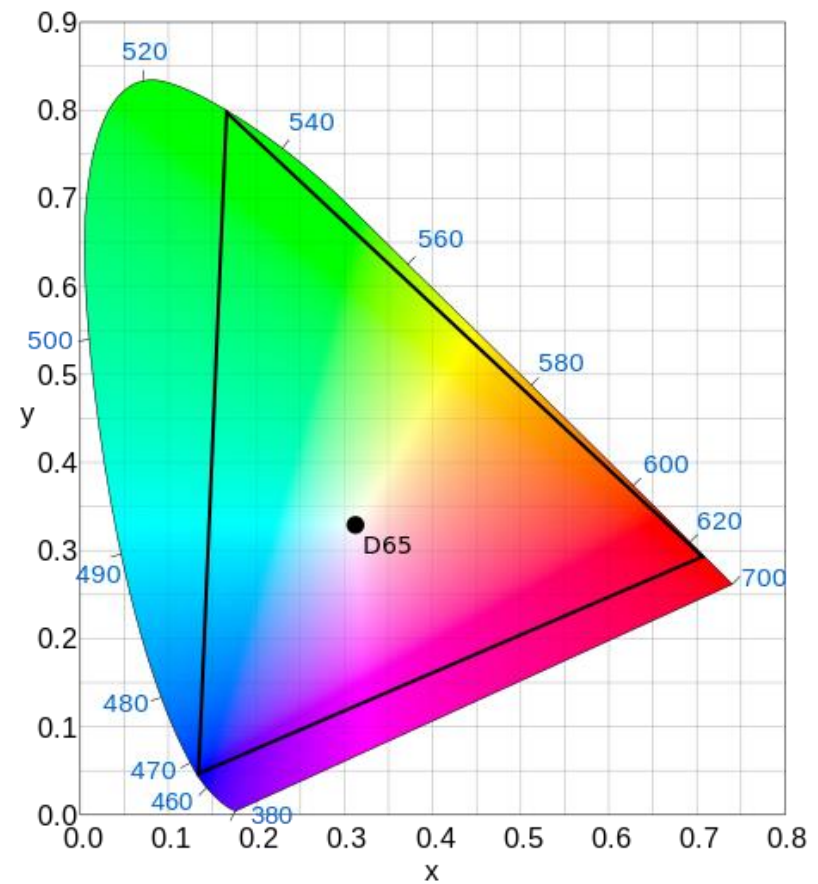


# Värvikolmnurk

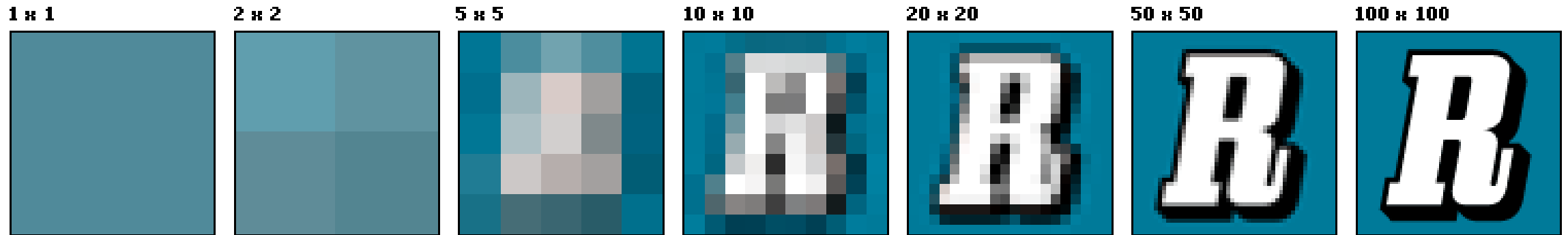
**Rec. 709 (HDTV)**



**Rec. 2020 (UHDTV)**

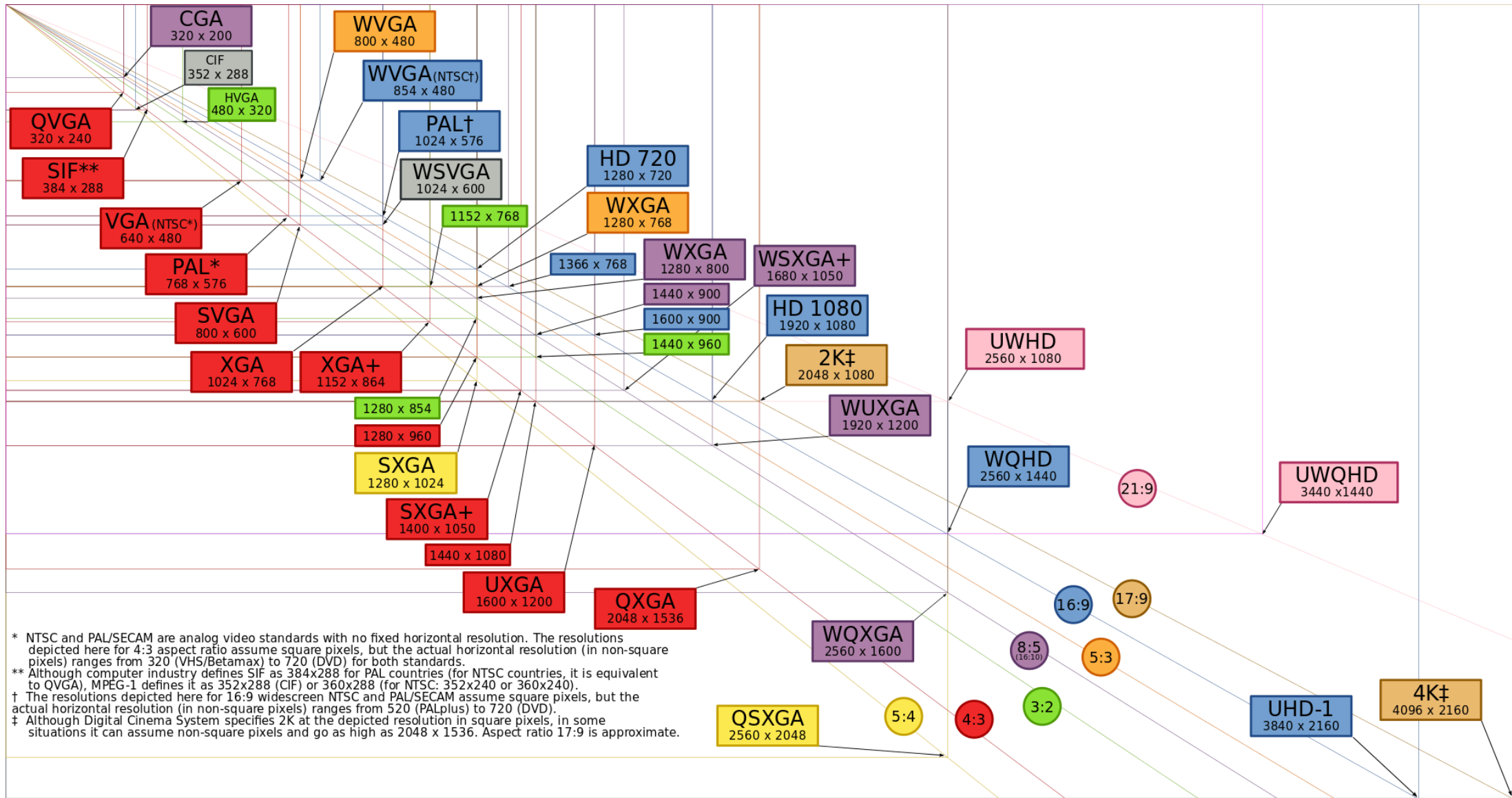


# Kujutise resolutsioon ja piksli suurus



- Kujutise resolutsioon (eraldusvõime): pikkus ja laius pikslites
- Mida suurem on resolutsioon, seda rohkem piksleid. Sama pinnaga pildil üks piksel on väiksem ja pilt on selgem.
- Printerite resolutsiooni mõõdetakse DPI-des (*Dots Per Inch*)
  - 1 toll = 2,54 cm

# Video resolutioonisid



# Televisioonipildi resolutsioonid

## Standard-definition television (SDTV):

- 480i (NTSC-ühilduv digitaalne standard, ülerealaotus, mõlemas poolkaadris on 243 rida)
- 576i (PAL-ühilduv digitaalne standard, ülerealaotus, mõlemas poolkaadris on 288 rida)

## Enhanced-definition television (EDTV):

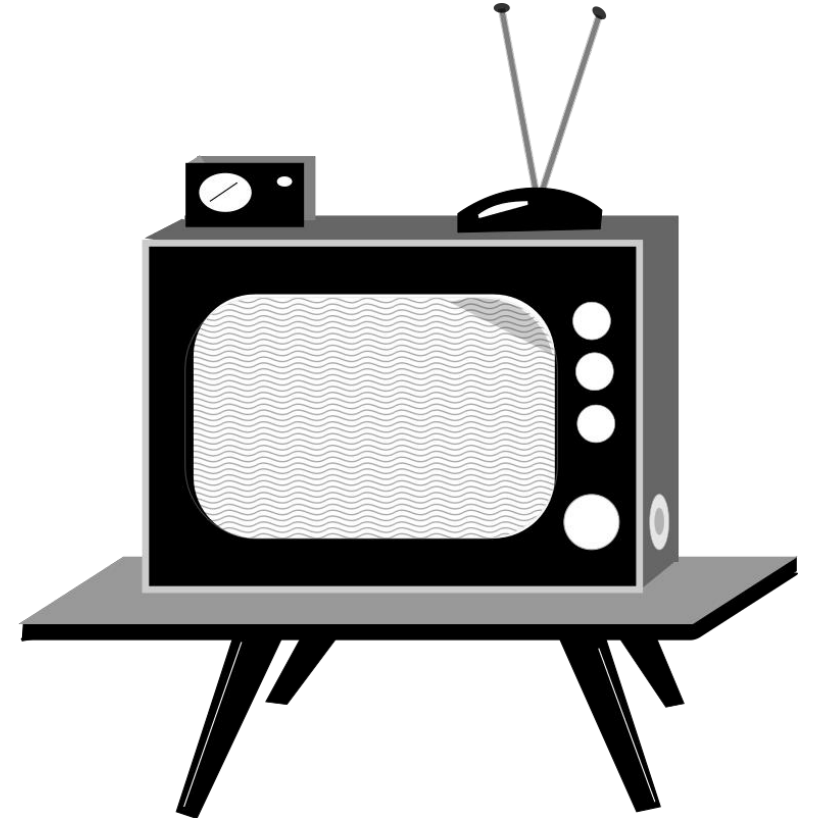
- 480p (720 × 480)
- 576p (720 × 576)

## High-definition television (HDTV):

- HD (1280 × 720)
- Full HDi (1920 × 1080 ülerealaotus, poolkaadris 540 rida)
- Full HD (1920 × 1080)

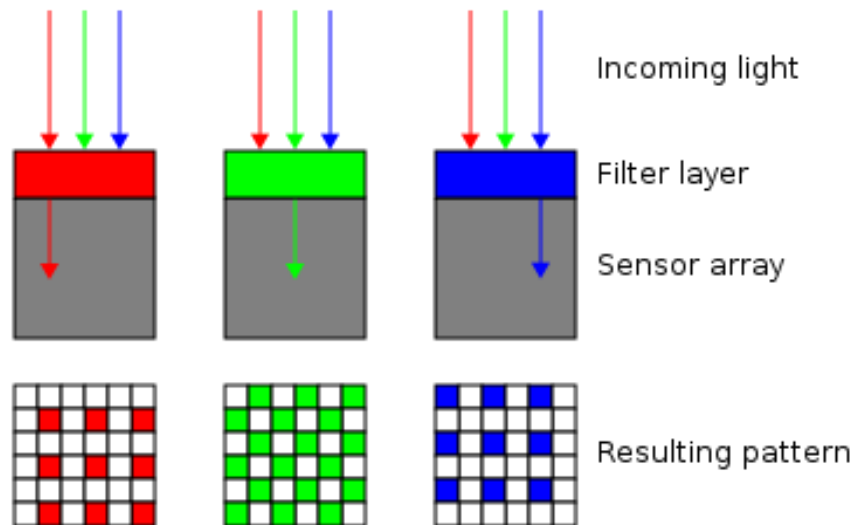
## Ultra-high-definition television (UHDTV):

- 4K UHD (3840 × 2160)
- 8K UHD (7680 × 4320)
- 16K UHD (15360 × 8640)



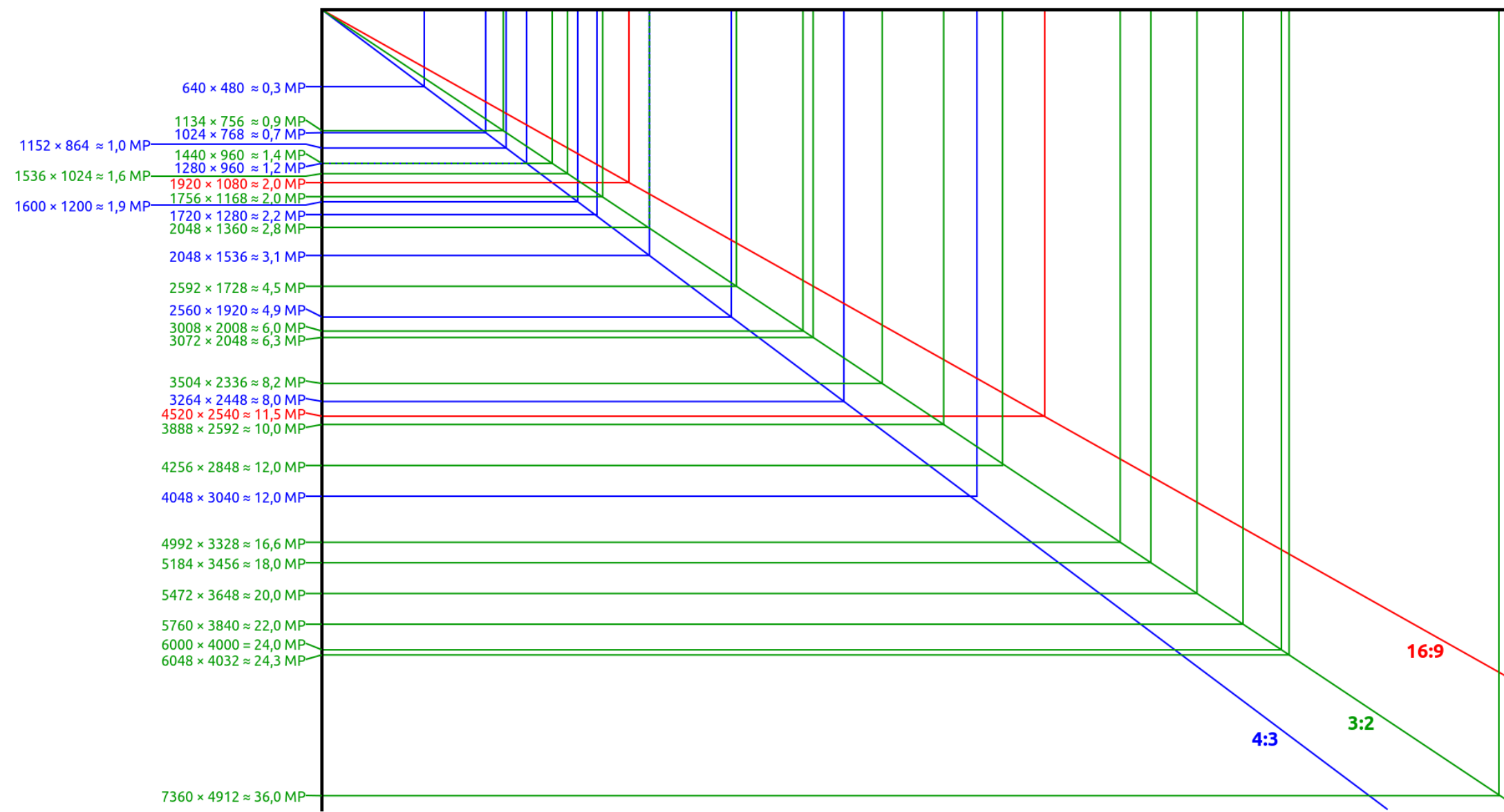
# Bayer'i filter

- Värvifiltrite võre mida kasutatakse laiatarbeseadmetes värvipildi salvestamiseks ruudukujulise valgussensori korral.
- Filtri pindalast on 25% punane, 25% sinine ja 50% roheline (nn **R****G****G****B**)





# Digikaamerate resolutsoion



# Ülesanded 1

- Printeri väljaprindi punktitiheus on 600 dpi. Mitu pildipunkti sisaldab pilt, mille mõõdud paberil on 20x20 cm?
- Kuvari resolutsioon on 800x600 (SVGA), kuvasuhe on 4:3, diagonaal on 20 tolli. Kui suur oleks ekraanil (cm) pilt mõõtudega 300x100 pikslit?
- Kaamera eraldusvõime on 2 MPx. Milliste resolutsiooniga (Px) pilte saab sellega teha, kui kuvasuhe on 16:9?
- HVGA formaadis (480x320) värvilist videot edastatakse kiirusega 30 kaadrit sekundis kasutades 256 värvitooni. Kui suur on formaadi kuvasuhe? Vähemalt kui suurt edastuskiirust on vaja sellise video otseülekandeks?

# Ülesanded 2

- Skanneri eraldusvõime on 300 dpi. Kui suur tuleb skanneri väljundfail, kui skaneeritava pildi mõõdud on 20x20 cm ja iga piksli kohta salvestatakse värvid *Highcolor* (16bpp)?
- Samad andmed, aga värviinfot salvestatakse *Truecolor* (24 bpp)?

# YUV kodeering

- Võimaldab värvusinfo suuremat kompressiooni
- Tagas omal ajal ühilduvuse mustvalge ja värvitelevisiooni vahel (analoog).
- Heleduskomponent Y (ITU-R BT.601)

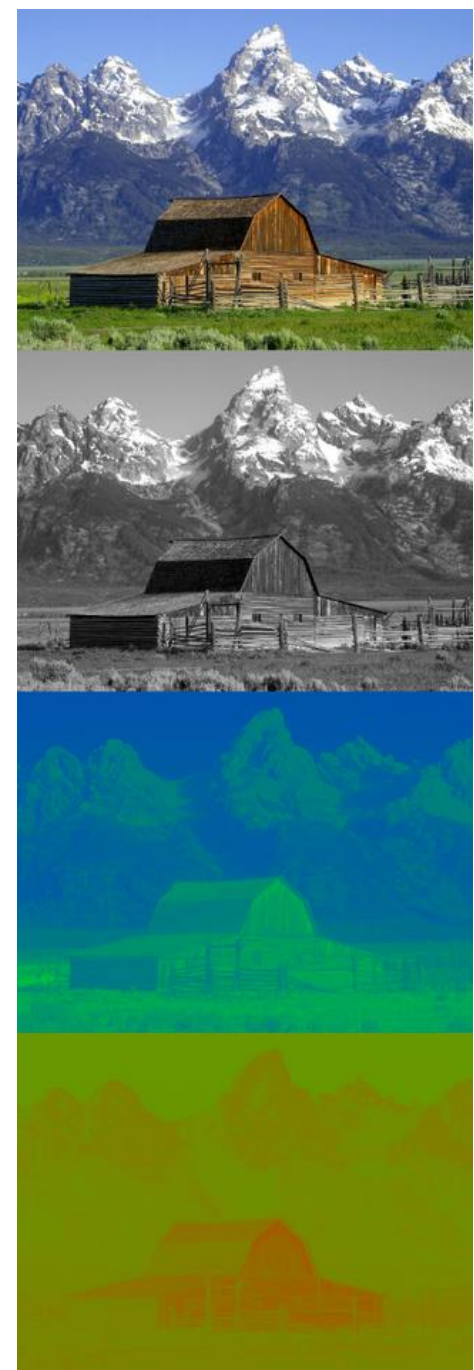
$$Y = 0,299 \cdot \text{R} + 0,587 \cdot \text{G} + 0,114 \cdot \text{B}$$

- Värvivahe signaalid U (*blue projection*) ja V (*red projection*)

$$U = 0,492 \cdot (\text{B} - Y)$$

$$V = 0,877 \cdot (\text{R} - Y)$$

- Digitaaltehnikas  $Cb = U$  ja  $Cr = V$  (YCbCr)



# Värvivahesignaali aladiskreetimine

- *Chroma Subsampling*
- Inimsilma eraldusvõime on heleduse suhtes parem kui värvuse suhtes.
- Viimast asjaolu saab ära kasutada vähendamaks kujutise salvestamiseks kuluvat informatsioonihulka.
- Aladiskeetamise skeem esitatakse üldjuhul kolme arvuna  $J:a:b$  (näiteks 4:2:2) mis kirjeldab heledus- ja värvivahesignaali diskreetide arvu  $J$  piksli laiuses ja kahe piksli kõrguses alas:
- $J$ : Vaadeldava ala laius, tavaliselt 4
- $a$ : Värvivahesignaali diskreetide arv (Cr, Cb) esimeses  $J$  pikslit sisaldavas reas.
- $b$ : Värvivahesignaali muutuste arv (Cr, Cb) esimese ja teise rea vahel

# Värvusinfo skeem (4x2 plokk)

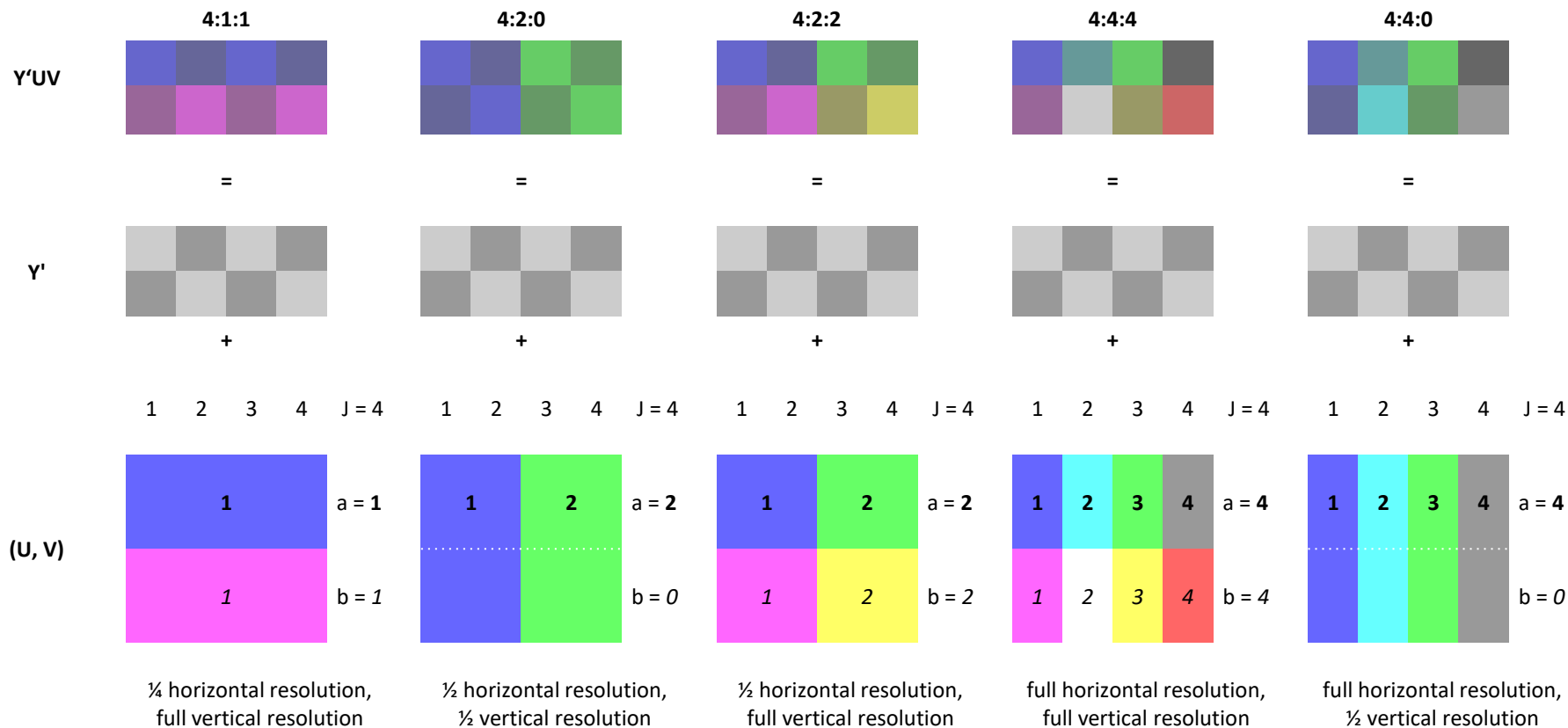
4:4:4

Plokk 4x2 pikslit = 8 pikslit

Kui iga komponent 8 bitti, siis

Iga plokk  $8 \cdot (8+8+8) = 192$  bitti

Seega iga piksel sisaldab 24 bitti





4:1:1



4:2:0



4:2:2



4:4:4



# Ülesanded 3

- Videot kodeeritakse 4x2 px plokkidena värvusinfo skeemi 4:2:0 järgi. Mitu bitti piksli kohta on vaja, kui ühe komponendi jaoks kasutatakse 8 bitti?



# Video kompressioon

- MPEG (*Moving Picture Experts Group*)
- MPEG-1
  - Video ja audio kokku kiiruseni 1,5 Mbit/s
  - Kompressioonitegur 6:1 (audio) kuni 1:26 (video)
  - Enamlevinud resolutsioon SIF (*Source Input Format*):
    - 352x240, 352x288 või 320x240
  - Teoreetiliselt võimalik: resolutsioon kuni 4095×4095 (12-bitti)
  - Värvusinfo aladiskreetimine 4:2:0
  - 24; 25 või 30 kaadrit sekundis (fps)

# Ülesanded 4

- MPEG-1 koodekiga surutakse kokku järgnevate parameetritega videot. SIF formaadis (352x240) värviline (8 bitti värvikomponent), kaadrisagedus on 25 fps ja värvusinfo aladiskreetimine toimub skeemi 4:2:0 kohaselt. Kui suur peaks olema koodri kompressioonitegur, kui lõplik andmevoog on kiirusega 1,5 Mbit/s.