

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za računalništvo  
in informatiko



# PRODUKCIJA MULTIMEDIJSKIH GRADIV (PMG)

**VIDEO**

Borut Batagelj

V1.3  
2024



# Produkcija digitalnega videa

- **Produkcijski cikel (faze)**
  - Skript
  - Priprava na snemanje
  - Snemanje
  - Montaža
  - Post-produkcija
- **Tehnični vidik**
  - **Video standardi**
  - Kompresija videa
  - Montaža in postprodukcija
  - Distribucija



# Analogni in digitalni video

- Prehod iz analognega na digitalni video
- pred 1990
  - Analogne kamere
  - Posebne kartice za zajem (AD pretvorniki)
  - Analogna montaža
  - Draga oprema
- Danes
  - Digitalni video
  - Digitalne kamere
  - Digitalna obdelava
  - Dostopna programska oprema
- Velika rast uporabe (in produkcije) videa!



# Vzroki za razvoj digitalnega videa

- Zmogljivost procesorjev in pomnilnikov
- Kapaciteta diskov in pasovna širina
- Razvoj video standardov in video vmesnikov
- Enostavnost, robustnost in fleksibilnost urejanja



# Digitalni video

- Video na internetu
  - Izmenjava (YouTube, Vimeo, MojVideo)
  - Video novice
  - Video demonstracije
  - Promocijski videi
  - Komunikacija (video telefon: Skype, izmenjava videa)
- Drugi nosilci videa
  - CD/DVD/Blu-Ray
  - Multimedijski kioski, računalniki
  - Video predstavitve
  - Televizija



# Formati in oprema

- Profesionalna oprema in formati za snemanje filmov in televizijskih oddaj
  - Draga, zahtevna, zelo kvalitetna
- Oprema in formati v multimediji
  - Digitalna video kamera + format DV + vmesnik FireWire (IEEE 1394, iLink)
  - Standardna televizijska velikost in frekvenca
  - FireWire : omogoča nadzor naprave (kasete)
  - danes: HDV (MPEG-2/H.262), AVCHD (MPEG-4/H.264)
- Druga nižje kvalitetna oprema (ni DV združljiva)
  - Videokamere na telefonih, spletne kamere
  - MPEG-4 standard (3GP na telefonih)
  - Manjša slika, manjše osveževanje, manjša kvaliteta
  - Prenos preko USB



# DV kompresija

kopresirana



nekopresirana



# Video standardi

- Video standardi izvirajo iz časov analogne televizije
- Kompatibilnost za nazaj
  - Čeprav vedno manj zaradi razširjenosti [HDTV](#)

## Vsebina

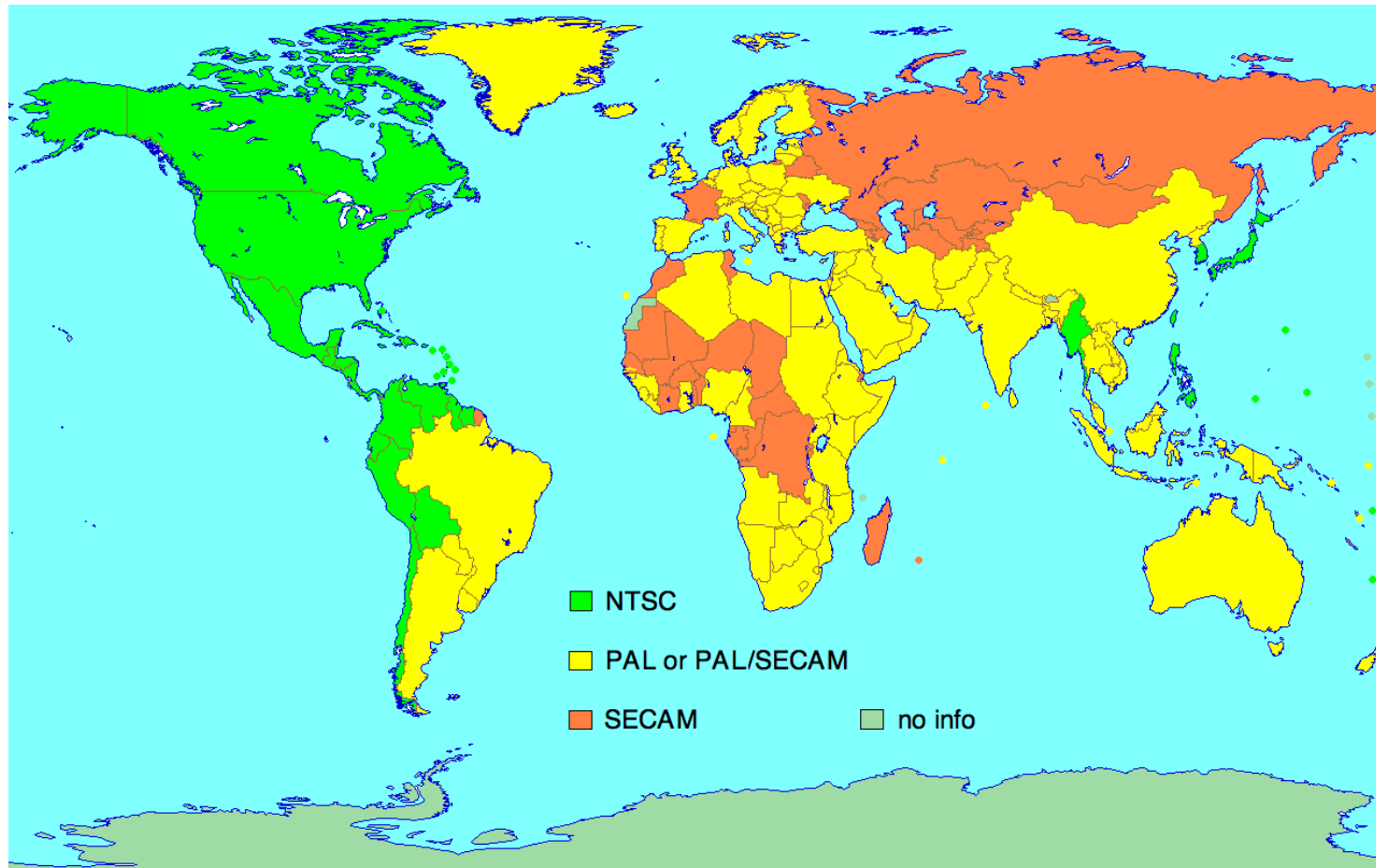
- Standardi za analogno oddajanje
- Standardi za digitalni video
- DV format in MPEG formati
- Formati za visoko ločljivost (HD)





# Standardi za analogno oddajanje

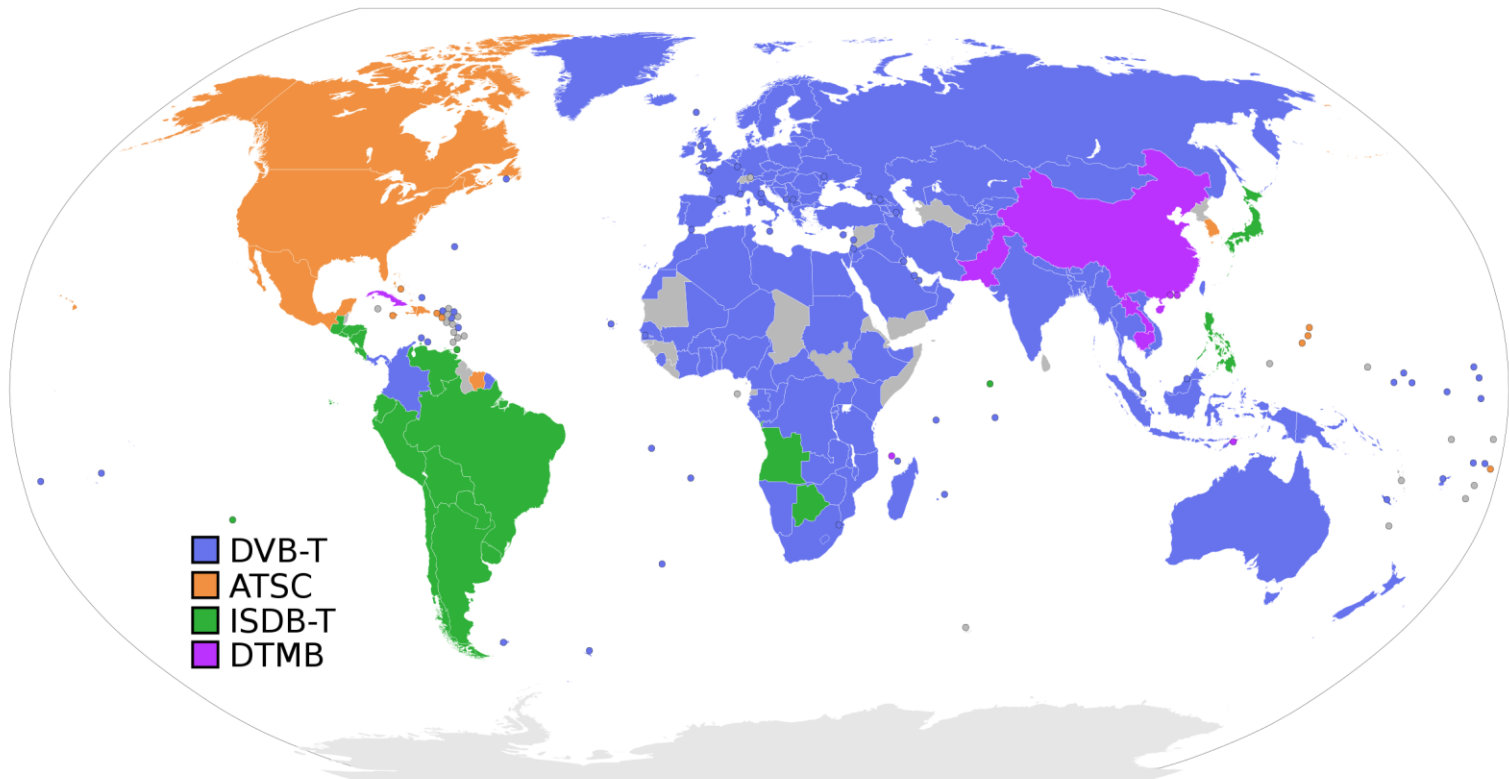
- Trije standardi za analogno oddajanje barvnega tv signala: NTSC, PAL, SECAM





# Standardi za digitalno oddajanje

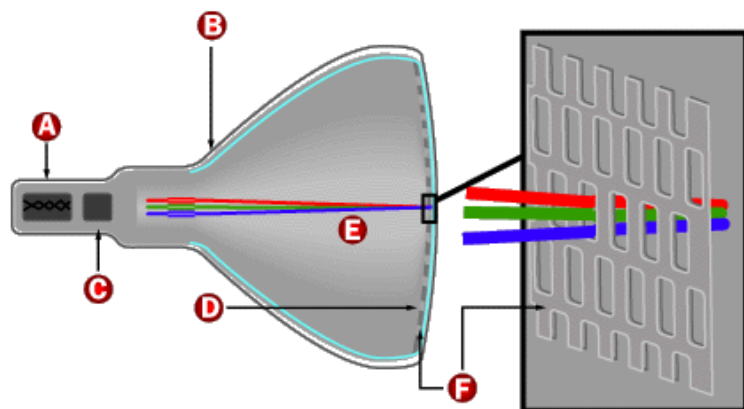
- Pri nas [DVB](#).
- Ostali standardi: [ATSC](#), [ISDB](#) in [DTMB](#)





# Analogna televizija

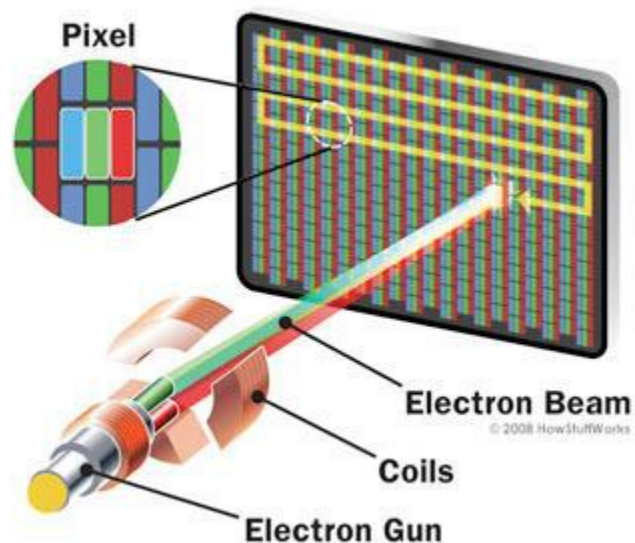
- Standardizirajo tehnične detajle glede kodiranja slike v analogni signal
- Hitrost prikazovanja slik, število vrstic v sliki
- Analogni CRT ekrani



**A** Cathode  
**B** Conductive coating  
**C** Anode

**D** Phosphor-coated screen  
**E** Electron beams  
**F** Shadow mask

©2000 How Stuff Works

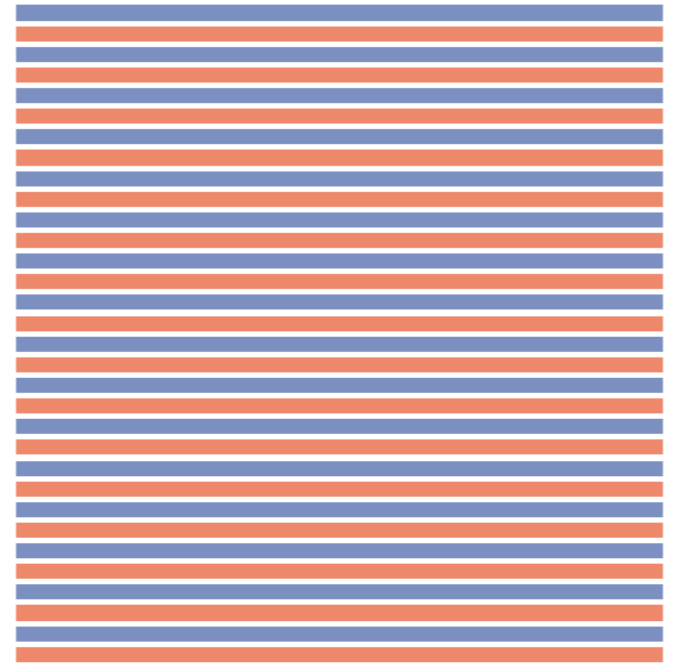


<http://electronics.howstuffworks.com/tv4.htm>



# Prepletanje

- Vsak okvir (slika) je razdeljen na dve polji
  - Prepletanje (interlacing)
- Človeška percepcija zahteva 40 slik/s
  - PAL:** 50 polj/s
    - = 25 okvirjev/s
      - 625 črt (576 za sliko)
      - 625/50



— odd field  
— even field

- NTSC:** 59,94 polj/s =
  - = 29,97 okvirjev/s
    - 525 črt (480 za sliko)
    - 525/59,94





# Prepletanje



- Potreba po popravljanju prepletanja (de-interlacing)



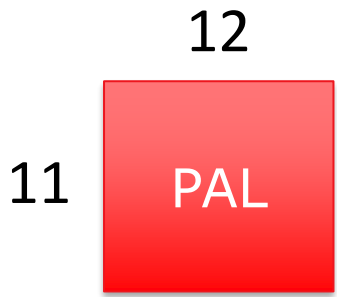
# Standardi za digitalni video

- Digitalizacija analognega signala
- Standard *Rec. **ITU-R** BT.601* oz. *CCIR 601*
  - Število vrstic določa PAL (576) oz. NTSC (480) standard
  - Število slik. elementov v vrstici: 720 (720lum+2\*360 color)
    - NTSC (720 × 480)
    - PAL (720 × 576)
    - $576/480=30/25 \Rightarrow$  enak pretok
    - Nekvadratni slikovni elementi
    - Video se vedno shranjuje in oddaja v tem formatu



# Razmerje slikovnega elementa

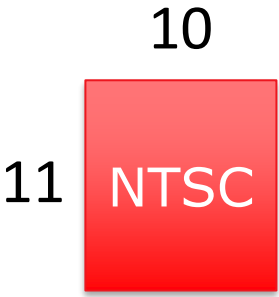
- CCIR 601 format
  - Nekvadraten slikovi element
    - PAL (720 × 576)
    - NTSC (720 × 480)
    - 704 vidnih slikovnih elementov (+8 na obeh straneh)



Kvadratni slikovni element (pravo razmerje)

PAL

**768x576** (razmerje 4:3),  $768/704=12/11=1.09$   
**1024x576** (razmerje 16:9),  $1024/704=16/11=1.45$



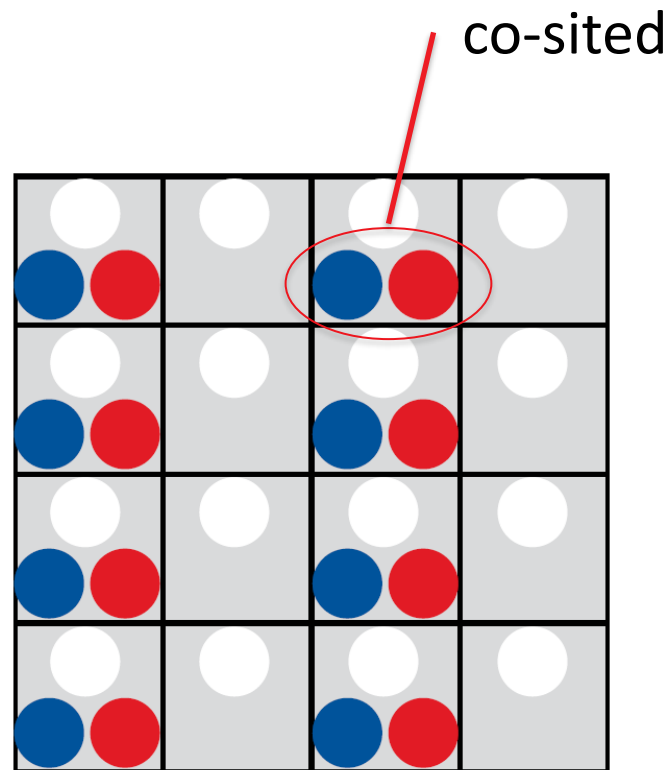
NTSC

**640x480** (razmerje 4:3),  $10/11=0,90$   
**853x480** (razmerje 16:9),  $853/704=1.21$



# Vzorčenje barvnosti

- CCIR 601
  - Barvni prostor:  $Y' C_B C_R$
  - $Y$  = svetilnost
  - $C_B = B - Y$  (razlika za modro)
  - $C_R = R - Y$  (razlika za rdečo)
- Pod-vzorčenje barvnosti
  - Človeško oko je manj občutljivo na spremembe barvitosti kot na spremembe v svetlosti
  - Vzorčenje 4:2:2
    - $720Y + 360CB + 360CR$  na vrstico
    - 8bit na kanal = 166Mbit/s

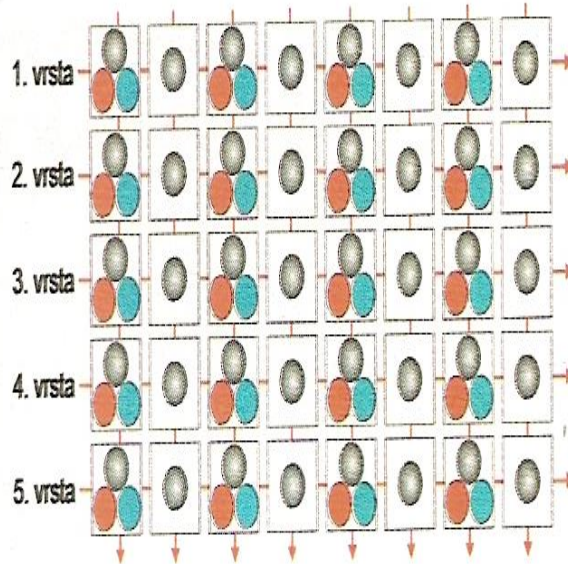




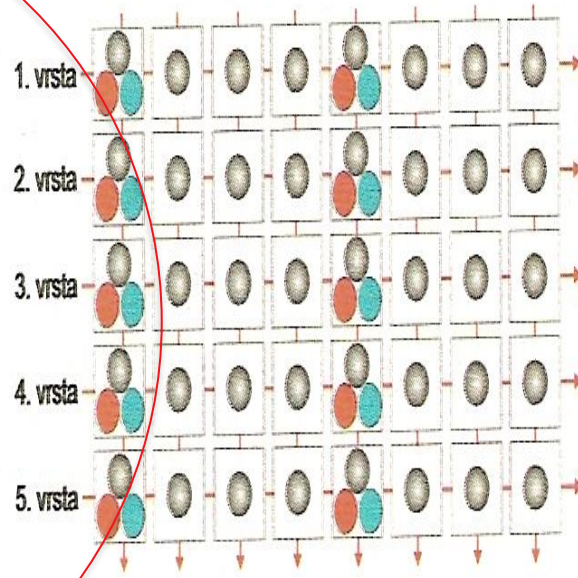


# Različni sistemi vzorčenja

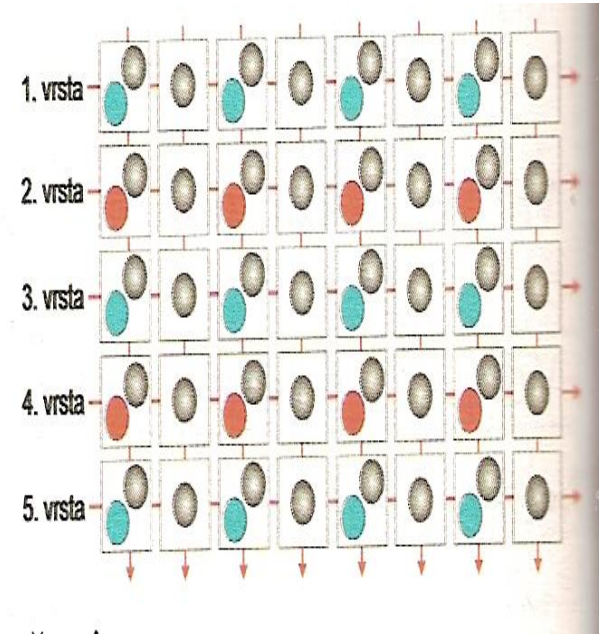
- Sistem **4:2:2** zajame v vzorec dve točki: vrednost Y zajame za vsako točko, vrednost Cb in Cr pa za vsako drugo točko.



4:2:2



4:1:1

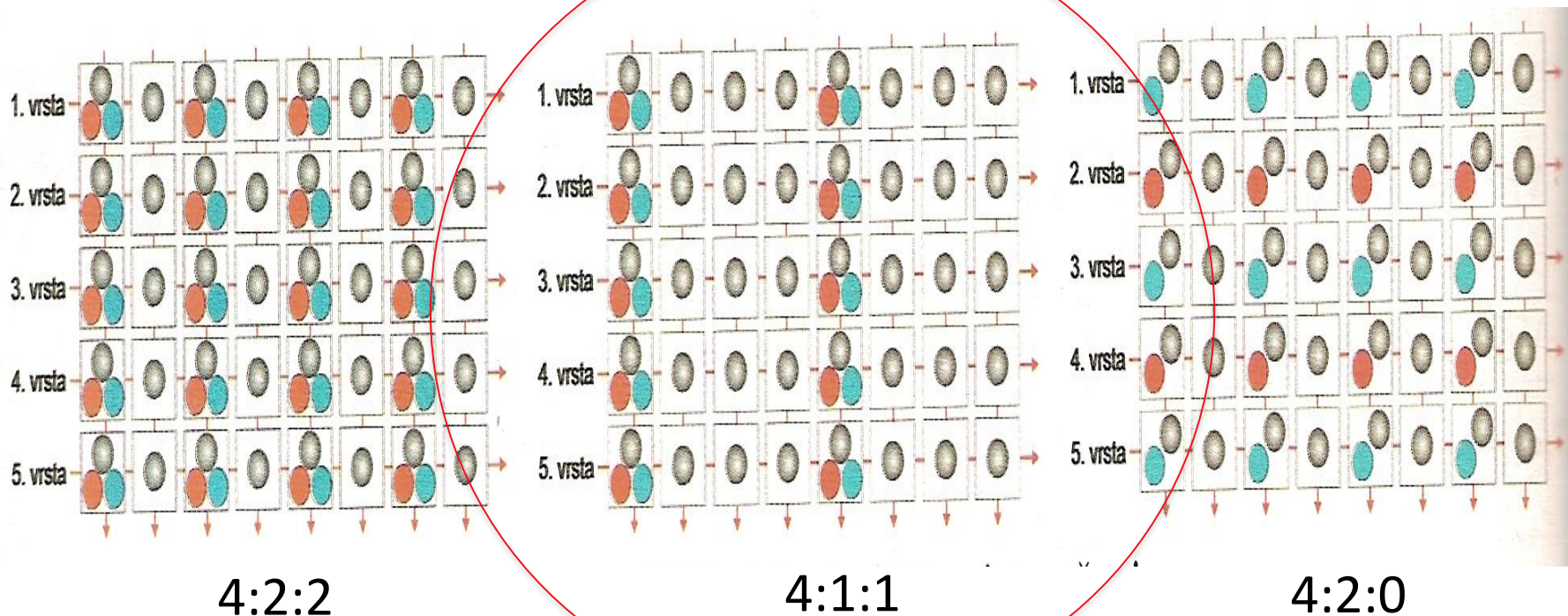


4:2:0



# Različni sistemi vzorčenja

- Sistem **4:1:1** zajame v vzorec štiri točke: vrednost Y zajame za vsako točko, vrednost Cb in Cr pa za vsako četrto točko. (uporaba pretežno v Ameriki - NTSC)

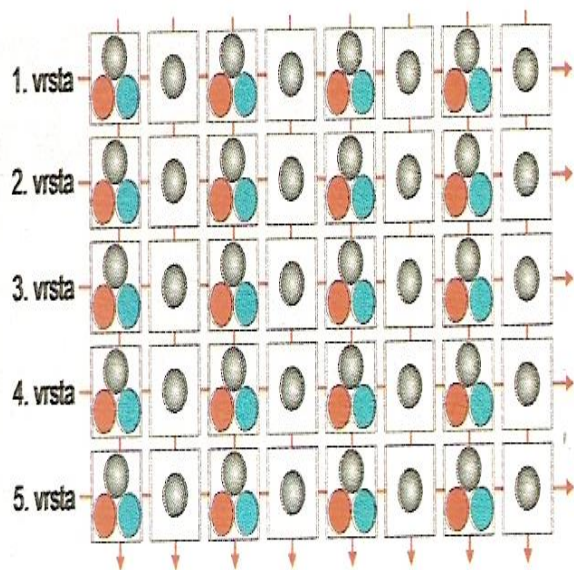




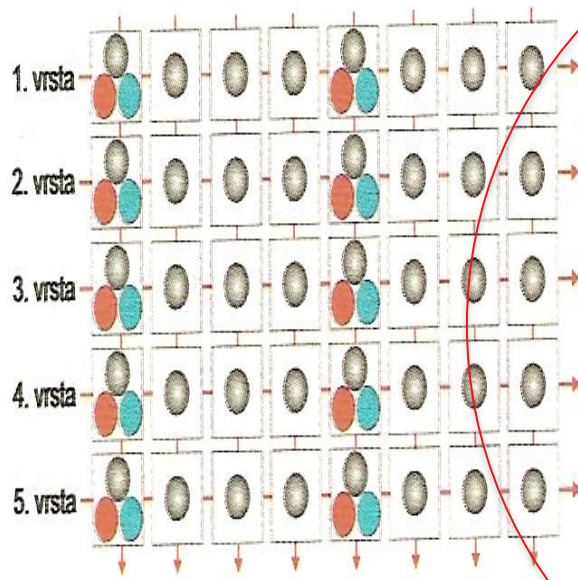


# Različni sistemi vzorčenja

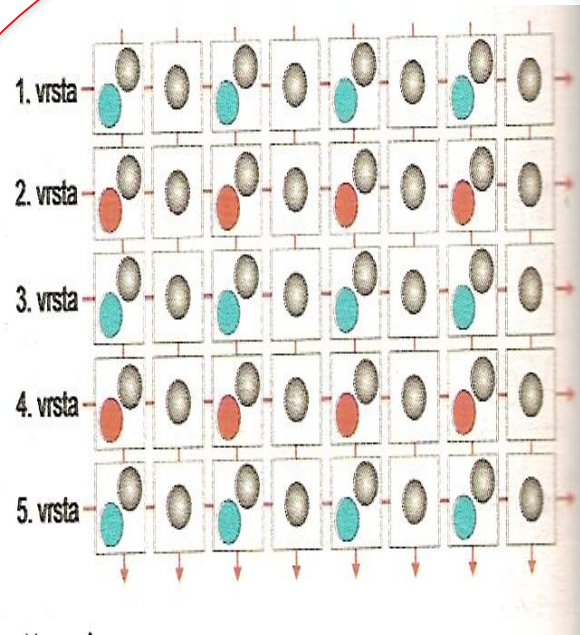
- Sistem **4:2:0** zajame v vzorec dve točki in dve vrstici: vrednost Y zajame za vsako točko, vrednost Cb za vsako drugo točko v lihih vrsticah, vrednost Cr pa za vsako drugo točko v sodih vrsticah (PAL).



4:2:2



4:1:1



4:2:0



## DV in MPEG

- Vzorčenje digitalizira video signal
- Dodatni standardi za kompresijo podatkov
  - za prenos ali hrambo v datoteko
- Standard DV
  - Vzorčenje 4:1:1 (NTSC) in 4:2:0 (PAL)
  - Pretok 25Mbit/s
  - Kompresija 5:1 (samo prostorska)
  - Profesionalne različice: DVPRO, Digital-S (4:2:2),
  - HDDV (4:2:0): nizko-proračunski filmi

# DV

**DVCPRO**

**DVCAM**

**DVCPRO P**

**DVCPRO 50**

# HDV

**HDV 1080i**

**HDV 720p**



## DV in MPEG

- Standard MPEG (ISO/IEC Moving Picture Experts Group)
  - MPEG-1: Video CD
  - MPEG-2: prva generacija video opreme, digitalni prenos TV signala (DTB), DVD
  - MPEG-4: od mobilnih telefonov (10kbit/s) do HDTV
    - MPEG4 – 2 del: video del MPEG4
    - MPEG4 – 10 del: H.264/AVC: Web video, Blu-Ray DVD
  - MPEG-H
    - HEVC – 2 del: video: H.265



# DV in MPEG



HandBrake

## – Imamo množico profilov in nivojev

- MPEG2: MP@ML

|                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| Main Profile - MP |                              |
| Main Level - ML   | (4:2:0, 15Mbit/s) – DVD, DTB |

- MPEG-4 Part10 ali H.264/AVC:

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Baseline Profile – BP | video konference, mobilne naprave |
| Extended Profile –XP  | pretočni video                    |
| Main Profile – MP     | splošna uporaba                   |
| High Profile – HP     | HDTV, Blu-Ray                     |

## – Definirajo tudi formate datotek (osnovani na QuickTime)

- Format MP4 (predvajalniki QuickTime, Flash)
- Poenostavljen format 3GP (mobilni telefoni)



| The story of two groups - MPEG and VCEG |            |                              |                       |            |      |          |             |
|-----------------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------|------------|------|----------|-------------|
| Year                                    | MPEG       | Part                         | Layer/Profile/Type    | Usage      | VCEG | Variants |             |
| 1984                                    | Not formed | Practically not useful       |                       |            |      | H.120    |             |
| 1988                                    | Not formed | Videoconferencing            |                       |            |      | H.261    |             |
| 1993                                    | MPEG-1     | VHS and Television Recording |                       |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 1                       | Systems               |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 2                       | Video                 | VCD        |      | H.261    |             |
|                                         |            | Part 3                       | Audio                 |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Layer 1               |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Layer II              |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Layer III             | MP3        |      |          |             |
| 1999                                    | MPEG-2     | Broadcast, Distribution, DVD |                       |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 1                       | Systems               |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Program Stream        |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Transport Stream      |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 2                       | Video                 |            |      | H.262    | HDV, XDCAM  |
|                                         |            | Part 3                       | Audio                 |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Layer 1               |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Layer II              |            |      |          |             |
|                                         |            |                              | Layer III             | MP3        |      |          |             |
| 2004                                    | MPEG-4     | Broadcast, Internet, Blu-ray |                       |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 1                       | Systems               |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 2                       | Video                 |            |      | H.263    | HDCAM SR    |
|                                         |            | Part 3                       | Audio                 |            |      |          |             |
|                                         |            | Part 10                      | Advanced Video Coding | MPEG-4 AVC |      | H.264    | AVCHD, XAVC |
|                                         |            | Part 14                      | MP4 Container         | MP4        |      |          |             |
| 2013                                    | MPEG-H     | Part 2                       | Video                 | HEVC       |      | H.265    |             |

Copyright © Sareesh Sudhakaran 2013



# HEVC / H.265

- Ločljivost do [8K UHD TV](#) (maks. 8192 × 4320)
- 12-bit barvna globina
- 4:4:4 and 4:2:2 barvno podvzorčenje
- Podpira do 300 fps (prej do 59.94 fps)
- Prenos podatkov do GB/s
- Pol manjša datoteka od H.264 z boljšo kvaliteto





# Formati visoke ločljivosti

- SD (Standard Definition), PAL, NTSC
- HD (High Definition) = visoka ločljivost
  - Večji okvir kot pri SD
  - Razmerje 16:9
  - Število vrstic: 720 ali 1080
  - Število slik na sekundo: 25 ali 30
  - Okvir: i (prepleteno), p (progresivno)
- Trije parametri:
  - 720 25p: 1280x720, 25fps= frames per sec, **celoten okvir**
  - 1080 60i: 1920x1080, 60fps prepletenih fields per sec.
- HD video zahteva posebno opremo za zajem, prenos, sprejem, snemanje in prikazovanje
- Za digitalno procesiranje se uporablja enaka oprema kot pri SD
  - MPEG-2, MPEG-4 part2, part10:H.264/AVC, MPEG-H



# Izračun: vzorčenje barvitosti

kompresija

| PAL            | w      | h      | fr    | bits na kanal | Y    | Cr   | Cb   | bits        | Mbits          |
|----------------|--------|--------|-------|---------------|------|------|------|-------------|----------------|
| nekompresirano | 720,00 | 576,00 | 25,00 | 8,00          | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 248832000   | 248,832        |
| 4:2:2          | 720,00 | 576,00 | 25,00 | 8,00          | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 165888000   | 165,888        |
| 4:2:0          | 720,00 | 576,00 | 25,00 | 8,00          | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 124416000   | 124,416        |
|                |        |        |       |               |      |      |      |             | kompresija=1:5 |
|                |        |        |       |               |      |      |      | DV standard | 24,8832        |



# Izračun: bitna hitrost za H.264 video

- Formula: [THE KUSH GAUGE](#)

širina \* višina \* FPS \* premik (1,2 ali 4) \* konstanta (H.264=0.07)/1000 = končna bitna hitrost v kilobitih na sekundo (kbps)

VBR (variable bitrate):

min= 75% \* končna bitna hitrost

max=150% \* končna bitna hitrost

Konstante za druge kodeke:

HEVC: 0.045

VC-1: 0.075

MPEG-2: 0.136 ali 0.116 (industrijski standard)



# Priporočene bitne hitrosti za standardne velikosti formata H.264

| Velikost okvirja  | Bitna hitrost | Velikost datoteke |
|-------------------|---------------|-------------------|
| 320x240 pixels    | 400 kbps      | 3MB / minute      |
| 480x270 pixels    | 700 kbps      | 5MB / minute      |
| 1024 x 576 pixels | 1500 kbps     | 11MB / minute     |
| 1280x720 pixels   | 2500 kbps     | 19MB / minute     |
| 1920x1080 pixels  | 4000 kbps     | 30MB / minute     |