



Co-funded by
the European Union

Audio i video montaža

Standardi rezolucije u digitalnom videu (HD, FHD, 2K, 4K, 8K)

Jelena Todorović

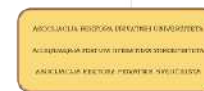
Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici



UNIVERSITY OF LJUBLJANA
Faculty of Electrical Engineering



University of Pristina
Kosovska Mitrovica



Šta je HD video

- HD je skraćenica za video visoke definicije (high definition) i predstavlja standard koji je nasledio video u SD rezoluciji.
- U početku je HD bio rezervisan za televizijske sisteme i Blu-Ray, ali je masovna proizvodnja i pad cena opreme omogućio njegovo širenje i u poluprofesionalnu i amatersku upotrebu.
- HD format je prepoznatljiv po većoj količini detalja na slici, snažnijem kontrastu, većoj paleti boja i mogućnosti reprodukcije višekanalnog zvuka (surround). Jedan od najvećih početnih problema bio je visoka cena HD kamera, monitora i medija za snimanje, ali se to vremenom promenilo zbog tržišne tražnje i serijske proizvodnje.
- Danas HD video predstavlja minimum kvaliteta u profesionalnoj i poluprofesionalnoj produkciji, a u mnogim oblastima postao je standard ispod koga se više ne ide.



HD rezolucije i frame rate

- HD formati postoje u dve najčešće rezolucije:
 - **1280 × 720 piksela (poznat kao 720p)**
 - **1920 × 1080 piksela (poznat kao 1080p ili 1080i)**
- Uz rezoluciju uvek ide i broj frejmova po sekundi (fps), pa se HD formati završavaju oznakom kao 24p, 25p, 30p, 50p ili 60p.
- Slovo „p“ označava progresivno skeniranje slike, dok „i“ označava analizu sa proredom (interlaced), gde se prikazuju poluslike umesto punog frejma.
- Za 720p formate ne postoji interlace varijanta – svi 720 formati su progresivni. Najkorišćeniji frejm rejtovi u HD videu su: 24p (filmski izgled), 25p (evropski TV standard), 30p (internet video), 50p i 60p (sportski i brzi sadržaji).



HD rezolucije i frame rate

vrsta		veličina	frejmova u sekundi	analiza slike
720	24p	1280 x 720 piksela	23,976	Progresivna
	25p		25	
	30p		29,97	
	50p		50	
	60p		59,94	
1080	24p	1920 x 1080 piksela	23,976	progresivna
	25p		25	
	30p		29,97	
	50p		50	
	60p		59,94	
	50i		25 (50 fildova u sekundi)	s proredom
	60i		29,97 (59,94 fildova u sekundi)	

FPS	Upotreba danas
24p	Film, Netflix, „cinematic look“
25p	Evropa, PAL TV standard (Srbija, EU)
30p	YouTube, stream, društvene mreže, USA
50p	Sportski TV prenos, broadcast HD
60p	Gaming, sport, YouTube high-motion



HD naspram SD formata

- U poređenju sa SD videom (576 vidljivih linija u PAL formatu), HD format donosi višestruko veću rezoluciju i veću jasnoću slike.
 - Standardni SD video 720×576 zamenjen je HD formatima 1280×720 i 1920×1080, sa odnosom stranica 16:9 koji je postao globalni standard širokog ekrana.
 - Veći kvalitet slike zahteva više pažnje u scenografiji, osvetljenju i kadru, jer HD otkriva detalje koje SD nije mogao da prikaže.
 - Zbog šireg formata kadra, posebno u emitovanju sporta, potrebna je promena načina kadriranja – manje zumiranja, više praćenja akcije u širini slike.
- U SAD je upravo razvoj HDTV sistema bio najbrži u domenu sportskih prenosa, jer je HD omogućio znatno realističniji prikaz događaja uživo.

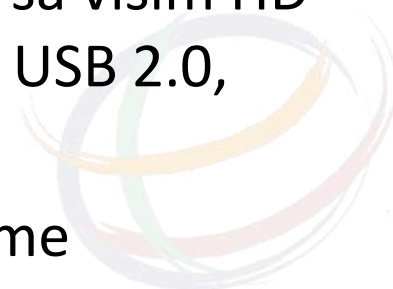


HD u filmskoj industriji

- Visoka definicija na filmu koristi formate još većih rezolucija od standardnog HD videa, uz obimniju obradu boje po kanalu (npr. 4:4:4).
- Najpoznatiji filmski digitalni formati su **2K (2048 piksela horizontalno)** i **4K (4096 piksela horizontalno)**, koji omogućavaju sliku kvaliteta uporedivog sa 16 mm i 35 mm filmskom trakom.
- HDV format 1080p u verziji 24p naročito je popularan, jer zadržava strukturu filmskog pokreta koji je publika navikla da vidi u bioskopu.
- Skoro svi HD formati namenjeni filmskoj upotrebi snimaju u 24p, jer ta frekvencija omogućava prirodan, filmski izgled pokreta i trajno kompatibilan arhivski materijal.
- Digitalni HD u filmu ne uvodi samo veći kvalitet slike, već i olakšava postprodukciju, jer omogućava rad bez skeniranja trake i gubitka kvaliteta.

HD na računarima

- Računari predstavljaju prirodno okruženje za rad u HD videu zbog mogućnosti prikaza slike u visokoj rezoluciji na monitorima. Ako je ekran računara iste rezolucije kao video fajl, prikaz je potpuno veran bez dodatnog skaliranja.
- Međutim, HD video može opteretiti računar ako se radi sa kompresovanim formatima, pa je ponekad potrebna konverzija u manje kompresovan format radi stabilne montaže.
- Za lakši rad sa HD materijalom preporučuje se korišćenje bržih hard diskova (min. 7200 rpm), kao i RAID sistemi koji obezbeđuju veliki protok podataka. Laptopovi sa sporijim diskovima (5400 rpm) često imaju problem pri radu sa višim HD bitrate-ovima, pa je rešenje korišćenje eksternih diskova povezanih preko USB 2.0, FireWire 400/800 ili eSATA portova.
- Brzina procesora i GPU akceleracija takođe imaju značajnu ulogu u real-time reprodukciji i renderu HD videa.



HD formati snimanja (osnovni pregled)

- HD video može biti sniman na različite medije: trake, memorijske kartice, profesionalne diskove ili hard diskove većeg kapaciteta. Najpoznatiji HD formati snimanja su: **HDV, XDCAM HD, XDCAM EX, DVCPRO HD i AVCHD**.
- HDV je format koji koristi miniDV kasete i prikladan je za poluprofesionalnu opremu, dok XDCAM i DVCPRO HD koriste diskove i memorijske kartice, što omogućava brži prenos materijala.
- Profesionalni HD formati uglavnom koriste veće bitrate-ove (npr. 50–100 Mbps), manje kompresije i bolji kvalitet boje (4:2:2 ili 4:4:4).
- Amaterski i potrošački HD formati, kao što je AVCHD, baziraju se na jačoj kompresiji (H.264), što omogućava manju veličinu fajla, ali zahteva jači računar za montažu. Medijum snimanja utiče i na workflow – traka zahteva real-time prenos, dok kartice i diskovi omogućavaju instant uvoz u montažni softver.

HDV format

- HDV format je razvijen kao pristupačno HD rešenje za poluprofesionalnu i amatersku opremu, zasnovano na miniDV trakama.
- Snimanje se vrši u MPEG-2 formatu, pri protoku od 19 Mbps za 720p ili 25 Mbps za 1080i/p, što omogućava relativno dobar kvalitet uz malu veličinu fajla.
- HDV format je namenjen kamerama koje rade u realnom vremenu i omogućava prenos snimka preko FireWire veze direktno na računar. Ovaj format i dalje koristi traku kao medijum, pa uvoz materijala traje onoliko koliko traje i sam snimak.
- Iako se smatra početnim HD formatom, HDV je imao veliki uticaj jer je omogućio povoljan ulazak u HD produkciju bez velikih ulaganja.
- Najčešće se primenjivao u dokumentarnoj produkciji, edukativnim videima, venčanjima i TV emisijama nižeg budžeta.



XDCAM HD i XDCAM EX

- XDCAM HD je Sony-jev profesionalni HD format koji koristi optički disk (PFD) kapaciteta 23 GB kao medij za snimanje.
- Snimanje se vrši u MPEG-2 formatu pri protocima do 35 Mbps, što omogućava bolji kvalitet slike u odnosu na HDV.
- Kasnija verzija XDCAM EX koristi SxS memorijske kartice, koje omogućavaju mnogo veće brzine zapisa i brži workflow bez real-time prenosa.
- Ovi formati su namenjeni profesionalnoj televizijskoj i dokumentarnoj produkciji i postali su standard u mnogim TV kućama.
- Zbog stabilnosti zapisa, pouzdanog medijuma i čuvanja metapodataka, XDCAM je deceniju bio dominantan format u broadcast okruženju.



DVCPRO HD format

- DVCPRO HD je Panasonic-ov profesionalni HD format razvijen po uzoru na DVCAM i DVCPRO formate.
- Koristi kompresiju odnosa 1,67:1 i 10-bitni zapis boje, uz 8 audio kanala, što ga čini stabilnim i vizuelno kvalitetnim formatom.
- DVCPRO HD omogućava razlaganje boje u omjeru 4:2:2, što je pogodno za kolor korekciju i keying u postprodukciji.
- Snimanje se vrši u rezolucijama 960×720, 720p, 1280×1080 ili 1080i, uz korišćenje decimacije (downsampling) slike.
- Kao medij najčešće se koriste P2 memorijske kartice, a materijal se prebacuje na računar putem FireWire ili USB veze brže od realnog vremena.
- Ovaj format je bio dugogodišnji favorit u televizijskoj produkciji i na terenskim ENG kamerama zbog pouzdanosti i brzog prenosa.



AVCHD format

- AVCHD format razvili su zajednički Sony i Panasonic, kao HD rešenje za amatersku i poluprofesionalnu upotrebu.
- Koristi MPEG-4 AVC/H.264 kodek, koji omogućava visoku kompresiju i znatno manju veličinu fajla u odnosu na HDV i XDCAM.
- Audio zapis se najčešće snima u Dolby AC-3 formatu, dok profesionalni modeli podržavaju i linearni PCM zvuk.
- AVCHD je kompatibilan sa Blu-ray diskovima, standardnim DVD-om, eksternim hard diskovima i različitim tipovima memorijskih kartica.
- Zbog visoke kompresije, ovaj format zahteva znatno jači procesor i grafičku akceleraciju tokom montaže.
- Iako pripada potrošačkoj klasi, AVCHD se koristi i u ozbiljnim produkcijama kada je potrebno snimanje velikog broja sati uz mali prostor skladištenja.



HD i Full HD

- **HD (720p)** ima rezoluciju 1280×720 piksela i smatra se osnovnim formatom visoke definicije.
- **Full HD (1080p)** ima rezoluciju 1920×1080 piksela i u velikoj meri je zamenio HD u modernoj produkciji.
- Full HD nudi oko **dva puta više piksela od HD-a**, pa je slika oštija, a detalji vidljiviji.
- Većina televizija, monitora, telefona i streaming platformi danas koristi Full HD kao minimum kvaliteta.
- Ipak, 720p se i dalje koristi u live streamingu, sportskom prenosu i situacijama gde je manji bitrate važniji od maksimalne rezolucije.



Full HD, 2K, UHD, 4K i 8K

- Posle Full HD formata pojavljuju se rezolucije sa još većim brojem piksela – 2K, UHD, 4K i 8K.
- **2K** je filmski standard rezolucije 2048 px u širinu i koristi se u bioskopima (DCI standard).
- **UHD (Ultra HD)** ima 3840×2160 piksela i često se naziva „4K za TV“, jer se koristi u striming servisima (YouTube, Netflix itd.).
- **Pravi 4K (DCI 4K)** ima 4096 px u širinu i koristi se u profesionalnoj filmskoj produkciji.
- **8K** je format budućnosti, rezolucije 7680×4320, ali u praksi se koristi retko zbog ogromne veličine fajlova i zahteva za montažu.
- Veća rezolucija znači više detalja, ali i veće fajlove, jači računar, više memorije i duže vreme rendera.



HD, Full HD, 2K, UHD, 4K i 8K

Oznaka	Rezolucija (px)	Naziv u praksi	Najčešća upotreba
HD (720p)	1280 × 720	HD	YouTube, live streaming, TV sport
Full HD (1080p)	1920 × 1080	1080p	TV, online video, telefoni, DSLR
2K (DCI)	2048 × 1080	Cinema 2K	Filmske projekcije
UHD (4K TV)	3840 × 2160	4K UHD	Streaming, TV produkcija
4K (DCI)	4096 × 2160	DCI 4K	Filmske kamere, kino mastering
8K	7680 × 4320	8K	Eksperimentalno, high-end VR



Kodek i fajl format

- Mnogi početnici misle da je video fajl „jedna stvar“, ali Premiere Pro pravi razliku između kontejnera (.mp4, .mov, .mxf) i kodeka (H.264, ProRes, DNxHD).
- Ako Premiere „secka“ pri reprodukciji, problem najčešće nije rezolucija, već kodek koji je previše kompresovan (H.264, HEVC).
- Jedan .mp4 fajl može raditi glatko, dok drugi potpuno koči sistem – iako imaju istu ekstenziju.
- Zato se u profesionalnoj montaži materijal često konvertuje u „montažne“ kodeke kao što su ProRes, DNxHD ili Cineform.
- Razumevanje razlike između formata i kodeka pomaže da znate da li je bolji import, transcode ili proxy.



Kompresovani vs montažni formati

- Formati kao što su H.264, AVCHD ili HEVC idealni su za snimanje, ali loši za montažu jer svaki frejm mora da se „raspakuje“ tokom reprodukcije.
- Premiere to radi u realnom vremenu, pa se CPU opterećuje i dolazi do kašnjenja slike, pucanja audio-a ili „zaleđivanja“ prikaza.
- Zato se često radi transkodiranje u format koji se lakše montira — ProRes, DNxHD ili Cineform (manja kompresija, ali mnogo stabilniji rad).
- Ako se u projektu radi kolor korekcija, stabilizacija, keying ili efekti — kompresovani formati se brzo raspadaju i gube kvalitet.
- Najjednostavnije rečeno: „*Snimaj kako moraš, montiraj kako ti je lakše.*“ Premiere Pro nema problem sa velikim fajlovima – ima problem sa „teškim“ kodecima.



Bitrate i veličina fajla

- Bitrate određuje koliko podataka ide u jednom sekundu videa - i to direktno utiče na to koliko prostora će zauzeti materijal i koliko će Premiere biti opterećen tokom rada. Primeri iz prakse:
 - 1h HDV = ~13 GB
 - 1h XDCAM = ~50 GB
 - 1h ProRes 422 = ~70–80 GB
- Ako polaznik ima, na primer, 4 sata snimaka, to može značiti od 50 GB do preko 300 GB - u zavisnosti od formata.
- Premiere ne kopira video u projekat, već radi direktno sa originalnim fajlovima, pa je organizacija diska i foldera ključna.
- Ako se fajlovi prebace ili obrišu, Premiere gubi linkove — to je najčešća početnička greška. Praktično: pre montaže uvek proveriti format, bitrate i raspoloživi prostor — uštedi sate problema.

Color sampling (4:2:0 vs 4:2:2)

- 4:2:0, 4:2:2 i 4:4:4 označavaju koliko informacije o boji je sačuvano u odnosu na luminancu (svetlinu).
- Ako se radi običan video bez većih efekata — 4:2:0 je sasvim dovoljno (DSLR, telefon, YouTube).
- Ako se radi chroma key (zeleni ekran), kolor korekcija ili broadcast kvalitet — 4:2:2 je poželjan minimum.
- 4:4:4 i RAW koriste se u filmskoj industriji, ali traže ogroman protok podataka i memorijski prostor.
- Premier Pro može da montira sve ove formate, ali kvalitet korekcije zavisi od ulaznog signala — softver ne može da „izmisli“ boju koja ne postoji. Praktično: *ako znaš da ćeš raditi heavy color grading — snimaj u 4:2:2 ili RAW, ne u 4:2:0.*



Framerate i timeline

- Ako je video sniman u 25 fps, on mora ići u 25 fps timeline — u suprotnom slika trza, a pokret izgleda neprirodno.
- Premiere Pro neće „magijom ispraviti“ framerate; konverzija u 30 fps ili 24 fps uvek ima posledice (dupliranje frejmova, drop-frame, motion blur).
- Zbog toga se framerate ne podešava „usput“, već pre početka montaže — kada se kreira sekvenca.
- Ako projekat ima više frameratova (npr. 25 fps + 50 fps), usporeni snimci u 50 fps mogu biti savršeno glatki u 25 fps timeline-u.
- Najvažnije pravilo: *timeline fps treba da prati većinu materijala, a ne obrnuto.*
- Rešenje za mešovite snimke: koristiti „Interpret Footage“ u Premiere-u.



Sequence settings u Premiere Pro

- Pravilno podešena sekvenca sprečava probleme koji se kasnije teško ispravljaju.
- Tri najvažnija parametra su: rezolucija, framerate i pixel aspect ratio.
- Ako se timeline automatski kreira „drag & drop“ metodom, Premiere će preuzeti format prvog ubačenog snimka — što često nije ono što želimo.
- Audio sample rate (48 kHz) mora biti usklađen sa video materijalom da ne bi došlo do problema u eksportu.
- Uvek važi pravilo: *Project settings nisu isto što i Sequence settings*.
- Pre početka rada, najbolje je ručno kreirati sekvenču sa tačnim parametrima i tek onda ubacivati materijal.



Pitanja i odgovori

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them."

Network of centers for regional short study programs in the countries of the Western Balkans

Call: ERASMUS-EDU-2023-CBHE

Project number: 101128813