

Video

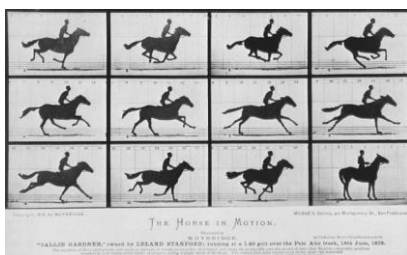
Definitsioon: video on elektrooniliste signaalide abil liikuva pildi edastamise tehnoloogia.

Digitaalne video on multimeediumi kõige “noorem” komponent.

Video ajalugu

Video ajalugu on paratamatult tihedalt seotud televisiooni ajalooga.

- 1877 teenis Eadward Muybridge (1830 – 1904) Leland Stanfordin poolt 1872. aastal välja pakutud 25000\$ preemia tõestades, et galopeerival hobusel puutuvad kõik jalad korraga maad. Selleks kasutati 24 kiiresti üksteise järel pildistavat kaamerat, millede abil esmakordselt jäädvustati liikumine. Pildistamisel kasutati elektrilisi päästikuid!



Joonis 1 Eadward Muybridge pildiseeria liikuvast hobusest

- 1884 leiutas Paul Nipkow hiljem mehaanilise televisioonisüsteemi aluseks olnud nipkowi ketta. Ise ta seda kunagi praktikas ei kasutanud.
- 1887 huvitus "liikuvatest piltidest" ka Thomas Alva Edison. 1889. aastal leiutas ta kinetoskoobi (*kinetoscope*), mille abil sai näidata liikuvaid pilte, kahjuks korraga vaid ühele vaatajale (filmi nägi aparadi sisse piiludes). Aparaat käitas elektrimootor, kasutati 50 jala pikkust filmilinti, mille otsad olid kokku liimitud ja mille perforatsioon oli praktiliselt identne tänapäevase 35 mm filmi omaga. Kaadrisagedus oli umbes 40 fps. Samal aastal käivitas Edison Broadway'l show, kus näidati 15 sekundit mingit tegevust, näiteks tema assistendi Fred Ott'i aevastust.



Joonis 2 Edisoni assistendi aevastus

- 1889 alustas George Eastman (Kodak) nitrotselluloosil põhineva fotofilmi tootmist.
- 1895 said vennad Louis (1862 - 1954) ja Auguste (1864 - 1948) Lumiere patendi seadmele, mis suutis projitseerida liikuvaid pilte, masinat nimetati kinematograafiks (*cinematograph*).



Joonis 3 Louis ja Auguste Lumiere



Joonis 4 Lumiere'de kaamera



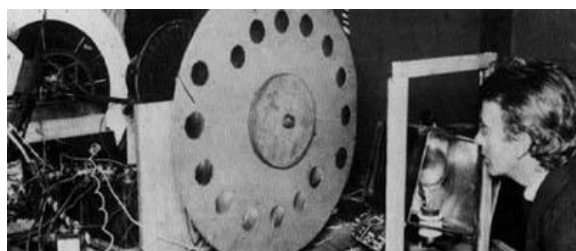
Joonis 5 Lumiere'de kaamera
avatud korpusega



Joonis 6 Lumiere'de kaamera
statiivil

Nad tootsid hulga filme pikkusega umbes 50 sekundit (lindi pikkus oli enamasti 17 meetrit). Nende filmide seas oli nii dokumentaalfilme kui ka komöödiaid. Praeguseks on säilinud umbes 1500 vendade Lumiere'de filmi.

- 1895 näitasid Edison ja teised pea-aegu minuti pikkust filmi.
- 1897 Saksa teadlane Karl Ferdinand Braun konstrueeris esimese elektronkiiretoruga (CRT) kinoskoobi (*cathode ray tube scanning device*).
- 1903 jutustas Edisoni firma töötaja 8 minutilises filmis loo "*The Great Train Robbery*".
- 1912 kestis "*Quo Vadis?*" 2 tundi.
- 1923 leiutas Vladimir Zvorõkin ikonoskoobi ehk elektronkiiretoru, mis valgustundlikku plaati kasutades suutis kujutisi salvestada. Ikonoskoopi kasutati teletööstuses kaamerates 1936 – 1946.
- 1923 14. juunil katsetab Charles F. Jenkins (1867 – 1934) esmakordselt juhtmeta teleülekannet. Vladimir K. Zworykin esitas patenditaotluse ikonoskoop elektronkiiretorule (*iconoscope cathode ray tube*).
- 1924 kasutab John Logie Baird (1888 – 1946) Londonis oma eksperimentaalse teleülekande jaoks Nipkowi ketast, avaliku demonstratsiooni teeb ta 25. märtsil 1925. Pilt taastekitati osaliselt mehaaniliselt.



Joonis 7 John Logie Baird oma "televiisoriga"



Joonis 8 Baird'i "televiisori" pilt

- 1925. aasta 13. juunil teeb Charles F. Jenkins esimese "raadiovisiooni" avaliku demonstratsiooni (*first public demonstration of radiovision*). Teleülekanne tehakse 5 miili kauguselt (USA-s, mereväe Anacostia raadiojaamast Washingtoni), telepilt on sünkroniseeritud heliga ja koosneb 48-st reast.
- 1926 käivitas John Logie Baird Londonis TV süsteemi, mis edastas 5 kaadrit sekundis, kaader koosnes 30-st reast.
- 1927 teeb John Logie Baird teleülekande Londonist Glasgow'sse (700 kilomeetrit) kasutades telefonivõrku.
- 1927. a. jaanuaris katsetas AT&T elektroonilist pilditekitamist. Telepilt koosnes 185-st reast.
- 1927 lisatakse filmile sünkroniseeritud heli.

- 1928 alustati USA-s esimeste regulaarsete teleülekannetega, aasta lõpus oli olemas juba 15 litsentseeritud telejaama. Berliini raadionäitusel (*Berlin Radio Show*) demonstreeriti 30 reaga mehaanilist telesüsteemi "Telehor", mis edastas 10 kaadrit sekundis.
- 1928 demonstreerin John Logia Baird RGB värviülekannet.
- 1929. aasta 27ndal juunil demonstreeris Herbert E. Ives Washingtonis mehaanilist 50 reaga värviteleviisiooni süsteemi. 18. novembril demonstreerib Vladimir Zworykin 120 reaga 24 kaadrit sekundis edastavat elektroonilist kineskoobiga televiisiooni. Londonisse ehitati maailma esimene telejaam.
- 1936 alustas *The British Broadcasting Corporation (BBC)* korralisi televiisiooni ülekandeid, vastuvõtjad olid osaliselt mehaanilised. Berliini olümpiamängudel teeb oma debüüdi ka saksamaa televiisioon.
- 1938 demonstreerib John Logie Baird Londonis esimesena värviteleviisiooni ülekannet.
- 1939 viib "Tuulest viidud" värvifilmi lõplikult võidule.
- 1940 kinnitab *The National Television Standard Committee (NTSC)* must-valge televiisiooniülekanne standardi.
- 1950 alustas Jack Mullin tööd magnetilise TV-salvestaja (magnetic TV recorder), ehk tänapäevaselt videomagnetofoni, loomiseks (Crosby Enterprises). Esimest eksperimentaalset seadet demonstreeriti 1951. aastal.
- 1954 laiendatakse *NTSC* standardit kasutamaks värve, mis ühilduksid kümnete miljonite juba olemasolevate must-valgete kombinatsioonidega.
- 1956 ilmusid esimesed kasutuskõlbulikud videomagnetofonid ja lasti eetrisse esimene eelnevalt videolinti salvestatud saade (CBS). Algas töö SECAM telestandardi väljatöötamiseks.
- 1959 ilmus esimene mobiilne videomagnetofon (Ampex).
- 1963 toob Sony turule esimese kodukasutuseks mõeldud videomagnetofoni hinnaga 995\$.
- 1967 otsustatakse Euroopas *NTSC* telestandardist hulga probleemide tõttu loobuda, kuulutatakse välja *PAL (Phase Alternation Line)* telestandard. Euroopa jaguneb *PAL* standardi kasutajateks (Suurbritannia, Lääne-Saksamaa jt) ning *SECAM (Système Electronique Couleur Avec Mémoire)* standardi kasutajateks (Prantsusmaa ja Nõukogude Liit).
- 1968 1. juulil alustati *PAL* standardi regulaarseid värvilisi teleülekanndeid, alustas BBC, järgnesid Saksamaa riigiteleviisioon. Oktoobris alustati ka värviliste *SECAM* teleülekannetega (Prantsusmaa).
- 1969 loob Sony esimese videokasseti, 3/4 tollise lindiga 1 tunnine U-Matic.
- 1972 demonstreeris Philips optilist videoplaati (12 tolline klaasplaat).
- 1975 demonstreeris Sony esimest Betamax videomagnetofoni.
- 1976 tutvustas JVC maailmale VHS formaati.
- 1978 kinnitatakse video laserplaatide standard, tekib 2 erinevat, võistlevat tüüpi plaate.
- 1980 tutvustab Sony esimest tavatarbijatele mõeldud videokaamera ja videokassetmagnetofoni ühendit. Tekib tänapäevane videokaamera (*camcorder*).
- 1980-ndate alguses muutuvad kodused videomagnetofonid tavalisteks, hakkavad levima filmide videosalvestised.
- 1991 mais demonstreerib Apple oma System Software 6 jaoks loodud Multimeediumi lisa QuickTime. Video CD-ROMil, 5 kaadrit sekundis ja osalise ekraanisuurusega.
- 1992 vastas Microsoft Apple QuickTime tehnoloogiale oma Video for Windows tehnoloogiaga. Täismahus (*full motion*, 30 kaadrit sekundis), osalise ekraanisuurusega video arvutis.
- 1995. detsembris kuulutati välja DVD videostandard.

- 1996 täisekraanil, täismahus (*full motion*, 30 kaadrit sekundis) video arvutis (MPEG dekompressiooniriistvara ja suured, kiired kõvakettad).
- 1997 aastal tutvustasid Sony ja Panasonic maailmale DV (*Digital Video*) ja miniDV standardid.
- 1999. aasta 23. juulil kuulutas Panasonic pressiteates oma DVHS-i (*Digital-VHS*) valmimisest, tegemist oli esimese videomagnetofoniga, mis on võimeline salvestama kõiki 18 digitaalset TV formaati, kaasarnvatud HDTV.
- 2005 esimesed tavatarbijale mõeldud HD DV kaamerad.

NB! Eestis algas teleamatöörism 1934 – 1936 aastal. Tallinna televisioonikeskus alustas tööd 1955, esimene värvisaade toimus 1972. aastal.

Analoog TV standardid

- NTSC standard (*National Television Standards Committee*, kasutusel USA-s, Kanadas, Kesk-Ameerikas ja Jaapanis) näeb ette 525 reaga (480 nähtavat) kaadreid 30 tükki sekundis. Et vähendada vilkumist talutavale tasemele kasutatakse *interlace* tehnoloogiat (pilti uuendatakse üle ühe rea, st 60 korda sekundis), mis teeb värskendussageduseks 60 Hz.
- PAL (*Phase Alternation Line*, kasutusel Euroopas, Lähis-Idas, Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas) näeb ette 25 kaadrit sekundis, igaüks 625 reaga (576 nähtavat rida). PAL loodi Saksamaal firmas Telefunken Walter Bruch'i poolt.
- SECAM (*Secuentiel Couleur Avec Memoire või Système Electronique pour Couleur Avec Mémoire*, kasutusel Prantsusmaal, Venemaal ja mitmetes Aafrika piirkondades) 25 kaadrit sekundis, igaüks 625 reaga. SECAM loodi prantsusmaal Henri de France poolt. Tegemist on esimese telestandardiga Euroopas.

Analoogvideosignaali standardid

Lisaks TV standarditele on olemas ka videosignaali standardid, mis määravad, kuidas toimub videosignaali ülekande erinevate videoseadmete vahel (kaamerast videomagnetofoni, videomagnetofonist televiisorisse, kaamerast arvutisse jne).

Komposiitvideo

Komposiitvideo (*Composite video*) signaal on analoogsignaali, mis kombineerib heledus (*luminance*) ja värvus (*chrominance*) informatsiooni üheks, mida saab edastada ühe traadi kaudu või salvestada ühele magnetlindi rajale (*track*).



Joonis 9 Composite kaablid

NTSC, mida kasutatakse USA ja Jaapani televisioonis, on üheks komposiitvideo näiteks. Komposiitvideo puuduseks on vead värvide taasesitamisel, kuna kombineerituna heleduse ja värvuse signaalid kattuvad. Videoprofessionaalid seletavad NTSC tähendust irvitades: "*Never The Same Color*".

S-Video

S-Video (*separate video*), mida nimetatakse vahel ka Y/C, pärineb aastast 1987, kui JVC tutvustas seda koos S-VHS standardiga.

S-Video puhul on heleduse (*luminance*) ja värvuse (*chrominance*) info eraldatud kaheks eraldi analoogsignaaliks, mida edastatakse kahe eraldi traadi abil või salvestada magnetlindi kahele eraldi reale. S-Video on komposiitvideoga võrreldes tunduvalt parem, taasesitades värvusi küllaltki täpselt.



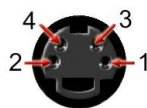
Joonis 10 S-Video kaabel

S-Video kasutatakse S-VHS ja Hi8 videoseadmetel. Rohkem levinud USA-s.

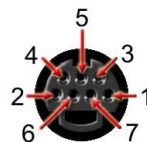
Harilik VHS tehnika kasutab komposiitvideosignaali. Seega, kasutades S-VHS või Hi8 videokaamerat ning S-Video väljundit/sisendit, saame parema tulemuse.

Praegu on olemas lisaks originaalsele nelja nõelaga (*4-pin*) ühendusele ka seitsme nõelaga (*7-pin*) S-Video ühendused, mis kombineerivad endas lisaks veel ka komposiitvideo ühenduse ja on kasutusel kompaktsel seadmetel nagu näiteks sülearvutid.

- 1 – maandus (*ground*)
- 2 – maandus (*ground*)
- 3 – heledus (*Luminance*) – Y komponent
- 4 – värvus (*Chrominance*) – C komponent
- 5 – pole kasutusel
- 6 – Komposiitvideo (*Composite video*)
- 7 – maandus (*ground*)



Joonis 11 Originaalne 4-nõelaga S-Video



Joonis 12 7-nõelaga S-Video

Component Video

Komponentvideo (*component video*) puhul talletatakse ja edastatakse videot kahe või enama signaalina (vastandina komposiitvideole).

Lihtsaim komponentvideo kasutab kolme diskreetset RGB signaali. Selline süsteem on kasutusel Euroopas SCART ühenduste puhul ja sellisel juhul on tavaliselt kasutusel veel neljas, sünkroniseerimiskomponent.



Joonis 13 Komponentvideo ühendused

Pisut erinev on komponentvideo süsteem, kus videosignaalist eraldatakse värvitu komponent ehk heledus (*luminance*, tavaliselt tähistusega Y) ja kaks värvuserinevuse (*color difference*) signaali (tavaliselt tähistusega U ja V või I ja Q). Selliseid komponentvideo standardeid tähistatakse YUV, YCbCr, YPbPr ja YIQ.

Komponentvideo on kasutusel professionaalses videotöötles, sest see tagab parima kvaliteedi ja värvuste taasesituse.

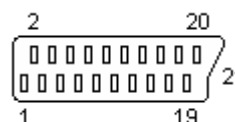
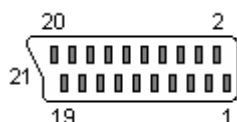
Arvutitel kasutatavad videohõivekaardid (*video capture boards*) enamasti ei toeta komponentvideot.

NB! Omamoodi on komponentvideo alamliik ka eespool kirjeldatud S-Video aga selle puhul pole võimalik edastada HD kvaliteediga pilti.

SCART

SCART tuleb prantsusekeelsest nimetusest "Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs" ja on audio-videoseadmete kombineeritud ühenduskaabel. Seda tutakse veel ka "Pertitel" ja "Euroconnector" nime all. SCART kirjelduse leiab CENELEC EN 50 049-1:1989 ja IEC 933-1 standardis.

SCART lubab kasutada erinevaid kontaktide konfiguratsioone, järgnevas toome ära tüüpilise kontaktide konfiguratsiooni.



Joonis 14 ühenduspesa TV või muu seadme küljes (*female*) Joonis 15 kaabli otsik (*male*)

1. AOR	Audio Out Right	12. DATA	Data Out
2. AIR	Audio In Right	13. RGND	RGB Red Ground
3. AOL	Audio Out Left + Mono	14. DATAGND	Data Ground
4. AGND	Audio Ground	15. R	RGB Red / Chrominance
5. BGND	RGB Blue Ground	16. BLNK	Blanking Signal
6. AIL	Audio In Left + Mono	17. VGND	Composite Video Ground
7. B	RGB Blue	18. BLNKGND	Blanking Signal Ground
8. SWTCH	Audio / RGB switch / 16:9	19. VOUT	Composite Video Out
9. GGND	RGB Green Ground	20. VIN	Composite Video In / Luminance
10. CLKOUT	Clock Out	21. SHIELD	Ground / Shield (Chassis)
11. G	RGB Green		

NB! SCART ühenduse kontakt number 21 on tegelikult ülejäänud kontakte ümbritsev metallraam.

Analoogvideo standardid

Aja jooksul on välja töötatud terve hulk erinevaid videostandardeid, mis kasutavad erineva laiusega linti ja erinevaid signaalistandardeid.

Esimesed standardid kasutasid 1 kuni 2 tolli laiuseid, suurtele ketastele keritud linte, praegusaegsed aga kassette, milles lindi laius varieerub 8 millimeetrist 3/4 tollini (9 millimeetrit).

3/4" U-Matic

3/4" U-Matic formaati tutvustati avalikkusele 1971 aastal ja see oli tööstuslikuks standardiks pea-aegu kaks aastakümnet.

Formaat on ikka veel kasutusel, põhjuseks suur hulk olemasolevat tehnikat ja suured lindiarhiivid.

Sellel formaadil on lisaks komposiit -videorajale veel kaks pikutist analoog audiorada, aadressirada ja juhtrada (*control track*). Lindi kiirus on suhteliselt aeglane, resolutsioon on 260 rida. Lindi laius on, nagu nimetusest näha, 3/4 tolli ehk 19 mm.

3/4" SP

3/4" SP formaat on originaalse U-Matic formaadi edasiarendus. Komposiitvideosignaali salvestatakse pisut parema resolutsiooniga (340 rida) ja helimaterjali Dolby C müratasandusega. 3/4" SP seadmed suudavad taasesitada ka U-Matic linte, vastupidist ühilduvust pole.

VHS

VHS formaat loodi 1976. aastal JVC poolt. 1980-ndate alguses toimus formaatide sõda, kus võistlejateks olid VHS ja Betamax. Kuigi Betamax pakkus paremat kvaliteeti (nii pildi kui ka helimaterjali jaoks) võitis VHS. Võidu peamisteks põhjusteks olid Sony Betamax formaadi litsentseerimispoliitika ja see, et VHS pakkus esimesena täispikkade filmide talutava kvaliteediga salvestamise võimalust ainult ühele kassetile.

VHS lindi laius on 1/2 tolli ehk 1,27 cm, komposiitvideo salvestatakse resolutsiooniga 240 rida ning helikvaliteet vastab Hi-Fi stereo standardile.

VHS on video massileviku jaoks mõeldud formaat ja on sobimatu videotöötuse jaoks (*production*).

VHS-C

VHS-C (*Compact*) kasutab sama formaati, mis VHS aga väikesemõõdulist kassetti, mis võimaldab kaamera mõõtmeid vähendada. Kasseti mahutavuseks on 30 minutit ja tavalises VHS videomagnetofonis mängimiseks tuleb kasutada spetsiaalset adapterkassetti.

S-VHS

S-VHS formaati tutvustas JVC maailmale 1987. aastal. S-VHS kasutab sama linti, mis VHS, kuid parema formuleeringuga.

Oluline on, et S-VHS kasutab S-Video standardit ning parandatud resolutsiooni (400 rida). S-VHS-i signaali ja müra suhe (*signal-to-noise ratio*) on parem kui VHS-il või 3/4" formaadil. S-VHS seadmed suudavad taasesitada VHS linte kuid vastupidine ühilduvus puudub.

8mm

8mm on 1985 aastal mitme tootja poolt ühiselt kasutusele võetud formaat, mis kasutab 8 mm laiust linti. Just lindi laius ja väike kassett on põhjustanud selle formaadi tohutu populaarsuse, on ta ju võimaldanud toota väga väikesemõdulisi kaameraid.

Suhteliselt väikese lindi pinna kasutamise kompenseerib parema kvaliteediga (*metal particle*) lint, mis võimaldab salvestada tunduvalt tugevama signaali. Lint mähib salvestuspead varasemate formaatidega võrreldes 30° rohkem, mis annab võimaluse salvestada parema kvaliteediga heli (pea-aegu CD kvaliteet). 8mm kasutab ka S-video standardit, kuid pilt koosneb nagu VHS standardi korralgi 240st reast. Viimasel ajal on kasutusele võetud Video8 XR (*Extended Resolution*), mis kasutab parandatud heleduse (*luminance*) ribalaiust (*bandwidth*) ja parandatud resolutsiooni: 280 rida.

Hi8

Hi8 on SONY poolt 1989. aastal loodud 8mm formaadi parandus. Näiteks on muudetud heleduse infokandja (*luminance carrier*) sagedusriba 5.7 – 7.7 MHz vahemikku (8mm standardil on see 4.2 – 5.4 MHz), mis võimaldas pildi resolutsiooni tõsta 400 reani ja üle selle (Hi8 XR puhul 430 rida), paranenud on ka värvid. Lisaks suudab Hi8 salvestada diskreetset ajakoodi.



Joonis 16 Hi8 logo

Hi8 seadmed suudavad taasesitada 8mm formaadi linte kuid mitte vastupidi.

Hi8 palub TV eetrikvaliteedile lähedast pilti.

Betacam SP

Betacam SP on SONY Betacam formaadi teise põlvkonna versioon. Kuna ta kasutab 1/2 tollisel lindil komponentvideo standardit, siis on ta muutunud väga populaarseks just videotööstuses ja televisioonis.

Betacam SP pakub pildi resolutsiooniks kuni 750 rida, kasutab tavalisi oksiidlinte (*oxide*) või *metal* linte, mis veelgi kvaliteeti tõstavad.

M-II

M-II formaat on Matsushita ja RCA poolt loodud M formaadi teise põlvkonna versioon ja on Betacam SP formaadi võistleja. Ta kasutab kõrgkvaliteedilisi *metal* linte ja komponentvideo standardit.

Digitaalne televisioon

Digitaalse video ning aina paremate koodekite kasutuselevõtt on teinud võimalikuks ka digitaalsed teleülekanded. Enamasti peetakse digitaalse televisiooni all silmas juba pikka aega kõneainet pakkunud HDTV (*High-definition television*) kuid ka siin on tegemist mitmete erinevate standarditega.

SDTV

Termin SDTV (*Standard-definition television*) viitab televisioonisüsteemidele, mis kasutavad madalamat resolutsiooni kui HDTV süsteemid, reeglina analoogsüsteemidega sama või sarnast resolutsiooni.

ATSC (*Advanced Television Systems Committee*, kasutusel USA-s) puhul võib SDTV resolutsioon olla 704 px X 480 rida (kuvasuhtega 4:3 ja 16:9) või 640 px X 480 rida (kuvasuhtega 4:3). Värskendussagedus võib olla 24, 30 või 60 kaadrit sekundis. Euroopas kasutatava DVB (*Digital Video Broadcasting*) puhul 720 px X 576 rida. Kasutatakse ülerealaotust (*interlace*).

Sellistele digitaaltelevisiooni formaatidele viidatakse kui "480i" ja "576i".

Kuvasuhte 4:3 korral näeb SDTV pilt välja samasugune kui hariliku analoogtelevisiooni (PAL, PAL2, SECAM, NTSC) korral, ära jäävad topeltkujutis (*ghosting*), sädelus (*snowy images*) ja staatiline müra (*static noises*).

Digitaalset SDTV kasutavateks standarditeks on näiteks ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) USA-s, DVB (*Digital Video Broadcasting*) Euroopas ja ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) Jaapanis.

EDTV

EDTV (*Enhanced Definition Television* või *Extended Definition Television*) viitab üldiselt SD mõõdus kuid täiskaadriga telepildile:

- 704 px X 480 rida signaalile, mida edastatakse 60 tervikkaadrina (*progressive* ehk *complete frames*) sekundis, mitte ülerealaotusega (*interlaced*) nagu tavalise NTSC telepildi korral;
- 720 px X 576 rida 50 tervikkaadrit sekundis, mitte ülerealaotusega nagu PAL või SECAM standardi korral.

Sellistele digitaaltelevisiooni formaatidele viidatakse kui "480p" ja "576p".

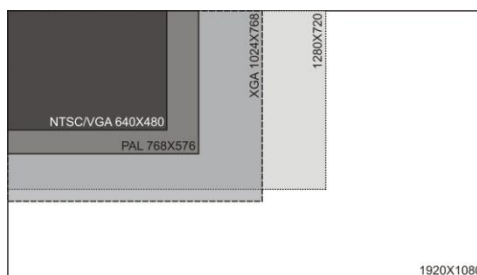
EDTV telepilti edastatakse sageli ka kuvasuhtega 16:9 ning selle pildikvaliteeti loetakse võrdseks DVD formaadi omaga.

HDTV

HDTV (*High-Definition Television*) tähendab kõrgema resolutsiooniga telepildi edastamist kui traditsioonilised televisiooniformaadid (PAL, SECAM, NTSC) võimaldavad. HDTV signaali edastatakse digitaalselt (välja arvatud varajane formaat "1035i", mida kasutas 1990-ndate aastate alguses Jaapanis käivitatud MUSE süsteem) ning seetõttu langeb tema kasutuselevõtt sageli kokku digitaalse televisiooni kasutuselevõttuga üldises mõttes.

Ajalooliselt kasutati mõistet *high-definition television* juba 1930-ndatel aastatel, kui toimus üleminek varajastelt katselistelt, madala resolutsiooniga süsteemidelt.

HDTV-ühilduv telesüsteem kasutab reeglina kuvasuhet 16:9. Kõrge resolutsiooniga kujutised (1920 px X 1080 rida või 1280 px X 720 rida) võimaldavad võrreldes analoogtelevisiooniga ja tavalise DVD-ga näidata palju rohkem detaile. 1920 X 1080 kannab sageli nimetust *Full-HD*.



Joonis 17 Ekraanisuurused SDTV – HDTV

1920 X 1080 ülerealaotusega (*interlaced*) pilti edastatakse kaadrisagedusega 50 fps või 60 fps (vastavalt nagu PAL 50 Hz või NTSC 60 Hz). Selle formaadi tähiseks on "1080i", PAL telestandardit kasutavates maades ka "1080i50 ja NTSC telestandardit kasutavates maades "1080i60".

Väiksemate kaadrisageduste korral (24 fps, 25 fps või 30 fps) edastatakse tervikkaadreid (*progressive scan*). Formaadi tähiseks on siis "1080p".

Tervikkaadritega ülekande korral kasutatakse kaadrisagedusi isegi kuni 60 fps. Kaadrisuuruse 1280 X 720 korral kasutatakse ainult tervikkaadreid (formaad "720p").

Koodekitest on praegusel ajal kasutatusel peamiselt MPEG-2, tasapisi võetakse kasutusele ka MPEG-4 kodeeringut (see on kasutusel ka Eestis).

USA-s tulid HDTV televiisorid müügile 1998. aastal, sama aasta novembris alustati ka HDTV saadete ülekandeid. Vastu oli võetud otsus minna 2007. aasta algusest täielikult üle digitaalsele televisioonile.

Telekompanii PBS väitel kulub kolmetunnise HD teleprogrammi tootmiseks 1000 tundi, 2003. aasta juuli andmetel tootis PBS vaid 10 tundi HD saateid kuus.

DVB

DVB ehk *Digital Video Broadcasting* on rahvusvaheliselt tunnustatud digitaalse televisiooni avatud standardite komplekt. Standardeid haldab 270 liikmega konsortsium *DVB Project*.



Joonis 18 DVB logo

DVB süsteemides edastatakse andmeid mitmeid erinevaid kanaleid kasutades, sinna hulka kuuluvad:

- satelliitside – DVB-S (*satellite*), DBB-S2, DVB-SH;
- kaabelvõrgud – DVB-C (*cable*);
- televisioonivõrk – DVB-T (*terrestrial television*), DVB-T2
- televisioonivõrk mobiilseadmetele – DVB-H (*handheld*), DVB-SH;
- mikrolainevõrgud – DVB-MT (kasutades DTT standardit), DVB-MC (kasutades MMDS standardit) ja DVB-MS (kasutades MVDS standardit).

Digitaalsed ühendused

Kuigi digitaalseid videoseadmeid saab sageli just arvutiga ühendada ka USB 2.0 liidese kaudu, vaatleme siinkohal siiski paremat kvaliteeti pakkuvaid spetsiaalühendusi.

FireWire

Firewire on Apple Computer Inc. poolt väljatöötatud suure andmeedastuskiirusega ühendusstandard, mis 1995. aasta lõpus kinnitati standardina IEEE 1394.



Joonis 19 FireWire logo

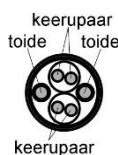
Tänu tema suurele andmeedastuskiirusele võttis DV konsortsium selle kasutusele kui DV toodete digitaalse ühendus-standardi andmete sisendi, väljundi ja DV seadmete juhtimise jaoks.

NB! Aastal 2001 sai Apple *FireWire* eest Emmy auhinna (panus tehnoloogiasse).

Sony tähistab oma IEEE 1394 rakendust, millel kasutatakse vaid nelja traati andmete jaoks (toitepaar on ära jäetud) nimega "**i.LINK**"

FireWire ehitus

Standardne Firewire kaabel koosneb kuuest traadist. Andmeid edastatakse läbi kahe, eraldi varjestatud keerupaari. Need paarid on kaabli otstes risti ühendatud, et võimaldada andmete edastamist kahes suunas. Kaks ülejäänud traati on seadmete toite jaoks (8 – 40 V, maksimaalselt 1,5 A).



Joonis 20 FireWire läbilõige

Viimased kaks traati on praegusel ajal harva kasutusel. Paljud kaameratootjad, näiteks SONY kasutab vaid nelja andmetraati, mistõttu nende kaamerate jaoks on vaja spetsiaalset ühes otsas vaid nelja traadiga ühenduspistikuga kaablit. Selline ühendus kannab nime I-Link ja on kasutusel ka paljudel sülearvutitel.



Joonis 21 Standardne FireWire ja I-Link (vasakul) pistik

Vastavalt IEEE 1394 standardile sobib *Firewire* kuni 400 Mbps andmeedastuseks kuni 4,5 meetrise kaabliga. Standardne kaabel kasutab 28 AWG traadipaare, millel on 40 keerdu meetri kohta. Toiteks kasutatakse 22 AWG traadipaari.

Pikema kaabli kasutamine

Võimalik on kasutada ka pikemaid kaableid kui 4,5 meetrit. Selleks kasutatakse jämedamat kaablit või väiksemat andmevoogu. Siinkohal tuleb märkida, et näiteks SONY DV kaamerad kasutavad vaid 100 Mbps.

Ekstreemsete näidetena võib tuua juhtumeid, kus on kasutatud 20 meetrist kaablit ja ikkagi saavutatud 100 Mbps. Väidetavalt on jämedama kaabli korral 100 Mbps saadud isegi 30 meetrise kaabli korral.

Mõned DV fännid on proovinud ka varjestamata UTP keerupaari kaablit (see võib aga põhjustada raadiohäireid). Keegi olevat kasutanud 50 meetrist Cat-5 UTP kaablit. Tal olevat õnnestunud näidata videot andmevooga üle 100 Mbit/s mitu päeva järjest ilma, et ükski kaader oleks vahele jäänud.

Kvaliteet

IEEE 1394 tagab videoandmete ülekandel palju parema kvaliteedi kui mistahes analoog-ühendus, sest koopia on sellisel juhul alati originaaliga identne.

10 punkti skaalal, kus 10 on täiuslik ja 1 on "osuta kaamera ekraanile" meetod, võiks ühendusviise pingeritta seada järgmiselt:

IEEE-1394	10
SDI (<i>Serial Digital Interface</i>)	9,8
Analog Component (Y, R-Y, B-Y)	9
Y/C ("S-Video")	8
Analog Composite	5
"osuta kaamera ekraanile"	1

FireWire teised kasutusala

FireWire on sarnane USB-le. USB on väga hea aeglasemate seadmete, nagu hiired, klaviatuurid, kodukasutajale mõeldud printerid jms, *FireWire* aga kiirete multimeediumi-seadmete, nagu videokaamerad, muusikasüntesaatorid jms.

FireWire toetab kuni 63, USB kuni 127 seadme ühendamist arvutiga. Seadmete ühendamiseks nende abil pole vaja arvutit välja lülitada. Mõlemad standardid on toetatud mitmete arvutiplatvormide (PC, Mac) poolt.

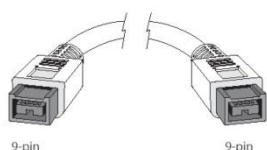
FireWire võetakse või on juba tarvitusele võetud järgmiste seadmete ühendamiseks:

- videokaamerad (võimaldab ka kaamera juhtimist);
- televiisorid;
- digitaalsed fotokaamerad (võimaldab ka kaamera juhtimist);
- salvestusseadmed (välised kõvakettad, magnet-optilised kettaseadmed, magnetlindiseadmed, lugevad ja kirjutavad CD ning DVD seadmed), mida on sellisel moel palju kergem ühendada, kui seni SCSI standardit kasutades ja mille kaudu saab seade ka toite;
- videokonverterid (analoog-digitaal ja digitaal-analoog) kasutamiseks vanemate, analoogvideo seadmetega (video konverteerimine toimub pisikeses "karbikeses, mis on FireWire kaudu arvutiga ühendatud).
- Arvutite ühendamine FireWire võrku suurte andmehulkade kopeerimiseks.

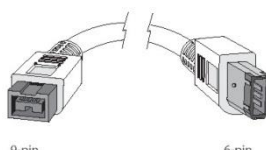
FireWire800

FireWire 800, mis kiideti heaks 2002. aastal, on standardi IEEE 1394b rakendus. Tema omadused on:

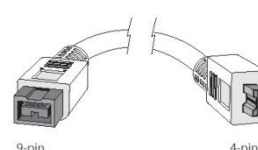
- andmeedastus kuni 800 Mbps (tulevikus 1600 Mbps ja lõpuks isegi 3200 Mbps);
- kasutab 9 nõelaga pistikuid;
- kaabli pikkus kuni 100 m (seda küll vaid fiiberoptilise kaabliga, tavalise varjestatud vaskaabliga kuni 4,5 meetrit, varjestamata CAT-5 võrgukaabliga kuni 100 meetrit aga vaid 100 Mbps);
- ühilduvus *FireWire* 400 seadmetega (spetsiaalsed kaablid) ning nende ühendamist 100 meetrise kaabliga;



Joonis 22 FireWire 800 kaabel



Joonis 23 FireWire 800 üleminek
FireWire 400 6-pin pistikuga



Joonis 24 FireWire 800 üleminek
FireWire 400 4-pin pistikuga

- kasutades *FireWire HUB*'i, saab ühendada kuni 63 seadet;
- toide seadmetele kuni 45W (voolutugevus maksimaalselt 1,5A ja pinge maksimaalselt 30V).

Digitaalne komponentvideo

Komponentvideo on kasutusel ka digitaalvideo puhul (iga komponent ka digiteeritakse eraldi). Sel juhul viidatakse enamasti standardile 4:2:2, mis tähendab, et iga 4 heledust kirjeldava biti kohta kasutatakse 2 bitti kummagi värvuskomponendi kohta. DVD puhul kasutatakse ka standardit 4:2:0 aga see signaal teisendatakse sageli juba DVD-mängijas 4:2:2 signaaliks.

Digitaalne komponentvideo võimaldab edastada isegi selliseid HDTV signaale nagu 720P, 1080i või isegi 1080p kuid viimaste jaoks on

DVI

DVI (*Digital Visual Interface*) on DDWG (*Digital Display Working Group*) poolt loodud digitaalne videoühendusstandard, mis teisendab analoogsignaale digitaalsignaalideks ning on kasutatav nii digitaal- kui ka analoogmonitoride puhul.



Joonis 25 DVI logo

DVI kasutab andmete ülekandmisel TMDS (*Transition Minimized Differential Signaling*) protokollit. Kasutatakse ühekordset ühendust (*single link*) ja kahekordset (*dual link*).

- Ühekordse ühenduse (*single link*) puhul on kasutusel 4 keerupaari juhtmeid (*red, green, blue* ja *clock*), mille kaudu edastatakse 24 bitti pikseli kohta ilma kompressioonita. Maksimaalne resolutsioon on 2,6 megapikselt (sealhulgas näiteks 1920X1200 pikselit).

- Suurema resolutsiooni saavutamiseks kasutatakse kahekordset ühendust (*dual link*), mille puhul kasutatakse veel teist komplekti juhtmeid, siis saab kasutada näiteks resolutsiooni 2560X1600 pikselit.



Joonis 26 DVI ühenduspesa

DVI ühenduspistik võib olla mitme erineva konfiguratsiooniga (sarnaselt SCART ühendusele) ja kannab vastavalt nimetust:

- DVI-D – kasutusel vaid digitaalne ühendus (*digital only*);
- DVI-A – kasutusel vaid analoogühendus (*analog only*);
- DVI-I – kasutusel nii digitaalne kui ka analoogühendus (*digital and analog*);
- DVI-DL – vahetevahel kasutatav nimetud kahekordse digitaalse ühendusega (*dual link*) DVI ühendusele.



Joonis 27 DVI erinevad konfiguratsioonid

DVI ühendused on lisaks DVI toega arvuti graafikakaartidele ja monitoridele olemas ka uutel DVD mängijatel ja televiisoritel (eriti just HDTV televiisoritel). DVI ühendus võimaldab televiisorit arvutimonitorina kasutada.

Koduelektronika puhul kohtame sageli nimetust DVI/HDCP, kus HDCP (*High-bandwidth Digital Content Protection*, mõnedes allikates ka *High Definition Content Protocol*) on kopeerimiskaitse, mis peab videomaterjali piraatlust tõkestama.

HDMI

HDMI (*High Definition Multimedia Interface*) on kompressioonita täielikult digitaalne (*all-digital*) audio/video ühendus. HDMI toetab standard ja kõrgresolutsiooniga (HD) videot ning mitme kanaliga (kuni 8 kanalit nagu SACD puhul) heli edastamist ühe kaabliga.



Joonis 28 HDMI logo

HDMI loojate hulka kuuluvad sellised tootjad nagu Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic), Philips, Sony, Thomson (RCA), Toshiba ja Silicon Image. HDMI standardil on suuremate filmitootjate (Fox, Universal, Warner Bros. ja Disney) toetus.

Andmete ülekandel kasutatakse TMDS (*Transition Minimized Differential Signaling*) protokoll. Toetatakse ka HDCP kopeerimiskaitset.

Standardne A-tüüpi (*type A*) HDMI pistik on 19 kontaktiga (19 *pins*), kõrgemat resolutsiooni (rohkemat kui 1080p) võimaldav B-tüüpi (*type B*) aga isegi 29 kontaktiga. B-tüüpi HDMI ühendused pole veel eriti levinud.



Joonis 29 HDMI pistik



Joonis 30 HDMI ühenduspesa

HDMI on tagasiühilduv DVI ühendusega.

Digitaalne video, DV

DV standard loodi 1994. ja kuulutati välja 1995. aastal konsortsiumi poolt, kuhu kuulus 10 firmat: Matsushita Electric Industrial Corp (Panasonic), Sony Corp, Victor Corporation of Japan (JVC), Philips Electronics, N.V., Sanyo Electric Co. Ltd., Hitachi Ltd., Sharp Corporation, Thomson Multimedia, Mitsubishi Electric Corporation ja Toshiba Corporation. Praeguseks kuulub DV konsortsiumi üle 60 firma.



Joonis 31 DV logo

Algselt oli formaadi nimi DVC (*Digital Video Cassette*), hiljem seda lühendati.

Erinevalt digitaalfotograafiast, mis püüab saavutada tavafoto kvaliteeti, on digitaalvideo algusest peale tavavideost (kodune VHS) parem olnud. Kui VHS videol on 240 rida, siis DV-l on nagu DVD videolgi 500 rida. Iga rea kohta salvestatakse 720 pikselit, mis on sama palju kui professionaalse digitaalvideo puhul (näiteks Digital Betacam).

Digitaalvideo salvestamisel arvuti kõvakettale mahub 1GB sisse sõltuvalt kasutatavast riistvarast ja kompressioonist 4 kuni 5 minutit videot. Tavaliselt kasutatakse kompressiooni 5:1, mis tähendab andmevoogu 36 Mbps.

Kasutatakse diskreetse koosinusteisendusega (*Discrete Cosine Transform*, DCT) kompressiooni, sama mis motion-JPEG puhul. Siinjuures lubab DV juures kasutatav DCT rohkem lokaalset optimeerimist kaadri sees ja võimaldab seega saada kompressiooni 5:1 juures parema kvaliteedi kui motion-JPEG.

DV kasutab kaadrisisest (*intraframe*) kompressiooni: ükski kaader ei sõltu talle eelnevatest või järgnevatest kaadritest. Kasutatakse ka adaptiivset väljadevahelist (*interfield*) kompressiooni, kui kompressor avastab kahe *interlaced* välja (*field*) vahel väikese erinevuse, siis pakitakse need kokku, vabastades nii pisut ruumi üldise andmevoo jaoks. See tähendab, et kujutise staatilised piirkonnad on täpsemini kujutatud kui liikumisega osad. Praktikas võib seda mõnikord märgata kerge kastiefektiga (*blockness*) liikuvate objektide otseses naabruses.

DV video kasutab 25 Mbps andmevoogu. Lisades audio, alamkoodi (*sub code*), sealhulgas ka ajakood, veaparenduse ja muu vajaliku, saamegi 36 Mbps.

Erinevad DV formaadid

On olemas mitu erinevat digitaalvideo standardit kodukasutajatele ja professionaalidele.

D1

Sony loodud ja 1987. aastal väljakuulutatud D1 oli esimene levinud professionaalne digitaalse video formaat.

D1 salvestab YUV 4:2:2 komponentvideot ilma kompressioonita, mille juurde salvestatakse PCM formaadis heli. Kasutab 19 mm (3/4") lindiga kassetti.

Kahjuks vajab väga suurt ribalaiust, kallist ja keerukat tehnikat.

D1 on mitmetes kohtades kasutusel seniajani.

D2

D2 on professionaalne digitaalse video formaat, mis loodi firma Ampex ja teiste tootjate poolt koostöös SMPTE-ga (*Society of Motion Picture and Television Engineers*) ning kuulutati 1988. aastal välja alternatiivina D1 formaadile.

Sarnaselt D1 formaadile ei kasuta D2 kompressiooni, kuid vajab vähem ribalaiust, kuna ei tarvita komponentvideot. Seega on tegemist digitaalse komposiitvideoga (*digital composite*). Helii salvestatakse PCM formaadis.

Formaat toetab nelja kanaliga heli. D2 oli esimene digitaalse lindi formaat, mis pakub "*read before write*" ehk "*preread*" (Sony termin) võimalust, mis tähendab, et on võimalik üheaegne salvestus ja taasesitus. Näiteks on võimalik lisada tiitrid videole, mis on juba samale lindile salvestatud, selleks taasesitatakse linti, lastakse signaal läbi montaažiseadme (*production switcher*) ning salvestatakse töödeldud video tagasi samale kohale lindil. Selline võimalus säästab raha (vaja vähem seadmeid) ja aega.

Ka D2 kasutab 19 mm (3/4") laiuse lindiga kassette, mida on kolmes mõõdus. Kuigi linnid on D1 lintidega sarnased, ei saa neid omavahel vahetada.

Praeguseks on D2 jäänud kasutusse väga vähestes kohtades. Aastal 2003 kasutasid seda üksikud telejaamad.

D3

Formaat nagu D2, loodud Sony ja Panasonic'u poolt. Kasutab 1/2" linti.

D5

D5 on 1994. aastal Panasonic'u poolt loodud professionaalne digitaalse video formaat, mis sarnaselt D1 formaadile ei kasuta kompressiooni kuid salvestab 1/2" lindile nagu D3.

HD D5 kasutab standardset D5 linti HD video salvestamiseks, mille puhul rakendatakse *intra-frame* kompressiooni suhtega 4:1. Nelja kanaliga heli salvestatakse kompressioonita, kasutatakse diskreetimissagedust 48 kHz ja 20 bitist diskreetimissuurst 20.

HD D5 edastab 250 megabitti sekundis.

DVCAM ja DVCPRO

DVCAM ja DVCPRO on kujutise salvestamise ja kompressiooni algoritmi seisukohalt praktiliselt samad, mis tavaline DV. Loomulikult ei saa öelda, et nad on üks ja sama, sest esineb pisikesi erinevusi ja juba kaamerate optika kvaliteedil on tohutu vahe. erinevus on ka kasutatava raja (*track*) laiuses lindil. DV kasutab 10 mikroni laiuseid radu (SP, *Short Play*) ja 6,7

mikronit (LP, *Long Play*). SONY professionaalne DVCAM kasutab 15 mikronit ja Panasonic'u DVCPRO isegi 18 mikronit.

Digital8

SONY Digital8 on 1999. aasta kevadel väljakuulutatud standard, mis kasutab DV kompressiooni olemasoleva Video8/Hi8 tehnoloogia baasil. Kasutatakse Video8 või Hi8 kassette kuid lindi liikumiskiirus on kaks korda suurem.



Joonis 32 Digital8 logo

Digital8 kaamerad suudavad taasesitada ka Video8 ja Hi8 linte, seda vahel isegi läbi *Firewire*. Kuna nende standardite ajakoodi üle *Firewire* ühenduse ei saadeta, ei pruugi videosalvestus arvutisse laabuda nii nagu DV korral.

MiniDV

MiniDV on spetsiaalselt DV kaameratele loodud formaat. Kasutatakse metalliauruga (*metal evaporate*) töödeldud linti laiusega 1/4 tolli (6,35 mm). 1 tunnise mahutavusega lint on 65 meetrit pikk, andmeid mahutab see 11 GB



Joonis 33 MiniDV logo

Kallimatele miniDV kassettidele on lisatud mäluikiip MIC (*Memory in Cassette*), mis talletavad erinevat salvestust puudutavat informatsiooni.

Digital-S ja DVCPRO50

Digital-S on praegu tuntud JVC D-9 nime all. Mõlemad, D-9 ja Panasonic'u DVCPRO50 kasutavad kahte DV koodekit paralleelselt. Lindi andmevoog on kahekordistatud (50 Mbps). Tulemus on visuaalselt kadudeta ja pea-aegu ülihea.

D-VHS

D-VHS (*Digital VHS*) on JVC poolt koostöös Hitachi, Matsushita ja Philipsiga loodud digitaalse video formaat. Kasutatakse sama kassetti ja mehhanismi, mis VHS. Salvestatakse nii standardse resolutsiooniga (SD) kui ka kõrgresolutsiooniga (HD) videot.



Joonis 34 D-VHS logo

HD video salvestamisel on bitikiiruseks 28,2 Mbit/s, SD video salvestamisel sõltuvalt kvaliteedist 14,2 Mbit/s kuni 2 Mbit/s.

Suurima mahutavusega D-VHS kassett mahutab 3,5 tundi HD videot või 7 kuni 49 tundi SD videot mahuga kokku 44 GB. Lindi pikkus on 420 meetrit (1378 jalga), mis vastab 3,5 tunnise mahutavusega NTSC või 4,9 tunnisele PAL VHS kassetile.

Salvestusega D-VHS kassette müüakse sageli nimetuse *D-Theater* nime all. Sellisel juhul on kasutatud 720p ja 1080i formaati ning Dolby Digital heli. Lisandina võib olla teisi

heliformaate, nagu näiteks DTS (*Digital Theatre System*). Kahjuks suudavad vaid uusimad D-VHS mängijad alternatiivseid heliribasid (*track*).

Kõigil heliribadel on kopeerimiskaitse, mis blokeerib Firewire väljundi.

DV formaatide võrdlus teiste videoformaatidega

DV formaadid on pildikvaliteedi osas loetud üldiselt võrdseks või isegi pisut paremaks kui Betacam SP. DV pildikvaliteet säilib ka mitmekordsete taasesituste järel, Betacam'i kvaliteet aga langeb.

10 punkti skaalal, kus 10 on maksimaalselt hea ja 1 on vaevalt video nimetust väärt, võiks formaate pingeritta seada järgmiselt:

D-5 (10-bit uncompressed digital)	10
D-1 (8-bit uncompressed digital)	9,9
Digital Betacam, Ampex DCT	9,7
D-9 (Digital-S), DVCPRO50	9,6
DV, DVCAM, D-7 (DVCPRO)	9
MII, Betacam SP	8,9
1" Type C	8,7
3/4" SP	6,5
3,4", Hi8, SVHS	5
Video8, Betamax	4
VHS	3
EIAJ Type 1, Fisher-Price Pixelvision	1

High Definition video

HD (*High Definition*) videoformaadid võimaldavad HDTV parameetritega videot salvestada. Eksisteerib mitu erinevat formaati, mis kasutavad erinevaid kompressioonialgoritme ja salvestusmeediume.

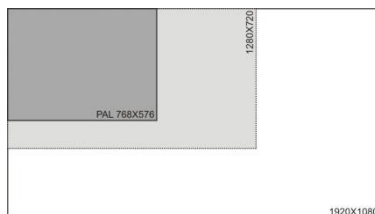
HDV

HDV formaat loodi JVC ja Sony poolt 2003 aastal. Koheselt asusid uut formaati toetama ka Canon ja Sharp.

HDV

Joonis 35 HDV logo

HDV kaadri kuvasuhe on 16:9, kaadri suurus 1280X720 pikselit (720i või 720p) või 1920X1080 pikselit (1080i või 1080p).



Joonis 36 SD ja HD video ekraanisuurused

HDV kasutab samasugust lindimehhanismi kui DV. Samas on HDV kaadris 5 korda rohkem piksleid kui DV kaadris ($1920 \times 1080 / 720 \times 576 = 2073600 / 414720 = 5$), mistõttu on kasutusele võetud võimekam kompressioon, mis põhineb MPEG-2 algoritmil. Erinevalt DV

kompressioonist kasutatakse lisaks kaadrisisesele (*intraframe*) kompressioonile ka kaadritevahelist (*interframe*) kompressiooni, mille abil kokkuvõttes saavutatakse video bitikiirus 19,7 Mbps 720p HDV puhul ja 25 Mbps 1080i HDV korral (sama, mis DV bitikiirus). Kompressioon saavutatud mõningaste moonutuste hinnaga.

Seejuures on I-kaadriks:

- HDV 720p korral üks kaader iga 6 hulgast (24, 25, 30 fps), üks iga 12 kaadri hulgast (50 või 60 fps);
- HDV 1080i ja 1080p korral üks kaader iga 12 hulgast (25 fps) või üks iga 15 hulgast (30 fps).

DV koodekiga HDV kvaliteedi saavutamiseks kasutatakse üle nelja korra rohkem andme-
mahtu.

Heli jaoks kasutatakse HDV puhul MPEG-1 Layer 2 kompressiooni bitikiirusega 384 kbit/s (DV video puhul 1536 kbit/s ja CD DA puhul 1411 kbit/s), mille puhul kadusid praktiliselt ei märgata.

AVCHD

AVCHD (*Advanced Video Codec High Definition*) on HD videoformaad, mida kasutatakse ilma lindita (*tapeless*) videokaamerates.



Joonis 37 AVCHD logo

Formaadi kuulutasid 2006. aasta mais koos välja Sony ja Panasonic. Formaadi põhineb Blu-Ray spetsifikatsioonil ning võimaldab AVC koodekiga (MPEG-4 AVC/H.264) kompressitud video salvestamist optilisele meediale. Salvestusmeediumiks valiti 8 cm läbimõõduga DVD plaat, mis oli Blu-Ray plaadist odavam. Heli jaoks kasutatakse AC-3 või PCM audio koodekit.

2006. aasta juulis parandati formaadi ning võeti kasutusele teised suvapöördusega (*random access*) salvestusmeediumid nagu näiteks SD/SDHC mälukaardid, "Memory Stick" kaardid ja kõvakettad. Blu-Ray ketast ei lisatud toetatud meedia nimekirja.

Esimene AVCHD kaamera (Sony HDR-UX1) tuli müügile 2006. septembris.

Erinevate tootjate kaamerad kasutavad pisut erinevaid AVCHD teostuseid. Näiteks Sony kaamerate puhul on maksimaalne video bitikiirus 17 Mbps (*Profile 4.0*), Canoni kaameratel aga 24 Mbps (*Profile 4.1*). See toob kaasa ühilduvusprobleeme.

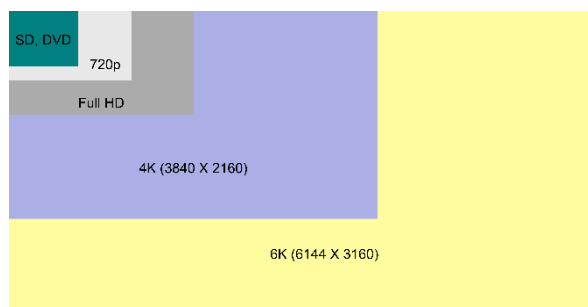
Parima kvaliteedi juures on 1 tund AVCHD videot 7 GB infot. Andmevahetus seadmete vahel käib USB kaabli kaudu ja video kopeerimine arvutisse ei pea toimuma reaalajas vaid (vajab vastavat tarkvara, kiiruseks on 5 – 30 MBps). AVCHD monteerimist toetavad esimeste seas Sony Vegas 7.0e, Ulead Video Studio 11 Plus, Pinnacle Studio Plus (V.11) ja Nero 7 Ultra Edition Enhanced.

Oma DVD-sarnase navigatsioonisüsteemi tõttu on AVCHD väga sobilik kodukasutajatele. Samas vajab AVCHD video töötlemine vaja väga head arvutit ning sageli ei saa arvuti (mis tavalist HD videot edukalt töötleb) hakkama isegi video sujuva taasesitamisega.

Ultra-high definition

Video areng pole jäänud pidama vaid võimekamate kompressimisalgoritmide arendamisele, loodud on ka üha suurema ekraaniresolutsiooniga videoformaate. Kasutusel on nimetused 2K (tähistab üldiselt umbes 2000 piksli laiust videot), 4K ja isegi 6K.

Näiteks olemas formaat 2000p (kaadrisuurusega 2048X1536 pikslit), 2160p ehk 4K (kaadrisuurusega 3840X2160 pikslit).



Joonis 38 Ultra-high definition võrreldes SD ja HD videoga

Digitaalsed videokamerad ja salvestusmeediumid

Digitaalvideokamerad on analoogkaameratest kallimad. Hinda mõjutavad:

- Valgustundlike elementide (CCD, *Charge Coupled Device*) ehk pildisensorite arv (1 või 3).
- Optika, objektiivi fookuskaugused (*zoom*) jms.
- LCD-ekraani suurus (2,5 – 4 tollise diagonaaliga) ja pildiotsijas värviekraani (*viewfinder*) kasutamine (analoogkaameratel must-valge).
- Stabilisaatori tüüp (optiline, mis on kallim ja parem või digitaalne).
- Digitaalsisendi (*DV-in*) olemasolu.
- Kasutatava salvestusmeedia standard (8mm lint, Digital-8 või 6,35 mm miniDV, DVD, HDD, SD(HC) vms). Magnetlinti kasutatavate kaamerate seas oli Digital8 isegi poole odavam kui miniDV linte kasutavad, kokkuhoid on saavutatud sellega, et mehhaanika on üle võetud Video8 ja Hi8 kaameratelt.
- Kasutatav standard (salvestusel kasutatav koodek ja sellega seoses ka salvestusmeedia):
 - DV – standardne DV salvestus 8mm või miniDV lindile.
 - HDV – HD kaamerad, mis kasutavad salvestusmeediana miniDV linte.
 - MPEG2 kaamerad – kasutavad MPEG2 kompressiooni ja salvestusmeediana DVD plaate.
 - AVCHD (*Advanced Video Codec High Definition*) – HD kaamerad, mis kasutavad MPEG4 (h.264) kompressiooni ja salvestavad suvapöördusega (*random access*) meediale (HDD, SD(HC) kaart, DVD vm).

Kaamerad pakuvad mitmeid lisavõimalusi:

- *Progressive Scan* – 50 poolkaadri asemel salvestatakse 25 täiskaadrit, mis televiisoriekraanil võib häirida kuid arvutiekraanil vaatamiseks ning üksikkaadriteks lahutamiseks on sobivam.
- *Digital Still Photo*, tavaliselt on need vaid 640 X 480 pikselt kuid väga palju on kaameraid, mille sensoril on 2 või isegi rohkem. Mitmetel kaameratel on fotode salvestamiseks eraldi mälukaart (näiteks Sony *MemoryStick*).
- 16:9 kuvasuhte kasutamine, mis uuematel kaameratel on valdav.

Salvestusmeediumite plussid ja miinused

Siinkohal vaatleme peamiselt AVCHD kaamerate salvestusmeediume, sest see on ainuke formaat, mis toetab kõiki kasutatavaid salvestusmeediume peale magnetlindi.

- **DVD**, kõige esimene AVCHD spetsifikatsioonis märgitud meedium. Kaamera mõõtude vähendamiseks kasutatakse 8 cm läbimõõduga plaate millede maht on 1,4 GB ühe poolega ühe kihilise plaadi (*single-sided single layer*) puhul kuni 5,2 GB kahe poolega kahe kihilise (*double-sided double layer*) plaadi puhul.

Plussid:

- DVD on enamusele kasutajatest tuttav, seega on kasutajasõbralik;
- DVD toorikplaadid on suhteliselt odavad;
- DVD plaati saab Blu-Ray seadmetes kasutada;
- plaate saab kaamerast eraldi säilitada.

Miinused:

- DVD pole väga pikaajaline;
 - ülekirjutatavad plaadid maksavad rohkem kui ühekordselt kirjutatavad;
 - DVD plaat tuleb tavaliste DVD-mängijatega esitamiseks sulgeda (*close*);
 - DVD-d kasutavate kaamerate puhul on salvestuse bitikiirus maksimaalselt 18 Mbps;
 - ühe poolega ühekihiline (*single-sided single layer*) 8 cm DVD mahutab vaid 15 minutit videot bitikiirusega 12 Mbps (18 Mbps bitikiirusega vaid 10 minutit).
- Kõvaketas (**HDD**) mahutavus on videokaameratel 30 – 120 GB.

Plussid:

- salvestusruumi jätkub mitmete tundide kõrgkvaliteetse video jaoks;
- salvestamisel saab kasutada bitikiirust kuni 24 Mbps.

Miinused:

- kõvaketas võib madala atmosfäärirõhu korral rikki minna, suuremat osa kõvakettaga kaameraid pole lubatud kasutada kõrgemal kui 3000 m (10000 jalga) üle merepinna ;
 - kõvaketas võib löökide või raputamise tulemusel kahjustatud saada;
 - video kopeerimiseks arvutisse peab kasutama USB kaablit, teiste meediumide korral pole kaamerat ennast vaja;
 - salvestatud video tuleb talletada alternatiivsele andmekandjale, sest kõvaketast kaamerast eemaldada ei saa.
- Mälukaardid on paljulubavaks meediumiks ilma lindita (*tapeless*) kaameratel. Mälukaardide mahutavus kasvab ja hinnad langevad.

Plussid:

- mälukaarte saab kaamerast eemaldada ja nende jaoks on lugejad enamusel moodsatest arvutitest;
- mälukaardid pole tundlikud atmosfääri rõhu suhtes;
- mälukaartidel puuduvad liikuvad osad;
- mälukaardid on kompaktsed ja kerged;
- mälukaardid on ülekirjutatavad;
- mälukaartidelt saab andmeid kergelt teistele meediumitele kopeerida;
- mitmed seadmed suudavad mälukaarte lugeda ja sealt otse videot (AVCHD) taasesitada.

Miinused:

- kõik seadmed ei toeta SD kaarte või SDHC kaarte või Memory Stick kaarte (ühilduvus);
- mälukaardid on kallimad kui DVD-toorikud;
- mälukaarte saab elektriliselt kahjustada või mehhaaniliselt katki teha;
- mälukaardid ei sobi arhiveerimiseks;
- bitikiiruse 16 Mbps või kiiremate jaoks on vaja 4 klass (*Class 4*) või paremaid mälukaarte.