

Hvad er HDTV

13. november 2009

HDTV betyder *High Definition TeleVision*. Den korte forklaring på HD er, at der er tale om billeder med dobbelt så stor opløsning (vandret og lodret) sammenlignet med det hidtil fremherskende Standard Definition TeleVision (SDTV – der normalt blot omtales som "digitalt tv").

Dette notat fokuserer primært på forholdene omkring distribution af DR HD på det terrestriske DTT netværk, og omtaler kun sporadisk optagelse, redigering og arkivering.

HDTV er ikke noget nyt

HDTV har faktisk eksisteret i Japan i 30 år og DR producerede den første HDTV produktion allerede i 1991 i Århus. Det var teaterstykket "Et Folkesagn", der blev optaget med en analog HD OB-vogn.

Med fremkomsten af billige fladskærme (fra år 2000) og sammenholdt med den teknologiske udvikling af stadig bedre kompressionsteknologier, er det dog først nu at det er blevet økonomisk muligt at producere, udsende og modtage HDTV.

Billedkvaliteten

HDTV billedkvaliteten, som den ses hos forbrugeren, er naturligvis primært afhængig af distributionskanalens karakter. Men der er også andre væsentlige parametre, som bl.a.:

1. HDTV billedformatet
2. Kvaliteten af det distribuerede materiale
3. Bitraten, som benyttes til udsendelsen
4. Den anvendte kompressionsalgoritme
5. Fladskærmen, som benyttes

Denne artikel er skrevet i anledning af, at DR via DIGI-TV fra 1. november 2009 er begyndt at udsende *kanalen DR HD* på det digitale jordbaserede sendenet. Det er en kort teknisk beskrivelse af, hvad HDTV er med udgangspunkt i den teknologiske definition og med henvisning til de internationale og europæiske godkendte standarder.

Artiklen er skrevet af civilingeniør *Jørn Tuxen* fra DR Medier Distribution, som også er DRs repræsentant i det europæiske EBU (European Broadcast Union) samarbejde. Der henvises til yderligere information om distribution af de digitale kanaler på: <http://www.digi-tv.dk>



HDTV billedformater findes i Europa i 4 varianter:

720p/50 Format 1

Det er progressivt med 720 billedlinjer og 50 helbilleder pr. sek. Formatet er anbefalet af EBU som det p.t. mest fordelagtige til HDTV produktion og distribution.

1080p/25 Format 2

Det er progressivt med 1080 billedlinjer og 25 helbilleder pr. sek. Formatet anvendes ofte til produktion af drama, fordi det giver "judder" (eller billedryk) og det ligner dermed en filmoptagelse – dvs. har et "film look".

1080i/25 Format 3

Det er interlaced med 1080 billedlinjer og 50 delbilleder pr. sek. Formatet er det mest udbredte i USA og Japan og er baseret på den tidligere "interlacing kompressionsmetode".

1080p/50 Format 4

Det er progressivt med 1080 billedlinjer og 50 helbilleder pr. sek. Det er et format med dobbelt så stor informationsmængde som de foranstående formater. DR overvejer dette som fremtidigt produktionsformat, fordi det har en bedre dynamisk opløsning end format 2 og 3.

Formatet anvendes i nogle Blu-Ray afspillere og enkelte fladskærme kan modtage og vise det. I den nærmeste årrække vil det ikke være muligt at benytte til broadcast på grund af kapacitetsbegrænsninger i distributionskanalerne.

Det første tal i ovenstående fakta bokse repræsenterer antallet af billedlinjer, p står for progressivt – dvs. helbilledbaseret, i står for "interlaced" – dvs. delbilledbaseret – og det sidste tal er antallet af frames pr. sek.

Hvad er så bedst?

Man kunne fristes til at tro, at 720p/50 billedformatet giver en ringere vertikal billedopløsning end formaterne med 1080 linjer. Men fordi billedfrekvensen i det første format er

dobbelt så stor som i de to næste formater, er informationsmængden den samme.

Da 720p/50 formatet med 50 helbilleder pr. sek. giver en større dynamisk opløsning end 25 billeder, er resultatet derfor, at 720p/50 formatet er mere velegnet til at vise tv-billeder med bevægelse end formatet med 25 helbilleder/50 delbilleder pr. sek. Og et progressivt format er lettere at komprimere i distributionskæden. Der er et "coding gain" på mellem 20 og 30 %, hvilket betyder, at man kan nøjes med 8 Mbit/s som middelbitrate for et 720p/50 signal, hvorimod et 1080i/25 signal vil kræve 10 Mbit/s for samme billedkvalitet, og det betyder meget, når der skal udsendes HD programmer på DTT nettet.

EBU har i årene 2002 til 2004 gennemført en kvalitets sammenligning af billedformaterne 1080i/25 og 720p/50 på 50" plasma fladskærme i en såkaldt "expert viewing". Der blev anvendt HD signaler af alle karakteristiske typer. EBU har ud fra dette anbefalet 720p/50 formatet til såvel produktion som distribution af HDTV. SMPTE 296M-2001 standarden beskriver formatet, og det fremgår nu også af ITU-R BT.709 specifikationen.

DR har derfor **valgt** at benytte den progressive 720p/50 billedstandard til HDTV produktion og distribution og den progressive 1080p/25 billedstandard med "film-look" til HD Drama-produktion. Sidstnævnte distribueres også i 720p/50 standarden, men som PsF format (Progressive segmented Frame). Derved bevares det ønskede "judder" i billederne.

HDTV materialet

DR har valgt udelukkende at sende programmateriale, der er produceret i en HD-standard på DR HD kanalen. Kanalen annonceres derfor som 100 % HD. Men derfor kan der godt inde i et program forekomme op-skaleret SD materiale. Det kan være historiske klip eller såfremt optageomstændighederne gør, at der kun kan anvendes semiprofessionelt udstyr. (HDV, AVCHD osv.) Andre broadcastere (f.eks. TV2 Norge) har valgt at udsende både HDTV materiale og "opskaleret" SDTV programmateriale på deres HDTV kanal.

HDTV optagelser skal være med et sampling raster på 4:2:2, og der skal anvendes professionelle kameratele. Bit dybden bør være 10, men det meste udstyr i dag arbejder kun med 8 bits.

HDTV redigering og digital arkivering i et Medie Arkiv påvirker også kvaliteten af HD billedmaterialet. Idet de tre første HD billedformater fylder ca. 1,5 Gbit/s ukomprimeret, anvendes der også her kompressionsalgoritmer, men ved meget højere bitrater end ved distribution.

Anbefalingerne fra EBU er at:

- Hvis der benyttes en algoritme baseret på "I-frames only", skal bitraten være større end 100 Mit/s.
- Hvis der benyttes en algoritme baseret på Long GOP MPEG2, skal bitraten være større end 50 Mbit/s.



Figur 1: Udsnit af et "interlaced" og et progressivt billede

Der er p.t. 8 forskellige kompressionsalgoritmer til rådighed for optagelse og produktion. Og der udvikles fortsat flere. EBU har senest (Q4 2009) forsøgt at få fabrikanterne til at enes om nogle få således, at der ikke skal dekodes og re-enkodes hver gang et materiale transporteres mellem forskellige typer anlæg. Men det bliver vanskeligt at nå til enighed.

DR har valgt at benytte AVC-I algoritmen (H.264 baseret) med en bitrate lidt over 100Mbit/s til optagelse, redigering og arkivering af HDTV materiale. Da eksisterende udstyr skal afskrives, benyttes DVCpro 100 (DV baseret) som "interim" løsning ved introduktionen af DR HD kanalen.

Målet for en produktionsalgoritme er, at materialet skal have en kvalitet som er "Quasi Transparent" efter 7 gange redigering med pixelshift. Det kan ingen af de nuværende HD produktionsalgoritmer leve op til.

HDTV bitraten ved distribution

EBU har i 2007 og 2008 gennemført afprøvninger af professionelle MPEG4 (eller H.264) enkodere til brug for distribution af HDTV materiale. Der blev beregnet PSNR (Peak Signal-to-Noise-Ratio) værdier og lavet subjektive kvalitetsbedømmelser på 50" plasmaskærme. Udgangsmaterialet var både originaloptagelser af høj kvalitet og HD video som havde været igennem en HDTV produktionskæde. Resultatet var, at man i 2008 kunne konkludere at:

- Professionelle MPEG4 enkodere er nu "modne"
- Professionelle MPEG4 enkodere er dobbelt så gode som MPEG2 enkodere
Den nødvendige bitrate kan altså halveres i forhold til MPEG2.
- Et 1080i/25 billedformat kræver 20 % større bitrate end 720p/50 formatet for samme billedkvalitet.
- Det anbefales at anvende statistisk multipleksering ved distribution.

DR har valgt at benytte statistisk multipleksering for alle programkanaler i både MUX1 og 2 på DTT nettet. Den maksimale bitrategrænse for DR HD i MUX2 er sat til 13 Mbit/s. Vi forventer at middelbitraten over en længere periode vil ligge omkring 8 Mbit/s. Parametrene for den statistiske multipleksering vil blive optimeret

efterhånden som der opnås flere erfaringer med funktionen.

Note: Statistisk multipleksering betyder, at alle signaler i et multipleks løbende bliver analyseret for kompleksitet og dynamik. Baseret på dette tildeles hver enkoder alene den bitrate, som behøves for at opnå en tilfredsstillende billedkvalitet.

Erfaringen er, at alle programkanaler i multiplekset nyder godt af dette system ligesom multipleksets samlede kvalitet forøges.

Man skal være opmærksom på at HD materialet på f.eks. en BluRay disk, er optimeret ved mange kodnings-gennemløb og dermed optimeret på en måde som ikke er muligt ved "live" distribution. Det samme gælder for en SD distribution sammenlignet med en DVD skive.

Kompressionsalgoritmen

I et terrestrisk netværk er bitraten i et multipleks begrænset til ca. 20Mbit/s. For at distribuere HDTV, må der derfor nødvendigvis anvendes en effektiv kompressionsalgoritme. MPEG4 algoritmen, som er dobbelt så effektiv som MPEG2, har desuden mindre pixelgrupper og en filterfunktion, der slører effekten af "blocking".

DR har derfor valgt at benytte MPEG4 algoritmen til distribution. Det gælder også de fleste andre broadcastere, som distribuerer på et terrestrisk netværk.

Note: I USA distribueres HDTV terrestrisk med billedformatet 1080i/25 i MPEG2 med 19Mbit/s. I Japan benytter de kun ca. 14 Mbit til det samme.

HDTV fladskærmene

For at kunne se HD på en fladskærm skal den være HD-Ready. Det betyder at:

1. skærmen skal have mindst 720 linjer og 16:9 format.
2. skærmen skal have en digital DVI eller HDMI indgang med mulighed for at aktivere HDCP (High bandwidth Digital Content Protection) kopieringsbeskyttelse.
3. skærmen skal kunne vise 1280x720p formatet ved 50 og 60 Hz frame rate, samt 1920x1080i formatet ved 25 og 30 Hz frame rate.

I alle skærme omsættes indgangssignalets pixelmønster til et andet, som passer til skærmens raster i et "scaling" kredsløb. Skærm-billedet er desuden en smule mindre end originalbilledet, idet der "overskanderes" mellem 3 og 5 %. Enkelte skærme kan sættes til at vise det indkommende signal som "Pixel to Pixel", men så bliver billedets kanter oftest mindre pæne.

Begrebet "*Full HD*" blev indført af fabrikanterne, da man kunne lave skærme med 1080 linjer og 1920 pixels på hver linje, og en HDMI indgang som kunne klare et 1080p/50 billedformat, der ukomprimeret fylder 3 Gbit/s. Der er Blu-Ray afspillere og plader som kan afspille dette format. Men ingen satellit-, kabel- eller DTT-distributører benytter 1080p/50 formatet eller "Full-HD" endnu.

Der vil givetvis komme fladskærme med større opløsning end 1920x1080 på markedet - alene fordi det er muligt at producere dem. Til konsumentbrug kan det dog diskuteres, om det er rimeligt med skærme, der har større opløsning end øjet kan se fra den normale betragtningsafstand. Men til at vise feriebilleder fra fastbilled-kameraet -- jo da.

HDMI udgangen på en eventuel separat DVB-T dekoder skal omstilles til 720P/50. Ellers vil DR HD signalet i 720p/50 blive omsat til 1080i/25 i dekoderen og herefter igen de-interlaced i fladskærmen til et "skærmspecifikt" progressivt signal. Og det bliver det ikke bedre af.

Note: EICTA organisationen prøver at få begrebet Full HD erstattet af HD Ready med tilføjelsen 1080p under logoet.

HDTV og Lyd

Der er generelt enighed om, at flerkanal lyd - som surround sound - er et ønskværdigt supplement i forbindelse med HDTV programmer. Også her er det væsentligt at vælge en kompressionsalgoritme til distributionen, der er så effektiv som muligt.

DR har valgt at benytte den ret nye algoritme HE-AAC (High Efficiency Advanced Audio Coding) til distribution af 5.1 flerkanal lyd. Det er en særdeles effektiv algoritme, som kan klare sig med ca. 200 kbit/s i et multipleks.

HE-AAC algoritmens egenskaber fremgår af EBU Tech 3324, som er resultaterne fra en afprøvning af alle markedets lydkompressionsalgoritmer.

Til optagelse, produktion og arkivering vil DR anvende ukomprimeret lyd, for at sikre den bedst mulige kvalitet gennem produktionskæden til distributionen.

Litteratur:

[EBU Tech 3299](#) High Definition (HD) Image Formats for Television Production

[EBU Tech 3324](#) EBU Evaluations of Multichannel Audio Codecs

[EBU Recommendation R 124](#) Choice of Compression Algorithm and bitrate for Acquisition, Production & Distribution.

[EBU Tech 3312](#) Digital Terrestrial HDTV Broadcasting in Europe.

[EBU Technical Review 2008 Q3](#) HDTV production codec tests.

[EBU Recommendation R95](#) Safe areas for 16:9 television production.

[SMPTE 296M-2001](#) 1280x720p/50 standarden.