

Ágoston György

**A nagyfelbontású televíziózás (HDTV) kialakulása,
jelene és perspektívái**

Budapest, 2007. június, 11. szám

ISSN 1788-134X

*Kiadja az Alkalmazott Kommunikációtudományi Intézet
Budapest, 1021 Hűvösvölgyi út 95.
Felelős Kiadó: Nahimi Péter igazgató
Borítóterv: Czakó Zsolt
Nyomdai munkák
Műgyetemi Kiadó
Felelős vezető: Wintermantel Zsolt
www.kiado.bme.hu*

Tartalomjegyzék

| | |
|--|-----------|
| Bevezetés | 4 |
| Előzmények | 6 |
| A modern televíziózás megszületése..... | 6 |
| A színes televízió | 7 |
| A korszerű nagyfelbontású televíziózás | 7 |
| A modern HDTV alapjai | 7 |
| A modern HDTV legfontosabb jellemzői | 8 |
| A modern HDTV kezdetei a világban..... | 13 |
| Japán | 13 |
| Egyesült Államok..... | 15 |
| Európa | 17 |
| A HDTV jelene | 20 |
| Japán | 21 |
| Egyesült Államok..... | 21 |
| Európa | 22 |
| A HDTV-vel összefüggő néhány technikai kérdés | 25 |
| Képformátum | 25 |
| Tömörítési rendszer | 26 |
| A HDTV és a nagyközönség..... | 27 |
| A HDTV és a tartalomgyártók | 29 |
| A HDTV perspektívái..... | 30 |

Bevezetés

A HDTV-ről szóló eszmefuttatásunkat érdemes talán rögtön azzal kezdeni, vajon mit is jelent az egész világon elterjedt angol „rövidítés”, illetve a mögötte meghúzódó „High Definition TV” angol kifejezés, és hogy a magyar megfelelőként használt „nagyfelbontású televízió” megfelelően adja-e vissza a HDTV igazi jelentését?

Azt rögtön leszögezhetjük, hogy a „nagyfelbontású TV” kifejezés a HDTV lényegének csak egy részét, igaz, nagyon fontos részét ragadja meg. A HDTV kép mind vízszintes, mind pedig függőleges irányban körülbelül dupla akkora felbontással rendelkezik, mint a hagyományos felbontású TV (SDTV)¹ képe, ezért kétségtelenül „nagyfelbontású”. A nagyobb felbontás mintegy ötszörös képinformáció-tartalom átvitel² eredményez, aminek következtében a HDTV kép sokkal élesebbnek és részletdúsabbnak tűnik, s élet- és valóságúsága a néző számára jóval meghaladja a hagyományos SDTV kép szubjektív jellemzőit. Mindemellett azonban a HDTV még jelent kiváló minőségű és sokcsatornás (úgynevezett „körülölelő” vagy térhatású) kísérőhangot, a mozifilmhez hasonló „szélesvásznú” panorámát, s mindezt együttvéve: a korábnál jóval magasabb esztétikai értéket, s mint látni fogjuk, még korszerűbb technológiát is.

Érdekes azt is megvizsgálni, vajon mihez képest High Definition a HDTV (amelynek magyarítására – be kell vallanunk – nekünk sincs jobb ötletünk)? A mechanikus bontású (Nipkow-tárcsás), mintegy 18-soros TV-öslényekhez viszonyítva HDTV-nek nevezték ugyanis a 20-as évek első kísérleti elektronikus TV-jét, a maga 80 sorával. Ehhez képest pedig már szinte csúcstechnológiát képviselt 1934-ben a laboratóriumi szintű 240 soros TV, majd a BBC 1936-ban indult kísérleti adása, a 405-soros bontású, tulajdonképpen már élvezhető minőségű képével. A HDTV újabb állomását jelentették a harmincas évek végére Amerikában és Japánban kialakult 525-soros, illetve az Európában meghonosodott 625 soros TV-rendszerek is (amelyek ma SDTV-nek számítanak!). Láthatjuk tehát, hogy a HDTV fogalom végigkísérte a televíziózás egész fejlődését, s minden esetben összekapcsolható volt az előzőnél magasabb technikai színvonallal, a valóságot jobban visszaadó, szebb és élvezhetőbb képet és hangot produkáló televíziós rendszerrel.

Az egyre jobb és többet tudó televíziós rendszerek kifejlesztésének szükségességéről általában soha nem volt vita a mérnökök között (legfeljebb a megvalósítás mikéntjéről). Ennek fő oka valószínűleg abban rejlett, hogy a fekete-fehér, majd később a színes televíziózás megalkotásakor egy sor igen komoly megszorító tényező kényszerítette folytonos kompromisszumokra a fejlesztőket. Ilyen volt például a földi frekvenciák relatív szűkossége, amire már a rádiózás megjelenése óta panaszkodtak a frekvencia-gazdálkodók, s aminek következtében a mai „szoros” analóg TV-csatorna kiosztás kialakult. A színes TV indulásakor – részben a frekvenciaszűkosság miatt is – szükségszerűen

¹ SDTV – Standard Definition TV – ezt nevezzük hagyományos felbontású televízióknak

² A mindkét irányban kétszeres felbontás mellett a kép szélesebb is, mint a hagyományos televízió képe, ez az oka az információ-tartalom megötszöröződésének.

alkalmazkodni kellett a korábbi fekete-fehér rendszerekhez (kompatibilitás), ami újabb kényszerű (bár technikailag zseniális) kompromisszumokhoz vezetett.

A sok-sok kompromisszum árnyékában kialakuló színes televíziózás – az újdonság varázsán túl – persze messze nem nyújthatott maradéktalan esztétikai élvezetet. Nem meglepő tehát, hogy alig néhány évvel a színes televíziózás elindulása után, a 60-as évek derekán a kutatók már hozzáfekttek egy új, kompromisszum-mentes televíziós rendszer kifejlesztéséhez. A cél az akkoriban minőségi etalonnak tekintett 35 mm-es film minőségi paramétereinek elérése volt.

Erőfeszítéseik eredményeképpen elsőként 1989-ben Japánban, ugyan még analóg formában, aztán 1997-től az Egyesült Államokban már digitális rendszerként, majd gyorsuló ütemben a világ más részein is megjelentek a korszerű HDTV rendszerek. A 90-es évek elején Európa is próbálkozott vele, de aztán egy balul sikerült kísérlet miatt (HD-MAC³), mintegy 10 évig Európában nem illett emlegetni a HDTV-t.

A 2000-es évek elején aztán kiderült, hogy egyrészt a HDTV megállíthatatlanul terjed az egész világban, másrészt, hogy az európai DVB-projektek által kifejlesztett digitális műsorterjesztő rendszerek minden további nélkül alkalmasak a digitális HDTV jelek átvitelére is. Ráadásul, a HDTV gyors elterjedésének leginkább gátat szabó magas vevőkészülék árak jelentősen csökkenni kezdtek egyrészt a gyors technológiai fejlődés miatt, másrészt meg az eladott készülékek számának ugrásszerű növekedése következtében. Így aztán, végül Európa is beadta a derekát, s a 2000-es évek első felétől az „öreg kontinensen” is gyorsuló ütemben terjed a HDTV.

Minden jel arra mutat, hogy az elkövetkező néhány évben a technológiai fejlődés egyre nagyobb számú HDTV program megjelenését teszi majd lehetővé valamennyi műsorterjesztő platformon. Amerikai tapasztalatok azt mutatják, hogy aki egyszer kipróbálta a valódi HDTV-t, az a továbbiakban „már nem élhet nélküle”, s nem kíván visszatérni a hagyományos televíziózáshoz. Ezért aztán várható, hogy közönség is egyre nagyobb erőfeszítéseket tesz majd a valószínűsíthetően egyre csökkenő árú HDTV készülékek⁴ beszerzése érdekében.

Tény viszont az is, hogy a HDTV készülékeken csak a valódi HDTV műsorok nyújtanak maradéktalan élvezetet. Az ilyen képernyőkön megjelenített, „hagyományos” technikával készített, majd „HDTV-sített” (fölkonvertált) műsorok bizony elég kiábrándító hatást keltenek. Ez pedig a tartalomkészítőknek adja fel a leckét. Ha viszont körülnézünk a stúdiótechnikai piacon, akkor nem nehéz arra a következtetésre jutnunk, hogy ma már nincs technikai akadálya a tömeges HDTV műsorgyártásnak sem. Meg merjük kockáztatni tehát annak feltételezését, hogy nagyjából a következő évtized közepére

³ HD-MAC – High Definition – Multiplex Analogue Components – nagyfelbontású analóg komponens nyálábolás

⁴ HDTV készülék lehet vagy egy „HD-ready” emblémával ellátott, megfelelő bontással rendelkező analóg (LCD, DLP vagy plazma) televízió, amely a HDTV jelet egy különálló HDTV set-top-box-tól kapja az erre a célra speciálisan kiképzett csatlakozón (HDMI – High Definition Multimedia Interface) keresztül, vagy egy úgynevezett integrált készülék, amely a nagyfelbontású képernyő mellett saját HDTV tunerrel is rendelkezik (IDTV vagy iDTV -- Integrated Digital Television vagy Interactive Digital TV).

a HDTV egyeduralkodóvá válik az egész világon, legalábbis a „helyhez kötött” televíziózásban. Érdemes tehát felkészülni erre a hamarosan bennünket is magával ragadó korszakra.

Az alábbi kis írás megkísérli röviden összefoglalni mindazt, amit a HDTV-ről a nem-technikai szakembernek, meg talán a szélesebb érdeklődő közönségnek tudnia érdemes.

Előzmények

A modern televíziózás megszületése

Több, mint ötven éves elméleti és technológiai felkészülést követően, 1925-ben sikerült először sziluett képeket közvetíteni az 51 évvel azelőtt feltalált Nipkow tárcsa segítségével (Jenkins és Baird). 1926 januárjában az angol Bairdnek sikerült először átvinnie úgy mozgóképet, hogy a közvetített fej arcvonásai fölismerhetők voltak, annak ellenére, hogy a vertikális képbontás mindössze 30 sor volt, a másodpercenként átvitt képek száma pedig mindössze 12,5. Ettől kezdve a mechanikus bontású televíziózás gyorsan fejlődött: a 30 soros bontás először 180-ra, majd 1935-ig 240 sorra nőtt, és másodpercenként már 25 teljes képet továbbítottak.

A mechanikus rendszerekkel folytatott kísérletekkel egyidejűleg az orosz-amerikai Vladimir Zworykin Amerikában felidézte és 1923-ban szabadalmaztatta Campbell-Swinton 1911-ből származó zseniális ötletét egy olyan, teljesen elektronikus TV-rendszer elvére, amely mind a felvevő, mind pedig a képvisszaadó oldalon katódsugárcsővet alkalmazott. A húszas évek második felében több kutatónak is sikerült laboratóriumi körülmények között bebizonyítani, hogy a rendszer működőképes (Zworykin, Philo Farnsworth és a magyar Tihanyi Kálmán, akinek töltéstárolási elve nélkülözhetetlen volt a működőképes képfelvevő cső megalkotásához).

Hamarosan világhossá vált, hogy a mechanikus bontású rendszerekkel nem lehet megvalósítani a tömeges érdeklődést kiváltó, jó minőségű televíziózást. Az elektronikus TV-rendszerek fejlődése viszont a 30-as évek második felére elérte azt a minőséget, amely már felvillantott valamit a televíziózás jövőbeli lehetőségeiből.

1936-ra az EMI cég (Isaac Schoenberg vezetésével) kidolgozta a 405-soros, 50 félképes váltott-soros letapogatású, teljesen elektronikus televíziós rendszert, amit az addigi „Low Definition” rendszerrel ellentétben „High Definition” TV-nek neveztek el, s rövid időn belül szabványosítottak is Angliában. Németországban két évvel később, 1938-ban vezették be a 441-soros, váltott-soros letapogatású High Definition TV-t, az Egyesült Államokban pedig 1941. július 1-től indul el az 525 soros, 30 félképes TV-műsor sugárzás.

Megkezdődött tehát a televíziózás modern korszaka. Végleg eldőlt a csata a mechanikus rendszerek és a tisztán elektronikus TV között. Ez utóbbi olyan fölényrel győzött, hogy méltán érdemelte ki a „High Definition” elnevezést, amely egyébként Zworykintól származott, még 1924-ből, ugyanis így akarta megkülönböztetni az általa szabadalmaztatott elektronikus televíziós rendszert a mechanikustól.

A színes televízió

Az első, Nipkow-tárcsás színes TV-t 1930-ban Baird mutatta be. Az első „High Definition” színes adásra pedig 1940. augusztusában került sor Amerikában (CBS). 1953-ban az NTSC (National Television Systems Committee) és az RCA által kidolgozott színes szabványt az Egyesült Államok nemzeti színes televízió szabványaként fogadta el az FCC⁵, s ezzel hivatalosan is megkezdődött a színes televíziózás.

Európában Franciaország volt az első, ahol 1956-ban Henri de Francé szabadalmaztatta a SECAM színes rendszert. Pár évvel később (1962-ben) Németországban Walter Bruch, az NTSC rendszer hibáit kiküszöbölendő, megalkotta a PAL rendszert. A PAL illetve a SECAM rendszerű színes műsorszórást az európai országokban a 60-as évek második felétől vezették be. Japánban 1960-ban kezdődött meg a színes televíziós sugárzás, az amerikai NTSC. Az ötvenes-hatvanas években bevezetett színes televíziós rendszerek számos technikai-technológiai kompromisszum árán születtek meg. A kompromisszumok mellett, a technológia akkori szintje sem tette lehetővé olyan televíziós rendszer megalkotását, amely hatékonyan képes lett volna kihasználni az emberi látás- és hallásérzékelés valamennyi lehetőségét. Ebben az időszakban, a szélesvásznú film bevezetését követően, a mozi sokkal valóságosabb élményt nyújtott a nézőnek, mint az akkori legkiválóbb televíziós közvetítés. A film részletgazdagsága, ragyogóan tiszta színei, szélesebb (panoráma) képe, s lényegesen jobb hangvisszaadási lehetőségei messze felülmúlták a hagyományos PAL, SECAM vagy NTSC színes televízió lehetőségeit.

A korszerű nagyfelbontású televíziózás

A modern HDTV alapjai

Így aztán Japánban már 1964-ben, alig 4 évvel a színes (NTSC) televízió bevezetését követően (és nem kismértékben a Tokióban abban az évben megrendezett Olimpiai Játékok igen sikeres televíziós közvetítéseinek hatására), az NHK STRL⁶-nél egy új, nagyszabású kutatóprogram vette kezdetét (nem sokkal később más laboratóriumok is követték a példát). A kutatások célja az volt, hogy – teljesen új alapokon – kifejlesszék a 21. század, vagy ahogy mondták, írták: az információs társadalom televízióját. Minőségi etalonnak a szélesvásznú filmet tekintették.

(Feleltébb érdekes, hogy Japánban már akkor használták az „információs társadalom” kifejezést, utalva arra, hogy az elkövetkező évtizedekben az információnak, az információ átvitelnek, s ezen belül a minőségi televíziózásnak – a modern HDTV-nek – döntő szerepe lesz a társadalmak életében).

⁵ Federal Communications Commission – Szövetségi Kommunikációs Bizottság – az USA hírközlési hatósága

⁶ NHK STRL -- Japan Broadcasting Corporation Science & Technical Research Laboratories – Japán Műsorszolgáltató Vállalat Műszaki Tudományos Kutatóintézet

Két nagyon fontos alaptételt rögtön a kutatások elején lefektettek:

- Az új HDTV rendszernek a teljes lángra: a programok előállítására, a műsorterjesztésre és a műsorok vételére egyaránt ki kell terjednie.
- Az új rendszert a korábbi rendszerektől függetlenül, kötöttségektől mentesen, az emberi látás- és hallásérzékelés lehetőségeivel optimális összhangban célszerű létrehozni.

Ez utóbbi nagyon merésznek tűnő követelmény volt, hiszen feltételezte az összes régi rendszer szerint üzemelő vevőkészülék gyakorlatilag azonnali és egyidejű „nyugdíjazását”. (E szinte megvalósíthatatlannak tűnő célkitűzést egyébként csak jóval később, a digitális HDTV rendszerek megjelenésekor lehetett teljesíteni, az analóg-digitális „simulcast elv” alkalmazása révén).

Az eljövendő modern HDTV televíziós rendszernek, az előbbiekből következően, legalább a következő három feltételnek kellett megfelelnie:

- Az ésszerűen elérhető legmagasabb minőségű képet és hangot kellett produkálni, hogy a nézőben a maximális pszichológiai hatást keltse, s ezzel a legnagyobb fokú elégedettséget érje el.
- A rendszert olyan mennyiségű információ átvitelére kellett alkalmassá tenni, hogy az képes legyen más kép- és hangalkotó rendszerek jeleit is hordozni, maximálisan kiszolgálva az eljövendő információs társadalom „audio-vizuális kultúra” iránti igényeit.
- A legfontosabb paramétereiket nemzetközileg elismert szabványokban kellett egységesíteni.

A modern HDTV legfontosabb jellemzői

A kutatómunkát tehát az emberi érzékelés mechanizmusainak igen alapos elemzésével kezdték. Széleskörűen vizsgálták az emberi látás pszichofizikai jellemzőit: a látásélesség, a szín- és a mozgásérzékelés, valamint a látótér pszichológiai összefüggéseit, a látás- és hallásérzékelés együttes hatásait, valamint az emberi látáshoz-halláshoz legjobban illeszkedő audio-vizuális rendszer technikai megvalósítási lehetőségeit.

A vizsgálatok eredményei alapján, a különböző laboratóriumokban tevékenykedő mérnökök végül is öt alapvető kérdés megoldását tűzték ki célul:

- 1) A televízió elindulásakor elfogadott 4:3-as képméretarány, bármennyire hihetetlennek tűnik is, még Edison laboratóriumából származik, 1889-ből. (A hagyomány szerint egy W.K.L. Dickson nevű mérnök filmkamerával kísérletezett akkoriban, s úgy döntött, hogy a filmkocka mérete legyen 1 coll széles és $\frac{3}{4}$ coll magas.) Ezt a 4:3-as képméretarányt szabványosította a filmipar nem sokkal később 35 mm-es (normál) filmként. (A 4:3-as képméretarány tehát azt jelenti, hogy 4 egység képszélességhez 3 egység képmagasság tartozik, vagy másképpen kifejezve: egységnyi

képmagassághoz kb. 1,33 egységnyi képszélességet rendelünk hozzá; amit egyébként az 1,33:1 aránnyal is kifejezhetünk.)

1941-ben, amikor az NTSC a fekete-fehér televízió szabványra tett javaslatot, nem talált semmilyen okot arra, hogy ezt a képméretarányt megváltoztassa, sőt, fontos szempont volt, hogy az akkori 4:3 képméretarányú filmek probléma nélkül vetíthetők legyenek a televízióban.

Az 50-es évekre azonban a helyzet gyökeresen megváltozott. Az amerikai filmipar – éppen a televíziózás gyors felfutása miatt keletkezett versenyhelyzetben – kénytelen volt újítani, hogy megtarthassa nézőit. A század elejétől folytatott szélesvásznú kísérletek és próbálkozások azt mutatták, hogy a szélesebb vásznú film lényegesen nagyobb vizuális élményt nyújt, mint a normál 4:3 képméretarányú. Ezért az egyik ilyen újítás a „CinemaScope” szélesvásznú film bevezetése volt 1952-ben 2,35:1-hez képméretaránnyal, miközben több, ezzel versengő – 1,66:1, 1,75:1 és 1,85:1– képméretarányú szélesvásznú filmet is kipróbáltak.

A vizsgálatok bebizonyították, hogy a szélesebb vászon lényegesen jobban illeszkedik az emberi látás mintegy 30⁰-os vízszintes irányú látómezejéhez (ehhez képest a megszokott 4:3-as képméretarány a látómezőnek mindössze csak a 10⁰-os részét használta ki vízszintes irányban), s így teljesebb vizuális érzetet kelt. A látótérben a középpont felé haladva a részletek felismerése javult, míg a perifériális látás a mozgásokra volt érzékeny.

A filmipar tehát lépett, a televíziós képernyő viszont maradt 4:3 képméretarányú. Ez azt eredményezte, hogy a szélesvásznú film nem illeszkedett a 4:3 képméretarányú televíziós képernyőhöz. A probléma megoldására több eljárást is kifejlesztettek, de igazából egyik sem volt az igazi.

A szélesvásznú film tapasztalataira alapozva tehát az első fontos kutatási célként összefoglalóan azt tűzték ki, hogy megtalálják a jövő televíziós képernyőjének optimális képméretarányát, amely

- jobban alkalmazkodik az emberi látás-érzet mechanizmusához és mozziszerűbb hatást kelt (jobban kitölti az emberi látómezőt),
- kedvezőbb feltételeket teremt a mozgóképek komponálásához, figyelembe véve a térhatású kísérelő hangot is,
- megfelelően illeszkedik a szélesvásznú mozifilm képarányaihoz.

Az első kísérletek után a normál 4:3 képméretarány helyett a szélesebb 5:3 és a 6:3 képméretarány jött szóba, mint az HDTV rendszer képméretaránya. 1970-ben az NHK ideiglenes szabványa 5:3-as képméretarányt fektetett le. Később, számos további kísérletet követően, a legjobb kompromisszumként, végül is a 16:9-es képformátumot fogadták el, ami megközelítően az 1,78:1-es képméretaránynak felel meg, s a leginkább illeszthető a leggyakrabban használt szélesvásznú filmformátumokhoz.

A 16:9-es képméretarányú televíziós képernyőket – éppen a szélesvásznú filmekhez illesztés miatt – már a csúcskategóriás, nagyméretű hagyományos SDTV televízióknál is bevezették. 16:9-es képméretarányú készüléket alkalmaztak a 90-es évek második felében néhány európai országban bevezetett PALplus⁷ rendszerhez is.

- 2) A második fontos kérdés a képfelbontás növelése volt. Mint ismeretes, a televíziós képet függőleges irányban (fönről lefelé) vízszintes sorokra, vízszintes irányban (balról jobbra) pedig képpontokra, vagy másképpen szólva „pixelekre” bontjuk. Amikor tehát azt mondjuk, hogy egy kép függőleges bontása 625 sor (az európai televíziós rendszereknél), akkor azon 625 vízszintes irányú sort értünk.

1946-ban már sikerült előállítani 1000 soros függőleges bontású kísérleti televíziós képet, amelynek minősége messze felülmúlta az akkoriban szokásos bontású televíziós képek minőségét. A kísérletek is egyértelműen azt mutatták, hogy a jövő rendszerének 1000 sor feletti függőleges képbontással kell rendelkeznie. Ezért az új, modern HDTV rendszer függőleges képbontását kezdetben 1125 vízszintes sorban állapították meg, miközben a vízszintes irányú bontás (az egy sorban elhelyezkedő képpontok száma) a 16:9-es képméretarányának megfelelően, több mint a kétszeresére növekedett.

A függőleges és a vízszintes képfelbontás mintegy kétszeresére növelése, valamint a kép „szélesítése” együttesen igen jelentős, közel ötszörös információ többletet jelentett, aminek átviteléhez viszont jóval nagyobb frekvencia sáv szélességre volt szükség. Ekkora sáv szélességek a földfelszínen ugyan nem álltak rendelkezésre, azonban a műholdas televíziózás gyors felfutása a 60-as évek második felétől alkalmas médiumot ígért a nagy sáv szélesség igényű HDTV közvetítések számára.

A képfelbontás finomítása érdekes módon hatott a TV-képernyő szemlélésének optimális távolságára, az úgynevezett nézőtávolságra, amit a képernyő magasságának (H) többszöröseként szokás megadni. A nézőtávolság az SDTV esetében átlagosan $6 \times H$ (ami egy 29"-os, vagyis 72 cm-es képátlójú „nagyképernyős” televízió esetében körülbelül 2,5 méter). Ebben az esetben biztosítható ugyanis, hogy a hagyományos sorbontású kép közelről látható sorstruktúrája az emberi szem számára észrevétlen maradjon, vagyis a vertikális és horizontális irányú sorokat az emberi szem éppen „összeolvasztja”, miközben maximálisan kihasználják a szem feloldóképességét (a részletek megkülönböztetésének képességét).

Ahhoz, hogy a HDTV rendszerek mintegy kétszeres sorbontása által produkált valamennyi részletet a szemünk fel tudja oldani (tehát lássuk a rendszer által kínált finomabb képrészleteket is),

⁷ A PALplus rendszert az EBU és néhány EBU ország közreműködésével a 90-es évek első felében dolgozták ki. A cél egy olyan EDTV (Enhanced Definition TV) rendszer kifejlesztése volt, amely a 16:9-es képernyőjével, és a speciális eszközökkel megnövelt vertikális bontásával, valamint a különleges „clean – tiszta – PAL kódolásával” átmenetet képzett az SDTV és a HDTV között, s ráadásul visszafelé kompatibilis volt a hagyományos rendszerekkel.

a nézési távolságot körülbelül a felére (3H) kell csökkenteni (közelebb kell mennünk a képernyőhöz), vagy meg kell növelni a képernyő méretét (így egy 42"-os, 16:9-es képernyő optimális nézési távolsága körülbelül 1,5 méterre csökken, egy 50"-osé pedig mintegy 185 centiméter lesz!). Az új TV-nézési „geometria” a horizontális látószöget 30° fölé emeli, tehát a 4:3-as képméretarányú rendszerek 10-12°-os látószöge közel megháromszorozódik, a függőleges látószög pedig 8-9°-ról körülbelül a kétszeresére növekszik. A HDTV képernyő tehát a sokkal finomabb bontáson, a nagyobb részletgazdagságon túl, lényegesen jobban kitölti a szem látóterét, s ez jóval kellemesebb és teljesebb vizuális hatást kelt.

- 3) Harmadik problémakörként vizsgálták a képletapogató rendszerit. A televíziózás indulásakor a váltott-soros képbontást vezették be, ami nélkülözhetetlen kompromisszumnak bizonyult a TV-csatorna sávzsélességének csökkentéséhez, valamint a képvillogás kiküszöböléséhez, sajnos a minőség és képfelbontás finomságának rovására⁸.

A váltott-soros bontású képeken a közvetített vékony vízszintes vonalak zavaróan villognak, ugyanis a rendszer ezeket csak az egyik félképben tapogtatja le, s így e vonalakra a képváltási frekvencia a felére csökken, a kritikus villogási határ alá (42 kép vagy félkép másodpercenként). Ugyancsak romlik a képminőség a gyors mozgások esetében, amikor is a kontúrok mintegy „elkenődnek”. A váltott-soros képbontási rendszer nehézségeket okoz a digitális trükkök végrehajtásban és az elektronikus grafikai rendszerekben is. A jeltömörítés bevezetésekor is kiderült, hogy a folytonos (progresszív) letapogató⁹ jelek kompressziója (tömörítése) egyszerűbb, mint a váltott-soros rendszerben előállított jeleké. Újabb komoly probléma jelentkezett, amikor videó-tartalmakat kellett megjeleníteni a folytonos letapogatóval működő számítógépes rendszerekben: a számítógépeken feldolgozott váltott-soros videó anyagokat folytonos letapogatósá kellett átalakítani. (Bár ez csak később derült ki, a mai „lapos” HDTV képernyők mindegyike szintén progresszív letapogatósú!)

Mindezek alapján ésszerűnek látszott, hogy a korszerű, nagyfelbontású televíziót mentesítsék ezektől a kompromisszumoktól és problémáktól, s megteremtsék a megfelelő sebességű folytonos (progresszív) képletapogató technikai feltételeit. Sajnos azonban a váltott-soros rendszerekkel megegyező vízszintes sorszámu progresszív rendszerek lényegesen nagyobb átviteli sávzsélességeket igényelnek, s így bevezetésük a legutóbbi időkig komoly viták tárgyát képezték.

⁸ A képvillogás kiküszöbölésére a televízió által előállított másodpercenkénti képszámot 25-ről 42 fölé kell emelni, mégpedig lehetőleg a televíziós csatorna információ átviteli kapacitásának növelése nélkül. Egy szellemes ötlet nyomán a közvetítendő televíziós kép sorait nem folyamatosan egymás után pásztázzák le a képbontás folyamatában, hanem először a páratlan számú sorokat (1., 3., 5., stb.), ezekből áll össze a „páratlan félkép”, majd a páros számú sorokat (2., 4., 6., stb.), amelynek eredménye a „páros félkép”. Így az eredeti kép helyett (és közvetítési ideje alatt) két félképet kapunk, vagyis másodpercenként 50 félképet. Ezt a módszert nevezzük váltott-soros képletapogatósnak, ami – némi kompromisszumok árán ugyan – de lehetővé tette a villogásmentes televíziós műsorközvetítést.

⁹ A progresszív letapogató rendszerben nincsenek félképek, a teljes képek letapogatósi sorrendje pedig: 1., 2., 3., 4., 5., ... stb. vízszintes képsor.

- 4) Negyedik vizsgálódó kérdésként vetődött fel a korábbi, hagyományos rendszerekkel való kompatibilitás problémája, amit két irányból is vizsgálni kellett.

Az egyik, talán a súlyosabb kérdés az volt, hogy az új HDTV rendszerben előállított jelek vehetők legyenek-e a hagyományos vevőkészülékekkel? A fölvetés hasonló volt a színes televíziózás bevezetésekor hosszú ideig vajdó kérdéshez, vagyis hogy a meglévő fekete-fehér készülékek képesek legyenek-e venni a színes adást, természetesen fekete-fehérben?

Hosszú viták és kitérők után, akkor végül is igen volt a válasz, aminek eredményeként az addig eladott több tízmillió fekete-fehér készülék továbbra is használható maradt. Ennek viszont az volt az ára, hogy a színes rendszerek csak igen súlyos technikai kompromisszumokkal – bár kétségtelen: briliáns megoldásokkal – jöhettek létre.

A másik kérdés az volt, hogy a hagyományos SDTV jeleknek megjeleníthetőknek kell-e lenniük az új HDTV rendszer vevőkészülékein. A megoldás azt tette volna lehetővé, hogy a HDTV vevőkészüléket megvásárlók továbbra is minden további nélkül hozzájussanak a korábban megszokott műsorokhoz (mint ahogy a színes vevőkészülékek is alkalmasak a fekete-fehér adások vételére). Megfelelő konverterekkel ez a kérdés könnyen megoldható, azonban tovább drágította volna az amúgy sem olcsó vevőkészüléket.

Nem volt tehát vitás, hogy az összeférhetőség a korábbi rendszerekkel csak újabb, súlyos kompromisszumok árán valósítható meg. Ugyanakkor azt is nagyon nehéz volt kezdetben elképzelni, hogy olyan új televíziós rendszer jöjjön létre, amelyik nem fér össze a hagyományos színes tv-rendszerekkel, illetve a meglévő készülékekkel. Az igazi megoldást ez esetben is a digitális technológiák megjelenése hozta a későbbiekben.

- 5) Végül ötödik fontos kérdésként a képet kísérő hang problémáját vizsgálták a kutatók. A film, különösen a szélesvásznú film vetítési tapasztalataiból is következett, ráadásul a kísérletek is egyértelműen azt igazolták, hogy a filmnézés vizuális- és hangélménye igen szorosan összekapcsolódik, kölcsönösen erősítve egymás hatásait. A látóteret kitöltő szélesvásznú film és a vizuális eseményekkel szinkronban lévő térhatású hang a nézőben azt az érzetet keltik, hogy maga is részesévé válik az eseményeknek, jelen van, ott van a középpontban, s ez olyan erős lélektani hatással jár, ami rendkívüli mértékben fokozza a filmnézés-hallgatás élményét.

A modern HDTV alkotói a mozi-élményt minél teljesebb mértékben szeretnék volna reprodukálni a televíziózásban is, ezért célul tűzték ki, hogy a kiváló minőségű HDTV képet úgynevezett „High Fidelity”, vagyis nagy élethűségű hangélmény kíséresse.

Bár a jó minőségű sztereo hang a monóhoz képest már lényegesen jobban kielégítette a hanghűség követelményét, az „igazi megoldást” ez esetben is a digitális rendszerek jelentették, amelyek képesek a sokcsatornás (pl.: 5+1 csatornás) úgynevezett „surround” („körülölelő”) térhatású hangtér átvitelére. Az 5+1-es hangrendszer segítségével, no meg a hangmegjelenítő eszközök

(hangfalak) megfelelő megválasztásával és elhelyezésével olyan élethű hanghatások kísérhetik a nagy képernyőn megjelenő HDTV képet, amelyek már igazi „házimozsi” élményt tudnak nyújtani.

A modern HDTV kezdetei a világban

A korszerű HDTV rendszerek egységes kialakítására a világban az elkötelezett szakemberek erőfeszítései ellenére sem kerülhetett sor. Mint annyiszor a televíziózás addigi történetében, külön utakat jártak az egyes földrészek. A korábbiaktól eltérően azonban a modern HDTV kifejlesztésében Japán tette meg az első lépéseket, Amerika és Európa pedig igyekezett felzárkózni (addig Amerika és Európa volt a kezdeményező, s Japán, valamint a világ többi része különböző megfontolások alapján követte a két technikailag legfejlettebb kontinens egymástól eltérő fejlesztéseit). A világ többi része most már három HDTV elképzelés közül válogathatott. Nézzük hát, hogyan is alakultak ki a jelenleg és valószínűleg a közlejövőben is domináns HDTV rendszerek a világ különböző részein!

Japán

Mint már említettük, Japánban, az NHK kutató laboratóriumában, 1964-ben, vagyis alig 4 évvel a színes televízió bevezetése után, intenzíven megkezdődtek a HDTV rendszer kifejlesztését célzó kutatások. 1969-ben, az első bemutatott HDTV rendszer még fekete-fehér volt. 1970-re az NHK megfogalmazta az első ideiglenes HDTV szabványt, amely 1125 vízszintes sort, 5:3-as képméretarányt és váltott-soros rendszert irányzott elő (a progresszív rendszer igen nagy sáv szélesség igénye akkoriban még gyakorlatilag megvalósíthatatlan követelményeket támasztott volna az átviteli rendszerekkel szemben).

A 80-as évek elejére elkészült a kísérleti nagyfelbontású vevőkészülék, valamint a HDTV képmagnó kísérleti példánya. Ekkortájt (1981-ben) mutatták be először a japán HDTV kísérleti rendszert az Egyesült Államokban (ahol, az erről szóló tudósítás szövegű fordítása szerint, a bemutatón résztvevő amerikai urak „feldobták a talpukat” a megdöbbenéstől). 1982-ben a japánok az amerikai kormánytisztviselők, majd az európai szakemberek részére is tartottak nem kisebb feltűnést keltő bemutatót. A rendszerparamétereket úgy választották meg (1125 vízszintes sor és másodpercenként 60 félkép), hogy az új HDTV rendszer a világon működő valamennyi analóg rendszerrel többé-kevésbé kompatibilis legyen (az 50Hz-es villamos hálózatot és ezért 50 félképes rendszert használó európai országokkal kevésbé), ugyanis akkoriban a cél egy egységes HDTV világszabvány elfogadtatása volt. 1983-ra kidolgozták az analóg HDTV rendszer kompressziós és átviteli rendszerét. A már teljesen mondható analóg MUSE¹⁰ japán HDTV rendszer első kísérleti adására 1985-ben került sor, és ekkor kapta a rendszer a Hi-Vision elnevezést.

¹⁰ MUSE (MULTiple sub-Nyquist Sampling Encoding – többszörös alul-mintavételezés és kódolás) – a japán HDTV rendszer jelstruktúrájára utaló kifejezés és rövidítés

1986-ban a világ rádiótávközlési igazgatásait tömörítő CCIR (mai nevén ITU-R¹¹) Dubrovnikban tartotta soros ülését. A nagyjelentőségű eseményre a japánok nem csak elvitték bemutatni az új televíziós rendszerüket, de javaslatot is tettek, hogy az egyébként szabványosítási feladatokat is ellátó CCIR fogadja el világszabványként a japán Hi-Vision HDTV rendszert.

A világ akkoriban az egyik ámulatból a másikba esett a gyorsan fejlődő japán elektronikai ipar, a miniatürizálás szinte hihetetlen eredményei láttán, de azért ez már túl soknak tűnt. Az értekezleten résztvevő európai és amerikai szakemberek keményen nemet mondtak a japán HDTV rendszer szabványosítására. A japán HDTV világszabvánnyá avanszálása ugyanis már messze túlmutatott volna a japán technológiai hegemónia egy újabb megnyilvánulásán.¹²

Így aztán, az Egyesült Államok és Európa is a maga útját kezdte járni. Az USA átvette a 1125/60-as rendszerparamétereket, míg Európa a számára kedvezőbb 1250 soros és 50 félképes rendszer mellett kötött ki.

A japánok, bár előzőleg óriási diplomáciai erőfeszítéseket tettek a rendszerük elfogadtatására, a kudarcot követően – elkeseredés helyett – továbbfolytatták a Hi-Vision rendszer finomítását, s 1989-től beindítottak egy napi egyórás kísérleti műholdas HDTV adást. 1990-91-ben, az amerikai FCC által meghirdetett HDTV rendszerpályázatra (amely az amerikai földfelszíni HDTV szabvány létrehozását célozta meg) elkészítették az úgynevezett keskenysávú (de még mindig analóg) MUSE rendszert, amely már belefért egy 6 MHz-es földi TV-csatornába (így a kábelbe is). 1991-től kezdődően pedig a japán közszolgálati műsorszolgáltató, az NHK napi nyolc órás analóg HDTV műsor sugárzását kezdte meg műholdon keresztül. A HDTV minőségű kép mellett négy digitális hangcsatornát és egy kb. 900 kbit/s-os digitális adatcsatornát is kisugároztak.

Az ezt követő években Japánban a HDTV számos más, nem televíziós területen is alkalmazást nyert: használták az orvoslásban, a filmgyártásban, a nyomtatásban, az elektronikus kiadói tevékenységben, valamint az oktatásban. HDTV alapú múzeumi bemutatórendszereket hoztak létre, s előszeretettel alkalmazták a HDTV rendszert a többfunkciós mozikban is.

1990-ben – az amerikai General Instruments digitális HDTV rendszerajánlatával nagyjából egy időben – kezdtek meg Japánban az akkor még igencsak kísérleti stádiumban lévő MPEG¹³ digitális kompresszió alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát a digitális televíziós műsortovábbító rendszerekben. Az USA-ban a digitális földfelszíni HDTV rendszerek, Európában pedig a digitális műholdas és kábeles rendszerek szabványosítása már a 90-es évtized közepére eredményeket hozott, Japán azonban a maga útját járta, és saját fejlesztésű digitális rendszereket kívánt létrehozni. Japánban

¹¹ ITU-R – International Telecommunication Union – Radiocommunications – Nemzetközi Távközlési Unió Rádiókommunikációs Bizottsága

¹² Komoly aggodalmak merültek föl ugyanis, hogy a japán televíziós technológiával együtt a japán kultúra és mentalitás is elárasztja a világot...

¹³ MPEG csoport (Motion Picture Expert Group – Mozgóképek Szakértő Csoport) – a 80-as évek végétől számos MPEG „jeltömörítési szabványt” fejlesztett ki, amelyek megalapozták a digitális rádió és televízió jeleinek gazdaságos átvitelét és rögzítését, és lehetővé tették a digitális média jeleinek feldolgozását informatikai módszerekkel

jól működött és egyre népszerűbb lett a saját analóg műholdas HDTV rendszer, így ott a digitalizálás nem volt olyan sürgető kérdés, mint az USA-ban és Európában. 1999-re aztán egyidejűleg készült el a japán digitális földi (ISDB-T), a digitális műholdas (ISDB-S) és a digitális kábeles (ISDB-C) szabvány, amelyek egyaránt alkalmasak az SDTV és a HDTV szolgáltatások kiszolgálására.

Egyesült Államok

Az Egyesült Államokban – nem kis részben az 1981-ben és 1982-ben bemutatott japán HDTV sikerek nyomán – 1983-ban hozták létre a „Korszerű televíziós rendszerek bizottságát”¹⁴ azzal a feladattal, hogy koordinálja az akkor már 41 éve működő NTSC színes televízió felváltását egy korszerűbb rendszerrel.

A japán szabványosítási javaslatnak az 1986-os CCIR értekezleten történő elutasítását követően, George Bush amerikai elnök 1987-ben arra kötelezte az FCC-t, hogy addig dolgozzon ki egy amerikai földfelszíni terjesztésű (terresztriális) HDTV szabványt, amíg Japán (és Európa) el nem özönli az amerikai piacot a saját HDTV eszközeivel. Az elnöki leirat egyenesen azt követelte az FCC akkori elnökétől, Al Sikes-től, hogy az USA játsszon vezető szerepet a HDTV rendszerek fejlesztésében és bevezetésében. Így az FCC, egyenesen az Egyesült Államok elnökének utasítására, még abban az évben pályázatot hirdetett az amerikai földfelszíni sugárzású HDTV rendszer mielőbbi létrehozására.

1987-ben az FCC kinevezett egy tanácsadó bizottságot a korszerű televíziós rendszerek vizsgálatára¹⁵, amelynek az is a feladatai közé tartozott, hogy informálja az FCC-t mindazokról a technológiai eredményekről, amelyek szükségesek ahhoz, hogy az Egyesült Államokban létrejöhessen a legkorszerűbb televíziós rendszer¹⁶. Az FCC létrehívott egy mérőlaboratóriumot is, amelynek nem volt más feladata, mint előkészíteni Amerika HDTV szabványát.

Az amerikai erőfeszítések természetesen nem kizárólag a polgári célú HDTV rendszerek megeremtésére irányultak. A katonai ipar és az űrtechnika szakértői is felismerték a nagyfelbontású televíziós rendszerek alkalmazási előnyeit, s rendkívül fontosnak tartották, hogy ezek az eszközök amerikai technológiával is mielőbb rendelkezésre álljanak.

Az FCC pályázatára 1990-ig 23 különböző analóg rendszerjavaslatot nyújtottak be, amikor 1990 júniusában a *General Instruments* cég egy teljesen digitális földfelszíni HDTV rendszer megvalósítására tett javaslatot. Még a televíziós mérnököket is megdöbbentő javaslat szerint a pályázatban leírt digitális HDTV rendszer tömörített jeleit át lehetett vinni a meglévő földfelszíni (és kábeles) 6 MHz-es NTSC csatornákon is.

Történelmi pillanat volt ez, hiszen innen számíthatjuk a digitális televíziózás előttünk kibontakozó nagy korszakát. A pillanat jelentőségét tovább fokozta az a nem sokkal későbbi felismerés, hogy a

¹⁴ Advanced Television Systems Committee – ATSC

¹⁵ Advisory Committee for Advanced Television Systems – ACATS

¹⁶ Advanced Television System – ATV

nagy sávszélesség igényű televíziós jelek digitalizálása és a tömörítési technológiák sikerei nyitották meg az utat a három nagy iparág: a telekommunikáció, az informatika és az elektronikus média egymáshoz való közeledése, divatos szóval konvergenciája előtt. Azt pedig ma már tudjuk, hogy ez a konvergencia-folyamat tette lehetővé, hogy megkezdődjék egy egészen új korszak, az információs társadalom infrastruktúrájának megalapozása és kiépítése.

Az ACATS (az FCC tanácsadó testületének) szakemberei a *General Instruments* javaslatában felismerték a tömörített digitális jeltovábbítás hatalmas előnyeit és lehetőségeit, s javaslatot tettek az FCC-nek arra, hogy a továbbiakban már csak a digitális megoldással foglalkozzanak, és hagyják figyelmen kívül az analóg pályázatokat. Az FCC ezt azzal hagyta jóvá, hogy – megváltoztatva korábbi döntését – történelmi jelentőségű határozatban mondta ki: az új digitális HDTV rendszernek nem szükséges kompatibilisnek lennie az analóg NTSC rendszerrel. Egyben arról is döntött, hogy az analóg-digitális átmenet megkönnyítése érdekében az átmeneti időszakra kötelezővé teszi a korábbi analóg programok simulcast sugárzását is.

Az analóg televíziós rendszerek elterjedésekor az úgynevezett szomszédos csatornákat az NTSC jeltovábbítás interferencia érzékenysége miatt nem osztották ki. A tapasztalatok azt mutatták, hogy az új digitális csatornákat úgy lehetett elhelyezni ezekben a kihagyott csatornákban, hogy azok nem okoztak interferenciát a szomszédos analóg csatornákban. Így az FCC-nek nem kellett újabb frekvenciákat kijelölnie a digitális szolgáltatások bevezetéséhez, s egyben a simulcast probléma is minden további nélkül megoldódott.

Az 1987-es korábbi döntés (amely szerint a kifejlesztendő HDTV rendszernek kompatibilisnek kellett volna lennie az addigi analóg NTSC rendszerrel) gyors megváltoztatásának egyébként éppen az volt az oka, hogy a digitális technika és az alkalmazott MPEG-2 komprimálási technológia teljesen újszerű, úgynevezett hierarchikus belső jelstruktúrát ígért, s gyökeresen új megközelítési módot tett lehetővé a televíziós jelek kezelésében. Az 1987-es FCC határozat szerint megvalósuló kompatibilis analóg HDTV rendszer a korábbi rendszernek csak egy fejlettebb változatát hozta volna létre, amelynek további fejlesztései csak újabb és újabb kompromisszumok árán lettek volna megvalósíthatók. Az új, hierarchikus struktúrájú digitális HDTV rendszer viszont – rendkívüli flexibilitásánál fogva – a kezdetét jelenthette egy új korszaknak, amely lehetővé tette, hogy a jövő fejlesztései a korábbi rendszerre épülve, azt integrálva és kompromisszumok nélkül valósuljanak meg.

A General Instruments javaslatával tehát kezdetét vette a világon a digitális televíziózás, de egyben felsejlett az út a legmagasabb minőségi igényeket is kielégítő digitális HDTV irányába is!

E történelmi jelentőségű pillanatokot követően több amerikai és európai cég nyújtott be önálló vagy közösen fejlesztett digitális rendszer javaslatokat az ACATS részére. Az ACATS a beérkezett digitális HDTV javaslatok igen alapos és minden részletre kiterjedő vizsgálata után, 1993-ban azt a szokatlan

javaslatot tette a pályázóknak, hogy egyesítsék erőfeszítéseiket, s együtt hozzák létre azt a rendszert, amely a „legeslegjobb a legjobbakkal között”¹⁷.

A nem mindennapi kérést kemény szakmai és üzleti megbeszélések követték a felek között, majd megtörtént a csoda: az érdekelt amerikai és európai cégek (az AT&T, a David Sarnoff kutató központ, a General Instruments, a Massachusetts Institute of Technology, a North American Philips, a Thomson Consumer Electronics és a Zenith Electronics) megegyeztek, és 1993. május 24-én létrehozták a technikatörténetben szinte egyedülálló „nagy szövetséget”, a digitális Grand Alliance konzorciumot. A szövetség tagjai elhatározták, hogy közös erőfeszítéssel létrehozzák az Egyesült Államok digitális HDTV szabványát.

Két éves megfeszített munka után a Grand Alliance által megalkotott digitális földfelszíni HDTV rendszert alapos helyszíni vizsgálatoknak vetették alá, majd 1995 novemberében benyújtották elfogadásra a FCC-nek.

A laboratóriumi tesztek és a valós körülmények között végzett kísérletek igazolták az elvárásokat. Így az FCC, a televíziósokkal, a filmesekkel és az informatikai ipar képviselőivel folytatott hosszú viták után, 1996. december 24-én elfogadta Amerika digitális HDTV szabványát, az ATSC szabványt. Érdemes röviden idézni a szabvány legfontosabb célkitűzéseiből. Ezek szerint a szabvány

- a televíziós műsorok kép- és hangminőségének átütő erejű javulását idézi majd elő;
- lehetővé teszi számos egyéb (egyidejűleg 256 különböző) szolgáltatás nyújtását;
- lehetővé teszi a jövő fejlesztéseit, a már működők zavarása és módosítása nélkül;
- együttműködést tesz lehetővé a számítógépekkel és más, a nemzeti informatikai infrastruktúrához tartozó digitális eszközökkel.

Ezt követően az ATSC szabványt számos további ország is megvizsgálta. Közülük Kanada (1997 novemberében), Dél-Korea (szintén 1997 novemberében), Argentína (1998 októberében), Mexikó (2004. júliusában) nemzeti szabványként fogadta el az USA HDTV szabványát. (Érdekes, hogy Argentína 2006-ban megváltoztatta döntését, és az európai DVB-T rendszer mellett tette le a végső voksot.)

Európa

A Japánban és az USA-ban zajló események hatására Európa is felgyorsított, és 1987-ben megkezdte a saját 1250 vízszintes soros és másodpercenként 50 félképes HDTV rendszerének kidolgozását. A cél egy analóg, úgynevezett HD-MAC műholdas HDTV rendszer kifejlesztése és világszabványként való elfogadtatása volt, miután a 80-as évek második felében folytatott intenzív kutatások egy szélessávú

¹⁷ "best of the best"

digitális műholdas HDTV rendszer megvalósítási lehetőségeinek földerítésére nem hoztak kézzelfogható sikert.

A 90-es évek elején több alkalommal is kipróbálták a kísérleti HD-MAC rendszert (a sevillai World EXPO-n, a barcelonai Nyári Olimpiai Játékokon), a gyermekbetegségeket kiküszöbölni és a szabványt elfogadtatni azonban csak 1994-re sikerült. Addigra viszont – a digitális rendszerek fejlődése következtében – az analóg HD-MAC már el is veszítette aktualitását, s a szabvány elég vastag kötete a fiókok mélyére került.

1993 augusztusában, bár még dolgoztak az analóg európai HDTV szabványon, megalakult az európai DVB¹⁸ projekt, amely célul tűzte ki az európai digitális televíziózás mielőbbi megteremtését, s az ehhez szükséges digitális műsorterjesztési szabványok megalkotását.

Hosszadalmas viták után Európa végül is úgy határozott, nem követi a japán és amerikai példát, és a HDTV – legalábbis egy időre – kikerült az európai preferenciák köréből. Ennek megfelelően határozták meg a DVB projekt menetrendjét: Európa számára elsődleges fontosságúnak ítélték meg a sokcsatornás, hagyományos felbontású (SDTV) digitális műholdas és kábeles műsorterjesztő rendszerek kifejlesztését. Eldöntötték azt is, hogy a digitális földfelszíni műsorsugárzás feltételeinek megteremtésére csak ezt követően kerülhet sor.

Érdeemes már most hangsúlyozni viszont, hogy bár a HDTV-ről közel 10 évig valóban nem illet említést tenni európai szakmai fórumokon, a DVB projekt keretében elkészülő és az SDTV rendszerek digitális átvitelét megcélzó valamennyi szabványról kiderült, hogy minden további nélkül alkalmasak a digitális HDTV programok átvételére is... Ennek köszönhetően, mint később látni fogjuk, több Európán kívüli ország használta fel az európai DVB szabványokat a HDTV szolgáltatások elindítására.

Az európai DVB projektet valószínűleg az egyik legjelentősebb és legkiemelkedőbb eredményeket produkáló kezdeményezésként fogja számon tartani a technikatörténet. Az 1993. augusztusában létrehívott projektbe bekapcsolódó, rohamosan növekvő számú szervezet szakértői alig egy év alatt kidolgozták az átviteli közeg tulajdonságaihoz optimálisan illeszkedő digitális műholdas (DVB-S) és digitális kábeles (DVB-C), majd nem sokkal később a digitális földfelszíni (teresztriális, DVB-T) televíziós szabványokat, s ezzel megteremtették a digitális televíziózás (s mint kiderült, a digitális HDTV) technikai alapjait Európában, s a világ számos más területén.

Az „alapszabványok” mellett a DVB projekt számos „támogató” szabványt is létrehozott, amelyek lehetővé tették a digitális műsorátvitel mellett például az úgynevezett szolgáltatási információk (DVB-SI) vagy a feliratok (DVB-SUB) elállítását és továbbítását, illetve az interaktivitást megteremtő visszirányú csatornák hozzáillesztését az egyes műsorátviteli rendszerekhez. Ugyancsak a DVB

¹⁸ DVB – Digital Video Broadcasting – értelemszerű fordítása: digitális műsorterjesztés

projekt fejlesztette ki az MHP¹⁹ szabványt, amely a vevőkészülékeket teszi alkalmassá számos interaktív digitális szolgáltatás fogadására.

A pán-európai kezdeményezésként indult és kezdettől fogva rendkívüli hatékonysággal működő projekt hamarosan túlnőtt a kontinensen, s a ma már több, mint 260 tagszervezet összesen mintegy 35 országot képvisel a világ legkülönbözőbb tájairól.

A digitális műholdas szabvány (DVB-S) már 1993-ban elkészült. 1994-ben elfogadták a digitális kábeles szabványt (DVB-C), és 1996 végére már sikerült szabványosításra előterjeszteni (az ETSI-hez²⁰) a digitális földfelszíni szabványt is (DVB-T). A műholdas DVB-S szabvány gyakorlatilag világszabvánnyá vált, hiszen egyaránt használják Európában, Amerikában, Ázsiában, Afrikában és Ausztráliában. A DVB-C digitális kábel szabvány szerinti digitális kábelhálózatok szintén szerte a világban működnek.

A DVB-T szabványt a világ számos országában alaposan megvizsgálták és tulajdonságait gondosan egybevetették az amerikai ATSC digitális HDTV szabvánnyal. A vizsgálatok eredményei alapján több, mint ötven országban: többek között Ausztráliában, Új-Zélandon, Oroszországban, a Közel-Keleten, számos ázsiai országban (pl.: Indiában, Indonéziában, Hong-Kong-ban, Iránban, Szingapúrban, Thaiföldön, Malaysiában, a Fülöp-szigeteken, Tajvanon, a volt ázsiai szovjet köztársaságok egy részében), több Dél-Amerikai országban (pl.: Argentínában, Uruguayban) és az afrikai országok többségében az európai rendszert találták megfelelőbbnek, és így a DVB-T rendszer, mint digitális földfelszíni SDTV, illetve HDTV műsortovábbítási rendszer bevezetése mellett döntöttek (mint már említettük, Argentína 1998-ban eredetileg az ATSC rendszer mellett voksolt, 2006-ban azonban megváltoztatta döntését, és végül a DVB-T-t választotta).

Így, a DVB-T rendszer is világszabvánnyá vált, s ez Európa, illetve a DVB projekt számára igen komoly technikai diadalt jelentett. Érdekes, hogy az alkalmazók egy része még az Egyesült Államokban is komolyan és hivatalosan fölvetette, hogy az ATSC rendszer helyett technikailag célszerűbb lenne az európai DVB-T rendszert bevezetni (több ilyen tartalmú javaslat is érkezett az FCC-hez). Az FCC ezeket a javaslatokat, némi hezitálás után, természetesen elvetette, ami viszont semmit nem von le a DVB-T rendszer technikai értékeiből.

Ma, szerte a világban, 150 millióra teszik a különféle DVB rendszerek vételére alkalmas digitális vevőkészülékek számát.

Az eredetileg megalkotott szabványokat a DVB projekt folyamatosan kiegészíti és továbbfejleszti. Az elmúlt évek technológiai kihívásaira válaszolva hozták létre a mobil televíziózást megalapozó DVB-H szabványt, valamint a DVB szolgáltatások és a szélessávú hálózatok integrációját lehetővé tévő DVB-

¹⁹ Multimedia Home Platform – a digitális vevőkészülékek (set-top-boxok) számára kifejlesztett szoftverrendszer („middleware”), amely alkalmassá teszi a vevőkészüléket a legkülönfélébb interaktív alkalmazások fogadására és feldolgozására. Az újabb és újabb fejlesztésű alkalmazások nyílt, szabványosított API-kon (Application Programming Interface – alkalmazásprogramozási csatlakozó felület) keresztül csatlakozhatnak a middleware-höz, aminek következtében a vevőkészülékek minden változtatás nélkül képesek feldolgozni ezeket az újonnan kifejlesztett szolgáltatásokat.

²⁰ European Telecommunications Standards Institute

IPTV szabványt. A DVB projekt komoly erőfeszítéseket tett a digitális átviteli rendszerekben alkalmazható tartalom- és másolásvédelmi technológiai rendszerek kifejlesztése és gyakorlati alkalmazása területén is. Már megjelent a mintegy 30%-os kapacitásnövekedést lehetővé tévő továbbfejlesztett DVB-S2 szabvány, és jelenleg dolgoznak a valószínűsíthetően hasonló hatékonyság növekedést hozó DVB-T2 szabványon is²¹. Nem nehéz megjósolni, hogy hamarosan lesz DVB-C2 szabvány is.

A HDTV jelene

Mint ahogy alapvetően különbözött egymástól a HDTV rendszerek kialakításának filozófiája és menetrendje a három eddig tárgyalt földrajzi térségben, a HDTV jelenlegi helyzete is természetesen nagy eltéréseket mutat Japánban, az Egyesült Államokban és Európában, valamint az egyes térségeket követő országokban. A HDTV világméretű elterjedése alapvetően függött azonban néhány közös és egymással szorosan összefüggő kérdéstől is. Az egyik ezek közül az volt, hogy milyen ütemben csökkenthetők a HDTV tartalomkészítő (stúdiótechnikai) berendezések, valamint a HDTV vevőkészülékek, különösen az úgynevezett „lapos képernyős” TV-készülékek kezdetben csillagászati magaslatokat súroló árai. Az előbbtől elválaszthatatlan, kritikus kérdés volt az is, hogy milyen ütemben sikerül fokozni valódi HDTV tartalmak előállítását.

Szerencsére, a 90-es évek második felében a nemzetközi szervezetekben sikerült egységesíteni néhány fontos HDTV paramétert (például a képformátumok egyes jellemzőit). Ez is, meg az informatikával összeházasított elektronika legújabb mikroáramkörei, továbbá a korszerű rendszerkialakítási elvek végül is technikailag lehetővé tették, hogy az egyes készülékek minimális változtatásokkal alkalmasak legyenek a különféle HDTV formátumok feldolgozására. A berendezések és eszközök, a vevőkészülékek rendszerszintű egységesítése azért volt fontos, mert az árak csökkenése csak egy bizonyos kritikus tömegű piaci igény megjelenését követően kezdődhetett meg, amit az egyes földrajzi térségek önállóan csak sokkal hosszabb idő után lettek volna képesek felmutatni.

A HDTV műsorsugárzás közel húsz éves (és a digitális HDTV műsorsugárzás közel 10 éves) világtörténete a világ egyes részein – mint láttuk – sokáig egymással párhuzamos egyenesek mentén haladt, s a statisztikák is külön-külön tartották számon a fejlődés legfontosabb állomásait. A legutóbbi évek történései azonban arra engednek következtetni, hogy a trendek közelednek egymáshoz, s ezt támasztják alá a jövőre vonatkozó becslések is, amelyek már egyre inkább a HDTV terjedésének és fejlődésének világméretű számairól szólnak.

²¹ A DVB-T2 szabvány elkészültének várható időpontja 2008. A technológia kiírás szerint legalább 30%-os kapacitásnövekedést kívánnak elérni a DVB-T-hez képest. A rendszernek támogatnia kell az MPEG-2 „transzport bitfolyam” mellett valamennyi DVB transzportot is.

Japán

Az új japán digitális műholdas szabvány szerint megépült rendszerek debütálására és a digitális műholdas SDTV és ezzel egyidejűleg a digitális műholdas HDTV szolgáltatások elindítására 2000. december 1-én került sor. Ekkor a japán TV-háztartások mintegy egyharmada (több mint 16 millió háztartás) rendelkezett az analóg MUSE rendszerű műholdas HDTV műsorok vételére alkalmas vevőkészülékkel. Azt tervezték, hogy a digitális szolgáltatások elindításától számított kb. három év alatt mintegy 10 millió digitális vevőkészülék talál gazdára Japánban.

2003 decemberében Japán nagyobb városaiban (Tokió, Oszaka, Nagoya) elindították a digitális földfelszíni televíziós szolgáltatásokat is. A japán kormány egyidejűleg bejelentette, hogy 2011-ig el kell érni az ország teljes digitális fedettségét, hogy az analóg szolgáltatások eddig az időpontig teljes mértékben megszüntethetők legyenek. A kormány hangsúlyozta, hogy a digitális szolgáltatásoknak jóval több értéket kell nyújtaniuk a lakosság számára, mint amennyire az addigi analóg szolgáltatások képesek voltak, s ezért már a kezdetektől előírta, hogy a digitálisan sugárzott műsorok több mint 50%-át HDTV műsorként kell előállítani és eljuttatni a nézőkhöz.

A digitális HDTV gyors elterjedését Japánban nagy mértékben elősegítette egyrészt a nagy műsorkészítő stúdiók viszonylag gyorsütemű átállítása a HDTV technológiára, megteremtve ezzel az alapot a tömeges HDTV műsorgyártáshoz, másrészt a HDTV műsorok vételére alkalmas vevőkészülékek egyre növekvő kínálata. Az analóg vevőkészülékekhez kapcsolható digitális set-top-box-ok mellett egyre nagyobb választékban állnak rendelkezésre az úgynevezett „mindent egyben”²² tudó integrált digitális HDTV készülékek, amelyek a HDTV képernyő mellett a földfelszíni és a műholdas digitális HDTV adások vételére egyaránt alkalmas digitális HDTV tunerrel²³ is rendelkeznek.

Jelenleg érdekes és sikeres kísérleteket folytatnak a HDTV jelek átvitelére szélessávú vezeték nélküli hálózatokon (például mobile WiMax hálózatokon), tovább bővítve a HDTV alkalmazások lehetséges körét a hordozható televíziós készülékek műsorellátására.

Egyesült Államok

A digitális HDTV műsorsugárzás 1998-ban kezdődött meg az USA-ban. Az FCC akkoriban 2006. végére irányozta elő az analóg NTSC sugárzás befejezését azzal, hogy azokon a területeken, ahol a digitális HDTV a TV-háztartások minimum 85%-ába eljut, meg lehet szüntetni a simulcast sugárzást. Az FCC végső célként az tűzte ki, hogy a jelenleg felhasznált frekvenciaspektrum 10-15 %-át más célra hasznosítják a simulcast sugárzás megszüntetését követően (ebből több milliárd dollárért a mobil szolgáltatások számára is juttatni kívántak frekvenciákat).

²² All-in-one

²³ Tuner – hangolóegység, amely képes kiválasztani az antennára beérkező frekvenciasomagnál a fogyasztó által kívánt rádió- vagy TV-csatornát (tulajdonképpen a vevőkészülék „első fokozata). A digitális HDTV tunerrel felszerelt HDTV képernyős készülék önállóan képes a HDTV műsorok vételére és megjelenítésére.

Az első években azonban a digitális HDTV szolgáltatások meglehetősen lassan futottak fel, s a vevőkészülékek száma is lassan nőtt. Ezért az FCC a nagyteljesítményű analóg földi adók kikapcsolását 2009. február 17-re halasztotta. Létrehozott egy információs honlapot, amelyen a nézők a digitális televíziózással kapcsolatos valamennyi szükséges információhoz hozzájuthatnak, s amelyet egy másodperc pontosságú „visszaszámlálóval” is elláttak, mutatva az időt, ami még hátravan az analóg adások kikapcsolásáig.

Az FCC előírta, hogy 2007. márciusától valamennyi forgalomba hozott televíziós vevőkészüléket fel kell szerelni beépített digitális tunerrel. Létrehozott egy olyan támogatási rendszert is, amely 2008-tól mintegy 80 dollár támogatást nyújt mindazon háztartásoknak, amelyekben a meglévő analóg televíziókészülékekhez digitális set-top-box-ot kívánnak vásárolni.

Az elmúlt egy-két évben mind a szolgáltatások, mind a készülékek száma ugrásszerű növekedésnek indult. 2004-ben a 108 millió TV-háztartásból már 7,2 millióban volt HDTV készülék, s ezek 75%-át 2003-ban vásárolták. 2006 végére a HDTV vételére alkalmas készülékek száma elérte a 28 milliót (2006-ban 11 millió készüléket adtak el). A készülékek között egyre több a „lapos képernyős” plazma, DLP és LCD készülék.

A látványos növekedésnek több oka is van. Egyrészt gyorsan bővül a HDTV szolgáltatások kínálata, s közülük is különösen népszerűek az egészen különleges élményt nyújtó HDTV közvetítések a nagy tömegeket érdeklő sporteseményekről. Az amerikai TV-társaságok által sugárzott filmek, show műsorok, zenei műsorok több mint 50%-a ma már HDTV minőségben is eljut a megfelelő felszereléssel rendelkező nézőkhöz.

Másrészt, a vevőkészülékek ára rohamosan csökkent az elmúlt 1-2 évben (2006-ban a plazmáké 30%-kal, az LCD készülékéké mintegy 15%-kal²⁴). Az átlagos HDTV készülékek korábban 10 ezer dollár fölötti ára mára már 3 ezer dollár alá csökkent, de lehet 1000 dollár alatti készüléket is kapni. Az előrejelzések szerint az eladott HDTV készülékek számának további igen gyors növekedése várható, amikor a HD minőségű DVD-rendszerek és a hozzájuk való tartalmak széles körben elterjednek a piacon.

Harmadrészt, a hatóságok, a gyártók és a forgalmazók is felismerték, hogy a nagyközönség rendkívül tájékozatlan a digitális televíziózást és a HDTV-t illetően. Oktatásokat és nagyszabású kampányokat szerveznek, amelyek – növekvő sikerrel – igyekeznek elmagyarázni az embereknek a digitális, illetve a HDTV szolgáltatások igénybevételéhez szükséges alapvető tudnivalókat és technikai feltételeket.

Európa

Az európai HDTV „újrakezdése” egy ALFACAM nevű belga televíziós társaság nevéhez fűződik, amely megalapította az Euro1080 televíziós szervezetet. Az Euro1080 indította el 2004. január 1-én Európa első HDTV műsorát az ASTRA műholdon keresztül. Az elsősorban HDTV bemutatókat

²⁴ LRG's study: "HDTV 2006: Consumer Awareness, Interest and Ownership"

sugárzó HD1 csatorna mellett (amelyet néhány hónapos szabad hozzáférésű sugárzást követően kódoztak, s így most már csak az előfizetők juthatnak hozzá) hamarosan létrehozták az élő műsorokat, illetve speciális események HDTV-ben rögzített változatait sugárzó HD2 csatornát is. 2005-től mindkét programot már simulcast sugározták MPEG-2 és a mintegy kétszeres kapacitáskihasználást biztosító MPEG-4 kódolással. A közelmúltban elindult a HDTV kifejezett népszerűsítését szolgáló HD5 csatorna, amely a HD2 csatornával időosztásban működik, és 2006. október 1-én indították el az EXQI elnevezésű kulturális csatornát is. 2008-ban tervezik újjá bocsátani a HD3 zenei, illetve a HD4 dokumentumfilm csatornát, és ugyanekkor a HD1 átalakul sportcsatornává.

Az Euro1080 műsorait ma már több műhold, s számos kábeltársaság is átveszi, illetve továbbítja. 2007. januárjától a műsorok műholdas sugárzása egy csatorna kivételével már kizárólag az MPEG-4 rendszerben történik. Az Euro1080 rendszer a kiváló minőségű HDTV kép mellett 5+1-es Dolby Digital rendszerű térhatású hangot is szolgáltat a vevőkészülékek számára. Érdeemes megjegyeznünk, hogy az európai HDTV elindításának egyik fő kezdeményezője, az Euro1080 szervezet vezetője, egy magyar származású médiszakember: Gabriel Fehervari, vagyis Fehérvári Gábor.

Az Euro1080 példáját számosan és gyorsan követték. Az angol BBC és Sky, a francia M6, TPS és TF1, illetve a német Premiere nem sokkal az Euro1080 indulását követően bejelentették, hogy 2005-2006-ban elindítják saját HDTV csatornáikat. A Premiere rögtön hármat is tervezett, a BBC pedig hírül adta, hogy 2010-től már csak HDTV programokat fog előállítani. A nagy holland kábeltársaság, a UPC sem akart lemaradni, s megerősítette, hogy a kábelhálózatain kész HDTV műsorokat is továbbítani. Mindenki azt remélte, hogy 2006-ban, a Németországban megrendezésre kerülő futball világbajnokság döntő lökést ad majd a HDTV vételére alkalmas vevőkészülékek számának növekedéséhez, s egyben az árak csökkenéséhez, ami aztán további vételi szándékokat generál.

A várakozások nagyrészt beváltak, ugyanis 2006 végére Európa 10 országában indultak el a HDTV szolgáltatások²⁵, és a HDTV-háztartások száma mára már meghaladja a nyolcmilliót.

Franciaországban 10 tv-csatorna sugároz HDTV műsort²⁶ különböző műholdakon keresztül. A „Jövő televíziója” elnevezésű új törvény helyet szorított a HDTV számára a DTT²⁷ platformon is. 2006 júniusától Párizs, Lyon és Marseille környékén két HDTV csatornát sugároz a DTT platform: a TF1 és az M6 műsorát egyetlen multiplexen. A törvény azt is előírja, hogy a HD-ready Tv-készülékekbe be kell építeni a HDTV adások vételére alkalmas tunert.

Angliában a Telewest cég 2005 végén indított korlátozott terjedelmű kísérleti HDTV VoD szolgáltatást. 2006 májusában a Sky indította el műholdas HDTV programjait. 2006-ban a BBC kísérleti HDTV szolgáltatásai műholdon és kábelen is elérhetővé váltak (a műsorok kizárólag HDTV

²⁵ Belgium, Franciaország, UK, Olaszország, Lengyelország, Luxemburg, Ciprus, Törökország, Svédország, Spanyolország

²⁶ TF1, M6 HD, TPS Star, ARTE France, Ushuaia TV, Canal+ és Canal+ Sport, a National Geographic HD France, Luxe TV

²⁷ DTT – Digital Terrestrial Television – digitális földfelszíni televíziós platform

formátumban készülnek), és az ITV is elindította kísérleti HDTV műsorait a kábeles előfizetők számára.

Az angol közszolgálati csatornák (a BBC, az ITV, a Channel 4 és a Five) megállapodtak egy egyéves időtartamú HDTV kísérlet lefolytatásában a digitális földfelszíni platformon London térségében. A kísérlethez az Ofcom két ideiglenes multiplexre adott ki engedélyt a hagyományos digitális földfelszíni szolgáltatásokat nyújtó 6 mellé. A két multiplexen négy HDTV műsor sugárzását kezdték meg 2006 június 26-án, egyelőre 450 néző részére. A kezdési időpont egybeesett a futball világbajnokság megnyitásával. A kísérleti platformon a sportprogramok mellett számos filmet, zenei és drámai programot, dokumentum- és természetfilmet sugároznak.

A kísérleti HDTV sugárzásban résztvevő nézők korábban már rendelkeztek digitális vételi lehetőséggel, és így hozzászóltak a jó minőségű képhez és hanghoz. Mégis, döntő többségüket nagyon meglepte a HDTV minden addigi televíziós élményüket meghaladó, kiemelkedő minősége. Élményeikről „szuperlatívuszokban” számoltak be, és – hasonlóan az amerikai nézőkhöz – nehezen tudják elképzelni a visszatérést a hagyományos digitális televízióhoz. Érdekes viszont, hogy amíg az amerikai nézők elsősorban a HDTV sportműsorok korábban elképzelhetlenül magas minőségéről áradoztak, addig az angol nézők közül többeknek inkább a HDTV természetfilmek élethűségétől „esett le az álla”.²⁸

Jelenleg Angliában a kísérleti közszolgálati csatornákon kívül 13 HDTV csatorna műsorai vehetők a különböző műholdakról, illetve kábeles hálózatokon²⁹.

Németországban a Pro7 és a Sat1 2005 októberében indította el szabad hozzáférésű műholdas HDTV programját. 2005 decemberében csatlakozott hozzájuk három csatornával a Premiere, amely a 2006-os futball világbajnokság valamennyi meccsét HDTV-ben is közvetítette. A Premiere mindhárom csatornáján kizárólag HDTV formátumban készült műsorokat sugároz (nem alkalmaz „felkonvertálást”). A német HDTV-kínálat 2007 elején összesen öt csatornából állt³⁰.

Olaszországban a Sky két olasz HDTV csatornája mellett 2006 végéig további 3 HDTV csatorna sugárzott műsorokat³¹.

A felsoroltakon kívül 2007 első negyedében további 5 belga (az Euro1080 csatornáit), 4 svéd, 2 lengyel, továbbá egy-egy spanyol, török, ciprusi és amerikai HDTV csatorna áll az európai közönség rendelkezésére. Az ASTRA műhold társaság Luxemburgból sugároz promóciós jellegű HDTV műsorokat.

²⁸ A BBC, az ITV, a Ch 4 és a Five közös beszámolója a kísérletről.

²⁹ Discovery HD UK, Sky Sports HD1 és HD2, Sky Movies HD1 és HD2, Sky Anytime HD1 és HD2, Sky HD Promo, Sky Box Office, Sky Arts, Sky One, National Geographic UK, The History Channel

³⁰ Premiere HD Film, Discovery HD Deutschland, Anixe HD, Sat1, Pro 7 HD

³¹ Sky Sport HD Italia és Cinema HD, Next HD, National Geographic Italy, Rete 4

A HDTV-vel összefüggő néhány technikai kérdés

Képfarmátum

Az Euro1080 elnevezésben az 1080-as szám az alkalmazott 1080i/50 HDTV képfarmátumra utal. Ennek a képfarmátumnak a teljes elnevezése: 1080x1920i/50. Az 1080-as szám a HDTV kép vízszintes sorainak számát, az 1920-as szám pedig az egy-egy vízszintes sorban található képpontok (pixelek) számát jelenti. Az „i” betű azt mutatja, hogy váltott-soros (interlaced) rendszerről van szó, az 50-es szám pedig a másodpercenkénti félképek számát jelöli.

Ez a képfarmátum az ITU-ban 1997-ben meghozott, a digitális HDTV világméretű elterjedése szempontjából nagyfontosságú döntés nyomán született meg. Ekkorra sikerült a szakembereknek – hosszadalmas viták után – megállapodniuk a digitális HDTV legfontosabb megjelenítési paramétereit egységesítő, úgynevezett közös képfarmátumról³². A közös képfarmátumú képből a vízszintes sorok száma (a függőleges bontás) 1080, az egy-egy vízszintes sorban található képpontok (pixelek) száma (a vízszintes bontás) 1920, a képméretarány pedig 16:9. Az úgynevezett 50 Hz-es országokban a közös képfarmátum „időbeli felbontása” másodpercenként 50 félkép, a 60 Hz-es országokban pedig másodpercenként 60 félkép³³. A közös képfarmátum kialakítása nagymértékben megkönnyítette a különféle szabványok szerint készített digitális HDTV műsorok cseréjét, és hozzájárult az egységes formátumú és a különféle rendszerekhez könnyen adaptálható televíziós berendezések és vevőkészülékek gyártásához.

Az EBU³⁴ Technikai Bizottsága 2004. áprilisában az európai HDTV rendszer alap-képfarmátumaként (legalábbis az EBU tagországok számára) a nem-váltott-soros, vagyis a folyamatos letapogatású (progresszív) rendszer bevezetését javasolta. A kiadott dokumentum szerint az európai HDTV sugárzási szabvány képfarmátumaként az EBU a 720p/50 vagy 1080p/50 rendszert ajánlja, ahol a 720 és az 1080 a HDTV kép aktív (látható) vízszintes képsorainak számát jelenti, a „p” a progresszív letapogatási rendszerre utal, az 50 pedig a másodpercenként átvitt egész képek száma. A rendszerek teljes jelölése: 720x1280p/50, illetve 1080x1920p/50, ahol az 1280, illetve az 1920 az egy vízszintes sorban található képpontok számát (a vízszintes bontást) jelöli a 16:9 képméretarányú képből.

Az EBU kiállítását a progresszív rendszerek mellett sokan vitatták, elsősorban azon gyártók köréből, amelyek a váltott-soros műsorkészítő technikai rendszerek gyártását célozták meg. De a szakemberek egy része is az 1080i rendszert preferálta, annak kétségtelenül nagyobb vízszintes felbontása miatt (vízszintes soronként 1920 képpont, szemben a 720p rendszer 1280 képpontjával).

³² CIF – Common Image Format

³³ Korábban, technikai okok miatt, a televíziós rendszerek képváltó áramköreit „összeszinkronizálták” a hagyományos elektromos hálózattal. Így alakult ki az 50 félképes rendszer az 50 Hz-es országokban (pl. egész Európában) és a 60 félképes rendszer a 60 Hz-es országokban (pl.: Amerikában, Japánban). Bár technikailag ma már az „összeszinkronizálás” nem szükséges, a tradíció fennmaradt.

³⁴ European Broadcasting Union – Európai Műsorszolgáltatók Szövetsége

Az EBU viszont azzal érvelt, hogy egyrészt, a váltott-soros rendszer betöltötte szerepét, és számos előnytelen tulajdonsága miatt (lásd fentebb) a jövő HDTV rendszerét ésszerűtlen beleszorítani a váltott-soros rendszer kompromisszumaiba (amitől például a 720p rendszer függőleges bontása – 720 aktív vízszintes sor – nagyobb, mint az 1080i rendszer függőleges bontása – ami csak 540 aktív sor!). Nagyon fontos érve volt az EBU-nak, hogy a HDTV megjelenítésére alkalmas TV-vevőkészülékek és számítógépek képernyői valamennyien progresszív felbontásúak. Váltott-soros rendszer alkalmazása esetében, a hátrányokon túl, minden egyes vevőkészülékben gondoskodni kellene a beérkező váltott-soros rendszerű kép átalakításáról progresszív bontásúvá.

Végül azt is hangoztatta az EBU, hogy a 720p rendszert arra az átmeneti időre javasolja használni, amíg a valóban kompromisszum-mentes teljes bontású 1080p rendszer igen szélessávú átviteli követelményeihez nem sikerül megfelelő technikai megoldásokat találni (a piacon kapható HDTV készülékek egy része már ma is képes az 1080p rendszerű képek megjelenítésére).

Az EBU dokumentum még két fontos dolgot hangoztatott: egyrészt felhívta a gyártók figyelmét a már jelentős mértékben elterjedt 1080x1920i rendszerek további támogatásának szükségességére, másrészt leszögezte, hogy a dokumentumban leírt képformátumokat a műsortovábbító rendszerekben javasolja alkalmazni, a tartalom előállító rendszerek képformátumának ezekkel nem szükségszerűen kell egybeesnie. Ez utóbbi megállapításnak igen nagy jelentőséget tulajdonított az EBU, álláspontja szerint ugyanis ez biztosíthatja az átviteli rendszerek egységesen magas minőségi jellemzőit, függetlenül a produkciós formátumtól.

A olasz RAI kutatóintézetében végzett minőségi tesztek arról győzték meg a kutatókat, hogy a gyakorlatban leggyakrabban előforduló képek esetében a 720p rendszer szubjektív képminősége meghaladta az 1080i rendszer képminőségét. Mára a vita lecsendesedett, s a HDTV és a valódi HD-ready vevőkészülékek döntő többsége valamennyi képformátum megjelenítésére alkalmas.

Tömörítési rendszer

2007-től az elindított HDTV programokat az addig széleskörűen használt MPEG-2 kódolási rendszer helyett gyakorlatilag mindenütt felváltja a sokkal hatékonyabb MPEG-4 AVC³⁵ rendszer, s várható, hogy a jövőben ez a kódolási rendszer lesz az egyeduralgó Európában.

³⁵ A digitális TV, különösen a digitális HDTV igen nagy információtartalma a gyakorlatban megvalósíthatatlan kapacitású hírközlési csatornákat igényelnének. Az MPEG csoport (Motion Picture Expert Group – Mozcókép Szakértő Csoport) által a 80-as évek végétől kifejlesztett „jeltömörítési rendszerek” képesek arra, hogy egyrészt kihasználva az emberi érzékelő szervek tulajdonságait (tökéletlenségeit), másrészt kiszűrve az átvitelre kerülő mozgóképekben és hangokban jelenlévő információ ismétlődéseket (redundanciát) az átvitelre kerülő digitális jelek információtartalmát akár a huszadára-ötvenedére csökkentse, miközben a vevőkészülékben reprodukált kép és hang minősége érzékelhetően nem csökken. Az első, az egész világon elterjedt tömörítési rendszer az MPEG-2 volt (ezen a rendszeren alapulnak a DVB szabványok, de a japán és az amerikai digitális rendszerek is). Később kifejlesztették a jóval hatékonyabb (és bonyolultabb) MPEG-4 kódolási (tömörítési) rendszert, majd annak korszerűbb változatát: az MPEG-4 AVC szabványt is (AVC – Advanced Video Coding – Korszerű videó kódolás). Mindkét rendszer egyaránt rendelkezik eszközökkel a videó és a hangjelek hatékony tömörítésére. MPEG alapú a közismert mp3 és az úgynevezett mp4 hangtömörítési rendszer is. A Microsoft által kifejlesztett

A váltás érthető, hiszen például a DVB-S2 digitális műholdas rendszer transzponderenként³⁶ 12-18 MPEG-4 AVC kódolt HDTV programot képes átvinni, míg MPEG-2 kódolással mindössze 4-6 HDTV programot. Az MPEG-4 AVC rendszerek korábbi igen magas ára 2006-ban rohamosan csökkent, és az addig bosszantó minőségi problémák is megoldódtak.

A HDTV és a nagyközönség

Mint ahogy arra fentebb már többször utaltunk, a digitális HDTV piacon – az intenzív tájékoztató kampányok ellenére – ma még meglehetősen nehéz eligazodni a potenciális fogyasztóknak. Kevesen tudják ugyanis, hogy digitális HDTV programhoz csak az juthat, aki egyrészt előfizet egy HDTV szolgáltatásra, másrészt megvásárolja a digitális HDTV műsorok vételére alkalmas vevőrendszert. A vevőrendszer lehet egy integrált digitális HDTV készülék vagy egy HD-ready analóg TV³⁷, amelyhez egy HD-vételre alkalmas digitális set-top-box csatlakozik, még hozzá speciális digitális és rendszerint kódolt csatlakozón keresztül³⁸.

2006-ban végzett felmérések szerint azonban a nagyközönségnek legalább a 20%-a nem tudja, hogy a HDTV adások megjelenítéséhez mindenképpen szükséges egy „HD-ready” TV-készülék beszerzése, s legalább a fele nincs tisztában azzal, hogy ehhez még meg kell vásárolni és hozzá kell kapcsolni a HDTV adások vételét lehetővé tévő digitális HDTV set-top-box-ot is (tapasztalatok szerint a boltokban az eladók – különféle okok miatt – meglehetősen szűkszavúak ezekről a kérdésekről). Az előfizetőknek egy másik jelentős hányada pedig összetéveszti a digitális televízió és a digitális HDTV fogalmát.

Mindennek aztán a kutatók szerint az a következménye, hogy egyesek az SDTV digitális TV-készülék beszerzését követően abban a hiszemben vannak, hogy digitális HDTV adásokat néznek, mások pedig

VC1 rendszer (vagy közismertebb nevén: a Windows Media Video 9) az MPEG-4 kódolási rendszer „Microsoft-specifikus” változata.

³⁶ Transzponder: a műsorszóró műholdakon az analóg csatornákat, illetve a digitális csatornacsoportokat kezelő elektronikus egység, amely fogadja a földről „fellőtt” műsorok jeleit, feldolgozza és aztán az antennákon keresztül „lesugározza” azokat. Egy műholdon akár két tucat (vagy még több) transzponder is elhelyezhető.

³⁷ A „HD-ready” vagyis „a HDTV műsorok megjelenítésére felkészített” emblémát azok a vevőkészülékek viselhetik, amelyek 16:9-es képméretarányú képernyője legalább 720 vízszintes TV-sor megjelenítésére alkalmas, képes HD jelet fogadni analóg komponens bemeneten, rendelkezik digitális DVI vagy HDMI bemenetekkel, amelyek támogatják a HDCP tartalomvédelmi rendszert (lásd a következő lábjegyzetet), a HD bemenetek legalább az következő képfarmátumok fogadására képesek: 1280x720p/50Hz/60Hz és 1920x1080i/50Hz/60Hz.

³⁸ A digitális HDTV set-top-box és a HD-ready TV-készülék között speciális interfészek teremtenek kapcsolatot. A DVI (Digital Video Interface – digitális video csatlakozó) a HDTV digitális képjelét viszi át a set-top-box-tól a HD-ready vevőkészülékhez. Ebben az esetben külön csatlakozók és kábelek szükségesek az 5+1-es digitális hang átviteléhez. A HDMI (High Definition Multimedia Interface – nagyfelbontású multimédia csatlakozó) rendszer egyetlen kábellel és a két végén egy-egy csatlakozóval oldja meg a digitális HDTV kép és az 5+1-es digitális hang átvitelét a set-top-box és a vevőkészülék között. Arról, hogy a set-top-box kiváló minőséget produkáló digitális kimenetéről a digitális HDTV tartalmakat ne lehessen illetéktelenül felhasználni (rögzíteni és sokszorosítani), egy speciális tartalomvédelmi eljárás gondoskodik (HDCP – High Definition Content Protection – nagyfelbontású tartalomvédelem), amelyet összeházasítanak a digitális HDTV interface-szel (a set-top-box digitális kimenőjelét a HDCP rendszer a set-top-box-ban titkosítja, a vevőoldalon pedig, a vevőkészülék belsejében feloldja a titkosítást).

a még most is meglehetősen borsos árú analóg HD-ready TV-készülék üzembe helyezése után hiszik azt, hogy ők már HDTV szolgáltatásokat vesznek igénybe.

De ha a technikai nehézségeken sikerül is úrrá lenniük az előfizetőknek, még mindig érheti őket számos csalódás. Egyrészt, egyáltalán nem biztos, hogy az előfizetett HDTV csatorna a teljes műsoridőben HDTV műsorokat sugároz, így a drága HDTV készülék szett az adásidő egy részében bizony hagyományos SDTV műsorokat jelenít meg, annak megfelelő minőségben. Másrészt, számos „HDTV” programnak hirdetett műsor eredetileg SDTV műsornak készült, és a HDTV csatornán egy úgynevezett „felkonvertálás” után kerül sugárzásra, aminek a minősége szintén meg sem közelíti a valódi HDTV műsor minőségét.

Magyarországon különösen nagy zavart okoznak az utóbbi időben a hipemarketekben nagy számban megjelent, eredetileg valószínűleg az amerikai piacra szánt, de ott már „öregnek” számító és mindössze 480 vízszintes soros bontással rendelkező plazma készülékek, amelyeket azonban HDTV megjelenítésre is alkalmasnak hirdetnek. Ezek a készülékek annak ellenére sem képesek a HDTV képek HDTV minőségű visszaadására, hogy folyamatos (progresszív) képfelbontási rendszert alkalmaznak, tehát a meghirdetett 480 sort valóban meg tudják jeleníteni³⁹.

A jelenlegi HDTV rendszerek közül az 1080i képformátum HDTV minőségű megjelenítéséhez legalább 540 vízszintes soros progresszív bontású (vagy 1080 vízszintes soros váltott-soros bontású) készülékekre, a 720p képformátum megjelenítéséhez pedig legalább 720 vízszintes soros progresszív bontású készülékekre van szükség. A 480 soros progresszív bontású készülékek rendelkeznek ugyan ezekkel a HDTV bemenetekkel, de a HDTV képeket csak a sorszám csökkentését követően képesek megjeleníteni, ennek megfelelően csökkentett minőségben.

Ezeknek, a rendszerint 42-50"-os készülékeknek az ára ugyan lényegesen alacsonyabb, mint a valódi „HD-ready” készülékeké, de még így is közel 200 ezer forintba kerülnek a legolcsóbbak, s igen nagy csalódást fognak okozni tulajdonosaiknak, ha időközben hazánkban is elérhető lesznek HDTV műsorok, illetve megvásárolhatók lesznek a HDTV filmeket lejátszani képes HD-DVD vagy „Blue-ray” DVD-lejátszók⁴⁰, meg az ezekhez készült DVD filmek. A valóságos (legalább 1366x768 pixeles

³⁹ Az Egyesült Államokban a 480p rendszert az ATSC DTV (digitális TV) szabvány szerint „EDTV” – Enhanced Definition TV” rendszernek nevezik, amely jobb képminőséget szolgáltat, mint a hagyományos SDTV rendszer, de nem éri el a HDTV minőségét. Képméretaránya elsősorban 16:9, egyes készülékek esetében 4:3. Az NTSC rendszerben működő hagyományos felbontású DVD-ket 480p rendszerben kódolják.

⁴⁰ Ahogy a televíziós formátumokban nem, úgy a DVD formátumokban sem tudnak megegyezni az egyes ipari csoportosulások. A hagyományos felbontású DVD-k számos formátumát a HDTV világban egyelőre két, egymással nem kompatibilis, nagykapacitású DVD-rendszer követi: a HD-DVD és a Blue-ray (kék-sugár) DVD. Mindkét rendszer alkalmas a HDTV műsorok rögzítésére. Az egyrétegű HD-DVD 15 GB (a kétrétegű 30 GB) kapacitású, és gyakorlatilag teljesen kompatibilis a jelenlegi DVD és CD rendszerekkel. Lehet egyoldalas és kétoldalas is (a kétrétegű kétoldalas lemez 60GB kapacitású). Vörös lézert használ, s relatíve olcsó. A blue-ray DVD, mint ahogy a neve mutatja, a vörös helyett a rövidebb hullámhosszú kék-lézert használja a jelek felírására és olvasására. Ennek megfelelően rétegenként 25 GB kapacitású lemezek készíthetők. Egy kétrétegű, blu-ray lemez (50GB kapacitással) mintegy 9 óra HDTV műsor rögzítését teszi lehetővé. A Blue-ray rendszer képes olvasni a hagyományos CD-ket és DVD-ket. Az egymással versengő formátumok problémáját – mint korábban is – végül a DVD-lejátszók-felvevők gyártói oldják meg: olyan hibrid készülékeket állítanak elő, amelyek egyaránt alkalmasak a HD-DVD és a Blue-ray rendszerű DVD-lemezek frására, olvasására.

bontású) „HD-ready” 42”-os plazma készülékek ára még félmillió forint körül van (a hasonló felbontású LCD készülékek ára valamivel alacsonyabb), de már általában tartalmaznak egy integrált digitális tunert is, ami viszont még nem HDTV tuner(!). Ezért ezek „csak” HD-ready készülékek és nem HDTV készülékek minősülnek.

A HDTV és a tartalomgyártók

A világban egyre gyorsabban terjedő HDTV szolgáltatások nagy nyomást fejtettek ki a tartalomszolgáltatókra is, egyre több HDTV műsoranyagot követelve tőlük. Ehhez azonban a stúdiók eszközeit és technológiáit fel kellett készíteni a HDTV műsorgyártásra. A japán, az amerikai és az európai televíziós eszközgyártók egyaránt oroszánrészt vállaltak a HDTV tartalom előállításához és feldolgozásához, a stúdiókhoz szükséges eszközök kifejlesztésében. Először olyan (meglehetősen drága) berendezések jelentek meg, amelyek lehetővé tették ugyan a HDTV műsorok gyártását, de nem tudták szolgálni az „átmeneti” időszakot, amikor a tartalmak nagyrészt még SDTV formátumban készültek.

Aztán megjelentek a sokkal praktikusabb, egy „átkapcsolással” SDTV felvétellel átváltható eszközök. A legutóbbi egy-két évben azonban a nagy TV-stúdiók, ha új rendszert készítettek vagy felújítottak, már rendszerint csak HDTV eszközökre alapozott rendszereket építettek. A televíziós eszközgyártók éves kiállításain már csak elvétve lehet látni kizárólag SDTV rendszerű eszközt vagy berendezést.

A BBC két éve bejelentette, hogy 2009-10-től kizárólag HDTV formátumban készíti műsorait. A világon megépült számos HDTV stúdió egyre inkább képes kielégíteni a növekvő számú HDTV csatorna „tartalom-éhségét”.

Az új HDTV rendszer a filmkészítők számára is rendkívüli előnyöket nyújtott: a HDTV rendszer felbontása megközelíti a 35 mm-es film felbontását, így gyakorlatilag minőségromlás nélkül helyettesíthette a filmet a filmkészítés egyre több fázisában (egészen addig, amíg aztán teljesen ki nem szorítja onnan). Az elektronikus filmkészítésben számos előny mutatkozott a felvételtkor, a felvett anyagok ellenőrzésekor és az utómunkálatok során.

A felvételt először filmre készítették, majd a filmet „digitalizálták”, s HDTV formátumban előbb elektronikus, majd számítástechnikai eszközökkel a korábbihoz képest lényegesen nagyobb hatékonysággal végezték el az időt rabló és munkaigényes utómunkálatokat. Az elektronikus utómunkákkal olyan speciális digitális trükkök alkalmazására is mód nyílt, amelyekre korábban a hagyományos filmtechnológia nem volt képes. Az elkészült filmet aztán az elektronikus formátumból visszaírták filmre, s így forgalmazták.

A HDTV eszközök és a HDTV műsorterjesztési technológiák fejlődése a legutóbbi időkben azt is lehetővé tette, hogy már a felvételeket is elektronikus HDTV kamerával készítsék. Az így felvett filmet, az elektronikus utómunkákat követően, filmszalagra átírás nélkül, akár közvetlenül elektronikus formában is el lehet küldeni a nagyméretű HDTV megjelenítővel fölszerelt mozikba.

Ezzel a módszerrel egyidejűleg korlátlan számú moziba juttatható el ugyanaz a film, gyökeresen forradalmasítva a filmforgalmazást is.

A HDTV perspektívái

A legfrissebb adatok szerint 2006 végén világszerte már 106 HDTV csatorna működött, s ez a szám évről évre rohamosan növekszik.

Kutatók szerint 2010-ig Európa mintegy 17 országában 82 millió „HDTV-ready” háztartás lesz a műholdas, a kábeles, az IPTV és a földfelszíni platformokon, amelyek közül legalább 17 millió rendelkezik majd a HDTV tartalmak vételére alkalmas készülékkel is (set-top-box, integrált HDTV készülék).

Más kutatások szerint⁴¹ a HDTV vételére alkalmas készülékek száma a világon 2006 végére elérte a 48 milliót. Ezek 58%-a az Egyesült Államokban, s mintegy 20%-a Japánban működik. Az In-Stat szerint 2009 végéig a HDTV háztartások száma meghaladja majd az 55 milliót a világon. Az Informa becslései szerint 2011-re ez a szám elérheti a 150 milliót.

A fenti adatok meglehetősen imponálóak, de igen nagy (és egyre növekszik) a száma a HDTV jelenét és jövőjét vizsgáló és a vizsgálatok alapján hosszú távú becsléseket kínál (egyébként méregdrága) tanulmányoknak.

Ami a fenti számokból is kiderül, a HDTV térhódítása a világ valamennyi táján a kezdeti „tétovaság” után rohamosan növekszik. Az ipar és a kereskedelem számára hatalmas bevételeket, a médiaipar számára új piacokat, a fogyasztó számára pedig (egyelőre kissé borsos áron) csak a szélesvásznú moziban megtapasztalt audio-vizuális élményt nyújt. Az ipar és a médiaipar számára egyre nagyobb nyűg lesz az SDTV és HDTV formátumú rendszerek szimultán fenntartása, az a fogyasztó pedig, aki megtapasztalta a HDTV élményt (és megteheti), nem kívánja vissza az SDTV-t. Az utak, a szándékok tehát egy irányba mutatnak.

A pekingi Nyári Olimpiai Játékok egy olyan országban lendítik föl majd, többek között, a HDTV eszköz- és műsorgyártást, amelynek piaca egyedül is képes azon a bizonyos „kritikus tömeg” átlendíteni a HDTV ügyét, s olyan árcsökkenést kiváltani, amely a HDTV-t ténylegesen is a mindennapok eszközüvé teszi. A kritikus tömeg elérését segíti majd elő, hogy – mint arról hírt adtak – valamennyi nagy (és magára adó kicsi, például a hollandok) televíziós társaság már HDTV formátumban tervezi közvetíteni a pekingi Nyári Olimpiai Játékok valamennyi eseményét.

Mindebből pedig logikusan következik, és a kutatói becslések is többnyire erre utalnak, hogy a 21. század második évtizede nem csak az analóg televíziózás befejezésének, de a HDTV többé-kevésbé teljes világméretű térhódításának évtizede is lesz.

⁴¹ Informa Telecoms and Media – 2007. február

Ha belegondolunk viszont abba, hogy 2005-ben Japánban, 2006-ban pedig szerte a világban a televíziós eszközkészletekben a japánok bemutatták a most bevezetés alatt álló HDTV utódát, az Ultra-HDTV-t, amelynek képfelbontása vízszintes és függőleges irányban egyaránt pontosan 4-szerese a jelenlegi HDTV rendszerének, vagyis a kép információ tartalma a jelenleginek 16-szorosa (és az 5+1 hangcsatorna helyett 24 hangcsatorna szolgáltatja hozzá a kísérőhangot), akkor, némi elcsendesedés után, csak az a kérdés merülhet fel bennünk, hogy a jövő évtized HDTV-je vajon az a HDTV lesz-e, amelynek bevezetésén most éppen fáradozunk...?

