

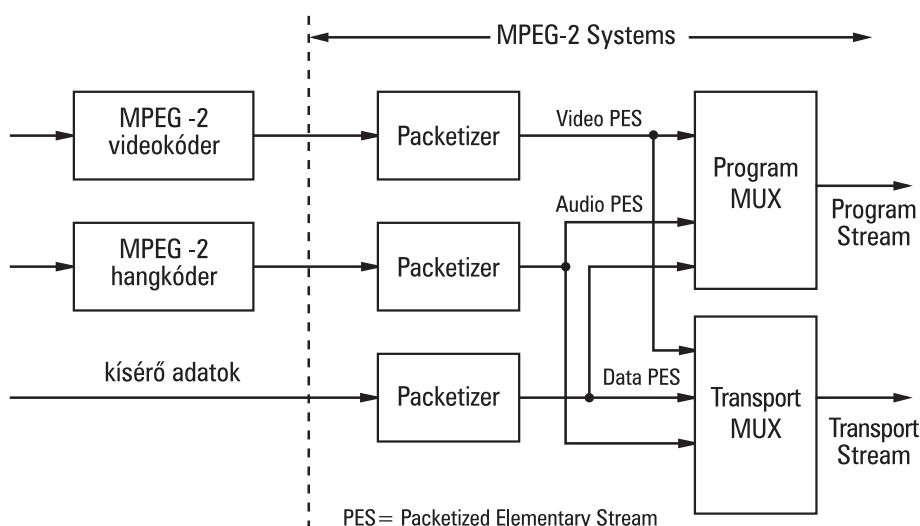
## 5 MPEG-2 szabványú rendszersík és multiplexálás

A hang- és képjelek kódolása mellett az MPEG-2 szabvány definiálja a hang- és képjelek, valamint a kiegészítő adatok egyetlen adatfolyammá történő multiplexálását is. A multiplexálásnak azonban nem csak ez a feladata, hanem átviteli kapacitást kell biztosítania információk továbbítására az aktuális programokról és adásról, az átviteli útról vagy más, a szolgáltatás műszaki megvalósításához szükséges paramétereiről. Ide sorolható az órajelek regenerálhatóságának biztosítása a dekóderekben, a hang- és képjelek közötti szinkronizálás az ún. ajakszinkron lehetővé tételére és a feltételes hozzáféréshez szükséges átviteli kapacitás biztosítása. A felsorolt funkciók az MPEG-2 szabvány „Systems” részében találhatók. Ennek teljes terjedelmében való ismertetése meghaladná a jegyzet kereteit. Így csak arra van lehetőség, hogy a következő fejezetekben bepillantást nyerjünk a részben nagyon összetett felépítésű rendszer működésébe.

Ebben a fejezetben igen sok angol kifejezéssel találkozunk, amelyeknek magyarra történő fordítása félreértésekhez vezetne, emiatt többnyire az eredeti alapfogalmakat használjuk, ha néha a szokásos magyar írásmóddal és magyar szavakkal összekapcsolva is (pl. transzportsztrím-dekóder, PES-adatcsomag) előfordulnak majd.

### 5.1 Programmultiplex és transzportmultiplex közötti különbség

Az 5.1. ábra a multiplexálás folyamatát szemlélteti nagy vonalakban. Legelőbb a video-, audio-, és kiegészítőadatokat egyenként viszonylag nagy egységekbe („Packets”) szervezzük, és vezérlőimpulzusokkal látjuk el („Packetizer”).



5.1. ábra  
Programmultiplex és transzportmultiplex

Ezután valósul csak meg az egyes adatfolyamoknak egyetlen adatfolyammá történő egybefűzése, ahol az ún. „Packetized Elementary Stream (PES)”-eket kisebb egységekre

bontjuk, hogy azután multiplexáljuk őket. A multiplexálás eredményeként kapjuk az egyetlen időalappal rendelkező „Program Stream (PS)”-et vagy a több időalappal rendelkező és így több program átvitelére alkalmas „Transport Stream (TS)”-et. Fő jellemzőik a következők:

a) Programmultiplex:

- mindegyik adatfolyamrész azonos időalapú,
- alkalmas csaknem zavarmentes csatornához (pl. merevlemezre való rögzítés),
- megengedett változó hosszúságú packetok (adatcsomagok) alkalmazása.

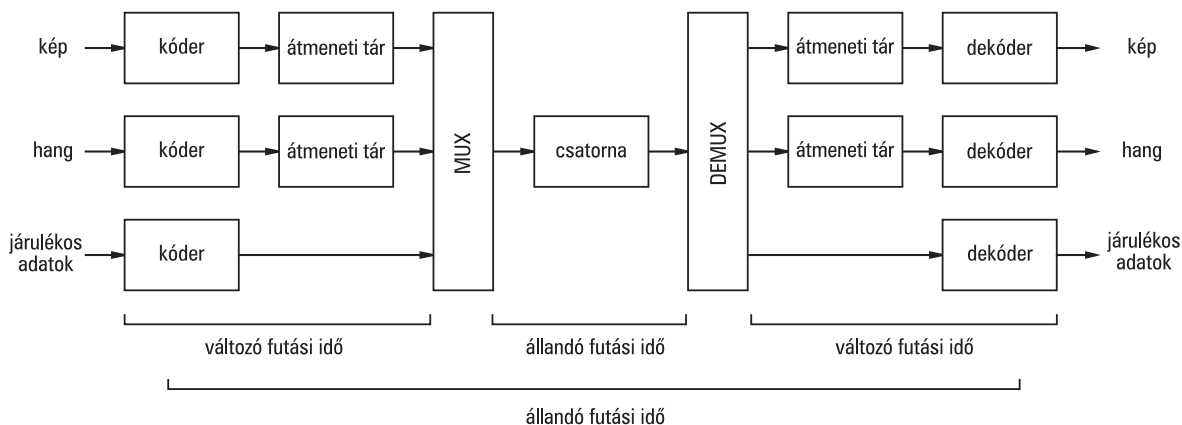
b) Transzportmultiplex:

- több különböző időalap lehetséges,
- alkalmas zavart csatornákhöz (pl. műholdas átvitel),
- 188 byte-ban rögzített adatcsomagok lehetségesek csak.

A DVB-projektben a műholdas, kábeles és földi tv-műsorszórás céljára a transzportmultiplex használata mellett döntöttek, mivel csak ez alkalmas zavart csatornán történő átvitelre.

## 5.2 Szinkronizáció

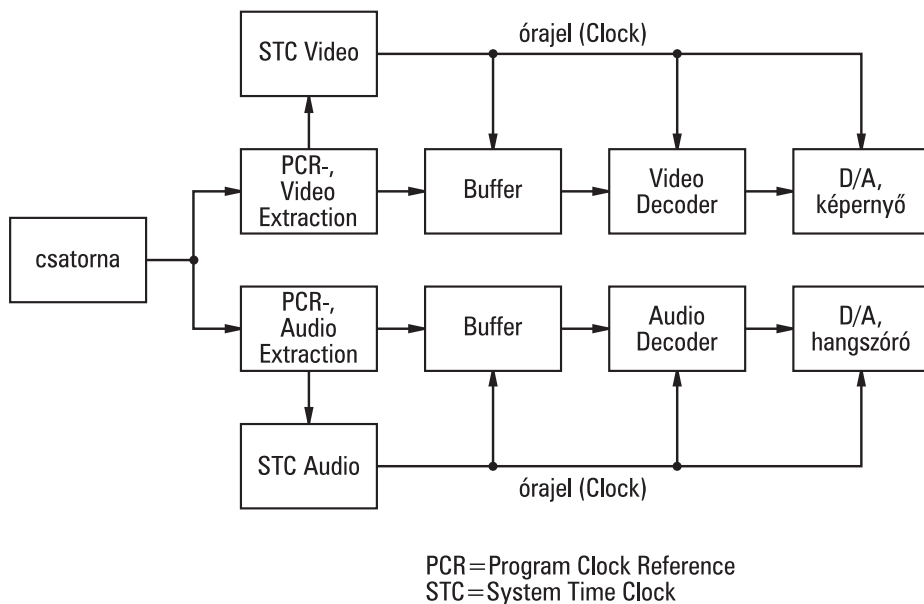
A 5.2. ábra a teljes átviteli útvonalat ábrázolja az adatforrástól (pl. kamera) az adatfelhasználóig.



5.2. ábra  
Szinkronizáció végtől végig

Mindenekelőtt az átviteli szakaszon állandó futási időt kell biztosítani, hogy a mozgóképátvitelt megvalósító állóképsorozat képei a képfrekvenciának megfelelő ütemben legyenek megjeleníthetők. A kódolásnál és a dekódolásnál azonban változó értékű késleltetések keletkeznek, és általában a képátvitel késleltetése különbözik még a hangátviteltől, ill. a járulékos adatokétól is. Hogy ennek ellenére mégis folyamatos legyen a képsorozat megjelenítése, az adatátvitelt szinkronizálni kell. Ezt a feladatot a System Layer látja el.

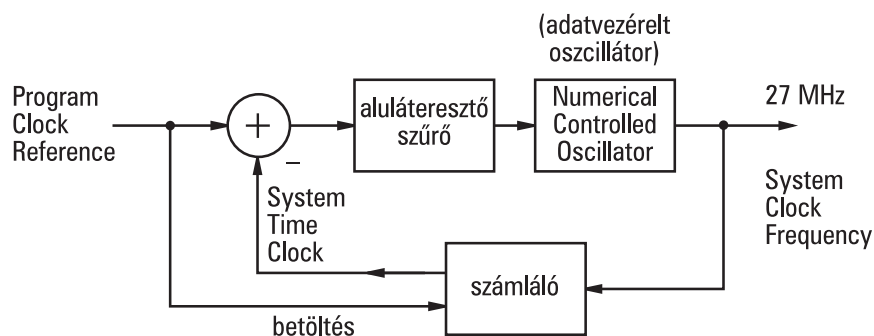
A dekódolás alapfeltétele a kóderórarejlek dekóderoldali regenerálása.



5.3. ábra  
Példa a dekóderszinkronizáció megvalósítására

Az 5.3. ábra a dekóderben megvalósuló szinkronizációs folyamatot szemlélteti. A tömbvázlat „csatorna”-tömbje végzi el a demodulálást és a hibajavítást. Kimenetén a transzportsztrím jelenik meg, amely a dekóderekre jut. A videodekóder az első lépcsőben az összes szükségtelen adatot (pl. hang) elveti, azaz a „Packet Identification (Packet ID, PID)” révén csak azokat az adatsomagokat hasznosítja, amelyek a kiválasztott program képinformációját hordozzák. Ezek között található az ún. „Program Clock Reference (PCR)” is, amely szemléletesen egy referenciaidőt jelent.

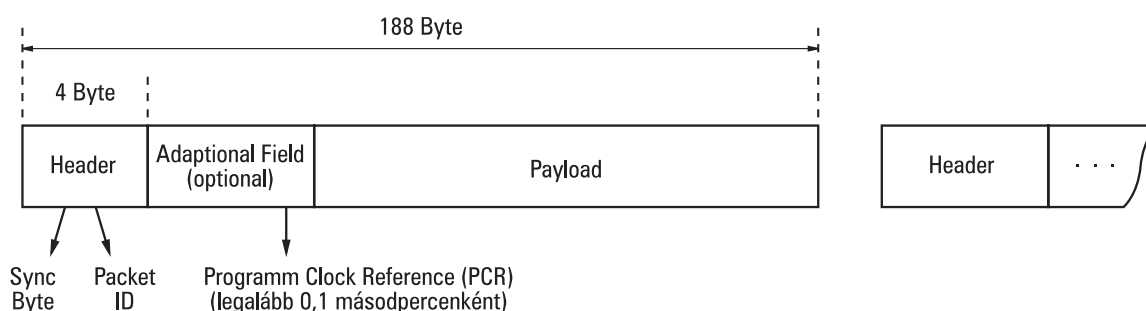
A „System Time Clock (STC)”-ot legalább 0,1 másodpercenként össze kell hasonlítani az adatfolyammal érkező referenciával (PCR), és szükség esetén korrekciót kell végrehajtani („STC Video”-, STC Audio”-tömbök). Ezáltal a 27 MHz-es kvarcstabilizált dekóderórajel legkisebb eltérései is kiegyenlíthetők és a kívánt nagy pontosság biztosítható. Az 5.3. ábrán az órajel kinyerése külön a hangdekóder és külön a képdekóder számára csak egy lehetséges kialakítás. Ugyanígy egyetlen blokkot is rajzolhattunk volna, amelynek két kimenete lenne, egy a videodekóder, egy pedig a hangdekóder számára, hiszen egyazon program valamennyi részének úgyszólván közös az időreferenciája. Egy vevőben több időreferenciára csak akkor van szükség, ha pl. kép a képen (Picture-in-Picture) megjelenítést akarunk megvalósítani, vagy ha pl. egy képrögzítővel egyidejűleg egy másik programot szeretnénk felvenni.



5.4. ábra  
Órajel-regenerálás a dekóderben

A dekódórórajelnek az adatfolyam referenciaidejével történő stabilizálását szemlélteti részletesebben a 5.4. ábra. A Program Clock Reference (PCR) értékét összehasonlítjuk a dekódér számlálójának értékével (STC), amely a 27 MHz-es rendszerórajelből jön létre. Ha különbségek adódnak, akkor a rendszerórajelet előállító Numerical Controlled Oscillator olyan vezérlést kap, hogy az órajel-frekvencia megfelelő mértékben csökkenjen vagy növekedjen. A számlálási időtartamokat a számlálóba táplált PCR szabja meg. Az MPEG-2 specifikációban a referencia-időpontok közötti maximálisan 0,1 másodperces intervallumokban az órajel szinkronizálatlan, ami az oszcillátorral szemben fokozott követelményeket támaszt.

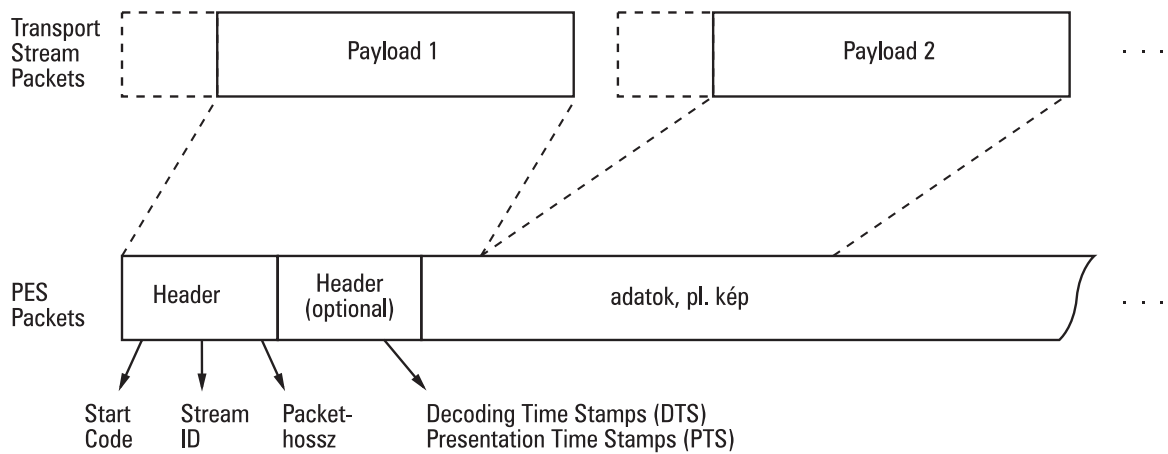
Az 5.5. ábra a transzportadatcsomag (Transport Packet) kialakítását mutatja.



5.5. ábra  
Transzportadatcsomag

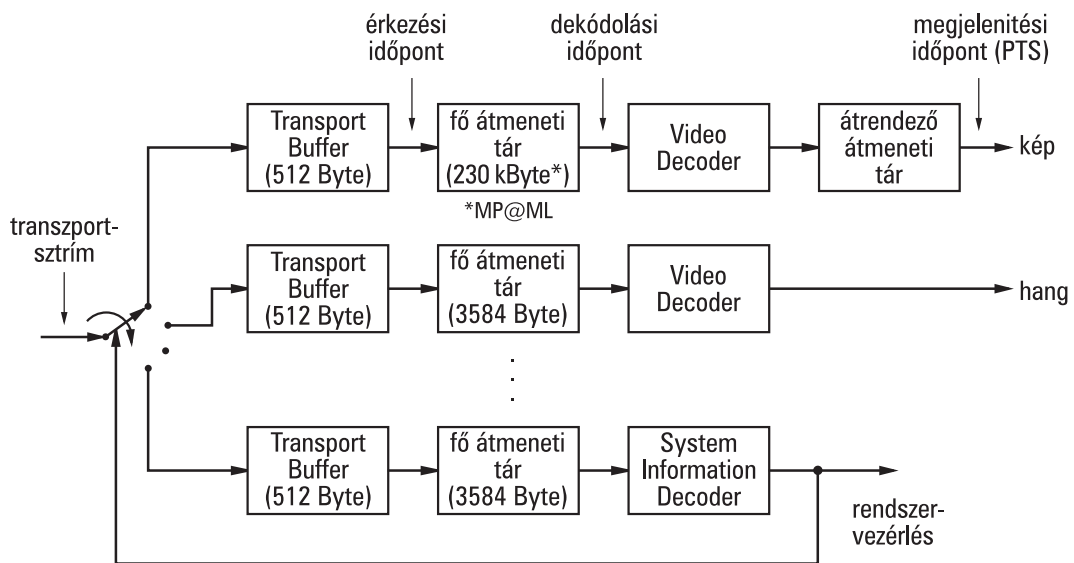
Mint minden adatcsomag, a transzportsztrímé is egy fejléccel vagy fejrésszel (Header) kezdődik, amelynek szinkronbájtja jelzi a dekódernek az adatok érkezését, a Packet ID pedig közli, hogy milyen jellegű hasznos adatot (Payload) tartalmaz a csomag. A „Header” után következhet a bizonyos tekintetben pótfejlécnek tekinthető „Adaptation Field”, amely többek között az időreferenciát (időértékesítést) tartalmazza. Úgy a „Header”, mint az „Adaptation Field” számos fontos jelzőinformációt tartalmaz még, amelyek részletes ismertetése azonban túlmutatna e jegyzet keretein. A teljes multiplex és az egyes adatfolyamok sebességétől függően a multiplexer gondoskodik arról, hogy a PCR az előírt időközönként ismétlődjön. Így világos, hogy a multiplexjel összetételének bármiféle megváltoztatása („Remultiplexing”), pl. kábeltv-fejállomásokon a PCR-ek újbóli beültetésével („Restamping”) jár.

A PCR kiértékelése után a dekódórórajel szinkronba kerül a kóderral, miáltal a dekóderben lejátszódó folyamatok egészen a képernyőig, ill. a hangszóróig szinkronizálódnak. Ez olyan feladat, amelyet minden részadatfolyamnak egyedileg meg kell oldani. Ezért a megfelelő „Decoding Time Stamp (DTS)”-ek és „Presentation Time Stamp (PTS)”-ek a Packetized Elementary Stream síkján találhatók. Az 5.6. ábra azt szemlélteti, hogy a PES-síkbeli szinkronizáció messzemenően megfelel a TS-sík szinkronizációjának.



5.6. ábra  
PES-adatcsomag

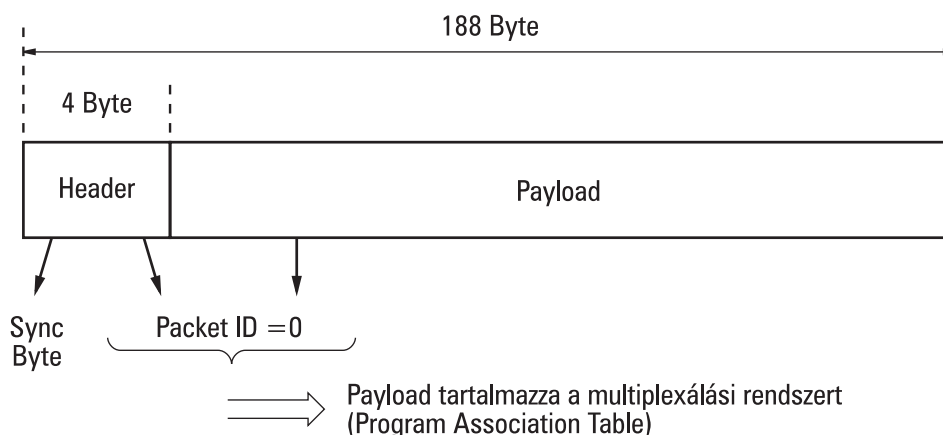
A fejléc itt kiegészül a csomaghosszúság értékével, mivel ez most nem rögzített és így adatcsomagról adatcsomagra változhat. A DTS és PTS jelentősége az 5.7. ábra alapján világossá válik. A Presentation Time Stamp megadja, hogy a 27 MHz-es számláló szerinti melyik időpontban kell a megfelelő képet megjeleníteni, ill. a hangadatot hallhatóvá tenni.



5.7. ábra  
Transzportsztrím-dekóder

Így megvalósul az un. ajakszinkron. A Decoding Time Stamp viszont azt az időpillanatot adja meg, amelynél a vett adatoknak a dekóderbe be kell lépniük, ami a dekóderágban történő adatfeldolgozásnál fontos. Az 5.7. ábrán a hang- és képinformáció dekóderágai mellett van egy külön ág is, amely a rendszervezérlés fontos feladatát látja el. Pl. a transzportadatcsomagok demultiplexálása is erről az ágról kapja a vezérlést. A Packet ID kiadása ugyanis nincs rögzítve, hanem azt a multiplexer adott határok között változtathatja. Annak érdekében, hogy ilyen körülmények között a dekódolás egyáltalán lehetséges legyen, a Packet ID 0-t állandóan az un. „Program Association Table (PAT)”-hez rendeljük (5.8. ábra). Ez a táblázat tartalmazza a multiplexált adatoknak az egyes programok szerinti felosztását és figyelmeztet a hozzátartozó Packet ID-kre. Egy tv-vevő bekapcsolásakor először csak a PID 0-ás adatcsomagok értékelődnek ki, ami alapján megkapjuk a

rendelkezésre álló programok listáját. És csak ezután lehetséges a kívánt program részeit az egyes dekóderágakra vezetni, az órajelet regenerálni, elvégezni a dekódolást, és visszanyerni a kép- és hanginformációt. Az MPEG-2 transzportmultiplex tartalmaz még néhány további táblázatot, amelyeket a következő szakaszban tekintünk át.



5.8. ábra  
Program Association Table megadása

### 5.3 Szervízinformáció

Az MPEG-2 rendszerrészben összesen négy táblát definiáltak, amelyek az ún. programspecifikus információkat (Program Specific Information, PSI) tartalmazzák. Ezen túlmenően megvan annak is a lehetősége, hogy bizonyos alkalmazásokhoz további saját táblákat lehessen definiálni. A DVB-projektben ezt a lehetőséget fel is használták pl. a vevők önműködő behangolásánál vagy a felhasználóbarát programtájékoztató kialakításánál. A „Service Information (SI)” fogalom alatt ezt az öt további táblát értjük. A szakmai nyelvhasználatban a két fogalmat használják mind a kilenc táblázatra. Soroljuk fel az MPEG-2 által meghatározott táblázatokat:

„Program Association Table (PAT)” (Packet ID=0)

- Tartalmazza a transzportmultiplex valamennyi programjának felsorolását és utal a hozzátartozó PMT-k (Program Map Table) Packet ID-ire.

„Program Map Table (PMT)”

- Utal (figyelmeztet) az érintett programok egyes Packet ID-ire, különösen a Program Clock Reference packetjaira.
- Tartalmazza a programnevet.
- Tartalmazza a Copyright Information-t, azaz a szerzői jogokra vonatkozó adatokat.
- És egyéb információkat.

„Conditional Access Table (CAT)” (Packet ID=1)

- „Private Data”-et tartalmaz a Conditional Access (feltételes hozzáférés) számára.

„Network Information Table (NIT)”

- „Private Data”-et tartalmaz, pl. orbitális pozíció, transzponderszám stb.

Az utóbbi két tábla tartalmát nem az MPEG, hanem a DVB-Projekt specifikálta. Ezek a táblák olyan adatokat tartalmaznak, amelyek az adatátvitel műszaki megvalósításához

szükségesek. Így a Program Map Table a Program Association Table-t egészíti ki közelebbi, az egyes programokról a dekódoláshoz szükséges információkkal. A Network Information Table a hálózatüzemeltető részéről rendelkezésre bocsátott, a vevő automatikus behangolásához szükséges információkat tartalmazza. A Conditional Access Table a programok vagy programrészek titkosításához, ill. a titkosítás feloldásához szükséges adatokat tartalmazza.

A DVB-Projekt által még pótlólag definiált táblák közvetlenül a nézőknek szánt információkat tartalmazznak, olyanokat, amelyek elektronikus műsorújság megvalósítását vagy képrögzítők vezérlését teszik lehetővé.

„Bouquet Association Table (BAT)”

- Információkat tartalmaz valamely szolgáltató programjairól akkor is, ha ezek különböző módon vannak kisugározva.

„Service Description Table (SDT)”

- A kínált programok leírását tartalmazza.
- Utalásokat ad pl. a műsorszóróról.

„Event Information Table (EIT)”

- Tv-műsorújságokhoz hasonló programtáblákat tartalmaz.
- Az éppen aktuális programfajtáról tartalmaz ismereteket.
- A műsoroknak a nézői életkor szerinti osztályozását tartalmazza.

„Time and Date Table (TDT)”

- A pillanatnyi pontos időt és a dátumot tartalmazza.

„Running Status Table (RST)”

- Megadja, hogy bizonyos program éppen fut, vagy éppen nem fut, ill. hogy azonnal kezdődik, lehetővé téve ezáltal többek között a képrögzítők vezérlését.

Ezek a szervízinformációk fontos elemei a DVB-programkínálatnak, mivel megadják a lehetőséget a felhasználónak, hogy az analóg tv korszakában megszokottnál jóval nagyobb műsorválasztékban is könnyen eligazodjon. A néző segítése sokkal átfogóbb és kiterjedtebb lesz, mint ahogy azt eddig a teletextből megszoktuk. Pl. a tv-készülékekbe beprogramozhatjuk majd kedvenc műsorfajtáinkat (pl. magazin, krimi, show), hogy az esti bekapcsoláskor figyelmeztetni tudjon az éppen futó vagy hamarosan kezdődő ilyen jellegű műsorokra. A hagyományos teletextről sem kell lemondanunk, mert részét képezi a DVB kínálatának. Végül a filmfeliratozás megvalósítására új eljárást fejlesztettek ki, amelynél adatok formájában (és nem a kép részeként) viszik át a szöveget a karaktereket pedig maga a készülék generálja. Így a néző beállíthatja azok fajtáját és nagyságát is.