

# MÉDIAALKALMAZÁSOK ÉS-HÁLÓZATOK A GYAKORLATBAN ZH

## Hallás és audiórendszerek

### Akusztikai foglamak

- **Hang:** rugalmas közeg mechanikai rezgései (testhang, folyadékhang, léghang (emberi hallás))
- **Longitudinális hullám:**  
a hullám terjedési iránya megegyezik a rezgésiránnyal, sűrűsödési és ritkulási helyek követik egymást (pl. hanghullám)
- **Transzverzális hullám:**  
a haladási irányára merőlegesen kelt rezgéseket a közegben, amiben terjed (pl. rezgő húr, víz felszínén látható hullámok)
- **Hangnyomás:** a nyugalmi légnyomásra szuperponálódó légnyomás változás
  - **Mértékegysége:** 1 PA = 1 N/M<sup>2</sup>
  - $P(t) = P_{nyugalmi} + p(t)$       $P_{nyugalmi} = 100,000\text{PA}$
  - A hangnyomás effektív értéke alkalmas a hang fizikai jellemzésére
    - legkisebb, hallható hangnyomás ( $\Delta p(t)$ @1 kHz) 20  $\mu\text{Pa}$
    - legnagyobb, elviselhető hangnyomás: 20-50 Pa
- **Hangnyomásszint (sound pressure level):**  
egy adott  $p_0$  vonatkoztatási szinthez mért hangnyomás, ahol  $p_0$  a még éppen hallható 1 kHz-es hang hangnyomás értéke
 
$$L_p = 20 \lg\left(\frac{P}{P_0}\right) \text{ [dB]}$$

$$p_0 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} = 20 \mu\text{Pa}$$
- **Hangintenzitás (Sound Intensity):** felület egységen áthaladó energia időegység alatt (Az intenzitás a távolság négyzetével csökken)
- **Hangintenzitásszint (Sound Intensity Level)**  
referenciaszint: a még hallható 1 kHz-es hang intenzitása:
 
$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ [dB]}$$
- **A hangteljesítmény (P)** nagysága forrásra jellemző és független a mérési pont távolságtól  $I_0 = 1 \frac{\text{pW}}{\text{m}^2} (= 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2})$
- **A hangsínt** a hang összetevői, azaz az alaphangok és a felharmonikusok aránya adja meg. Hangforrásra jellemző, ezért halljuk másnak egy gitár és egy zongora hangját még akkor is, ha ugyanazt a frekvenciát szólaltatják meg

### Emberi hallás és a Pszichoakusztikus jelenségek

#### Az emberi hallás fiziológia tulajdonságai:

- kvantált és logaritmikus jellegű
- 20 Hz-es mély hangoktól a kb. 20 kHz-es magas hangokig
- dinamika kb. 130 dB
- két hang különböző erősségűnek hallható, ha 10% (1 dB) hangenergia eltérésűek
- különböző magasságúnak, ha 2-3% frekvencia eltérésűek
- amplitúdó – kb. 120 szint
- frekvencia – kb. 840 szint

fizikai		hangérzet
intenzitás		hangosságérzet
spektrum		hangszín
frekvencia		hangmagasság

#### Hangosság szint ( $L_N$ ): Szubjektív hangerősség

**Phon:** Tetszőleges hang hangerőssége annyi Phon, ahány dB a vele azonos hangosságérzetet keltő 1 kHz-es hang hangnyomás szintje.

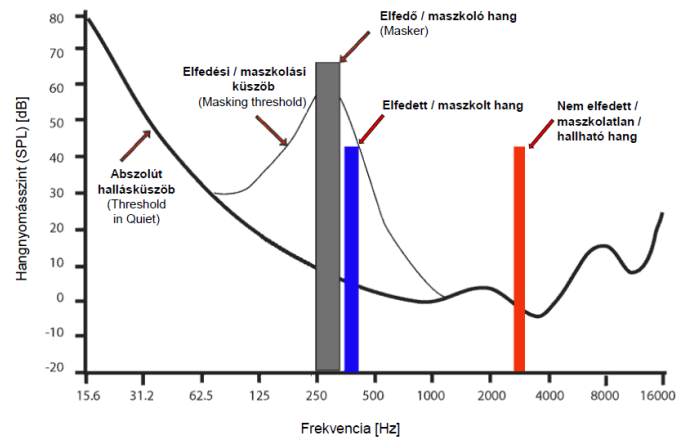
**Fletcher-Munson görbék:** a frekvencia függvényében ábrázoljuk az azonos hangerősségű pontokat

**Hallásküszöb:** éppen meghallható különböző frekvenciájú hangokat összekötő görbe

**Hangelfedés:** Frekvenciában közeli hangoknál fellép a hangelfedés jelensége. Az egyik, zavarónak tekintett hang megemeli a másik, a vizsgálandó hang hallásküszöbét. Az adott frekvencián szóló nagy intenzitású hang a közeli, alacsonyabb intenzitású hangot elfedi. A hangelfedés nem szimmetrikus: a magasabb frekvenciákon szélesebb tartományban és erősebben jelentkezik

**Időtartománybeli elfedés:** A hangos jel elfedheti az időben előtte lévő és utána következő gyengébb hangot is (elő-egyidejű-utófedés)

Mennyi ideig tart, amíg meghallunk valamit? Dobhártyától az agyközpontig: **3 ms - 6 ms**



**A hallás következő sajátosságait vesszük figyelembe elfedési-maszkolás modellben (pszichoakusztikus kódolás):**

- Abszolút hallásküszöb.
- Frekvenciatartománybeli elfedés.
- Dinamikus hallásküszöb.
- Időtartománybeli elfedés.
- A hang tonális és nem tonális szerkezete.
- A hallás frekvenciától függő pontossága.

## Térhallás

**Írányérzékelés:** Irányérzékelés alapja a két fül által érzékelt hanghullámok közötti idő- (fázis-) és intenzitáskülönbség. Frekvenciafüggő is.

**Interaurális időkülönbség:** a hangforráshoz közelebb levő fülünk ugyanazt a hangot korábban, míg a távolabbi csak némi idő (fázis) késéssel érzékeli. Alacsony frekvenciájú (kb. 1000 Hz alatti) „csattanó, lecsengő hangok” esetén érvényesül a legjobban.

**Intenzitáskülönbség:** Magasabb frekvenciákon a hangforrástól távolabbi fülnél egyre erőteljesebben érvényesül a fej árnyékoló hatása. A távolabbi fül tehát egyre kisebb intenzitású, hangosságú hangot hall (3000 Hz feletti frekvenciákon erőteljesebb)

## Hangrögzítés

Sztereó hangrögzítési technikák (2 mikrofon alkalmazás):

- **Intenzitációs sztereótechnika:**
  - Egy közös kapszulába épített állítható iránykarakterisztikájú mikrofon párt helyeznek el a hangtér közepén.
  - Mivel a mikrofonok egy helyen vannak, egy adott pontból érkező hang két vett jele között nincs időkülönbség.
  - Az eltérő iránykarakterisztikák miatt azonban a két jel között jelentős intenzitáskülönbség lesz
  - Mono kompatibilitás (R+L mix)
- **Időkéséses sztereótechnika:**
  - Két külön mikrofont használunk, de egymástól megadott távolságban helyezük el őket.
  - Iránykarakterisztika azonos
  - Időkülönbség, valamint részben intenzitás különbség is. Ezekből az irány meghatározható
  - Mono kompatibilitás gyenge
- **Műfejes sztereótechnika**
  - az emberi hallás környezetének külső geometriáját
  - A két mikrofonmembránt egy emberi felsőtestet és fejutáratot tartalmazó bábun helyezik el a műfej füleinek dobhártyái helyén.
  - optimálisan csak fejhallgatón lehetne lehallgatni

## Mikrofon típusok

- Légnnyomás ingadozás → feszültség/áram ingadozás
- **Dinamikus, mozgótekerceses mikrofon**
  - a lengőtekerces erős mágneses térben mozog, benne feszültség indukálódik
  - leggyakrabban használt mikrofontípus
- **Kondenzátormikrofon**
  - a kondenzátor egyik fegyverzete szilárd fémlap, a másik fegyverzet pedig egy arany, réz vagy alumínium bevonatú műanyag fólia, a tulajdonképpeni membrán
- **Kristály mikrofon**
  - a membrán piezoelektromos kristálylapocskával van összekötve
  - a kristályra ható hajlító erő a lapocska két oldalán feszültségkülönbséget kelt
- **Szénmikrofon**
  - a tiszta széndara ellenállása a rá ható nyomás nagyságától függően változik
  - a leggyakoribb kivétel esetében a membrán széndarával megtöltött üreget fed be és a membrán mozgásakor változik a széndarára ható nyomás

## Sztereo és többcsatornás hangrendszerek

**Sztereo:** két csatornás (bal + jobb) hangzás

### Dolby Stereo:

- 35 mm-es filmekhez (70-es évek)
- A filmen rendelkezésre álló hely remek hangminőséget biztosított, de kettőnél több csatorna (sáv) felvitele nem volt lehetséges.
- a zaj elfogadhatatlan mértékűvé növekedése miatt

### Dolby Surround:

- Otthonra többcsatornás kísérőhang
- 4 csatornát (L (bal) –R (jobb) –C (közép) –S (háttér) ) 2 sávra mátrixszolja
- A középcsatorna (C) dekódolását **olcsóság** miatt elhagyták
- Minőség nem tökéletes → áthallás (a csatornák jeleit a rendszer nem tudta tökéletesen szétválasztani)

### Dolby Surround Pro Logic:

- Kifinomultabb dekóder
- Középcsatornát is képes visszaállítani és a háttér csatornát dekódolni
- Csatornaszeparációt növelő áramkörök → áthallás csökkentése → iránykiemelés
  - Ha van domináns csatorna, akkor a jel domináns irányától függő erősítésszabályzást történik: a domináns csatorna jelét erősítik, a többi csatorna jelét csillapítják (de úgy, hogy az eredő lesugárzott hangteljesítményt, ezt a beavatkozás ne változtassa meg)

### Dolby Digital 5.1:

- Plusz egy kisfrekvenciás (20-120 Hz) hangcsatorna
- erre a hangsugárzóra két kisfrekvenciás csatorna jelének összegét vezetjük rá:
  - **LFE (Low Frequency Effects)** csatorna, opcionális, kóder oldalon beültetett, ténylegesen átvitelre kerül, és a kisfrekvenciás tartományt egészíti ki.
    - Irányérzékelés az embernél kisfrekvencián romlik, ezért sugározzuk az összes csatorna kisfrekvenciás tartalmát egy közös mélysugárzón
    - 6 hangszóró: Center, Front left, Front right, Surround left, Surround right, Subwoofer

# Látás és megjelenítés

## Két fő feladat:

- **képfomátum** létrehozása, amellyel biztosítható, hogy a képminőség az eredetitől megkülönböztethetetlen legyen
- olyan **forráskódolás**, amely csak észrevehetetlen hibákat eredményez a dekódolt képen

## Színek

**Színkép:** egy fényforrás hullámhossz szerinti felbontás

**Összetett sugárzású:** Többféle hullámhosszúságú sugarakból álló fény (szín)

**Monokromatikus / spektrálszín:** csak egyféle rezgésből álló, egyszínű fény (tovább fel nem bontható)

## Színhatás létrejöhet:

### 1. Visszaverődés útján:

- a. **Szubtraktív:** milyen hullámhosszúságú fényt ver vissza
  - i. Fehér fény adott spektrumainak elnyelésére való képességek adódnak össze, vagyis egy új színösszetevő új hullámhossztartományt von ki a visszaverődő fényből
- b. **Additív:** a visszavert fény milyen hullámhossz-kombinációkat alkot
  - i. Az alapszínek (RGB) egyforma keveréke a fehér színt eredményezi.
    1. vörös + zöld + kék = fehér
    2. a színek hiánya tökéletesen fekete színt eredményez.

### 2. Fényforrás által: A színhatás a kibocsátott fénysugarak hullámhosszától függ

**Színterek:** Színmodell alapján matematikai összefüggések, melyekkel színtereket alkothatunk

- **RGB:**
  - Additív színmodell, vörös,
  - zöld és kék fény
- **HLS és HSV színterek:** 3 alapszín helyett használható
  - Színezet (hue –h)
    - Hullámhossztól függő színérzet
  - Telítettség (saturation – s)
    - tiszta (telített) szín és a semleges színek (fekete, fehér, szürke) között változhat az árnyalat
  - Fényerősség (lightness – L, Value – v)
    - Két végpont a fekete és fehér, minden színnek vannak világos és sötét árnyalatai

## Az emberi látás és sajátosságai

### Fényképezőgép analógia:

- Szemlencse → optika
- Pupilla → blende
- Retina → szenzor

### Látóidegvégződések:

- **Csapok:** fényérzékeny elemek, melyek elsősorban biztosítják az erős fényhez hozzászokott szem fény és színérzékenységét.
- **Pálcikák:** biztosítják a gyenge fényhez hozzászokott szem fényérzékenységét

## Látásélesség (felbontóképessége a szemnek):

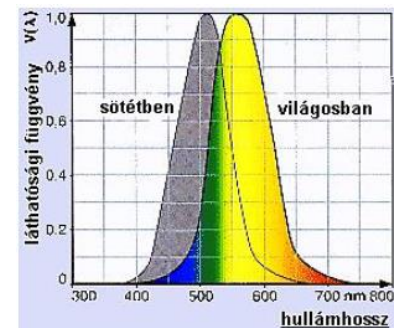
- Két pont különállónak látszik, ha a pontokból érkező sugarak szöge kisebb, mint a **látásélesség** határszöge, amely **1 ívperc**.
- A felbontóképesség a receptorok közötti távolságtól függ (legnagyobb a látógödörben, mert itt a maximális a receptorok sűrűsége)
- Elméletben a szem felbontása: kb 8100 x 3100

## Tárgyak HVS színét meghatározó 3 objektív tényező:

1. A tárgyat megvilágító fény spektrális összetétele, vagyis a fényforrás színe
2. A tárgyak a különböző hullámhosszúságú fényt eltérő mértékben verik vissza (tárgy anyagától, felületi kiképzésétől, stb. függ)
3. A retinán található 3-féle fotoreceptor (csapok), melyek hullámhossz szerinti fényérzékenysége eltérő, nem csak egy-egy meghatározott színű fényre érzékeny

## Fénytechnikai mennyiségek

- **Fizikai leírás (radiometria):**
  - A radiometria az elektromágneses sugárzást fizikai mennyiségek formájában határozza meg.
  - mérésük független az emberi látás szubjektivitásától
  - 380 nm-től 760 nm-ig terjedő hullámhosszúságú fény, ez tisztán objektív
  - **Optikai sugárzás:**
    - 1 nm – 1 mm hullámhosszú rádióhullámok közötti spektrum (Látható: 400nm-700nm)
  - **Alapegységei:**
    - **Sugárzott energia [J]:** Sugárzás formájában átvitt vagy felfogott energia
    - **Sugárzott teljesítmény [W]:** átvitt vagy felfogott teljesítmény
    - **Sugárerősség [W/sr]:** a sugárforrás adott térirányba (tér szögbe) kisugárzott teljesítménye
- **Pszichofizikai leírás (fotometria):**
  - látószervünkben egy vagy több fénysugár által okozott inger, az átlagos emberi megfigyelő látására jellemző függvény alapján mérjük
  - objektív jellemzők
  - **Láthatósági függvény  $V(\lambda)$ :**
    - azonos intenzitású, de eltérő hullámhosszú fény hatására a szemben keletkezett fényérzet a láthatósági függvény szerint változik.
    - Eltér nappal és éjjel.
    - Nappal (jó megvilágításban): csapok működésének eredménye és látunk színeket
    - Éjjel (gyenge megvilágítás): pálcikák működésének eredménye, nem látunk színeket
  - **Fényáram [lumen]:**
    - sugárzott fizikai teljesítmény és a láthatósági tényező szorzata, amit az egész színeképtartományban összegezzük
  - **Fényenergia [lm·s]:** a sugárzott energia fotometriai megfelelője



- **Fényerősség [cd, lm/sr]:** elemi térszögbe kisugárzott fényáram és a térszög hányadosa

Radiometria		Fotometria	
Megnevezés	Jelölés	Megnevezés	Jelölés
Sugárzott energia (radiant energy)	$Q_e$ [J]	Fényenergia	$Q_v$ [lms]
Sugárzott teljesítmény (radiant flux)	$\Phi_e$ [W]	Fényáram	$\Phi_v$ [lm]
Sugárerősség	$I_e$ [W/sr]	Fényerősség	$I_v$ [lm/sr] [cd]
Sugársűrűség	$L_e$ [W/sr·m <sup>2</sup> ]	Fénysűrűség	$L_v$ [lm/sr·m <sup>2</sup> ] [cd/m <sup>2</sup> ]
Felületi teljesítmény (besugárzás) (irradiance)	$E_e$ [W/m <sup>2</sup> ]	Megvilágítás	$E_v$ [lm/m <sup>2</sup> ] [lux]

- **Érzetjellelmezők:**

- az agyban létrejött érzet, tisztán szubjektív

### Etalon fényforrás: feketetest

Olyan hőmérsékleti sugárzó, amely saját sugárzása mellett minden kívülről ráeső sugárzást elnyel, jellemzőit kizárólag az üreg hőmérséklete határozza meg.

- A sugárzás spektruma folytonos
- feketetest sugárzásának spektrális eloszlása:
  - a hőmérséklettől függ
  - az adott hőmérsékleten mindig állandó

### Színhőmérséklet [Kelvin, K]:

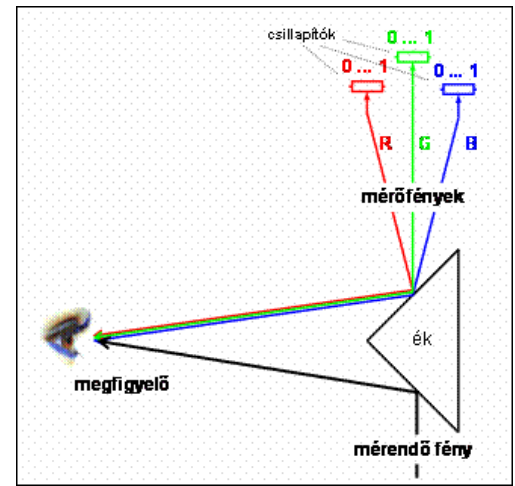
- a feketetest hőmérséklete
- meghatározott szín és spektrális eloszlás rendelhető hozzá
- etalon, reprodukálható fényforrás

### Kolometria (színmérés)

- **Kolorimetria:** színínger jellemzők leírása, mérése (pszichofizikai, objektív)
- A „mérőműszer” az emberi szem
- Színmérés olyan színínger létrehozása, amely egy adott színnel „egyformának látszó” színérzetet kelt a szemlélőben
- **Színíngerek:**
  - **Izokróm színínger:**
    - azonos észlelési körülmények között azonos színérzetet keltenek
    - a spektrum is egyezik
  - **Metamer színínger:**
    - eltérő spektrumok esetén létrejövő azonos színínger
  - **Heterokróm színínger:**
    - különböző színérzetet keltenek
    - csak eltérő spektrális eloszlás esetén jöhet létre
  - A bíbornak nincs monokromatikus megfelelője, tehát csak színkeveréssel állítható elő

- **Összehasonlító színmérő:**

- Ez egy összehasonlító színmérés; amelynél az ábra szerint egy mindent visszaverő ék egyik oldalára az ismeretlen mérendő fényt, a másik oldalra ismert mérőfényeket vetítünk. A csillapítók állításával a mérőoldalon tetszőleges arány állítható be. A megfigyelőnek a csillapítókat úgy kell beállítania, hogy a két oldalról érkező fény egyforma érzetet keltsen. Tehát csak azonosságot, a határvonal eltűnését kell megállapítani, így a látás tulajdonságai a mérést nem hamisítják meg.
- Ez az egyszerű vizsgálat nagyon sokat elárul látásunk természetéről. A kiegyenlíthetőségből levonható fontos tapasztalat: különböző spektrális eloszlások esetén is létrejöhét azonos színérzet.
- Ez a tény teszi lehetővé, hogy a természetben előforduló színeket - a végtelen sokféle spektrális összetétel ellenére - alkalmasan megválasztott alapszínek segítségével reprodukáljuk.

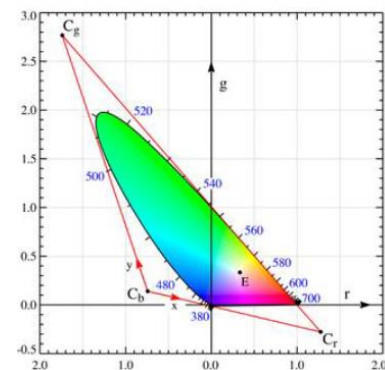
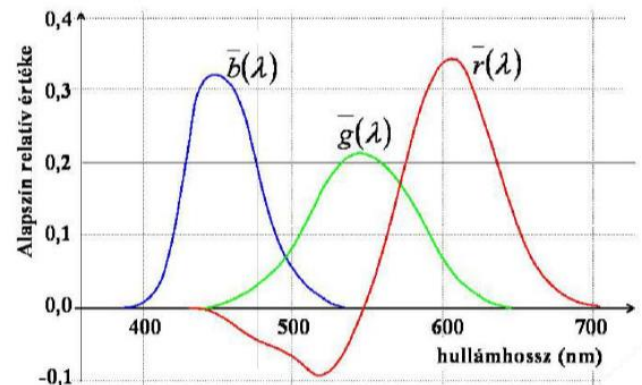


- **Szabványosított színmérő:** a 3 alapszínből milyen arányok mellett keverhető ki ugyanaz a fehér színérzetet

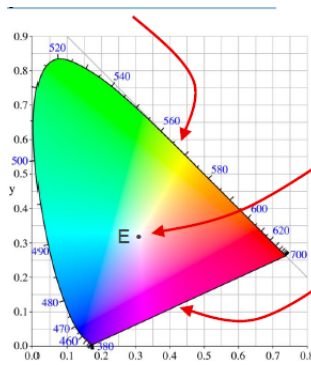
- vörös: jelölése R [red],  $\lambda_R = 700$  nm
- zöld: jelölése G [green],  $\lambda_G = 564,1$  nm
- kék: jelölése B [blue],  $\lambda_B = 435,8$  nm

- **Spektrális színösszetevő függvények (CIE RGB):**

- Mindhárom színösszetevő függvény bizonyos hullámhosszak esetében negatív értékeket vesz fel. (ábrán nem látszik de a táblázatból igen)
- Következmény: a három alapszínnel nem lehet minden spektrális színt kiegyenlíteni
- Két alapszín összetevőivel megadott színingert összeadunk, akkor az összeg színingere a következő igaz:
  - a két színinger függvény  $\phi_1(\lambda)$  és  $\phi_2(\lambda)$  összeadódik,
  - az eredő alapszín összetevői a két színinger megfelelő alapszín összetevőinek (R, G és B) összege
- **Koordináta** rendszerben a síkbeli ábrázolása könnyebb
  - megelégszünk olyan színmérővel, amely csak a színezettség érzetnek megfelelő pszichofizikai jellemzőket használja
  - a síkbeli alkalmazás nem tartalmazza a világosság jellemzőt
  - definiáljuk az egységsíkot, ahol  $r+g+b=1$
  - az egységsík is alkalmas lenne színmérési számításokra, de mégsem ezt, hanem az r-g síkot választjuk megoldásul
  - A spektrálszínek mértani helye az r-g sík esetében a görbe nagy része a negatív r értékekre esik, ami hátrányos, mert ügyelni kell az előjelre



- CIE **x-y színdiagram**, színháromszög vagy **színpatkó** elnevezés tartalmazza a látható színek tartományát, határvonala a hullámhosszban paraméterezett **spektrálszínek** vonala (x, y, z értékek pozitívak, Y a fényűrűség)



- „E” pont: az egyenlő energiájú fehér  
 $x=y=1/3$
- A spektrálszínek vonalának két végét a **bíbor egyenes** köti össze
  - ahol a kék és a vörös spektrálszín különböző keverékei találhatóak

## Audió kódolás

### Digitalizálás

**Shannon tétel:** mintavételi frekvenciánál, A digitalizálandó hang legmagasabb frekvenciájának kétszerese  $f_{mv} > 2 \cdot f_{max}$

- Szabványos mintavételi frekvencia 44,1 kHz (20 kHz duplája)
- Audió CD: 44,1 kHz
- DVD audió: 96 kHz vagy 192 kHz („192k is for animals”)
  - 96 kHz or 192 kHz: felvételhez/keveréshez
  - 16 bit = 65 536
  - 24 bit = 16 777 216
- Audio CD mérete:
  - 44,1 kHz, 16 bit, stereo, 70 perc (4200 s)
  - $44\,100 \times 16 \times 2 \times 4200 / 8 = 740\,880\,000$  Byte = 706 MB

### Skalár kvantáló:

- N szintű skalár kvantáló: bemenetén egy folytonos értéket vár, kimenetén egy véges, N elemszámú halmazból vesz valós értékeket
- Reguláris skalár kvantáló: minden kvantálási cella egyetlen folytonos intervallum. Van alsó és felső határpontja.

### Vektor kvantáló:

- k dimenziós vektorkvantáló: bemenetén valós értékekből álló k-dimenziós vektort vár. Kimenetén egy véges, N elemszámú halmazból vesz ki valós értékekből álló vektorokat
- Reguláris vektor kvantáló: kvantálási cellák konvexek

### Kompanderes kvantáló:

- Optimális reguláris kvantáló
- Kvantálási tartományok határainak és a kódpontok optimális meghatározása, legkisebb kvantálási torzítást érjünk el
- Kompanderes kvantáló tervezés:
  - kvantálást próbáljuk visszavezetni skalár kvantálásra
  - bemeneti jel amplitúdóját egy limiter jellegű függvénnyel transzformáljuk olyan módon, hogy a kapott jel eloszlása közel egyenletes legyen



## Hangkódolás alapelvei

- Nem-egyenletes, teljes sávós **újrakvantálás**.
- **Prediktív kódolás**, az időbeni redundanciát csökkenti.
  - Következő mintát próbáljuk megbecsülni, megfigyelés alapján
  - Veszteséges tömörítés predikció alapján. Megbecsüljük a következő kódolóandó mintát, és csak a becslési hibát tároljuk
- **Transzformációs kódolás** a transzformációs "síkon" megjelenő redundanciát csökkenti.
  - A bemenő jelet egy olyan jellé transzformáljuk, amelyet kisebb kódolási hibával lehet tömöríteni (adott bitszámmal)
  - tipikusan időtartományból frekvenciatartományba transzformált jelen végezzük el a kvantálást
  - **DCT (diszkrét cosinus transzformáció)** és inverz DCT algoritmusok kiválóak a beszédtömörítésekénél is
- **Részsávós kódolás** a hang spektrumának nem egyenletes voltát használja ki.
  - Fülünknek nem egyenletes a frekvencia-érzékenysége az észlelhető frekvenciatartomány 24 darab kritikus sávval fedhető le
  - több hangot kritikus sávon belül nem észleljük különálló hangokként, hangerősség teljesítmény alapon növekszik
  - kritikus sávon kívüli hangok esetén a hangosságérzet jelentősebben növekszik
  - A jelet nem a teljes sáv szélességben kódoljuk, hanem frekvenciasávonként

## Audió kódolók

### PCM (Pulse-Code Modulation)

- Egyszerű kvantálás és moduláció AD átalakítóval
- Típusai:
  - LPCM: Lineáris PCM
    - Tömörítetlen
    - Felhasználás: Audio CD, WAV, DVD, DV, HDMI...
    - • Mintavételezés: 8; 11,025; 16; 22,050; 24; 32; 44,1; 48 kHz
    - • Kvantálási felbontás: 8, 16, 20 vagy 24 bit
    - • Csatorna-szám: 8 csatornáig
  - DPCM: Differenciális PCM
    - prediktív
    - előző amplitúdó értéktől való eltérést rögzíti
  - ADPCM: Adaptív DPCM
    - változtatható kvantálási vagy mintavételezési lépték
    - skálatényezőt adnak a mintához, amely azt adja meg, hogy mennyivel kell megszorozni az előző amplitúdó értéket, mielőtt kvantálják azt
  - Kompanderes PCM (A-Law (Amerika + Japán) és  $\mu$ -Law (Európa + máshol))
    - Telefónia
    - Logaritmikus

### WAV – MS jogvédett

- Hangszerkesztéshez, nyersanyagok tömörítetlen archiválására használják
- Konténer formátum
  - Formátum: tartalmazza a hangadatok jellemzőit, formátum típusa, csatornák száma (1 vagy 2), mintavételi gyakoriság, bájtszám, kvantálási szint
  - Adat: LPCM formátumra épül, 8/16bit, nagy méret, de kiváló minőség
  - Fact: ha nem PCM-et használunk, akkor tartalmazza az alkalmazott felvételi formátum adatait

FORMÁTUM

ADATOK

(FACT)

## FLAC – Ingyenes

- Free Lossless Audio Codec
- Veszteségmentes tömörítés
- Bármilyen PCM kódolást képes kezelni
- 30-50%os méretcsökkenés a tömörítetlen hanghoz képest

## WMA – Microsoft jogvédett

- Veszteséges codec
- Hangminősége azonos bitrátánál jobb, mint az mp3-é

## AAC – ISO, IEC szabvány

- MPEG-2, MPEG-4 specifikációkban szabványosították
- jobb minőséget produkál, mint az MP3

## MIDI

- 10 oktávnyi hang (128 hangjegy) kódolása lehetséges.
- Egyidejűleg 16 csatorna
- hangszer billentyű lenyomásakor tárolásra kerül: hangszer azonosító (pl. 0: zongora), hang kezdete, leütési erő és a billentyű elengedése, hang vége

## MPEG audió kódolás (*Motion Picture Experts Group*)

**Cél:** egységes digitális kép és hang redundancia csökkentő rendszer-család kidolgozása

### Fő szempontok:

- kiindulási hangminőség a CD
- különböző tömörítési fokok és hangminőség
- az átviteli hibákkal szembeni védetség
- kódolás/dekódolás bonyolultsága, késleltetési idő
- kaszkádosisíthatóság

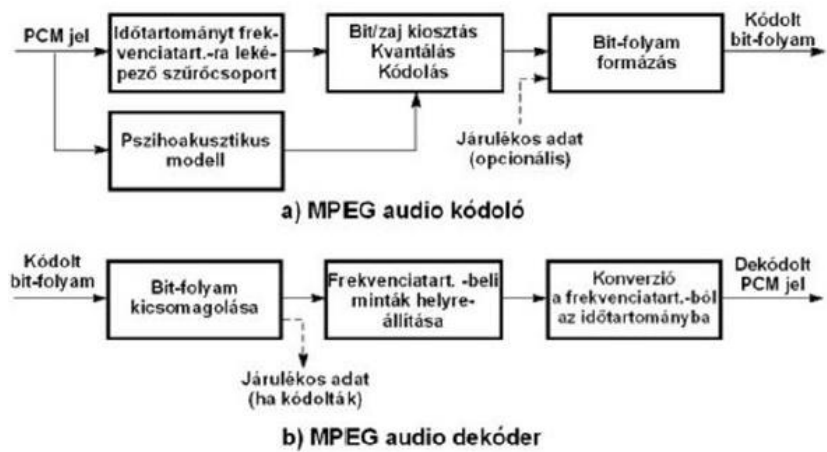
### Jellemzői:

- Mintavételi frekvenciák:
  - 48; 44,1; 32 KHz
- Kimeneti adatsebesség csatornánként:
  - 32-384 Kbit/s között diszkrét lépésekben állítható
- Csatornák:
  - Single Channel Coding: monó jelek számára
  - Dual Channel Coding: pl. kétnyelvű monó jelek kódolására
  - Stereo Coding: két csatornát külön kódolják
  - Joint Stereo Coding: kihasználják a két csatorna közti redundanciát
- A 3 réteg kompatibilis az alsó rétegekkel

Year	MPEG	Part	Layer/Profile/Type	Usage
1984	Not formed			Practically not useful
1988	Not formed			Videoconferencing
1993	MPEG-1			VHS and Television Recording
		Part 1	Systems	
		Part 2	Video	VCD
		Part 3	Audio	
			Layer 1	
			Layer II	
			Layer III	MP3
1999	MPEG-2			Broadcast, Distribution, DVD
		Part 1	Systems	
			Program Stream	
			Transport Stream	
		Part 2	Video	
		Part 3	Audio	
			Layer 1	
			Layer II	
			Layer III	MP3
2004	MPEG-4			Broadcast, Internet, Blu-ray
		Part 1	Systems	
		Part 2	Video	
		Part 3	Audio	AAC
		Part 10	Advanced Video Coding	MPEG-4 AVC
		Part 14	MP4 Container	MP4
2013	MPEG-H	Part 2	Video	HEVC

## Kódolási folyamat:

1. Kvantálás → PCM jel
2. Idő-frekvencia tartomány átalakítás, DCT (Diszkrét koszinusz-transzformáció)
3. Részszávra bontás: leképezés 32 sávra
4. Pszichoakusztikus modell: dinamikus elfedési görbe
  - frekvencia- és hangosságfüggő elfedés
  - tonalitás komponensek keresése
5. Bit/zaj kiosztás (bit allokáció) és kvantálás
  - kiszámolja, hogy mekkora lehet megengedett kvantálási zaj
  - hány bitet használunk egy részszávra



## MPEG-1

- Layers 1, 2, és 3 ('MP3')
- tipikusan 128(ajánlott)-384 kbits/s (stereo)
- Hiányosságai:
  - Két csatornánál több csatorna nem kódolható.
  - Kis adatsebességek esetén a hangminőség rossz
- **Layer II (MP2)**
  - közepes komplexitás, bonyolultabb kódoló a tömörítési hatékonyság növelése érdekében
  - 1-2 csatorna kódolására
  - Erős bithiba védelem
  - 12 minta (Layer I) helyett 36
  - Keret  $36 \times 36 = 1152$  minta
- **Layer III (MP3)**
  - Nagy komplexitás, de jobb minőség
  - Kódolás-dekódolás ideje megnövekedett
  - Jelentősen eltér az első kettő rétegtől
    - Huffman-kódolás
    - adaptív bitsebesség-vezérlés
    - sztereó redundancia kihasználása
  - Csak a fájl formátumát és dekódert határozzák meg, a kóder algoritmust nem definiálják
  - Fejléc
    - nem feltétlenül szükséges a fájl lejátszásához
    - hang streamingre is alkalmas
  - ID3 tag
    - eredetileg nem volt metaadat tárolására mező, most sem része a szabványnak

## MPEG-2

- Layers 1, 2, 3 és AAC (Advanced Audio Coding)
- tipikusan 96-384 kbits/s (stereo)
- MPEG-2 továbbfejlesztett megoldások
- **LSF (Low Sampling Frequency):** kisebb mintavételi frekvencia alkalmazása
  - új mintavételi frekvenciák: 16, 22.05, 24 kHz, hangminőség 64 kbit/s alatt lényegesen jobb
- **BC (Backward Compatibility):** visszafelé kompatibilis többcsatornás rendszer
  - surround (3/2 és 5.1) támogatása
  - többnyelvű műsor támogatása
  - kompatibilitás komoly korlátozás

- **AAC (Advanced Audio Coding):** visszafelé nem kompatibilis többcsonnás rendszer
  - Főbb célkitűzései:
    - Több mintavételi frekvencia támogatása (8...96 KHz).
    - 48 csatorna támogatása
    - Eredetnél kevesebb számú csatornán is reprodukálható legyen
    - Nagy bitsebesség-megtakarítás, a kompatibilitás árán is
    - Az „eredetétől megkülönböztethetetlen” minőség 384 kbit/s (5 csatorna esetében)
  - Szűrőbank- és blokkméretválasztás
    - Idő tartomány → Frekvencia tartomány
    - Transzformáció: MDCT (módosított diszkrét cosinus transzformáció)
  - Adaptív részsávok: 128 vagy 1024
  - **TNS (Temporal Noise Shaping):** kvantálási zaj alakjának időben változóátformálása a hallás számára kedvező módon
  - Adaptív spektrális predikció
  - **PNS: Perceptual Noise Substitution**
    - az eredeti jelben lévő zaj nem érzékelhető
    - feltételezzük, hogy a zajok általában egyformák
    - a jelből kivonunk egy mesterségesen előállított zajt
  - Többcsonnás kódolás
    - Középcsonnás sztereó: előállítják a monó és a különbségi jelet (magasabb bitsebességen használják)
  - Intenzitás/kapcsolt csatornás kódolás:
    - közös spektrum részek, hang + irány elven kódolva (alacsonyabb bitsebességre)

**MPEG-4:** továbbfejlesztett AAC

## Kép – és videó kódolás

### Bittérképes formátum

- pixelgrafikus vagy raszteres formátum
- minden képpont színinformációjának tárolása → NAGY MÉRET
- színtérbeli koordináta (pl. R-G-B, H-S-L, Y-Cb-Cr)
- leggyakoribb bittérképes formátumok: BMP, GIF, JPG, PNG, TIFF

### Vektorgrafikus formátum:

- rajzelemek (objektumok) tulajdonságait tároljuk (pl. szakasznál a két végpont koordinátái, szín, vonalvastagság, stb.)
- minőségromlás nélkül méretezhető
- leggyakoribb vektorgrafikus formátumok: EPS, WMF, EMF, CDR, DFX, SVG

### Veszteségmentes

- Kéminőség és a szín nem változik az eredetihez képest (GIF – Graphics Interchange, PNG- Portable Network Graphics, TIFF)
- **GIF87a**
  - egyetlen palettás képet tömörít veszteségmentesen
  - paletta méret: 1, 2, 4, 8 bit (max. 256 különböző szín)
  - paletta színei: 24 bites RGB-ből
  - rajzok, grafikonok tárolására
  - tömörítés: **Lempel-Ziv-Welch (LZW) (jogdíjas)**
    - kódoló szótárat épít
    - az elem indexe a kódolt adat

### LZW encoding algorithm

1. At the start, the dictionary contains all possible individual characters, and P is empty
2. C = next character in the charstream
3. Is the string P+C present in the dictionary?
  - a) if it is,
    - P = P+C (extend P with C);
  - b) if not,
    - i. output the code word which denotes P to the codestream;
    - ii. add the string P+C to the dictionary
    - iii. P = C (P now contains only the character C)

- **GIF89a**
  - támogatja az animált megjelenítést (egy fájlban több kép)
  - átlátszóság (Transparency)
  - váltottsoros letapogatás (interlaced line scanning)
    - megjelenítés is ebben a sorrendben
    - lassú internet kapcsolat esetén élvezhetőbb szolgáltatás



- **PNG**
  - **Tömörítés:** predikciós hibát LZ77 egy módosított változatával
  - PNG jellemzői:
    - indexelt (palettás) és nem palettás támogatás (szürkeskálás (16 bitig) és true color (48 bitig))
    - alfa csatorna → átlátszó képeket teszi lehetővé
    - a kép 1/64-edének megérkeztekor már képes hozzávetőleges képet mutatni
  -

### Veszteséges tömörítés

- a tömörített állományból nem tudjuk maradéktalanul
- visszanyerni az eredeti képinformációt
  - HVS nem képes megkülönböztetni minden egyes pixelt, bizonyos határokon belül nem érzékel különbség
- **Minőség:**
  - Objektív úton
    - MSE(Mean Square Error)
    - Peak SNR (PSNR)
  - Szubjektív úton:
    - MOS (Mean Opinion Score)

### Emberi látás tulajdonságai:

- Világosságjelre a látás felbontó képessége 3-5-ször nagyobb, mint a színjelre.
- Kevésbé érzékeny a zajra, ha annak frekvenciája nagy.
- Álló és lassan változó képekre, a felbontásigény lényegesen nagyobb, mint a gyorsan változó képtartalomra és a képminőség változásra is érzékeny
- Hirtelen képváltás, vagy gyors mozgás esetén, kevésbé zavaró a gyenge képminőség

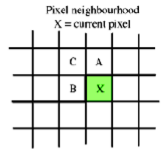
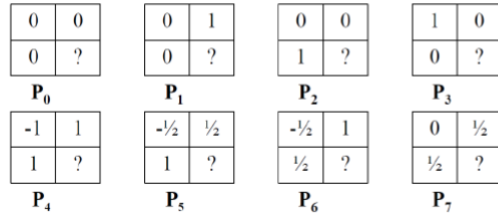
### JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- Veszteségmentes és veszteséges változat is van
- Nemzetközi szabvány folytonos színtónusú állóképek digitális kódolására (Fotók tárolására ideális)
- Tömörítési arány: 10-50x
- Egyszerű hardver igény
- Módosítható bonyolultság
  - 4-féle üzemmód
    - DCT(Discret Coninus Transformation -alapú szekvenciális kódolás
      1. RGB → YUV színekoordináta transzformáció
        - Y: világosság (szemünk érzékenyebb)
        - U és V: színkülönbségi jelek (Cb, Cr)
      2. Kép 8x8-as, egymással át nem lapolódó blokkjainak kijelölése
      3. Eltolás: a képpont-értékekből levonunk  $2^{m-1}$ -et,  $[0, 2^m] \rightarrow [-2^{m-1}, 2^{m-1}]$
      4. DCT végrehajtás (bonyi számolások)
      5. Normalizálás é kvantálás előre definiált kvantáló tábla segítségével
      6. Futamhossz kódolás
      7. Huffman kódolás (VLC)

- veszteségmentes DPCM-alapú kódolás
- DCT-alapú progresszív kódolás
- hierarchikus kódolás (DCT, DPCM)

- Képmínőség - bitsebesség kompromisszum
  - 0,5 bit/pixel: mérsékelt minőség, néhány alkalmazásra elég
  - 0,75 bit/pixel: a jó és a nagyon jó közötti minőség
  - 1,5 bit/pixel: kitűnő minőség, a legtöbb alkalmazás számára elegendő
  - 2 bit/pixel: gyakorlatilag megkülönböztethetetlen az eredetitől
- Prediktív differenciális kódolás (DPCM- Differential pulse-code modulation) a szomszédos minták alapján
- Predikciós hibát Huffman- vagy aritmetikai kódolással tömörítik
- Becslés alapjául szolgáló képpontok (8 különböző becslőfüggvény)

### 8 becslőfüggvény



Encoder type	Prediction method
0	no prediction
1	A
2	B
3	C
4	A + B - C
5	A + ((B - C) / 2)
6	B + ((A - C) / 2)
7	(A + B) / 2

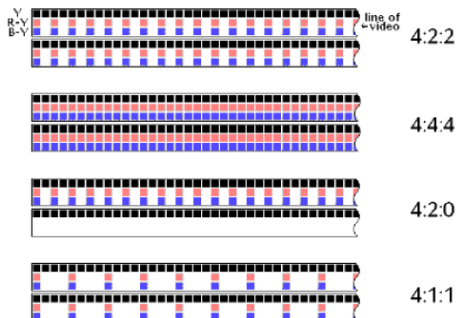
- bal (nyugati)
- felső (északi)
- bal-felső (észak-nyugati)
- képet tartományokra lehet bontani, de a becslőfüggvény egy tartományon belül nem változik

- Huffman kódoló (VLC)
  1. gyakoriság szerint növekvő sorrendbe állítás
  2. két legkisebb gyakoriságú elemet kiválasztjuk
  3. ezekhez hozzárendelünk egy gyökeret, amelyet a két gyakoriság összegével címkézünk
  4. összegét beszúrjuk az érték szerinti megfelelő helyre
  5. goto 2.

## Videó tömörítés

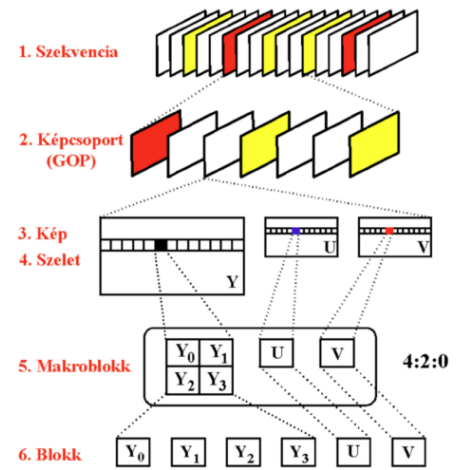
### MPEG-1 videó:

- alacsony bitsebességű multimédiás alkalmazások (video-CD)
- Framek közötti temporális redundancia kihasználása:
  - képtartalom képről-képre viszonylag kevésbé változik
  - temporális DPCM a redundancia kiszűrésére
  - mozgáskompenzált hiba kódolása: DCT+Huffman.
- Mozgásbecslés
  - predikció a mozgás trajektóriák mentén
- Asszimmetrikus kódolás
  - jó minőségű kódolás számításigényes, a dekódolás nem
- Mintavételezés:



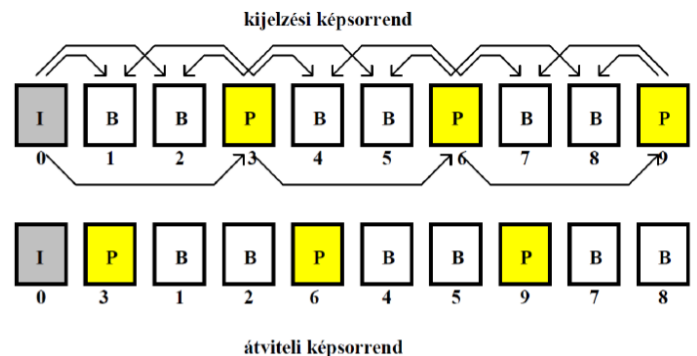
- **Videókódolás rétegszerkezete:**

1. Szekvencia réteg:
  - a. a kódolt szekvenciát azonosítja
  - b. fejléce tartalmazza a rendszeradatokat (képméret, bitsebesség, képfrekvencia, kvantálási mátrixok, stb.)
2. Képcsoport réteg (GOP=Group Of Pictures)
  - a. legalább egy önmagában kódolt (intra) kép együttese, amely a véletlen hozzáférés egysége.
3. Képréteg
  - a. egy kép kódolt adatait tartalmazza
4. Szelet (slice) réteg
  - a. MB-ok sorfolytonos csoportja,
  - b. az újraszinkronizáció egysége (legalsó szint, amelyen a dekóder még képes feléledni bithiba esetén)
5. Makroblokk réteg
  - a. az Y jel 16x16-os,
  - b. az U,V 8x8 (4:2:0), 8x16 (4:2:2), vagy 16x16-os (4:4:4) blokkjaiból áll,
  - c. a mozgáskompenzáció egysége
6. Blokk réteg
  - a. a MB 8x8-as blokkjai, a DCT kódolás egysége



- **Képtípusok:**

- I (intra)
  - önmagában kódolt kép
  - a dekódoláshoz szükséges minden adatot tartalmaz
- P (predictive)
  - múltbéli referencia képhez képest prediktíven kódolt kép
  - referenciája egy előző I vagy P kép
  - dekódolásához a referencia kép szükséges
- B (bidirectional)
  - két irányból kódolt kép, referenciája az előző I vagy P kép és a következő I vagy P kép
  - B kép nem lehet referencia
- Az IPB struktúra nem specifikált (B kép használata nem kötelező)
- Az I, P és B képek aránya kompromisszum kérdése



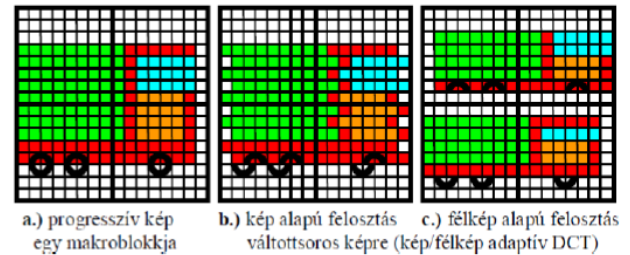
- **Makroblokk predikció:**

- Minden makroblokkra (16x16) meghatározzuk az optimális mozgásvektort
  - optimális prediktor-blokk kiválasztása szélsőérték keresési feladat (legjobb illeszkedés)
  - mozgásbecslést az Y komponensen végezzük
  - blokkon belüli mozgás nem detektálható
- Keresési eljárás:
  - Teljes/kimerítő keresés:
    - pontos, de nagyon időigényes
  - Pixel-rekurzív keresés:
    - előzetes becslés pl. előző kép, szomszédos MB-k alapján,
    - az előzetes becslés finomítása a mozgásvektor koordinátájának környezetében
  - Hierarchikus keresés:
    - keresés a referencia kép durvább majd finomabb felbontású változatain.

- minden finomítás után pixel rekurzív keresés a korábbi durvább felbontású mozgásvektor eredmény környezetében
- Logaritmikus keresés
  - keresés egyre szűkülő területen
- Kódolás**
  - I képek kódolása ( kb mint a JPEG)
    - 8x8 DCT
    - kvantálás egy kvantálási mátrix segítségével
    - zigg-zagg
    - Futamhossz kódolás (RLE)
    - Huffman kódolás (VLC)
  - B és P képek kódolása:
    - MB lehet a) önmagában vagy b) prediktíven kódolt
      - intra MB kódolása DCT transzformációval (8 x 8 -as DCT)
      - MB predikciós hibájának kódolása
    - Újrakvantálás (normalizálás) kvantálótábla segítségével
      - a skálafaktor szeletenként, vagy MB-nként újradefiniálható (bitrate vezérlés)
    - Futamhossz kódolás (RLE)
    - Huffman kódolás (VLC)

### MPEG-1 és MPEG-2 videó közötti különbségek

- Progresszív mellett váltott soros képek kezelése is:
  - hatékony a módszer, ha a képtartalom gyorsan változik
- félkép alapú mozgásbecslési algoritmusok:
- MPEG-1-nél magasabb bitsebességek, nagyobb képméret
- Cikk-cakk letapogatás helyett alternatív letapogatás is váltott soros ábrázoláshoz
- 4:2:2 és 4:4:4 mintavétel is (MPEG-1-ben csak 4:2:0)
- Profil és szint szerkezet : előre definiált felbontás, képsebesség, YUV mintavétel, képtípus szekvencia
- Skálázható kódolás: jel-zaj viszony és térbeli skálázás



### MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)

- széles alkalmazási spektrum
- 8 bit/mintánál nagyobb bitmélységek támogatása
- 4:2:2 és 4:4:4 mintastruktúrák támogatása
- video-kulcsolás és transzparencia (alpha csatorna) támogatása
- nagyobb adatsebességek támogatása
- Mozgásbecslés: Az MB-ok 16x16 méretűek és azon belül a mozgáskompensáció szub-MB-ok történik
- Blokkosodást csökkentő szűrés
  - csökkenti a predikciós hiba maradványait, a blokk határokon megjelenő élek simításával.
- SI és SP kép: Átkapcsolást lehetővé két bitfolyam között (reprezentáció váltás)
- Hatékonyabb entrópia kódolás (Huffman kódolás változatai)

### MPEG-4 SVC (Scalable Video Coding)

Magas minőségű videó bitfolyam egy vagy több rész bitfolyamból áll, amelyek önmagukban is dekódolhatóak



# Médiaformátumok és megjelenítők

## Médiaformátumok

### Konténerformátum:

Fájl formátum, amely különböző adattípusok fájlban belüli együttes jelenlétét specifikálja, számítógépes meta-fájlformátum. Adatok és metaadatok tárolásának módját írja le

- Tartalmazhat:
  - több audio- és video-adatfolyamot,
  - feliratokat (különböző nyelveken),
  - fejezetinformációkat,
  - metaadatokat (címkéket)
  - szinkronizációs adatokat
- Tároló formátum kezelése esetén, ha egy program, ami képes megnyitni a konténerfájlt, még nem feltétlenül tudja dekódolni az abban tárolt adatokat
- A tároló formátumok csomagokból épülnek fel
  - az egyes csomagok lényegi tartalmát adatnak (payload) nevezik
  - a legtöbb konténerformátumban az egymás után következő csomagok fejléccel kezdődnek
- A legelterjedtebbek média formátumok: AVI, MPEG, MOV, Flash Video, Matroska

### AVI (Audio Video Interleave)

- interleave: A multimédiás konténerfájl feladata a különböző adattípusok azonosítása és összefésülése
- Egy kép- és több hangsáv (video- és audio stream) tárolható egymással párhuzamosan (DivX, XVID DivX4)
- Kétfajta AVI fájl
  - **Interleaved (átlapolt):**
    - audió és videó tartalom át van lapolva
    - javasolt és a legtöbbször használt
  - **Non-interleaved (nem-átlapolt):**
    - először a teljes videó folyam, majd a teljes audió folyam van tárolva
    - rengeteg ugrásra van szükség, mely megnehezíti lejátszást.
- **DivX (.divx) konténerformátum által használt codec-ek:**
  - MPEG-4 Part 2 DivX
  - H.264/MPEG-4 AVC
  - HEVC (High Efficiency Video Coding) Ultra HD
  - megegyezik az AVI formátummal
    - **DivX codec:**
      - hacked MS MPEG-4 codec
      - általában AVI formátumba ágyazott, MPEG-4 formátumú video
      - kis fájlokat eredményez
      - állandó (CBR), illetve változó (VBR) bitsűrűségű
    - **Xvid codec:**
      - DivX egyik oldalhajtása, nyílt forráskódú
      - MPEG 4 alapú formátum (2001 óta) változó bitsűrűségű videokódolást használ
      - többmenetes kódolású, jobb minőségű videó

### Kiterjesztések:

- .MPG, .MPEG:
  - alap formátum az MPEG fájl formátumok közül
  - MPEG-1 vagy MPEG-2 videót és MP2 (MPEG-1 layer 2) audiót tartalmaz
- .DAT:
  - majdnem ugyanolyan formátum, mint az MPG, csak a kiterjesztés különbözik, Video CD-ken használják

- .VOB:
  - DVD-ken használt MPEG fájl formátum
  - ugyanaz, mint az MPG, plusz tartalmazhat feliratot és MPEG (AC-3) hangot.
- A képkockák sorozata független csoportokat alkot az MPEG fájlokban, MPEG fájlt szabványos fájl eszközökkel vágható/összeilleszthető

## MP4 konténerformátum

- Tartalmazhat
  - több kép- (MPEG-4) és hangsávot (AAC)
  - feliratokat,
  - képeket,
  - metaadatokat
  - DRM-mel (Digital Rights Management), másolásvédelemmel is ellátható.
- Kiterjesztése leggyakrabban .MP4, de találkozhatunk vele .M4A, .M4V -ként is

## Quicktime/MOV

- Apple, de nyílt forráskódú (.MOV, .QT)
- Több video-, kép- és feliratsáv tárolására is alkalmas
- Bővíthető architektúra más kodekek kezelésére

## Matroska

- .MKV kiterjesztés
- AVI leváltására készült
- Nagy felbontású
- Támogatja a fájlban való gyors keresést, a sávok közötti választhatóságot, címkézést
- Rugalmas hibakezelés (ha sérült egy fájl akkor is le tudja játszani)

## Megejelenítő

Kézenfekvő, hogy CIE alapszíneket használunk, de gyakorlati akadályok merültek fel. A fénycső technikában használt fénypor fajtákkal nem lehetett a 3 CIE alapszín létrehozni

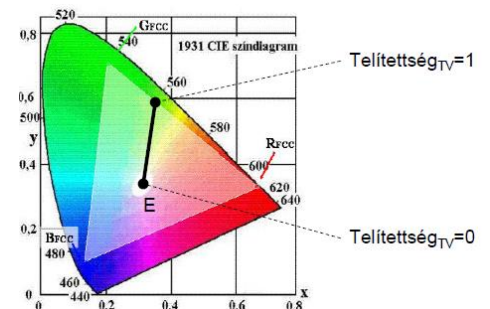
- **Fénypor:** foszforeszkálás útján fényt kibocsájtó anyag, de öregednek, csökken a fényerősségük
- FCC(Federal Communication Commission) jóváhagyta a ma is használatban levő színes TV alap színháromas

**Telítettség:** egy színinger mennyire van hígítva a fehér színnel. Értéke 1, ha a színpont rajta van az FCC színháromszög kerületén, vagy egyik csúcán.

**Kvázi spektrálszín:** visszaadható színeket megadó háromszög oldalaira vagy csúcsaira esnek. Valamelyik alapszín, vagy két alapszín tartalmaz.

## Megjelenítő jellemzői:

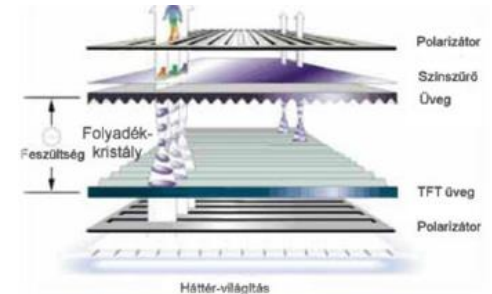
- **Képméret:** képernyő átlójának mérete
- **Pontméret:** HVS
- **Maximális felbontás**
  - 720p, 1280×720 (HD)
  - 1080i/1080p,1920x1080 (FullHD)
  - 3840 x 2160 (4K, Ultra HD)



- **Képarány (aspect ratio)**
  - 4:3 – 35mm filmek, fényképezés, film
  - 16:9 – HD videó, fényképezés
  - Egyéb arányok: 3:2 (fényképezés), 1,85:1 és a 2,39:1 (mozi)
- **Maximális frissítési frekvencia (refresh rate)**

## LCD (Liquid Crystal Display)

- **Folyadékkristályos állapot**
  - anyagok hevítésekor átmeneti állapot
  - szilárd anyag először folyadékkristályos állapotba kerül, majd folyékonyvá válik
    - természetes anyagoknál az átalakulás nagyon szűk hőmérséklettartományban megy végbe
    - szintetikus anyagoknál ez a hőmérséklettartomány szélesíthető
  - anyagban hosszú szivar (pálcika) alakú molekulák vannak, amelyek töltéssel rendelkeznek
- **LCD felépítése, működése**
  - a kijelző első és hátsó oldalára egy-egy polárszűrőt helyeznek
    - polarizált háttérfény
  - belső felületén mikroméretű árkokkal ellátott átlátszó lap közé folyadékkristályos anyagot helyeznek
  - a csavart elhelyezkedésű folyadékkristály a rá eső fény rezgési síkját (polarizációját) elforgatja
  - ha kristályokra feszültséget kapcsolunk, nem forgatják el a fényt, az eredmény pedig fekete képpont
- **Előnyei**
  - elegáns megjelenésűek, laposak, könnyűek
  - alacsony fogyasztásúak
- **Hátrányok**
  - háttérvilágítás a teljesen zárt állapotú LCD-panelen is túlzottan átvilágít
    - a készülék on/off-kontrasztja nem lesz kellőképpen magas
  - a kép csak bizonyos látószögön belül jó igazán
    - oldalról vagy felülről nézve a kép elszíneződhet, jelentősen veszíthet kontrasztosságából.



## LED

- A LED TV is LCD TV, csak az LCD panel megvilágítására LED-eket használnak a CCFL hidegkatódos fénycső helyett
- Kétféleképpen rendezhetjük el:
  - LCD panel mögött mátrixszerűen
    - Jóval több LED
    - Local dimming
      - Lokális fényerő-halványítás
      - Képfelület zónákra osztása, ezek külön vezérlés → jobb kontrasztarány
      - Kontrasztarány: a legvilágosabb és a legsötétebb árnyalat, azaz a fehér és a fekete szín között mekkora a fényerőkülönbség
  - Panel szélei sorban egymás mellett (Edge LED), vékonyabb lehet

## OLED (Organic Light Emitting Diodes)

- A kijelző alapanyaga egy szerves anyag, mely elektromos potenciál különbség hatására fényt bocsájt ki (Szent János bogár), a negatív és pozitív töltéshordozók találkozásakor a felszabaduló energia fénné alakul
- Az OLED kijelzőnél is RGB szubpixelek adják a színes képinformációt
- Nem kell háttérvilágítás
- **Előnyök**
  - 180 fokos látószöveget biztosítanak

- reakcióidejük gyors (10 ms)
- energiafogyasztásuk alacsony
- kijelző igen vékony és kis tömegű kivitelben állítható elő
  - üveg- vagy átlátszó műanyag hordozó
  - FOLED: Flexible organic light-emitting diode
- nagy kontrasztarány
- **Hátrány:** drága

### PDP (Plazma Display Panel) - Gázplazmás monitor

- a neon és xenon gázok keveréke feszültség hatására nagy UV-sugárzással kísért ionizációs kisülés
- az UV sugárzás a képpont foszfor anyagát készletű színes fényt kibocsátására
- Probléma:
  - Képpontok kikapcsolása → plazmafészek méretének csökkentése
  - Hőtermelés
  - Többet fogyaszt, mint az LCD

### E-INK

- E-könyv olvasók
- Mikrokapszulák (pozitív → fehér pigment, negatív → fekete pigment)
  - Negatív elektromos mezőt alkalmazva a pozitív töltésű fehér pigmentek a mikrokapszula tetejére mozdulnak
- Csak akkor fogyaszt áramot, ha a tartalma változik

### Projektorok

#### Típusok:

- **DLP**
  - Digital Light Processing
  - több millió apró tükör mozgatásával éri el a megfelelő színélményt
  - MEMS = micro electro mechanical system - digitális mikrotükrös eszköz néven vált ismertté
  - Digital Micromirror Device
    - minden fénykapcsolóhoz tartozik egy 16 µm-es, négyzet alakú
    - alumínium tükör, az alatta elhelyezkedő memóriacella állapotától függően két irányba verheti vissza a fényt
  - egyetlen chip esetén fénytárcsát alkalmaznak
  - hátránya, hogy hosszabb idő után szemfájást okoz (színtárcsa mozgatása miatt → stroboszkóp hatás)
- **LCD**
  - 3 LCD panel (R, G, B)
  - fényforrást tükörrendszer segítségével mindegyik kijelző mögé irányítják, a 3 alapszín képét egyesítik, optikába vetítik, ami szétszórja a falon.
  - Élesebb, színgazdagabb képek vetítésére alkalmas, mint a DLP projektorok
- **Lézer**
  - LDT- Laser Display Technology
  - 3 lézerforrás → a három lézer fényerősségét modulálni kell a megjeleníteni kívánt képtartalommal
  - optika eltérítő egység → pásztázó lézersugár
  - a lézerprojektorok esetében a kép közvetlenül a vetítőfelületen jön létre

# UHD, multiscreen TV, 3D

## Minőségérzet

### 1. felbontás

### 2. HDR – High Dynamic Range

- egy képen belül világosabb és sötétebb területeket is meg lehet jeleníteni
- 2, 3 vagy még több, eltérő expozíciójú fénykép segítségével
- Nem igényel nagyobb kijelzőt
- HDR gazdaságosabb átviteltechnikai szempontból, mint a 4K



Standard Dynamic Range  
Lowlight Exposure



Standard Dynamic Range  
Highlight Exposure



High Dynamic Range,  
(simulated by tone mapping)

- Minden képből kivesszük, ami jó azon, azokat összegyűrjük és így képezzük a képet → tone mapping
- HDR+

### 3. Kiterjesztett színtér: Wide color Gamut

- 40%-kal megnövelt színtér (Rec.2020, Rec.709)
- Részletesebb világos és sötét képrészletek

### 4. 10 bit színelbontás

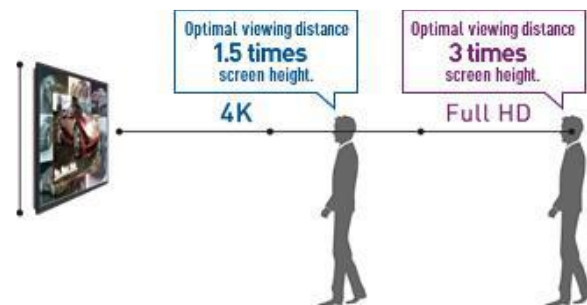
- Kontúrhatár csökkentése
- Több bit a színek leírására, lassú képmozgás esetén jobban érzékelhető
- 10 or 12 bits/pixel

### 5. HFR – High Frame Rates: Magas képváltási frekvencia

- Nagyobb látómező
- Nagyobb FPS
  - Optimális 50 vagy 60 fps
  - További javulás 100/120 fps esetén van, de ennek már ára van

## Látómező:

- FOV – Field of View- milyen térszögből láthatjuk még a TV-t
- 4K hasonló megjelenést nyújthat, mint a HD, nézőpozíciótól függ
- Megfelelő nézőtávolság
  - HD (1080p) ~ 3H
  - 4K UHD (2160p) ~ 1.5H



## Záridő (Shutter Speed):

- Rövidebb záridő jobban megfogja a mozgást

## UHD TV összegzés

- A technológiai és a gazdasági feltételek adottak
- 4K-t a TV készülékgyártók erőltetik leginkább
- OTT környezet nehézségei
- Tartalom a kulcs!
- UHDTV marketing nem veszi figyelembe a Human Visual System (HVS) korlátait, szem felbontása
- High Dynamic Range az igazi "WOW" faktor → HD (és SD) esetén is a HDR nagyobb élményt nyújt

## Multiscreen TV

### Alapfeltételek

- átviteli hálózatok és protokollok, Tartalomkiszolgáló rendszereknek támogatniuk kell a multiscreen átvitelt
- lejátszó és eszköz specifikus streaming szervert alkalmazása
- változó sávszélesség (mobil környezet)

A szolgáltatók nehéz helyzetben vannak

- egyre több kódolási formátum
- egyre több transzport formátum és streaming protokoll
- különböző tartalom-elosztó rendszer támogatása
- egyre több tartalomvédelmi eljárás
- véges hálózati kapacitás
- monitorozás és minőségbiztosítás nehézségei

## Advanced 3D

A működési mód változatlan: eltérő kép a bal és jobb szem számára, a többit az emberi agy „megoldja”

### Sztereoszkóp kijelzők:

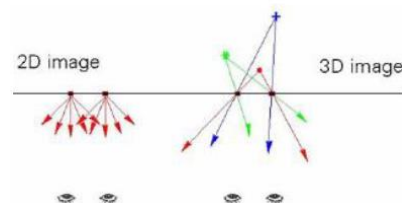
- Anaglif 3D
  - két nézőpont felhasználásával készül, melyeket két különböző színréteggel jelenítenek meg ugyanazon képtérben
  - hátránya, hogy színvesztés lép fel
- Polarizált 3D
  - két meghatározott polarizációs státuszt alkalmaznak a bal és a jobb szemnek szánt képek elkülönítésére
- Active shutter (aktív záras) 3D
  - felváltva mutatják a jobb és bal szemnek szánt képeket, a kivetített képnek és a szemüvegnek szinkronban kell lennie

### Autosztereoszkóp kijelzők

- Különböző optikai rétegeket helyeznek közvetlenül a nagy felbontású képernyő fölé
- Nincs szükség speciális szemüvegre
- Szűk tartományban élvezhető

### Szemüveg nélküli 3D kijelzők

- Fénykibocsátó felületet, melynek minden egyes pontjából más színű, intenzitású és irányú fény hagyja el a felszínt
- A fénysugarak olyan irányban haladjanak, mintha a hologramernyő mögött elhelyezkedő pontból indultak volna



**Multiview képrögzítés:** nagy számú kamera alkalmazás (10-100)

# Műsorterjesztő rendszerek 1. Analóg és digitális rádió-műsorszórás

A sáv neve	Frekvencia-tartomány	Hullámhossz-tartomány	Moduláció
Hosszúhullámok, HH (Long Waves - LW)	150 – 300 kHz	2 – 1 km	AM
Középhullámok, KH (Medium Waves - MW)	500 – 1500 kHz	600 – 200 m	AM
Rövidhullámok, RH (Short Waves - SW)	6 – 20 MHz	50 – 15 m	AM
Ultrarövid-hullámok, URH (Ultra Short Waves)	88 – 108 MHz	3,4 – 2,78 m	FM

A ma használatos frekvenciasávok elnevezése:

- AM (a középhullámú sávra, mivel itt AM-moduláció van)
  - Keskeny sáv (4,5 kHz-es modulációs sávszélesség, 10 kHz-es csatornatávolságok).
  - Az AM moduláció miatt: zajérzékenység.
  - Korábban a nagytávolságú terjedés miatt volt fontos.
- FM (az URH-sávra, mivel itt FM-moduláció van)
  - Kis zajérzékenység a frekvenciamoduláció következtében.
  - 50 Hz...15 kHz modulációs sávszélesség (Hi-Fi).
  - FM-en: sztereó műsorszórás is.

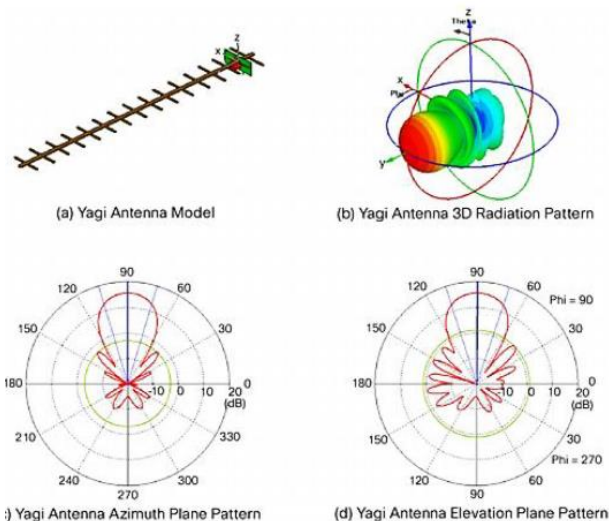
## A rendszer elemei

### Adó

- Előállítja a modulált jelet (AM vagy FM)

### Antennák

- Hatékony antenna méretei kapcsolatban vannak a hullámhosszal
- Jellemzői
  - Cél: az adó kimenőteljesítményének átalakítása elektromágneses hullámokká, Minél jobb hatásokkal
  - Alapfogalmak:
    - Izotróp sugárzó
    - Antennanyereség
    - Iránykarakterisztika
  - Mitől függ a hatások?
    - Méretek (összefüggés a hullámhosszal)
    - Bonyolultság



## Az elektromágneses tér

### Hullámterjedési módok

- Közvetlen (látóhatáron belüli, line-of-sight) nincs tereptárgy közte, se görbület
- Földfelszíni (elhajlás mértéke a hullámhossz függvénye)
- Visszaverődés az ionoszféráról (30 MHz-ig visszaverődik, de ha több, akkor áttöri azt (rövidhullámú). (pl. régi filmekben a rádió elhalkul, felerősödik → többszörös visszaverődés))

### Vevő

#### Fő követelmények:

- Hangolhatóság és szelektivitás: képesség arra, hogy a vevő kiválassza a frekvenciatartományban a kívánt állomást és semmi más.

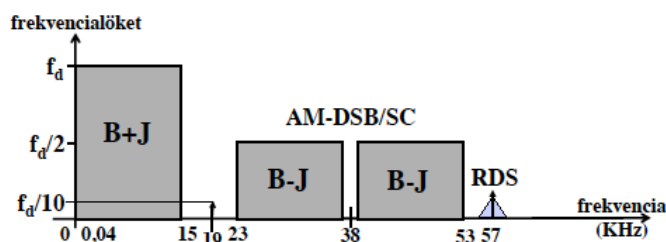
- Érzékenység: képesség távoli gyenge jelek vételére.
- Torzításmentes vétel: A moduláló jel (a hangtartalom) lehetőleg hű reprodukciója.

### “Szupervevő”, szuperheterodin vevő:

- A különböző frekvenciájú bejövő jeleket egyetlen ún. közbenső (közép-) frekvenciára teszi át,
- egy hangolható helyi oszcillátor jelével való szorzással, így a szükséges erősítést és szelektálást állandó frekvencián lehet elvégezni, könnyű és olcsó megvalósítást tett lehetővé.

### FM sztereo műsorszórás

- Kétcsatornás sztereó, térélmény két csatornával.
- Szokásos követelmény volt: kompatibilitás a hagyományos (monó) FM –mel.
- A monó csatornának mindkét sztereó csatornát kell tartalmaznia.
- A választott módszer: összeg- és különbségi jelek multiplexelése:
  - L+R jel az “alapsávban”,
  - L-R jel felette, 38 kHz-es elnyomott vivőjű AM-DSB modulációval.
  - Vivő-helyreállítás 19 kHz-es ún. pilotvivő segítségével.
- Sztereó multiplex jel a frekvenciatartományban → ELVE!!



### RDS – Radio Data System

- Adatszórás az analóg FM rendszeren – nemzetközi szabvány
- Fő szolgáltatásai:
  - A rádióadók ill. -műsorok kiválasztásának megkönnyítése
    - Automatikus állomás keresés és – hangolás
      - Jelerősség csökkenésének detektálása az ellátottsági terület széléin.
      - Állomások keresése, amelyek ugyanazt a programot sugározzák, de nagyobb térerősséggel vehetők.
      - Ideálisan két vevő, hogy az átmenet azonnali lehessen.
  - Forgalmi információk a GPS eszközök számára dinamikus útvonal-újratervezéshez
- Technológia:
  - Vivő a sztereó mpx spektrum felett: 57 kHz (3x19 kHz!)
  - AM-DSB moduláció
  - Adatsebesség 1187.5 bit/s
- Továbbított információk pl.:
  - PI – Program Identifier: az állomás azonosítója - kötelező
  - PS - Program Service name: az állomás neve, 8 ASCII karakter – kötelező
  - PTY – Program Type – a műsor típusa, pl. PTY1: hírek.
  - AF - Alternative frequencies (max. 25).
  - TA/TP – Traffic Announcement/Traffic Programme.

### Digitális hangműsorszórás

#### Rendszerek

- **DAB – Digital Audio Broadcasting**
  - DAB: hangműsorszórás MPEG Audio Layer III (MP3) kódolással
  - Frekvenciasávok:
    - VHF III. sáv (174-230 MHz / 240 MHz egyes országokban)
      - Külső antennával nagy lefedési terület, jó vétel épületeken belül is.
    - L-sáv (1452-1479.5 MHz) egyes országokban, ahol a III. sáv nem használható.
      - Nem kell külső antenna (előny a mobil készülékeknél)



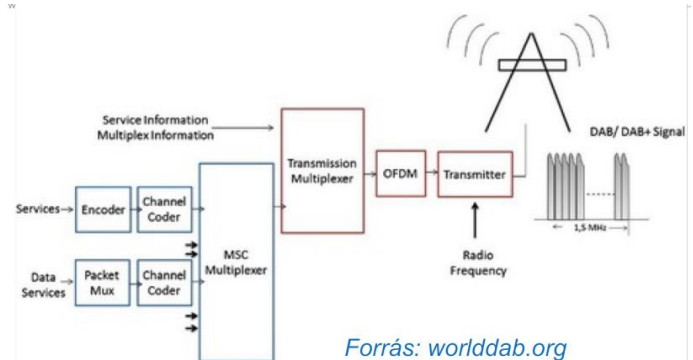
- Jó vétel városi környezetben, akár magas házak esetén is, NLOS – non-line-of-sight körülmények között.
- Korlátozott vétel épületen belül.

○ **Előnyei:**

- Kiváló hangminőség
  - Többletszolgáltatások
  - Kezeli a többutas terjedést
  - Spektrális hatékonyság
  - Kisebbsugárzott teljesítmény
  - Egyfrekvenciás adóhálózat, nem kell áthangolás
- } Előfizetőknek
- } Szolgáltatóknak

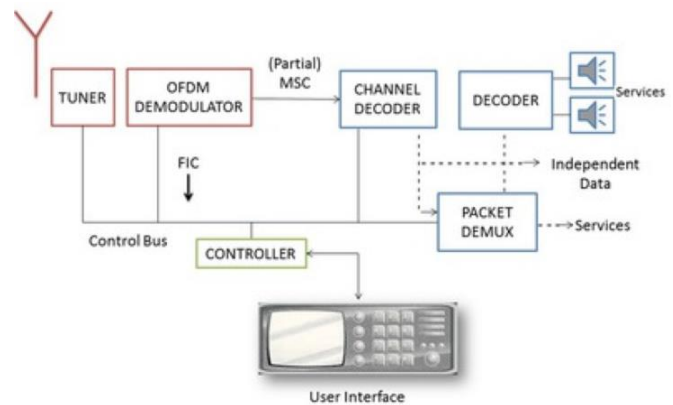
○ **Jelek előállítása:**

- Az egyes forrásjelekre: Forráskódolás, Csatornakódolás
- Forrásjelek multiplexelése.
- Multiplexelés a vezérlő és szolgálati információkkal.
- OFDM-modul (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
  - Az OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) egy olyan modulációs rendszer, amely több (sok) ortogonális vivőfrekvencián, párhuzamosítva viszi át az adatfolyamot, szemben az egyvivős QAM-rendszerekkel. Fő előnye a jó zavar- és interferencia-védettség, beleértve a többutas terjedés miatti zavarokat is.
- Transzponálás a vivőfrekvenciára, erősítés, kisugárzás.



○ **Jelek vétele:**

- Hangolóegység: a kívánt DAB-”multiplex” (l. mindjárt) kiválasztása.
- OFDM-demodulátor.
- Csatorna-dekódoló.
- Audió-dekóder, a bal és jobb csatorna előállítása
- Adat-dekóder



• **DAB+ – DMB – Digital Multimedia Broadcasting**

- azonos fizikai réteg, eltérő protokollok és szolgáltatások
- DAB+: hangműsorszórás MPEG-4 (AAC) kódolással
- DMB: bővítés videó/multimédia képességekkel,
- cél: a DAB digitális mobil tévé platformmá váljon

• **DRM – Digital Radio Mondiale**

**DAB vs. FM műsorszórás**

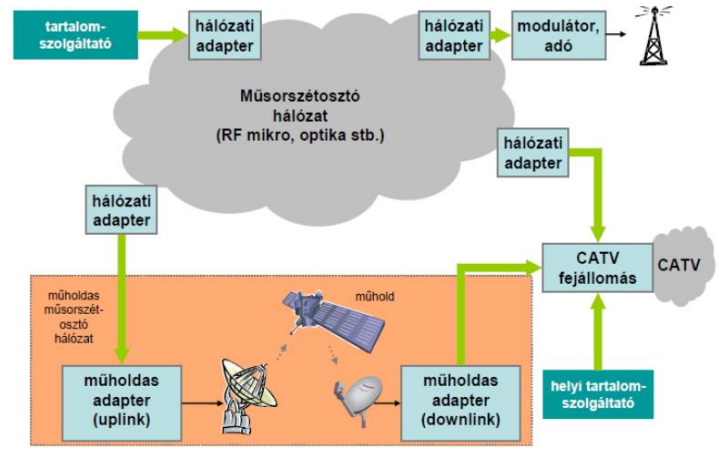
- Kísérleti adások ill. rendszeres sugárzás számos országban.
- Magyarország: 2008 óta DAB+, kísérleti adás 1 multiplexszel.
- Norvégiában 2017 folyamán átálltak a DAB-ra, az év végén lekapcsolták az analóg FM adókat.
- Egyesült Királyság, Svájc és mások tervezik az átállást a közeljövőben.

Jelen és közeljövő: multiplatform-rádiózás: Analóg és digitális, internet (desktop és főleg mobil)

# Műsorszórás rendszerek 2. – Földfelszíni, műholdas és kábeltévé-rendszerek

## Műsorterjesztés rendszerei

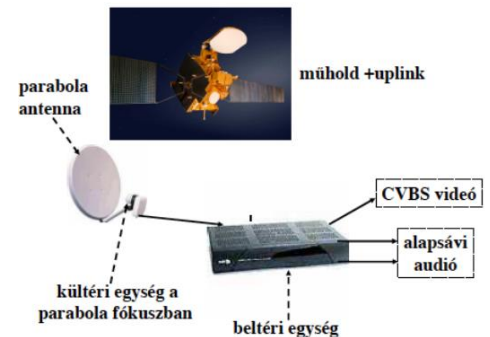
1. Földfelszíni vezeték nélküli műsorszórás → dedikált
2. Műholdas műsorszórás. Dedikált rendszerek → dedikált
3. "Kábeltévé". (Cable TV, CATV – "community antenna television") → dedikált
4. Műsorterjesztés távközlő (telefon-) hálózaton – IPTV. → a telefonhálózat előfizetői részének hasznosítása
5. Internetes tévé. → nyilvános internet a szétszórt hálózat



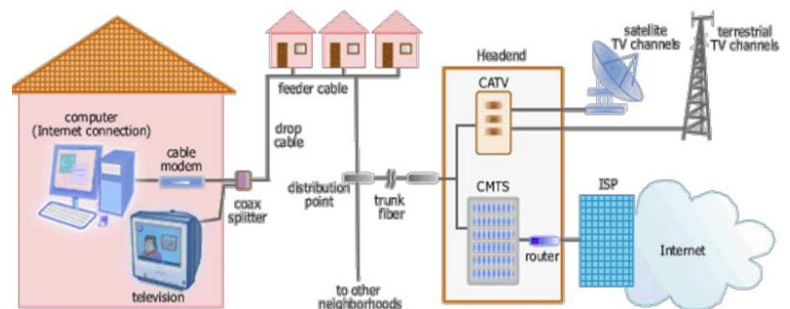
## Szereplői

- **Tartalom:**
  - M4, M5, RTL,... tévécsatornák, Inforádió, Petőfi, Rádióállomások, internetes tartalom
- **Földfelszíni műsorsugárzó (broadcaster)** pl. Antenna Hungaria
  - Földfelszíni digitális tévésugárzás Magyarországon: UHF IV. és V. sáv
    - UHF IV.: 470-582 MHz (21.-32. csatornák)
    - UHF V.: 582-862 MHz (35.-69. csatornák)
  - Csatornatávolság: 8 MHz, mint az analóg rendszerben, de 1 csatorna = 1 multiplex!
- **Földfelszíni műsorszórtó hálózati szolgáltató**
  - pl. AH, saját mikrohullámú átjátszó hálózaton, Magyar Telekom, stb.

- **Műholdas műsorszolgáltató** pl. UPC Direct,...
  - Geostacionárius műholdakról történik
  - **DBS** (Direct broadcasting satellite) (elemei → kép)
  - Távközlési műholdak nagyobb vevőantennák és kisebb adóteljesítmény a műholdon
  - Műholdak többnyire vegyes használatúak
  - Frekvenciasávok: Ku-sáv, 10.7-12.77 GHz (Európa, Afrika).
  - Direct-to-home vétel (egyidejűleg 1 program) és CATV műholdas vétel (egyidejűleg sok program és több műholdról).



- **Kábeltévé-szolgáltató** pl. Digi, UPC, ...
  - **CATV**
    - Egyetlen vevő sok háztartás számára
    - Fejállomás és koaxiális szétosztás
    - Egyirányú kommunikáció
  - Frekvenciasávok: 65 MHz-től kb. 800 MHz-ig.
  - Ma: Hybrid Fiber Coax (**HFC**)
  - Már nem csak egyirányú kommunikáció (telefon a CATV-n, internetelés)
  - **CMTS**: Cable Modem Termination System, gateway az internethez
  - **ISP**: Internet Service Provider



## Frekvencia allokáció → kép

## Modulációs módszerek

### Műholdas rendszerekben

- Kis vételi jelszint miatt kis jel-zaj viszony
- Sávszélesség: kevésbé korlátozott
- Ezért robusztus (ennél fogva nem sávtakarékos) moduláció: BPSK, QPSK

### CATV rendszerekben

- Zaj: nem jelentős
- Sávszélesség: korlátozott
- Ezért sokszintű moduláció:
  - QAM (64QAM...256QAM) lefelé irányban (tévécatornák).
  - QPSK felfelé irányban.

### Földfelszíni műsorszóró rendszerekben

- Sávszélesség: korlátozott
- Ezért sokszintű moduláció:
  - QAM (64QAM...256QAM)
- További körülmény: zajok és zavarok → Ezért hatékony hibajavító kódolás is kell.

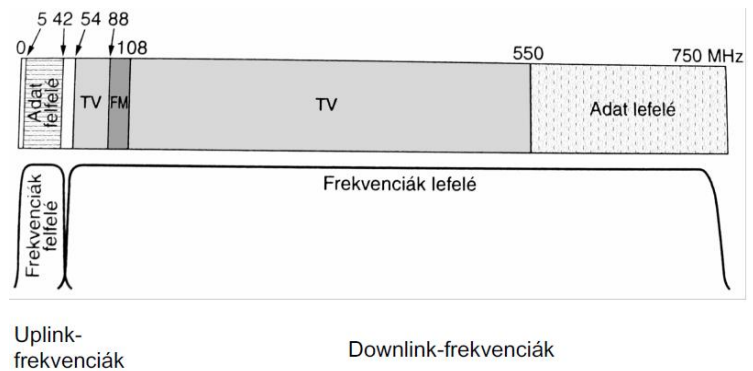
## DOCSIS - Data Over Cable Service Interface Specifications

Szabványos interfészek a CMTS és a kábelmodemek számára, gyártók közötti interoperabilitás biztosítására

## Digitális televíziórendszerek

### Digitális videójel

- Rendelkezésre álló sávszélesség továbbra is: 8 MHz.
- Bináris moduláció esetén a szimbólumsebesség = adatsebesség.
- A minimálisan szükséges sávszélesség a szimbólumsebesség fele: 83 MHz. SOK!
- Javíthatunk a helyzeten QAM (Quadrature Amplitude Modulation) -mel:
  - 4QAM (QPSK) 2 bit/szimbólum (DVB-S),
  - 32-64QAM, 5-6 bit/szimbólum (DVB-T),
  - 64-256QAM, 6-8 bit/szimbólum (DVB-C).
- 64QAM esetén (DVB-T):
  - 6 bit/szimbólum, az eredő nettó adatsebesség 166 Mbit/s esetén 27,66 Mszimbólum/s, kb. 14 MHz, továbbra is sok a 8 MHz-hez képest.
- Továbbá a bruttó sebesség ennél nagyobb lesz, a szükséges hibajavító kódolás következtében.
- A megoldás: tömörítő kódolás – MPEG!
  - MPEG Transport Stream (MPEG-TS), MPEG-2 Part 1 –System
    - **Elemi adatfolyam (Elementary Stream, ES):** egyetlen komponens (audió, videó, adat) kódolt adatait tartalmazó adatfolyam.
    - **Csomagolás (packetization):** az a művelet, amelyben valamely elemi adatfolyam jól definiált mennyiségű adatait fejléccel és esetleg hibavédelemmel látjuk el.
    - **Csomagolt elemi adatfolyam (Packetized Elementary Stream, PES):** egyetlen komponens fejléccel (min 6 byte) és egyéb vezérlési információval (órajel + adatsebesség) ellátott adatait tartalmazó adatfolyam.
      - A PES-csomagok fejében lévő PID mondja meg, hogy melyik program, és a Stream ID azt, hogy a programon belül milyen stream (pl. video)



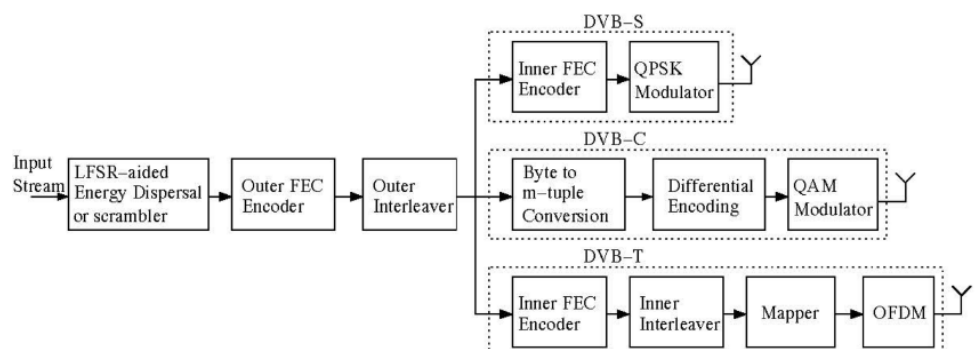
- **Program-adatfolyam (Program Stream, PS):** egyetlen program video-, audio- és adatkomponenseit csomagolt formában tartalmazó adatfolyam.
  - Kis hibavalószínűségű tárolás vagy átvitel céljaira dolgozták ki.
  - A PS lehet változó és fix bitsebességű.
- **Átviteli adatfolyam (Transport Stream, TS):** számos program és komponens csomagolt adatainak összessége. Zajos környezetbeni átvitelre tervezték
  - Fix csomaghossz
  - egy vagy több program kódolt adatait tartalmazhatja
  - lehet állandó vagy változó bitsebességű
  - **Részei:**
    - Szinkron-byte
    - Átvitelihiba jelzése (1 bit): a hibajavító kódolási eljárás nem volt képes minden hibát kijavítani, ezért a csomag tartalma eldobandó.
    - PID – programazonosító: egy TS-en belül minden komponens egyedi azonosítót kap.
    - Transport Scrambling Control: a feltételes hozzáférés indikátora, jelzi, hogy a hasznos adatrész titkosított-e, vagy sem.
    - PCR (Program Clock Reference): órajel
- **PAT:** Program Association Table, **PMT:** Program Map Table

## DVB –S/C/T redszertechnikája

- **Közös a három rendszerben:**
  - Transport stream (MPEG-2 TS) a bemenet mindháromnál.
  - **“Energiaterítő” modul (energy dispersal module).** – scrambler vagy randomizer
    - Cél: Konstans spektrálsűrűség elérése és a hosszú “0”-s és “1”-es sorozatok eliminálása
    - Hogyan: 15 bites LSFR generátorpolinommal
  - **Hibajavító kódoló modul (FEC module)**
    - Kódolás: csomagonként Reed-Solomon kódoló, amely a 188 bájtos (véletlenített) bitsorozathoz 16 bájtos ellenőrző összeget ad hozzá.
    - Tehát ez a kódoló képes max. 8 byte hiba kijavítására
    - Kb 8% redundancia szükséges ehhez
  - **Konvolúciós átszövő modul (outer interleaver)**
    - Célja: A hosszú hibabörsztrök szétkenése, szétterítése, hogy azokat az RS kódoló már ki tudja javítani.
    - Módszer: 12-es mélységű konvolúciós átszövő (szétszórás 12 csomagon át).
- **Különbségek:**
  - Kiegészítő kódolások és specifikus modulációs eljárások:
    - **Műhold:** csak a csillapítással és a termikus zajjal kell számolni, de kicsi a jelszint és a j/z, nincs többutas terjedés, van elég sávzélesség.
    - **Kábel:** főként termikus zaj itt is, a sávzélesség korlátozott
    - **Földfelszíni:** itt vannak a legnagyobb kihívások: zajok interferenciák, többutas hullámterjedés. Sávzélesség itt is korlátozott.

## • Felépítése

- **LSFR: Linear Feedback Shift Register** = lineáris visszacsatolt shiftregiszter
- **FEC: Forward Error Correction** = hibajavító kódolás
- **Interleaver** = kb. átszövő
- **Byte to m-tuple conversion** = byte-ok m-szintű szimbólumokká konvertálása



## DVB-S (Satellite) /Digi TV, UPC Direkt, T-Home Sat/

### Belső hibajavító kódolás

- **Cél:** további hibavédelem, amelyre a viszonylag kis bemeneti bithibaarány miatt van szükség műholdas csatornákon.
- **Módszer:** "Punctured Convolutional Code" – PCC, "pontozott" konvolúciós kódolás.
  - 1/2-es arányú "anya"-konvolúciós kódolás.
  - "Pontozás": kijelöljük azokat a biteket, amelyeket ténylegesen továbbítani fogunk.
- 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 kódarányok. (Pl. ha 1/2: az anyakód minden bitje továbbításra kerül.)

### Modulációs módszerek

- A kis jel/zaj viszony miatt, egyszerű, robusztus modulációra van szükség.
  - QPSK (speciális, ún. Gray-leképzésű)
- Kicsi a spektrális hatékonysága, de van (volt?) elég sávszélesség a műholdas rendszerekben.

## DVB-C (Cable) /UPC, T-Home/

### Moduláció

- CATV csatornák: nagy jel-zaj-viszony, de korlátozott sávszélesség.
- Ezért: Nincs belső hibajavító modul.
- Sávszélesség-hatékony modulációs módszerek alkalmazása.
- Modulációs módszerek: 16QAM, 32QAM, 64QAM.
- A moduláció előtt: bájt - szimbólum átalakító, amely a közös modulok után a bájtokat m-bites egységekké alakítja, az adott modulációs módszerhez, pl.
- További modul a moduláció előtt: speciális differenciális kódoló.

## DVB-T (Terrestrial) /MinDig TV/

- Belső hibajavító modul itt is kell, mint a DVB-S-nél.
- Belső átszövő (Inner interleaver) a börszök további véletlenítésére.
- Modulációk
  - Gray-kódolású QPSK, mint a DVB-S-nél,
  - 16-QAM, mint a DVB-C-nél,
  - 64-QAM.
- OFDM moduláció\*) alkalmazása

## 2. Generációs digitális TV szabványok

- **Műholdas rendszerek:** az átviteli sebesség növelése adott sávszélességen belül:
  - DVB-S2: BCH és LDPC csatornakódolás alkalmazása.
  - Hatékonyabb modulációs eljárások alkalmazása.
- **Földfelszíni rendszer:** hasonló célok és módosítások.
- **Kábeles rendszerek:** OFDM itt is a korábbi egyvívős modulációs módszerek helyett.

## Miért jó a digitális TV

### Fogyasztóknak?

- Minőség
  - Kifogástalan, zajmentes képminőség, – nincs szellemkép, villódzás, színtorzulás,
  - CD minőségű, sztereó, Dolby Surround vagy többnyelvű kísérőhang.
  - Hátrány az analóghoz képest:
    - ha a vevődekóder nem tudja visszaállítani a képet, akkor a műsor nem nézhető à szétesik, majd megszűnik a kép.
- Kényelmesebb kezelhetőség
  - Kiválasztás menülistából a műsor neve vagy típusa alapján.
- Interaktivitás lehetősége visszirányú kapcsolat mobil- vagy vezetékös hálózaton, interaktív szolgáltatásokkal (személyre szabott hírek és reklámok, feliratozás-, nyelv-, kameraválasztás, elektronikus műsorújság).

## Szolgáltatóknak?

- Több csatornát tudnak terjeszteni az adott frekvenciatartományban a hatékonyabb sávkihasználás következtében.
- Többlétszolgáltatásokból járulékos bevétel.

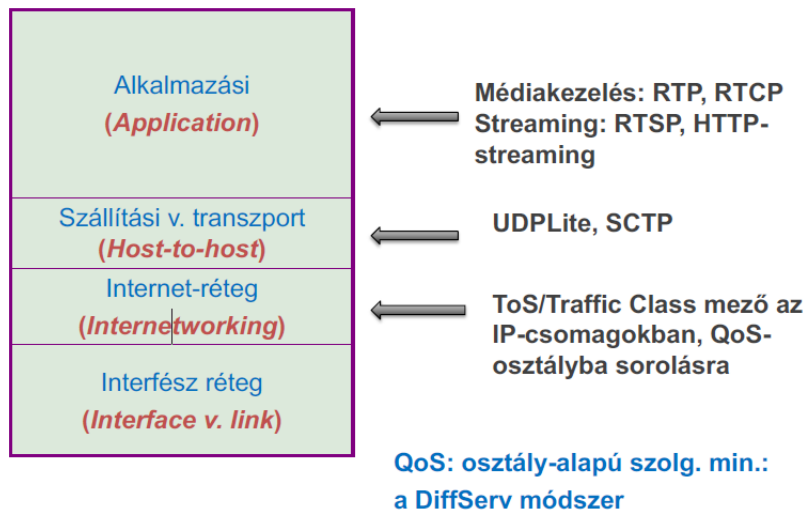
## Frekvenciagazdálkodónak (államnak)?

- A digitálisra való áttérés következtében jelentős sávszélesség szabadul fel, amelyet feloszthatnak/eladhatnak

## Digitális átállítás

- Átállítás a DVB-T-re
- Kellett:
  - Set-top-box vagy DVB-képes új tévékészülék
  - Új antenna (belső v. külső)

## Média IP-hálózatokon: Az IP-alapú médiatovábbítás protokolljai



## UDP Lite (Lightweight User Datagram Protocol)

- Módosított UDP
- Nem kapcsolatorientált, nincs hibajavítás, nincs nyugtázás
- Partial Checksum (ha a hiba olyan olyan helyen van amit a részleges ellenőrzőösszeg nem fed le akkor továbbítja a csomagot az alkalmazásnak) → Az alkalmazásnak kezelnie kell a hibás csomagot
- Felhasználó által érzékelt minőség jobb lesz ha hibás csomagot kap, mintha nem kapna semmilyen csomagot
- Mobil környezetben előnyös

## SCTP (Stream Control Transmission Protocol)

- Megbízható (hiba, duplikációmentes, nem sorrendhelyes / sorrendhelyes, beállítható)
- **Multistreaming** (több stream kezelése egy kapcsolaton belül)
  - független adatfolyamok külön chunkokban kerülnek továbbításra egy csomagon belül
  - Az SCTP párhuzamossá teszi a folyamatok továbbítását, így csökkentve a késleltetést is.
  - A független folyamatokra különböző tulajdonságokat állíthatunk be, pl. a sorrendhelyességet
- **Multihoming** (több IP címen érhető el a hoszt)
  - képes egy összeköttetés adatait több interfészen küldeni és fogadni
  - A megbízhatóság növelése: ha az elsődleges címen nem lehet elérni, akkor átvált a másik címre.
- Torlódásszabályozás

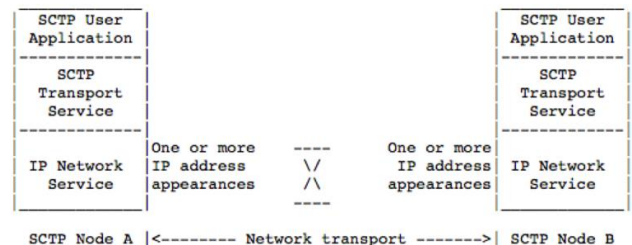
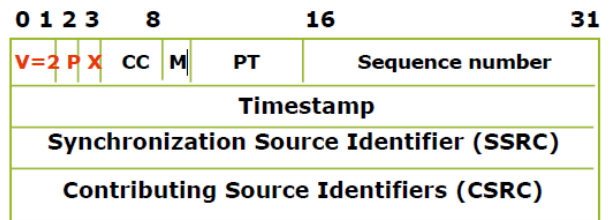


Figure 1: An SCTP Association

## RTP (Real-Time Transport Protocol)



- Sorszámzás és Időbélyeg
- Payload-típusok (médiatípusok, tartalomtípusok) kezelése
- UDP felett működik
- AZ ÁTVITELÉRT FELELŐS A QoS-ÉRT NEM
- **Csomagfejléc mezők**
  - Version (V, 2 bits)
    - Az RTP verziószáma; az RFC 1889-ben definiált módon.
  - Padding (P, 1 bit)
    - Ha 1-es: van padding az RTP csomag végén.
    - Padding - utolsó byte: hányat kell figyelmen kívül hagyni.
  - Extension (X, 1 bit)
    - Ha 1-es: a fejrész után változó hosszúságú fejrész kiterjesztés.
  - CSRC count (CC, 4 bits)
    - a CSRC azonosítók száma = a multiplexált források száma (a források megadása: a CSRC mezőben),
    - csak egy forrás: CC = 0.
  - Marker (M, 1 bit)
    - a csomagfolyam szignifikáns eseményeinek megjelölése.
    - az aktuális interpretációt a PT profile adja meg.
  - Payload type (PT, 7 bit)(!)
    - profile, amely legtöbbször a médiakódolási típusokat kezel, azoknak payload-formátumokat feleltet meg.
  - Sequence number (16 bit)(!)
    - lehetővé teszi az elveszett csomagok detektálását és a csomagsorrend helyreállítását,
    - kezdőértéke véletlen szám (l. később); minden elküldött RTP csomag után eggyel növeledik.
  - Timestamp (32 bit)(!)
    - Az RTP-csomag első oktettjének megfelelő pozíció valódi ideje a médiafolyamban.
  - SSRC (32 bit) – Synchronization source
    - Az RTP csomagfolyam forrását azonosítja, az RTCP rendeli hozzá, véletlenszerűen.
    - Független a hálózati címtől
    - Ha több stream-et generál ugyanazon forrás egy session-on belül, akkor mindegyiknek más az SSRC-je
    - A vevő ez alapján rendezzi csomagokba
  - CSRC (0...15-ször 32 bit)
    - contributing source: az „RTP mixer” által létrehozott kombinált csomagfolyam komponensét azonosítja.
- **RTP Mixer**
  - Közbülső rendszer, amely fogadja az RTP csomagokat egy vagy több forrásból
  - Mixer által összerakott új csomagok SSRC-je a mixer lesz.
  - Viszont a CSRC-ben felsorolja az eredeti forrásokat.

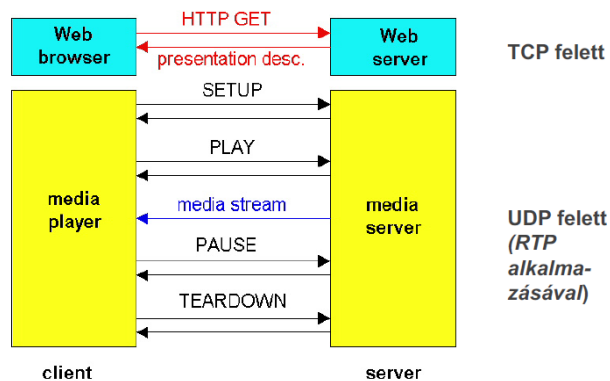
## RTCP (Real-Time Transport Control Protocol)

- QoS-hez ad segítséget
- A QoS paraméterek végpontok közötti monitorozása
- Forgalom: 5% RTCP többi RTP
- A mért és közölt információ:
  - Késleltetés
  - Jitter
  - Vett csomagok, elveszett csomagok száma
  - RTT (round-trip time)
- 3. fél is monitorozhat végig

- Gondok:
  - Ha sok felhasználó van, és hosszúak a session-ök: ritkán jön RTCP-jelentés (5% miatt)
  - Elavult jelentések miatt a forrás rossz intézkedéseket hozhat a QoS szempontjából
- Megoldás: hierarchikus aggregáció: Több jelentés összevonása egy összefoglaló jelentésben

## RTSP (Real Time Streaming Protocol)

- Kapcsolat felépítése és menedzselése a session végpontok között
- Lejátszásvezérlés típusú funkciók (elindítás, előre, hátra, sebesség...)
- Állapotfüggő protokoll több kérés típusal
  - SETUP: specifikálja, hogyan kell átvinni az adott média stream-et
  - PLAY: egy vagy több médiastream lejátszása
- Mit NEM csinál?
  - Nem kezeli a médiaformátumokat
  - Nem nyújt semmilyen támogatást a szolgáltatásminőség megvalósításához



## HLS (HTTP Live Streaming)

- Apple fejlesztés
- Broadcast és VoD támogatás
- **Rendszerfelépítés:**
  - Szerver (forrás)
    - Bemenete: tipikusan H.264 videó- és AAC audiókódolás, MPEG-2 TS-be csomagolva.
    - Szegmentálás – azonos méretű (pl. 10 s) darabokba (.ts). Tárolás.
    - Index fájl (.M3U8 ) létrehozása, amely felsorolja a stream darabjait.
  - Elosztó - distributor (továbbítás)
  - Kliens (letöltés, megjelenítés)
    - Index fájl letöltése
    - Stream-darabok letöltése
- **Adaptivitás**
  - Többféle kódolt média
  - Broadcast esetén az index fájl folyamatosan változik → periodikus újratöltés

## Szolgáltatásminőség biztosítása IP-hálózatokban

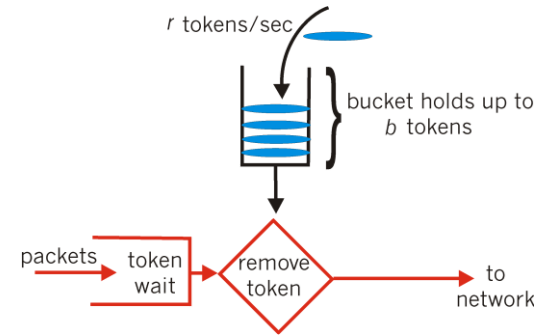
### QoS (Quality of Service)

- **Végpontok közötti garanciák adott időszakra és adott forgalom mellett**
  - rendelkezésre állás
  - átviteli sebesség
  - késleltetés, késleltetésingadozás
  - csomagvesztés
- QoS biztosításának **eszközei** csomagkapcsolt hálózatokban:
  - Forgalmi méretezés
  - Protokollválasztás
  - Táruk menedzselése
- **Módszerek**
  - Nyers erő (over-provisioning)
  - Folyamankénti (per-flow) QoS-biztosítás (finom felbontású)
  - Forgalomosztály-alapú (class-based) QoS biztosítás(durva felbontású)
  - IETF Differentiated Services (DiffServ) módszer



## Interserv (Integrated Services)

- Szolgáltatás osztályok specifikálása (Guaranteed Quality, Controlled-Load, Best Effort)
- Erőforrások biztosítása az RSVP használatával
- Probléma: nem skálázható, nagy hálózatoknál lehetetlen a kivitelezés → kisebb méretű, hozzáférési hálózatokban
- **Mechanismusai:**
  - **Felhasználó:** a kért szolgáltatásminőség és a forgalom leírása
  - **Hálózat:**
    - Beengedés-szabályozás
    - Erőforrás- foglalás, jelzésátviteli protokoll segítségével (RSVP)
    - Ütemezés
    - Ellenőrzés és formálás
- **Forgalomleírás és policing**
  - **TOKEN BUCKET!!**
  - A vödör formálja a forgalmat: legfeljebb  $b$  méretű börsztöt küldhetünk, és az átlagsebesség csak  $r$  lehet
  - A vödörbe  $r$  sebességgel töltődnek a tokenek
  - Legfeljebb  $b$  token lehet benne, ha már tele van, a beérkező tokenek elvesznek, túlcsoordulnak
  - Ha egy  $n$  hosszú csqg érkezik, kivesz  $n$  token a vödörből (ha van annyi) és továbbítás
  - Ha kevesebb mint  $n$  token van: a csqg nem konform
  - Ha nem konform: 1) eldobás, 2) várakozás, 3) továbbítás mint „nem konform” csomag



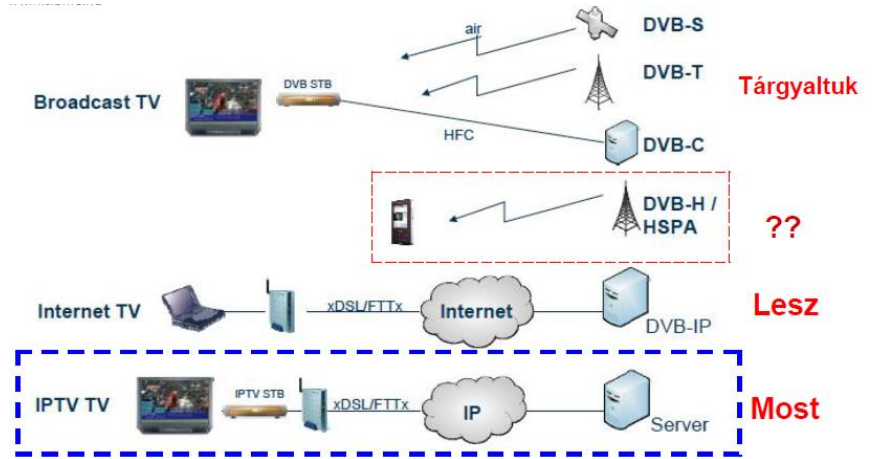
## DiffServ

- Kiszámú forgalomosztályokhoz rendel erőforrásokat (Premium, Regular), egyetlen bit a csomagfejben
- Nincs együttműködés a végpontok között, mint az IntServ-nél
- **Edge router:** folyamanként forgalom menedzselést végez, megjelöli a csomagokat hogy melyik osztályba tartoznak (in-profil, out-profil)
- **Core router:** osztályonkénti forgalom menedzselést végez, puffereles és ütemezés, elsőbbség adás
- Megfigyeljük a forgalmat (meter) és a nem konform csomagokat formáljuk (shaping), vagy eldobjuk (dropping).
- További csomagok:
  - **PHB (Per-Hop-Behavior):** a forgalomosztályhoz tartozó csomagtovábbítási elveket definálja
    - 6 bit a fejrészben : DiffServ Code Points (DSCP)
    - Expedited forwarding (EF)
      - legegyszerűbb, csomagok továbbítása minimális késleltetéssel, kis csomagvesztéssel
      - Az EF-forgalom érkezési ütemét csak a csomópontok linksebessége korlátozza.
        - Ütemezőben: olyan sorhoz rendeljük hozzá, amelynek a kiszolgálási üteme legalább a csomagok beérkezési ütemével egyezik meg
      - Szigorú prioritázás garantálható
    - Assured forwarding (AF)
      - Prioritások sorok és eldobási jellemzők valósítják meg a megfelelő kiszolgálást
    - Plusz default PHB: best effort:
      - minden idekerül ami nem felel meg a fenti kettőnek.

# Médiaterjesztés IP felett: IPTV

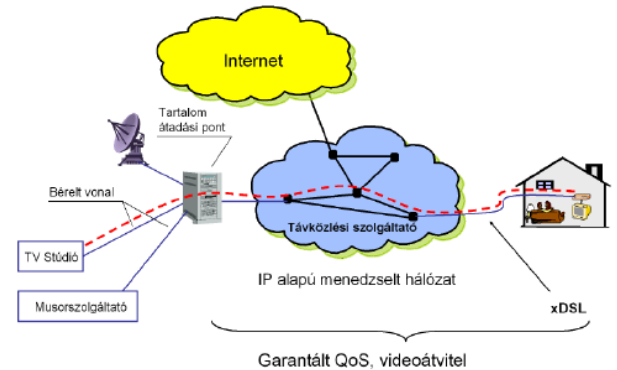
## IPTV

- TV-műsorszolgáltatási rendszer, **menedzsel**, **dedikált zárt IP-hálózaton**
- Szolgáltatói modell, ahol közvetlen ráhatása van a szolgáltatónak a terhelhetőségre.
  - A távközlési szolgáltatók TV-szolgáltatóvá válnak.
  - Triple / Quadruple-play
  - Csak a szolgáltató kínálatában levő műsorok érhetőek el
- Felhasználóknak nyújtott szolgáltatáscsomag, ahol a **minőség** fontos!
  - **Set Top Box**: ki mire jogosult, mire vagyunk előfizetve
- Értéknövelt szolgáltatások → business
  - Interaktivitás (gyerekzár, műsorújság, internet...)
  - Time Shift: felvétel, megállítás, visszapörgetés...
  - Video on Demand : online videotéka
- Technológia
  - Központi és hálózati infrastruktúra
  - Protokoll-architektúra



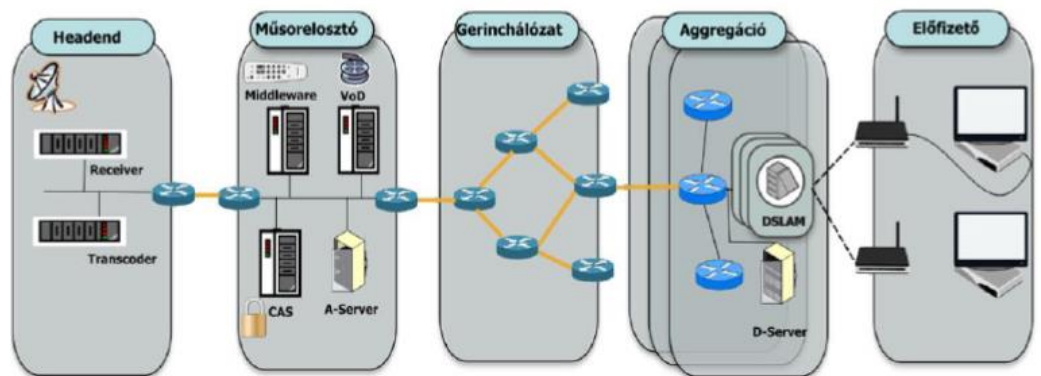
## Műszaki feltételek:

- Kellő sáv szélesség a távközlési gerinc- és előfizetői hálózatokban.
- Hatékonyabb A/V kódolási eljárások.
- IP hálózaton működő megbízható streaming szolgáltatás.
- Megfizethető on-line tárolókapacitás.
- A komplett szolgáltatást átfogó keretszoftverek (middleware).
- (Olcsó) IP-TV STB.
- Könnyen megvalósítható szolgáltatáscsomag a meglévő infrastruktúrán.



## Felépítése

1. **Fejállomás (headend):** a jel itt lép be a rendszerben, ahol a fejállomás elvégzi rajta az átkódolást illetve az áttömörítést
2. **Műsorelosztó:**
  - a. Middleware: előfizetők nyilvántartása, csatornacsomagok kezelése, IPTV-szolgáltatások vezérlése (pl. műsorújság). Felhasználó és szolgáltató management
  - b. VoD (Video on Demand): online videotéka szervere, egyes rendszerekben „Time Shift” megvalósítás
  - c. Conditional Access (CAS): kódolt prémium csatornák (előfizetéssel érhetőek el)
  - d. A-Server (Acquisition servers): helyi adások kezelése
3. **Gerinchálózat:** nagy sáv szélességű szolgáltatói gerinchálózat, ehhez csatlakoznak az előfizetői aggregációs hálózatok



- 4. **Aggregációs hálózat:** előfizetői hozzáférés: xDSL, FTTH, hibrid, vezeték nélküli
  - a. D-server (Distribution Server): műsorelosztó és gerinchálózati funkciók lokális gyorsítása (pl. csatornaváltás)
- 5. **Előfizető:** IPTV képes televízió, Set Top Box

## Set Top Box (STB) típusok

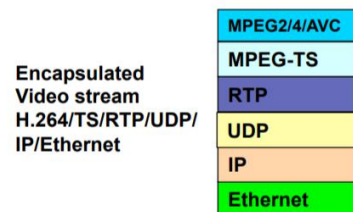
- **Physical STB:** Jelenleg a legáltalánosabb eset.
- **Software STB:**
  - előny: nincs szükség telepített eszközre, ezért bárhol igénybe vehető az IPTV-szolgáltatás,
  - hátrány: a felhasználó menedzsmentje és biztonsági nehézségek
  - **Virtual STB:** a software STB egy típusa, de a szoftvert a szolgáltató kezeli,
    - előny: a szolgáltató mindent kézben tart,
    - hátrány: megfelelő felhasználói végberendezés és egnövekedett késleltetés.
  - **Open STB:** szoftveres megoldás, a szoftverhez több szolgáltatónak is hozzáférése van.

## QoS/QoE

- **QoS:** mérhető, számszerűsíthető
- **QoE:** szubjektív, felmérések alapján
- Cél a felhasználói élmény zavartalanságának biztosítása: jó minőségű és élvezhető TV-adás, szolgáltatások kielégítő sebességgel és üzembiztonságának biztosítása
- Hibaokok:
  - Adásminőség-romlás
  - Hiba a fejelegységbe érkező adásba
  - Eszközhiba, működési rendellenesség
  - Hálózati hiba → szolgáltató
    - 1% csomagvesztés esetén már élvezhetetlen a műsor!

## IPTV Protokoll architektúra

- Videókódolás:
- Tömörítés: MPEG Video,
  - SD vagy HD videó,
  - MPEG-2 vagy MPEG-4/H.264 formátum.
- **MPEG-2 Transport Stream (MPEG-TS):** jelfolyam csomagolása
- **Packetized Elementary Stream (PES):**
  - a tömörített MPEG-videófolyam változó hosszúságú csomagokba (packet) van rendezve, videó, audio és egyéb adatok összefűzése (multiplexálása)
  - Beágyazásnál használt protokollok: kép →
- IP-multicast (IGMP, MLD)
- TCP helyett UDP, mert felesleges újraküldeni(nincsen hibajavító rész amúgy sem), ha elveszik, és az overhead is kisebb → gyorsabb
- RTP opcionális



## Multicast

- Egy időben több felhasználónak is ugyanarra van szüksége: kezeljük együtt ezeket a forgalmakat! Az IP-multicast technológia a csoportos kommunikáció infrastrukturális hátterét hivatott biztosítani, hálózati erőforrások hatékony és gazdaságos kihasználása.
- IPTV-nél: Unicast és
  - **Multicast:** adott csoport tagjai kapják meg a csomagokat, kiváltja az IPv4-beli broadcast címzési módot.
    - Minden csatorna külön multicast-csoport
    - Routereknek támogatniuk kell a multicast címzést/továbbítást!
    - A csomag csak egyszer jelenik meg egy adott hálózati linkeken.
    - **IPv4: IGMP (Internet Group Mngment Protocol)**

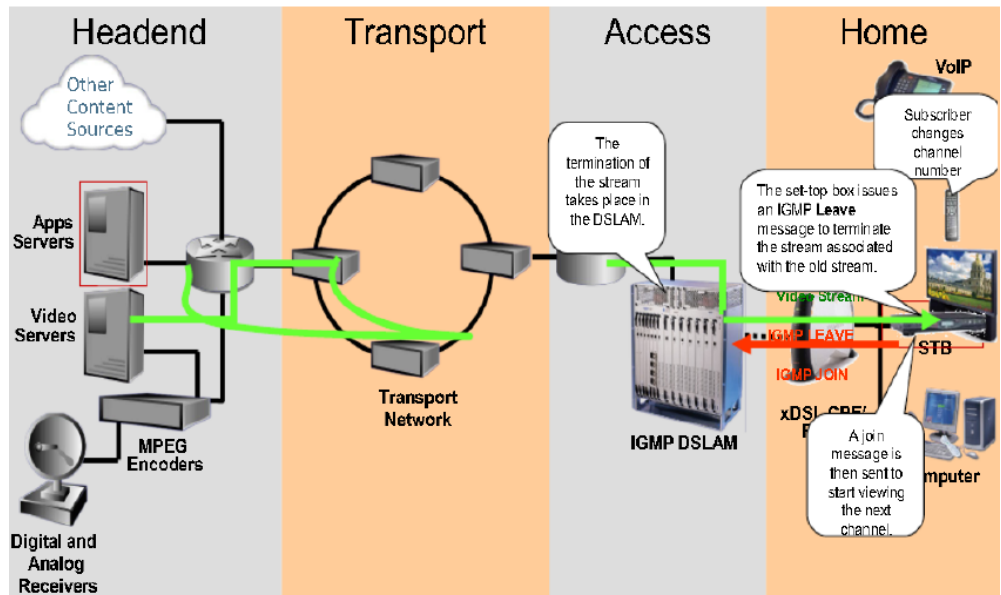
- Csatornaváltás:
  - JOIN üzenetekkel
    - időtartalma kritikus,
    - hagyományos multicast-hálózatokban ~2 s (túl sok).
  - LEAVE üzenet:
    - elhagyja a csoportot.
- **IPv6: Multicast Listener Discovery (MLD)**, az ICMPv6-ban.
- Ha idő közben megállítom a multicast-ot onnantól unicast lesz

## Csatorna kiválasztási folyamat (Multicast)

1. Megnyomom a csatorna számát
2. IP Set Top Box elfogadja a csatorna kérést, és elküldi az IGMP JOIN request-et a DSLAM-nak
3. DSLAM feldolgozza a kérést, és megvizsgálja, hogy a kért csatorna már létezik-e a portjain
  - a. Ha létezik: szimplán lemásolja a stream-et és elküldi a kérő eszköznek
  - b. Ha nem létezik: a kérést elküldi az upstream router-nek
4. A router feldolgozza a kérést, és megvizsgálja, hogy a kért csatorna már létezik-e a portjain
  - a. Ha létezik: szimplán lemásolja a stream-et, majd elküldi a kérő eszköznek
  - b. Ha nem létezik: a kérést elküldi az upstream router-nek
5. A kért csatorna végre elérte az IPTV adatközpontot, ahol az összes broadcast csatorna elérhető
  - a. Itt a feliratkozó Set top box IP címe hozzá lesz adva multicast listához
  - b. Ezután a csatornát lemásolják, majd tovább küldik az IP set top box felé

## Csatornaváltás

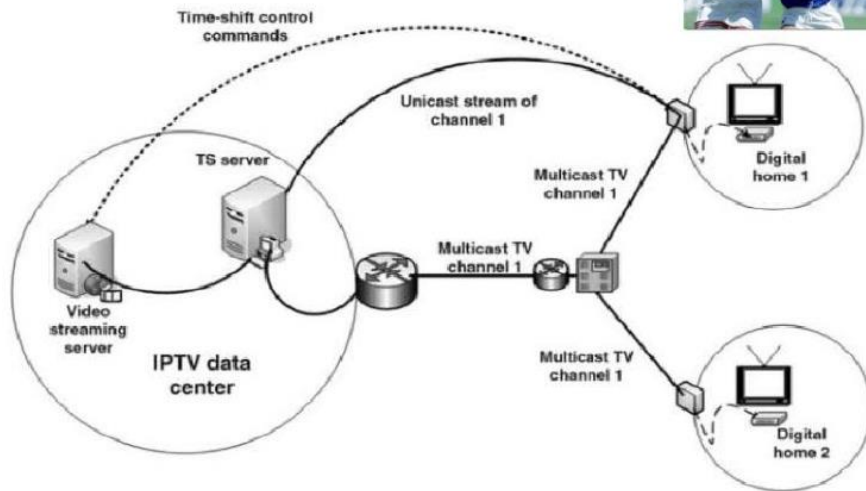
1. Az előfizető csatornát vált
2. A következő csatorna megtekintésének megkezdéséhez egy JOIN üzenet kerül elküldésre
3. A set-top box kiad egy IGMP-üzenetet, hogy megszüntesse a régi stream-hez társított stream-et
4. A stream befejezése a DSLAM-ban történik meg



## Késleltetés

- Késleltetés összetevői
  - I-framek gyakorisága
  - csomagrendezés
  - PAT és PMT gyakorisága
    - PAT: MPEG Program Association Table
    - PMT: MPEG Program Map Table
  - multicast Join és Leave
  - Link-hozzáférés
  - STB jitter-„javító” buffer
  - CA- és DRM-rendszer
  - hibakezelés (FEC/ARQ)
  - STB feldolgozási ideje
  - kijelző feldolgozási ideje

# Time-shift TV



## Médiaterjesztés IP felett: InternetTV, OTT,CDN, hibridTV

### Lineáris és nemlineáris médiafogyasztás

- **Lineáris médiafogyasztás:**
  - A hagyományos tévé-műsorszórás.
  - Szerkesztett programok, előre meghatározott és ismert beosztás alapján (“műsor”)
- **Nemlineáris médiafogyasztás (video on demand, time shift)**
  - Desktop, laptop vagy mobil eszköz interneteléssel
  - Tetszőleges tartalom elérése, letöltése, nézése/hallgatása
  - Amikor akarjuk, Bármikor újra megnézhetjük, akár részeit is
  - Régebben: VHS, DVD...

### OTT-Over the top content

- OTT = tartalomszétosztás az interneten
- Szétválik a tartalomszétosztó-szolgáltatói és a hálózati szolgáltatói szerep: az utóbbi az internetszolgáltató
- Az OTT szolgáltatási/üzleti modell is!
- Fontos a táblázat! →
- **Ökoszisztéma:**
  - **Tartalomszolgáltató:** BBC
  - **Tartalom-aggregáló és -szétosztó:** Netflix
  - **ISP -internetszolgáltató:** pl. Verizon (USA), T-Home (Magyarország)
  - **CDN-szolgáltató:** pl. Akamai (USA), StreamZilla (Hollandia), Antenna Hungaria (Magyarország)
  - **Gerinc- ill. hozzáférési hálózati szolgáltató:** hagyományos távközlési és mobilszolgáltatók, pl. Magyar Telekom

	OTT	IPTV
Szétosztó/hozzáférési hálózat	nyilvános internet	saját, menedzselte hálózat
A tartalomszétosztó és a hálózati szolgáltató	a két szerep elválik egymástól	a tartalomszétosztóé a hálózat is
Quality of Service	- csupán “best effort”-ot nyújt az ISP* - CDN* alkalmazásával javítható a helyzet	<b>QoS garantálható</b>
A médiaátvitelre használt protokoll	HTTP/TCP, adaptív streaming HLS*-sel	RTP/UDP
Routing-topológia	Unicast	Multicast

### Platformok

- Smart TV, connected TV
  - Dedikált szétosztás (digitális műsorszórás) és lineáris média + Internet, OTT, interaktív tartalom, UGC (User Generated Content)
- Android TV,
  - Android OS alapú smart TV-alkalmazás
  - Sony, LG stb. smart TV-kbe, és STB-kba integrálva
  - Netflix

- Apple TV
  - Digitális médiavevő set-top box
  - Netflix, Hulu, stb.
- Roku, <https://www.roku.com>
  - Digitális médiavevő set-top box

Hogyan tudja biztosítani a szolgáltató a kívánt szolg. minőséget (QoS) ha nincs birtokában a szétszórt hálózat (mivel az az internet)? → CDN (Content Delivery Network) szolgáltató beiktatása

- Proxy Cache típusú (A Proxy-cache-ek csak a saját felhasználóikat szolgálják ki egy LAN-on belül)

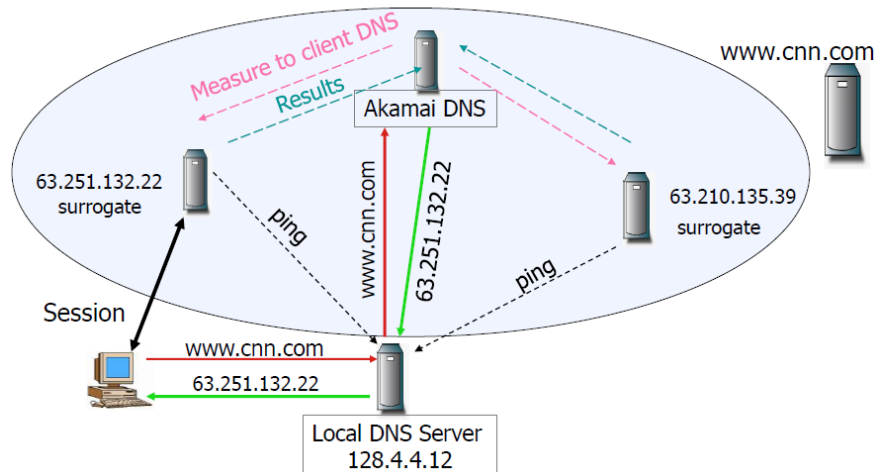
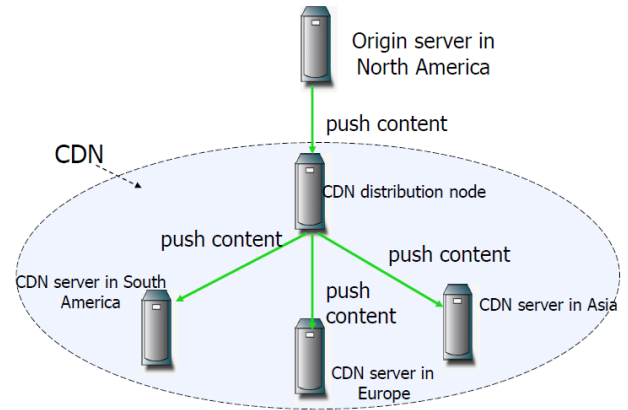
### CDN – Content Delivery Network

- gyorsítani a felhasználói- és csökkenteni a hálózati forgalmat
- A CDN szervereken tárolja ugyanazoknak a felhasználóknak szánt tartalmakat, ha a tartalomszolgáltató frissíti a tartalmat, a CDN-szolgáltató frissíti a szerverein tárolt tartalmakat
- A gyorsaság fontos mivel erősen befolyásolja a felhasználói élményt, illetve a bevételre is behatással van
- A CDN leszed mindent az eredeti szerverről akár kérték, akár nem

Proxy Cache-ek	CDN
Helyi LAN hálózatban használják a külvilág felé szükséges sávszélesség redukálásáért	Tartalomszolgáltatók alkalmazzák a QoS biztosításához
Reaktívan működnek	Proaktívan működnek
A helyi hálózat részei (pl BME, Ericsson Hungary) és nem a tartalomszolgáltató tulajdonában van	A tartalomszolgáltató hálózatának része
A proxy cache-ek nem engedik át a döntést arról, hogy mi tárolódjon bennük	A CDN-ek tartalmát a tartalomszolgáltató határozza meg és módosítja ha kell

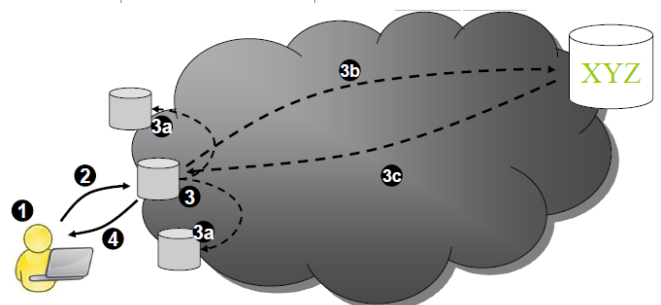
### Szerverválasztás

- **Letöltés**
  - **Terhelésalapú módon:**
    - terheléelosztás a CDN-szerverek között.
  - **Teljesítmény-alapú módon:**
    - legjobb szolgáltatás nyújtása a felhasználónak, RTT, sávszélesség, terhelés alapján.
- **CDN-szerverek elérése:**
  - **Routing-alapú:** Routing protokoll: útvonalmetrikák alapján
  - **DNS-alapú:** A DNS-lekérdezés a legközelebbi CDN-szerver címét küldi vissza.
    - Fontos a kép →



### CDN Működési példa

1. A felhasználó le akar tölteni egy elosztott webtartalmat (pl. egy YouTube videót)
2. A dinamikus feltérképezés segítségével a „legközelebbi” edge cache-hez, azaz CDN szerverhez kapcsolódik
3. Az EDGE CACHE keresi a tartalmat a saját tárhelyén



- a. Ha nincs a tartalom meg helyben, akkor az edge cache körbekérdez a közeli edge cache-eknél, hogy megvan-e
  - b. Ha a kért tartalom nincs meg vagy nem friss, akkor kérést küld a forrás szerver felé
  - c. A FORRÁS SZERVER kézbesíti a tartalmat az edge cache-hez optimalizált kapcsolaton keresztül
4. Az edge cache (CDN szerver) kézbesíti a kért tartalmat a felhasználónak

### Árazási struktúrák

- Esetenkénti (tranzakció-alapú) számlázás
- Előfizetéses (flat rate) számlázás
- A kettő kombinációja:
  - előfizetés, benne adott számú TV-csatorna plusz tranzakció-alapú fizetés a tárolt tartalomért.
- Ingyenes (reklámok)

### Hibrid TV

- Smart TV-készülék
- Tartalom elsődlegesen DVB-szolgáltatótól (DVB-S/C/T).
- Internetre csatlakoztatott készülék, tartalom és szolgáltatások az internetről is.
- Szabványosítása: **HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)**
  - új ipari szabvány, célja gyártósemleges platform, amely kombinálja a hagyományos úton terjesztett tévé szolgáltatásokat a szélessávú interneten terjesztett szolgáltatásokkal.

### Mi lehet a jövő?

- Az analóg TV-szétosztás rövidesen megszűnik a CATV-hálózatokban is.
- A DVB-T valamelyest nőni fog vagy stagnálni néhány évig, utána vsz. csökkenni kezd a jelentősége.
- Az IPTV részaránya tovább nő és jelentős tényező marad a következő néhány évben.
- A mobil szélessávú internet elterjedése, sebessége nőni fog, többek között a felszabaduló sávok újraelosztása következtében.
- Következésképpen: az internetes nemlineáris médiafogyasztás részaránya tovább nő
- A közeljövőt többféle platform, interfész stb. fogja jellemezni, nem várható egységes világszabvány, mert
- A hibrid TV jövője kérdéses, a HbbTV jelenleg csak európai törekvés, az USA nem látszik támogatni, ezért... ?
- Hosszabb távon a MOBIL SZÉLESSÁVÚ internet fog dominálni a médiaterjesztésben és -fogyasztásban.