



TECH pedia



MODERNÉ TV ŠTANDARDY

PAVOL PODHRADSKÝ, PETER TRÚCHLY

Názov: Moderné TV štandardy
Autor: Pavol Podhradský, Peter Trúchly
Vydalo: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktná adresa: Technická 2, Praha 6, Česká republika
Tel.: +420 224352084
Tlač: (iba elektronická)
Počet strán: 34
Edícia (vydanie): 1. vydanie, 2017
ISBN 978-80-01-06290-6

TechPedia

European Virtual Learning Platform for
Electrical and Information Engineering

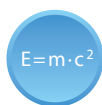
<http://www.techpedia.eu>



Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie.

Táto publikácia (dokument) reprezentuje výlučne názor autora a Komisia nezodpovedá za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto publikácii (dokumente).

VYSVETLIVKY



Definícia



Zaujímavosť



Poznámka



Príklad



Zhrnutie



Výhody



Nevýhody

ANOTÁCIA

Tento modul poskytuje krátky prehľad koncepcie analógovej a digitálnej televízie. V súčasnosti sú evolučné trendy v oblasti vysielenia TV sústredené na novú integráciu vysielačích systémov a infraštruktúr IP IKT. Hlavným úmyslom tohto vzdelávacieho modulu je poskytnúť prehľad štandardov pre systémy DVB (vysielenie digitálnej televízie) ako aj štandardov pre systém HbbTV (hybridné širokopásmové televízne vysielenie).

CIELE

Hlavným cieľom tohto modulu je, aby čitateľ získal základné znalosti v oblasti digitálnej televízie a systémov pre vysielenie digitálnej televízie (DVB TV), o koncepcii hybridného širokopásmového vysielenia televízie (HbbTV), ale najmä znalosti na poli štandardov pre DVB TV a HbbTV.

LITERATÚRA

- [1] Lundström, Lars-Ingemar. *Understanding Digital Television - An Introduction to DVB Systems with Satellite, Cable, Broadband and Terrestrial TV*. Elsevier, 2006. 316 pages. ISBN 978-0-240-80906-9
- [2] Benoit, Hervé. *Digital Television - Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework*. Third Edition. Elsevier, 2006. 289 pages. ISBN: 978-0-240-52081-0
- [3] O'Driscoll, Gerard. *The Essential Guide to Digital Set-Top Boxes and Interactive TV*. Prentice Hall, 2000. 320 pages. ISBN 0130173606
- [4] Wu, Yiyang et al. Comparison of terrestrial DTV transmission systems: the ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM. *IEEE Transactions on Broadcasting* (Vol. 46 , No. 2). 2000. pp. 101 - 113
- [5] Sarginson, P.A. *MPEG-2: Overview of the systems layer*. BBC Research & Development Department, 1996.
- [6] DVB Standards & BlueBooks, <http://www.dvb.org/standards/>
- [7] DVB Project. *DVB-T2 - 2nd Generation Terrestrial: The World's Most Advanced Digital Terrestrial TV System*. DVB Fact Sheet, May 2015
- [8] DVB Project. *DVB-S2 - 2nd Generation Satellite*. DVB Fact Sheet, August 2012
- [9] DVB Project. *DVB-C2 - 2nd Generation Cable: The World's Most Advanced Digital Cable TV System*. DVB Fact Sheet, July 2012

- [10] Ciochina-Duchesne, Cristina; Castelain, Damien; Bouttier, Arnaud. Satellite Profile in DVB – NGH Physical layer technical choices and motivations. 6th Advanced Satellite Multimedia Systems Conference (ASMS) and 12th Signal Processing for Space Communications Workshop (SPSC), 2012
- [11] DVB Project. DVB-MHP - Multimedia Home Platform: Open Middleware for Interactive TV. DVB Fact Sheet, May 2011
- [12] ETSI TS 102 796 V1.3.1,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts%5C102700_102799%5C102796%5C01.03.01_60%5Cts_102796v010301p.pdf
- [13] ETSI TS 102 796 V1.1.1,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.01.01_60/ts_102796v010101p.pdf
- [14] ETSI TS 102 796 V1.2.1,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts%5C102700_102799%5C102796%5C01.02.01_60%5Cts_102796v010201p.pdf
- [15] Podhradský, Pavol; Mikóczy, Eugen; Dúha, Ján; Trúchly, Peter at al. NGN – Selected topics, LdV IMProvet, Educational publication, 137 pages, Published by ČVUT Praha, ISBN: 978-80-01-05295-2, August 2013, CD versions (SK, EN, CZ)
- [16] Podhradský, Pavol; Trúchly, Peter; Londák, Juraj; Schumann, Sebastian. New generation of multimedia services/applications, Educational publication, 32 pages, Published by ČVUT Praha, on-line versions (SK, EN, CZ, DE, ES)

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Analógová a digitálna TV, koncepcia a porovnanie	9
3	Prehľad a základná charakteristika MPEG štandardov	11
4	Štandardy pre vysielanie digitálnej televízie	14
5	Štandardy DVB	16
5.1	DVB-T – Pozemné vysielanie digitálnej televízie	18
5.2	DVB-S – Vysielanie digitálnej televízie cez satelit	20
5.3	DVB-C – Vysielanie digitálnej televízie káblovými rozvodmi	22
5.4	DVB-H – Vysielanie digitálnej televízie pre ručné zariadenia	24
5.5	DVB-MHP.....	26
6	HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)	27
6.1	Štandardy HbbTV.....	29
6.2	Služby HbbTV.....	33
7	Dodatok: Moderné TV štandardy – Televízia cez protokol IP	34

1 Úvod

Televízia (TV) zaznamenala mnoho významných míľnikov počas obdobia svojho vývoja počínajúc primitívnou mechanickou televíziou (1884), cez elektronickú analógovú televíziu až po digitálnu televíziu. Počiatky mechanickej televízie môžeme nájsť v období, keď bol vynájdený a patentovaný Nipkowov disk. Tento mechanický disk sa otáčal okolo osi a cez malé dierky boli obrázky snímané a na druhom konci zobrazované na malú plochu. Existovali aj komerčné domáce televízne prijímače (Bairdov model a Octagon), ale táto primitívna televízia bola zaujímavá iba pre „zvedavcov“.

Elektronická televízia sa mohla vyvinúť až keď bola objavená a postavená katódová trubica (CRT, cathode-ray tube) – obrazovka [1]. Využívala elektrónový lúč, ktorý dopadom na fluorescenčný povrch obrazovky vytváral obraz (riadok po riadku). Prvá elektronická televízia bola analógová a čiernobiela. Po roku 1950 sa začala objavovať farebná televízia. Významný rozmach v produkcii televízie nastal po druhej svetovej vojne v Spojených štátoch, keď dramaticky narástlo množstvo domácností s televíznym prijímačom. Pre analógovú televíziu boli vyvinuté tri kódovacie systémy – NTSC, PAL a SECAM. Európske krajiny si osvojili systémy PAL/SECAM. Vysielače distribuovali analógovú televíziu ako sadu kanálov pomocou veľmi krátkych (VHF) a ultra krátkych vln (UHF), jeden kanál na jednej nosnej kanálovej frekvencii.

V roku 1980 bolo možné vysielat' analógové video s digitálnym audio signálom, ale konverzia analógovej televízie na digitálnu vyžadovala účinné kódovacie algoritmy a procesory s vysokým výkonom. S objavom kompresných algoritmov od skupiny MPEG v deväťdesiatych rokoch sa digitálnej televízii otvoril priestor na rozmach a štandardizáciu. V súčasnosti je digitálna televízia vysielaná prostredníctvom kábla, vzduchom a zo satelitov v štandardnom a vysokom rozlíšení. Rýchly pokrok v informačných a komunikačných technológiách umožnil zmenu obyčajných televízorov na inteligentné televízory, ktoré sú vybavené širokopásmovým prístupom do Internetu. Táto schopnosť prináša koncovým používateľom množstvo nových aplikácií ako napr. prístup k IPTV službám [2].

Aktuálne úsilie v tejto oblasti sa sústreďuje na vývoj hybridného televízneho vysielania. V roku 2009 vzniklo konzorcium **HbbTV** (*Hybrid Broadcast Broadband TV*) s hlavným zámerom skombinovať vysielacie TV systémy, širokopásmové pripojenie a IPTV služby, aby bolo možné používateľom doručiť zábavu prostredníctvom ich koncových zariadení, televízorov a prídavných prijímačov (set-top box).



Octagon



Baird model "C"

1928



1940 - 1960



1990 - 2014

Obr. 1 – Vývoj televizních přijímačů

2 Analógová a digitálna TV, koncepcia a porovnanie

$E=m \cdot c^2$

Analógová televízia (ATV) prenáša analógový signál, ktorého amplitúdy nadobúdajú hodnoty zo spojitého intervalu. Tento signál nesie audio signál (zvuk), video signál (informáciu o jase a farbe obrazu) a synchronizačné informácie (horizontálne, vertikálne). Audio signál je modulovaný pomocou frekvenčnej modulácie a video signál sa moduluje amplitúdovou moduláciou. Obidva signály na rovnakej nosnej (kanálovej) frekvencii, t.j. jedna televízna stanica obsadí celú kapacitu jednej nosnej frekvencie (kanál).

–

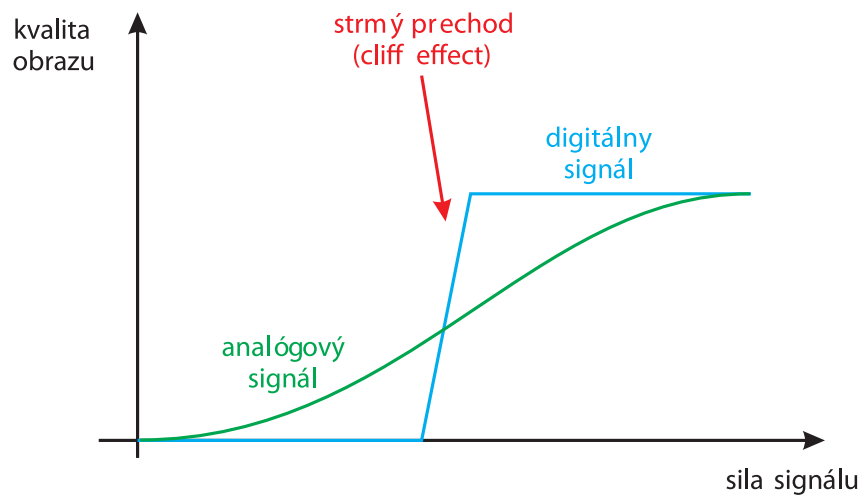
Analógová povaha prenášaného signálu spôsobuje, že analógová televízia obyčajne poskytuje nižšiu kvalitu obrazu. Analógový signál je ovplyvnený interferenciami a šumom počas prenosu (fyzikálne princípy šírenia signálu, odrazy, počasie), čo spôsobuje duchov a zrnenie (šum) v koncovom obraze. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou medzi anténou používateľa a vysielačom sa intenzita analógového signálu znižuje a signál nemôže byť úplne zregenerovaný.

Digitálna televízia (DTV) prenáša digitálny signál. Keďže zdrojové video a audio sú analógové signály, musia byť najskôr digitalizované. To znamená, že sa prevedú na nuly a jednotky. Ako bude spomenuté v nasledujúcej časti, digitalizovaný signál musí byť ešte skomprimovaný a potom skombinovaný do podoby transportného signálu, ktorý je vhodný pre výsledné vysielenie.

+

Signály DTV sú chránené kódmi schopnými opravovať chyby, ktoré umožňujú obnoviť pôvodný signál a eliminovať šum a interferencie [1]. Preto používatelia môžu sledovať TV kanály (obraz a zvuk) v rovnakej kvalite ako boli vyslané (bez duchov). Táto technológia poskytuje používateľom obraz v štandardnom rozlíšení (**SD**, *standard definition*) ako aj vo vysokom rozlíšení (**HD**, *high definition*) a zvuk v **CD** (*compact disc*) kvalite. Digitálna televízia dokáže využiť kapacitu jedného frekvenčného kanála efektívnejšie. Kompresné (a multiplexné) algoritmy umožňujú operátorom vložiť viac televíznych a tiež rozhlasových staníc do tej istej kapacity, ktorú predtým obsadila jedna analógová televízna stanica. Digitálna televízia ponúka mnoho inovácií s novým prevádzkovým modelom, ktorý významne prispieva ku konvergencii počítačov, televízie a Internetu. Výhody pre zákazníkov sú badateľné: stovky televíznych a rozhlasových staníc a prístup k novým rôznorodým službám.

DTV a ATV využívajú rovnaké médium pre vysielenie (kábel, vzduch, satelit). Zdieľajú rovnaké frekvenčné pásmo, ale samozrejme nie rovnaké frekvencie v tom istom čase. DTV nie je spätne kompatibilná s ATV. Používatelia digitálnej televízie si musia kúpiť nový digitálny prijímač (STB, set-top box) [3]. Obr. 2 ukazuje, ako sa správa kvalita obrazu v závislosti od sily signálu pre ATV a DTV. Možno jednoducho povedať, že buď je digitálny obraz kvalitný alebo žiadny. Je možné vidieť dlhý interval, počas ktorého digitálny obraz zotrúva v perfektnéj kvalite, kým analógový obraz sa postupne stáva viac a viac zrnitý s prípadnými duchmi.



Obr. 2 – Digitálna televízia – závislosť kvality obrazu od sily signálu

3 Prehľad a základná charakteristika MPEG štandardov

Ako už bolo spomenuté digitálna televízia vysiela digitálny signál ale multimediálny obsah, t.j. video a audio signály prichádzajú zo zdrojov ako analógové signály a preto musia byť prevedené do digitálnej podoby (pomocou analógovo-digitálneho konvertora).



Analógový video (televízny) signál, ktorý potrebuje šírku pásma 5 MHz v prípade štandardného európskeho televízneho signálu s 625 riadkami, má 720 pixelov (bodov) na riadok, čo dáva 414720 pixelov (576x720) na jednu snímku. Po digitalizácii by takýto čiernobiely video signál (s frekvenciou 25 snímok/s) vyžadoval dátovú rýchlosť približne 83 Mbit/s (v prípade farebného videa až 250 Mbit/s). Tieto bitové rýchlosti sú príliš vysoké a takmer nenasaditeľné v reálnych komunikáciách (napr. v satelitných systémoch). Našťastie video signály ako aj audio signály obsahujú veľa nadbytočnej informácie, ktorú je možné odstrániť pomocou vhodnej kompresnej metódy. Aplikáciou kompresie je možné pôvodnú bitovú rýchlosť znížiť (podľa výslednej kvality obrazu a rozlíšenia) až na niekoľko Mbit/s.

Redundantná informácia reprezentuje (napríklad) informáciu, ktorú je možné predpovedať a preto nie je potrebné ju prenášať, keďže prijímač ju dokáže doplniť. Kompresné techniky sa tiež spoliehajú na obmedzenia spojené s ľudským vnímaním akustickej a vizuálnej informácie. Audio signály obsahujú určité tóny, ktoré nie sú počuteľné ľudským ušom a preto informácia o nich môže byť odstránená zo signálu. Video signály obsahujú množstvo informácie, ktorá sa opakuje v po sebe idúcich snímkach a na základe tohto princípu je možné vhodnými algoritmami znížiť množstvo obrazových dát prenášaných z vysielča k prijímačom.

Na kompresiu digitálnych fotografií (obrázkov) bol definovaný formát JPEG, ktorý využíva diskretnú kosínusovú transformáciu. V prípade pohyblivých obrázkov (video) bola založená skupina **MPEG** (*Moving Pictures Experts Group*) s úlohou vyvinúť efektívne kompresné techniky pre prácu s videoklipmi na počítačoch a ich prenos medzi počítačom a inými zariadeniami.



Technológia DVB si osvojila kompresné štandardy skupiny MPEG [2].

Prvý štandard definovaný touto skupinou bol MPEG-1. Tento štandard poskytuje strednú kvalitu videa pri nízkych konštantných bitových rýchlostiach do 1,5 Mbit/s pre interaktívne systémy s uložením videa na média CD-ROM. Taktiež sa stal populárny pre distribúciu videoklipov cez Internet. MPEG-1 ale nebol schopný nahradiť analógovú televíziu. Na základe princípu použitom v MPEG-1 bol vyvinutý nový štandard MPEG-2. Jeho definícia bola ovplyvnená potrebou zakódovať štandardnú televíziu a jej následné šírenie pozemne, káblami alebo satelitom.

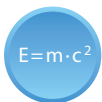


Štandard MPEG-2 je optimalizovaný pre vysielanie (broadcasting) a tiež vyššie bitové rýchlosti (2 Mbit/s a vyššie) podľa výslednej kvality videa a rozlíšenia. Taktiež sa hodí na uchovanie filmov napríklad na média DVD. Štandard MPEG-2 je kompatibilný s MPEG-1 čo znamená, že MPEG-2 dekodér dokáže dekodovať všetky elementárne toky zakódované štandardom MPEG-1.

Štandard MPEG-4 publikovaný v roku 1998 ponúka kódovanie audio vizuálnych objektov.



Tento štandard obsahuje komplexnejšie algoritmy, ktoré mu umožňujú poskytnúť používateľom video rovnakej kvality ako MPEG-2 ale pri nižších bitových rýchlostiach. MPEG-4 podporuje množstvo bitových rýchlostí a môže byť použitý tiež pre IPTV s nízkymi rýchlosťami ako aj pre distribúciu televízie vo vysokom rozlíšení. ITU štandardizovala tento štandard ako H.264.



Štandard MPEG-2 (rovnako ako štandard MPEG-1) definuje tri hlavne časti:

- MPEG-2 systém – špecifikuje, ako sa vytvorí finálny tok MPEG-2,
 - MPEG-2 video – špecifikuje, ako sa zakódujú jednotlivé elementárne video toky,
 - MPEG-2 audio – špecifikuje, ako sa zakódujú jednotlivé elementárne audio toky.
-

MPEG-2 video kodér zakóduje nekomprimované snímky videa, čím sa rovnako veľké snímky premenia na komprimované snímky (prístupové jednotky, obr. 3) s rozličnou veľkosťou. Ich veľkosť závisí od zložitosti pôvodného obrazu a typu každej snímky, pričom existujú tri typy snímok I, P a B [2]:

- **I** (*Intra*) snímky – sú kódované rovnakým spôsobom ako obrázky typu JPEG bez žiadneho odkazu na iné video snímky. Obsahujú kompletnú informáciu potrebnú na rekonštrukciu pôvodných snímok.
- **P** (*Predicted*) snímky – sú kódované s referenciou k predošlej snímke (typu I alebo P). Tieto snímky nesú iba informáciu o zmene obrazu medzi predchádzajúcou a aktuálnou snímkom.
- **B** (*Bi-directional*) snímky – sú podobné snímkam typu P, ale sú kódované nielen s referenciou k predchádzajúcej ale aj nasledujúcej snímke.

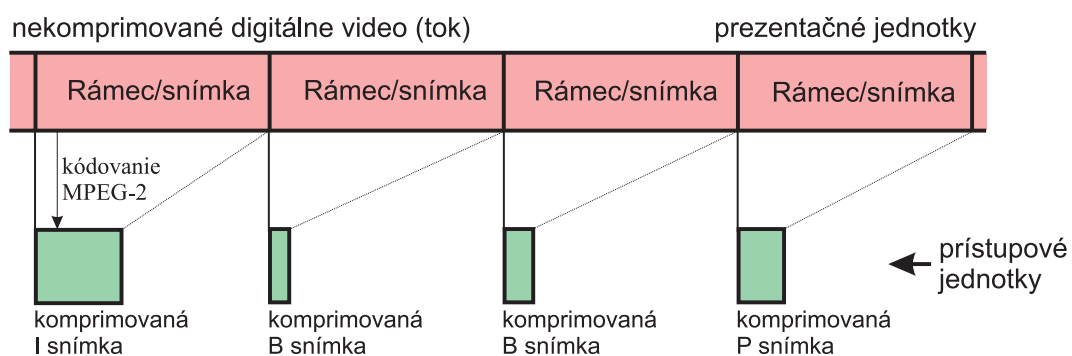
MPEG-2 video kodér vyprodukuje postupnosti I, P a B snímok sformované do skupín snímok (**GOP**, *groups of pictures*). Každá skupina GOP začína snímkom I nasledovanou P alebo B snímkami (Obr. 4). Prítomnosť a počet P a B snímok v jednej GOP ovplyvňuje výslednú mieru kompresie, oneskorenie spôsobené kódovaním, možnosť editácie videa a šírenie chýb vo video toku.

Komponent MPEG-1 audio definuje tri audio vrstvy: Vrstva I (Layer I, kodek sa najčastejšie používal v digitálnych audio kazetách od Philipsu), Vrstva II (Layer II, efektívnejší kodek pre audio s konštantnou bitovou rýchlosťou od 32 do 192 kbit/s

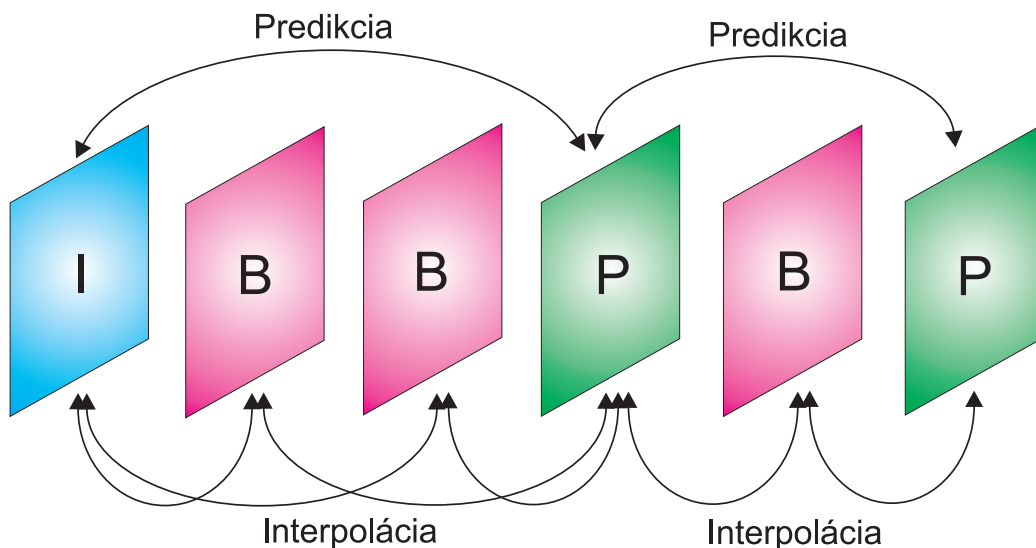
na kanál), Vrstva III (Layer III, populárny formát MP3). MPEG-2 rozširuje tieto audio kodeky o možnosť kódovať viac ako dva audio kanály (až do 5 kanálov) a o ďalšie audio kodeky (MPEG-2 AAC).



S príchodom **UHD** (*ultra high definition*) rozlíšení (4K ako 3840x2160 a 8K ako 7680x4320) vznikla požiadavka na ešte efektívnejšie video kodeky. Kodek H.264/MPEG-4 AVC bol rozšírený, aby podporoval aj tieto rozlíšenia. Nový kompresný štandard bol definovaný a štandardizovaný v roku 2013 - H.265/MPEG-H. Označuje sa ako štandard **HEVC** (*High Efficiency Video Coding*). V porovnaní s predchádzajúcim kodekom štandard HEVC dokáže zdvojnásobiť úroveň kompresie pri rovnakej kvalite videa.



Obr. 3 – Činnosť MPEG-2 kodéra

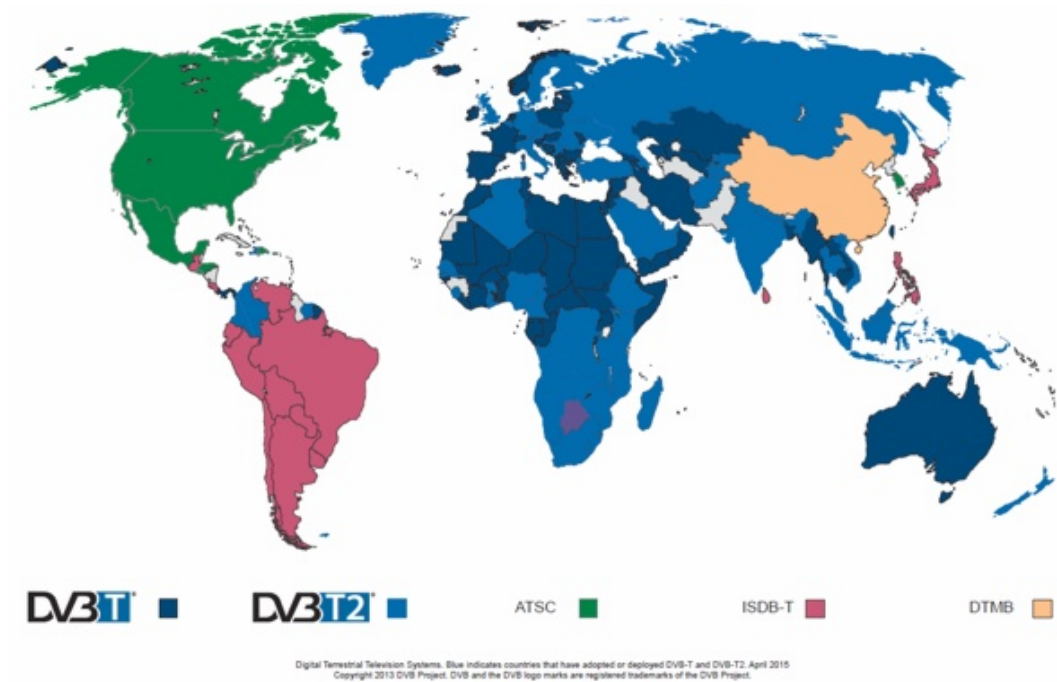


Obr. 4 – Štruktúra GOP pre kódér videa MPEG

4 Štandardy pre vysielanie digitálnej televízie

Počas evolúcie digitálnej televízie sa vyvinulo a nasadilo niekoľko vysielacích štandardov vo svete (Obr. 5). Väčšina týchto štandardov si osvojila multiplexný princíp zavedený skupinou MPEG (**MPEG-TS**, *MPEG transport stream*) a video kodek MPEG-2. Avšak rozdiely sú v tom, ako spracúvajú transportný tok za MPEG multiplexorom a tiež, aké formáty pre video a audio používajú pred kódovaním. Existujú nasledovné štandardy pre vysielanie digitálnej televízie [4]:

- **DVB** (*Digital Video Broadcasting*) – predstavuje sadu otvorených štandardov spravovaných konzorciom DVB Project, ktoré pokrývajú vysielanie digitálnej televízie a sú vydávané spoločnou technickou komisiou (**JTC - Joint Technical Committee**) štandardizačných organizácií: ETSI, Európskeho výboru pre normalizáciu v elektrotechnike (**CENELEC - European Committee for Electrotechnical Standardization**) a Európskej vysielacej únie (**EBU - European Broadcasting Union**). DVB bol najskôr nasadený v Európe, neskôr sa implementoval aj v Ázii, Afrike a Austrálii.
- **ATSC** (*Advanced Television System Committee*) – štandardy ATSC sa aplikovali v Severnej Amerike a Južnej Kórei a umožňujú vysielanie digitálnej televízie cez káble, vzduch a satelity v SD a HD kvalite. Pre kódovanie audia sa používa Dolby DIGITAL AC-3 a kódovanie videa MPEG-2 alebo ITU-T H.264 (MPEG-4). Transportné toky sú modulované moduláciou **8VSB** (*eight-level vestigial sideband*), ak sú vysielané pozemne a moduláciou 16VSB alebo 256-QAM v prípade káblového prenosu. Pre prenos TV cez satelit USA a Kanada používajú buď DVB-S alebo iné proprietárne systémy.
- **ISDB** (*Integrated Services Digital Broadcasting*) – štandardy ISDB sa implementovali v Japonsku, Filipínach, Srí Lanke a krajinách Južnej Ameriky. Taktiež umožňujú vysielanie digitálnej TV a rozhlasu cez kábel, vzduch a satelit vrátane mobilnej verzie. Všetky sú založené na štandarde MPEG-2 alebo MPEG-4. V závislosti od prenosového média využívajú moduláciu PSK (satelit) alebo COFDM s PSK/QAM (pozemne).
- **DTMB** (*Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting*) – reprezentuje zlúčenie viacerých čínskych štandardov s cieľom poskytnúť digitálnu TV pevným aj mobilným používateľom v Číne, Hong Kongu a Macau. Štandard aplikuje vylepšené metódy pre synchronizáciu, opravu chýb a prenos (modifikovaná OFDM).
- **DMB** (*Digital Multimedia Broadcasting*) – technológia DMB predstavuje digitálny rádiový systém pre doručenie multimediálneho obsahu (TV, rozhlas, dáta) pre mobilné zariadenia. Bol vytvorený v Južnej Kórei.



Obr. 5 – Nasadenie štandardov pre digitálnu televíziu vo svete

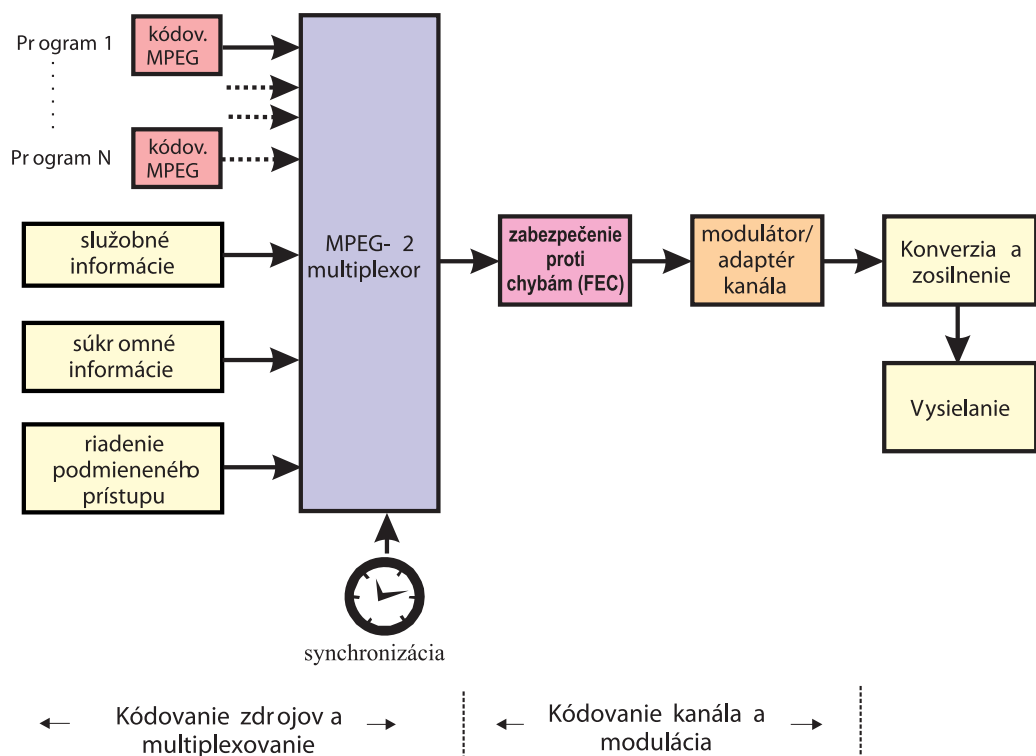
5 Štandardy DVB

DVB je skupina štandardov, ktorá definuje nielen kompresiu videa a audia ale aj všetky funkcie, ktoré sa týkajú doručenia digitálneho videa ku koncovým používateľom alebo iným poskytovateľom. Takýto systém DVB musí multiplexovať všetky vstupné toky (video, audio, dátový signál) do jedného výsledného transportného toku a poslať ho príslušným prenosovým médiami v správnej podobe. Ako už bolo spomenuté, systémová vrstva (časť) MPEG-2 definuje ako budú vzájomne multiplexované rôzne elementárne toky reprezentujúce jeden alebo niekoľko programov. Elementárne toky môžu niesť video, audio, dáta a ďalšie informácie. Tento multiplexný proces vytvorí jeden (viacprogramový transportný) dátový tok, ktorý je možné preniesť cez fyzické médium alebo uložiť na pamäťový nosič.

$E=mc^2$

Vo všeobecnosti systémová vrstva MPEG-2 vykonáva multiplexovanie, paketizáciu, časovanie, synchronizáciu a podmienený prístup.

Obr. 6 ukazuje blokový diagram, ktorý ilustruje všetky hlavné operácie, ktoré musia byť vykonané na strane DVB vysielača, aby sa vyslal digitálny obsah k používateľom [5]. Najskôr sa musia všetky programy zakódovať a multiplexovať spolu s informáciami ako časové značky, tabuľky a ďalšie podporné dáta (napr. teletext). Výsledný transportný tok je vybavený kódmi na opravu chýb a modulovaný na nosnú frekvenciu. V poslednej fáze je signál zosilnený a vyslaný prenosovým médiami.



Obr. 6 - Blokový diagram DVB vysielača

Štandardy DVB [6] zahŕňajú vysielanie TV cez kábel (DVB-C, DVB-C2), satelit (DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X, DVB-SH) a pozemné prenosy (DVB-T, DVB-T2, DVB-H), spätný kanál (DVB-RCS/RCT/RCC), mikrovlnné vysielanie (DVB-MC/MS), prenos dátových služieb s vysokou rýchlosťou (DVB-Data). Taktiež definujú služobné informácie (DVB-SI), spoločný šifrovací algoritmus (DVB-CSA), spoločné rozhranie (DVB-CI), protokoly nezávislé od siete, multimedialnú domácu platformu založenú na Jave (DVB-MHP) a tiež titulky, merania, multiplexovanie, 3D-TV, IPTV, kódovanie zdrojov, atď.

Nasledujúce časti modulu sa zaoberajú aktuálnymi štandardmi DVB, ktoré definujú metódy a algoritmy na linkovej a fyzickej vrstve komunikačného modelu pre vysielanie TV k pevným a mobilným koncovým používateľom. Využívajú rovnaký multiplexný proces na vytvorenie transportného DVB toku, ale líšia sa v spôsobe ako tento tok upravia pred vyslaním na príslušné prenosové médium.

5.1 DVB-T – Pozemné vysielanie digitálnej televízie



Služba DVB-T bola implementovaná prvý krát v Anglicku v roku 1998. Doteraz sa DVB-T nasadilo vo viac ako 70 krajinách a približne rovnaký počet krajín si vybralo DVB-T2, ktoré je schopné vysielat' TV v štandardnom, vysokom a ultra vysokom rozlíšení, mobilnú televíziu a rozhlas.

Služby DVB-T/T2 sú vysielané pozemne pomocou ultra krátkych vln (pásmo UHF, ultra-high frequency) vo frekvenčnom intervale 300 MHz až 3 GHz [1]. Obidve služby zdieľajú rovnaké pásmo s analógovou televíziou, preto ich nasadenie je závislé na uvoľnení frekvencií obsadených analógovou televíziou. 8 MHz kanál, ktorý nesie jednu analógovú TV stanicu, dokáže v prípade DVB-T niesť niekoľko TV a rozhlasových staníc spolu s ďalšími informáciami.



Technológia DVB-T dokáže využiť rovnakú infraštruktúru, ktorú používala pozemná analógová televízia (existujúce vysielacie).



Na strane prijímacej si používatelia musia zakúpiť prijímač, ktorý môže byť realizovaný ako samostatné zariadenie (set-top box) alebo je integrovaný priamo v televíznom prijímači (**IRD**, *integrated receiver decoder*)

Tabuľka 1 porovnáva DVB-T s DVB-T2 [7].



Nové kódy pre opravu chýb: **LDPC** (*Low Density Parity Check*) skombinovaný s **BCH** (*Bose-Chaudhuri-Hocquengham*) dovoľujú DVB-T2 prenášať veľmi odolný signál. DVB-T a DVB-T2 sú založené na modulácii **OFDM** (*orthogonal frequency division multiplex*) s veľkým počtom subnosných frekvencií, ktorá je veľmi robustná v prostrediach s viaccestným šírením signálu. Obidva štandardy používajú bitové, časové a frekvenčné prekladanie. DVB-T2 je veľmi flexibilná, ponúka množstvo módov činnosti.

OFDM umiestňuje ochranné intervaly medzi OFDM symboly, čo jej spolu s nízkou symbolovou rýchlosťou umožňuje potlačiť medzisymbolovú interferenciu. Tento princíp tiež ponúka operátorom možnosť vytvoriť jednofrekvenčnú sieť, v ktorej vysielacie vysielajú signál na rovnakej frekvencii. Štandardy DVB-T dokážu zakomponovať hierarchickú moduláciu, ktorá umožňuje skombinovať dva samostatné transportné toky pre dva odlišné typy prijímačov do jedného DVB toku.

Tabuľka 1 Porovnanie štandardov DVB-T a DVB-T2

Parametre	DVB-T	DVB-T2
FEC	Konvolučné & Reed Solomonove kódovanie - 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Modulácie	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Ochranný interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128
Počet subnosných	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Šírka pásma	6, 7, 8 MHz	1,7, 5, 6, 7, 8, 10 MHz
Typická dátová rýchlosť	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Maximálna dátová rýchlosť (20 dB C/N)	31,7 Mbit/s (pre 8 MHz)	45,5 Mbit/s (pre 8 MHz)
Požadovaný pomer C/N (24 Mbit/s)	16,7 dB	10,8 dB

5.2 DVB-S – Vysielanie digitálnej televízie cez satelit

Prirodzená schopnosť satelitov distribuovať signál do veľkých oblastí na povrchu Zeme sa využíva pri vysielaní analógovej televízie a rozhlasu už po desaťročia. Táto schopnosť sa týka najmä geostacionárnych satelitov, ktoré sa nachádzajú na geostacionárnej orbite, t.j. vo vzdialenosti približne 36000 km (nad rovníkom).



Každý geostacionárny satelit sa javí pre používateľa na Zemi ako pevný bod na oblohe, preto nie je nutné mať sledovací systém na anténe.



Na druhej strane satelitné prenosy trpia tým, že satelitné linky vnášajú chyby do prenášaného signálu, preto musí byť každý signál pred vyslaním prispôbený pre takéto náročné prenosové podmienky.

Komunikačná časť (jednotka) satelitov sa skladá z transpondérov. Ich funkciou je prijať, obnoviť, zosilniť, spracovať, premodulovať a vyslať signál späť na Zem. V súčasnosti bežný geostacionárny satelit obsahuje okolo 20 až 30 transpondérov a jeden transpondér má najčastejšie šírku pásma od 26 do 72 MHz (napr. transpondéry na satelite ASTRA 3A majú 36 MHz). V prípade satelitnej analógovej televízie jeden transpondér spracováva jeden televízny kanál (program).



Nasadením DVB technológie do satelitných systémov jeden napr. 36 MHz satelitný transpondér môže spracovať 4 až 20 televíznych kanálov (v závislosti od rozlíšenia, kódovania videa a bitovej rýchlosti) alebo 150 rozhlasových kanálov.

V súčasnosti satelitné systémy poskytujú služby DVB po celom svete. Štandard DVB-S prišiel v 90. rokoch a používa MPEG-2 pre kódovanie videa. V DVB-S vysielaní je transportný tok vybavený vonkajším Reed Solomonovým kódom (s kódovým pomerom 188/204), potom je prekladaný (odolnosť voči blokovým chybám) a zakódovaný vnútorným konvolučným kódom (s kódovým pomerom od 1/2 do 7/8). Nakoniec je zakódovaný transportný tok modulovaný moduláciou **QPSK** (*Quaternary Phase Shift Keying*) [1].

DVB-S2 (*DVB – satellite 2nd generation*) je založený na DVB-S, ale integruje nové funkcie a algoritmy [8]. Spolieha sa na rovnaké FEC kódy ako DVB-T2 (LDPC+BCH). Na vysielanie televízie sa používajú modulácie QPSK a 8-PSK, pre profesionálne aplikácie (interaktívne služby, zber správ) sa používajú modulácie 16-APSK a 32-APSK (*Amplitude and Phase Shift Keying*). Aby sa zabezpečila spätná kompatibilita s DVB-S, tiež dokáže používať hierarchickú moduláciu.



DVB-S2 umožňuje tiež adaptívne meniť parametre kódovania a modulácie, aby prispôbil signál k aktuálnym prenosovým podmienkam (na úrovni snímkov) pre každého používateľa (interaktívne služby a služby bod-bod). DVB-S2 zvyšuje efektívnosť prenosu o 30 % (v porovnaní s DVB-S).

DVB-S2X (štandardizovaný v 2014) rozširuje štandard DVB-S2 o dodatočnú rámcovú synchronizáciu, možnosti kódovania a modulácie, aby zvýšil využitie spektra a zlepšil podporu pre UHD TV a budúce širokopásmové interaktívne siete.

5.3 DVB-C – Vysielanie digitálnej televízie káblovými rozvodmi

Prvý štandard pre vysielanie digitálnej televízie koaxiálnymi káblovými rozvodmi (DVB-C) bol publikovaný v roku 1994 a pomaly začal nahrádzať analógovú káblovú televíziu na celom svete [1], [2]. Svoje uplatnenie našiel v rôznych sieťach ako napríklad vo väčších CATV (*community antenna/access TV*) sieťach, menších SMATV (*satellite master antenna TV*, Obr. 7) systémoch ako aj hybridných HFC (*hybrid fiber coax*) sieťach. Tento štandard využíva Reed Solomonove kódy na zakódovanie transportného toku, ktorý nesie zakódované MPEG-2 alebo MPEG-4 video spolu s ďalšími tokmi a ktorý je potom modulovaný moduláciou **QAM** (*quadrature amplitude modulation*).

Aby ostali kábloví operátori konkurencieschopní so satelitnými a pozemnými poskytovateľmi digitálnej televízie, aby sa dostupné pásmo využilo efektívnejšie a aby sa poskytlo viac TV kanálov a nových služieb používateľom, bol definovaný v roku 2008 štandard DVB-C2 [9].

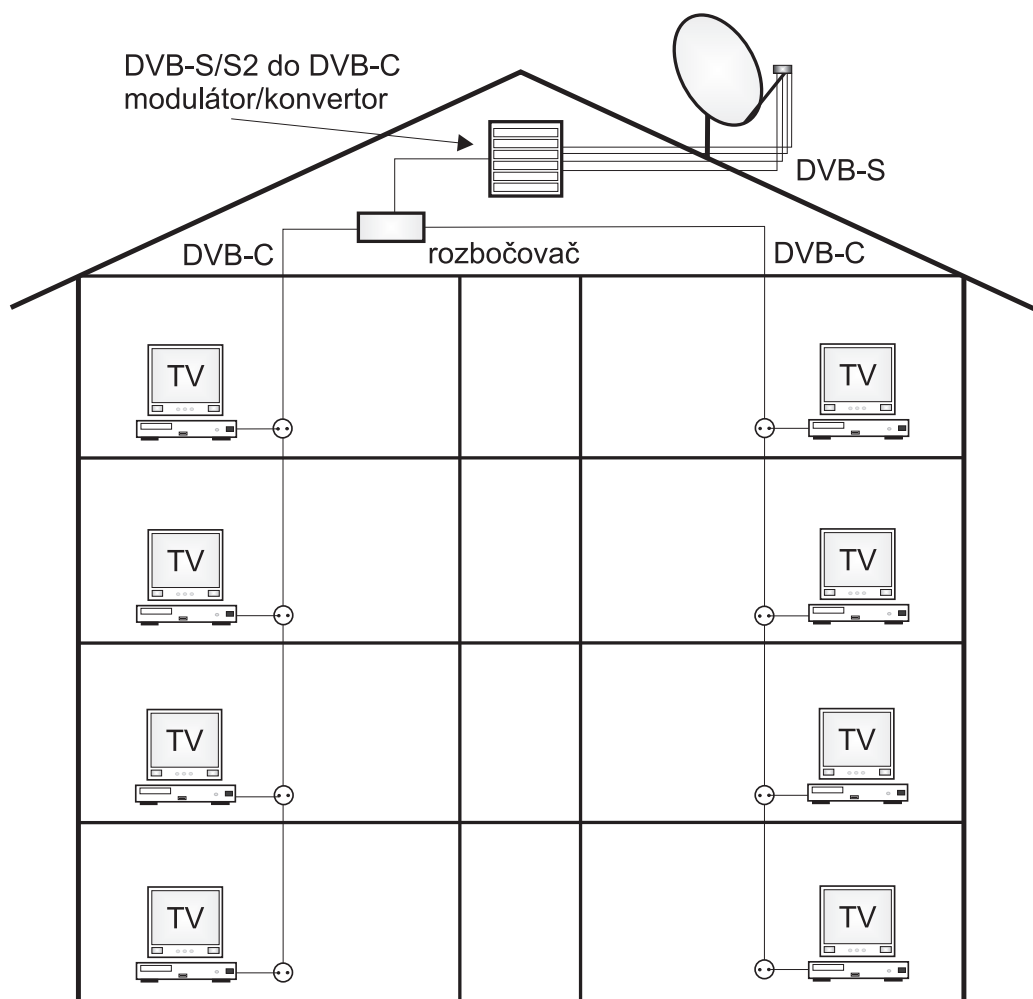


Tento štandard okrem vysielania TV v rozlíšení SD a HD dokáže poskytnúť používateľom inovatívne interaktívne (IP) služby (napr. video na požiadanie). Rovnako ako DVB-T2, DVB-C2 tiež implementuje LDPS a BCH na ochranu proti chybám a tiež moduláciu OFDM s modulačnými schémami 16- až 4096-QAM, aby sa dosiahlo 30 percentné zvýšenie využitia spektra.



Napríklad, keď sa použije modulácia 4096-QAM na kanáli so šírkou 8 MHz, je možné dosiahnuť prenosovú rýchlosť až 83,1 Mbit/s.

DVB-C2 signál môže byť prispôbený (optimalizovaný) rôznym prenosovým podmienkam a požiadavkám, pretože podporuje množstvo módov a volieb. Očakáva sa, že obidva štandardy (DVB-C a DVB-C2) budú súčasne existovať mnoho rokov.



Obr. 7 – Príklad aplikácie DVB-S do DVB-C SMATV

5.4 DVB-H – Vysielanie digitálnej televízie pre ručné zariadenia



Štandard DVB-T ako osvedčená technológia pre doručenie televízie pre pevné zariadenia dokáže tiež vysielat' pre mobilné zariadenia. Tieto prenosy nie sú efektívne, pretože nezohľadňujú výdrž batérie a náročné podmienky príjmu signálu.

Preto bol definovaný a publikovaný štandard DVB-H v roku 2004, aby bolo možné doručiť digitálnu televíziu pre ručné zariadenia (mobilné telefóny a PDA). Tento štandard je založený na DVB-T a dokáže s ním zdieľať rovnaký multiplex. Vďaka zapúzdreniu viacerých protokolov do MPEG-2 tokov DVB-H tiež podporuje dátové prenosy k ručným zariadeniam. Frekvenčné pásma pridelené DVB-H vysielaniu sú VHF, UHF a L (1,452-1,492 GHz). Aby sa šetrilo so spotrebou ručných zariadení, tento štandard používa metódu *Time Slicing*. Pri nej sú služby DVB-H prenášané v zhlukoch a ručné zariadenia prejdú do úsporného režimu medzi zhlukmi vybranej služby (Obr. 8).

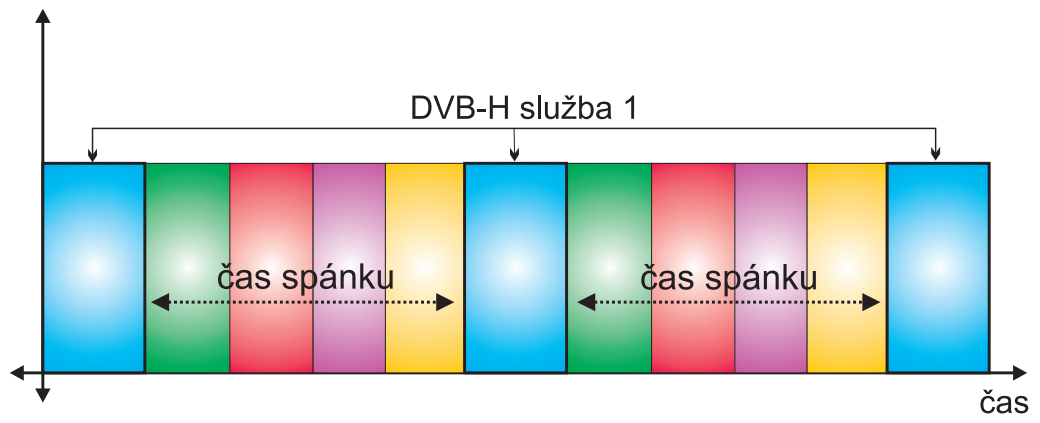


V roku 2013 ETSI publikovala štandard pre **DVB-NGH** (*DVB Next Generation Handheld*), ktorý aktualizuje a nahrádza štandard DVB-H [10].

Na doručenie digitálneho videa, audia a dát ručným zariadeniam DVB definovalo štandard DVB-SH, ktorý predstavuje hybridný satelitno-pozemný systém pracujúci v pásme S (okolo 2,2 GHz). DVB-SH sa spolieha na satelity, ktoré pokryjú signálom veľké oblasti na Zemi a taktiež na pozemné vysielacie (terrestrial gap fillers), ktoré doručia signál do oblastí nepokrytých satelitmi. Satelity môžu použiť OFDM a TDM na vysielanie signálu. Ako kódy FEC sa použijú výkonné turbokódy. Vyššie vrstvy pre DVB-SH (protokoly, signalizácia, atď.) sú definované štandardom DVB-IPDC.



Pokusy a nasadenie štandardov DVB pre ručné zariadenia začali rokom 2007 v mnohých krajinách (napr. Fínsko, India, Taliansko, USA, Čína, Južná Afrika) ale táto technológia neuspela, pretože bolo dostupných málo zariadení, nebol k dispozícii silný obchodný model a technológie ako 4G/LTE ponúkli tiež potrebnú kapacitu pre tento druh služby.



Obr. 8 – Princíp metódy *Time slicing*

5.5 DVB-MHP

Aby bolo možné ponúknuť používateľom interaktívnu digitálnu televíziu, projekt DVB definoval a publikoval štandard DVB-MHP [11]. Služby ako hry, hlasovanie, nakupovanie a iné informačné služby sú prenášané DVB tokom spolu s video a audio tokmi. Tento štandard definuje otvorený softvérový systém (middleware), ktorý dovoľuje spustiť aplikácie vyvinuté v jazyku Java na televízoroch nezávisle od dodávateľa. Pre špecifickú skupinu služieb (hlasovanie, e-mail, nakupovanie, atď.) sa očakáva od televízora prístup k spätnému kanálu, ktorý môže byť realizovaný telefónnou linkou, širokopásmovým pripojením alebo napr. DVB-RTC.



DVB-MHP bol nasadený v niektorých krajinách Európy (Taliansko, Belgicko, Poľsko) a tiež v Kórei a Austrálii.



V súčasnosti veľkí výrobcovia televízorov ponúkajú inteligentné televízory, ktoré sú vybavené širokopásmovým rozhraním a vlastnou platformou na inštaláciu a spustenie aplikácií (založených na webových technológiách, vytvorené v HTML), napr. televízory od Samsungu majú Smart Hub. Alternatívne riešenie k DVB-MHP je HbbTV, ktoré tiež doručuje aplikácie používateľom v DVB toku.

6 HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)

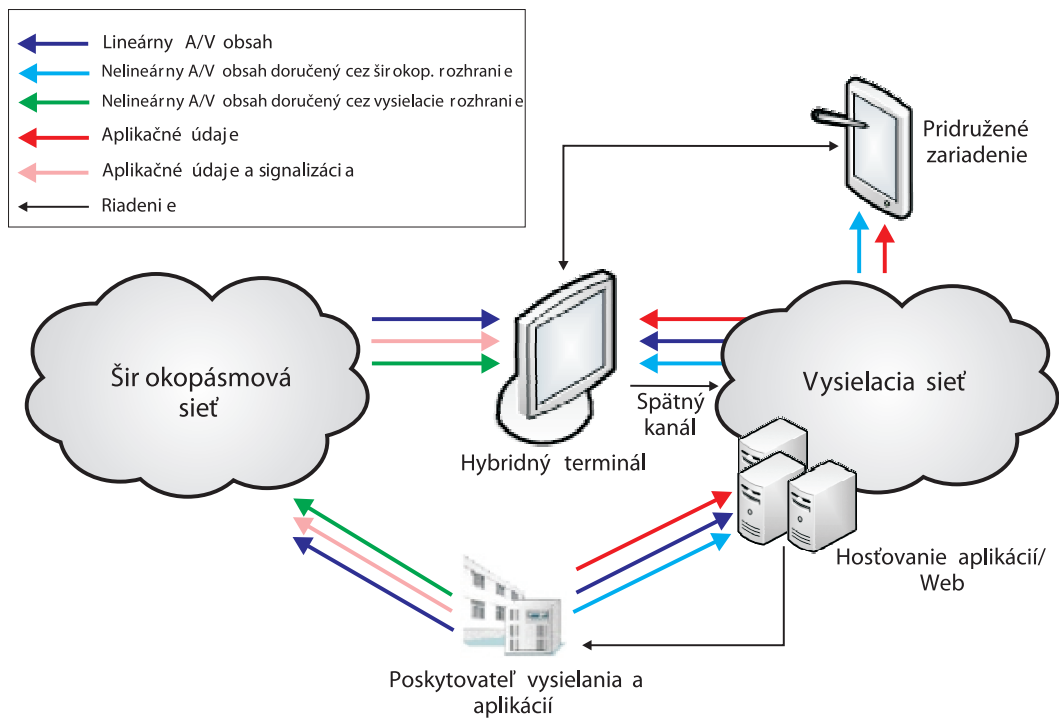
$E=m \cdot c^2$

HbbTV – hybridné širokopásmové televízne vysielanie – je globálna iniciatíva sústredená na harmonizáciu vysielacích a širokopásmových služieb a na návrh technických špecifikácií ako doručiť tieto služby a aplikácie koncovým používateľom prostredníctvom televízorov, set-top boxov a multimediálnych zariadení.

Technická špecifikácia (TS) bola vytvorená výbormi **JTC** (*Joint Technical Committee*) a **CENELEC** (*Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique*), úniou **EBU** (*European Broadcasting Union*) a organizáciou **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*).

Obr. 9 znázorňuje celkovú systémovú architektúru HbbTV s hybridným terminálom [12]. Popis systémovej architektúry HbbTV je uvedený v [12] a viac detailov je možné nájsť v [12], [13], [14], [15].

Funkcie hybridného terminálu vytvárajú podmienky na jeho pripojenie k obidvom segmentom hybridnej siete (vysielací a širokopásmový). Týmto spôsobom hybridný terminál môže prijímať štandardný vysielaný A/V obsah, aplikačné dáta a signalizačné informácie pre aplikácie. Okrem toho hybridný terminál môže byť pripojený k Internetu cez širokopásmové rozhranie. Toto mu umožňuje obojsmernú komunikáciu s poskytovateľom aplikácií. Týmto rozhraním terminál môže prijímať rôzne typy multimediálneho obsahu (napr. postupné prijímanie obsahu na vyžiadanie), sťahovanie A/V obsahu, atď. Širokopásmové rozhranie taktiež umožňuje ostatným zariadeniam (ako inteligentné telefóny, tablety, atď.) sa pripojiť do tej istej siete ako je hybridný terminál (Obr. 9).



Obr. 9 – Celková systémová architektúra HbbTV

6.1 Štandardy HbbTV



Technické špecifikácie HbbTV sú vytvárané významnými predstaviteľmi priemyslu, aby sa zlepšil zážitok používateľov zo sledovania televízie tým, že sa sprístupnia inovatívne interaktívne služby cez integrované vysielacie a širokopásmové siete. V procese vytvárania špecifikácií pre HbbTV sa využili prvky existujúcich špecifikácií iných štandardov od **OIPF** (*Open IPTV forum*), **CEA** (*Consumer Electronics Association*), DVB a **W3C** (*World Wide Web Consortium*).

ETSI TS 102 796 v1.1.1

Technická špecifikácia ETSI TS 102 796 v1.1.1 bola publikovaná organizáciou ETSI v júli 2010.

Tento štandardizačný dokument definuje platformu pre signalizáciu, prenos a prezentáciu vylepšených a interaktívnych aplikácií navrhnutých pre hybridné terminály (vysielacie spojenie DVB a širokopásmové spojenie do Internetu) [13].

Hlavné použitie vysielacieho spojenia je nasledovné:

- Prenos štandardnej televízie, rozhlasu a dátových služieb.
- Signalizácia pre aplikácie súvisiace s vysielaním.
- Prenos aplikácií súvisiacich s vysielaním a pridružených údajov.
- Synchronizácia aplikácií a televíznych/rozhlasových/dátových služieb.

Hlavné využitie širokopásmového spojenia je nasledovné:

- Prenos obsahu na požiadanie.
- Prenos aplikácií súvisiacich s vysielaním, nesúvisiacich s vysielaním a pridružených dát.
- Výmena informácií medzi aplikáciami a aplikačnými servermi.
- Hľadanie aplikácií nesúvisiacich s vysielaním.

Aplikácie sú zobrazované prehliadačmi založenými na technológii HTML/JavaScript.

Detailný popis technickej špecifikácie ETSI TS 102 796 v1.1.1 je uvedený v [13].

ETSI TS 102 796 v1.2.1

Následná verzia 1.5 špecifikácie HbbTV bola publikovaná ETSI v technickej špecifikácii ETSI TS 102 796 v1.2.1 v novembri 2012 [14].

Kľúčové rozšírenia štandardu HbbTV1.5 zahŕňajú:

- Prístup k platenej televízii s podporou viacnásobného DRM s využitím spoločného šifrovania
- Podpora adaptívneho postupného vysielania cez HTTP (založenom na MPEG-DASH), aby bolo možné dynamicky optimalizovať/hľadať kompromis medzi kvalitou obrazu a šírkou pásma pre rozšírenie doručovania lineárneho obsahu (tematických a spravodajských kanálov, atď.)
- Prístup aplikácií HbbTV k informačným tabuľkám DVB EIT na vytvorenie rozšíreného sedem dňového EPG (elektronického programového sprievodca)

Detailný popis technickej špecifikácie ETSI TS 102 796 v1.2.1 je uvedený v [14].

ETSI TS 102 796 v1.3.1

Na konci roku 2012 začala práca na HbbTV 2.0. Požiadavky na hlavnú špecifikáciu boli zozbierané. Špecifikácia HbbTV v2.0 bola publikovaná asociáciou HbbTV v marci 2015.

Verzia 2.0 špecifikácie HbbTV bola publikovaná ako technická špecifikácia ETSI TS 102 796 v1.3.1 v októbri 2015 [12]. V rámci tejto špecifikácie boli niektoré technológie aktualizované a definované niektoré nové funkcie.

Technológie, ktoré boli aktualizované sú:

- Základné webové štandardy boli aktualizované z verzie HTML4, CSS2, DOM2 na verziu HTML5, CSS3, DOM3.
- Profil MPEG-DASH bol aktualizovaný na základe druhého vydania ISO/IEC 23009-1, aby obsahoval dodatočné funkcie obsiahnuté v tomto vydaní.
- Aktualizovaná verzia CI Plus zahrňujúca možnosť hybridného terminálu využiť systém DRM v CICAM namiesto toho alebo okrem toho, ktorý je integrovaný v termináli; možnosť použiť systém CICAM AFS (*Auxiliary File System*, ETSI TS 103 205, klauzula 9), ktorý umožní hostiteľovi znovu získať dáta/prostriedky z modulu CICAM.

Nové funkcie, ktoré boli definované, podporujú:

- Doručenie videa kódovaného v HEVC cez širokopásmové pripojenie.
- Doručenie a prezentovanie titulkov spojených s obsahom ISOBMFF.
- Aplikácia na hybridnom termináli dokáže spustiť aplikáciu na obrazovke iného (companion) zariadenia a naopak.
- Komunikácia medzi aplikáciami na hybridnom termináli a aplikáciami na iných (companion) zariadeniach alebo druhom hybridnom termináli.
- Vkladanie reklám do obsahu na požiadanie.
- Doručenie A/V obsahu cez vysielacie spojenie (nie v reálnom čase) pre neskoršiu prezentáciu.

- Synchronizácia v rámci hybridného terminálu medzi obsahom doručenom cez širokopásmové pripojenie a iným obsahom doručenom cez vysielacie alebo širokopásmové pripojenie.
- Synchronizácia medzi obsahom prezentovanom na hybridnom termináli a aplikáciami alebo obsahom prezentovanom na inom (companion) zariadení alebo druhom hybridnom termináli.
- Prechodné ukladanie karuselov s objektami DSM-CC.
- Spustenie aplikácie umiestnenej v module CICAM.

Aktuálny dokument definuje platformu pre signalizáciu, prenos a zobrazenie vylepšených a interaktívnych aplikácií navrhnutých tak aby bežali na hybridných termináloch, ktoré obsahujú aj vysielacie spojenie na báze DVB aj širokopásmové spojenie do Internetu.

Hlavné použitie vysielacieho spojenia je nasledovné:

- Prenos štandardnej televízie, rozhlasu a dátových služieb.
- Signalizácia pre aplikácie súvisiace s vysielaním.
- Prenos aplikácií súvisiacich s vysielaním a pridružených údajov.
- Prenos obsahu na požiadanie pre *Push* služby
- Synchronizácia aplikácií a televíznych/rozhlasových/dátových služieb.

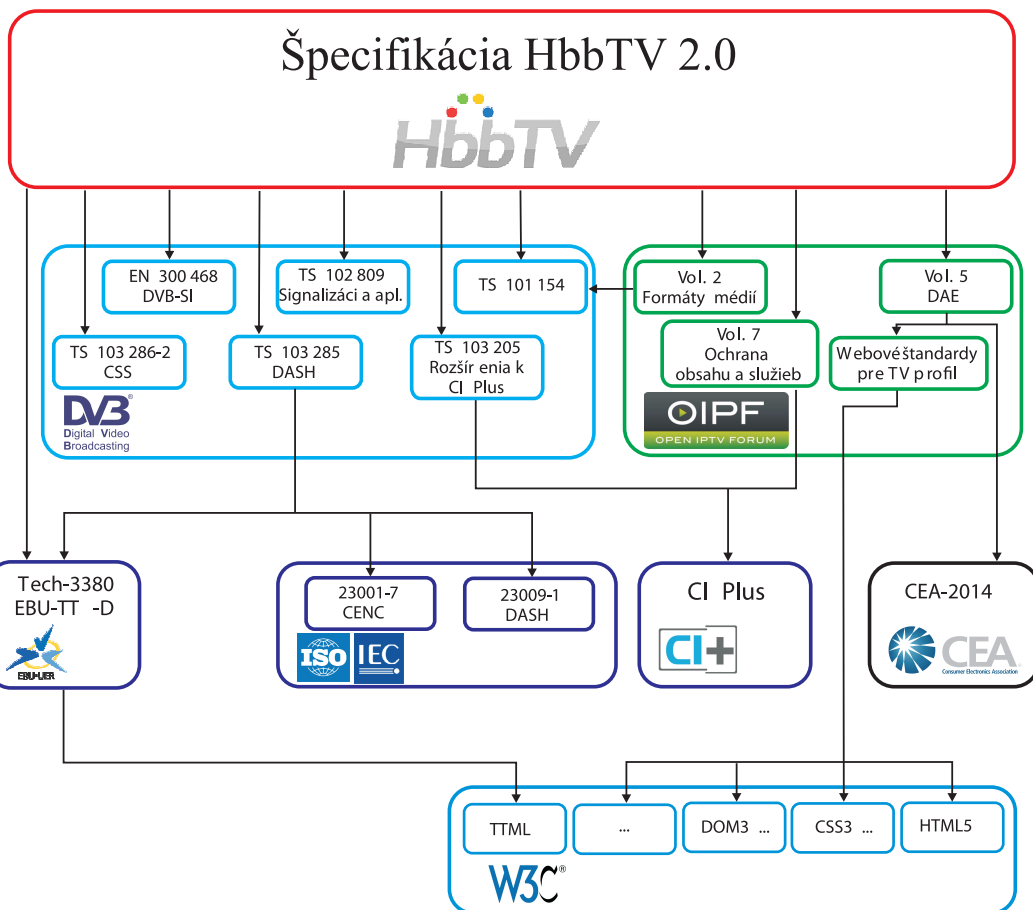
Hlavné použitie širokopásmového spojenia je nasledovné:

- Prenos obsahu na požiadanie ako aj živého obsahu.
- Prenos aplikácií súvisiacich s vysielaním, nesúvisiacich s vysielaním a pridružených dát.
- Výmena informácií medzi aplikáciami a aplikačnými servermi.
- Spustenie aplikácií na obrazovke iného (companion) zariadenia.
- Komunikácia s aplikáciami na pridružených (companion) zariadeniach alebo druhom hybridnom termináli.
- Synchronizácia médií a aplikácií medzi hybridným terminálom a iným zariadením alebo druhým hybridným terminálom.

Aplikácie sú zobrazované prehliadačom založeným na HTML/JavaScript.

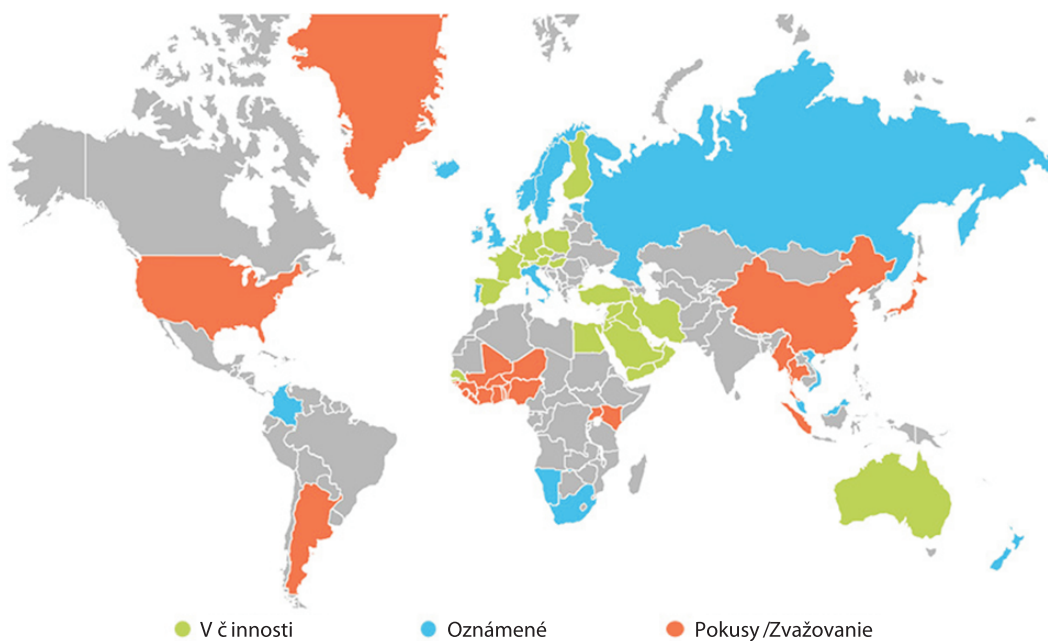
Detailný popis technickej špecifikácie ETSI TS 102 796 v1.3.1 je uvedený v [12].

Prenos existujúcich štandardov DVB, EBU, OIPF, CEA, W3C, CI+, ISO, IEC (*International Electrotechnical Commission*) do aktuálnej technickej špecifikácie ETSI TS 102 796 v1.3.1, deklarovanej ako špecifikácia HbbTV 2.0, je ilustrovaný na Obr. 10.



Obr. 10 – Prenos existujúcich štandardov DVB, EBU, OIPF, CEA, W3C, CI+, ISO, IEC do aktuálnej technickej špecifikácie ETSI TS 102 796 v1.3.1

Šírenie HbbTV v Európe a vo svete je ukázané na obr. 11.



Obr. 11 – Aktuálny stav HbbTV vo svete

6.2 Služby HbbTV



Zoznam služieb HbbTV, ktoré sú doručované v rámci infraštruktúry HbbTV, je nasledovný:

- Rozšírený teletext,
- *Catch-up* služby a video na požiadanie (VOD),
- Elektronický programový sprievodca (EPG),
- Interaktívna reklama,
- Živé vysielanie,
- PVR – personálny videorekordér,
- Webové portály,
- Personalizácia,
- Hlasovanie a hry,
- Sociálne siete,
- Ďalšie multimedialne aplikácie.

Popis služieb HbbTV je uvedený vo vzdelávacom moduli LM12: Nová generácia multimedialnych služieb/aplikácií [16].

7 **Dodatok: Moderné TV štandardy – Televízia cez protokol IP**

Téma Televízia cez protokol IP - IPTV – je spracovaná a poskytnutá študentom a učiteľom v rámci samostatného vzdelávacieho modulu LM 19 A: Moderné TV štandardy – Televízia cez protokol IP.