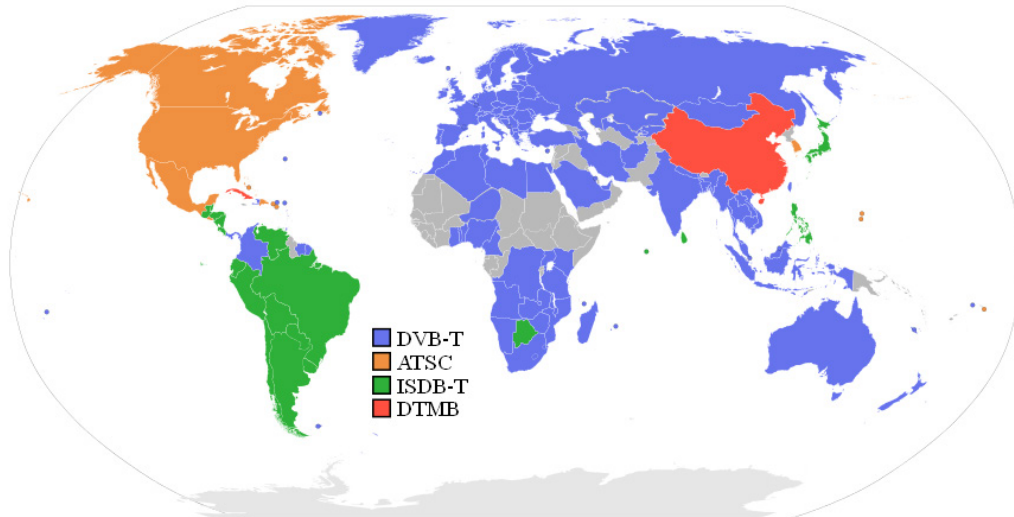


# Systemy DVB-T a DVB-T2

## Základné údaje

System **DVB-T** (Digital Video Broadcasting – Terrestrial) je európsky systém pozemského digitálneho televízneho vysielania. Jeho parametre sú stanovené normou STN EN 300 744. V tomto systéme sa vysiela aj **na Slovensku**.

Pre pozemskú digitálnu televíziu sa niekedy používa všeobecná skratka DTT (Digital Terrestrial Television). Okrem systému DVB-T existujú vo svete aj ďalšie systémy DTT – americký ATSC, japonský ISDB-T a čínsky DTMB.



System **DVB-T2** je 2. generáciou systému DVB-T, ktorý predovšetkým dosahuje vyššiu prenosovú kapacitu, a teda je ním možno prenášať buď viac TV programov, alebo programy s vyššou kvalitou obrazu (vyšším rozlíšením – HDTV, UHDTV). Jeho parametre sú stanovené normou STN EN 302 755. Skúšobné vysielanie v tomto systéme prebehlo na Slovensku v roku 2011 a predpokladá sa jeho zavedenie do trvalej prevádzky.

Prvé experimentálne vysielanie DVB-T na Slovensku sa uskutočnilo v r. 1999. Skúšobné vysielanie začalo koncom roka 2004. Trvalé vysielanie je v prevádzke od r. 2009. Posledný analógový TV vysielateľ bol vypnutý 31. decembra 2012. Tým sa na Slovensku skončila éra analógového pozemského TV vysielania, ktorá trvala 56 rokov, 1 mesiac a 28 dní (od 3. novembra 1956).

## Hlavné výhody digitálneho vysielania voči analógovej televízii

- Odstránenie rušení typických pre analógový príjem („sneženie“, t.j. šum + „duchovia“, t.j. vplyv odrazených signálov).
- Obraz pri digitálnom prijíme je buď perfektný, alebo žiadny; prechod medzi týmito dvomi stavmi, prejavujúci sa „kockovaním“ alebo zamrznutím obrazu, je pomerne ostrý.
- Možnosť vysielania viacerých zvukových sprievodov (viac jazykov, priestorový zvuk, špeciálny zvukový sprievod pre osoby s poruchami zraku alebo sluchu, ...).
- V jednom TV kanáli možno prenášať niekoľko TV alebo rozhlasových programov (pri analógovej televízii jeden TV kanál  $\approx$  jeden TV program).
- Možnosť prenosu signálov televízie s vysokým alebo ultravysokým rozlíšením (HDTV, UHDTV).

- Možnosť budovania tzv. jednofrekvenčných vysielacích sietí (SFN), t.j. všetky vysielacie v určitej oblasti, napr. do vzdialenosti cca 65 km, môžu vysielat' na rovnakom TV kanáli. To má veľký prínos z hľadiska efektívneho využívania frekvenčného spektra, ktoré spravuje štát.

## Frekvenčné pásma na vysielanie DVB-T/T2

Pozemské digitálne TV vysielanie prebieha v tých istých pásmach ako prebiehalo analógové TV vysielanie. Mnohokrát sú na vysielanie použité tie isté vysielacie kóty (napr. Kamzík, Krížava, Kráľova hoľa, ...).

Aj šírka vysielacieho TV kanála zodpovedá analógovému vysielaniu. Na Slovensku sa používa šírka kanála 7 MHz v pásme TV III (súčasť pásma VHF) a 8 MHz v pásmach TV IV-V (súčasť pásma UHF). Presné frekvencie a označenie TV kanálov je [tu](#).

*Pozn.: Podľa noriem STN EN 300 744 a STN EN 302 755 je na vysielanie možné použiť aj iné než 7 a 8 MHz kanálovanie, a to:*

- pri systéme DVB-T: 5 MHz (pre iné než tradičné TV vysielacie pásma) a 6 MHz,
- pri systéme DVB-T2: 1,7 MHz; 5 MHz; 6 MHz; 10 MHz

*S týmito šírkami kanálov sa však na Slovensku neuvažuje.*

## Princípy DVB-T

Analógový signál z kamery alebo mikrofónu sa zdigitalizuje, t.j. premení na sled „elektrických“ núl a jedničiek. Takýto digitálny signál má však vysokú bitovú rýchlosť, ktorá sa na vysielanie priamo nehodí. Preto je potrebné túto rýchlosť **zredukovať**. Na to slúžia metódy tzv. **zdrojového kódovania** (MPEG-2, MPEG-4, HEVC), ktoré zo signálu odstránia redundantné a irelevantné zložky. Napr. pri obrazovom signáli so štandardným rozlíšením a pri použití MPEG-2 sa rýchlosť zníži z 270 Mbit/s na približne 5 Mbit/s.

Jednotlivé tzv. programové elementárne toky (PES) obrazov, zvukov, prípadne toky ďalších dátových služieb (teletext, služobné dáta, ..) sa privedú do **multiplexora**, ktorý z nich vytvorí jeden spoločný „**multiprogramový transportný tok**“.

Keďže signál po zdrojovom kódovaní je veľmi citlivý na poruchy, v ďalších blokoch sa opatrí rôznymi „**ochranami**“ (pomocou rôzneho typu kódovania, pridávania ochranných bitov, časového prekladania bitov, symbolového prekladania), čím získa protichybovú ochranu a stane sa tzv. „robustnejší“. Samozrejme, čím je protichybová ochrana vyššia, tým sa znižuje prenosová kapacita pre užitočný signál.

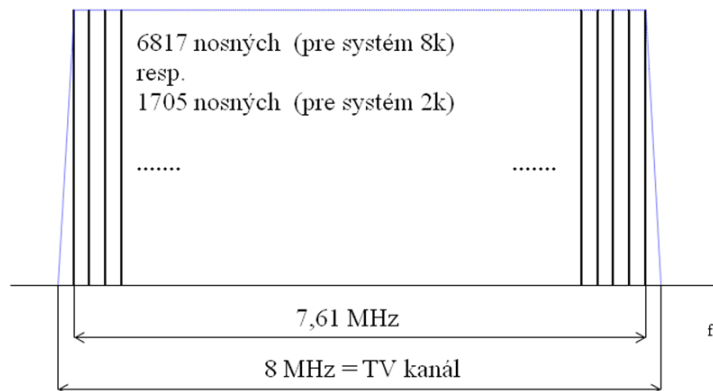
Takto získaný prenosový tok sa príslušne rozdelí a slúži ako modulačný signál pre nosné frekvencie tzv. ortogonálneho multiplexu s frekvenčným delením (**OFDM**). Pre DVB-T sa používajú nasledujúce digitálne modulácie: QPSK, 16-QAM, 64-QAM.

Technológia OFDM je najdôležitejšou metódou využívanou pri vysielaní DVB-T. Z hľadiska počtu nosných frekvencií sa pri DVB-T rozlišujú dva systémy:

- 2k ..... obsahuje 1705 nosných,
- 8k ..... obsahuje 6817 nosných (tento systém je na Slovensku dominantný).

modulácia  
nosných OFDM:

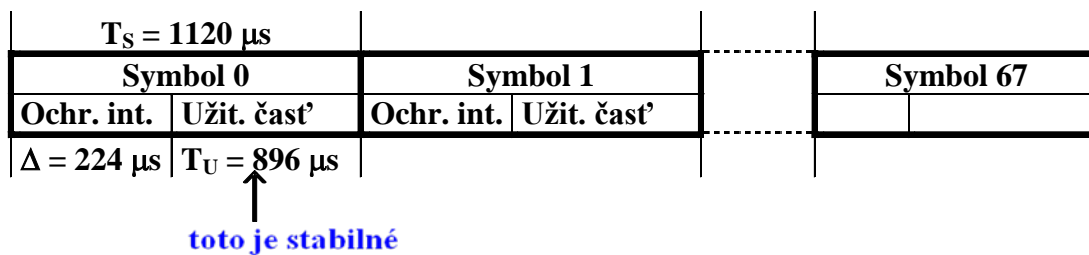
QPSK alebo 16-QAM alebo 64-QAM



Pred vysielaním sa zo signálu vytvárajú tzv. **symboly**. Symbol sa skladá:

- z užitočnej časti – je sada nosných multiplexu OFDM a
- z časového ochranného intervalu; pri DVB-T sa používajú 4 rôzne dĺžky tohto intervalu.

**Príklad rámcu pre systém 8K a ochranný interval 224  $\mu$ s ( $\Delta/T_U = 1/4$ )**



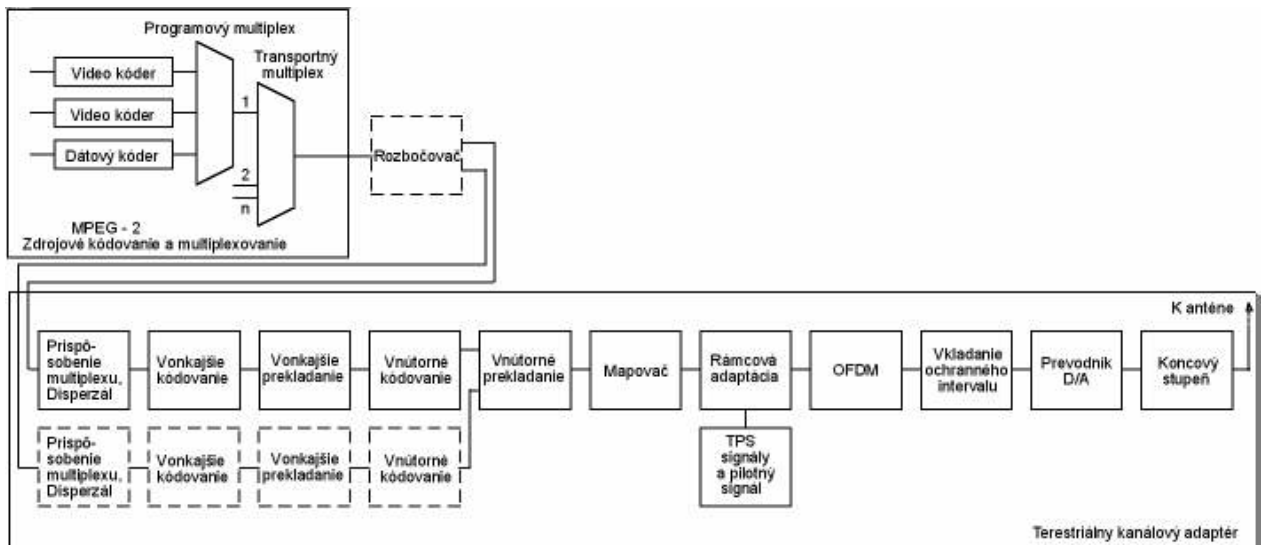
Uvedený **ochranný interval** je veľmi dôležitou časťou pri vysielaní DVB-T najmä z hľadiska vytvárania jednofrekvenčných sietí SFN:

- účelom vkladania ochranného intervalu je ochrana príjmu proti signálom prichádzajúcim s časovým oneskorením (napr. z iných vysielateľov siete SFN alebo vplyvom odrazov),
- ak odraz príde v čase kratšom ako ochranný interval, k rušeniu nedochádza,
- ak odraz príde v čase dlhšom ako ochranný interval, zhoršia sa pomery z hľadiska odstupu signálu od šumu (C/N),
- veľkosť ochranného intervalu má súvis so vzdialenosťou vysielateľov.

Zo symbolov sa ďalej vytvárajú **rámce** (1 rámec = 68 symbolov) a **superrámce** (1 superrámec = 4 rámce).

Takto vytvorený signál sa v následnom bloku prevedie do vysokofrekvenčnej polohy (medzifrekvenencie + vysielacej frekvencie), zesilní a privedie do vysielacej antény.

## Vysielací reťazec



Systém DVB-T je charakterizovaný tromi základnými parametrami, ktoré ovplyvňujú jeho **prenosovú kapacitu**, a teda následne aj možný počet prenášaných programov v jednom multiplexe (TV kanáli). Sú to:

- typ digitálnej modulácie (QPSK, 16-QAM, 64-QAM),
- tzv. kódový pomer ( $1/2$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $5/6$ ,  $7/8$ ),
- ochranný interval (pomer ochranného intervalu k užitočnej časti symbolu =  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$ ,  $1/32$ ).

V závislosti od kombinácie týchto parametrov sa potom prenosová rýchlosť pohybuje v rozmedzí od 4,98 do 31,67 Mbit/s.

### Princípy DVB-T2

Systém DVB-T2 je rozšírením a vylepšením systému DVB-T. To sa dosiaholo najmä novými typmi kódovania a odlišným usporiadaním signálov. Všeobecne možno konštatovať, že v systéme DVB-T2 je možné vysielat' vo viacerých módoch ako v systéme DVB-T.

Systém DVB-T2 nie je spätne kompatibilný s DVB-T, t.j. prijímač DVB-T2 nie je schopný signály DVB-T spracovať. Aby bol možný príjem v oboch systémoch, sú TV prijímače konštruované tak, že v podstate obsahujú dva diely - ako DVB-T2, tak aj DVB-T.

Základné porovnanie oboch systémov je uvedené v nasledujúcej tabuľke. Rozšírenia, ktoré poskytuje systém DVB-T2 navyše voči DVB-T, sú zobrazené **hrubým červeným písmom**.

Tabuľka 3.1 – Porovnanie parametrov systémov DVB-T a DVB-T2

	DVB-T	DVB-T2
<b>Dopredná oprava chýb (FEC) a kódový pomer</b>	Konvolučné kódovanie (KK) + Reedovo-Solomonovo kódovanie (RS) $1/2$ , $2/3$ , $3/4$ , $5/6$ , $7/8$	Kódovanie <b>LPDC</b> (Low Density Parity Check) + <b>BCH</b> (Bose-Chaudhuri-Hocquengham) $1/2$ , <b><math>3/5</math></b> , $2/3$ , $3/4$ , <b><math>4/5</math></b> , $5/6$
<b>Modulačné schémy</b>	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, <b>256-QAM</b>
<b>Ochranný interval</b>	$1/4$ , $1/8$ , $1/16$ , $1/32$	$1/4$ , <b><math>19/128</math></b> , $1/8$ , <b><math>19/256</math></b> , $1/16$ ,

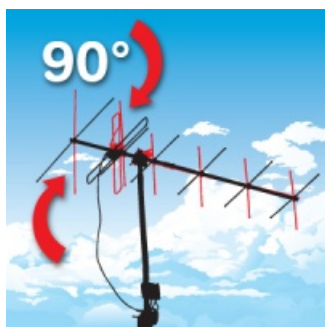
	DVB-T	DVB-T2
		1/32, <b>1/128</b>
<b>Mód FFT</b>	2k, 8k	<b>1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k</b>
<b>Zastúpenie rozptýlených pilotných signálov</b>	8 % z celkového počtu nosných frekvencií	<b>1 %, 2 %, 4 %, 8 %</b> z celkového počtu nosných frekvencií
<b>Zastúpenie spojitých pilotných signálov</b>	2,6 % z celkového počtu nosných frekvencií	<b>0,35 %</b> z celkového počtu nosných frekvencií

Dosiahnuteľná prenosová rýchlosť (kapacita) v systéme DVB-T2 je pri rovnakých podmienkach cca o 30 % vyššia ako v systéme DVB-T.

Avšak pri vysielaní v rámci sietí SFN môže byť dosiahnutý ešte významnejší nárast kapacity, pretože systém DVB-T2 môže pracovať s viacerými hodnotami ochranného intervalu. Takto je možné dosiahnuť zvýšenie kapacity DVB-T2 oproti DVB-T až o 67 %. Okrem toho vďaka predĺženiu ochranného intervalu je možné zväčšiť oblasti pokrytia SFN (až o 137,5 %).

### Príjem signálov DVB-T

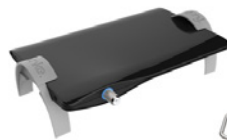
Kedže vysielanie DVB-T prebieha v rovnakých pásmach ako bývalé analógové vysielanie, možno na príjem použiť prijímacie antény rovnakého typu, ktoré však vzhľadom na tzv. polarizáciu vysielaného signálu treba otočiť o 90° (pri analógovej televízii bola vo väčšine prípadov použitá horizontálna polarizácia, pri digitálnej televízii sa používa na Slovensku vertikálna polarizácia).



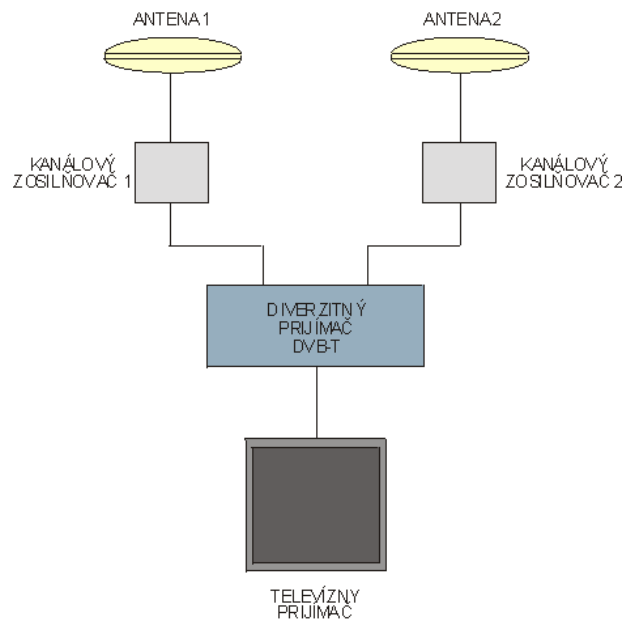
Na obrázkoch je znázornený tzv. **pevný príjem**, keď sú antény pevne nainštalované na streche, okne alebo vonkajšom múre.

Pri DVB-T sa však uvažuje aj s tzv. **prenosným príjmom**, t.j. keď je možné prijímaciu anténu presúvať. Tento môže byť:

- **vonkajší** (napr. príjem v záhrade, ...)
- **vnútorný**, t.j. v miestnosti na tzv. izbovú anténu. Tento príjem sa kvôli svojej jednoduchosti považuje za veľký prínos digitálnej televízie. Do úvahy prichádza najmä v prípade menších vzdialeností od vysielateľov, kde je prijímaný signál ešte dostatočne silný.



Okrem toho je za určitých okolností možný aj **mobilný príjem** napr. v autách, autobusoch a pod. Tu je potrebné, aby vozidlá boli vybavené minimálne dvomi prijímacími anténami a tzv. diverzitným prijímačom (s viacerými anténovými vstupmi a špeciálnym spracovaním signálov).



**Pokrytie územia** signálom DVB-T s možnosťou interaktívneho vyhľadávania podľa obcí nájdete [tu](#).

**Programovú ponuku** pre celoštátne multiplexy nájdete [tu](#).

**Zoznam vysielateľov** nájdete [tu](#), resp. kompletný zoznam s podrobnými parametrami [tu](#).

**Ďalšie užitočné informácie**, týkajúce sa príjmu, nájdete napr. [tu](#) alebo [tu](#).