

Digitální televize DVB

Prof. Ing. Václav Říčný, CSc.

Současná televizní technika a videotechnika
kurz U3V

Program semináře a cvičení

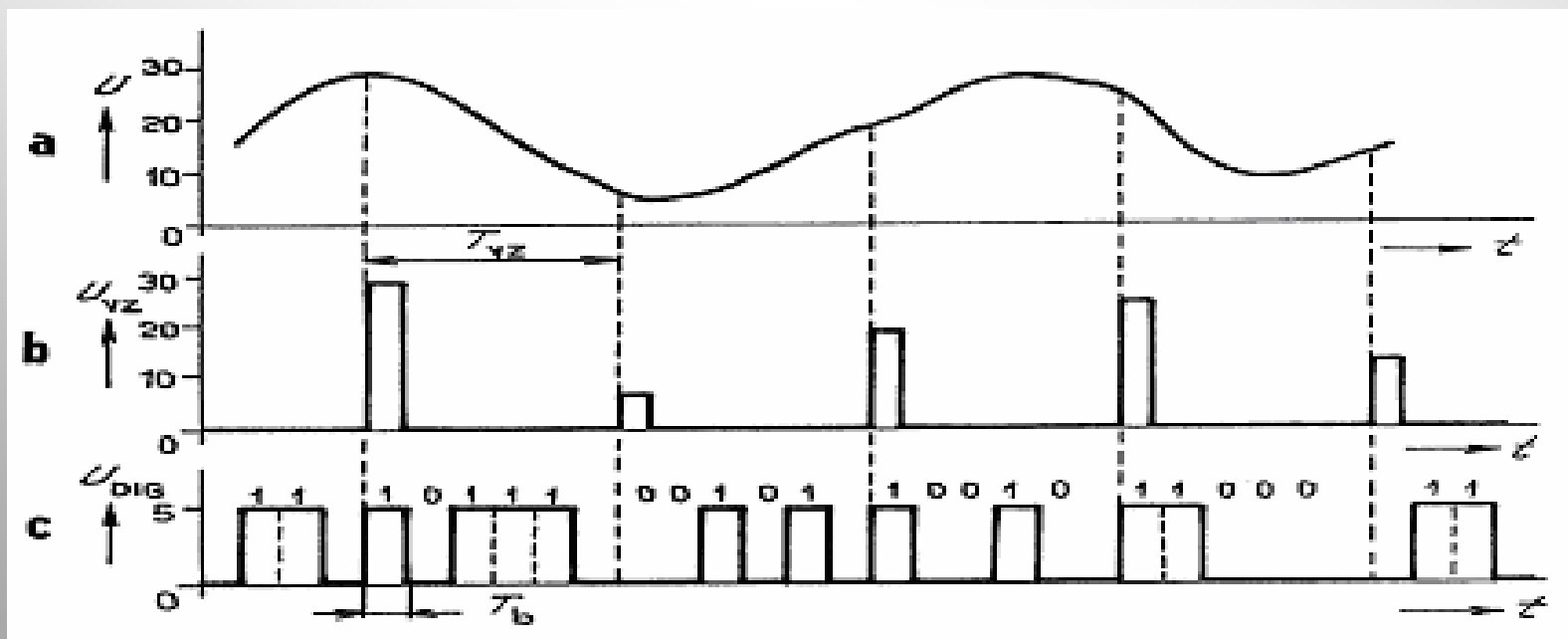
- ❑ Digitální videosignál – co je to a jak vzniká?
- ❑ Digitální televize – výhody a nevýhody.
- ❑ Současný stav digitální televize ve světě.
- ❑ Digitalizace – doporučení ITU-R.
- ❑ Standardy digitální televize DVB-S, DVB-C a DVB-T.
- ❑ Stav DVB-T v Evropě a v České republice.
- ❑ Co nového digitální televize přinese divákovi?

SOUČASNOST A BUDOUCNOST DIGITÁLNÍ TELEVIZE DVB (Digital Video Broadcasting)

Co je to a jak se vytváří ze spojitého signálu signál digitální ?

V obrázku značí

- časový průběh původního spojitého signálu,
- signál vzorkovaný v čase s periodou danou Shannon-Kotelnikovovým zákonem $f_{vz} \geq 2 f_{max}$
- odpovídající digitální signál – sekvence nul a jedniček vyjadřující v tzv. binárním kódu velikost jednotlivých vzorků



SOUČASNOST A BUDOUCNOST DIGITÁLNÍ TELEVIZE DVB (Digital Video Broadcasting)

Drtivá většina dějů v přírodě i v živých organismech je spojitá (analogová). Přesto se lidé již řadu let snaží všechny procesy a signály diskretizovat a digitalizovat? Digitalizovaný signál také obsahuje oproti původnímu spojitému signálu další systémová zkreslení a v televizní technice je třeba jej navíc před zobrazením vrátet zpět do spojitého formy. To vše tedy musí mít nějaký důvod.....

Hlavní výhody digitálních televizních a obrazových signálů:

- vysoká odolnost vůči nelineárním zkreslení a kolísání útlumu přenosové trasy,
- možnost aplikace nespojitých modulačních metod při vf. přenosu a tím zlepšení energetické účinnosti a lepší využití kmitočtových pásem,
- při pozemním vysílání možnost kvalitního příjmu i v pohybujiících se dopravních prostředcích,
- možnost automatizované počítačové kompenzace prakticky všech typů zkreslení - obrazových signálů v produkční části TV řetězu (TV studio),
- zvýšení kvality a kapacity záznamu vyplývající z nových medií (optický záznam),
- neomezené možnosti digitálního trikového zpracování
- možnost zlepšení vlastností TV přijímačů (např. 100 Hz rozklad, redukce šumu, funkce obraz v obraze PIP aj.) a řada dalších méně podstatných výhod.....

Nevýhody digitálních televizních a obrazových signálů:

- velká šířka kmitočtového pásma digitálního přenosového kanálu pro přenos digitálního signálu (cca 10 až 20x větší ve srovnání s původním „zdrojovým“ analogovým signálem),

- původně složitější a dražší technické prostředky a obvody pro zpracování digitálních signálů.

První nevýhodu beze zbytku odstranily moderní rychlé **kompresní algoritmy** (JPEG, MPEG 1,2,4,7 a další) používané dnes v digitální televizi, fotografii, při videokonferencích apod., které umožnily snížení objemu digitálních dat statických obrazů a přenosové rychlosti u dynamicky proměnných obrazů (např. v programové televizi) až **300 x bez pozorovatelného snížení kvality obrazu**. Tento zázrak umožnily tři podstatné vlastnosti obrazu (obrazového signálu) a to:

- **redundance obrazové informace** – nadbytečnost obrazové informace – např. statický snímek je opakovaně přenášen 25x za sekundu,
- **irrelevance obrazové informace** – nepodstatnost obrazové informace – např. v obraze jsou přenášeny i detaily, které divák nemůže, vzhledem k vlastnostem zraku, vůbec rozlišit,
- **korelace obrazu** – okolní obrazové prvky obrazu v obou směrech rozkladu, ale i v časově následujících snímcích jsou velmi podobné.

Druhá nevýhoda je již v současnosti prakticky smazána díky pokroku v oblasti technologie výroby rychlých integrovaných obvodů pro zpracování digitálních signálů.

Digitalizaci i zpětná obnova analogového signálu se provádí pomocí

- analogově-digitálních převodníků (A/D převodníků),
- digitálně-analogových převodníků (D/A převodníků).

Současný stav digitální televize ve světě

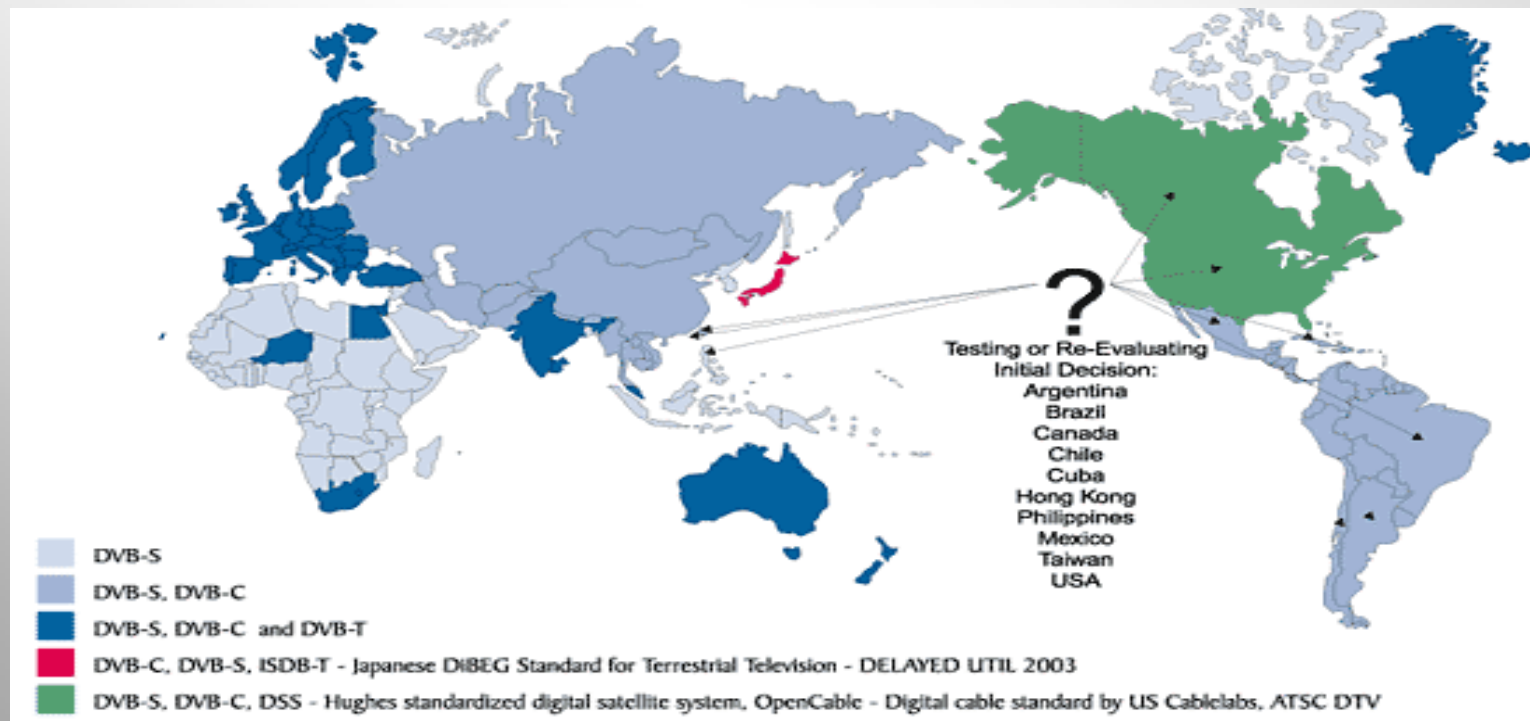
Současný stav využívání digitální televize ve světě (stav k 1.1.2001) je patrný z obrázku. V Evropě se podařilo na rozdíl od zbytku světa standardizovat jediný vysílací standard DVB se třemi verzemi, lišícími se prakticky pouze použitými nespojitými (digitálními modulacemi)

DVB – S pro satelitní vysílání

DVB – C pro kabelovou distribuci

DVB – T pro pozemní (terestrické) vysílání

Všechny verze užívají společný standard digitalizace (ITU R601) a kódování digitálních signálů v základním pásmu (především kompresní algoritmus MPEG 2).



Doporučení pro digitalizaci obrazových signálů ITU R 601

Jeho základ vznikl v roce 1982 a byl přijat jako celosvětově platný standard **složkové** digitalizace obrazových signálů (tj. **úplných barevných signálů**) barevné televize. Digitalizace se uskutečňuje zvláště pro jednotlivé složky úplného barevného signálu – jasovu Y a dvě chrominanční C_B , C_R .

Základní parametry digitalizace dle doporučení ITU R 601

kmitočet vzorkování f_{vzY} jasového signálu Y.....13,50 MHz

kmitočet vzorkování f_{vzC} složkových chrominančních signálů C_B a C_R 6,75 MHz

(tomu odpovídá 720 jasových a 360 vzorků chrominančních na každém řádku obrazu)

kvantování jasového signálu.....256 úrovní mezi černou a bílou (každý vzorek je přenášen

$m = 8$ bitovým digitálním slovem – $2^8 = 256$)

kvantování chrominančních signálů.....256 úrovní

Přenosová (tjv. bitová) rychlost R při seriovém přenosu takto digitalizovaného úplného barevného signálu platí

$$R = f_{vzY} \cdot m + 2 f_{vzC} \cdot m = 13,5 \cdot 8 + 2 \cdot 6,75 \cdot 8 = 216 \text{ Mbitů/s}$$

Takový **nekomprimovaný** digitální signál by pro přenos vyžadoval kanál se šířkou pásma cca **120 MHz** - tedy cca 15 stávajících standardních analogových kanálů normy CCIR D (8 MHz).

Problém řeší **kompres digitálních obrazových signálů dle kompresního standardu MPEG 2**

Standard DVB - S

Standard DVB-S používá

- složkovou digitalizaci dle doporučení ITU R 601,
- komprimaci digitálních obrazových a zvukových(audio) dat dle standardu MPEG 2 ve formě společného transportního toku. V jednom toku může být umístěn multiplex i více služeb (více TV kanálů, rozhlasových kanálů, počítačových dat aj.),
- ochranné kódování (zabezpečení dat) FEC1 (blokový Reed-Solomonův kód) a FEC 2 (konvoluční kód) s prokládacím stupněm,
- nespojitou kvadrurní fázovou modulaci QPSK. Tato modulace umožňuje jedním satelitním transpondérem s obvyklou šířkou pásma 27 MHz vysílat tok digitálních dat odpovídající až 6 standardním televizním programům.

Digitální televizní vysílání v tomto standardu představuje zatím **nejrozšířenější** formu digitálního vysílání pomocí satelitů umístěných na geostacionární dráze. Prostřednictvím řady satelitů nad Evropou (např. ASTRA A až G, Hotbird, Eutelsat aj.) lze již přijímat více jak 1000 digitálních kanálů (programů), z nichž některé jsou vysílány volně, ale většinou v **enkryptované** (zakódované formě) v rámci tzv. **televize s podmíněným přístupem** (placená televize **Pay TV** nebo **Pay per View**). K jejich příjmu je třeba digitální satelitní přijímač vybavený dekodérem MPEG 2 a příslušnou enkrypci kartou. Pro Českou republiku v tomto standardu vysílá již od roku 1997 transpondér **CZECH LINK** (s vesměs enkryptovanými televizními programy ČT1, ČT2, PRIMA TV, GALAXIE sport, Stanice O a několika volně šířenými rozhlasovými programy) umístěný na satelitu Eurobird 1 (28,5° E). Původně byla tato služba určena pro distribuci televizních a rozhlasových signálů k pozemním vysílačům.

Standard DVB -C

Tento standard je určen pro **kabelovou distribuci** televizních signálů. Užívá prakticky stejné digitalizační principy a zpracování signálů v základním pásmu jako standard DVB-S s jednou výjimkou. Vzhledem k tomu, že u kabelové distribuce se předpokládá nejkvalitnější přenosový kanál, nepoužívá se konvoluční zabezpečení datového toku FEC 2.

Jako modulační metoda pro standard DVB- C byla vybrána nespojitá **vícetavová kvadrurní amplitudová modulace 16-QAM až 256-QAM**. Tato modulace umožňuje velmi účinné využití kmitočtového pásma, ale je méně odolná vůči šumům a zkreslením v přenosovém kanále.

Pro ilustraci – modulace 32-QAM umožňuje ve standardním kanálu kabelové televize (**šířka pásma 8 MHz**) přenášet digitální datový tok rychlostí až **30 Mbitů/s**, tedy až **6** komprimovaných televizních signálů, kterým odpovídá šest televizních programů standardní kvality včetně stereofonního (případně DUO) zvukového doprovodu Hi-Fi kvality.

Digitální distribuci televizních signálů dle standardu DVB-S v České republice zatím většina operátorů kabelové televize využívá pouze omezeně !! Důvodem je skutečnost, že na trhu prakticky nejsou televizní přijímače s demodulátory QAM a dekodéry MPEG 2. Přímý příjem standardu DVB-C by tedy byl možný pouze s přídatným zařízením (tzv Set Top Box) a vlastní televizní přijímač by sloužil pouze jako monitor.

Standard DVB - T

Tento standard je určen pro **pozemní (terestrické)** televizní vysílání. Užívá stejné digitalizační principy a zpracování signálů v základním pásmu jako standard DVB-S. Pozemní vysílání může být výrazně ohroženo např. průmyslovými a dopravními rušivými signály, ale hlavně **odrazy** (tzv. vícenásobný příjem) od překážek mezi vysílačem a přijímačem. Ty v případě analogové televize způsobují vznik vedlejších kontur v obraze (tzv. „duchů“), ale při digitálním vysílání by mohly zcela znemožnit identifikaci jednotlivých digitálních symbolů. Proto byla pro standard DVB-T zvolena digitální modulace **OFDM**, případně ve spojení s ochranným zabezpečovací kódováním FEC **COFDM** (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex). Tato modulace je velmi odolná vůči zkreslení digitálního signálu vlivem odrazů a umožňuje dokonce kvalitní příjem televizního signálů i v pohybujících se dopravních prostředcích.

Rychlý rozvoj pozemního digitálního vysílání dle standardu DVB-T v posledních letech v Evropě naznačuje jeho význam pro další vývoj televizní techniky. Hlavní důvodem však jsou omezené možnosti současné pozemní analogové televize při požadovaném **zvyšování počtu programů**. Ta je dnes u nás i ve světě limitována absolutním nedostatkem nosných kmitočtů. Kmitočtové plány v současných televizních pásmech I až V jsou prakticky vyčerpány. Digitální vysílání DVB-T se, díky použité modulaci COFDM, uskutečňuje v tzv. **jednokanálové síti vysílačů**, které se vzájemně neruší a na jediném kmitočtu může být vysíláno i více programů.

To vše svědčí o tom, že v dohledné době několika let **analogové pozemní televizní vysílání definitivně skončí a bude nahrazeno vysíláním digitálním**. Po přechodnou dobu bude nutná koexistence analogové a digitální televize. Její dobu trvání bude určovat především připravenost trhu na digitální vysílání v oblasti vhodných přijímačů, případně adaptérů pro stávající přijímače.

Stav digitálního vysílání DVB-T v Evropě a v České republice

V Evropě již pravidelně digitálně vysílá dle standardu DVB-T **Velká Britanie (1998), Švédsko (1999), Španělsko (2001) a oficiálně zahájení ohlásila Francie (konec roku 2003)**. V těchto zemích se vysílá vždy několik datových multiplexů (min. jeden veřejnoprávní, ostatní komerční) s řadou TV programů a dalších služeb a pokrytí vysílání přesahuje 80 % území státu.

Experimentálně se v Evropě vysílá např. v **Belgii, Dánsku, Itálii, Chorvatsku, Irsku, Německu, Norsku, Maďarsku, Švýcarsku, Ukrajině, České republice a jinde**. Všechny tyto státy přepokládají zahájení pravidelného digitálního vysílání DVB-T v období let 2010-2015 se současným definitivním ukončením stávajícího analogového vysílání.

V České republice zahájily experimentální vysílání DVB-T

- v roce 2000 **České radiokomunikace** na 25.kanále z vysílačů Praha-město (1 kW) a Cukrák (250 W). V jednom multiplexu jsou vysílány 3 TV programy (ČT1, ČT1, NOVA) a 2 rozhlasové programy (ČRo1 a ČRo2). Cílem projektu je posoudit možnost koexistence digitálního i analogového vysílání (v Praze sousední kanály 24 a 26),
- v roce 2000 společnost **Czech Group** na 46. kanále ze třech vysílačů v Praze (Strahov, Ládví a Kavčí Hory). Technologie pro tento experiment, který sledoval prakticky stejné cíle jako v předcházejícím případě a tvá stále, dodala firmy Rohde-Schwarz a Philips.

Do budoucna navrhuje skupina pro digitální vysílání Rady pro rozhlasové a televizní vysílání ČR zahájení vysílání DVB-T se dvěma programovými datovými multiplexy a to

- **multiplex veřejnoprávní:** ČT 1, ČT 2, ČT retro, ČT info a další dodatečné služby,
- **multiplex komerční:** např. TV NOVA, PRIMA TV, Stanice O, TVregiony a další.

K postupnému omezování analogového vysílání bude docházet podle stupně dostupnosti a ceny vhodných TV přijímačů, příp. Set Top Boxů pro příjem signálů DVB-T.

Zatím se zdá, že rychlejšímu postupu zavádění digitálního pozemního vysílání DVB-T nebrání ani tak technické důvody, jako spíše chybějící potřeb legislativa, což je konec konců pro Českou republiku symptomatické....



Ukázky současných digitálních TV přijímačů a Set Top Boxů



V současné době existuje řada nevyjasněných otázek k dalšímu vývoji DVB-T u nás

- Bude o ni zájem veřejnosti a co přinese nového ve srovnání se současnou televizí ?**
- Jaký bude zájem komerčních televizí o tuto formu vysílání ?**
- Kdo a jak bude financovat přechod veřejnoprávní televize na DVB-T _?**
- Jaká bude role státu (legislativní, regulační, dotační) ?**
- Kdo by měl hrát řídicí úlohu v procesu digitalizace pozemního TV vysílání ?**
- Jaká bude kupní síla obyvatelstva při ukončení současného analogového vysílání ?**

A na závěr nejdůležitější otázku

Co nového digitální televize přinese divákovi ?

Odpověď není tak obtížná vzhledem k tomu, že s některými formami digitálního vysílání (např. DVB-S) jsme se již měli možnost seznámit. Digitální TV vysílání přinese zejména:

- tzv. **digitální kvalitu obrazu**, která se prakticky liší od současné kvality obrazu analogové televize pouze tím, že v obraze je prakticky neznatelný šum (obraz je buď kvalitní nebo není vůbec....),
- výrazné zlepšení kvality zvukového doprovodu(ů) a zvýšení počtu audiokanáů,
- možnost rozšíření na televizi s vysokým rozlišením HDTV (za předpokladu odpovídajícího přijímače),
- nové služby včetně interaktivních (zejména ve standardu DVB-C), Internet, telebanking, dálkové měření energií, objednávky zboží, vstupenek, ochrana bytu a další,
- širší uplatnění televize s podmíněným přístupem (Pay TV, Pay per View),
- v případě pozemního vysílání DVB-T možnost kvalitního televizního příjmu i v mobilních prostředcích,
- v případě DVB-T především efektivní využití kmitočtů stávajících TV kmitočtových pásem a podstatné rozšíření počtu televizních i rozhlasových programů.

Další informace najdete na Internetu – např. na adresách www.digtv.cz, dvb.org, digimedia.cz, parabola.cz a dalších