

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta ekonomicko-správní**

**Digitální televizní vysílání v ČR**  
**Michal Volf**

**Bakalářská práce**  
**2008**

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Ústav systémového inženýrství a informatiky  
Akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal VOLF**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Regionální a informační management**  
  
Název tématu: **Digitální televizní vysílání v ČR**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Historie televizního vysílání
- 2) Současný stav televizního vysílání v ČR
- 3) Výhody, nevýhody analogové a digitální televize
- 4) Popis systému DVB-T
- 5) Technické vybavení související s digitálním vysíláním
- 6) Budoucnost digitálního televizního vysílání

Rozsah grafických prací:

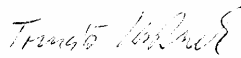
Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] DUSPIVA, Zdeněk. Digitalizace jako budoucnost elektronických médií. Praha : Votobia 2004. ISBN 80-7220-169-7.
- [2] LEGÍŇ, Martin. Televizní technika DVB-T. Praha: BEN - technická literatura 2006. ISBN 80-7300-204-3.
- [3] VÍT, Vladimír. Televizní technika: přenosové barevné soustavy. Praha: Ben - technická literatura 1997. ISBN 80-86056-04-X.

Vedoucí bakalářské práce:


  
**Ing. Tomáš Kořínek**  
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce:


**1. října 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**19. května 2008**

  
prof. Ing. Jan Čápek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Petr, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 31. října 2007

---

## **Souhrn**

Tato práce se zabývá především popisem systému digitálního televizního vysílání. Je zde možné získat informace o historii televizního vysílání a představu o současném stavu televizního vysílání v České republice. Pozornost je také věnována porovnání analogového a digitálního vysílacího systému. Zařízení potřebná pro televizní vysílání jsou znázorněna na obrázcích a jejich funkce je popsána v souvisejícím textu. Předpokládaná budoucnost tohoto fenoménu je prezentována v poslední části této práce.

Cílem práce je popsat fungování systému DVB-T, zhodnotit výhody a nevýhody analogového a digitálního vysílání a věnovat pozornost projektu Zavedení digitálního zemského televizního vysílání v ČR.

## **Klíčová slova**

digitální televizní vysílání, systém DVB-T, standard MPEG-2, zavádění digitálního vysílání v ČR

## **Title**

Digital television broadcasting in the Czech republic

## **Abstract**

This work is dedicated to description of digital television broadcasting system. You can find there some information about history of television broadcasting. It is possible to obtain the idea about state of television broadcasting in the Czech republic in these days. The attention is focus on comparison of analog and digital broadcasting systems too. Television broadcasting equipment is visible on pictures and its function is described in the related text. The supposed future of this phenomenon is presented in the last part of this work.

The main aim of this work is describing of DVB-T system, comparing advantages and disadvantages of analog and digital broadcasting and paying attention to project Implementation of digital terrestrial broadcasting in the Czech republic too.

## **Keywords**

digital television broadcasting, DVB-T system, MPEG-2, implementation of digital broadcasting in the Czech republic

# Obsah

<b>ÚVOD.....</b>	<b>6</b>
<b>1 HISTORIE TELEVIZNÍHO VYSÍLÁNÍ.....</b>	<b>8</b>
1.1 VZNIK TELEVIZNÍHO PŘÍSTROJE .....	8
1.2 POČÁTKY TELEVIZNÍHO VYSÍLÁNÍ.....	9
1.3 TELEVIZNÍ VYSÍLÁNÍ V ČESKOSLOVENSKU .....	10
<b>2 SOUČASNÝ STAV TELEVIZNÍHO VYSÍLÁNÍ V ČR.....</b>	<b>12</b>
2.1 PRŮBĚH DIGITALIZACE TELEVIZNÍHO VYSÍLÁNÍ V ČR.....	12
2.1.1 <i>Počátky digitalizace</i> .....	12
2.1.2 <i>Experimentální digitální vysílání</i> .....	12
2.1.3 <i>Současná situace</i> .....	13
2.2 SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY A LEGISLATIVA .....	15
2.2.1 <i>Koncepce přechodu na digitální vysílání v ČR</i> .....	15
2.2.2 <i>Digitální novela</i> .....	17
2.2.3 <i>Technický plán přechodu</i> .....	18
<b>3 POPIS SYSTÉMU DVB-T.....</b>	<b>20</b>
3.1 ZPRACOVÁNÍ OBRAZU A ZVUKU .....	20
3.2 ZDROJOVÉ KÓDOVÁNÍ.....	21
3.2.1 <i>Převod analogové informace na digitální</i> .....	21
3.2.2 <i>Standard MPEG-2</i> .....	24
3.2.3 <i>Kompresi bitového toku</i> .....	25
3.2.4 <i>Digitální zvukový doprovod</i> .....	28
3.3 VÝSTUP Z TELEVIZNÍHO STUDIA .....	29
3.3.1 <i>Popis datových toků</i> .....	29
3.3.2 <i>Multiplexování v DVB-T</i> .....	32
3.4 VYSÍLÁNÍ DIGITÁLNÍHO SIGNÁLU.....	33
3.4.1 <i>Protichybová ochrana FEC</i> .....	33
3.4.2 <i>Modulace nosné vlny</i> .....	36
3.5 PŘÍJEM DIGITÁLNÍHO SIGNÁLU .....	39
3.5.1 <i>Televizní anténa</i> .....	39
3.5.2 <i>Set-top box</i> .....	40
<b>4 ZHODNOCENÍ ANALOGOVÉHO A DIGITÁLNÍHO VYSÍLÁNÍ.....</b>	<b>42</b>
4.1 ZHODNOCENÍ ANALOGOVÉHO VYSÍLÁNÍ .....	42
4.1.1 <i>Nevýhody</i> .....	42
4.1.2 <i>Výhody</i> .....	43
4.2 ZHODNOCENÍ DIGITÁLNÍHO VYSÍLÁNÍ.....	44
4.2.1 <i>Výhody</i> .....	44

4.2.2	<i>Nevýhody</i> .....	45
4.3	SWOT ANALÝZA ZAVEDENÍ DIGITÁLNÍHO ZEMSKÉHO VYSÍLÁNÍ.....	46
<b>5</b>	<b>BUDOUCNOST DIGITÁLNÍHO TELEVIZNÍHO VYSÍLÁNÍ .....</b>	<b>52</b>
5.1	HDTV (HIGH DEFINITION TELEVISION) .....	52
5.2	MOBILNÍ PŘÍJEM TELEVIZNÍHO VYSÍLÁNÍ .....	53
5.2.1	<i>DVB-H</i> .....	54
5.3	MPH (MULTIMEDIA HOME PLATFORM) .....	56
5.3.1	<i>MHP aplikace</i> .....	57
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>65</b>

# Úvod

Snad každá domácnost v ČR vlastní alespoň jeden televizní přijímač, ne-li více. Televize slouží lidem jako pasivní výplň jejich volného času. Je pro ně zdrojem zábavy, informací nebo jim zajišťuje komfort sledování nějaké události (např. sportovního přenosu) z pohodlí domova. Většině televizních diváků již tato nabídka přestává stačit, stávají se náročnějšími. Chtějí sledovat programy, které je zajímají a v dobu, která jim vyhovuje. Navíc se objevil nový „konkurent“ pro televizi a tím je internet, u kterého tráví lidé stále více a více času. V každé oblasti podnikání vyvolává tento stav očekávání, které je spojeno s nějakou konkrétní změnou.

Tímto zlomovým bodem by se pro televizní vysílání mohlo stát nahrazení současného analogového televizního vysílání, jehož možnosti rozvoje jsou prakticky vyčerpány, vysíláním digitálním. To by mělo umožnit rozšíření programové nabídky, což je výhodné jak pro diváky, tak pro nové televizní společnosti, které by mohly začít vysílat své programy. Měla by se zlepšit kvalita obrazu i zvuku a v neposlední řadě by mělo být divákům umožněno využívat i nových přídatných služeb.

Téma digitálního televizního vysílání se proto v ČR stává velmi aktuálním. Proces digitalizace byl již na území našeho státu rozběhnut a bude docházet k postupnému přechodu ve všech oblastech ČR na zemské digitální televizní vysílání. Jde tedy o téma, o kterém se ve společnosti diskutuje. Ze zpravodajství již každý z nás určitě zachytil informaci např. o tom, že došlo na Domažlicku k přechodu na zemské digitální vysílání, nebo že Parlament ČR řešil tzv. Digitální novelu, která se také týká této problematiky. Tyto informace poukazují na to, že se jedná o celospolečenský fenomén a digitalizace televizního vysílání se dotkne svým způsobem snad každého občana ČR.

Pozornost je v této práci soustředěna na oblasti související s televizním vysíláním a digitalizací. Konkrétně zde jsou uvedeny objevy, které byly učiněny, aby mohlo k televiznímu vysílání dojít a také je nastíněn vývoj v historii televize. Dále je charakterizována současná situace televizního vysílání v ČR a jsou popsány legislativní kroky, které souvisejí s přechodem ze stávajícího analogového vysílání na digitální. Mezi stěžejní části této práce patří vysvětlení principu fungování digitálního zemského televizního vysílání a následné zhodnocení předností a nedostatků analogové a digitální televize. Z pochopení fungování systému digitální televize

a z porovnání s analogovým vysíláním se pak dají odvodit argumenty a důvody, které by měly buďto potvrdit, nebo vyvrátit důležitost a opodstatněnost přechodu na digitální televizní vysílání. Závěrečná část práce je věnována budoucnosti digitálního vysílání a novým technologiím, které souvisejí s jeho vývojem.

Hlavním cílem práce je objasnění principu fungování zemského digitálního televizního vysílání a zhodnocení předností a nedostatků systému analogové a digitální televize.



# 1 Historie televizního vysílání

## 1.1 Vznik televizního přístroje

Vznik televizního přístroje je spojen s celou řadou důležitých objevů. Jejich postupné uskutečňování má za výsledek podobu přístroje, který dokáže zobrazovat obraz vysílaný na dálku.

Za první objev, který má souvislost s televizním přístrojem, můžeme považovat objevení prvku selen švédským chemikem J.J. Berzelieusem v roce 1817. Dalšími pokusy bylo totiž zjištěno, že je selen citlivý na světlo. Jakmile na selen dopadnou světelné paprsky, jeho elektrický odpor se zmenší a začne jím procházet větší proud, z čehož je tedy patrné, že selen může měnit světelnou energii na elektrickou.

Jedním z nejvýznamnějších vynálezů spojených se vznikem televizoru se stal princip rozkladu obrazu na jednotlivé body a jejich opětovného složení v celistvý obraz. Za tímto účelem sestrojil polský inženýr Paul Nipkow děrovaný kotouč, který si nechal v roce 1884 patentovat. Jak pomocí takovýchto Nipkowových kotoučů docházelo k rozkladu a opětovnému skládání obrazu zachycuje obrázek 1. [15]



Obrázek 1 – Princip fungování Nipkowova kotouče [15]

Nipkowův kotouč obsahoval otvory, které byly uspořádány do spirály. Tím, že se takovýto kotouč otáčel mezi zobrazovaným předmětem a světlocitlivou selenovou buňkou, docházelo k rozkladu obrazu do jednotlivých řádků a bodů, promítaných shora dolů na selenovou buňku. Buňka byla součástí elektrického obvodu, kterým pak procházel kolísavý elektrický proud.

Takto modulovaný elektrický proud napájel zdroj světla (např. žárovku). Světlo muselo projít dalším Nipkowovým kotoučem, který se otáčel synchronně s prvním. Vzniklý obraz se opět řádek po řádku přenesl na stínítko. [12]

Mezi další objevy, které napomohly ve vývoji televizního přístroje a televizního vysílání, patří Popovův a Marconioho objev bezdrátové radiotelefonie, což vytvořilo předpoklad pro přenášení televizních signálů na větší vzdálenosti. Dále bylo nutné vyřešit problém slabých elektrických signálů, což se povedlo Flemingovi, když vynalezl elektronku, která umožnila sestavení zesilovačů.

S pokračujícím vývojem bylo zřejmé, že mechanický rozklad obrazu je značně limitován v počtu řádků složených z obrazových bodů, na které je obraz rozkládán a také zde byl problém se synchronizací otáčení kotoučů v přijímačích s vysílačem. Tyto zásadní nevýhody vedly k potřebě najít nový způsob rozkladu obrazu. To se podařilo V.K. Zworykinovi, který si v roce 1923 nechal patentovat snímací elektronku (ikonoskop) a přijímací elektronku (kineskop). Ikonoskop měl tvar skleněného válce. Na jeho přední část dopadal optikou zmenšený obraz scény a elektronový paprsek ho řádkováním rozkládal. Na řídicí mřížce elektronky se objevil elektrický signál. Ikonoskop byl dále zlepšován, s jeho užíváním je zaveden pojem elektronická televize, na jejímž principu rozkladu obrazu fungují televizní přístroje dodnes. [19]

## **1.2 Počátky televizního vysílání**

O rozvoj televizního vysílání se zasloužil Skot J. E. Baird. V roce 1923 začal své experimenty s televizním vysíláním. O 2 roky později představil v Londýně svoji mechanickou televizi. V roce 1926 získal od ministra pošt licenci na televizní vysílání a v roce 1928 se mu podařil převratný počín, když uskutečnil televizní přenos z Londýna do New Yorku.

V polovině 30tých let 20. století skončila éra mechanické televize a začala se rozvíjet televize elektronická. S tím souvisí zkvalitňování obrazu, zvětšení úhlopříčky obrazovky apod. Objevily se také první přenosové vozy, které umožnily přenosy ze slavností nebo sportovních událostí (např. Olympijské hry v Berlíně v roce 1936). [19]

Dalším důležitým mezníkem ve vývoji televize se stalo spuštění barevného vysílání, ke kterému došlo v roce 1954 v USA. V Evropě bylo barevné vysílání spuštěno ve dvou soustavách, ty se od sebe lišily podle určitých technických norem. Vznikla tedy soustava SECAM, vyvinutá ve Francii a soustava PAL, která byla vytvořena v tehdejší Západní Německu. Soustava PAL se později ujala ve většině evropských států.

### **1.3 Televizní vysílání v Československu**

Televizní vysílání dorazilo do Československa se značným zpožděním oproti zemím západní Evropy a USA. Tomu předcházely v období kolem roku 1948 pokusy s vysíláním a na vývoji prvního funkčního zařízení, které zobrazovalo obrázky. S touto činností je spojeno jméno Dr. Jaroslava Šafránka, významného propagátora televizní techniky v Československu.

První televizní vysílání bylo v Československu spuštěno 1. května 1953. Šířil ho jediný vysílač, který byl umístěn na Petřínské rozhledně v Praze. Příjem vysílání byl možný do vzdálenosti 50 km od vysílače. Televizní program mohli diváci sledovat jenom několik hodin v týdnu. Sedm dnů v týdnu začala televize vysílat až v roce 1958.

První televizní přístroj pro československé diváky se vyráběl v Tesle Strašnice. Technické řešení tohoto přístroje se lišilo od přístrojů, které byly vyráběny později. U tohoto televizoru nebylo vůbec možné volit kanály. Důvod spočíval v tom, že v té době byl v Československu vysílán pouze jediný televizní program. Přístroje se tedy vyráběly pevně naladěné na potřebný kanál. Jak toto zařízení vypadalo je možné vidět na obrázku 2.



**Obrázek 2 – Televizor Tesla 4001A [14]**

Další významnou událostí, která zlepšila komfort pro diváky, bylo spuštění barevného vysílání v roce 1973. Tomu předcházela vznik 2. programu Československé televize v roce 1970. Barevné vysílání bylo provozováno v soustavě SECAM, protože tato soustava byla používána v zemích východního bloku. Období zavádění barevné televize a dalších inovací v televizním vysílání je až do roku 1989 spojeno se značným zpožděním oproti zemím západní Evropy, USA a Japonska.

Zlepšení této situace a vyrovnání se světu nastalo až po revoluci. Došlo k přechodu ze soustavy SECAM do soustavy PAL. Objevily se televizní přístroje podporující teletext. Diváci také získali možnost přijímat zahraniční televizní programy prostřednictvím satelitu a kabelové televize. Programová nabídka byla v ČR rozšířena o komerční stanice Nova a Prima. [16]

To vše byly události, které ovlivnily historii televizního vysílání v Československu a posléze v České republice. Budoucnost vysílání by měla patřit digitalizaci vysílání, proto bude zajímavé sledovat, zda v této oblasti udržíme krok se světem a diváci budou schopni přijímat zemské digitální vysílání přibližně od stejného období, jako ti v západní Evropě.

## **2 Současný stav televizního vysílání v ČR**

Digitální vysílání má svoje nesporné výhody, jako je hospodárné využití kmitočtového spektra, zlepšení kvality zvuku a obrazu, možnost sledování obrazu za pohybu, využití dodatečných multimediálních služeb a celou řadu dalších. Z těchto důvodů dochází ve většině vyspělých zemích k nahrazování stávajícího analogového, vysíláním digitálním. Jde o složitý proces, který může trvat řadu let. Česká republika se jako člen EU zavázala přejít na zemské plně digitální vysílání nejpozději do roku 2012. K uskutečnění tohoto cíle je nutné splnit celou řadu technických, legislativních, informačních a jiných aspektů.

Tato kapitola se tedy bude zabývat tím, jak se při přechodu na digitální zemské vysílání postupuje a jaký je současný stav tohoto přechodu.

### **2.1 Průběh digitalizace televizního vysílání v ČR**

#### **2.1.1 Počátky digitalizace**

V ČR se o zemské digitální televizi začalo uvažovat již v roce 1997. Tehdy bylo digitální vysílání představeno RRTV (Rada pro rozhlasové a televizní vysílání) jako technologická novinka, která do budoucna umožní hospodárněji využívat kmitočtové spektrum přidělené pro televizní vysílání a umožní zlepšovat kvalitu obrazu a zvuku.

V tom samém roce byla Českou republikou podepsána v britském Chestru Vícestranná koordinační dohoda o technických podmínkách, koordinačních principech a postupech pro zavádění zemské digitální televize. Tímto se ČR zavázala k určitým úkolům, mezi které patří zpracování koncepce rozvoje televizního vysílání, analýza možnosti pokrytí ČR digitálním signálem a příprava experimentálního vysílání.

#### **2.1.2 Experimentální digitální vysílání**

Experimentálnímu vysílání muselo předcházet licenční řízení, které vyhlásila v roce 1999 RRTV. V něm se mělo rozhodnout, kterým subjektům bude povoleno zahájit experimentální zemské digitální vysílání. Zájemci byli dva: České radiokomunikace a firma Czech Digital Group. Účelem jejich experimentálního vysílání mělo být ověřování technických parametrů

a marketingových možností digitálního vysílání. Licence byla následně přidělena oběma společnostem. V roce 2000 začaly obě společnosti skutečně vysílat digitálně z vysílačů v Praze a jejím okolí. [13]

V roce 2004 dostal povolení k experimentálnímu vysílání také Český Telecom, dnes Telefonica O2. V tomto roce došlo také k tomu, že ČTÚ vydal všem třem společnostem oprávnění k tomu, aby každá provozovala svoji síť vysílačů DVB-T. Vznikly tak tedy tři přechodné multiplexy označované A, B a C.

### **2.1.3 Současná situace**

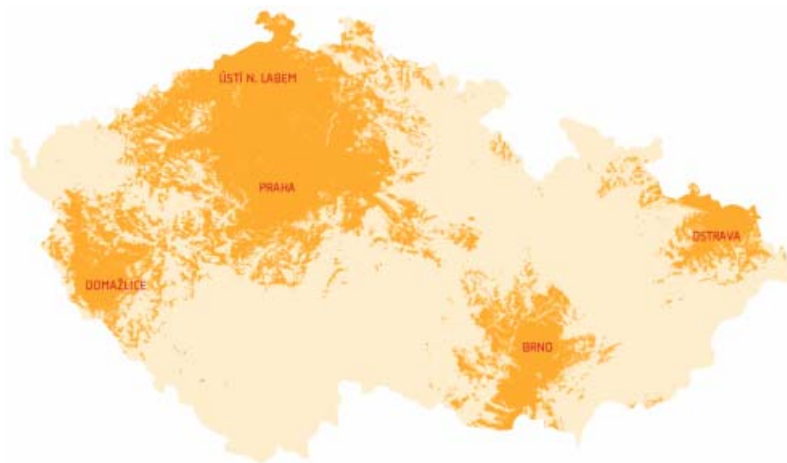
#### **1) Multiplex A**

Provozuje společnost České Radiokomunikace.

Vysílané programy:

- TV: ČT1, ČT2, ČT24, ČT4 Sport, TV Nova
- Rozhlas: ČRo 1, ČRo 2 – Praha, ČRo 3 – Vltava, ČRo D-Dur, ČRo Česko, ČRo Leonardo, Radio Wave, Frekvence 1
- MHP: MHP EPG a počasí ČT24

Zkušební provoz přešel v říjnu 2005 na řádné vysílání. Multiplexem A jsou v dnešní době (jaro 2008) pokryty oblasti Prahy, středních Čech, Brna, Ostravy, Domažlicka a Ústí nad Labem. O jaké oblasti se přesně jedná je vidět na obrázku 3.



Obrázek 3 – Pokrytí ČR signálem multiplexu A [13]

## 2) Multiplex B

Provozuje Czech Digital Group

Vysílané programy:

- TV: Prima TV, TOP TV, Óčko, 24cz, TA3 – test
- Rozhlas: Radio Prohlas, Evropa 2, Rádio Classic FM

V multiplexu B jde stále o experimentální vysílání.

## 3) Multiplex C

Provozuje Telefonica O2.

Vysílané programy:

- TV: Óčko, TOPTV, TVb1

Zkušební provoz, který je omezený v tom, že společnost nemůže vysílat převzaté televizní programy celoročně. Tato podmínka je z důvodu pozdější přidělení licence, kdy byla tato licence přidělena podle jiných pravidel než pro společnosti, které tak učinily dříve. [6]

## **2.2 Související dokumenty a legislativa**

### **2.2.1 Koncepce přechodu na digitální vysílání v ČR**

Jde o dokument vypracovaný Ministerstvem dopravy a spojů ČR a Ministerstvem kultury ČR, kde byly brány v úvahu názory regulačních orgánů audiovizuálního a telekomunikačního sektoru (Rady pro rozhlasové a televizní vysílání a Českého telekomunikačního úřadu).

Tento dokument se skládá z několika částí, z nichž jsou pro tuto práci zajímavé dvě části [3]:

#### **1) Základní informace**

Zde jsou čtenářům tohoto dokumentu objasňovány výhody přechodu ze stávajícího analogového na digitální vysílání televize i rozhlasu. V dokumentu jsou např. uváděny důvody:

##### a) technického charakteru

- hospodárnější využívání kmitočtového spektra,
- zlepšení kvality obrazu a zvuku,
- nabídka dodatečných multimediálních služeb,
- snížení výkonu vysílačů atd.

##### b) politického charakteru

- zvýšení životní úrovně a vzdělání obyvatel,
- nové podnikatelské příležitosti v oblasti el. průmyslu a obchodu,
- členství ČR v EU, kdy směrnice EU vyžadují přechod na digitální vysílání.

V této části je také upozornění na to, že se každý divák bude muset vybavit novým přijímačem, nebo zařízením, které umí zpracovávat digitální signál (jde o tzv. set top box). Dále se zde pojednává o významu zemského vysílání, které využívá podle statistik ministerstev přibližně 80% obyvatel ČR.



## 2) Zemská digitální televize

V druhé části dokumentu jsou uvedena různá ustanovení a důvody které k nim vedly. Dále jsou zde stanoveny úkoly, které bude potřeba vládou a orgány státní samosprávy vyřešit při přechodu na digitální vysílání.

### a) Ustanovení

- V ČR bude pro digitální televizní vysílání v zemských vysílacích sítích využit systém DVB-T podle standardů ETSI.
- Regulaci přechodu na digitální vysílání budou zajišťovat 2 regulační orgány, Rada pro rozhlasové a televizní vysílání a Český telekomunikační úřad.
- Předpokládaný termín ukončení analogového televizního vysílání na území ČR je v roce 2010 – 2012.
- Etapy přechodu na digitální vysílání byly definovány takto:
  1. Pilotní projekty.
  2. Zahájení pravidelného vysílání.
  3. Postupný přechod od analogového k digitálnímu vysílání.
  4. Ukončení analogového vysílání.

### b) Úkoly

- Zajistit dostupnost kmitočtů potřebných pro digitální vysílání a pro pozdější rozvoj příslušných služeb.
- Doplnění stávající legislativy v oblasti rozhlasového a televizního vysílání tak, aby bylo možné udělovat licence provozovatelům multiplexů.
- Legislativně zabezpečit přiměřenou účast České televize při přechodu na digitální vysílání.
- Uvedení principů regulace přechodu z analogového na digitální televizní vysílání.
- Zajištění prostředků potřebných pro financování digitalizace veřejnoprávního vysílání v rozsahu podle zákona o České televizi.

## 2.2.2 Digitální novela

Digitální vysílání s sebou nepřináší jenom technické změny, ale také potřebu přijmout nová legislativní opatření, která jsou nutná k tomu, aby mohl pokračovat proces digitalizace. Od 1. ledna 2008 vešla v platnost Digitální novela, která má tuto problematiku upravovat. Její nejdůležitější části a změny oproti stávajícímu stavu jsou shrnuty v následujícím textu.

### a) Změna zákona o provozování rozhlasového a televizního vysílání

#### ❖ úprava státní regulace

Jednou z výhod digitálního vysílání je oproti analogovému, že na jedné frekvenci (frekvenčním kanále určité šířky) je možné vysílat více televizních programů. U analogového vysílání platilo, že se mohl vysílat vždy pouze jeden program. Byl zde tedy problém nedostatku frekvencí, tudíž značně převyšovala poptávka televizních společností o vysílání programů nad možností vysílat. Proto musel stát regulovat, kdo bude moci vstoupit do českého zemského televizního prostoru. Tento úkol plnila Rada pro rozhlasové a televizní vysílání.

Digitální novela tento způsob regulace, právě z důvodu přechodu na digitální vysílání, značně upravila. RRTV již prakticky nebude určovat, kdo může na televizní trh v ČR vstoupit. Bude mít tedy funkci orgánu, který na televizní vysílání dohlíží a při licenčním řízení o novém televizním programu bude ověřovat splnění formalit nutných k udělení licence. Po celkovém vypnutí analogového vysílání bude rozhodovat o sestavě programů šířených zemským digitálním vysíláním trh. Bude tak záležet pouze na dohodě mezi operátory sítě a televizními stanicemi.

#### ❖ kompenzační licence

Stát žádá, aby se držitelé licencí k celoplošnému zemskému analogovému a digitálnímu televiznímu vysílání, přihlásili k plnění Technického plánu přechodu a vyměnili současné analogové kmitočty za pozici v některém z budoucích digitálních kmitočtů. Protože by se tak mělo stát před vypršením platnosti jejich licencí pro analogové vysílání, stát jim za to nabízí po jedné licenci pro celoplošné zemské digitální vysílání navíc.

Televizním společností Nova a Prima (kromě České televize, jediní držitelé celoplošné licence na analogové zemské televizní vysílání) nabízí stát dále možnost prodloužení platnosti současných licencí o dalších osm let, ale pouze v digitálním multiplexu, s nárokem na přednostní umístění v některé z digitálních sítí.

Digitální novela legislativně zajišťuje možnost kompenzační licence. Dále stanovuje podmínky, kdo a za jakých podmínek má možnost o tuto licenci žádat. Termíny v jakých musí provozovatel vysílání s kompenzační licencí začít vysílat a také kdy a za jakých podmínek kompenzační licence zaniká. [10]

## **b) Změna zákona o elektronických komunikacích**

### **❖ uzavírání smluv o televizních programech**

Proto další oblastí, kterou novela upravuje, jsou smlouvy mezi operátory sítí zemského televizního digitálního vysílání a televizními stanicemi. Novela určuje pravidla pro uzavírání smluv mezi těmito subjekty. Při uzavírání těchto smluv musí být veřejně dostupné technické parametry vysílání, ceny za distribuci signálu a také termíny rozšiřování televize do dalších míst ČR.

Případné spory, které by mohly nastat mezi operátory a televizními stanicemi, bude podle digitální novely řešit ČTÚ.

### **❖ termín úplného vypnutí analogového vysílání**

Zemské analogové televizní vysílání se ukončí dnem 31. prosince 2012, nestanoví-li vláda v Technickém plánu přechodu termín dříve, nejdříve však dnem 10. října 2010. [10]

## **2.2.3 Technický plán přechodu**

Dokument, vypracovaný ČTÚ v roce 2007 a předložený vládě ČR k projednání. Stanovuje lhůty, podmínky a způsob postupu během procesu rozvoje sítí elektronických komunikací pro zemské digitální televizní vysílání. Dále jsou zde uvedeny lhůty, podmínky a způsob vypínání zemského analogového televizního vysílání v ČR.

Všechny doporučení a nařízení uvedené v Technickém plánu přechodu se vztahují pouze na zemské digitální vysílání ve standardu DVB-T. Vláda ČR by měla tento dokument projednávat během jara 2008. [9]

V současné době jde o klíčový dokument, který se týká digitalizace televizního vysílání v ČR. Technický plán přechodu vychází z digitální novely a spoléhá na dohodu vlastníků licencí na analogové a digitální vysílání se státem. Jedná se o vrácení kmitočtů, určených pro zemské televizní vysílání (viz výše zmíněné kompenzační licence).

Důvodem pro držitele licencí na přistoupení k TPP by měly být právě kompenzační licence a také skutečnost, že v sousedních státech (Německo, Rakousko) je rychlejší rozvoj digitalizace a bude tedy v příhraničních oblastech s těmito státy docházet k přesahům, tudíž i k rušení analogového signálu na území ČR.

Pokud bude TPP přijat, je princip takový, že analogové zemské televizní vysílání nebude vypnuto ve stejnou dobu, nýbrž postupně v různých částech země v jiných termínech. Než-li dojde k vypnutí analogu v dané oblasti, poběží ve lhůtě min. 3 měsíců zároveň i digitální vysílání. Půjde o tzv. souběh vysílání, který umožní divákům připravit se na úplné vypnutí analogového vysílání. [9]

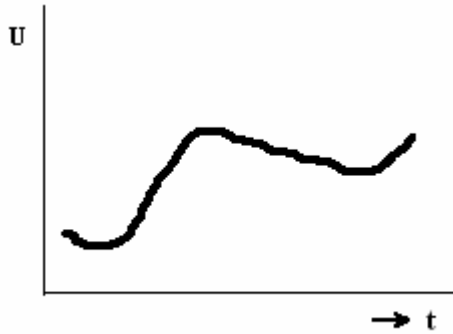
## 3 Popis systému DVB-T

Jak je uvedeno v předchozí kapitole, dochází v ČR stejně jako v celé EU k přechodu z analogového televizního vysílání na digitální. Systémem digitálního vysílání se v Evropě zabývá projekt DVB (Digital Video Broadcasting). V rámci tohoto projektu jsou navrženy systémy pro satelitní digitální televizi DVB-S, kabelovou digitální televizi DVB-C a zemskou digitální televizi DVB-T. Systémy DVB-S a DVB-C již určitou dobu fungují, zatímco systém DVB-T je v ČR ve fázi zavádění. Navíc příjem televizního vysílání sítí zemských vysílačů je u nás zdaleka nejrozšířenější. Uvádí se, že okolo 80% diváků takto přijímá televizní vysílání v ČR. Z těchto důvodů se bude následující kapitola zabývat právě tímto systémem a principem jeho fungování.

### 3.1 Zpracování obrazu a zvuku

V televizním vysílání se využívá přírodovědeckých poznatků z oblasti zkoumání lidského zraku a sluchu. Za stěžejní vlastnosti pro prvotní zpracování obrazu lze označit setrvačnost vidění a vnímání barev (jejich sytosti a jasu). Setrvačnosti vidění se využívá proto, aby byl pro lidské oko vyvolán dojem plynulého pohybu. Zkoumáním bylo zjištěno, že rychlost zobrazování jednotlivých obrázků musí být minimálně 20 obrázků za sekundu, aby se dosáhlo tohoto efektu. Při této rychlosti však dochází k určitému problikávání při přechodu mezi obrázky, tudíž je dnes tato rychlost vyšší (kolem 25ti obr./s). Vnímání barev se používá při rozkládání obrázků tak, aby mohly být přenášeny prostřednictvím elektrických signálů a k jejich opětovnému skládání v televizním přijímači. Co se týče poznatků o lidském sluchu, ty byly využity hlavně při komprimaci zvuku. [8]

Zpracování obrazu probíhá tak, že je obrazový záběr snímán elektronkou nebo čipem, které jsou součástí televizní kamery. Podle doporučení Mezinárodního poradního sboru pro radiokomunikace č. 601 se záběr dělí na 625 řádků a každý řádek se dále skládá ze 720 bodů. Snímají se informace o barvě, barevné sytosti a jasu tří základních barevných složek (červené, zelené, modré). Tyto informace se pak řádek po řádku převádějí na elektrické signály. Zpracování těchto signálů je analogové, plynule se pracuje s okamžitými hodnotami signálu, které odpovídají např. jasu snímané scény. Příklad analogového signálu uvádí obrázek 4.



**Obrázek 4 - Průběh analogového signálu [1]**

Kvůli řízení řádkování v kameře a pro snadné sestavení scény na obrazovce televizoru se tyto elektrické signály doplňují synchronizačními impulzy. Synchronizační impulzy jsou identifikátory každého snímku a určují polohu každého snímaného řádku. [1, 5]

Zvukový doprovod je snímán mikrofonom a zpracováván v podobě elektrických signálů v analogové formě stejně jako obraz.

## **3.2 Zdrojové kódování**

### **3.2.1 Převod analogové informace na digitální**

Výsledkem zpracování obrazu a zvuku byly elektrické signály nesoucí informace o obraze či zvuku v analogové podobě. Tento způsob zpracování je v podstatě pro všechny televizní systémy stejný. O digitální televizi lze začít hovořit až v okamžiku, kdy je informace v analogové (spojité) podobě převedena do diskrétní – digitální formy. Důvodem k tomuto kroku je možnost dále upravovat digitální signál a také využít poznatků z oblasti digitální techniky (např. počítačů).

#### **❖ Digitální informace**

Digitální zpracování obrazového signálu využívá dvojkové číselné soustavy, která používá jen dvou symbolů 0 a 1. Lze jimi tedy rozlišit pouze 2 stavy. Symboly 0 a 1 jsou základními jednotkami informace a jsou nazývány 1 bit. Větší jednotkou je jedno slovo, označované častěji jako 1 byte, který obsahuje obvykle 8 bitů. Při převodu signálu do digitální formy, může být také využito 10ti bitové kódování, kdy každé slovo neobsahuje 8, ale 10 bitů. [5]

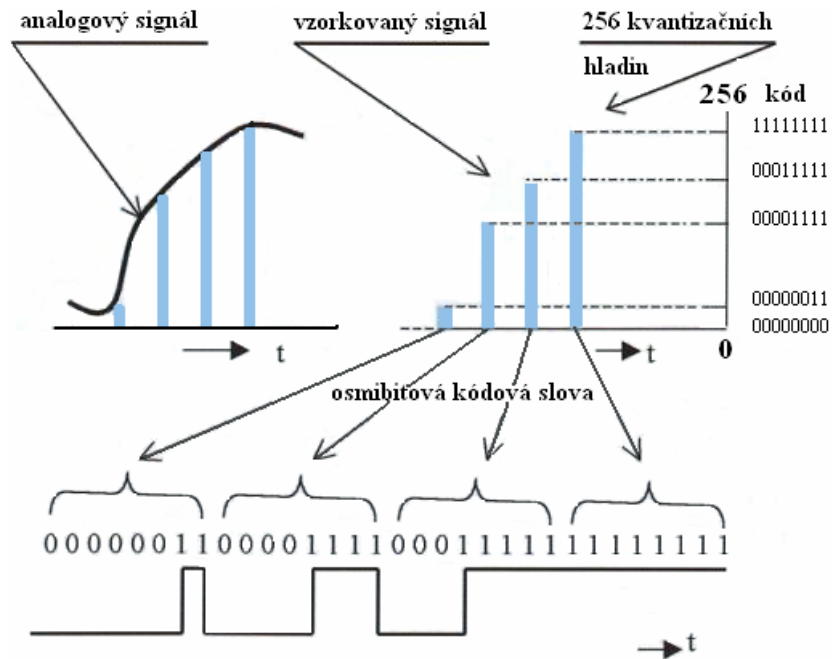
## ❖ Pulsní kódová modulace

Samotný převod analogových signálů na digitální je rozdělen do tří kroků, které jsou součástí procesu zvaného pulsni kódová modulace (PCM).

Prvním krokem je **vzorkování signálu**. Jde o pravidelné odebrání vzorků z amplitudy analogového signálu. Docílí se tím získání hodnot, které jsou diskrétní. Nejsou zaznamenávány hodnoty v každém okamžiku, nýbrž po určité časové periodě.

V druhém kroku dochází k tzv. **kvantování signálu**. Jelikož mohou signálové vzorky nabývat velkého počtu hodnot podle toho, jaký byl původní rozsah analogového signálu, je třeba stanovit pevné (kvantovací) úrovně, jichž mohou vzorky signálu nabývat. Počet těchto úrovní je závislý na druhu kódování. Při 8 bitovém kódování je možno vzorky rozdělit do 256 úrovní a při 10 bitovém do 1024 úrovní. V praxi to znamená, že se signálovému vzorku přiřadí nejbližší ze stanovených 256 nebo 1024 hodnot. Tímto dochází k určitému zkreslení, které se nazývá kvantizační šum. Tento šum se projevuje na obrazovce drobným zrněním, které je však prakticky lidským okem nepostřehnutelné.

Posledním krokem je **kódování**, kdy se kvantovaná úroveň analogového vzorku vyjádří v podobě binárního kódu. V tomto okamžiku je již signál v digitální podobě a může být dále zpracováván v systému digitální televize. Celý proces převodu analogového signálu na digitální je znázorněn na obrázku 5. [5]



Obrázek 5 - Převod analogového signálu na digitální [1]

Jak bylo uvedeno v předchozí části textu, je jeden snímek rozdělený na 625 řádků a každý z řádků se skládá ze 720 bodů. Každý je charakterizován informacemi o jasů a barvě. Pro signál nesoucí informaci o jasů (Y) je použita vzorkovací frekvence 13,5 MHz a pro dva barevné rozdílové signály (U=R-Y, V=B-Y) jsou zvoleny vzorkovací kmitočty 6,75 MHz. Z těchto znalostí lze následně odvodit rychlost bitového toku (přenosovou rychlost) po převodu z analogové do digitální podoby. Hodnota přenosové rychlosti se vypočítá podle následujícího vztahu:

(vzorkovací kmitočet pro jasový signál + 2 x vzorkovací kmitočet rozdílových signálů barvy)

x

počet bitů připadajících na jeden vzorek

=

přenosová rychlost v Mbit/s



Pro 8 bitové kódování je pak přenosová rychlost:

$$(13,5 \text{ MHz} + 2 \times 6,75 \text{ MHz}) \times 8 \text{ bitů} = 216 \text{ Mbitů/s}$$

Pro 10 bitové kódování:

$$(13,5 \text{ MHz} + 2 \times 6,75 \text{ MHz}) \times 10 \text{ bitů} = 270 \text{ Mbitů/s}$$

Po převedení analogového signálu na digitální je potřeba pro další přenos tohoto signálu přenosová rychlost (podle druhu kódování) 216 nebo 270 Mbit/s. [1]

### 3.2.2 Standard MPEG-2

MPEG-2 je mezinárodně přijatým standardem, který se zabývá digitálními obrazovými a zvukovými signály. Konkrétně pak jejich transformací, kódováním, kompresí a spojováním signálů do jednoho datového toku.

Tento standard byl vytvořen skupinou expertů pro pohyblivé obrazy (Moving Pictures Expert Group), vzniklé v rámci Mezinárodní standardizační organizace ISO. Byl přijat v roce 1995 a je uplatňován v evropském systému digitální televize DVB. Standard je mezinárodní dohodou stanoven jako závazný, neurčuje však technické prostředky, kterými má být uskutečňován.

MPEG-2 je rozdělen do 3 definičních oblastí [1]:

- a) Zpracování obrazových signálů.
- b) Zpracování doprovodných zvukových signálů.
- c) Spojování obrazových, zvukových a datových signálů v jeden datový tok.

Obecně lze tedy tento standard charakterizovat jako soubor pravidel pro zpracování a úpravu digitálních signálů. Zabývá se tedy zpracováváním signálů až do fáze, kdy jsou signály sloučeny v jeden datový tok a připraveny k přenosu do televizního vysílače.

### 3.2.3 Komprese bitového toku

#### ❖ Transformační kódování

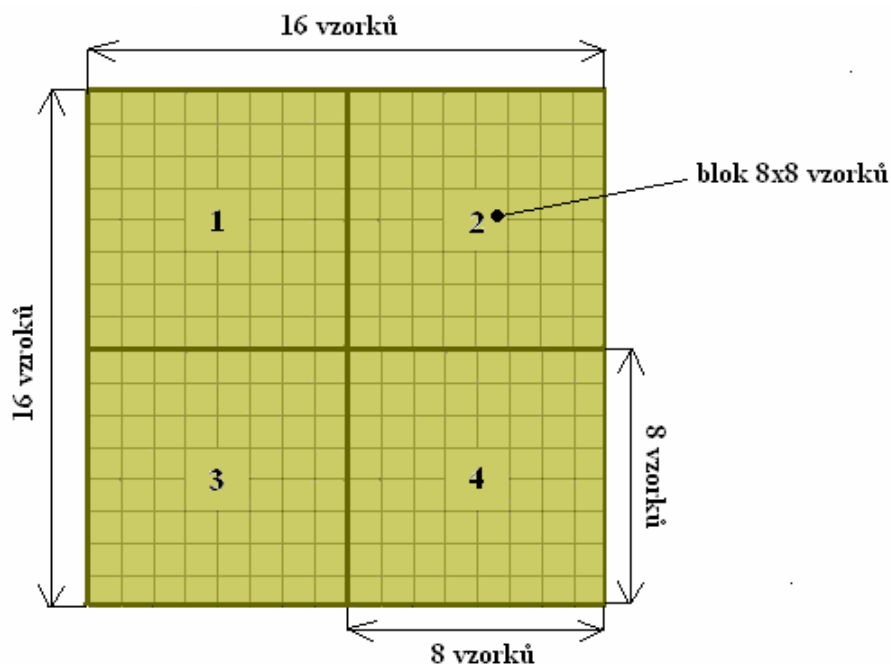
Než-li se bude moci přistoupit k samotné komprimaci, je třeba digitální signál po pulsní kódové modulaci (PCM) upravit tak, aby byl lépe matematicky zpracovatelný. K tomu se využívají transformační metody. Jde o matematické metody, které mají za úkol převést tvar digitálního signálu z časové (zvuk) a prostorové (obraz) oblasti, do oblasti spektrální (kmitočtové).

**Časová a prostorová oblast signálu** – „V televizní technice je to oblast, v níž probíhá snímání obrazového signálu, tj. rozklad obrazu snímaného objektu do řádků a snímků. Převod akustického signálu mikrofonem na signál elektrický probíhá v časové oblasti.“ [1]

**Spektrální oblast signálu** – „Transformačními metodami získané frekvenční spektrum signálu z časové a prostorové oblasti.“ [1]

V praxi se pro transformaci signálu z časové a prostorové oblasti do spektrální oblasti používá metoda zvaná **diskrétní kosinova transformace** (dále jen DCT). Touto metodou se přepočítávají digitální signály PCM na tvar koeficientů DCT.

Transformace se neprovádí pro celý snímek najednou, ale po blocích o 8 x 8 prvcích, které odpovídají skupině 64 obrazových bodů (pixelů), vzatých z vodorovného a svislého rozměru snímku. Matematicky si lze tento blok znázornit jako matici. Teoreticky by šlo celý snímek transformovat najednou, ale kvůli výpočetní náročnosti a tím i větší ceně potřebných zařízení, se využívá transformace po blocích. Bloky 8 x 8 obrazových prvků se sestavují do tzv. makrobloků, které jsou základními prvky pro sestavování snímků, podle standardu MPEG-2. Příklad makrobloku je vidět na obrázku 6. [5, 8]



**Obrázek 6 - Makroblok [8]**

Důvodem pro použití DCT ke snížení bitového toku je fakt, že zmenšuje vzájemnou závislost mezi jednotlivými obrazovými prvky v rámci bloků. Ty jsou závislé proto, že si jsou sousední prvky ve většině případů vzájemně podobné. Výsledkem transformace pak jsou navzájem nezávislé spektrální koeficienty. Velké množství těchto koeficientů je nulových nebo s velmi nízkou hodnotou. Pro nízké hodnoty se stanovuje určitá hranice, do které se hodnoty zaokrouhlují na 0. Dochází tak při zpětné transformaci v dekodéru k určitým rozdílům oproti původním hodnotám koeficientů. Tento jev má určitý vliv na kvalitu obrazu, jeho míra závisí na nastavení velikosti hranice pro zaokrouhlování. [5,8]

Provedením DCT nemusí být ještě počet nulových koeficientů konečný. Zkoumáním fyziologických vlastností oka byl učiněn poznatek, že menší barevné detaily oko vnímá méně citlivě. Proto byla vytvořena tzv. **maticе viditelnosti**, která tento jev zohledňuje. Hodnoty koeficientů DCT se maticí viditelnosti dělí. Tím se získají další hodnoty nulové nebo blízké nule. [1]

Protože nulové hodnoty zůstávají stále přenášeny znaky, nedošlo zatím k žádné redukci bitového toku. Velké množství vedle sebe se vyskytujících hodnot stejného znaku (v tomto případě 0) je možné redukovat. K tomu dochází kódováním, které využívá proměnnou délku

kódu tzv. **Variable length coding**. Tato metoda obvykle pracuje s **Huffmanovým kódem**, kdy se pomocí vyhledávacích tabulek přiřazují k často se opakujícím znakům kratší kódová slova a k řídce se opakujícím znakům dlouhá kódová slova. [5]

#### ❖ **Diferenciální impulsní kódová modulace**

Příkladem, kdy se tato metoda používá může být např. obrázek ledové plochy při televizním přenosu hokejového zápasu. Jde o to, že se určitá část obrazu v čase nemění (bílá ledová plocha). To znamená, že se v po sobě jdoucích snímcích opakuje stejná informace. Zde tedy nastává možnost určitým způsobem redukovat množství přenášených informací. [1]

Princip diferenciální impulsní kódové modulace (dále jen DPCM) je takový, že se oceňuje hodnota konkrétního vzorku v televizním řádku, porovnáním hodnoty stanovené PCM (původní hodnota přidělená kvantováním) s hodnotou jiného vzorku. Tímto porovnáním vznikne tzv. **predikce snímku**. Pro přenos se pak používá pouze rozdíl skutečné hodnoty vzorku s hodnotou predikovanou. V případě, že jsou vzorky shodné (bílá barva ledové plochy), je hodnota vzorku nulová.

DPCM tedy vytváří předpovědi mezi snímky a to tím, že určuje rozdíly v hodnotách vzorků mezi současným a předchozím snímkem. Pro současný snímek tedy nejsou kódovány původní hodnoty vzorků, nýbrž rozdíly mezi vzorky. Nastane-li situace, že jsou vzorky shodné, je hodnota nulová. A tudíž se pro větší počet po sobě opakujících hodnot (0) opět využívá kódování s proměnnou délkou kódu. Tím dochází opět k redukci bitového toku. [5,6]

**Predikce** snímků může být **dopředná**, která již byla popsána v předchozím textu nebo se může využívat i **predikce obousměrné** (při ní dochází k dvojnásobné kompresi oproti dopředné predikci). Obousměrná predikce vznikne jako rozdíl mezi hodnotami vzorků současného snímku a průměru hodnot předchozího a následujícího snímku.

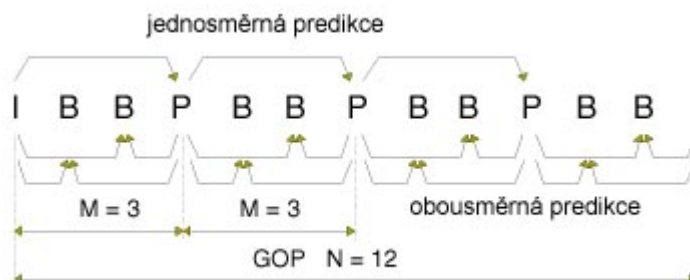
Při DPCM se snímky dělí na 3 typy:

**I** (Intra frame coded Picture) – Snímek kódovaný bez jakékoliv vazby na další snímky (jde o snímek bez predikce).

**P** (Inter frame forward predicted Picture) – Ke kódování takového snímku se využívá predikce podle předcházejícího snímku.

**B** (Bidirectional predicted Picture) – Snímek kódovaný podle predikce z předchozího i následujícího snímku.

Při předpovídání snímků (predikci) se pracuje se skupinami snímků (označení GOP), ve kterých se po určitém intervalu musejí opakovat snímky bez predikce (typu I). Děje se tomu tak proto, aby nedocházelo k případným přenosovým chybám. Obvykle je skupina GOP tvořena 12 snímků viz obrázek 7. [6]



Obrázek 7 - Skupina GOP [14]

### 3.2.4 Digitální zvukový doprovod

Až doposud se při popisování systému DVB-T tato práce zabývala elektrickými signály, které jsou nositeli informace o obraze. V televizním vysílání patří samozřejmě k obrazu i jeho zvukový doprovod, proto bude následující část textu objasňovat, jakým způsobem se pracuje v televizním studiu se zvukem.

Celý proces zpracování zvuku začíná snímáním zvuku mikrofonom, kdy dochází k vytvoření analogového elektrického signálu. Takto získaný signál je podobně jako obrazový signál pomocí pulsní kódové modulace převeden na signál digitální. Za předpokladu vzorkovací frekvence 48 kHz a při 16ti bitovém kódování (pro zvuk je potřeba většího počtu kvantizačních hodnot) je pak bitový tok pro zvukový signál pro převedení do digitální formy 768 kbit/s.

Přenosová rychlost takto získaného digitálního signálu se stejně jako u digitálního signálu obrazu snižuje. Ke kompresi signálu se používá v tomto případě metoda zvaná **MUSICAM**, která se též využívá v digitálním rozhlasu. Tato metoda využívá poznatků ze studií o poslechu zvukových signálů lidským uchem, tzv. psychoakustických výzkumů. Z tohoto zkoumání vyplývá, že v pozadí za silným signálem neslyší lidské ucho signál slabší s blízkým kmitočtem. Tento jev se označuje jako **maskovací efekt** lidského ucha. Z této skutečnosti vyplynula pro přenos digitálních zvukových signálů možnost redukce bitového toku. Děje se tak tím, že slabé signály překrývají silnějšími a frekvenčně blízkými signály se nepřenáší.

K rozhodnutí, zda je akustický signál v blízké frekvenční oblasti od silnějšího signálu, tedy že je neslyšitelný, se používá tzv. **maskovací práh**. Pro znázornění maskovacího prahu se používá maskovací křivka. Tato křivka pak jednoznačně předepisuje maximální úroveň maskovaného signálu dané frekvence tak, aby ještě nebyl slyšitelný. Průběhy křivek maskovacích prahů byly získány na základě výsledků testů prováděných na velkém počtu posluchačů. [1,8]

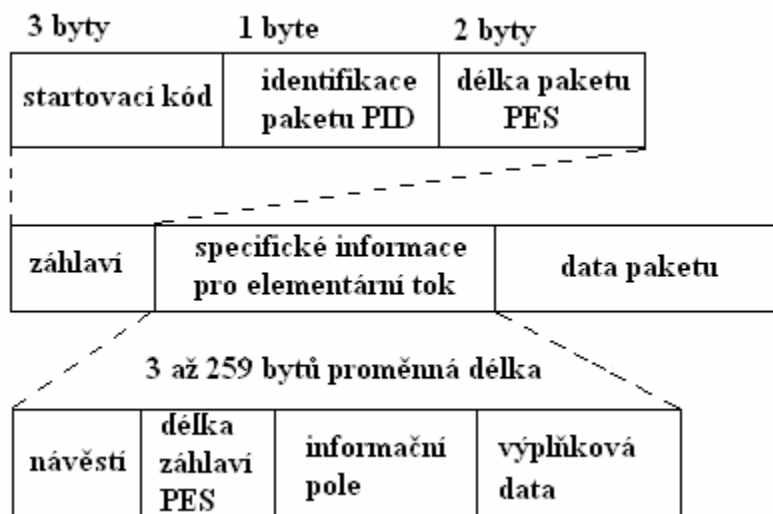
Metodou MUSICAM se původní přenosová rychlost 768 kbit/s zmenší zhruba na 2 x 96 kbit/s pro stereofonní zvukový televizní doprovod. [1]

## 3.3 Výstup z televizního studia

### 3.3.1 Popis datových toků

#### ❖ **Paketový elementární datový tok (Packetized Elementary Stream - PES)**

Základní datový tok, který je výsledkem zdrojového kódování, jak obrazového i zvukového signálu je podle MPEG-2 sestaven do paketů. Obdobně je do paketů uspořádán i základní tok dodatečných datových signálů. Složení paketů pro elementární datový tok je patrné z obrázku 8.

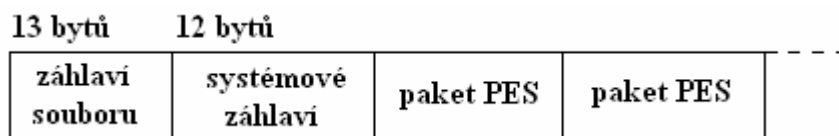


Obrázek 8 - Složení paketů pro elementární datový tok [8]

Každý paket se skládá ze **záhlaví** (6 bytů), kde jsou uloženy např. údaje pro identifikaci paketu a je zde označena délka paketu. Po záhlaví následuje část, která určuje **informace pro elementární tok** (3-259 bytů). Jsou to např. informace o vlastnostech paketu nebo informace důležité při kontrole správného počtu paketů, čímž lze zaznamenat případná ztráta paketu. Protože může tato část nabývat proměnlivé délky, obsahuje tzv. vyplňující data. Tato data jsou určena k vyrovnání délky informačních dat paketu na stálý počet. Poslední částí jsou samotná **data paketu** o obraze, zvuku a dodatečných službách. Pro tuto část je vymezeno maximálně 65526 bytů. [8]

#### ❖ Programový tok (Programme Transport Stream - PTS)

Po sloučení jednotlivých elementárních datových toků (obrazu, zvuku, dodatečných dat) jednoho televizního programu v programovém multiplexeru, vznikne datový tok označovaný jako programový. S tímto datovým tokem se pracuje pouze v televizním studiu, nepotřebuje tedy zabezpečit proti rušení na přenosové cestě. Složení programového toku je vidět na obrázku 9.

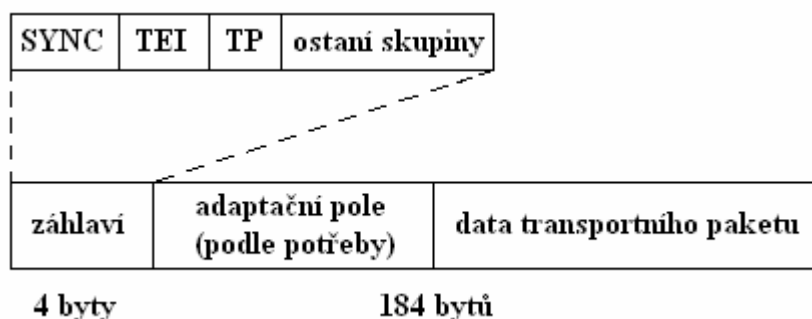


Obrázek 9 - Složení programového datového toku [6]

Skupiny paketů tvoří jeden soubor. Tento soubor se skládá ze **souborového záhlaví** (13 bytů), **systémového záhlaví** a **paketů elementárního datového toku**. V záhlaví souboru se nacházejí údaje potřebné pro správnou synchronizaci obrazu se zvukovým doprovodem. Systémové záhlaví pak specifikuje svými bity datový tok. [6]

#### ❖ **Transportní tok (Transport Stream - TS)**

Sloučením (multiplexováním) jednotlivých programových toků, s kterými se počítá, že budou vysílány v jednom televizním kanále, vznikne transportní tok. Transportní tok je vytvářen impulsy seřazenými do paketů. Pakety transportního toku mají pevnou délku 188 bytů, z čehož 4 byty připadají na záhlaví a v 184 bytech je zakódována informace o obrazu, zvuku a dodatečných datech. Protože je transportní tok na své přenosové cestě vystaven rušivým vlivům, přetváří se dlouhé pakety využívané v předešlých datových tocích na pakety krátké. To následně usnadňuje zabezpečit tento datový tok proti poruchám. Jakým způsobem je tvořen transportní tok znázorňuje obrázek 10.



**Obrázek 10 - Složení transportního datového toku [6]**

**Záhlaví** je rozděleno do několika skupin, kde každá skupina má svůj konkrétní význam. Skupina označená SYNC slouží k synchronizaci, další skupina TEI je identifikátorem chybného přenosu a např. skupina TP definuje přednosti při přenosu (vybírá důležité části z transportního toku, které se při přetížení přenosové cesty mají přednostně přenášet). Zbýlých 184 bytů je rozděleno na **adaptáční pole** a **data transportního paketu**. Adaptační pole se vytváří pro případ, že počet bytů z paketů elementárního toku se nerozdělí beze zbytku do 184 bytových transportních paketů. Poslední paket by pak měl méně než 184 bytů, proto se doplní o tzv. vyplňovací byty v adaptačním poli. Adaptační pole se nepřenáší v každém paketu, nejméně



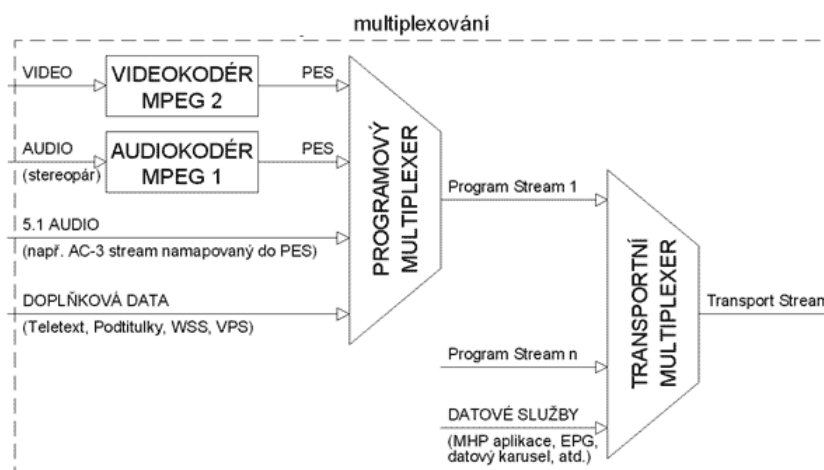
však v intervalu 0,1 s. Kromě vyplňovacích bytů obsahuje adaptační pole ještě některé řídicí informace pro rekonstrukci obrazu a zvuku v dekodéru. [6]

Transportní tok je přenášen přes distribuční sítě do vysílačů pro pozemské televizní vysílání. Distribuční sítě jsou tvořené radioreléovými spoji, optickým vláknem nebo družicovým spojem. Transportní tok je tedy vstupem do televizního vysílače, kde je dále zpracováván.

### 3.3.2 Multiplexování v DVB-T

Princip multiplexování spočívá v kombinování digitálních datových toků do jednoho signálu. Cílem je co možná nejefektivnější využití daného přenosového média. Zařízení, která uskutečňují multiplexování se nazývají multiplexor (MUX) a zařízení provádějící zpětný převod signálu na jednotlivé signály jsou demultiplexory (DEMUX).

V systému DVB-T probíhá multiplexování ve dvou fázích. Nejprve jsou jednotlivé elementární datové toky (PES) obrazu, zvuku a doplňkových služeb (teletext) jednoho televizního programu, sloučeny **programovým multiplexorem** v tzv. programový datový tok (PTS). Takto vzniklé programové toky se v druhé fázi opět multiplexují, tentokrát **transportním multiplexorem**. Zde dochází k sloučení jednotlivých programových toků a datových toků doplňkových služeb (programový průvodce, interaktivní služby) do jednoho datového toku, nazývaného transportní (TS). Jakým způsobem se multiplexuje v systému DVB-T je zachyceno na obrázku 11. [6]



Obrázek 11 - Princip multiplexování, česká televize [18]

Takto vzniklý transportní tok je vysílán v jednom televizním kanále sítě zemských televizních vysílačů. Takovýto televizní kanál je též označován jako multiplex. Multiplex, reprezentovaný transportním tokem, obsahuje v systému DVB-T obvykle 4-6 televizních programů podle toho, jaká je požadována kvalita reprodukce. V multiplexu jsou dále ještě vysílány programy rozhlasových stanic a data pro doplňkové služby (internet, teletext a jiné). [1]

Možnost slučovat více televizních programů do jednoho televizního kanálu je jedním z nejvýznamnějších přínosů digitálního televizního vysílání. Díky tomu bude moci dojít k rozšíření programové nabídky a ke vzniku nových televizních společností.

### 3.4 Vysílání digitálního signálu

Digitalizace televizního vysílání způsobila řadu změn i ve fungování televizních vysílačů. Tato část textu se zabývá principem fungování vysílačů pro digitální zemské televizní vysílání. Pozornost je soustředěna hlavně na zabezpečení signálu proti případnému vzniku chyb při zpracování a také na způsob, jakým je vstupní digitální signál přenesen na vysokofrekvenční vlnu vysílače.

#### 3.4.1 Protichybová ochrana FEC

Při zpracování digitálního signálu ve vysílači a při jeho přenosu zemským prostředím, podléhá tento signál různým rušivým vlivům. Ty vyvolávají chyby v datovém toku, které by ve výsledné podobě zhoršovaly kvalitu reprodukce. Porucha jednoho bitu může vyvolat až selhání celého makrobloku, což způsobuje již pozorovatelné skvrny v obraze.

Proto se pro transportní tok, přivedený do televizního vysílače zavádí tzv. **dopředná protichybová ochrana FEC** (Forward Error Correction). Ta umožňuje opravit přijatá data v přijímači bez použití zpětného kanálu. Princip této ochrany spočívá v tom, že se do datového toku přidají určité informace, které v přijímači slouží k detekci a opravování chyb.

Poruch v přenosu může být více druhů. Jde o **chyby ojedinělé**, které v dlouhém přenosu dat mění hodnotu jednotlivých bitů z 0 na 1 a opačně. Vyskytuje-li se více takovýchto chyb

např. v pořadí za sebou, označují se tyto chyby jako **shlukové**. Nejrozsáhlejší rušení způsobují **chyby symbolové**, které mění celý byte nebo i více bytů.

K opravování těchto druhů chyb se pro digitální signál využívá zabezpečovacích kódů. Rozlišuje se tzv. vnější ochrana FEC 1 a vnitřní ochrana FEC 2. V FEC 1 je uplatňován Reed-Solomonův kód. Tento kód opravuje určitý počet celých bytů v bloku, tedy chyby symbolové. FEC 2 pak umožňuje pomocí konvolučního kódu opravovat jednotlivé bity. [8]

#### ❖ Reed-Solomonův kód (RS)

Samoopravný Reed-Solomonův kód se značí jako **RS (n,m)**. Transportní tok digitálního televizního vysílání je tvořen z rámců, které obsahují 188 bytů. Tyto byty jsou informační a jejich počet je pro vyjádření RS kódu označován jako **m**. K těmto informačním bytům se dále přidává **k** ochranných bytů, takže pro celkovou velikost takto vytvořeného rámce platí:

$$n = m + k$$

Aby se opravilo **t** symbolů, musí být u Reed-Solomonova kódu dvojnásobný počet opravujících symbolů, tedy:

$$k = 2t$$

V systému DVB-T je požadováno opravit  $t = 8$  symbolů. Tudíž lze dosazením do příslušných vzorců vypočítat hodnoty **m**, **n**.

$$k = 2 \times 8 = 16$$

$$n = 188 + 16 = 204$$

$$m = 204 - 16 = 188$$

Takovýto kód se pak označuje jako RS (204, 188) a dokáže opravit až 8 chybných bytů v přenášeném rámci.

Samooprava chybných informačních symbolů se uskutečňuje v přijímači tím, že se najde chybná hodnota symbolu a určí se hodnota správná. Pro samotné kódování se využívá polynomů, které podléhají aritmetickým pravidlům tzv. **Galoisova pole**. [6]

#### ❖ **Konvoluční kódování**

Označení konvolučního kódu je **K (n,m)**, kde **n** vyjadřuje velikost rámce vstupních dat a **m** délku rámce výstupních dat. Tento kód opravuje jednotlivé bity. Na rozdíl od RS kódu se k transportnímu toku nepřidávají opravné bity. Princip tohoto kódování spočívá v tom, že se bity vstupních dat předepsaným způsobem navzájem ovlivňují (konvolují). Vliv mezi bity je způsoben jejich součtem na různých odbočkách registru. Tím také dochází k zvětšení počtu přenášených dat. Pro konvoluční kódování je důležitý **kódový poměr R**, který udává počet informačních bitů k celkovému počtu bitů, tedy včetně přidaných redundantních bitů. Může jít o poměr  $R = 7/8, 5/6, 3/4, 2/3$  nebo  $1/2$ . Protože poměr  $1/2$  představuje až 50% redundanci v transportním toku, používá se pro digitální televizní vysílání zúžený kód  $R = 7/8$ . K snížení redundance se využívá tzv. vytečkování, spočívající v tom, že se kódování některých informačních bitů vynechává, vynechané bity se pak při dekódování považují za neurčité. [1,6]

Samotné dekódování informačního toku zkresleného chybami způsobenými přenosem signálu mezi vysílačem a přijímačem, se provádí v přijímači tzv. Viterbiho dekodérem.

*„Viterbiho metoda dekódování spočívá ve výpočtu všech možných řešení přijaté sekvence kódu a v zobrazení informačního symbolu, který byl s největší pravděpodobností původně vyslán.“ [1]*

#### ❖ **Prokládání**

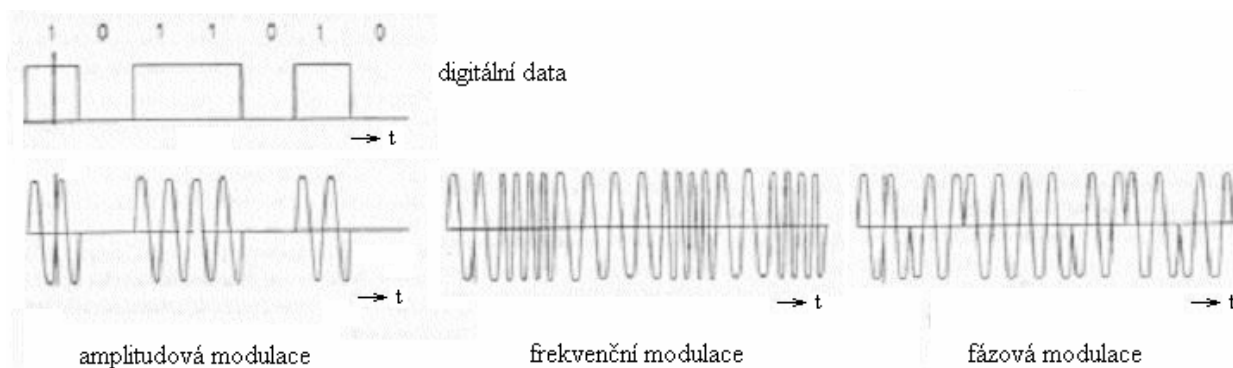
Opravná schopnost obou způsobů kódování je navíc zvětšována aplikací tzv. prokládání (interleaving). Prokládání se používá k ochraně proti shlukovým chybám. Jde o promíchání pořadí symbolů tak, aby se za sebou přenášené symboly rozmístily dále od sebe. Toho se docílí tím, že se symboly zapisují na vysílací straně do paměti se ve směru řádků a čtou se z ní ve směru sloupců. Pak se sousední symboly zapsané do jednoho řádku opakují po tolika symbolech, kolik je míst ve sloupci. [8]

### 3.4.2 Modulace nosné vlny

„Modulací nosné vlny rozumíme předání informace obsažené ve vstupním signále výstupnímu vysokofrekvenčnímu signálu vysílače.“ [1]

Proces modulace se skládá ze tří fází. Nejprve je upravován vstupní elektrický signál takovým způsobem, aby byl vhodný (tvar, úroveň) k modulování nosné vlny. Ve druhé fázi se vyrobí vysokofrekvenční nosná vlna o daném vysílacím kmitočtu vysílače. Ve třetí fázi probíhá modulace a zesílení dané vysokofrekvenční vlny.

V praxi se používá více druhů modulací. Jde o modulaci **amplitudovou** (data ovlivňují amplitudu nosné), **fázovou** (data posouvají fázi nosné) a **frekvenční** (data mění frekvenci nosné). Obrázek 12 znázorňuje průběh nosné vlny podle druhu modulace.



Obrázek 12 - Druhy modulací [17]

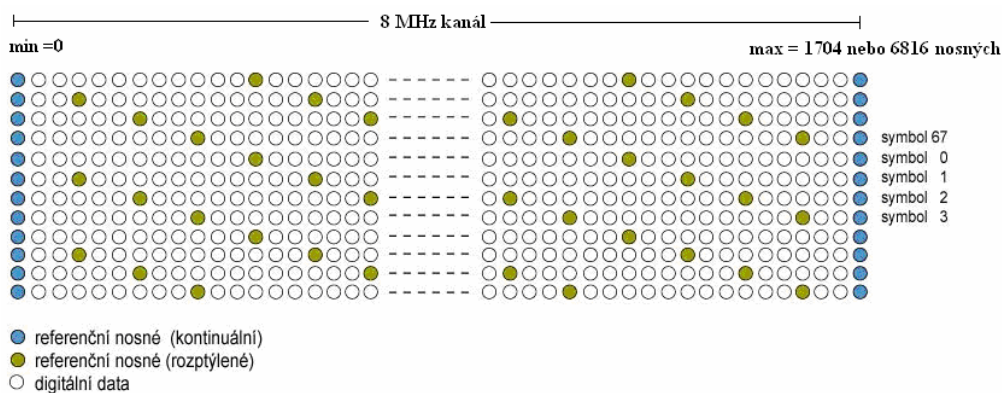
V digitálním televizním vysílání se využívá současné modulace, jak amplitudové, tak i fázové. Výhodou tohoto způsobu modulace je možnost přenesení podstatně většího množství symbolů. [17]

#### ❖ OFDM

Pro systém DVB-T se používá modulační systém nazývaný OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex). Modulace v tomto systému probíhá tak, že je do vysokofrekvenčního televizního kanálu s šířkou pásma 8 MHz umístěn větší počet subnosných vln, které mají přesně definovaný vzájemný odstup. Tyto subnosné vlny jsou modulovány amplitudově i fázově. Takováto modulace se označuje jako **M-QAM**. Písmeno M vyjadřuje počet stavů subnosné vlny

po modulaci. V systému DVB-T to bývá 16 nebo 64 stavů, jedna modulovaná subnosná vlna tak může přenášet 16 nebo 64 modulačních symbolů. Počet subnosných vln v jednom pásmu 8 MHz se označuje jako tzv. mód. Existují **Mód 2k** s počtem 1704 subnosných vln a s jejich frekvenčním odstupem 4,464 KHz a **mód 8k** s počtem 6816 subnosných vln a jejich odstupem 1,116 KHz.

Transportní tok se ve vysílači rozdělí na skupiny symbolů (modulační symboly), těmito skupinami jsou pak v každém okamžiku modulovány skupiny subnosných vln o různých frekvencích. K určení, které skupiny modulačních symbolů patří k odpovídajícím skupinám subnosných vln, slouží blok mapování. Datový tok je následně uspořádán do **rámců**. Každý rámec obsahuje 68 **OFDM symbolů**. Využívá se symbolů, které přenášejí datové informace (velké množství) a symbolů, které obsahují systémové informace (např. o módu, kódovém poměru nebo ochranném intervalu). Každý OFDM symbol se skládá z  $k = 6816$  (mód 8k) nebo z  $k = 1704$  (mód 2k) nosných vln a je přenášen po dobu  $T_s$ . OFDM rámec znázorňuje obrázek 13. [1]



**Obrázek 13 - OFDM rámec [7]**

Kromě toho, že modulace OFDM významně zlepšuje využití omezené šířky frekvenčního pásma, umožňuje také odstranit rušení signálu při přenosu pozemským prostředím. U analogového vysílání zhoršovalo kvalitu obrazu i zvuku mnohocestné šíření signálu. To vzniká tak, že se signál od vysílače šíří přímo k anténě, zároveň se ale může šířit i jinou cestou, např. odrazem od nějaké překážky. Odražený signál má určité časové zpoždění oproti přímému signálu, tím pak dochází k rušení.

K odstranění rušení signálu se využívá **ochranný interval**. Jak již bylo uvedeno, každý symbol OFDM je přenášen po dobu  $T_s$ . Tento časový úsek se dělí na 2 části, na dobu trvání užité části symbolu  $T_u$  a na dobu trvání ochranného intervalu  $\Delta T$ . Platí tedy:

$$T_s = T_u + \Delta T$$

Ochranný interval se vkládá před užitečnou částí symbolu v časovém rozmezí 3 – 25% celkové doby přenosu symbolu. Zavedením ochranného intervalu dochází ke zpoždění ve zpracování přijatého signálu tak, aby bylo možné ještě zachytit signál odražený. Tímto se docílí značného zmenšení rušivých vlivů na přijatý signál. Ochranný interval má ještě další důležitý význam a tím je možnost šířit vysílání pomocí jednofrekvenčních sítí SFN. Pokud do nějakého místa dorazí signál ze dvou různých vysílačů, které vysílají stejný signál na stejné frekvenci a časový rozdíl obou signálů není větší než ochranný interval, nebudou se tyto signály navzájem rušit, naopak se budou podporovat. [1,6]

Metoda OFDM se společně s protichybovou ochranou používají na upravování digitálního signálu v televizních vysílačích. Celý tento proces se označuje jako tzv. **kanálové kódování**. Jako výstupní signál z vysílače digitálního pozemského vysílání nelze ovšem používat množství tisíce vln, které přenáší datový tok. Je nutné jedním signálem modulovat jednu nosnou vlnu, která bude mít analogovou podobu, jí pak bude uskutečněn přenos mezi televizním vysílačem a anténami.

Vzniká tak potřeba převést data, která jsou v paralelním tvaru (jsou přenášena na mnoha subnosných vlnách) na tvar sériový. K tomuto převodu se využívá matematické metody zvané **zpětná Fourierova transformace**. Technicky lze tuto činnost popsat tak, že jsou jednotlivé subnosné vlny sečteny ve frekvenčním multiplexoru a takto vzniklý digitální signál se dále v převodníku D/A změní na analogový. Tímto signálem se následně moduluje nosná vlna o výstupním vysokofrekvenčním kmitočtu vysílače. [1]

## 3.5 Příjem digitálního signálu

Z pohledu televizního diváka je příjem digitálního televizního vysílání nejdůležitější částí systému DVB-T. Největší změnou oproti příjmu analogové televize se stává nutnost použití takového zařízení, které umí zpracovávat vysílání digitální. Divák si tak bude muset zakoupit k analogovému televizoru doplňkové zařízení set-top box nebo si bude muset pořídit takový televizor, který je k zpracování digitálního signálu uzpůsoben.

### 3.5.1 Televizní anténa

*„Vysílací a přijímací antény slouží k přeměně vysokofrekvenčních proudů a napětí na elektromagnetické pole v prostoru a opačně z prostoru s elektromagnetickým polem na vysokofrekvenční proudy a napětí.“ [2]*

Z hlediska konstrukčního řešení jsou vysílací antény uzpůsobeny tak, aby mohly zpracovávat velké výkony vysílačů. U přijímacích antén je jejich provedení zaměřeno na získávání co největšího naindukovaného napětí z okolního elektromagnetického pole.

U přijímacích antén pro zemskou analogovou a digitální televizi nejsou z funkčního hlediska prakticky žádné rozdíly. Nebude proto v převážné většině případů nutné přijímací antény měnit.

Vlastnosti přijímacích antén charakterizují následující parametry:

#### a) Polarizace antény

Polarizace antény se odvíjí od roviny kmitů elektrické vlny. Rozeznávají se **polarizace vertikální**, kdy je rovina kmitů kolmá k povrchu země a **polarizace horizontální**, je-li rovina kmitů rovnoběžná se zemským povrchem. Pro přenos televizního signálu se ve velké míře využívá horizontální polarizace, kvůli menší náchylnosti rušivých vlivů na vysílaný signál.



### **b) Širokopásmovost**

Jde o vlastnost, která vyjadřuje frekvenční rozsah příjmu televizního signálu. V tomto případě existují **antény kanálové**, určené pro jeden televizní kanál nebo **antény širokopásmové**, schopné přijímat signál z více vysílačů.

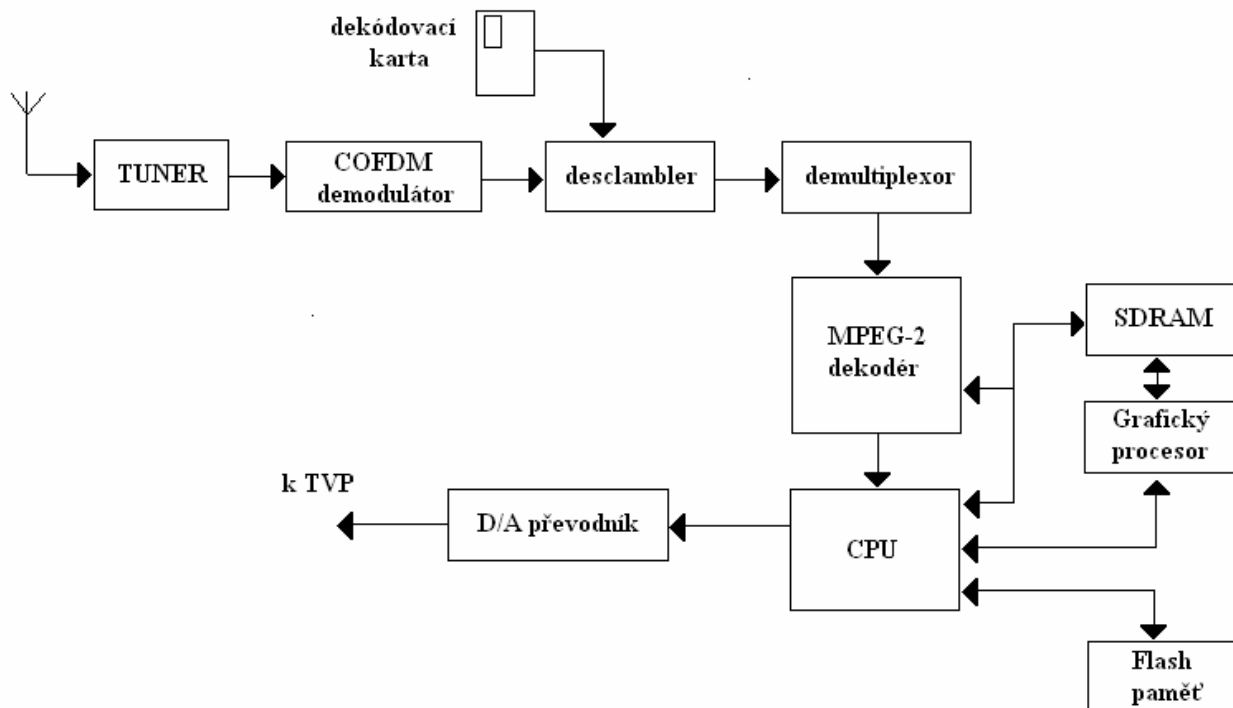
### **c) Směrnost**

Tuto vlastnost ovlivňuje to, jakým způsobem je anténa konstruována. Směrové antény jsou vyrobeny tak, že přijímají elektromagnetické pole lépe z jednoho směru. Tyto antény pak musí být natočeny směrem k vysílači. Existují i antény všesměrové, které nemusí být orientovány směrem k vysílači. Takovéto antény se používají v oblastech s malou vzdáleností od televizního vysílače. [2]

## **3.5.2 Set-top box**

Jedná se o přídavný přístroj, který se zapojuje mezi přijímací anténu a televizor. Set-top box slouží k příjmu signálu v systému DVB-T a je využíván jako doplněk k stávajícím televizním přístrojům, které jsou schopny zpracovávat pouze analogový signál (normy PAL, SECAM, NTSC). Jeho úkolem je tedy umožnit sledování digitálního vysílání na takovýchto televizorech.

Při zpracovávání přijatého signálu set-top boxem se využívá opačných činností, než-li ve zdrojovém a kanálovém kódování. Po zachycení signálů anténou a jeho přivedení do set-top boxu, dochází v tuneru k výběru kanálu ve kterém se nachází požadovaný multiplex. Signál vybraného kanálu je dále podroben Fourierově transformaci, demodulaci, dekódování a odstranění ochranných bytů. Tímto procesem je zpět získán transportní tok podle standardu MPEG-2. Transportní tok se následně demultiplexuje, čímž se získají elementární obrazové, zvukové a datové toky, které jsou vedeny do příslušných dekodérů. V nich dochází k dekódování digitálního signálu. Ten je ve výsledné fázi v převodníku D/A transformován na signál analogový. Konkrétně na elektrické obrazové, zvukové a datové signály, které jsou vedeny do televizoru, ten tyto signály zpracuje a reprodukuje je v podobě zrakového a sluchového vjemu. Schéma set-top boxu zachycuje obrázek 14. [1]



Obrázek 14 - Základní blokové schéma set-top boxu [6]

Jak je patrné, set-top box se skládá z řady součástí. **Tuner** vybírá televizní kanál s určitým multiplexem. **COFDM demodulátor** je čip, který obsahuje obvody pro Fourierovu transformaci, demodulátor QAM a dekodéry ochranných kódů. Podmíněný přístup k placeným kanálům zajišťuje **descrambler**. Na vysílací straně je signál zašifrován tak, aby televizní program, který je jím nesen mohli sledovat jen diváci, kteří za jeho sledování zaplatí. Descrambler pak v přijímači signál dešifruje. V **demultiplexoru** se transportní tok rozděljuje na jednotlivé elementární datové toky. Tyto datové toky jsou dále dekódovány pomocí **dekodéru**. Signály, které nesou video, audio a datové informace jsou převedeny v **D/A převodníku** na analogový tvar a jsou vstupem do televizoru. Všechny činnosti, které jsou vykonávány v rámci set-top boxu řídí **mikroprocesor** (CPU). [6]

## 4 Zhodnocení analogového a digitálního vysílání

### 4.1 Zhodnocení analogového vysílání

Pokud se budou srovnávat přednosti a nedostatky analogového a digitálního vysílání je logické, že klady by měly jednoznačně převažovat u digitálního vysílání, které bylo zavedeno právě proto, aby odstranilo nedostatky vysílání analogového. Proto je zajímavé srovnat důvody, které vedou k ustoupení od analogové televize a nové možnosti, které nabízí televize digitální.

#### 4.1.1 Nevýhody

Mezi nevýhody analogového televizního vysílání patří:

- a) V jednom televizním kanálu lze přenášet pouze 1 televizní program.
- b) Degradace signálu způsobená přenosovým prostředím.

Na kvalitu signálu mají vliv terénní překážky nebo objekty, od kterých se vysokofrekvenční vlny odrážejí. To způsobuje, že na přijímací anténu přicházejí přímé i odražené vlny (na obraze jsou vidět tzv. „duchy“).

Dalším faktorem ovlivňujícím kvalitu obrazu je počasí, kdy je slabší přijímaný signál, ve větší vzdálenosti od vysílače, překrývá šumem. Signál může být dále ovlivňován např. průmyslovým rušením apod. [1]

- c) Není možné provozovat vysílání pomocí jednofrekvenční sítě.

Sousední vysílače nemohou vysílat na stejné frekvenci. Docházelo by k vzájemnému rušení signálů. Díky tomu se zvyšují nároky na kmitočtové spektrum.

- d) Televizní vysílání nelze přijímat mobilně.

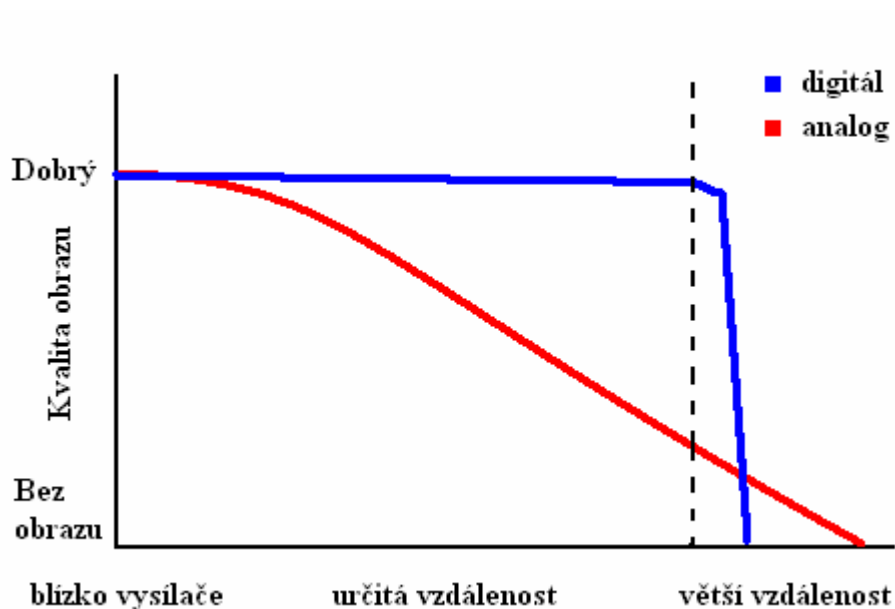
Nelze tedy přijímat televizní signál za pohybu, např. v dopravních prostředcích.

- e) Velká spotřeba energií u vysílačů.

## 4.1.2 Výhody

a) Zachycení příjmu i přes velmi nízkou kvalitu signálu.

Jde o malou výhodu, která spočívá v tom, že příjem analogového vysílání je možné zachytit i přes hodně nízkou kvalitu signálu ve velmi špatných podmínkách pro příjem. Proč tomu tak na rozdíl od digitálního vysílání je, můžeme pochopit z obrázku 15.



Obrázek 15 - Srovnání úrovně analogového a digitálního signálu v závislosti na vzdálenosti od vysílače [6]

U analogové televize je vidět, jak dochází k postupnému snižování úrovně signálu ve vztahu ke vzdálenosti od vysílače. Kdežto u digitální televize je kvalita obrazu dlouhodobě standardní. Až do určité vzdálenosti od vysílače, kdy dojde k prudkému poklesu kvality (dochází k čtverečkování nebo zamrzání obrazu) a v ještě větší vzdálenosti, dojde k úplnému výpadku obrazu a zvuku. [6]

## 4.2 Zhodnocení digitálního vysílání

### 4.2.1 Výhody

#### a) Hospodárnější využití kmitočtového spektra

Kmitočtové spektrum lze považovat za národní přírodní bohatství, které je navíc omezené. Pro televizní vysílání byly vymezeny I, III, IV a V kmitočtové pásmo v rozmezí od 47 do 862 MHz.

V digitálním televizním vysílání je možné v jednom televizním kanále (o šířce 8 MHz) vysílat přibližně 3-5 TV programů v kvalitě SDTV (studiová kvalita). Ve stejném kanále může být dále ještě vysíláno 3-5 rozhlasových programů a také doplňkové datové služby. [6]

Mezi doplňkové datové služby patří:

- Interaktivní televizní služby.
- On-line televizní kanály.
- Dálkové vzdělávání.
- Internet.
- Teletext se zdokonalenou grafikou a větší kapacitou.
- Home-banking.
- Hry.
- Ostatní služby on demand (na vyžádání), archívy apod. [3]

Hospodárnější využití kmitočtového spektra je tedy nejzásadnější výhodou digitálního vysílání. Komprimace datového toku, kdy dojde ke snížení přenosové rychlosti, s tím spojené následné multiplexování programů (slučování více televizních programů do jednoho televizního kanálu) umožňuje tedy v praxi vysílat daleko více televizních programů.

#### b) Možnost vybudování jednofrekvenčních vysílacích sítí

Jde znovu o významnou úsporu kmitočtového spektra, kdy se stejný multiplex programů (stejný televizní kanál) vysílá sítí vysílačů na stejném kmitočtu. Tyto vysílače se vzájemně neruší, jak by tomu bylo u analogového vysílání, naopak se za určitých podmínek podporují (úroveň signálu se sčítá). [6]

#### c) Zlepšení kvality příjmu signálu

V digitálním televizním vysílání se zavádí ochrana proti vlivům prostředí na přenos signálu. To má za následek znatelné zvýšení kvality obrazu i zvuku, což přináší komfort pro diváka. Odpadá zde degradace signálu, která se projevovala např. „duchy“ v obraze, či šuměním.

#### d) Možnost mobilního příjmu

Bude moci být využita nová technologie, která umožní příjem televizního signálu i v pohyblivých se dopravních prostředcích. Divák si tak bude moci krátit čas na cestách sledováním televizních programů, nebo bude mít možnost např. připojení k internetu.

#### e) Úspora energie u vysílačů

Na pokrytí území budou postačovat vysílače s menším vysílacím výkonem. Navíc již bude vysílán obraz i zvuk na stejné frekvenci, v jednom televizním kanále. U analogového vysílání musel být obraz i zvuk vysílán zvlášť, každý na jiné frekvenci.

### **4.2.2 Nevýhody**

#### a) Nutné investice do zařízení

Televizní přístroje byly konstruovány na analogové televizní vysílání, tudíž na ně nelze přijímat digitální vysílání. Je tedy nutná investice buďto do set-top-boxu, který zpětně převádí digitální signál na analogový, nebo do nového televizního přístroje, který je již na tuto činnost uzpůsoben.

Investice televizních společností na vybavení televizních studií novou technikou. Bude také potřeba, vybudovat nové vysílací sítě multiplexy, což je opět spojeno s nemalými náklady.

b) Neúplné pokrytí všech oblastí

Podle dosavadních prognóz se plánuje, že veřejnoprávní multiplex by měl pokrývat signálem min. 95% území. Ostatní multiplexy, které budou využívat komerční televizní stanice, by měly pokrývat signálem zhruba 70%. Větší pokrytí by pak přinášelo neúměrné náklady. Tudiž diváci žijící v oblastech, kde signál zemského televizního vysílání nebude dostupný, budou muset využít příjmu jiným způsobem, např. prostřednictvím satelitu, kabelové televize nebo telefonní linky.

### 4.3 SWOT analýza zavedení digitálního zemského vysílání

Jednou z metod, která se používá k prezentaci analytických poznatků o firmách, projektech apod. je SWOT analýza. Její název vzniknul ze zkratk anglických slov **strengths** (přednosti = silné stránky), **weaknesses** (nedostatky = slabé stránky), **opportunities** (příležitosti) a **threats** (hrozby).

SWOT analýza se obvykle zobrazuje ve formě matice, která ukazuje základní vazby mezi jednotlivými prvky (silné stránky, slabé stránky, příležitosti, hrozby). Poznatky takovéto analýzy se využívají při přijímání strategických rozhodnutí, formulování konkrétních cílů, při plánování úkolů či při přijímání určitých opatření. [11]

V této práci bude využita SWOT analýza pro plánování projektu **Zavedení zemského digitálního televizního vysílání v ČR**. Jejím provedením by se mělo dospět ke zjištění, jaké jsou nezbytné kroky, které je nutné provést, aby se eliminovaly případné hrozby. Z analýzy by měly být také zřejmé silné stránky tohoto projektu, kterých by mělo být v co možné nejvyšší míře využito. V neposlední řadě zde budou uvedeny příležitosti, které souvisejí se zavedením tohoto systému vysílání.

Než-li se bude sestavena matice SWOT, je nutné shromáždit co nejvíce informací o současném stavu projektu. Z těchto informací budou následně formulovány silné a slabé stránky.

Pro rozbor možného budoucího stavu a tím i k určení potenciálních příležitostí a hrozeb, lze využít tzv. **PEST analýzu**. Ta charakterizuje politicko-legislativní, ekonomické, sociální a technologické faktory, které ovlivňují daný projekt. PEST analýza projektu Zavedení zemského digitálního vysílání v ČR je znázorněna pomocí tabulky 1.

**Tabulka 1 - PEST analýza**

<b>Politické a legislativní faktory</b>	<b>Ekonomické faktory</b>	<b>Sociální faktory</b>	<b>Technologické faktory</b>
Politická podpora projektu	Náklady na vybudování multiplexů	Životní úroveň obyvatelstva	Kmitočtové spektrum
Legislativa	Poptávka po příjmu digitálního vysílání	Úroveň informovanosti občanů o DVB-T	Technické zařízení pro digitální vysílání
Podpora od jiných organizací	Investoři	Styl trávení volného času	Podpora výzkumu a vývoje
Mezinárodní závazky	Podnikatelské prostředí		Interaktivní služby
Státní intervence	Státní a jiné subvence		
Politika na podporu zaměstnanosti	Ceny přijímačů		

Po zjištění faktorů, které ovlivňují daný projekt, je dále provedena SWOT analýza (viz tabulka 2).



Tabulka 2 - SWOT analýza

Silné stránky (Strengths)	Slabé stránky (Weaknesses)
Vybudovaná síť televizních vysílačů	Není dohoda s držiteli současných licencí na televizní vysílání na přistoupení k TPP
Existence technických standardů pro digitální televizní vysílání	Omezenost kmitočtového spektra
Zájem investorů o vybudování multiplexů	Vysoké náklady na vybudování multiplexů
Zájem televizních společností na možnosti digitálního vysílání	Je nutný přijímač digitálního televizního vysílání
Podpora širokého politického spektra	
Garance vytvoření veřejnoprávního multiplexu	
Možnost využití zkušeností se zaváděním DVB-T ze zahraničí	
Příležitosti (Opportunities)	Hrozby (Threats)
Hospodárnější využití kmitočtového spektra	Nedohoda mezi stávajícími vlastníky licencí na televizní vysílání a státem
Rozšíření mediálního trhu o nové televizní společnosti	Občané nebudou ve velké míře využívat tohoto způsobu televizního vysílání
Zavedení tržního prostředí v oblasti televizního vysílání	Možný podnikatelský neúspěch provozovatelů sítí televizních vysílačů nebo televizních společností
Zlepšení kvality přijímaného obrazu i zvuku	Signálem každého multiplexu nebude pokryto celé území ČR
Vznik nových datových služeb spojených s televizním vysíláním	Občané nebudou připraveni na vypnutí analogového vysílání
Možnost dále takovýto systém televizního vysílání rozvíjet	Nesplnění termínu na vypnutí analogového vysílání daného směrnicemi EU
Možnost čerpání dotací z EU	Možné rušení signálu v příhraničních oblastech

Vytvoření systému pro mobilní příjem televizního vysílání pomocí kapesních přijímačů	
Vytvoření jednofrekvenčních vysílacích sítí	
Vytvoření nových pracovních příležitostí	
Vytvoření veřejnoprávního multiplexu	
Snížení energetické náročnosti vysílačů	
Možnost vysílat některé programy v kvalitě HDTV	

Jak vyplývá z analýzy, má současný stav zavádění digitálního vysílání v systému DVB-T, několik silných stránek. Mezi nejvýznamnější patří již vybudovaná síť vysílačů. Odpadají tak náklady na výstavbu nových vysílačů. Dalším kladným bodem je existence standardů pro digitální vysílání. Při jejich dodržování by neměly nastat výrazné technické problémy spojené se změnou způsobu vysílání. V současné době jsou v ČR tři provozovatelé multiplexů a ti mají zájem se na dalším průběhu digitalizace podílet. Tyto společnosti ponесou největší část nákladů na nové technické vybavení vysílačů a na samotný provoz jednotlivých multiplexů. Podnikatelská činnost těchto společností je založena na financích, které získají tito provozovatelé vysílání od televizních společností, jejichž programy budou v daných multiplexech vysílány. Značná poptávka televizních společností po zařazení jejich programů do některého z multiplexů, vyvolává předpoklad návratnosti investic pro provozovatele jednotlivých sítí vysílačů. Stát se zavazuje, že při projektu digitalizace bude vytvořen jeden veřejnoprávní multiplex, jehož signál by měl pokrývat 99% území ČR. Tím bude umožněno sledovat programy takového multiplexu skoro všem občanům. Projekt digitalizace televizního vysílání podporuje široké politické spektrum, takže i při případné změně vlády by tento proces neměl být zastaven. Protože již v některých státech EU (Velká Británie, Finsko, Švédsko atd.) bylo digitální vysílání zavedeno, je možné využít pro tento projekt zkušeností ze zahraničí.

Nejpalčivějším problémem, který v současné době brzdí celý proces digitalizace, je všestranné přijetí TPP. Podle něho by se následně mělo řídit spouštění digitálního vysílání v dalších oblastech ČR a mělo by se vypínat analogové vysílání. Cílem státu je přimět stávající majitele

licencí na televizní vysílání k přistoupení na TPP a k navrácení jimi využívaných kmitočtů tak, aby mohly být využity při vytváření multiplexů. Nutnost řešit budování multiplexů takovýmto způsobem vyplývá z omezenosti kmitočtového spektra. Jelikož prakticky nejsou volné kmitočty pro televizní vysílání, musí být využito těch, na kterých bylo uskutečňováno vysílání analogové. Slabou stránkou, kterou pocítí diváci, je nutnost pořízení přijímače digitálního vysílání. Současné televizory jsou totiž konstruovány na příjem a zpracování analogového vysílání.

Realizace systému DVB-T nabízí celou řadu příležitostí. Za nejvýznamnější lze považovat hospodárnější využití kmitočtového spektra. Digitální vysílání totiž umožňuje v jednom televizním kanále vysílat 3 – 5 televizních programů, navíc ještě několik rozhlasových programů a doprovodná data. Tím, že bude umožněno vysílat daleko větší počet televizních programů, dojde k rozšíření mediálního trhu a nebude ani nutná státní regulace. Programová nabídka vzniklých multiplexů bude odvislá od uzavřených smluv mezi provozovateli sítě vysílačů a televizními společnostmi. Tím dojde v této oblasti k zavedení principu tržního prostředí. Pro diváka by mělo být přínosem hlavně rozšíření programové nabídky a zlepšení kvality přijímaného obrazu a zvuku. Vznikem nových datových služeb bude podpořena další oblast pro podnikání a divákům bude nabídnuta nová možnost využití televizního vysílání (např. obchod, bankovní služby, získávání informací apod.). Jelikož je zavedení digitálního vysílání zájmem celé EU, je možné na tento finančně náročný projekt využívat dotací z EU. Digitální vysílání ještě nedosáhlo svého vrcholu v technickém vývoji, proto je možné jeho další vylepšování, např. použitím účinnějších komprimačních metod nebo vývojem nových technologií. Společně s digitálním pozemským vysíláním je také možné provozovat vysílání pro mobilní příjem pomocí kapesních přijímačů. Při tvorbě multiplexů by mohl být některý z programů vymezen pro vysílání v kvalitě HDTV.

Největší hrozbou pro projekt zavedení systému DVB-T je možná nedohoda na TPP, což by značně ohrozilo celé dokončení projektu. Mohlo by dojít až k situaci, kdy by své vysílání digitalizovala pouze Česká televize, protože jde o veřejnoprávní instituci a může jí to nařídít stát. Poté by však odpadly všechny příležitosti spojené s rozvojem mediálního trhu. Jako pravděpodobnější se ovšem jeví varianta, kdy se na digitalizaci budou podílet všechny televizní společnosti. Důležité je tedy najít dohodu na všestranně přijatelném TPP. Dalším významným otázkou bude reakce občanů na zavedení digitálního televizního vysílání,

zda např. nepřejdou na jiný způsob příjmu (satelitní, kabelová, internetová televize). Takováto skutečnost by pak měla neblahé finanční následky pro provozovatele multiplexů a televizní společnosti. Aby se hrozba spojená s nezájmem občanů o vysílání v systému DVB-T co nejvíce eliminovala, je vhodné občany dostatečně informovat o výhodách takového vysílání a o průběhu přechodu na tento systém. Celé území ČR by mělo být pokryto pouze signálem veřejnoprávního multiplexu. Signály ostatních multiplexů by měly pokrývat zhruba 70% území, protože pro pokrytí některých oblastí by náklady na tuto činnost neúměrně rostly (Paretovo pravidlo). Z toho vyplývá pro občany, kterým nebude dostupný signál určitého multiplexu, nutnost zvolit jiný způsob příjmu televizního vysílání. Jelikož je proces digitalizace v sousedním Německu a Rakousku v pokročilejší fázi než v ČR, může v některých příhraničních oblastech docházet k rušení signálu, po dobu než-li bude zavedeno i u nás vysílání digitální. V případě, že by ČR nedostála závazku vypnutí analogového vysílání na celém území státu do konce roku 2012, mohly by být pozastaveny některé dotace spojené s projektem digitalizace, či požadováno jejich navrácení.

## 5 Budoucnost digitálního televizního vysílání

### 5.1 HDTV (High Definition Television)

Jedná se o formát vysílání televizního signálu s výrazně vyšším rozlišením, než jaké umožňují ostatní formáty (např. PAL, SECAM, NTSC). HDTV se vysílá v digitální podobě v systému satelitní a kabelové televize. Do budoucna se s tímto formátem počítá při využití účinnějších komprimačních metod i pro systém pozemského televizního vysílání. Poptávka diváků po takovémto formátu vysílání se bude zvyšovat s rostoucím počtem využívaných televizorů s velkou úhlopříčkou (např. plasmové televizory). Na takovýchto obrazovkách pak bude zvýšená kvalita obrazu spojená s vyšším rozlišením značně viditelná.

HDTV lze charakterizovat následujícími vlastnostmi:

- Vysoká obrazová kvalita.
- Širokouhlý formát obrazu 16 : 9.
- Realističtější barvy.
- Kvalitní zvuk (Dolby digital 5.1).
- Uplatnění zejména u obrazovek s většími úhlopříčkami.

Podle použitého rozlišení se následně odvíjí i kvalita obrazu. Rozdělení kvality digitálního obrazu podle rozlišení udává tabulka 1.

Tabulka 3 - Rozdělení digitálního obrazu podle kvality [2]

Označení kvality obrazu	Počet vzorků v řádku	Počet řádků	Celkový počet obrazových bodů
<b>LDTV</b>	360	288	103680
<b>SDTV</b>	720	625	450000
<b>HDTV 720p</b>	1280	720	921600
<b>HDTV 1080i</b>	1920	1080	2073600

V praxi se pro televizi s vysokým rozlišením používají formáty HDTV 720p a HDTV 1080i. Písmeno i označuje prokládání řádků (interleaving). Jde o metodu, při které se nevysílají celé snímky, nýbrž se prolínají pouze půlsnímky. Výhodou prokládání je zmenšení náročnosti na přenos datového toku. Písmeno p označuje progresivní obraz, u něhož není použité prokládání. Takovýto obraz je příjemnější pro lidské oko. Rozlišení LDTV je určené pro ruční přijímače, např. v systému DVB-H. Obraz v kvalitě SDTV se vysílá v síti pozemských vysílačů v systému DVB-T a odpovídá studiové kvalitě obrazu analogové normy PAL.

V systému DVB-T se plánuje v budoucnu vysílat některé programy (např. sportovní) v kvalitě HDTV. Jenomže při zpracování obrazu podle standardu MPEG 2, by se za předpokladu vysílání obrazu s vysokým rozlišením, nemohlo v jednom televizním kanálu vysílat více programů. Důvodem je velký bitový tok potřebný pro přenos obrazu v kvalitě HDTV. Čímž by vlastně zanikla jedna z hlavních výhod digitálního televizního vysílání, spočívající v efektivnějším využití kmitočtového spektra.

Proto byl vyvinut nový standard, označený jako **MPEG-4/AVC**, který má 2 – 3x větší kompresní schopnost než standard MPEG-2. Tyto standardy nejsou ovšem vzájemně kompatibilní. Z toho vyplývá, že pro příjem signálu, u kterého byl obraz zpracován podle standardu MPEG-4/AVC, bude potřeba speciální digitální přijímač. [2]

## **5.2 Mobilní příjem televizního vysílání**

V budoucnu bude zavedena nová možnost příjmu digitálního televizního vysílání a to prostřednictvím přenosných zařízení, jakými jsou např. mobilní telefony nebo kapesní počítače. Pro tento způsob příjmu ve světě zatím ověřují 3 systémy. V Evropě jde převážně o systém DVB-H, který se vyvinul ze systému DVB-T. V Jižní Koreji se pokouší zavést systém T-DMB, využívající poznatků ze systému digitálního pozemského rozhlasu a v Japonsku vzniká další systém orientovaný na mobilní příjem, nazývaný ISDB-T.

### 5.2.1 DVB-H

Jelikož se v ČR zavádí zemské televizní vysílání podle standardu DVB-T, nechá se logicky očekávat, že k vysílání pro mobilní zařízení bude v naší republice uplatněn standard DVB-H, kvůli návaznosti těchto standardů. Proto je následující text zaměřen pouze na tento ze tří standardů.

V kapitole, která se zabývala hodnocením systému DVB-T, byla jako jedna z výhod uváděna možnost mobilního příjmu televizního vysílání. Jelikož mají mobilní přenosná zařízení svá určitá specifika, nebylo by možné pomocí takto definovaného systému digitální televizní vysílání přijímat. Z tohoto důvodu vznikl nový standard DVB-H, popisující systém, který řeší následující problémy:

#### a) Přijímání digitálních signálů v televizních pásmech

Jelikož jsou telefonní hovory přenášeny na jiných frekvencích než televizní vysílání, je nutné technicky zdokonalit přenosná zařízení tak, aby mohly přijímat i vysílání v pásmech pro televizi.  
[1]

#### b) Úspora energie baterií

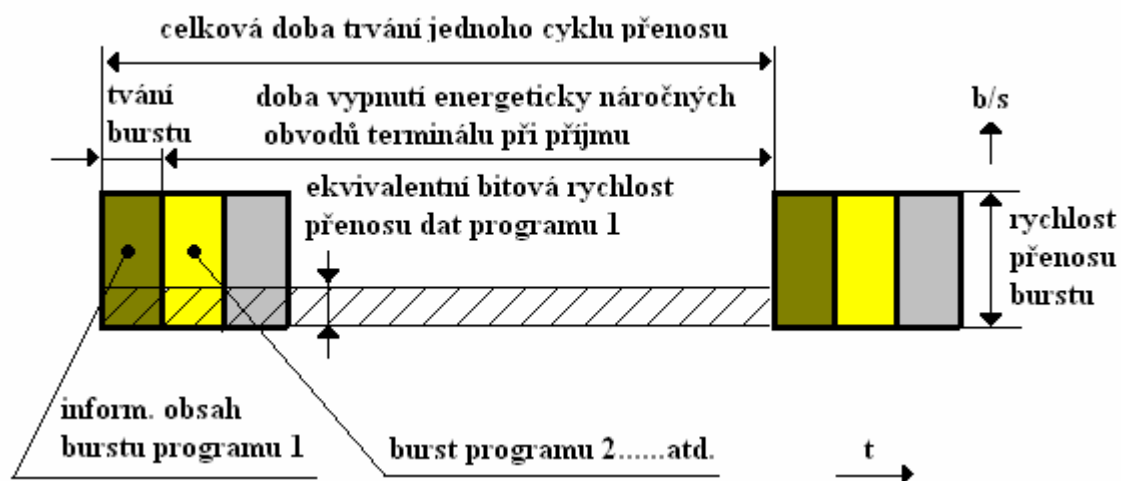
Jde o hlavní problém, který standard DVB-H řeší. Mobilní telefony a další přenosná zařízení jsou napájeny z baterie, která má svoji energetickou kapacitu. Po určité době provozu se tedy musí dobíjet. Příjem televizního vysílání způsobuje velkou spotřebu energie oproti běžnému používání mobilního telefonu např. při hovorech. Proto vyvstala potřeba snížit spotřebu energie pro příjem televizního vysílání u přenosných zařízení.

#### ❖ Časová segmentace

Metoda, díky které se dosáhlo k velmi významné úspoře energie při přijímání televizního vysílání. Zakládá se na principu, že při nepřetržitém přenosu datového toku jsou všechny obvody přijímače u přenosných zařízení v činnosti, tudíž všechny nepřetržitě odebírají energii z baterie.

Úspora energie je řešena tak, že se větší přenosovou rychlostí (než by byla potřeba při nepřetržitém provozu) a tudíž v kratším čase přenáší větší objem vysílaných dat. Data o jednotlivých programech se vysílají v tzv. burstech (shlukcích), které jsou časově posunuté. Shluky dále obsahují informace o tom, kdy má být vypnut a znovu zapnut tuner přijímače. Tímto způsobem dochází vlastně k předzásobení přijímacího přístroje potřebnými daty. Na displeji jsou zobrazovány aktuální snímky pro daný okamžik a v operační paměti jsou uložena zbylá data ze shluku, která budou teprve v následujících okamžicích zpracovávána. V tomto okamžiku může být tuner přijímače digitálního signálu na dobu několika sekund vypnutý. K aktivaci jeho činnosti dojde až na základě signálu, který označuje zapnutí tuneru. U tuneru se může tímto způsobem ušetřit až 95% energie. [1,6]

V systému DVB-T jsou data z jednotlivých programů multiplexována v jeden společný datový tok. To platí i pro systém podle standardu DVB-H. Tudíž jednotlivé shluky obsahují datový tok složený z více programů a to nám umožňuje přepínat i u přenosných zařízení mezi jednotlivými programy. Princip časového segmentování je znázorněn na obrázku 16.



Obrázek 16 - Časové segmentování ve standardu DVB-H [2]



### c) Zpracování pohyblivého obrazu a doprovodného zvuku

U moderních přenosných zařízeních byl již tento problém technicky vyřešen, umějí tedy zpracovávat pohyblivý obraz a jeho zvukový doprovod. Ve standardu DVB-H bylo zvoleno obrazové rozlišení 360 x 288 bodů, komprimační formát MPEG-4 a transportní tok je soustředěn do shluků, které jsou časově uspořádány. Byl také definován další stupeň protichybové ochrany označovaný jako MPE-FEC, což by mělo umožnit vysílat stejným vysílačem digitální televize v systému DVB-T a DVB-H zároveň, aniž by docházelo k vzájemnému rušení. [6]

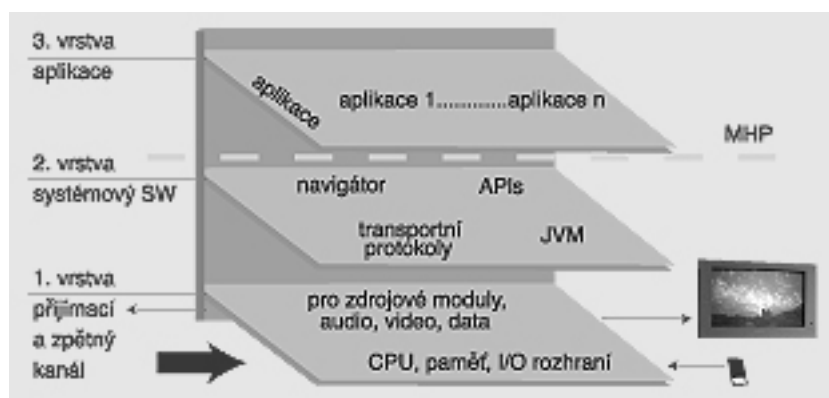
Mobilní příjem digitálního vysílání prostřednictvím přenosných zařízení je v současnosti v některých zemích (v Evropě např. Itálie, Německo) ve zkušební fázi. Do budoucna půjde hlavně o příležitost pro výrobce mobilních telefonů a kapesních počítačů, kteří budou moci obohatit své přístroje o nové funkce a získat tak nové zákazníky. V ČR tento způsob příjmu televizního vysílání není zatím aktuální. Nejdříve bude muset být dokončen proces digitalizace pozemského televizního vysílání.

## 5.3 MPH (Multimedia Home Platform)

V systému digitálního televizního vysílání se kromě obrazových a zvukových dat, přenášejí i tzv. doplňková data. Ty jsou určena pro interaktivní a multimediální služby. Fungování těchto služeb je založeno na využívání určitých aplikací. Mezi ně např. patří aplikace pro elektronického programového průvodce, teletext, interaktivní hry, reklamu, nákup on-line, domácí bankovníctví apod. Jelikož mohou být aplikace navrženy různými způsoby a přijímací přístroje (set-top boxy, iDTV) konstruuje řada výrobců, vyvstává zde potřeba vytvoření jednotného prostředí tak, aby mohly být aplikace používány nezávisle na druhu přijímače.

Za tímto účelem byl pro evropský projekt digitálního vysílání DVB vytvořen otevřený standard platformy multimediálních domácích zařízení MHP (Multimedia Home Platform) pro programování aplikací. MHP je založený na programovacím jazyku Java a definuje obecné rozhraní mezi interaktivními digitálními aplikacemi a terminály (set-top box, iDTV), na kterých se tyto aplikace provádějí. [7]

Architektura MHP se skládá ze tří základních vrstev. Jde o vrstvy: **zdroj**, **systémové vybavení** a **aplikace**. Mezi zdroje patří hardware a software potřebný pro zpracování obrazových a zvukových dat a grafický procesor, umožňující přístup k dostupným aplikačním rozhraním. Druhá vrstva systémového vybavení funguje jako operační systém, který zpracovává aplikace (jejich spuštění, průběh a ukončení). Součástí této vrstvy je Java virtual machine, který umožňuje provádění aplikací nezávisle na výrobcem (set-top boxu, iDTV) specificky navrženém hardwaru a softwaru. Do třetí vrstvy aplikací patří interaktivní a multimediální aplikace používané v systému digitálního televizního vysílání. Schéma rozdělení vrstev MHP znázorňuje obrázek 17.



Obrázek 17 - Základní rozložení vrstev MHP [6]

### 5.3.1 MHP aplikace

Aplikace MHP se rozdělují na dva druhy podle toho, zda je pro jejich činnost vyžadován zpětný kanál či nikoliv. Pro aplikace s lokální interaktivitou zpětný datový kanál potřebný není. Zatímco pro aplikace s úplnou interaktivitou je tento kanál nutný. Zpětný kanál (většinou telefonní linka) zajišťuje spojení diváka s provozovatelem vysílání a přes něj i s dalšími účastníky.

#### ❖ Aplikace s lokální interaktivitou

**EPG** (elektronický programový průvodce) je v podstatě elektronická podoba tištěných televizních programů. Jsou v něm uváděny informace o televizních programech a umožňuje

některé užitečné funkce, zvyšující divákům přehled o daném programu. Divák může v této aplikaci např. využít shlédnutí ukázky jím vybraného pořadu nebo si může nastavit připomenutí začátku pořadu apod.

**Superteletext** nahrazuje teletext nabízený v rámci analogové televize. Výhodou superteletextu je lepší grafika a možnost využívat různých druhů formátů pro poskytované informace (např. obrázky).

**Informační aplikace** jsou realizovány na principu superteletextu, ale jsou konkrétněji zaměřené (např. na zprávy, počasí, sport, burzu atd.).

#### ❖ **Aplikace s úplnou interaktivitou**

**Hry** mají podobu samostatných aplikací, napsaných v jazyce Java. Jsou pravidelně vysílány v rámci multiplexu tak, aby je mohl uživatel stáhnout do svého přijímače a následně je mohl spustit. Komunikaci uživatele této aplikace s dalšími hráči umožňuje zpětný datový kanál.

**Hlasování** se využívá např. v podobě anket nebo soutěží. V analogovém vysílání probíhá komunikace s divákem tak, že se na televizní obrazovce objeví nějaká otázka – anketa a divák na ni reaguje sms zprávou nebo volbou příslušného telefonního čísla. V případě digitálního vysílání a využití MHP aplikace bude samotné hlasování spočívat pouze ve stisknutí tlačítka na dálkovém ovladači. Jedinou podmínkou je opět zavedení zpětného kanálu.

**Video on demand (video na žádost)** je aplikace, kterou lze charakterizovat jako elektronickou videopůjčovnu. Divák si může z nabídky pořadů vybrat ten, který bude chtít sledovat a zaplatí za něj. Pomocí zpětného kanálu divák zažádá o příslušný pořad a skrze tento kanál se do jeho přijímače dostane datový tok tohoto pořadu.

**Internet** v sobě zahrnuje více druhů aplikací, navržených pro konkrétní účel. Jedná se např. o elektronickou komunikaci (e-mail, chat, sms), elektronický obchod a elektronické bankovníctví. Protože se v těchto aplikacích pracuje s citlivými informacemi (např. osobní údaje zákazníků), musí být datový přenos dobře zabezpečen, aby nemohlo být zneužito informací v něm obsažených. [20]

## Závěr

Tato bakalářská práce je zaměřena na oblast televizního vysílání. Jsou v ní uvedeny důležité objevy, události a osobnosti, které stojí za vznikem televizního vysílání. Následuje nastínění vývoje v zavádění digitálního terestrického televizního vysílání v ČR a jsou představeny důležité legislativní dokumenty. Stěžejní částí této práce je popis systému DVB-T. Na základě získaných znalostí o analogové a digitální televizi jsou dále porovnány výhody a nevýhody těchto systémů vysílání. Pro projekt zavedení systému DVB-T v ČR je vypracována analýza SWOT, která hodnotí silná a slabá místa projektu a možné příležitosti a hrozby. Pro nastínění budoucího vývoje digitálního vysílání jsou vysvětleny pojmy jako HDTV, mobilní příjem televizního vysílání nebo MPH, které by se měly stát novými trendy v této oblasti.

Na základě poznatků, vyplývajících z této práce, lze digitalizaci televizního vysílání označit za významný počín. Jde o projekt, který se bude určitým způsobem týkat všech občanů ČR. Z technického hlediska by nemělo být uskutečnění tohoto projektu problematické, existují totiž standardy a doporučení, které popisují fungování systému digitální televize. Navíc lze využít poznatků získaných z jiných zemí (např. Finsko), kde již bylo toto vysílání zavedeno. Za největší problém, který v současné době brzdí proces digitalizace, je považováno vytvoření takového Technického plánu přechodu, který by byl přijatelný pro všechny zúčastněné strany (stát, majitele a žadatele licencí na televizní vysílání). Pokud bude na takovém TPP všeobecná dohoda, nemělo by nic bránit úspěšnému zavedení digitálního zemského vysílání a vypnutí analogového vysílání. Při zdárném průběhu by k celkovému dokončení tohoto procesu mohlo v ČR dojít koncem roku 2011.

Z toho, jak bylo v této práci porovnáváno analogové vysílání s digitálním je zřejmé, že zavedení digitálního vysílání je důležité a opodstatněné. Přináší celou řadu výhod, které jsou významné nejen pro celý mediální trh, ale i pro diváky, tedy uživatele televizní služby. Za největší přínos lze označit možnost komprese bitového toku, která společně s multiplexováním a modulační metodou OFDM umožňuje v jednom televizním kanále vysílat více programů a také doprovodná data. Další kladnou stránkou je značné zlepšení kvality obrazu i zvuku, související s protichybovou ochranou a opět s modulací OFDM. Jediné co by mohly televizní diváci ze svého pohledu považovat za zápornou stránku digitalizace, je nutnost investovat do zařízení potřebného pro příjem digitálního vysílání a také skutečnost, že některá

území nemusí být pokryta signálem určitého multiplexu. V takovém případě může být příjem řešen jinými alternativami, jako je satelitní, kabelová nebo internetová televize.

Jako informačních zdrojů bylo v této práci využito hlavně knižních publikací zaměřených na problematiku televizního vysílání a systému DVB-T. Dále byly čerpány informace z článků zveřejněných na internetu. Knižní publikací bylo využito ve větší míře a to kvůli jejich větší důvěryhodnosti a obsáhlosti. Internetové zdroje napomáhaly hlavně při získávání aktuálnějších informací.

Za hlavní přínos této bakalářské práce je možno považovat sestavení přehledu o systému DVB-T a nastínění problematiky zavádění vysílání v tomto systému pro podmínky v ČR. Tohoto textu by mohlo být např. využito pro informační kampaň, která souvisí se zaváděním digitálního televizního vysílání nebo pro kohokoliv, kdo má o tento nový směr televizního vysílání zájem.

## Seznam použitých informačních zdrojů

### *Literatura:*

- [1] BEDNÁŘ, Jiří. *Digitální televize, populární průvodce technologií DVB-T*. 2. vyd. Praha: Sdělovací technika 2007. ISBN 80-86645-17-7.
- [2] BEDNÁŘ, Jiří, GREGORA Pavel. *Příjem DVB-T*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2007. ISBN 978-80-7300-221-3.
- [3] DUSPIVA, Zdeněk. *Digitalizace jako budoucnost elektronických médií*. 1. vyd. Praha: Votobia 2004. ISBN 80-7220-169-7.
- [4] GREGORA, Pavel, VÍT, Vladimír. *Televizní technika: Zařízení pro přenos a vysílání televizního signálu*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2000. ISBN 80-86056-89-9.
- [5] KUBA, Petr, VÍT, Vladimír. *Televizní technika: Studiové zpracování televizního signálu*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2000. ISBN 80-86056-88-0.
- [6] LEGÍŇ, Martin. *Televizní technika DVB-T*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2006. ISBN 80-7300-204-3.
- [7] LÍŠKA, Dušan. *Charakteristické vlastnosti standardů DVB aneb cesta do hlubin DVB*. Technologies & prosperity, 2005, roč. X, s. 8 – 10, ISSN 1213-7162.
- [8] VÍT, Vladimír. *Televizní technika: Přenosové barevné soustavy*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 1997. ISBN 80-86056-04-X.

### *Legislativa:*

- [9] *Návrh nařízení vlády o stanovení Technického plánu přechodu zemského analogového televizního vysílání na zemské digitální televizní vysílání* [online]. Dostupné na WWW: <[http://i.iinfo.cz/urs-att/TPP\\_03-2008-120583430555320.pdf](http://i.iinfo.cz/urs-att/TPP_03-2008-120583430555320.pdf)>
- [10] Zákon č. 304/2007 Sb. (tzv. Digitální novela), Sbírka zákonů Česká republika, ročník 2007.

### *Internet:*

- [11] GRASSEOVÁ, Monika. *Využití SWOT analýzy pro dlouhodobé plánování* [online]. c2006 [cit. 2008-04-01]. Dostupné na WWW: <[http://www.army.cz/mo/obrana\\_a\\_strategie/2-2006cz/grasseova.pdf](http://www.army.cz/mo/obrana_a_strategie/2-2006cz/grasseova.pdf)>
- [12] GRUBER, Josef. *Televize na kliku* [online]. c1999 [cit. 2008-02-04]. Dostupné na WWW: <[http://www.spstrplz.cz/osobnistranky/josef\\_gruber/clanky/nipkow.pdf](http://www.spstrplz.cz/osobnistranky/josef_gruber/clanky/nipkow.pdf)>

- [13] KÁLAL, Jan. *Stručná historie digitalizace v České republice* [online]. c2007 [cit. 2008-02-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.digizone.cz/clanky/strucna-historie-digitalizace-v-ceske-republice/>>
- [14] LÍŠKA, Dušan. *Digitální terestriální televize DVB-T: Technické minimum - MPEG 2* [online]. c2002 [cit. 2008-03-16]. Dostupné na WWW: <[http://www.digitalnitemlevize.cz/magazin/dvb-t/dvb-t-technologie/technicke\\_minimum\\_mpeg2.html](http://www.digitalnitemlevize.cz/magazin/dvb-t/dvb-t-technologie/technicke_minimum_mpeg2.html)>
- [15] POISL, Zbyněk. *Malá encyklopedie televizní techniky 1 - historie televize* [online]. c2007 [cit. 2008-02-04]. Dostupné na WWW: <<http://www.digitalnitemlevize.cz/magazin/obecne/mala-encyklopedie-televizni-techniky/mala-encyklopedie-televizni-techniky-1-historie-televize.html>>
- [16] POISL, Zbyněk. *Malá encyklopedie televizní techniky 2 - historie televizního vysílání v Československu a dnešním Česku* [online]. c2007 [cit. 2008-02-06]. Dostupné na WWW: <<http://www.digitalnitemlevize.cz/magazin/obecne/mala-encyklopedie-televizni-techniky/mala-encyklopedie-televizni-techniky-2-historie-televizniho-vysilani-v-ceskoslovensku-a-dnesnim-cesku.html>>
- [17] ŠVIHEL, Petr. *Jak cestuje digitální vysílání za svými diváky?* [online]. c2006 [cit. 2008-03-25]. Dostupné na WWW: <<http://www.digizone.cz/clanky/jak-cestuje-digitalni-vysilani-za-svymi-divaky/>>
- [18] TOMAN, Jiří, PROCHÁZKA, Ivo. *Technické základy digitálního vysílání* [online]. [cit. 2008-03-20]. Dostupný na WWW: <<http://www.ceskatelevize.cz/specialy/digict/kapitola4.htm>>
- [19] TŮMA, Jan. *Zrození televize* [online]. c2007 [cit. 2008-02-04]. Dostupné na WWW: <<http://mediaguru.cz/index.php?id=2081>>
- [20] *Digitální obsah* [online]. [cit. 2008-03-25]. Dostupné na WWW: <<http://tutorialy.digizone.cz/digitalni-obsah/>>

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 – PRINCIP FUNGOVÁNÍ NIPKOWOVA KOTOUČE .....	8
OBRÁZEK 2 – TELEVIZOR TESLA 4001A.....	11
OBRÁZEK 3 – POKRYTÍ ČR SIGNÁLEM MULTIPLEXU A .....	14
OBRÁZEK 4 - PRŮBĚH ANALOGOVÉHO SIGNÁLU.....	21
OBRÁZEK 5 - PŘEVOD ANALOGOVÉHO SIGNÁLU NA DIGITÁLNÍ.....	23
OBRÁZEK 6 - MAKROBLOK .....	26
OBRÁZEK 7 - SKUPINA GOP .....	28
OBRÁZEK 8 - SLOŽENÍ PAKETŮ PRO ELEMENTÁRNÍ DATOVÝ TOK.....	30
OBRÁZEK 9 - SLOŽENÍ PROGRAMOVÉHO DATOVÉHO TOKU .....	30
OBRÁZEK 10 - SLOŽENÍ TRANSPORTNÍHO DATOVÉHO TOKU .....	31
OBRÁZEK 11 - PRINCIP MULTIPLEXOVÁNÍ, ČESKÁ TELEVIZE.....	32
OBRÁZEK 12 - DRUHY MODULACÍ .....	36
OBRÁZEK 13 - OFDM RÁMEC.....	37
OBRÁZEK 14 - ZÁKLADNÍ BLOKOVÉ SCHÉMA SET-TOP BOXU .....	41
OBRÁZEK 15 - SROVNÁNÍ ÚROVNĚ ANALOGOVÉHO A DIGITÁLNÍHO SIGNÁLU V ZÁVISLOSTI NA VZDÁLENOSTI OD VYSÍLAČE.....	43
OBRÁZEK 16 - ČASOVÉ SEGMENTOVÁNÍ VE STANDARDU DVB-H .....	55
OBRÁZEK 17 - ZÁKLADNÍ ROZLOŽENÍ VRSTEV MHP .....	57



## **Seznam tabulek**

TABULKA 1 - PEST ANALÝZA.....	47
TABULKA 2 - SWOT ANALÝZA.....	48
TABULKA 3 - ROZDĚLENÍ DIGITÁLNÍHO OBRAZU PODLE KVALITY.....	52

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Rozdělení území ČR pro projekt digitalizace televizního vysílání

Příloha 2: Termíny zahájení vysílání DVB-T a vypnutí vysílačů vysokého výkonu

# Příloha 1

Rozdělení území ČR pro projekt digitalizace televizního vysílání



## Příloha 2

Termíny zahájení vysílání DVB-T a vypnutí vysílačů vysokého výkonu<sup>1</sup>

Územní oblast	Vysílací síť 1		Vysílací síť 2		Vysílací síť 3	
	Zahájení vysílání DVB-T	Termín vypnutí vysílače vysokého výkonu	Zahájení vysílání DVB-T	Termín vypnutí vysílače vysokého výkonu	Zahájení vysílání DVB-T	Termín vypnutí vysílače vysokého výkonu
Praha	červenec 2008	říjen 2009	září 2008	říjen 2009	září 2008	říjen 2009
Brno	listopad 2009	červen 2011	září 2010	červen 2011	září 2010	červen 2011
Trutnov	srpen 2009	červen 2011	srpen 2010	červen 2011	srpen 2010	červen 2011
Ostrava	červen 2010	listopad 2011	duben 2011	listopad 2011	duben 2011	listopad 2011
Praha město	srpen 2008	duben 2009	září 2008	duben 2009	září 2008	duben 2009
Plzeň	květen 2008	září 2009	říjen 2008	září 2009	říjen 2008	září 2009
Ústí nad Labem	srpen 2008	srpen 2009	září 2008	srpen 2010	září 2008	srpen 2010
Zlín	říjen 2010	listopad 2011	květen 2011	listopad 2011	květen 2011	listopad 2011
České Budějovice	červenec 2008	červen 2010	srpen 2009	červen 2010	srpen 2009	červen 2010
Jihlava	červen 2009	květen 2011	duben 2010	květen 2011	duben 2010	květen 2011
Jeseník	září 2010	červen 2011	červen 2011	červen 2011	červen 2011	červen 2011
Brno město	srpen 2008	září 2010	září 2008	září 2010	září 2008	září 2010
Sušice	listopad 2008	únor 2010	září 2009	únor 2010	září 2009	únor 2010

Ke konečnému vypnutí analogového vysílání na celém území ČR, by mělo dojít podle této verze TPP **11.11. 2011**.

Oblasti jsou v tabulce seřazeny sestupně podle počtu obyvatel žijících na daném území.

<sup>1</sup> Údaje uvedené v tabulce nejsou prozatím závazné, TPP zatím nebyl vydán jako nařízení vlády