

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra technické a informační výchovy

Bakalářská práce

# **Digitální televizní vysílání**

Digital television broadcasting

Olomouc 2013

Autor: Luděk Jurda

Vedoucí práce: doc. Ing. Čestmír Serafín, Dr. Ing-Paed.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Digitální televizní vysílání vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne 25.4.2013

.....  
Jurda Luděk

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce, panu doc. Ing. Čestmír Serafín, Dr. Ing-Paed., za odborné vedení, připomínky a rady, které mi poskytl při zpracování této práce.

## **Anotace**

Tématem bakalářské práce je digitální televizní vysílání. V teoretické části jsou popsány jednotlivé systémy digitálního vysílání DVB-T, DVB-S, DVB-C. Každý systém digitálního televizního vysílání je popsán principy fungování. Od způsobů úpravy obrazu a zvuku, modulace, multiplexování, kódování MPEG-2 až po vysílání a příjem. Práce podává popis zavádění DVB-T v České republice. V praktické části je vyhodnocen dotazník týkající se digitálního vysílání a digitalizace v České republice.

## **Annotation**

The topic of the bachelor's thesis is a digital television broadcasting. The theoretical part describes the different systems of digital broadcasting DVB-T, DVB-S, DVB-C. Every system of digital television broadcast is described principles of operation. From ways to customize video and audio modulation, multiplexing, MPEG-2 to transmit and receive. The work gives the description of the introduction of DVB-T in the Czech Republic. The practical part is evaluated by a questionnaire on digitization and digital broadcasting in the Czech Republic.

## **Klíčová slova**

DVB-T, DVB-C, DVB-S, digitalizace, digitální televizní vysílání, multiplex, modulace, MPEG-2

## **Key words**

DVB-T, DVB-S, DVB-C, digitalization, digital television broadcasting, multiplex, modulation, MPEG-2

## Obsah

1	Úvod.....	7
TEORETICKÁ ČÁST		
2	Základní pojmy .....	8
3	Analogová televize .....	10
3.1	Proč konec analogové televize? .....	10
3.2	Výhody a nevýhody analogového vysílání .....	10
4	Základní charakteristiky digitálního televizního vysílání.....	11
4.1	Výhody a nevýhody digitálního televizního vysílání.....	13
5	Postup digitalizace v České republice .....	15
5.1	Experimentální provoz .....	15
5.2	Technický plán přechodu .....	16
5.3	Ukončování analogového vysílání .....	17
5.4	Vysílací sítě.....	18
5.4.1	Vysílací síť 1 .....	18
5.4.2	Vysílací síť 2.....	19
5.4.3	Vysílací síť 3.....	20
5.4.4	Vysílací síť 4.....	21
6	DVB-T .....	21
6.1	Parametry systému DVB-T.....	21
6.2	Princip .....	22
6.2.1	Digitalizace vstupních obrazových a zvukových signálů .....	22
6.2.2	Pulzně kódová modulace (PCM) .....	22
6.2.3	Zdrojové kódování .....	23
6.2.4	Paketizace .....	26
6.2.5	Multiplexování.....	27
6.2.6	Kanálové kódování .....	28
6.2.7	Zabezpečení přenosu proti chybám .....	28
6.2.8	Modulace (C)OFDM.....	29
6.3	Jednofrekvenční síť (SFN).....	30
6.4	Příjem DVB-T.....	31
6.5	Set top box (STB).....	32
6.5.1	Popis činnosti STB.....	33

6.6	Interaktivní multimediální platforma (MHP).....	33
6.7	Krátce o DVB-T2.....	34
7	DVB-S .....	35
7.1	Umístění družic na oběžnou dráhu.....	36
7.2	Parametry systému DVB-S .....	36
7.3	Uplink, downlink.....	36
7.4	Modulace QPSK.....	37
7.5	Pokrytí.....	37
7.6	Příjem DVB-S .....	38
7.7	Krátce o DVB-S2 .....	39
8	DVB-C .....	39
8.1	Parametry v systému DVB-C.....	40
8.2	Modulace QAM .....	40
8.3	Princip DVB-C.....	41
8.4	Příjem .....	42
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b>		
9	Výsledky výzkumného šetření.....	43
9.1	Informovanost o digitálním televizním vysílání .....	44
9.2	Technické parametry příjmu digitálního televizního vysílání .....	44
9.3	Celkové hodnocení digitálního vysílání.....	44
9.4	Příjem HDTV, 3D vysílání, placených kanálů.....	45
9.5	Detailnější výsledky jednotlivých otázek dotazníku.....	45
10	Závěr .....	52
11	Seznam použité literatury .....	54
12	Seznam obrázků.....	55
13	Seznam příloh .....	56

# 1 Úvod

Současná doba je mnohými odborníky označována jako digitální éra civilizace. Již po několik let se denně setkáváme s přístroji, které pracují digitálním principu. Digitálně zpracováváme fotografie, zvuk, telefonní hovory a další. Všechny tyto technologie přitom byly vynalezeny jako analogové. S tím jak člověk postupoval ve svých znalostech elektrotechniky, se postupně tyto původně analogové přístroje zdigitalizovaly. Ačkoliv se mnou někteří nemusí souhlasit, dle mého názoru digitalizace těchto přístrojů přinesla většinu výhod, které výrazně převyšují nevýhody s digitalizací spojené. Lidem digitalizace ulehčila práci, současně jim přinesla mnoho dalších možností, jak pracovat, jak dále rozvíjet sebe i tyto přístroje. Jen televize – snad nejrozšířenější ze všech analogových přístrojů určených pro zábavu a poučení zůstávala donedávna jaksi pozadu. Analogová technologie již dosáhla vrcholu a bylo třeba ji nahradit. A jelikož již digitální zpracování zvuku a obrazu bylo vyřešeno, nezbyvalo nic jiného, než tyto poznatky zařadit do televizní techniky. Byly vypracovány normy DVB a začal obrovský proces digitalizace probíhající v celé Evropě zejména začátkem 21. století. V České republice tento proces oficiálně začal v roce 2000 zahájením zkušebního vysílání.

Cílem této bakalářské práce je v teoretické části, která je pro tuto práci stěžejní, popsat jednotlivé systémy digitálního televizního vysílání, a to co možná nejstručněji, nejvýstižněji. Digitální televizní vysílání je velice obsáhlé téma a popsat jej by vydalo na několikaset stránkovou knihu. Budu se snažit spojit informace z několika zdrojů do jedné ucelené práce.

V praktické části se zaměřím na dotazníkové šetření, ve kterém chci zjistit názory lidí na proces digitalizace, na digitální vysílání obecně a na technické vybavení pro příjem digitální televize, které mají lidé ve svých domácnostech. Záměrem není kritika digitalizace či digitálních vysílacích systémů, nýbrž jen zhodnocení reakcí lidí, kterých se proces digitalizace dotknul a jaký měl na ně vliv.

Mou práci uzavírá závěr, kde se pokusím shrnout svůj názor na všechny systémy digitálního televizního vysílání a na proces digitalizace, který byl v České republice nedávnou úspěšně ukončen.

## TEORETICKÁ ČÁST

### 2 Základní pojmy

Oblast televizního vysílání je spojena s mnoha pojmy a zkratkami, se kterými se setkáváme i v běžném životě a některé z nich občas běžně používáme, aniž bychom znali jejich pravý význam. S digitalizací televizního vysílání se objevily nové pojmy, nové zkratky a proto zde tyto budou popsány a vysvětleny, jelikož budou dále v této práci užívány. Proto jsou umístěny na začátku této práce. Mezi stěžejní pojmy pro oblast digitálního televizního vysílání patří tyto pojmy:

#### **Analogová televize**

Způsob zpracování a přenosu obrazové a zvukové informace, který je v současnosti již v České republice nepoužívá. Základní televizní řetězec je podobný systému digitální televize, avšak analogová televize dokáže pracovat pouze se spojitými signály

#### **DVB**

Digital Video Broadcasting – Mezinárodní konsorcium vytvořené televizními společnostmi, výrobci, síťovými operátory, vývojáři softwaru, regulačními organizacemi a dalšími zástupci, které čítá celkem 260 členů z 35 států celého světa. Konsorcium bylo založeno v roce 1993 a od tohoto roku se specifikace DVB vytvořené tímto konsorciem staly fakticky normami v oblasti digitální televize v Evropě i ve světě. DVB dnes nabízí různé úrovně kvality televize s nízkou rozlišovací schopností LDTV, přes standardní televizi SDTV až po televizi s vysokou rozlišovací schopností HDTV. Monofonní, stereofonní až prostorový zvuk 5.1 je také samozřejmou součástí nabídky (Duspiva, 2004, s. 14). Dnes rozlišujeme tři základní způsoby digitálního televizního vysílání:

#### **DVB-T**

(Digital Video Broadcasting – Terrestrial) – pozemní digitální vysílání, které je nejrozšířenější, ze všech technologií DVB

#### **DVB-S**

(Digital Video Broadcasting – Satellite) - Standard digitálního televizního vysílání přenášeného satelitní cestou. Používá se celosvětově, přenáší data v kompresi MPEG-2 (owp media, 2013).



## **DVB-C**

(Digital Video Broadcasting – Cable) - Standard digitálního televizního vysílání přenášeného satelitní cestou. Jeho použití je vhodné tam, kde má své rozvody kabelová televize. Přenos signálu se uskutečňuje přes optická vlákna uložená v zemi nebo v podzemních kolektorech. Z tohoto důvodu bývá tento standard užitečný většinou ve městech a větších obcích, kde jsou kabely rozvedeny. Menší obce ale také pomalu zavádějí na svém území kabelové spojení a proto můžeme očekávat větší rozšíření této technologie. Data jsou přenášena v kompresi MPEG-2, Rozlišení obrazu HD Ready nebo FULL HD je přenášeno v kompresi MPEG-4 (owp media, 2013).

## **DVB-H**

(Digital Video Broadcasting – Handhelds) - standard pozemního digitálního vysílání, který klade menší nároky na napájení než DVB-T, a proto je ideální pro příjem digitálního televizního vysílání mobilními telefony a PDA ze standardních televizních vysílačů, bez účasti sítě GSM. Standard DVB-H byl dříve známý také pod názvem DVB-X (owp media, 2013).

## **Multiplex**

Souhrnný datový tok skládající se z dílčích datových toků, patřících jednotlivým televizním a rozhlasovým programům a doplňkovým službám, upravený pro společné šíření prostřednictvím vysílací sítě. Jeden multiplex, vysílaný v digitální formě z pozemních vysílačů, nahrazuje jeden doteď analogově vysílaný program. Doplňkovými službami multiplexu jsou například teletext, programovací kódy pro nahrávání VPS či EPG – elektronický přehled vysílaných pořadů (Bednář, 2007, s. 129).

## **MPEG-2**

Mezinárodně přijatý standard pro digitální signály barevné televize, jejich zdrojové transformační kódování a multiplexování, přijatý v roce 1995 (AMARO, 2004).

## **MPEG-4**

Multimediální standard, který v roce 1998 vytvořila skupina Moving Picture Experts Group (MPEG) založený na formátu QuickTime. Umožňuje ukládat obraz ve stejné kvalitě při násobně menším objemu dat, kvůli úspoře místa. Součástí specifikace je kódování obrazu, zvuku i vlastní kontejner MP4. Obrazové kódování, má řadu profilů a kodeky jako DivX nebo XviD z nich využívají pouze profil ASP (Advanced Simple Profile), případně SP (Simple Profile). MPEG-4 zdědil některé vlastnosti starších

standardů MPEG-1 a MPEG-2 a přidal k nim řadu novinek. O standard MPEG-4 se jedná i v souvislosti s DVB-T, pro HDTV se používá H.264/MPEG-4 AVC, protože MPEG-4 by snížilo počet programů v jednom multiplexu z pěti na dva nebo tři (owp media, 2013).

### **Set top box (STB)**

Zařízení, které převádí přijímaný digitální signál z antény na analogový signál pro analogový televizor. Jde o nezbytné zařízení pro příjem DVB-T.

### **EPG**

(Electronic Programme Guide) – elektronický programový průvodce. Jde o standardní doplňkovou službu digitálního televizního vysílání. V každém digitálním multiplexu je vysílán televizní program, který je doplněn podrobnějšími informacemi o pořadech.

### **GEO**

Geostacionární dráha. Dráha, na níž jsou umístěny družice, které mají stejnou úhlovou rychlost, jako je úhlová rychlost rotace Země. Díky tomu se jeví družice na této dráze umístěné jako „stojící“ na jednom místě (Hanus, 2010, s. 90).

## **3 Analogová televize**

### **3.1 Proč konec analogové televize?**

Jedním z hlavních důvodů, proč analogové televizní vysílání skončilo, byl fakt, že tato technologie již dosáhla svého pomyslného vrcholu technické dokonalosti. Přes veškerá technická snažení a další zdokonalování vysílacích norem zůstávala v mnoha ohledech nedokonalá. Určité výhody a nevýhody této technologie lze shrnout do několika poznámek.

### **3.2 Výhody a nevýhody analogového vysílání**

#### **Výhody**

Nespornou výhodou analogového televizního vysílání je skutečnost, že příjem obrazového a zvukového signálu je možný i přes jeho značně nízkou kvalitu. Obraz zůstává docela pozorovatelný i ve špatných příjmových podmínkách. Špatná kvalita signálu se projevovala především známými „duchy“, tedy odraženými vysokofrekvenčními vlnami od sousedních objektů, dále zrněním, syčením apod. S tímto se řada lidí mohla spokojit, pokud chtěli přijímat televizi prostřednictvím

pozemního vysílání. S rostoucí kvalitou televizních přijímačů však rostl i nárok na větší kvalitu obrazu a ten bohužel analogové vysílání nemohlo lidem nabídnout. Jednoduše lze tedy říci, že nesporná výhoda analogového vysílání oproti digitálnímu je, že i přes slabý signál, můžeme na televizním přijímači naladit televizní stanice. To u digitální televize díky nespojitému přenosu signálu není možné.

### **Nevýhody**

Lze logicky usoudit, že nevýhod analogového vysílání je podstatně více než výhod, jinak by nevyvstala potřeba přecházet na digitální vysílání a vše by mohlo zůstat původní. Nemožnost rozšiřování analogového vysílání je jeho hlavní nevýhodou. Zejména v oblasti běžného pozemního vysílání vadí vyčerpané frekvenční spektrum vysílacích pásem (Bednář, 2007, s. 18).

V době před začátkem digitalizace byl již prakticky veškerý počet vysokofrekvenčních přenosových kanálů využíván a nebyl v něm volný prostor pro další vysílače, tedy ani pro další programy. U analogového vysílání lze totiž v jednom televizním kanálu o šířce 8 MHz přenášet pouze jeden televizní program se zvukovým doprovodem, což se v porovnání s digitálním vysíláním, kde je přenosový kanál lépe využit, jeví jako značně neekonomické. Sousední vysílače navíc nemohou vysílat na stejném televizním kanálu, přičemž ochranná vzdálenost je závislá na výkonu vysílačů a důsledkem toho jsou další značné nároky na kmitočtové spektrum.

Shrneme-li všechny vlastnosti analogového vysílání, umožňuje nám v jednom přenosovém kanále zprostředkovávat pouze přenos barevného obrazu, stereofonního zvukového doprovodu a teletextu. Tyto omezující faktory nemohly držet krok s rychle se vyvíjejícími dalšími zařízeními, jako jsou internet, kapesní televizní přijímače, chytré mobilní telefony (smartphony) apod..

## **4 Základní charakteristiky digitálního televizního vysílání**

Základní komunikační řetězec zůstává prakticky stejný jako u analogového vysílání, principiálně se však jedná o úplně odlišný způsob přenosu obrazu z televizního studia až k televiznímu přijímači. Princip DVB spočívá v tom, že vstupní obrazový a zvukový signál projde digitalizací společně s přidruženými službami jako je např. teletext. Tento signál je však značně obsáhlý a zbytečně by zabíral značnou část vysokofrekvenčního spektra. Také technické a ekonomické nároky na vysílání a příjem takového signálu by byly značně náročné a prakticky by se tímto ztratily všechny

výhody digitálního vysílání. S digitálním signálem lze pracovat podstatně lépe než se signálem analogovým. Digitální signál je tvořen z nepřetržitého toku jedniček a nul, takže jej pomocí složitých matematických operací můžeme různě upravovat, především z něj odstranit redundantní a irelevantní informace, které jsou běžně obsaženy v analogovém signálu. Po odstranění takovýchto přebytečných informací projde signál kompresí, kde se ještě více zúží jeho datový tok a tedy i šířka a nakonec se sloučí dohromady s několika dalšími signály, čili dalšími programy v jeden signálový tok. Tomuto slučování datových toků (programů) se říká multiplexování a výsledek tohoto procesu je multiplex, tedy jakýsi „kontejner“, který obsahuje několik televizních programů. Abychom nějak signál ochránili před rušivými vlivy okolního prostředí, kterému musí čelit během vysílání z vysílačů, vytváříme jeho ochranu různými kódovacími metodami, které během přenosu zabezpečí co možná nejmenší ztráty a chybovost. Bez této ochrany by příjem takového signálu byl značně nekvalitní, zejména u přenosu zemského signálu, jehož přenos je nejsložitější a nejobtížnější, protože prostupuje od vysílače k přijímači značně variabilním prostředím a dochází u něj k různé degradaci díky okolnímu terénu. Takto připravený signál musí projít modulací (QAM, QPSK), aby mohl být přenášen vysokofrekvenčními anténami, a poté je možné jej konečně vysílat.

**Za hlavní charakteristiky je dle (Legiň, 2006, s. 26) možné považovat:**

- vysílání více televizních programů v jednom televizním kanálu (obvykle 3 až 5 televizních programů), ve standardní kvalitě SDTV, která odpovídá analogovému přenosu PAL, v rozlišení 720 x 576 bodů. Kvalita přijímaného signálu přitom také závisí právě na množství televizních programů, které jsou obsaženy v jednom multiplexu,
- možnost přenosu několika zvukových doprovodů, od monofonního přes prostorový, což je dnes samozřejmost, až po prostorový zvuk Dolby Digital AC3,
- možnost přenosu jiných datových toků, jako jsou především rozhlasové programy a toky dalších služeb pro účely zábavy, nebo obchodu. Význam této možnosti v současnosti roste díky nástupu tzv. chytrých televizorů,
- pružná volba kvality obrazu a zvuku, včetně kvality HDTV, až do maximálního přenosového toku vybraného módu DVB-T,

- vysoká bezpečnost metod ochrany pro podmíněný přístup k placeným programům či službám,
- zlepšení kvality příjmu zejména v oblasti s odrazy, tedy města a místa s členitějším terénem, které u analogového signálu působí značně rušivě, při digitálním přenosu však díky ochrannému intervalu nemají takový vliv,
- možnost budování jednofrekvenčních vysílacích sítí, tj. stejný multiplex programů je vysílán sítí vysílačů na jediném kmitočtu, přičemž se tyto vysílače vzájemně neruší, jako tomu bývalo u analogového vysílání, ale dokonce naopak, za určitých podmínek se podporují, jelikož úroveň signálu se sčítá. To má zásadní vliv na úsporu kmitočtového spektra, což je jeden z hlavních důvodů celé digitalizace,
- možnost používat přenosné přijímače se jednoduchými anténami (velikost těchto antén bývá jako velikost běžné USB klíčenky) např. v pohybujiících se dopravních prostředcích,
- na pokrytí území postačují vysílače s menším výkonem (DVB-T).

#### **4.1 Výhody a nevýhody digitálního televizního vysílání**

Příchod každé nové technologie s sebou přináší určité výhody a nevýhody, přičemž nevýhody u digitálního vysílání jsou spíše počátečního charakteru, které postupným budováním sítě a vyladováním dalších nedostatků s tím spojených, odeznívají. Dalším technologickým vývojem vysílání, jímž digitalizace neustále prochází, se pravděpodobně bude okruh výhod nadále rozšiřovat.

##### **Výhody**

Jednoznačnou výhodou pro diváky je zvýšení počtu programů a zvýšení kvality obrazu a zvuku. Tato výhoda nejvíce kompenzuje všechny nedostatky analogového vysílání a je tak největší změnou a přínosem této technologie. Dále může divákovi nabídnout množství doplňkových služeb, jako jsou EPG, či možnost uplatnění prvků interaktivity a multimediálních a mobilních aplikací v oblasti kultury, zábavy a vzdělávání. Diváci budou moci prostřednictvím svého televizoru hlasovat v soutěžích, či ovlivňovat děj určitého televizního pořadu (Duspiva, 2004, s. 13). Tato možnost interaktivity je v mnoha zdrojích často zmiňována, nutno však podotknout, že v současnosti žádná televizní stanice takovouto službu nenabízí a je to prozatím jedna z variant budoucího vývoje. Oproti analogovému vysílání, kde kvalita signálu značně ovlivňovala kvalitu přijímaného obrazu a zvuku, umožňuje digitální vysílání vnitřní

přenosný, případně mobilní příjem. Digitální televizi tak můžeme přijímat v „chytrých“ mobilních telefonech, tabletech, noteboocích apod. Osobní počítače a notebooky tuto technologii zvládají již delší dobu díky již zmiňovaným přijímačům velikosti běžné USB klíčenky, připojené právě do konektoru USB. Spolu s digitální televizí lze šířit současně i digitální rozhlasové vysílání. V současnosti však na trhu není příliš široká nabídka digitálních rozhlasových přijímačů a tak je přijímán většinou přes televizory. Digitální televizi můžeme kvalitně přijímat i v pohybujiících se vozidlech a to i při rychlostech přes 200 km/h, což systémy analogového vysílání, digitálního kabelového a satelitního vysílání neumožňují. Záleží však na síle přijímaného signálu.

Pro vysílatele znamená digitalizace ušetření nákladů na vysílání a zejména ušetření přenosové kapacity. Z toho plyne i výhody pro provozovatele sítí, kteří mohou na mediální trh nabídnout vyšší přenosovou kapacitu. Výrobci a prodejci telekomunikační techniky mohou vyrobit a nabídnout zákazníkům širší škálu televizních a externích přijímačů a doplňků k nim díky lepší kvalitě obrazu a zvuku. Regulační orgán telekomunikací může optimálně využít kmitočtové spektrum díky vybudování jednofrekvenční sítě (Legiň, 2006, s. 27).

### **Nevýhody**

Z hlediska obrazové kvality jsou nevýhodou možné občasné výpadky obrazu a zvuku, což je projev nekvalitního signálu. Obraz se může na malý okamžik rozpadnout na „kostičky“, případně krátce „zamrznout“, či úplně zmizet až na několik sekund. Tam, kde u analogového vysílání bylo možné naladit alespoň nějaký obraz sice s mizernou kvalitou, u digitálního vysílání se projevují výše zmíněné vlastnosti. Vedou se také diskuze o stupni komprese obrazu. Bohužel, díky ztrátové kompresi obrazu, kdy z něj odstraníme redundantní a irelevantní informace, již nikdy nezískáme zpět původní obraz. Je možné se dohadovat o tom, která informace je podstatná, a která není. Toto je totiž vždy subjektivní názor každého diváka, ale záleží i na typu obrazu. Bylo provedeno mnoho experimentů s lidským vnímáním obrazových scén, sledovala se zrková omezení a bylo zjišťováno, jaký stupeň komprese je ještě přijatelný (Bednář, 2007, s. 28). Řešení bylo nalezeno kdesi uprostřed, mezi optimální kvalitou obrazu a přenášeným datovým tokem. U některých televizních stanic, které spustily své vysílání nedávno, lze tvrdit, že obrazová kvalita jejich vysílání není příliš vysoká, což je dáno především nízkým datovým tokem, který si tyto stanice objednaly u provozovatele sítě.

Počáteční investice do digitálních přijímačů (set-top boxů), či rovnou do nových digitálních televizorů mohou být pro někoho značnější. Divák se musí rozhodnout, jaký systém vysílání si zvolí pro příjem. Zdali pozemní, kabelový, satelitní, či jiný. Pokud je v jedné domácnosti více televizorů, a divák je rozhodnut pro zemský příjem, musí být na každý analogový televizor připojen jeden set-top box. Při společném příjmu přes společnou televizní anténu je nutno investovat do nových rozvodů v UHF pásmu, do nových konvertorů apod. (Legiň, 2006, s. 27).

Provozovatelé vysílacích sítí potřebují také získat velké investice pro vybudování nových vysílacích sítí a současně musejí zajišťovat provoz starého analogového vysílání. Z toho důvodu se mohou během přechodu vyskytovat určité poruchy a výpadky vysílání. Toto jsou však problémy, které se vyskytovaly při přechodu na digitální vysílání a již se je ve většině případů podařilo vyřešit. Jako hlavní nevýhody tak zůstávají horší kvalita obrazu při nekvalitním signálu a přeplněnost některých multiplexů.

## **5 Postup digitalizace v České republice**

Projekt DVB začíná v Evropě v září 1993 podepsáním memoranda o porozumění a ustanovením valné hromady evropského projektu DVB. Toto memorandum podepsalo 83 subjektů a byl ustanoven výbor. Česká televize přistoupila na jaře roku 1994 jako první ze států bývalého východního bloku. Naše země tak stála už u samotného zrodu specifikace standardů DVB, která byla ukončena v lednu 1994 (Duspiva, 2004, s. 14).

### **5.1 Experimentální provoz**

Experimentální provoz DVB-T byl zahájen v České republice v roce 2000 společnostmi České radiokomunikace, a.s. a Czech Digital Group, a.s. Toto experimentální vysílání pokračovalo i v roce 2001 na 46. a 25. televizním kanále v oblasti Prahy. V průběhu tohoto vysílání byly ověřovány především technické vlastnosti celého systému, zejména různé způsoby kódování, protichybové zabezpečení, odolnost proti odrazům a nároky nastavení skupiny vysílačů pracujících na společném kmitočtu. První ze dvou společností, které zahajovaly experimentální provoz, byly České Radiokomunikace, jež začaly vysílat 12. 5. 2000 na 25. kanálu. V první etapě byly vysílány tři televizní programy (ČT 1, ČT 2 a TV Nova) a dva rozhlasové kanály (ČRo 1, ČRo 2) z vysílačů Praha – město s výkonem cca 1 kW a Praha – Cukrák

s výkonem cca 250 W. Společnost Czech Digital Group realizovala vysílání na 46. televizním kanálu se třemi vysílači o výkonu do 10, 5 a 4 kW. V průběhu let 2002 a 2003 pokračovalo experimentální vysílání DVB-T v oblasti Prahy, které nadále uskutečňovaly výše zmíněné dva subjekty. RRTV průběžně prováděla konzultace s oběma subjekty, které současně s tímto dodávaly radě informace o dosavadních výsledcích. V těchto letech byla věnována pozornost zejména ze strany Českých Radiokomunikací technické problematice vysílání, byl ověřován přenos, rušení a další parametry vysílání. Czech Digital Group se zaměřovala na systematické ověřování jednotlivých typů set-top boxů, věnovala se problematice interaktivity, dokrývačů a marketingu. Licence pro vysílání byly každý rok prodlužovány, avšak byla zde absence koncepčních rozhodnutí zejména ze strany státních orgánů, díky čemuž se další etapy projektu digitalizace mírně zpozdily (Duspiva, 2004, s. 23). Dne 25. 10. 2005 Česká televize ve spolupráci s Českými radiokomunikacemi přešla z experimentálního vysílání na řádné digitální vysílání programů ČT 1, ČT 2 a ČT 24 v rámci přechodné telekomunikační sítě A. Tato přechodná síť vysílala v největších městech republiky a jejich okolí – Praha, Brno, Ostrava. Z technických důvodů začalo vysílání v Domažlicích a v Ústí nad Labem a jejich okolí. Vysílač Buková hora, který pokrýval Ústecko, byl také prvním z vysílačů velkého výkonu, jenž přešel do digitálního vysílání. V těchto zmíněných dvou městech proběhla digitalizace ještě před zavedením technického plánu přechodu, protože analogové vysílání muselo být ukončeno co nejdříve z důvodu postupující digitalizace v sousedním Německu. Analogový signál byl rušen signálem digitálního rozhlasu z Německého pohraničí. Všechny programy obsažené v přechodné síti A byly dle technického plánu přechodu převedeny do konce října 2008 do digitální sítě 1 (Multiplex 1) (Česká televize, 2008).

Experimentální vysílání přineslo mnoho zkušeností a praktických informací, které byly následně aplikovány při celostátním přechodu na digitální vysílání. Bez tohoto testování by byl celý přechod značně složitější a probíhal by s většími obtížemi nebo by možná byl i neuskutečnitelný.

## **5.2 Technický plán přechodu**

Aby bylo možné začít s přechodem na digitální televizní vysílání, musely státní orgány přesvědčit majitele analogových televizních stanic, které vysílaly na našem území, aby se vzdali svých vysílacích kmitočtů. Bez uvolnění těchto kmitočtů by totiž nebylo možné začít s procesem digitalizace. K tomu musel stát použit jak stávající



zákony o televizním a rozhlasovém vysílání, tak vytvořit i nové, podle nichž se měl celý proces digitalizace řídit. Znamenalo to tedy výrazněji přepracovat mediální legislativu.

TPP vypracoval v souladu s Konceptí rozvoje digitálního vysílání Český telekomunikační úřad. Tento plán byl schválen vládou 28. Dubna 2008. Tento dokument stanovuje způsob přechodu na digitální vysílání a postupné ukončování analogového vysílání. S konceptí tohoto dokumentu vyslovili souhlas i provozovatelé celoplošných televizních stanic, aby byl možný efektivní a transparentní přechod na digitální vysílání. Od uvedení platnosti tohoto plánu vyžadovala realizace digitálních sítí postupné vypínání zemského analogového televizního vysílání z důvodu uvolnění kmitočtů, které byly poté použity na výstavbu nových sítí pro digitální televizní vysílání. ČTÚ musel také v rámci svých kompetencí monitorovat využití kmitočtů přidělených pro sítě digitálního vysílání a hlavně dohlížet na včasné a úplné zprovoznění těchto sítí v rámci daného harmonogramu, aby pokrytí celé ČR digitálním vysíláním probíhalo postupně a kvalitně tak, že jej mohou přijímat i lidé v méně osídlených oblastech republiky (Ministerstvo vnitra ČR, 2006)

Celý harmonogram přechodu od analogového na digitální vysílání, byl rozložen do období čtyř let, přičemž úplné ukončení analogového televizního vysílání mělo být stanoveno 11. Listopadu 2011 na celém území České republiky s výjimkou dvou územních oblastí Jeseník a Zlín, kde byl stanoven termín ukončení k 30. Červnu 2012. Tyto termíny byly nejzazšími a je třeba říci, že se je podařilo splnit.

TPP byl koncipován pro očekávaných 16 televizních programů jak stávajících, tak i nových provozovatelů zemského televizního vysílání. Při provádění TPP došlo k nerovnoměrnému rozložení televizních kanálů do tří vysílacích multiplexů, později čtyř, což mělo za následek jejich nerovnoměrný rozvoj. Nejrychleji byl naplněn a rozšířen Multiplex 1, avšak další multiplexy se zaplňovaly pomaleji zejména díky ne příliš velké ochotě některých komerčních televizních stanic přejít do digitálního vysílání, do pozic, které jim byly garantovány příslušným zákonem. Díky tomuto zákonu to v praxi znamenalo nemožnost naplnit multiplexy jinými zájemci a tedy další zbrzdění rozvoje a naplněnosti multiplexů (ČTÚ, 2010, s. 2).

### **5.3 Ukončování analogového vysílání**

Postupné ukončování analogového televizního vysílání probíhalo již od roku 2008. Zpočátku byl na vybraných lokalitách ukončován pouze provoz vysílačů programu ČT 2, jehož uvolněná programová pozice byla využita pro šíření všech

programů České televize v digitální formě. Digitalizace a tedy i vypínání analogového vysílání, probíhala směrem od našich západních hranic, z důvodu postupující digitalizace v sousedním Německu a Rakousku. Tyto státy potřebovaly kmitočty, které ČR využívala pro analogové vysílání, proto musely být vypnuty co možná nejdříve, aby tak neomezoval naše západní sousedy.

## **5.4 Vysílací sítě**

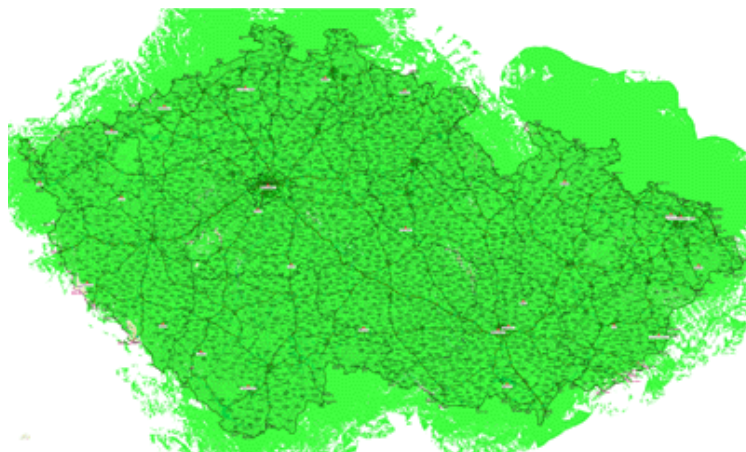
V České republice nyní můžeme naladit televizní programy ze čtyř vysílacích sítí. Jejimi provozovateli jsou České Radiokomunikace a.s., Czech Digital Group a.s. a Digital Broadcasting s.r.o.

### **5.4.1 Vysílací síť 1**

Provoz této veřejnoprávní sítě zajišťuje Česká televize, technický provoz je však na společnosti České Radiokomunikace. Realizace probíhala v souladu s harmonogramem TPP, přičemž se v závěru roku 2010 díky urychlení výstavby páteřních vysílačů, podařilo tento harmonogram předstihnout o dva měsíce. Již v září roku 2010 bylo signálem pokryto 99,9 % území České republiky. Zákonem stanovená hodnota přitom pro toto období byla 95 %. Mírné zpoždění však nastalo u výstavby několika dokrývačů malého výkonu, kvůli zpožděnému výběrovému řízení na výstavbu těchto dokrývačů.

V současné době je v této vysílací síti v provozu 114 vysílačů (z toho 27 vysílačů velkého výkonu) a disponibilní kapacita datového toku je plně využita (ČTÚ, 2012, s. 2)

Ve vysílací síti 1 jsou obsaženy programy České televize – ČT 1, ČT 2, ČT 24, ČT sport.



Zdroj: [www.digizone.cz](http://www.digizone.cz)

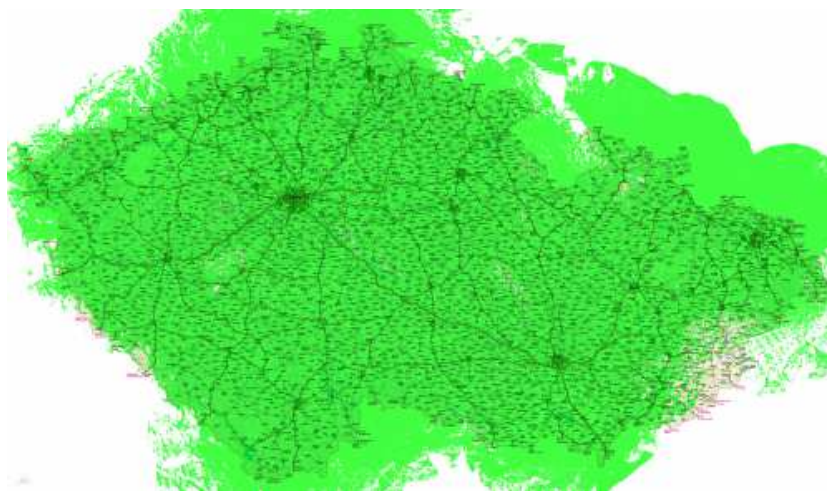
Obr. 2 Aktuální mapa pokrytí vysílací sítě 1

#### 5.4.2 Vysílací síť 2

Tato síť vznikla v roce 2008 z přechodného multiplexu A a počtem páteřních vysílačů prakticky kopíruje veřejnoprávní vysílací síť 1. Provozovatelem jsou České Radiokomunikace a. s. Realizace sítě probíhala opět dle TPP. Zákonná podmínka pro rozsah pokrytí České republiky je 70 %, přičemž této hodnoty bylo dosaženo v červnu 2010.

Nyní je ve Vysílací síti 2 v provozu 77 vysílačů (z toho 26 vysílačů velkého výkonu) a disponibilní kapacita datového toku je stejně jako u vysílací sítě 1 plně využita.

V této síti jsou umístěny výhradně komerční televizní stanice, přičemž tyto patří k nejsledovanějším u nás. Jsou to Nova, Nova Cinema, Prima family, Prima Cool a TV Barrandov.



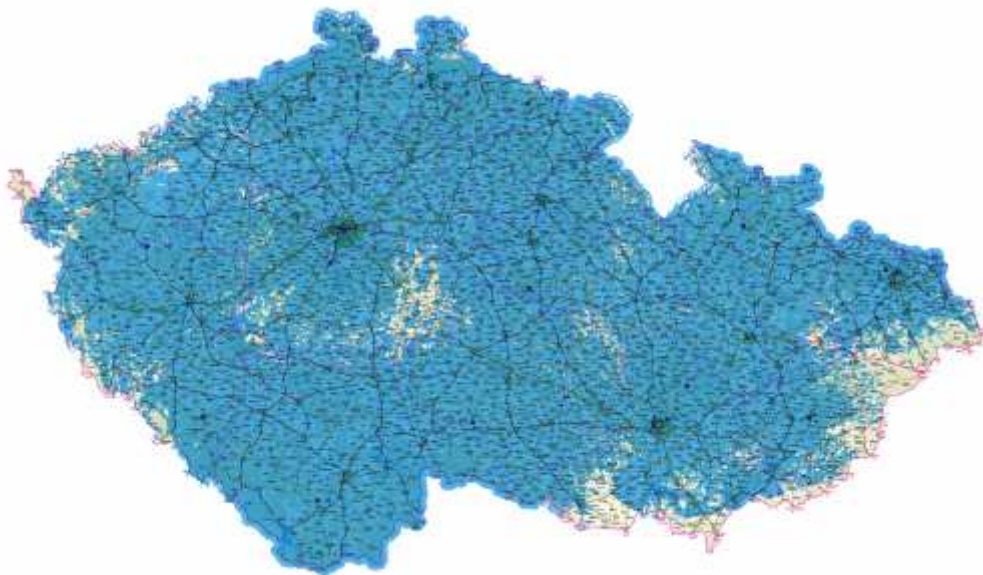
Zdroj: [www.digizone.cz](http://www.digizone.cz)

Obr. 1 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 2

### 5.4.3 Vysílací síť 3

Provozovatelem třetí vysílací sítě je Czech Digital Group a.s. Od prosince 2010 tuto společnost vlastní České Radiokomunikace a.s. Výstavba se řídila opět TPP, v závěru došlo k urychlení zahájení provozu vysílače Jeseník a Zlín o tři měsíce. Minimální zákonné hodnoty jsou stejně jako u druhé vysílací sítě 70 %. Těto hodnoty se podařilo dosáhnout v září 2010.

V současnosti je ve vysílací síti 3 v provozu 20 vysílačů (z toho 17 vysílačů velkého výkonu) a k dispozici je volná kapacita datového toku pro umístění minimálně jednoho vysílacího programu. Jelikož tato síť vysílá na poměrně malém počtu vysílačů, mohou být s jejím příjmem v některých místech republiky problémy. V některých oblastech lze ještě využít volné kapacity pro šíření regionálních televizních programů. Programový obsah této vysílací sítě se několikrát změnil. V době převzetí společností Českými Radiokomunikacemi obsahovala zpravodajskou stanici Z1, dále Public TV a rádio Proglas. Obě zmíněné televizní společnosti z finančních důvodů ukončily vysílání a na jejich programových pozicích se objevily stanice Prima Love a Óčko TV. Dále přibyla koncem minulého roku TV 5, která ale již také ukončila vysílání z finančních důvodů. Poslední stanice jsou Šlágr TV a Prima Zoom.

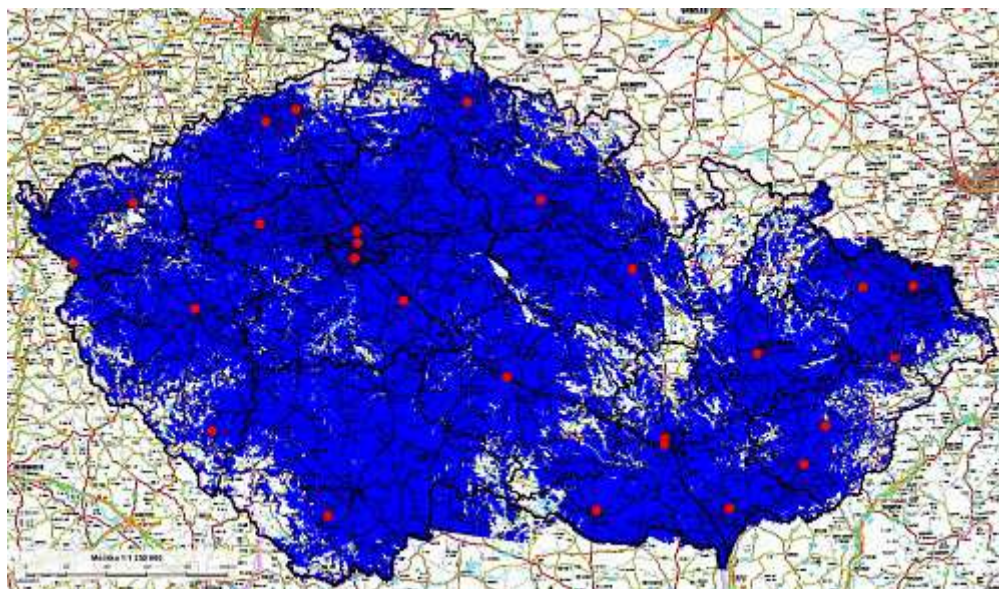


Zdroj: [www.digizone.cz](http://www.digizone.cz)

Obr. 3 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 3

#### 5.4.4 Vysílací síť 4

Tato vysílací síť se po celou dobu přechodu na digitální vysílání prakticky nerozvíjela z důvodu absence zájmu provozovatelů šířit v této síti své stanice. V roce 2012 došlo k převodu práv k využívání radiového kmitočtu na nového držitele, kterým se stala společnost Digital Broadcasting s.r.o. Do konce června 2012 pak byl zahájen provoz jednotlivých vysílačů ve všech stanovených regionech a došlo k navýšení pokrytí na 56,8 %. Tato síť se nadále rozvíjí a nyní je předpokládaná hodnota rozsahu pokrytí přes 70 %. V provozu je 15 vysílačů velkého výkonu a k dispozici je značná část kapacity datového toku. Pro tuto síť je v současnosti příznačný velký rozvoj, který lze očekávat i do budoucna. Nyní obsahuje tyto televizní programy: ČT 1 HD, Nova HD, TV Pohoda, Fanda, Smíchov, inzert TV. Chystaný dětský kanál ČT 3 se v této vysílací síti objeví možná už koncem srpna tohoto roku, spekuluje se také o dalších celoplošných stanicích, které by měly v této síti zahájit vysílání.



Zdroj: [www.digizone.cz](http://www.digizone.cz)

Obr. 4 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 4

## 6 DVB-T

### 6.1 Parametry systému DVB-T

Systém DVB-T vychází po technické stránce z normy ETSI EN 300 744, která definuje vlastnosti jako je zdrojové kódování, modulace a komprimaci v systému MPEG-2 (ETSI, 1997). Rozložení frekvencí a kanálů a další technické postupy a



kritéria byly zavedeny podepsáním dohody roku 1997 v Chesteru. Tato dohoda bývá také označována jako CH97.

Digitální televizi bylo určeno III., IV. a V. televizní pásmo. Tyto pásma se dříve užívaly i pro analogové televizní vysílání a jsou již jednotně rozpásmována pro celou Evropu na odstup 8 MHz (Bednář, Gregora, 2007, s. 25).

Aby si každý stát, či továrna nevymýšlel své uspořádání digitálního signálu, bylo Mezinárodním poradním sborem pro radiokomunikace (CCIR) vypracováno doporučení č.601, podle něhož jsou definovány další standardy pro digitální barevný obrazový signál (Bednář, 2007, s. 24).

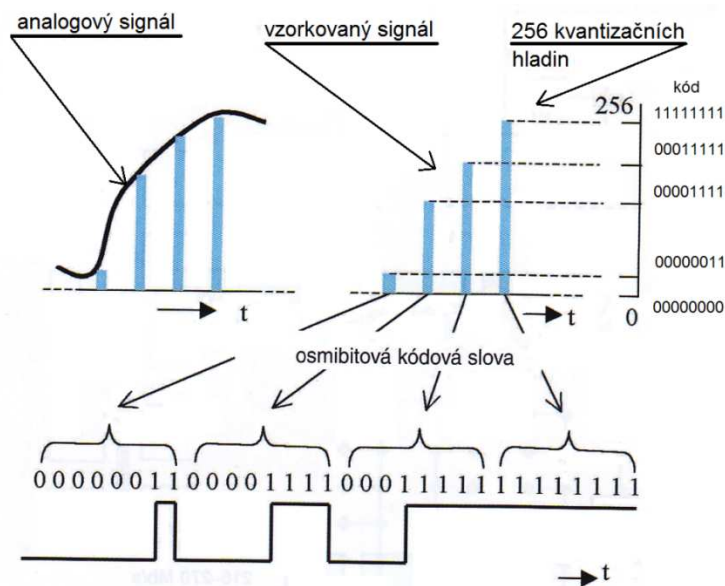
## **6.2 Princip**

### **6.2.1 Digitalizace vstupních obrazových a zvukových signálů**

Podle doporučení č.601 je studiový obrazový digitální barevný televizní signál vytvořen tak, že aktivní část televizního řádku je rozdělena na 720 vzorků jasového signálu (Y) a dva barevné rozdílové signály (Y-B, Y-R). Každý vzorek tedy musí být popsán třemi údaji. Úrovně každého ze vzorků se zjišťují ve 256 hodnotách ( $2^8$ ), tedy ve 256 vzorkovacích úrovních. Každý vzorek a jeho vzorkovací úrovně jsou definovány 8 nebo 10 bitovým kódem impulzně kódové modulace (PCM) (Bednář, 2007, s. 23).

### **6.2.2 Pulzně kódová modulace (PCM)**

Tato metoda převodu analogového signálu na digitální je známá již od roku 1937, kdy ji navrhl Brit Alec Reeves. Tato metoda byla později ještě více propracována a její princip spočívá ve třech krocích. Analogový signál je zpracováván v A/D převodníku, kde je časově vzorkován. U jednotlivých vzorků je ve vztahu k předem definovaným hodnotám stanovena jejich amplituda a kvantované vzorky jsou vyjádřeny posloupností kódových impulzů jako kódová slova. Opět dle doporučení č.601 má jasový signál vzorkovací kmitočet 13,5 MHz, vzorkovací kmitočty obou barevných signálů jsou poloviční, tedy 6,75 MHz. Pokud tedy máme v televizní technice 625 řádků, které vykreslují 50 pulsů za sekundu a dané vzorkovací kmitočty, vychází nám bitová rychlost 216-270 Mbitů/s. K tomu se přidá navíc zvukový signál, který však má podstatně menší bitovou rychlost (AMARO, 2006; wikipedia, 2001).



Zdroj: Bednář, 2007, s. 88

Obr. 5 Princip pulzně kódové modulace

### 6.2.3 Zdrojové kódování

Musíme si uvědomit, že bitová rychlost, tedy 216 – 270 Mbitů/s je pro reálný přenos příliš vysoká. Takový přenos by šel velice těžko uskutečnit v satelitním vysílání, tedy v pásmu GHz, neproveditelným by byl v síti pozemních vysílačů a televizních kabelových rozvodů, tedy technologiích DVB-T a DVB-C. Abychom mohli digitální televizní signál přenášet i pozemními vysílači a navíc účinněji s několika dalšími programy, je třeba tento digitální signál komprimovat. Musíme tedy snížit jeho bitovou rychlost na 4 – 15 Mbitů/s.

Již při standardizaci evropského projektu DVB byla proto zvolena soustava zdrojového kódování označená jako MPEG-2 (Motion Picture Experts Group). Soustava je velmi propracovaná pro distribuci signálu s pohyblivými obrazy s požadavky na různou kvalitu přenosu i vzhledem k možnosti výskytu různých chyb a rušení. Kodér je navržen jako jakási stavebnice, u které je možné volit různé parametry vzhledem k využití např. pro televizi s malým rozlišením až po televizi s vysokým rozlišením (HD). Tato vlastnost je zejména výhodná v tom, že provozovatel sítě může divákovi nabídnout pomocí jedné technologie několik možností kvality obrazu. Divák tak může sledovat televizi v klasickém rozlišení (SDTV), ale může si naladit i HD programy.

Základním principem je kodéru MPEG-2 je odstranění nadbytečného (redundantního) a irelevantního digitálního signálu. Signálový tok se musí snížit až na takovou úroveň, která je vhodná pro vlastní přenos, přitom to vše musí proběhnout bez viditelného zkreslení signálu. Nesprávná volba hranice pro odstranění irelevantních dat může vést ke ztrátě ostrosti obrazu a obecně rozlišovací schopností přenosu pro jemné detaily v obrazu.

Prostorová redundance spočívá v tom, že obrazové body, které navzájem sousedí, jsou nějak spolu kolerovány, tím více, čím blíže jsou k sobě. Jestliže má konkrétní obrazový bod určitou barvu, jas a sytost, pak je možné předpokládat, že i okolní body budou mít stejné nebo podobné vlastnosti. Například pokud je na scéně postava, za níž je pozadí stejné barvy, dejme tomu bílá zeď, je možné veškerou tuto bílou plochu vyjádřit jedinou úrovní signálu, aniž by nastala jakákoli změna v kvalitě obrazu.

Příkladem irelevance je barevný signál. Z rozsáhlých výzkumů fyziologických vlastností lidského zraku bylo zjištěno, že náš zrak je málo schopen odlišit drobné detaily v obraze, zvláště pak, pokud se tyto detaily mění při rychlém pohybu. Větší rozlišovací schopnosti má lidské oko na jasové podrobnosti. Ze všech těchto důvodů se chrominanční signály vzorkují již primárně s nižší frekvencí.

Dále se vyhodnocuje časová proměnlivost signálu, tzv. časová redundance. Ta vzniká tím, že obrazové body, které jsou na obrazovce ve stejném nebo velmi blízkém místě v několika snímcích jdoucích za sebou, jsou také navzájem do určité míry kolorovány. Z toho tedy vyplývá možnost časové predikce, kdy je možné předvídat pohyby ve scéně v čase a můžeme tedy zavést tzv. predikční kódování, které rozlišuje, zda je obraz statický nebo pohyblivý. Podle toho jsou příslušným místům v obraze přidělována data a jiným místům, méně pohyblivým, jsou odebírána. Časově statické informace se odstraňují. Systém vytváří rozdíl mezi jednotlivými snímky. Stav předcházejícího snímku je výchozí předpověď pro stav následujícího snímku.

Další možností, jak odstranit redundanci je předpoklad, že divák sleduje scény zejména uprostřed obrazu. Po vyhodnocení různých detailů v obraze, je možné, že umístění detailů v rohu může být zcela statické vzhledem k pohybující se scéně, takže je časově redundantní. Detail v rohu může mít větší i menší rozlišení. Díky již výše zmíněným vlastnostem je tedy do určité míry irelevantní a může být potlačen.

Výsledkem této komprimace je sestavení základního obrazového datového toku do paketů. Následná paketizace je popsána v další kapitole.



Podrobnější popis kódování a odstranění nadbytečných informací ze signálového toku pomocí kodéru MPEG-2 je velice složitý a vydal by na jednu samostatnou práci. Pro podrobné seznámení odkazuji na literaturu<sup>1</sup>, kde je celá problematika kodéru MPEG-2 podrobně vysvětlena.

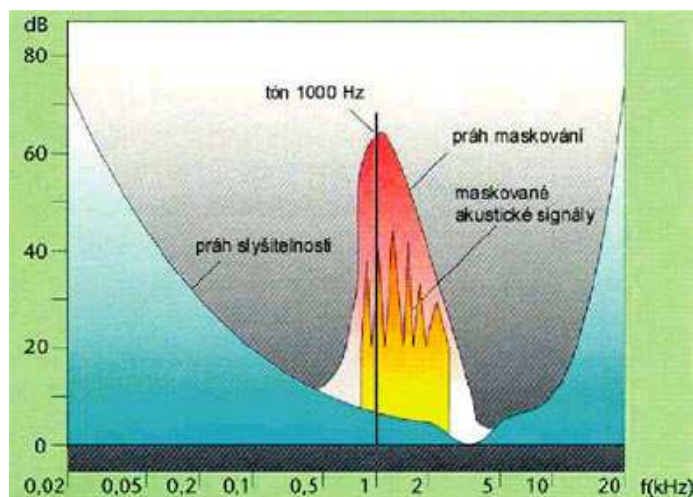
Je třeba podotknout, že komprese MPEG-2 je komprese ztrátová, tedy že komprimovaný signál již nelze znovu zcela zrekonstruovat.

Kromě komprimace obrazového signálu vyžaduje digitální televize také komprimaci zvukového doprovodu. Kódování MPEG-2 je založeno na rozdělení zvukového signálu v kmitočtové oblasti do 32 subpásem a využití tzv. psychoakustického maskovacího jevu lidského sluchu v každém z těchto subpásem.

Princip tohoto jevu je znázorněn na obr. 6. Čistý tón 1000 Hz zcela překrývá slabší zvukové signály v okolí, které se nalézají pod prahem maskování. V důsledku tohoto jevu potlačují silnější zvukové signály vnímání slabších složek v daném subpásmu. Díky jejich potlačení tak není potřeba je dále přenášet a mohou tedy být odstraněny. V každém subpásmu je možno zvolit optimální počet bitů na vzorek až do té hranice, při které je kvantizační šum ještě maskován a nedochází tak ke slyšitelnému snížení kvality zvuku. Opět je tedy třeba optimálně nastavit „hranu“, která by se neměla překročit, pokud nechceme snížit kvalitu obdobně jako u obrazové komprimace. Standardy MPEG pro kompresi zvuku v systému DVB-T rozlišují tři úrovně komprese. Základní úroveň 1, rozšiřující úroveň 2, při které lze dosáhnout větší kvality zvuku i při nižší bitové rychlosti a nevyšší úroveň 3, díky které lze dosáhnout nejlepší kvality zvuku. V systému DVB se využívá úroveň 2 (MPEG Audio Layer 2). Kompresní algoritmus MPEG-2 je v podstatě jen rozšířením původně uvažovaným MPEG-1. Tyto systémy jsou tak navzájem kompatibilní. MPEG-1 zavedl vzorkovací kmitočty 32 kHz, 44,1 kHz a 48 kHz, s MPEG-2 lze vzorkovat i s polovičními kmitočty. MPEG-2 navíc umožňuje i kódování pětikanálového zvuku. V systému DVB jsou doporučenými vzorkovacími kmitočty 48 kHz nebo 32 kHz. Doporučená přenosová rychlost je podle standardů DVB pro všechny systémy 384 kbit/s a vyšší. Snížení bitového toku se provádí systémem MUSICAM, který dokáže snížit bitovou rychlost pro stereofonní zvukový doprovod na 2x96 kbitů/s. Nakonec je tento zvukový doprovodný signál systémem MUSICAM upraven do označených paketů a připraven k dalšímu zpracování (Legiň, 2006, s. 45; Bednář, 2007, s. 22-26; AMARO, 2004; Česká televize 2013).

---

<sup>1</sup> LEGIŇ, Martin. *Televizní technika DVB-T*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-204-3.

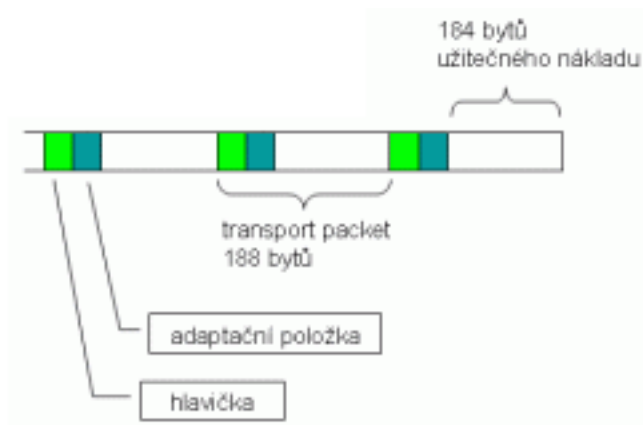


Zdroj: AMARO, 2004

Obr. 6 Princip psychoakustického maskovacího jevu

#### 6.2.4 Paketizace

Po kompresi datového toku na bitovou rychlost 4-15 Mbitů/s nám vzniká elementární datový tok (Elementary data stream). Pro dobrou kvalitu obrazu standardu SDTV, odpovídající kvalitě obrazu v systému PAL, postačuje datový tok asi 6 Mbitů/s. Z video a audio kodéru dostáváme každý jeden datový proud, jenž by ale v podobě, ve které vycházejí z kodérů, nešly snadno slučovat do souhrnného datového toku (multiplexu). Tyto elementární datové toky musí být rozděleny na jednotlivé pakety. Pakety sice mají proměnlivou délku, nejdůležitější je však opatřit každý paket startovacím pokynem s následným paketovým záhlavím. V tomto záhlaví jsou uvedeny důležité údaje pro dekódování paketu. Jsou to vztahy mezi jednotlivými snímky, pořadí zobrazení a obnovy snímků apod. Takto vznikne elementární paketizovaný tok (PES). V této fázi se přidávají další datové proudy ve formě PES, které obsahuje doplňkové služby digitálního vysílání, jako je teletext, informační tabulky, podtitulky apod. Elementární paketizovaný tok je již dekódovatelný a obsahuje všechna základní data (Bednář, 2007, s. 35).



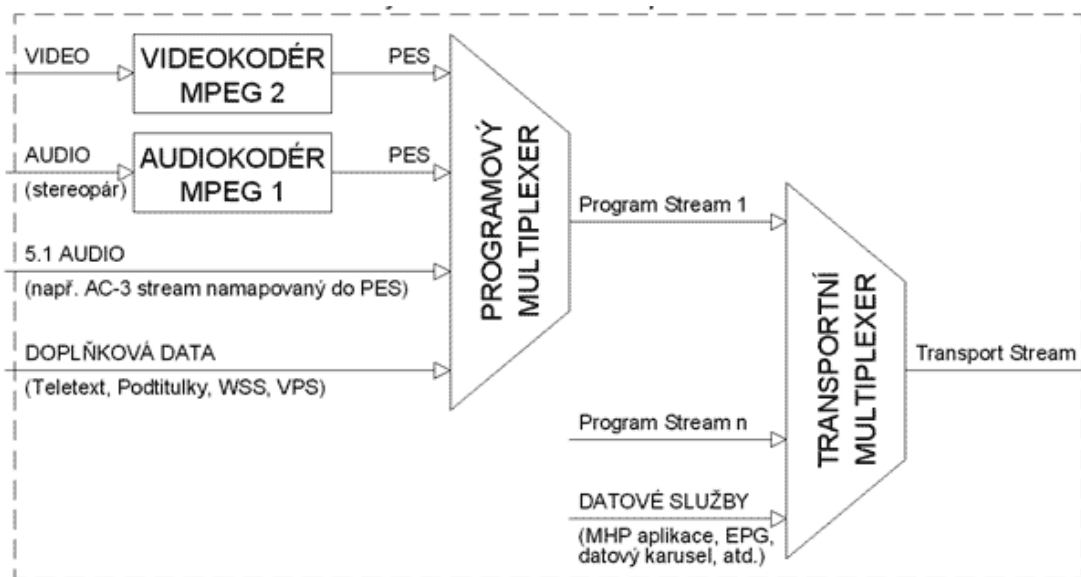
Zdroj: [www.digizone.cz](http://www.digizone.cz)

Obr. 7 Struktura paketu

### 6.2.5 Multiplexování

Aby bylo možné jednotlivé datové proudy ve formě PES, které vycházejí ze zvukového a obrazového kodéru sloučit v jeden souhrnný datový tok, musí projít zařízením zvaným multiplexer. Primární multiplexer má za úkol slučovat jednotlivé paketizované toky v jeden programový paketizovaný tok PTS. Kromě sloučení audio a video signálů se v tomto místě přidávají pakety doplňkových služeb digitálního vysílání (teletext, podtitulky, VPS, apod.) Primární multiplexer bývá také označován jako DVB kodér. V praxi se jedná o jednu společnou součástku vykonávající tyto funkce. Programový paketizovaný tok, který vychází z primárního multiplexeru je vlastně výsledný program (televizní stanice). Jednotlivé programové toky pak putují do sekundárního multiplexeru, který je sloučí spolu s dalšími službami (EPG, interaktivní MHP aplikace a další) vznikne tím transportní tok TS. Takto nám vznikne vysílatelný MPEG-2 transportní tok. Sekundární multiplexer však musí k TS přidat servisní data, která identifikují jednotlivé komponenty výsledného transportního toku. Bez těchto servisních dat by nebylo možné na přijímací straně signál dekodovat na obraz. Do úrovně elementárního toku jsou tedy zařazeny značky DTS a PTS, které se uplatňují pro zařazení signálu ke zpracování ve správný okamžik. Díky těmto povelům lze tedy na přijímací straně obraz zpětně dekodovat (Legiň, 2006, s. 78-81).

Do jednoho multiplexu lze umístit 4 až 6 televizních programů. Jejich počet závisí na kvalitě datového toku, jakou si objedná televizní stanice u provozovatele vysílací sítě. O počtu, složení multiplexů v ČR viz výše.



Zdroj: [www.ceskatelevize.cz](http://www.ceskatelevize.cz)

Obr. 8 Zdrojové kódování a multiplexování

### 6.2.6 Kanálové kódování

Transportní tok MPEG-2 vycházející ze sekundárního multiplexeru je velmi zranitelný, neboť neobsahuje prakticky žádné nadbytečné informace a jeden chybně přenesený bit může mít za následek značnou ztrátu informací. Proto musí být transportní tok ochráněn protichybovou ochranou. Veškerou úpravu komprimovaného digitálního signálu, která umožní jeho neporušený přenos přes vysílací a přijímací anténu do přijímače, nazýváme kanálové kódování.

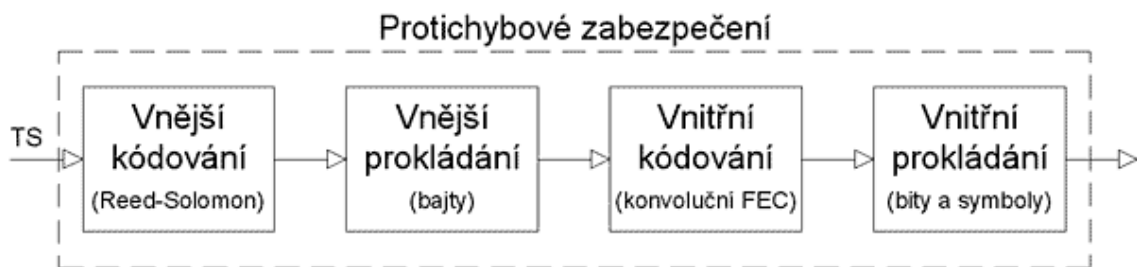
Tato úprava signálu v sobě zahrnuje postupy zabezpečení signálu proti rušení a vhodné modulační metody pro hospodárny přenos vysílacím prostředím. V komprimovaném digitálním signálu se porucha jednoho makrobloku může projevit již zmiňovanými chybami v obraze (nejčastěji je to zaseknutí, či rozpad). Když se ale do datového toku zavede ochrana, znamená to sice novou přídatnou redundanci. Tu je však možno akceptovat, protože účinně zajistí ochranu datového toku. Způsob ochrany je určen prostředím, kterým je signál přenášen. Největší potřebu protichybové ochrany má ze všech způsobů šíření digitálního televizního signálu, právě pozemní televize. Problematika ochrany transportního toku je rovněž velmi obsáhlá. Zaměřím se tedy jen na její nejdůležitější součásti.

### 6.2.7 Zabezpečení přenosu proti chybám

V systému DVB-T se používají dvě úrovně ochrany proti chybám – FEC 1 a FEC 2. Tyto kódovače se zařazují před modulátor. Kódování FEC 1 je tzv. bloková ochrana, která umožňuje v toku dat opravit chybné symboly. Kódovač FEC 1 přidává ke

skupinám  $m$  informačních symbolů vždy skupiny  $k$  ochranných symbolů a vytváří tak bloky  $n = m + k$ . FEC 1 je označován jako vnější ochrana a ve vysílači je zařazován jako první hned na vstupu dat transportního toku. V přijímači musí být umístěn jako druhý v pořadí.

Druhý zabezpečovací stupeň FEC-2 je označován jako vnitřní ochrana. Poskytuje bitovou ochranu a využívá k ní konvolunční kód. Pracuje na principu posuvného registru, z něhož přicházejí data v sériové formě. Z posuvného registru jsou vyvedeny odbočky. Z nich se odebírají „odbočené bity“ a sčítají se s dalšími přicházejícími bity. Při tomto systému zabezpečení se nepřidávají zvláštní opravné bity k informačním bitům, ale jednotlivé bity posloupnosti se navzájem ovlivňují vytvářením součtů na různých odbočkách registru. Bity se takto skládají (konvolují). Z původního jednoho vstupu se vytvářejí dva výstupy a původní přenosová rychlost se zvětšuje na dvojnásobek. To představuje přidání 50 % redundance, což opět umožňuje v přijímači využít algoritmy schopné nesprávně přijaté informační bity opravit.



Zdroj: [www.ceskatelevize.cz](http://www.ceskatelevize.cz)

Obr. 9 Blokové schéma protichybového zabezpečení

### 6.2.8 Modulace (C)OFDM

Modulace je proces, při kterém dochází k ovlivňování některého parametru nosné vlny v závislosti na okamžité hodnotě modulačního signálu (Říčný, Kratochvíl, 2006, s. 66).

Modulační metoda OFDM spočívá v tom, že do základního, 8 MHz kanálu je umístěn větší počet subnosných vln. Subnosné vlny jsou kmitočtově ortogonálně rozestoupeny (kmitočet subnosné vlny se nachází v minimu spektra sousední subnosné vlny). Tím je zabráněno vzájemnému rušení modulovaných subnosných vln. Před modulací subnosných vln je transportní tok v bloku mapování, na jehož výstupu je sériový transportní tok rozdělen na řádově tisíce dílčích skupin. Těmito skupinami je v každém okamžiku současně modulována skupina subnosných vln různých frekvencí. Blok mapování tak přiřazuje skupiny signálu jednotlivým skupinám subnosných vln a

subnosné vlny jsou modulovány jednotlivými modulačními symboly, obsaženými v informačním obsahu dílčích skupin transportního toku. Pomocí diskretní amplitudově-fázové modulace (M-QAM) je na subnosné vlny namodulován vstupní signál uspořádaný podle MPEG-2, který byl v předchozím stupni ošetřen protichybovými ochranami. Po ošetření protichybovým kódováním se metoda označuje jako (C)OFDM. V diskretní modulaci M-QAM Vyjadřuje M počet stavů subnosné vlny po modulaci. V případě digitální televize to bývá 16 nebo 64 stavy, tudíž 16-QAM nebo 64-QAM. Takto modulovaná subnosná vlna může tedy při 16 nebo 64 stavech přenášet odpovídajících 16 nebo 64 modulační symboly.

Před modulací je ještě vložen ochranný interval, což je určitá časová prodleva, která pomáhá odstranit při příjmu nežádoucí vliv odražených signálů.

Všechny modulované subnosné vlny jsou vysílány stále a současně. Jedná se o paralelní přenos dat transportního toku na mnoha subnosných vlnách umístěných do jediného vysokofrekvenčního kanálu (Bednář, 2007, s. 15).

#### **Modulace OFDM má několik předností (Česká televize, 2013):**

- umožňuje vysílat televizní kanály na jednofrekvenční síti SFN, což přináší významnou úsporu kmitočtové spektra a nižší energetické nároky na vysílání (jednotlivé vysílače se navzájem doplňují)
- díky zavedení ochranného intervalu je eliminováno rušení, způsobené odrazy od okolního prostředí, které v analogové televizi způsobovaly „duchy“
- při vhodné volbě parametrů modulace lze signál přijímat i mobilními přijímači i v pohybujiících se vozidlech
- možnost vysílání až šesti digitálních programů oproti jednomu analogovému

Po všech těchto úpravách je již digitální televizní signál připraven k vysílání.

### **6.3 Jednofrekvenční síť (SFN)**

Vznik SFN umožnilo použití OFDM modulace signálu u DVB-T, která jej dělá do značné míry necitlivým proti vícecestnému šetření. Možnost vybudování těchto sítí umožňuje vložení ochranného intervalu do transportního toku signálu MPEG-2. Ochranný interval jednak zamezuje vznik „duchů“, tedy odraženým vlnám, jednak díky své délce trvání umožňuje budovat síť SFN. Poměr délky intervalu vůči době trvání musí být navržen s ohledem na vzdálenosti od možných míst odrazu a také na vzájemné

vzdálenosti vysílačů. Čím je ochranný interval delší, tím je větší vzdálenosti je možno zahrnout větší počet vysílačů na větší ploše. Čím dál ale vysíláme, tím více dochází k zmenšení efektivity přenosu datového toku a klesá také velikost datového toku, který je možno přenést (díky dlouhým ochranným intervalům). Musí tedy dojít ke kompromisu, aby byla technologie SFN prakticky využitelná. Vysílání jednotlivých vysílačů je přesně časově synchronizováno pomocí signálu GPS. U sítě SFN dokonce nezáleží ani na polarizaci, se kterou daný vysílač vysílá. Naopak odlišnost polarizace divákovi pomáhá zvolit si při ladění ten vysílač, od kterého přijímá nejsilnější signál. Tímto tedy jednotlivé vysílače od sebe separujeme.

### **Výhody a nevýhody SFN sítě (Legiň, 2006, s. 183):**

#### **Výhody**

- efektivní využití kmitočtového pásma (na jednom kmitočtu se šíří multiplex více programů, s pokrytím poměrně velkého území),
- efektivnější vynaložení energie potřebné na vysílání, když je přepočítána na jeden televizní program
- v případě výskytu úniku signálu (hluboké údolí) v pokrytí, je možné tyto úniky (mezery ve spektru vyplnit).

#### **Nevýhody**

- vysílač, který porušuje pravidla SFN sítě je rušičkou v oblasti pokrytí,
- je nevyhnutelná synchronizace (čas, frekvence, informace)
- je nutné neustálé monitorování vlastností SFN sítě.

## **6.4 Příjem DVB-T**

Digitální televizní signál je pomocí vysílací antény převáděn na elektromagnetické vlny šířící se prostorem až k anténě přijímací, která elmag. vlny opět převede na vysokofrekvenční napětí. Je třeba podotknout, že k příjmu digitálního vysílání není potřeba měnit stávající antény, které přijímaly signál analogový. Jen v několika málo případech je nutno provést odborný zásah a provést případné změny. Jak jsem již uvedl, vysílání probíhá ve stejných kmitočtových pásmech, jako původní analogové. S nadhledem bychom mohli říci, že anténa, která byla dobrá pro příjem analogové televize, bude dobrá i pro příjem televize digitální. Zde však možnost

ponechat si původní vybavení pro příjem končí. Kdo nemá v domácnosti digitální televizi, musí si zakoupit doplňkové zařízení – Set Top Box.

## **6.5 Set top box (STB)**

STB je v podstatě D/A převodník, digitální televizní přijímač bez obrazovky a bez reproduktorů. Pro televizi, jako zobrazovací jednotku, se v podstatě chová jako zdroj signálu. Na svém vstupu přijímá digitální signál, který převádí na analogový, jenž lze odebrat na jeho výstupu.

Nutnost pořídit si STB byla zejména při procesu digitalizace. Během ní totiž drtivou většinou převahovaly v domácnostech analogové televizory. Lidé tak investovali buď do STB nebo si poříдили nový digitální televizor. Dnes už jsou na trhu k dostání pouze digitální televizory, které mají také STB, ten je však zabudován přímo v šasi přístroje.

### **Doporučené vlastnosti set top boxu (Bednář, 2007, s. 67)**

**Impedance vř vstupu** 75 Ω

**Šumové číslo:** <8 dB

**Vstupní citlivost** -80 až -20 dBm, tj. 28,7-88,7 μV nebo 27,4 μV-27,4 mV při vstupním signálu v poměru signál/šum = 20 dB

**Ladění:** - automatické přelad'ování ve (III.), IV. a V. televizním pásmu (skenování) pro vyhledání příjmu v potřebném kanálu

- ruční naladění příjmu konkrétního kanálu

**Zobrazení:** - úprava obrazů formátu 4:3 a 16:9 pro sledování na obrazovkách s poměrem stran 4:3 a 16:9

- menu v češtině

- zobrazení názvu a krátkého i dlouhého popisu pořadu v češtině (EPG)

- vkládání textu do výstupního signálu PAL B/G pro zpracování v analogovém TV přijímači

**Zvuk:** - možnost volby stereo páru (jazykových verzí) doprovodného zvuku

- možnost volby levého nebo pravého kanálu ve zvoleném páru

**Automatická** synchronizace zobrazovaného časového údaje, automatické přepínání mezi letním a zimním časem

**Výstupy:** -výstup na vř kanálu v normě PAL B/G

- nejlépe dva konektory SCART pro případné spojení s dalším přístrojem



### 6.5.1 Popis činnosti STB

STB prakticky provádí stejnou činnost, kterou bylo nutno provést při převodu analogového signálu na vysílatelný digitální signál, ale naopak. Vstupní část přijímače tvoří tuner, kterým lze naladit požadovaný televizní kanál. Za tunerem následují obvody demodulátoru COFDM, který nejdříve odstraní ochranný interval a poté vstupní vysokofrekvenční signál demoduluje. Z tohoto signálu získáme složky  $I(t)$  a  $Q(t)$ , energeticky rozptýlené vloženým pseudonáhodným signálem.

Z demodulovaného vf signálu se po provedení rychlé komplexní Fourierovy transformace signálových složek  $I(t)$  a  $Q(t)$  získá opět signál digitální. Dále se odstraní pseudonáhodný signál a dekodují se ochranné kódy, které byly vloženy pro ochranu signálu před rušivými vlivy prostředí. Pomocí těchto kódů se nyní mohou opravit případné chybné bity a symboly. Na výstupu dekodéru konvolunčního kódu je pak původní multiplexování transportní tok uspořádaný dle MPEG-2.

Transportní tok dle MPEG-2 je dále dekodován na jednotlivé televizní, rozhlasové programy a na vložená data. Dekodované signály jsou v D/A převodníku převedeny do analogového tvaru, které může zpracovat běžný televizní přijímač. Tyto analogové signály bývají přivedeny na vstup televizoru, kde jsou kabelem připojeny na konektory SCART nebo CINCH. Součástí STB mohou být i kódeky NTSC, SECAM nebo PAL. Činnost jednotlivých obvodů STB ovládá řídicí procesor.

STB mají samostatné dálkové ovládání, pomocí kterého je možné ovládat všechny jeho funkce (Bednář, 2007, s. 58; Hanus, 2010, s. 77).

### 6.6 Interaktivní multimedialní platforma (MHP) (Legiň, 2006, s. 126,128)

Tato platforma byla navržena projektem DVB a přináší technická řešení uživatelský terminálů, které umožňují příjem interaktivních služeb. Systém nabízí obrazové vylepšení, díky kterému může divák např. při sportovním utkání vybírat si kameru, která snímá zápas, interaktivní služby a internetový přístup. Architektura se skládá ze třech vrstev: zdroj, systémové (programové) vybavení a aplikace, hardware není definovaný. Typickými zdroji jsou zpracování formátu MPEG, vstupně-výstupní zařízení, procesor, paměť a grafický systém. Součástí implementace systému je správce jednotlivých aplikací, který řídí jednotlivé aplikace, jejich spouštění a ukončení. Systém MHP je založen na platformě DVB-J. Tato platforma definuje použití „Java Virtual Machine“, od firmy Sun Microsystems. Aplikace navrhnuté pro MHP musí splňovat podmínky stanovené komunikačním rozhraním API, které je definováno tímto systémem.

## **Oblasti využití MHP**

- Rozšířené televizní vysílání
  - Týká se STB bez zpětného kanálu, s pasivní interaktivitou (všechny informace se dostávají k divákovi přes vysílací kanál). Profil je plně definován ve specifikaci MHP 1.0
  - Obsahuje aplikace Java VM, DVB-J API a transportní toky pro vysílání,
- Interaktivní televize
  - Profil také definován ve specifikaci MHP 1.0, ale STB umožňují vyšší stupeň interaktivity a zahrnují zpětný kanál. Obsahuje rozšířené aplikace DVB-J API pro interaktivitu a interaktivní transportní protokoly IP,
- Přístup k internetu
  - Profil je zaměřen na STB s vysokým výpočetním výkonem a velkou pamětí s nejvyšším stupněm interaktivity. Je definován ve specifikaci MHP 1.1. Obsahuje Java API pro přístup k internetu, transportní protokoly pro vysílání IP, DVB-HTML a další.

## **Příklady MHP aplikací**

- Elektronický programový průvodce (EPG)
- Informační služby – zprávy/sport, „super teletext“
- Aplikace synchronizované podle TV programu – lokálně interaktivní hry, interaktivní hry
- E-commerce (nákup zboží) a bezpečné transakce
- Služby vzdělávání, E-government, E-health
- E-mail, internet

## **6.7 Krátce o DVB-T2**

DVB-T2 je nástupnický formát současného systému DVB-T. Technicky vychází ze standardu ETSI EN302 755 z roku 2006 (ETSI, 2006). Oproti DVB-T přináší několik změn, zejména kódování v MPEG-4. Podstata vytváření multiplexů a další však zůstává stejná. V současnosti probíhá testovací provoz tohoto systému v ČR, který začal v roce 2010. Nevýhodou tohoto systému je, že současná většina STB pro DVB-T není kompatibilní s tímto systémem, jelikož používá kódování MPEG-4. V případě nutnosti přechodu na DVB-T2 je proto nutné zakoupit nový STB či televizor s DVB-T2 tunerem.

### **Přínos DVB-T2** (České Radiokomunikace, 2013)

- Lepší zabezpečení přenosu
- Vyšší datový tok umožňující ekonomický přenos HDTV
- Díky MPEG-4 vyšší kvalita obrazu – realističtější barvy a přechody
- Až pětkrát podrobnější vizuální informace

## **7 DVB-S**

Signál satelitního vysílání přijímáme z družic s relativně malou hmotností několika tun, obíhajících na geostacionární dráze, přibližně 36 tisíc km nad povrchem. Geostacionární družice z pohledu pozorovatele nemění svou polohu, je umístěná nad rovníkem a její úhlová rychlost je stejná jako úhlová rychlost zeměkoule. Na družice působí současně zemská přitažlivost a odstředivá síla. To znamená, že družice musí být v pohybu po kruhové trajektorii.

### **Výhody družicového vysílání** (Hanus, 2010, s. 90)

- pro televizní přenos není nutné budovat nákladné trasy s dílčími zesilovacími stanicemi, případně podmořskými kabely,
- pokrytí území je rovnoměrnější, než při pozemním vysílání (v blízkosti pozemního vysílače je velký signál, který se s rostoucí vzdáleností od vysílače zmenšuje),
- televizním signálem lze jednoduše pokrýt nepřístupné oblasti (pralesy, pouště, oceány),
- příjem signálu není ovlivněn odrazy
- vysílaný signál je směrován a pokrývá požadované území – proto se kmitočtové kanály mohou na jiném území opakovat,
- systémem může být vysíláno více televizních stanic, než v systému DVB-T

### **Nevýhody družicového vysílání** (Hanus, 2010, s. 90)

- omezený výkon vysílačů z důvodů omezené možnosti výroby energie,
- omezená životnost družic,
- znečištění kosmického prostoru (staré a nefunkční družice jsou buď navedeny do zemské atmosféry, kde shoří, nebo jsou ponechány volně na oběžné dráze a stanou se odpadem)

## **7.1 Umístění družic na oběžnou dráhu**

Start nosné rakety nesoucí družici, bývá prováděn ze základen ležících blízko rovníku, aby při umístění na dráhu GEO nebylo spotřebováno tolik paliva. Družice se dostane na GEO dráhu po dílčích eliptických drahách. Důležitým kritériem pro životnost družice je spotřeba paliva. Aby ho bylo spotřebováno co nejméně, používá se pouze pro drobné korekce polohy. Tím se docílí životnosti družice asi 10 roků).

Pozice družic na dráze GEO se označují ve stupních, a to od nultého poledníku na východ s kladným znaménkem nebo písmenem E, na západ od nultého poledníku se záporným znaménkem nebo písmenem W (Hanus, 2010, s. 91).

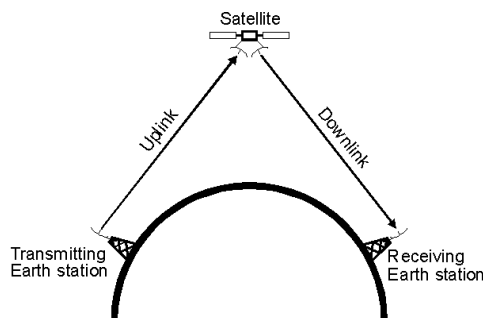
## **7.2 Parametry systému DVB-S**

Systém DVB-S technicky vychází ze standardu ETSI EN 300 421 z roku 1994. Se systémem DVB-T sdílí mnoho společného. Má např. společné systémy ochrany kódování, využívá MPEG-2, má stejný proces vytváření multiplexu a následného transportního toku, atd. Rozdíly však najdeme v používané modulaci (DVB-S užívá modulaci QPSK) a ve způsobu přenosu signálu.

## **7.3 Uplink, downlink**

Na družici jsou umístěny transpondéry (část sestavy přijímač – vysílač), anténní systémy a zdroje elektrické energie. Elektrická energie potřebná pro provoz družice, se získává z přeměny slunečního záření na elektrickou energii v solárních panelech, které se natáčejí směrem ke Slunci. Nasměrováním vysílací anténní soustavy je možné ozářit libovolnou část zemského povrchu televizním signálem.

Družice se v podstatě chová jako opakovač. Televizní signál se vysílá k družici z vysílacího centra po vzestupné dráze (uplink). Používá se mikrovlnný směrový spoj s úzkým svazkem. Po zpracování signálů z jednoho nebo několika vysílacích center je výsledný signál z družice vysílán anténní soustavou do požadované oblasti na zemském povrchu. Vysílání je tedy prováděno po sestupné dráze (downlink). Signály ve směru uplink jsou přenášeny na velmi vysokých frekvencích pomocí antén o průměru až několika metrů. V Evropě jsou používány frekvence 14 a 18 GHz. Vzhledem k velké vzdálenosti družic od Země, je signál značně zeslaben. Proto byla zvolena v systému DVB-S modulace QPSK, u které je informace přenášena ve fázi nosné, nikoliv v její amplitudě. Kanály pro přenos digitálních signálů mají šířku pásma až 72 MHz a vzájemnému rušení je zabráněno tím, že používají různou polarizaci (vertikální, horizontální) (Hanus, 2010, s. 91).



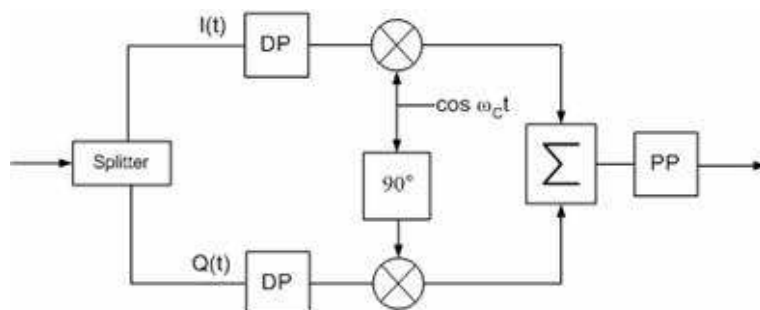
Zdroj: [www.viterbivoices.usc.edu](http://www.viterbivoices.usc.edu)

Obr. 10 Uplink a downlink

## 7.4 Modulační schéma QPSK

Základní schéma modulátoru QPSK je znázorněno na obr.

Vstupní digitální modulační signál se rozdělí v demultiplexeru (splitter) na liché a sudé bity do větví I a Q. Tím se v určitém časovém intervalu vytvářejí dvojice bitů, které mohou mít konfiguraci 00,01,10 nebo 11. Signál je dále filtrován a následně přechází do amplitudových modulátorů s potlačenou nosnou. Nosné obou modulátorů  $\cos \omega_n t$ ,  $\sin \omega_n t$  mají stejný kmitočet, jsou však vzájemně posunuty o  $90^\circ$ . Výstupní signály se opět sčítají a jsou dále pásmovou propustí opět filtrovány. Poté již na výstupu vychází modulovaný QPSK signál. Rychlost datového toku je až 280 Mbit/s a odpovídající šířka pásma kanálu je 72 MHz (Hanus, 2010, s. 68; Molnár).



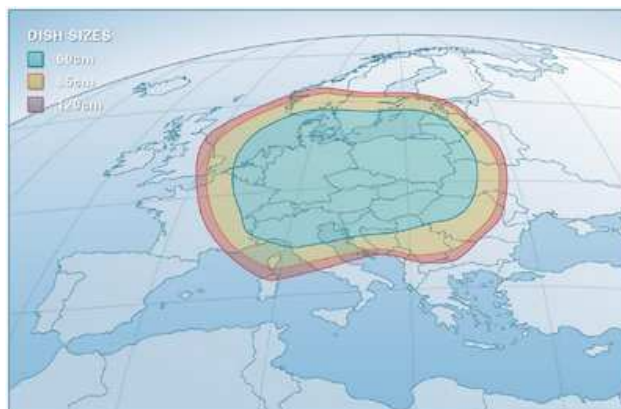
Zdroj: [www.umts.wz.cz](http://www.umts.wz.cz)

Obr. 12 Blokové schéma modulátoru QPSK

## 7.5 Pokrytí

Evropu pokrývají signálem dva hlavní soupeřící družicové systémy – SES Astra a Eutelsat. SES Astra má k dispozici 5 orbitálních slotů, ve kterých je umístěno už 18 družic (SES, 2013). Orbitální pozice Astra jsou 19,2 a 28,2 stupňů východní délky. Programové skladby obsahují směs evropských kanálů a Anglicky mluvených předplacených kanálů.

Eutelsat pokrývá signálem takřka dvě třetiny světa. Má k dispozici 30 satelitů, z nichž hlavní část tvoří komplet satelitů HOT BIRD, na nichž lze naladit velké množství evropských a dalších kanálů (Lundström, 2006, s. 63).



Zdroj: parabola.cz

Obr. 11 Pokrytí systémem družic Astra

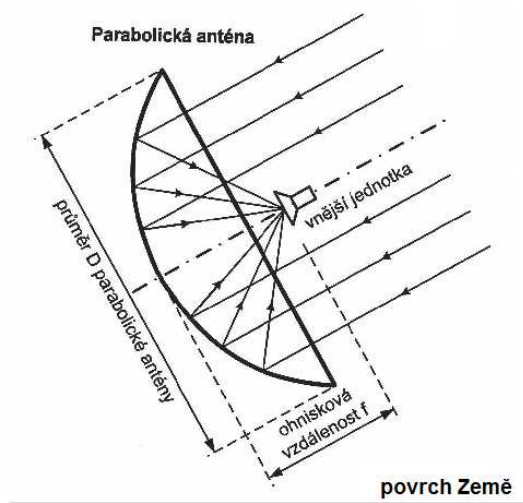
## 7.6 Příjem DVB-S

Pro příjem družicových signálů je nutná anténa vhodných parametrů, družicový a televizní přijímač. Nejčastěji využívanými anténami jsou parabolické antény, proto se zaměřím na ně. Příjem signálu parabolickou anténou je na obr.

Parabolická anténa je součástí povrchu rotačního paraboloidu, jehož osa směřuje k družici, ze které je přijímán signál. Elektromagnetické vlnění dopadající na anténu je odraznou plochou antény soustředěno do ohniska paraboloidu, kde je umístěná vnější jednotka LNB (Low Noise Block). Čím větší je plocha antény, tím větší je signál z vnější jednotky. Při větších průměrech plochy antény se však v zimních měsících udržuje v anténě sníh, který pak nepříznivě působí na sílu přijímaného signálu. V zeměpisných šířkách České republiky svírá osa paraboly se zemským povrchem úhel cca 35°.

Vnější jednotka LNB provádí zesílení přijímaného signálu, který byl do značné míry utlumen, protože urazil cestu dlouhou 36 tisíc km a musel překonat různé atmosférické projevy – déšť, sníh, apod. Po zesílení se signál převede pomocí směšovače na nižší kmitočet. V tomto okamžiku může mít signál kmitočet v rozsahu 0,95 až 1,75 GHz. Po zesílení signálu v mezifrekvenčním pásmu se signál přivádí koaxiálním kabelem do DVB-S přijímače (Set top boxu). Koaxiální kabel zároveň slouží jako napaječ vnější jednotky (Hanus, 2010, s. 100). STB pro satelitní příjem provede se signálem prakticky stejné procesy, jako STB pro DVB-T, jen s tím rozdílem,

že přijímá signál s vyšší vstupní frekvencí a provádí QPSK demodulaci. Pokud přijímáme i placené kódované kanály, bývá STB vybaven slotem pro kódovací kartu. V nových televizorech je satelitní tuner opět integrován do šasi přístroje.



Zdroj: Hanus, 2010, s. 98

Obr. 13 Příjem signálu parabolickou anténou

## 7.7 Krátce o DVB-S2

Druhá generace standardu DVB-S vycházející ze standardu ETSI EN 302 307 z roku 2005 (ETSI, 2005). Podobně jako je tomu u DVB-T2 je tato nová generace vylepšena použitím kódování MPEG-4, díky které je lépe umožněno vysílání obrazu ve vysokém rozlišení (HDTV). Přináší stejné výhody jako DVB-T2 a navíc k nim přidává více možností modulací 8-PSK, 16-APSK a 32-APSK. Nevýhodou je opět nekompatibilita s původním systémem DVB-S. Všechny současné přijímače však podporují obě tyto normy zároveň. V DVB-S2 se již vysílá v rámci satelitní platformy Skylink (wikipedia, 2001).

## 8 DVB-C

Způsob šíření televizního vysílání po kabelu je znám už od konce 40. let 20. století, kdy se tento způsob vysílání začal šířit ve Spojených státech. I u nás působí na trhu několik společností poskytujících digitální kabelovou televizi. Původní systém kabelového vysílání byl analogový. I u toho však ve srovnání s DVB-C převažovaly nedostatky a proto provozovatelé kabelových sítí začali s digitalizací. A zrodil se tak systém DVB-C. Digitální kabelová televize přináší několik výhod oproti analogové, zejména možnost vysílání více televizních programů v lepší kvalitě, možnost poskytnout zákazníkovi internet, IP telefonii, televizní bankovníctví a další. Nevýhodou

je dostupnost pouze ve městech a větších obcích, proto je tato technologie nejméně rozšířena ze všech tří zde popisovaných technologií DVB. Také nutnost platit poplatky provozovateli za poskytování programové nabídky, kde cena samozřejmě roste s rostoucím počtem programů a také nutnost mít STB, pokud vlastníte analogový televizor. Jako první poskytovatel DVB-C v České republice byla společnost Karneval, která tuto službu spustila v roce 2006 (Digizone, 2008).

### **8.1 Parametry v systému DVB-C**

Systém DVB-C technicky vychází ze standardu ETSI EN 300 429 z roku 1994. Kabelové přenosové kanály jsou charakterizovány stejnou šířkou pásma, jakou mají kanály pro DVB-T. Díky prostředí, v němž digitální signál prochází, tedy optické vlákna nebo koaxiální kabely, dochází k nízké úrovni rušení. Z toho důvodu se zde neuplatňuje použití vnitřního kódování FEC 2 a signál je zabezpečen pouze vnějším ochranným kódováním FEC 1. Jako modulační metoda byla v systému DVB-C zvolena vícestavová kvadrurní amplitudová modulace M-QAM se 64 stavovými body (64-QAM) (Hanus, 2010, s. 69). Ostatní metody převodu signálu na transportní tok MPEG-2, způsoby ochrany a další, jsou identické se systémy DVB-T,S. Přenos se může uskutečnit i přes modernější systém kódování MPEG-4, díky němuž lze přijímat televizní programy v HD kvalitě.

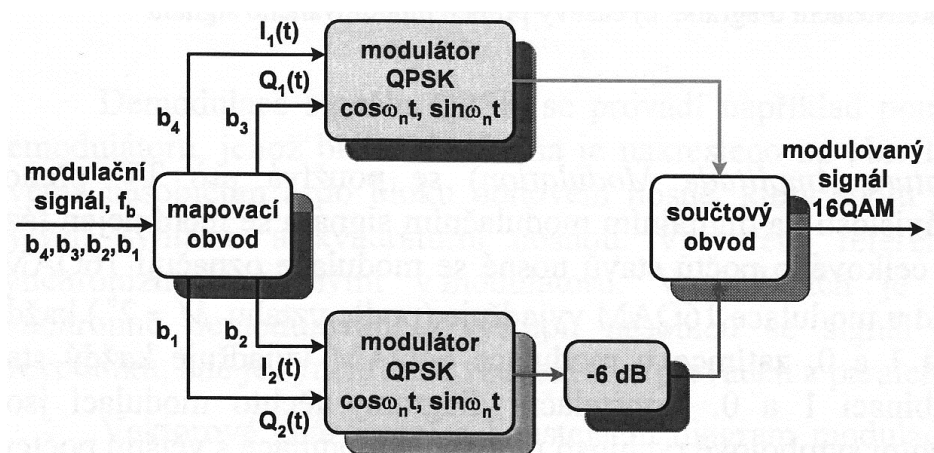
### **8.2 Modulace QAM**

V tomto způsobu modulace se v závislosti na digitálním modulačním signálu mění jak fáze nosné, tak i její amplituda. Podle celkového počtu stavů nosné označujeme modulace jako 16QAM, 64QAM, 256QAM apod. U modulace 16QAM vyjadřuje každý stav nosné čtyřbitovou kombinaci 1 a 0, zatímco 64QAM vyjadřuje každý stav nosné nějakou šestibitovou kombinací 1 a 0. Při konstantní symbolové rychlosti umožňuje modulace přenos většího počtu stavů a tedy i větší bitové rychlosti. Vyšší bitová rychlost signálu však s sebou přináší i vyšší požadavek na přenosový kanál, i na demodulátor v přijímači, který musí rozlišit i malé změny amplitudy a nosné.

Modulátory QAM je možné sestavit s využitím dvojice modulátoru QPSK. Základní blokové schéma modulátoru 16QAM je na obr. Vstupní digitální signál je v mapovacím obvodu rozdělen do dvou dvojic bitů. Každá dvojice bitů se zpracovává v jednom modulátoru QPSK. Za jedním z modulátorů QPSK je umístěn útlumový člen 6 dB, který má za úkol snížit signálové napětí ve větvi na polovinu. Poté putují signály



do součtového členu, kde se sčítají a na jeho výstupu už dostáváme modulovaný signál 16QAM (Hanus, 2010, s. 69).



Zdroj: Hanus, 2010, s. 70

Obr. 14 Základní blokové schéma modulátoru 16QAM

### 8.3 Princip DVB-C

Síť digitální kabelové televize může být vedena pomocí koaxiálních kabelů, optických vláken, či kombinace dvou předchozích. V síti vedené koaxiálními kabely můžeme dosáhnout kapacity sítě 330 – 450 MHz, v optické síti dosáhneme kapacity 750 MHz i více. Nejčastěji jsou užívány tzv. hybridní sítě HFC (Hybrid Fiber Coax). Více o optických kabelech si lze prostudovat v literatuře<sup>2</sup>, kde jsou popsány nejen optické kabely, ale i další prvky optoelektroniky.

Dnes většina operátorů využívá sítě HFC, které jim umožňují několik výhod, mezi něž patří zejména vyšší kapacita sítě a tím spojená vyšší přenosová rychlost. Nejvyšším prvkem HFC sítě je operační centrum kabelové televize, tzv. headend. Protože prakticky všichni provozovatelé kabelové sítě nabízejí i internet, je headend napojen pomocí routeru na síť internet. Pokud nabízí provozovatel i telefonní služby na své síti, je zde umístěna také brána pro IP telefonii. Brána je poté napojena na klasickou telefonní síť PSTN. Součástí headendu bývají i různé servery a nástroje pro řízení celé sítě. Operační centrum je pak napojeno na optickou síť, po které je přenášen IP protokol. Topologie sítě je většinou kruhová, kde se ke kruhu připojují další síťové uzly, tzv. Distribution HUBy.

Nejdůležitějším zařízením na distribučních rozbočovačích je CMTS (Cable Modem Termination System). CMTS je propojen zároveň s optickou sítí a s HFC sítí.

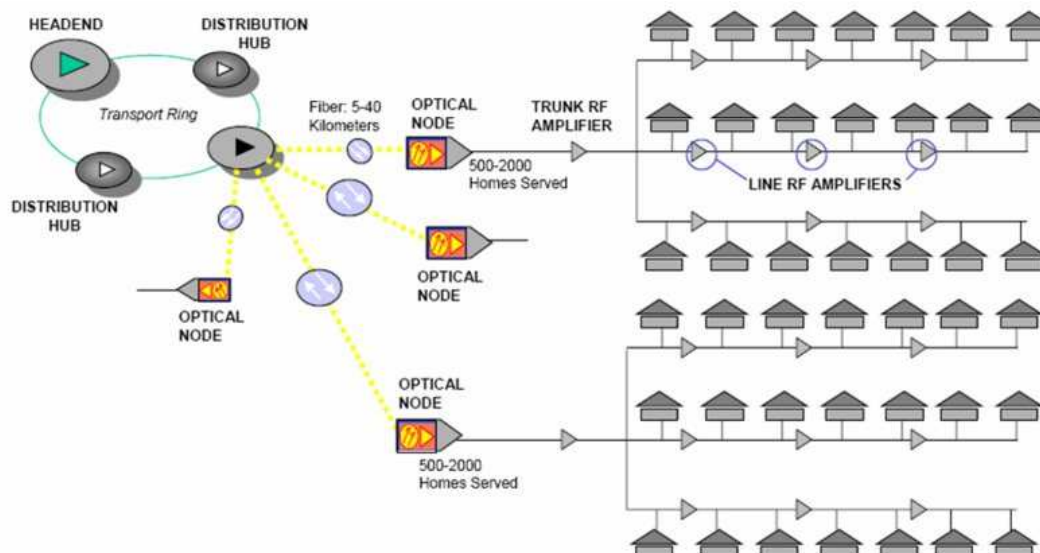
<sup>2</sup> DOLEČEK, Jaroslav. *Moderní učebnice elektroniky 3. díl: Optoelektronika*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-184-5.

K CMTS se poté připojují jednotliví koncoví zákazníci. Přenos dat probíhá stále s typem QAM modulace a v kmitočtových pásmech, která jsou pro vysílání určena.

Kabelový operátor, který chce ve své digitální kabelové síti vysílat televizní signál, jej sám musí nejdříve přijmout některým ze způsobů DVB, či jiné technologie. Tedy např. DVB-T, DVB-S, ethernet a další. Přijímaný signál se dále přivádí do ASI streamu pro další zpracování. Pokud je signál kódovaný, je nutné ho dekodovat v tzv. descramblingu. Takto dekodovaný signál musí být v multiplexeru operátora digitální sítě přetvořen na vlastní multiplex operátora, který jej naplní programovou nabídkou podle svých záměrů. To, kolik programů bude umístěno do jednoho multiplexu, záleží jen na provozovateli sítě. Samozřejmě, že s rostoucím počtem digitálních televizních programů v multiplexu klesá jejich obrazová kvalita. V multiplexoru se přidá navíc teletext, EPG, další zvukové kanály, apod. Následně je nutno využít ratespapingu, jelikož digitální programy mají proměnlivý datový tok. Optimalizuje se tím celková bitová rychlost, aby měl multiplex požadované vlastnosti. Jelikož je digitální kabelová televize placená, programy jsou zakódovány pomocí scrambleru. Poté už není možné sledovat televizní programy bez předplacené dekodovací karty, která se vkládá do STB, či do televizoru, pokud má integrovaný DVB-C tuner. Zakódovaný signál prochází nakonec QAM modulátorem, který z něj vytvoří M-QAM modulovaný signál vhodný pro přenos HFC sítí až ke koncovému uživateli (Digizone, 2008).

#### **8.4 Příjem**

Ke koncovému uživateli vede koaxiální kabel s impedancí  $75 \Omega$ , jenž je zakončen účastnickou zásuvkou s frekvenčním děličem. Ten má za úkol rozdělit signál na jeho jednotlivé složky – internetové služby, televize a signály do příslušných konektorů. Do nich lze poté zapojit přijímač – STB. STB provede stejnou činnost jako u ostatních technologií DVB, provede dekodování programů pomocí předplacené dekodovací karty a přivede na vstup televizoru. Pokud je signál upraven pomocí kodéru MPEG-4, je nutno mít i STB, který obsahuje dekodér MPEG-4. Jinak nelze tento signál přijímat (Digizone, 2008).



Zdroj: [www.digizone.cz](http://www.digizone.cz)

Obr. 15 Schéma HFC sítě

## PRAKTICKÁ ČÁST

### 9 Výsledky výzkumného šetření

V předcházejících kapitolách jsem popsal jednotlivé způsoby digitálního televizního vysílání a způsoby jeho příjmu. V praktické části jsem se rozhodl provést dotazníkové šetření, abych si ověřil, jaký druh vysílání lidé ve svých domácnostech přijímají a také jakým způsobem se s postupující digitalizací vyrovnali. Můj zájem se také soustředil na technologické vybavení domácností. Digitalizace byla již ukončena a 99,9 % domácností tak přijímá digitální televizní signál. Lidé tak mohou objektivně porovnat kvality digitálního vysílání vůči analogovému. Zařadil jsem tedy i tuto možnost porovnání do svého dotazníku. Jednotlivé otázky, jejich vyhodnocení a komentář nabízím v dalších kapitolách.

Dotazníkové šetření bylo prováděno ve městě Olomouci a jejího okolí. Šetření probíhalo ve dnech 3. – 5. Dubna 2013. Bylo osloveno několik respondentů, přičemž plánovaných vyplněných dotazníků bylo dvacet. Snažil jsem se, aby bylo stejné zastoupení poměru mužů a žen a také, aby přibližně 17 % lidí bylo zastoupeno věkovou skupinou. Věkových skupin bylo celkem šest. Třináct dotazníků jsem vyplnil sám prostřednictvím rozhovorů s respondentem, dva dotazníky vyplnili respondenti přímo na místě a zbytek (pět) vyplnili sami respondenti z řad mých známých ve svém volném

čase. Dotazník obsahoval celkem 18 otázek, přičemž některé otázky mohly být zodpovězeny více způsoby. U většiny otázek převažovala možnost zatrhnutí některé z možností a, b, c, atd. z rozhovorů s respondenty jsem se také dozvěděl množství dalších informací, které mi vypověděli při rozebírání jednotlivých otázek. Tyto informace mi posloužily pro podrobnější komentář u vyhodnocování jednotlivých otázek.

### **9.1 Informovanost o digitálním televizním vysílání**

Celkové hodnocení digitalizace a informovanosti bylo celkem pozitivní. Většina respondentů vyhodnotila informace o způsobu zajistit si příjem digitální televize jako dostupný a věděla co dělat pro příjem digitálního signálu. I lidé starších věkových skupin vesměs odpovídali kladně, i když sami procesu digitalizace nerozuměli. Poradili jim většinou příbuzní a známí, kteří jim často i digitální televizi připojovali. Rozsáhlá informační kampaň, která celou digitalizaci provázela, tak přinesla vesměs pozitivní výsledky. U starších věkových skupin se občas vyskytly problémy, které jsem předpokládal, tedy drobnější obtíže spojené s přechodem na digitální vysílání, zejména se složitostí naučit se ovládat nová technická zařízení. I tady ale většinou tento problém pomohli vyřešit příbuzní či známí. Digitalizaci byly v dotazníku věnovány otázky 2 až 6. Málokdo z dotazovaných si vzpomněl na začátek přechodu své domácnosti na digitální vysílání, proto jsem tuto otázku ani nezahrnoval do celkového hodnocení.

### **9.2 Technické parametry příjmu digitálního televizního vysílání**

Ačkoliv nebyla tato otázka v dotazníku, všichni respondenti již přijímali digitální signál. Nejrozšířenějším způsobem příjmu je DVB-T prostřednictvím vlastní televizní antény – 40 %. Dalšími nejrozšířenějšími způsoby bylo prostřednictvím satelitu – 30% a společných anténních rozvodů – 20 %. IPTV či pokojovou anténou nikdo z dotazovaných lidí televizi nepřijímal. Velká většina dotazovaných – 85 % při přechodu na digitální vysílání nezměnila způsob příjmu. Ti lidé, kteří změnili způsob příjmu, přešli ze společných anténních rozvodů na satelitní příjem. Mnoho respondentů také uvádělo, že díky digitalizaci si pořídili nový televizor. Většinou nechtěli investovat peníze do STB nebo již měli delší dobu v plánu si nový televizor pořídít.

### **9.3 Celkové hodnocení digitálního vysílání**

V této části dotazníku jsem se snažil o zhodnocení digitálního vysílání, vyhodnocením otázky č. 10 vyšlo, že respondenti vidí především přednosti v digitálním vysílání oproti analogovému. Digitální vysílání již projevilo svou největší přednost, a to

navýšení počtu televizních programů. 65 % respondentů vnímalo zlepšení kvality obrazu oproti analogovému vysílání, 25 % vnímá obraz ve stejné kvalitě a 10 % jej má za zhoršený. Kvalitu zvuku vnímalo 55 % dotazovaných jako stejnou. Ve zvuku prý podle nich není při stereu slyšet rozdíl oproti analogovému vysílání. V rozhovoru však většina diváků sice byla spokojena s rozšířenou nabídkou televizních programů, horší už to však bylo s programovou nabídkou jednotlivých stanic: zejména mladší a nejstarší zástupci respondentů se shodovali, že úroveň televizní tvorby je nízká.

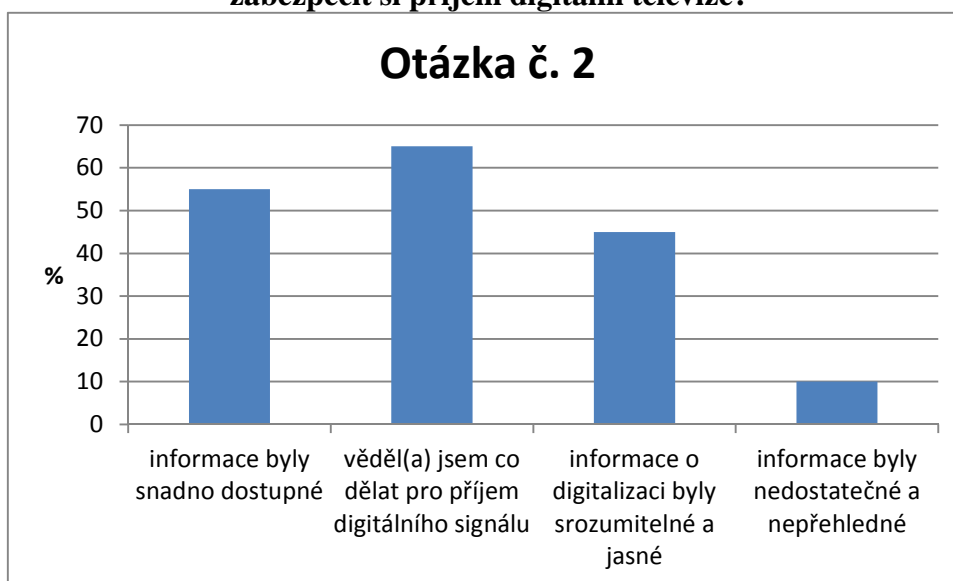
#### **9.4 Příjem HDTV, 3D vysílání, placených kanálů**

Největší zastoupení příjmu HDTV měli majitelé nových televizorů (LCD, plazma) a ti kteří přijímali televizi způsobem DVB-S či DVB-C. Tyto systémy dokáží nabídnout největší nabídku HD televizních programů. Celkem přijímá HD vysílání 60 % respondentů. Zájem o 3D vysílání byl mezi nejmladšími respondenty, starší nevěděli, co tento pojem znamená. Ti, kdo přijímali televizi pomocí DVB-S či DVB-C současně měli největší zájem o placené vysílání, tito majitelé už ale zároveň museli platit poplatky za příjem televize, čili není tak jasné, jak tuto otázku pochopili a mohli uvést, že už přijímají placené televizní kanály. Respondenti uvádějící zájem o placené kanály by nejraději přivítali kanály se zaměřením na filmy, přírodu, sport.

#### **9.5 Detailnější výsledky jednotlivých otázek dotazníku**

V této kapitole uvádím podrobnější výsledky dotazníkového šetření v podobě grafů. Ne všechny otázky jsem zpracoval do této podoby, některé výsledky jsem již uvedl v předchozích kapitolách, nyní se zaměřuji s komentářem podrobněji k jednotlivým otázkám.

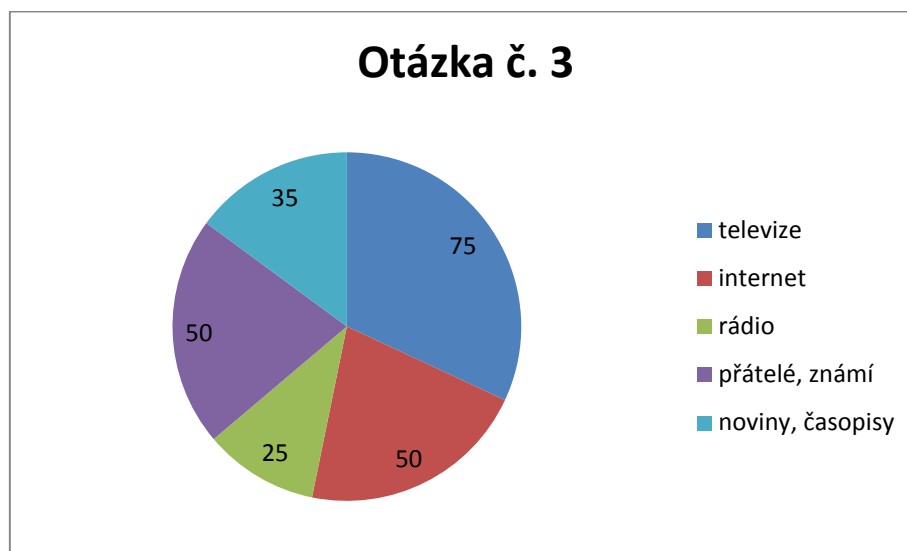
**Otázka č. 2: Jaké byly informace o digitalizaci a jaká byla Vaše schopnost zabezpečit si příjem digitální televize?**



Graf č. 1 Vyhodnocení otázky č. 2

V této otázce bylo možno zatrhnout více odpovědí, z grafu je patrné, že většina respondentů považovala informace za snadno dostupné a věděla co dělat, aby si zajistila příjem digitálního signálu. Pouze 10 % označilo informace za nedostatečné, tuto skupinu tvořili dva muži ve věkové kategorii 60 let a více, kteří ve vzdělání dosáhli stupně vyučen bez maturity.

**Otázka č. 3: Kde jste se dozvěděl(a) informace o způsobu přechodu na digitální vysílání?**



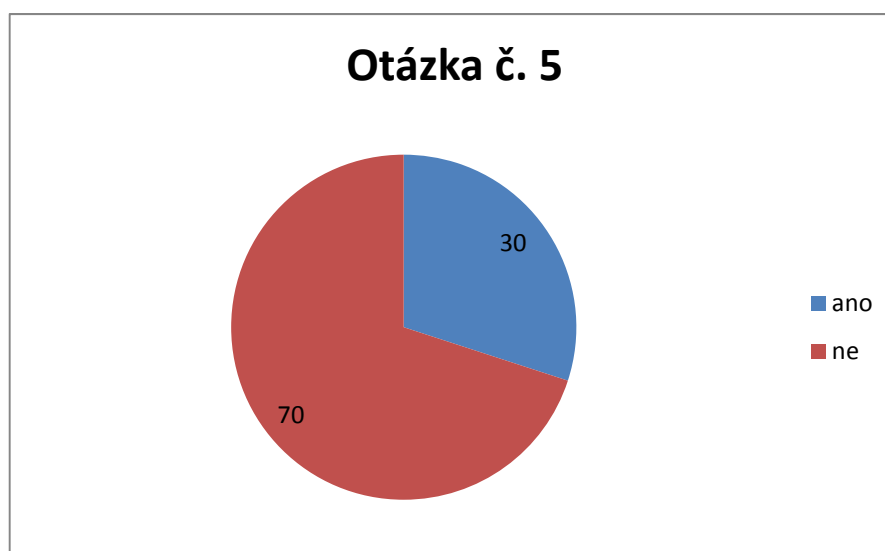
Graf č. 2 Vyhodnocení otázky č. 3

Podobně jako v předchozí otázce č. 2, bylo i zde možno zatrhnout více odpovědí. V podstatě všichni respondenti ve všech věkových kategoriích a libovolných úrovních vzdělání odpověděli, že se o způsobu přechodu na digitální vysílání dozvěděli z televize. Mladší věkové ročníky navíc uváděli i internet. Poměrně velká část dotazovaných získala informace od přátel, rodiny a známých. Byli to především starší lidé, kteří sami tolik nevnímají příchod nových technologií.

#### Otázka č. 4: **Kdy Vaše domácnost přešla na digitální vysílání?**

Tato otázku jsem podrobněji nezpracovával, jelikož malá část respondentů si vzpomenula, kdy přešli na digitální vysílání. Ti, kteří věděli rok přechodu, nejčastěji uváděli rok 2009. Tedy rok, kdy na Olomoucko dosáhl signál z vysílače Brno – Kojál.

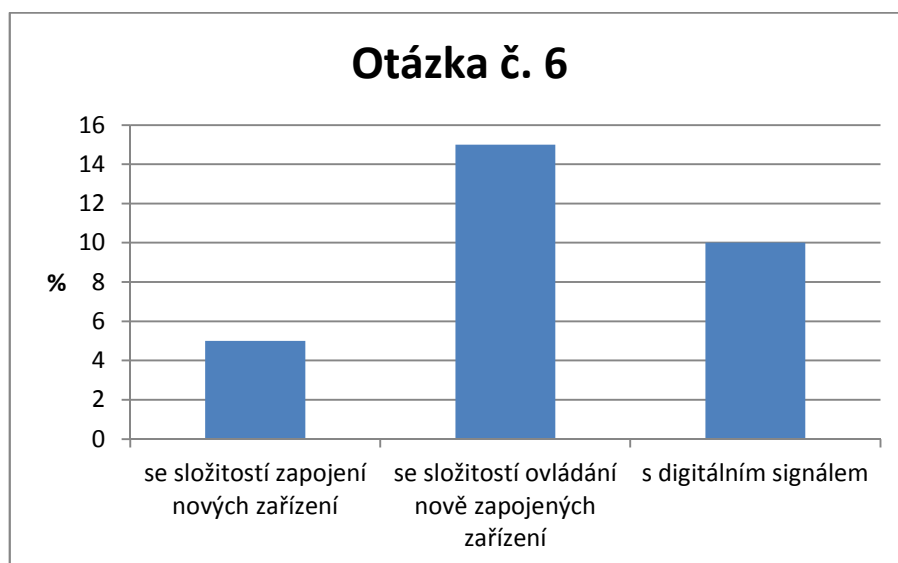
#### Otázka č. 5: **Měl(a) jste problémy při přechodu na digitální vysílání?**



Graf č. 3 Vyhodnocení otázky č. 5

Velká většina respondentů uvedla, že při přechodu na digitální vysílání neměla problém. Zbytek, tedy 30 % nějaký problém měl. Jaký, to respondenti popsali v následující otázce.

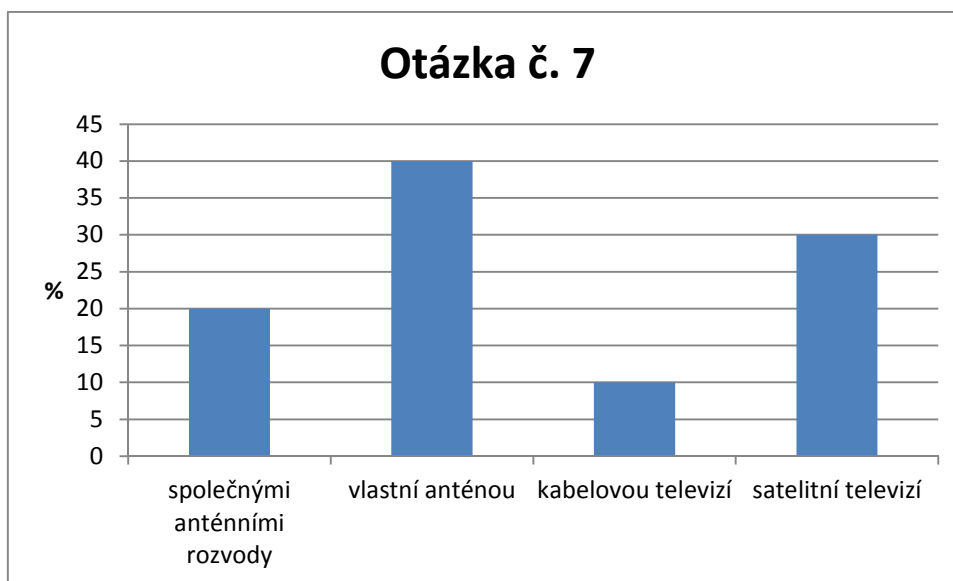
### Otázka č. 6: Pokud ano, s čím byl Váš největší problém?



Graf č. 4 Vyhodnocení otázky č. 6

30 % respondentů, kteří se potýkali s problémem při přechodu na digitální vysílání, uváděli jako největší problém složitost ovládání nově připojených zařízení. Nejčastěji to byli lidé vyšších věkových kategorií, kteří si, jak sami uváděli, nemohli zvyknout na nové ovládání zejména set top boxu. Lidé mající problémy s digitálním signálem (bylo jich 10 %), uvedli, že příčinou byly většinou anténní rozvody, či nekompatibilita některých zařízení.

### Otázka č. 7: Jaký způsob příjmu digitální televize užíváte? (Pokud jste změnil způsob příjmu při přechodu na digitální vysílání, zatrhněte prosím ve čtvrtém sloupci na jaký)

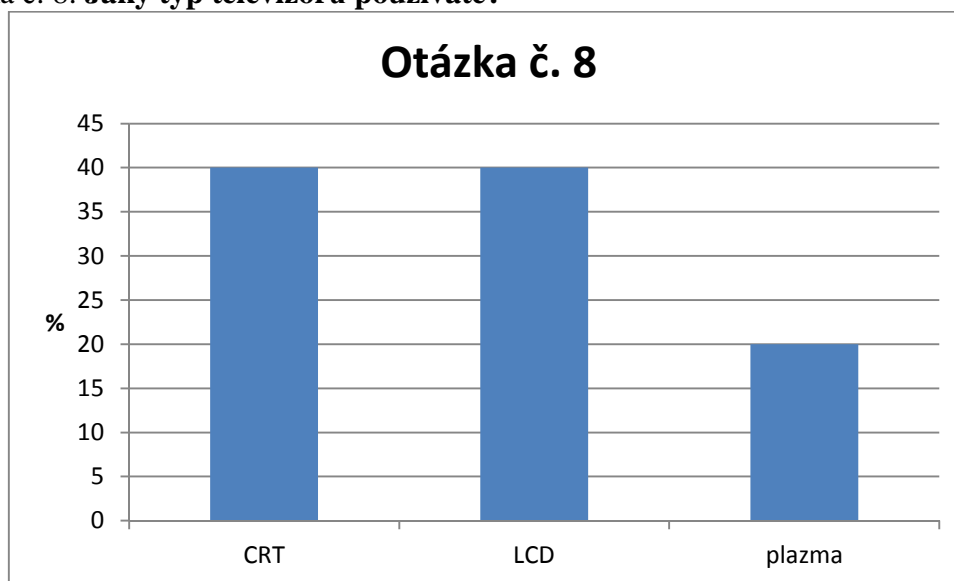


Graf č. 5 Vyhodnocení otázky č. 7



Pokud sečteme podíly respondentů, kteří přijímají digitální televizi společnými anténními rozvody nebo vlastní anténou, dostaneme hodnotu 60 %, což znamená převahu technologie DVB-T. Silnou pozici má i satelitní vysílání, pomocí něhož přijímá televizní signál 30 % respondentů. V druhé části otázky uvedlo 85 % respondentů, že při přechodu nezměnili technologii příjmu. Ti, kteří ji změnili, všichni přešli ze společných anténních rozvodů na satelitní způsob příjmu.

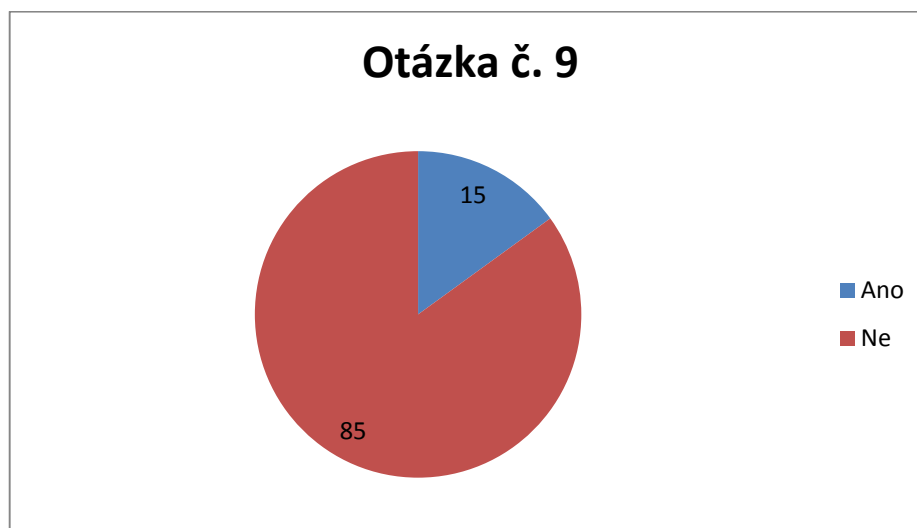
**Otázka č. 8: Jaký typ televizorů používáte?**



Graf č. 6 Vyhodnocení otázky č. 8

V této otázce dosáhl podíl CRT a LCD televizorů stejné hodnoty a to 40 %. Podle zjišťované úrovně vzdělání bylo zjištěno, že modernější a dražší plazmové a LCD televizory vlastní většinou lidé s vyšším vzděláním, u kterých je pravděpodobné lepší zaměstnání s lepším výdělkem, za který si dražší televizor mohou dovolit. Toto však není pravidlo, ale jen můj úsudek vzniklý z průzkumu. CRT televizory vlastnili všichni respondenti ve věkové kategorii 60 a více let.

Otázka č. 9: **Uvažujete o změně způsobu příjmu digitální televize ve Vaší domácnosti? Pokud ano, na který způsob příjmu? Prosím doplňte:**



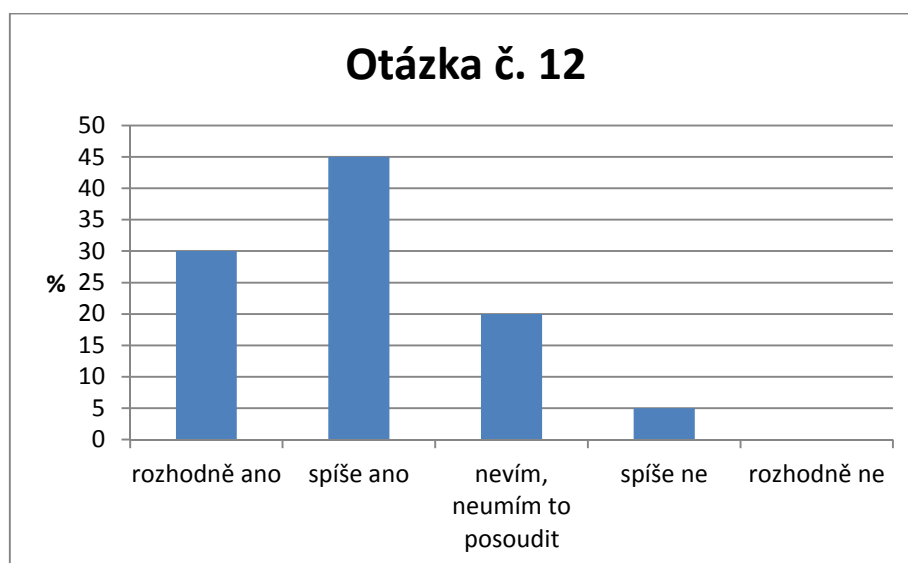
Graf č. 7 Vyhodnocení otázky č. 9

Menšinový podíl respondentů (15 %), který uvedl, že hodlá změnit způsob příjmu digitální televize byl zastoupen z řad těch, kteří užívají technologii DVB-T a chtěli by přejít na DVB-S, či DVB-C.

Otázka č. 10: **Pokuste se prosím srovnat původní analogové a nynější digitální vysílání. V čem vidíte přednosti digitálního vysílání oproti analogovému?**

Tato otázka již byla analyzována v kapitole 9.3.

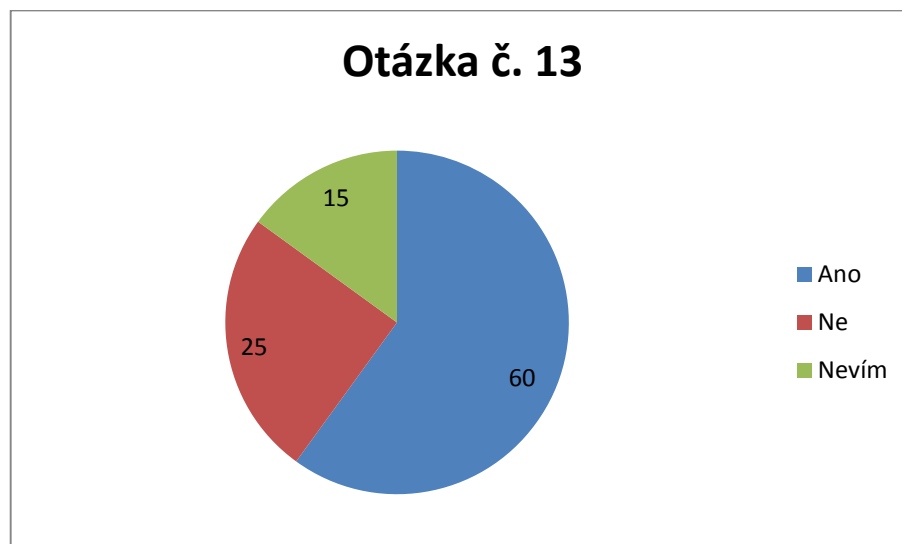
Otázka č. 12: **Mají lidé lepší informace o televizních pořadech?**



Graf č. 8 Vyhodnocení otázky č. 12

Většina respondentů si myslí, že lidé mají lepší informace o televizních pořadech zejména díky EPG, které zobrazuje různé informace a zajímavosti k vysílaným pořadům.

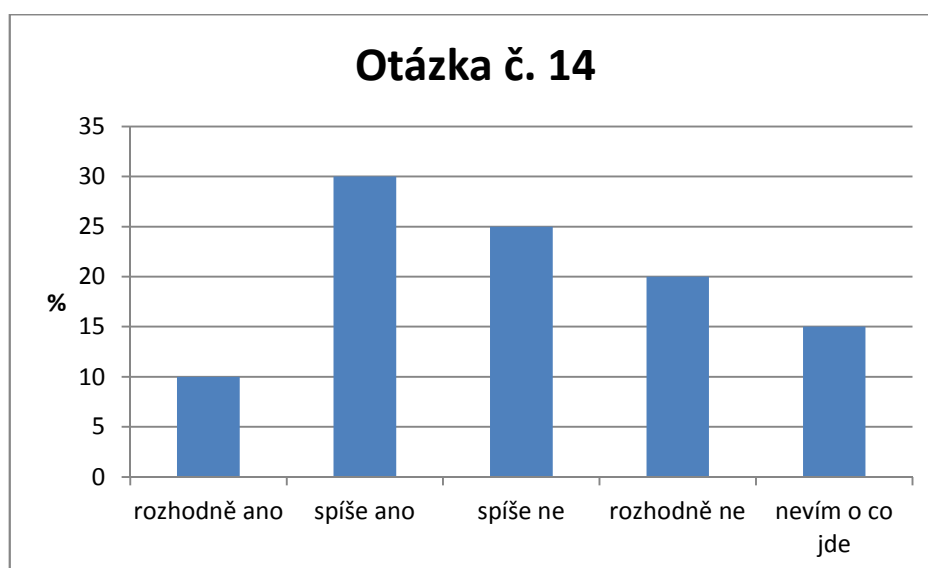
Otázka č. 13: **Přijímáte HDTV?**



Graf č. 9 Vyhodnocení otázky č. 13

Většina respondentů uvedla, že přijímají HDTV. Je zde ale i možnost omylu, pokud někteří respondenti pochopili otázku, zdali je jejich televizor schopný příjmu HDTV. Dnes je příjem HDTV možný pomocí všech systémů DVB, HDTV nepřijímají majitelé CRT televizorů či STB neschopných příjmu HDTV.

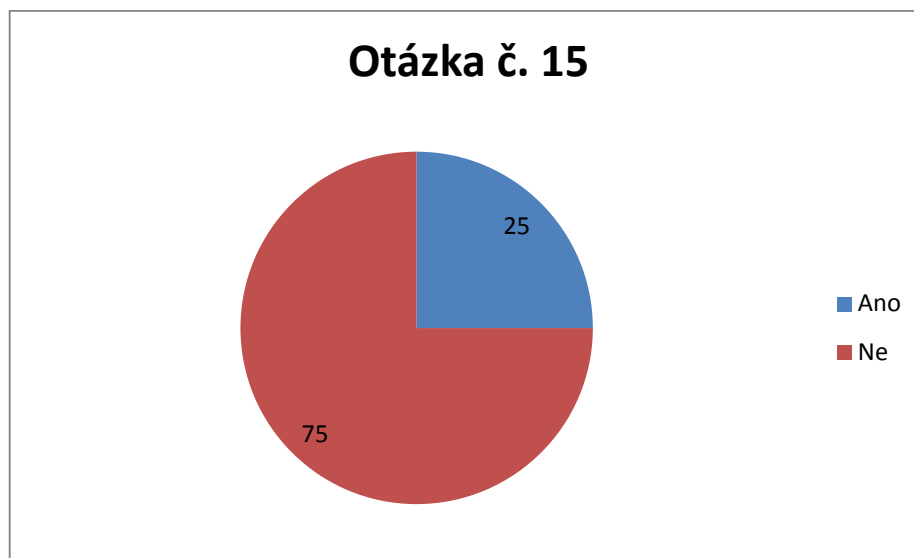
Otázka č. 14: **Máte zájem o 3D vysílání?**



Graf č. 10 Vyhodnocení otázky č. 14

Výsledek této otázky mě překvapil, v souvislosti s tím faktem, že 3D filmy uváděné v kinech jsou u diváků populární. Domníval jsem se, že tedy bude velký zájem mít tuto technologii doma. Většina respondentů by však tuto technologii nechtěla, stačí jim pouze občasná návštěva kina. Také někteří lidé mohou být citlivější a 3D obraz sledovaný po delší dobu jim nemusí dělat dobře.

Otázka č. 15: **Máte zájem o placené pořady?**



Graf č. 11 Vyhodnocení otázky č. 15

Tři čtvrtiny respondentů nemá zájem o placené pořady. Zájemci o placené pořady by si byli ochotni připlatit za kvalitní programy zaměřené na určitou tematiku. Mezi zájemce nejčastěji patřili muži s maturitním vzděláním.

## 10 Závěr

Záměrem této práce bylo přinést ucelený popis jednotlivých vysílacích systémů digitální televize. Napsal jsem tuto práci z důvodu chybějící souhrnné české literatury, která by stručně popisovala všechny systémy digitálního televizního vysílání. Většina knih se pouze zaměřuje podrobně na určitý systém digitálního vysílání, zejména na pozemní, další opomíjí. Dle mého názoru na našem trhu chybí kniha, např. učebnice pro střední školy technického zaměření, která by stručně popsala digitální televizní vysílání – jeho systémy. Zájemci ať už z řad kantorů, studentů, či nadšenců všeobecně si tak musí vyhledat další literaturu nebo elektronické zdroje, pokud chtějí tuto problematiku prostudovat celou. Na internetu lze najít informace většinou spíše informativního

charakteru. Internet je ale dobrý zdroj pro vyhledání zejména právní stránky systému digitálního vysílání a pro nalezení nejnovějších trendů v tomto oboru.

Pokud jde o můj názor na digitální televizní vysílání, tak vysoce převažují pozitiva. Já osobně jsem se nesetkal s žádným problémem při přechodu na digitální vysílání a jsem se systémem DVB-T, který přijímáme, spokojen. Myslím si, že celý složitý a náročný proces přechodu na digitální vysílání proběhl v pořádku a relativně včas.

Jako budoucnost všech systémů digitální televize vidím nástup jejich druhé generace, který i už u nás začíná nabírat na tempu. Negativem je však, že nástup druhé generace DVB-T přichází docela brzy po zavedení generace první. Lidé, kteří si za nemalé peníze pořídili nové televizory či set top boxy nebudou moci ve většině případů přijímat DVB-T2 z důvodu, že jejich zařízení nepodporuje normu MPEG-4. Rozhodnutí, zdali počkat několik let a pak postupně DVB-T2 zavádět je na ČTÚ a prozatím ještě není plně vyřešeno.

Z výsledku dotazníkového šetření jsem nabyl pojmu, že digitalizace je mezi lidmi vnímána vesměs kladně. Z počáteční nedůvěry k nové technologii a neochoty některých lidí měnit po léta zavedený systém, lze tvrdit, že všechny nedostatky spojené s přechodem byly odstraněny a dnes je příjem digitálního televizního vysílání mezi lidmi brán jako samozřejmost. Mně samotného nejvíce zajímalo, jak se procesem přechodu na digitální vysílání vyrovnali staří lidé, kteří nejsou v nových technologiích tolik zblhlí. Překvapilo mne, že s tím většinou nebyl problém. I staří lidé, kteří bydlí sami, se s pomocí známých či rodiny dokázali s touto novou technologií vypořádat. Digitální televizní vysílání s sebou přineslo výrazné navýšení počtu televizních stanic. Dotazovaní lidé však nebyli s kvalitou jejich programové nabídky většinou spokojeni a někteří toto dávali na vinu právě digitálnímu vysílání. Toto však technika nikdy nemohla a nemůže změnit. Program tvoří lidé, technika jej pouze přenáší a reprodukuje.

Jako člověku zajímavým se o nové technologie mě principy systémů digitálního vysílání zajímaly, prostudoval jsem několik knih a odborných článků, ze kterých jsem se dozvěděl mnoho zajímavostí. Nejzajímavější bude dle mého názoru sledovat další vývoj televize, nové technologie, které nám přinesou. Televize už teď není jen „skříňka“ pro zobrazení obrazu a reprodukci zvuku. Díky propojení s internetem nabízí mnoho aplikací, možnost videohovorů, zábavy, interaktivity a dalších věcí. Možná již za pár let přestane televize v tom smyslu, v jakém ji známe dne, existovat.

## 11 Seznam použité literatury

BEDNÁŘ, Jiří. *Digitální televize: populární průvodce technologií DVB-T*. 2. vyd. Praha: Sdělovací technika, 2007. ISBN 80-866645-17-7.

BEDNÁŘ, Jiří a Pavel GREGORA. *Příjem DVB-T*. Praha: BEN - technická literatura, 2007. ISBN 978-80-7300-221-3.

DUSPIVA, Zdeněk. *Digitalizace jako budoucnost elektronických médií*. Praha: Votobia, 2004. ISBN 80-7220-169-7.

HANUS, Stanislav. *Základy sdělovací techniky III*. první. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. ISBN 978-80-214-4206-1.

*KONSTUKČNÍ ELEKTRONIKA A RADIO*. Praha: AMARO, 2006, roč. 55, č. 4. ISSN 1211-3557.

LEGÍŇ, Martin. *Televizní technika DVB-T*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-204-3.

LUNDSTRÖM, Lars-Ingemar. *Understanding digital television: An introduction to DVB systems with Satellite, Cable, Broadband and Terrestrial TV*. Burlington: Focal Press, 2006. ISBN 978-0-240-80906-9.

*Praktická elektronika A Radio*. Praha: AMARO, 2004, roč. 9, č. 9. ISSN 1211-328X.

ŘÍČNÝ, Václav a Tomáš KRATOCHVÍL. *Základy televizní techniky*. Brno: UREL FEKT VUT, 206. ISBN 80-214-3203- 9.

### Internetové zdroje

ČESKÝ TELEKOMUNIKAČNÍ ÚŘAD. *Průběžná zpráva o stavu digitalizace televizního a rozhlasového vysílání v České republice* [online]. 2010 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: [http://www.ctu.cz/cs/download/digitalni\\_vysilani/prubezna\\_zprava\\_tpp\\_06-2010.pdf](http://www.ctu.cz/cs/download/digitalni_vysilani/prubezna_zprava_tpp_06-2010.pdf)

ČESKÝ TELEKOMUNIKAČNÍ ÚŘAD. *Vyhodnocení průběhu přechodu zemského analogového televizního vysílání na zemské digitální televizní vysílání* [online]. 2012 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: [http://www.ctu.cz/cs/download/digitalni\\_vysilani/zprava-09\\_vyhodnoceni\\_tpp\\_30\\_08\\_2012.pdf](http://www.ctu.cz/cs/download/digitalni_vysilani/zprava-09_vyhodnoceni_tpp_30_08_2012.pdf)

DVB-T2. *České radiokomunikace* [online]. 2013 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.radiokomunikace.cz/tv-a-rozhlasove-vysilani/televizni-vysilani/dvb-t2/uvod.html>

DVB-S2. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/DVB-S2>

Jak funguje DVB-T: Paketizace. *DigiZone.cz* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.digizone.cz/specialy/jak-funguje-dvb-t/paketizace/>

*Koncepce rozvoje digitálního vysílání v České republice*. 2006. Dostupné z: [http://i.iinfo.cz/urs-att/Koncepce\\_DVB\\_T-113808018992428.pdf](http://i.iinfo.cz/urs-att/Koncepce_DVB_T-113808018992428.pdf)

Modulace. MOLNÁR, Jiří. *UMTS* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: [http://www.umts.wz.cz/Mob\\_radio\\_site\\_3G/modulace.htm#QPSK](http://www.umts.wz.cz/Mob_radio_site_3G/modulace.htm#QPSK)

O společnosti ASTRA. SES. *Satelitní TV - Digitální TV a satelitní rádio ASTRA* [online]. 2013 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.onastra.cz/204926/about-astra>

Přechodní síť A. *Česká televize* [online]. 2008 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/vse-o-ct/technika/digitalni-pozemni-vysilani-dvb-t/prechodna-sit-a/>

Seriál Jak funguje kabelová televize. *DigiZone.cz* [online]. 2008 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.digizone.cz/serialy/jak-funguje-kabelova-televize/>

Standards & BlueBooks. *DVB - Digital Video Broadcasting* [online]. 2003 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.dvb.org/technology/standards/>

Technické základy. *Česká televize* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/vse-o-ct/technika/digitalni-vysilani-dvb-obecne/technicke-zaklady/>

## **12 Seznam obrázků**

Obr. 1 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 1

Obr. 2 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 2

Obr. 3 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 3

Obr. 4 Mapa aktuálního pokrytí vysílací sítě 4

Obr. 5 Princip pulzně kódové modulace

Obr. 6 Princip psychoakustického maskovacího jevu

Obr. 7 Struktura paketu

Obr. 8 Zdrojové kódování a multiplexování

Obr. 9 Blokové schéma protichybového zabezpečení

Obr. 10 Uplink a downlink

Obr. 11 Pokrytí systémem družic Astra

Obr. 12 Blokové schéma modulátoru QPSK

Obr. 13 Příjem signálu parabolickou anténou

Obr. 14 Základní blokové schéma modulátoru 16QAM

Obr. 15 Schéma HFC sítě

## **13 Seznam příloh**

Příloha č. 1 - Dotazník k průzkumu o digitálním televizním vysílání



Příloha č. 1 - Dotazník k průzkumu o digitálním televizním vysílání

**„Digitální televizní vysílání“**

Vážená paní, vážený pane,

*jsem studentem Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a v rámci své bakalářské práce zpracovávám průzkum týkající se digitálního televizního vysílání. Rád bych Vás touto cestou požádal o zodpovězení několika níže položených otázek. Budu rád, najdete-li si pro mě několik minut vašeho času. Mnohokrát děkuji.*

*Kontakt: Luděk Jurda, e-mail: Jurda.Ludek@seznam.cz tel: 774075467*

1. **Místo Vašeho bydliště:** Obec/město.....
  
2. **Jaké byly informace o digitalizaci a jaká byla Vaše schopnost zabezpečit si příjem digitální televize?**
  - a) informace byly snadno dostupné
  - b) věděl(a) jsem co dělat pro příjem digitálního signálu
  - c) informace o digitalizaci byly srozumitelné a jasné
  - d) informace byly nedostatečné, nepřehledné
  
3. **Kde jste se dozvěděl(a) informace o způsobu přechodu na digitální vysílání?**
  - a) televize
  - b) internet
  - c) rádio
  - d) přátelé, známí
  - e) noviny, časopisy, literatura (knihy, propagační letáky)
  
4. **Kdy Vaše domácnost přešla na digitální vysílání?**  
.....
  
5. **Měl(a) jste problémy při přechodu na digitální vysílání?**
  - a) ano    b) ne
  
6. **Pokud ano, s čím byl Váš největší problém?**
  - a) se složitostí zapojení nových zařízení
  - b) se složitostí ovládání nově zapojených zařízení
  - c) s digitálním signálem
  - d) se získáním informací
  - e) s nalezením odborné pomoci

**7. Jaký způsob příjmu digitální televize užíváte? (Pokud jste změnili způsob příjmu při přechodu na digitální vysílání, zatrhněte prosím ve čtvrtém sloupci jaký byl Váš původní způsob příjmu)**

DVB-T	prostřednictvím společných anténních rozvodů		
	vlastní anténou		
	pokojevou anténou		
DVB-C	kabelovou televizi		
DVB-S	satelitní televizi		
	IPTV		
	Nevím		
		nezměnil(a) jsem způsob příjmu	

**8. Jaký typ televizorů používáte?**

- a) CRT    b) LCD    c) plazma

**9. Uvažujete o změně způsobu příjmu digitální televize ve Vaší domácnosti? Pokud ano, na který způsob příjmu? Prosím doplňte:**

- a) ano    b) ne    .....

**10. Pokuste se prosím srovnat původní analogové a nynější digitální vysílání. V čem vidíte přednosti digitálního vysílání oproti analogovému?**

	lepší	horší	stejná	nevím	důležitost
Obsahová rozmanitost programů					
Kvalita programů					
Kvalita obrazu					
Kvalita zvuku					
Šíře nabídky programů					

**11. Jak jste s výše uvedenými přednostmi spokojen(a)? (v sloupci důležitost předchozí otázky zatrhněte 3 nejvýznamnější)**

**12. Mají lidé lepší informace o televizních pořadech?**

- a) rozhodně ano  
 b) spíše ano  
 c) nevím, neumím toto posoudit  
 d) spíše ne  
 e) rozhodně ne

**13. Přijímáte HDTV ?**

- a) ano    b) ne    c) nevím

**14. Máte zájem o 3D vysílání?**

- a) rozhodně ano    b) spíše ano    c) spíše ne    d) rozhodně ne    e) nevím o co jde

**15. Máte zájem o placené pořady?**

- a) mám zájem    b) nemám zájem

Údaje pro vyhodnocení:

**16. Pohlaví respondenta**

- a) muž    b) žena

**17. Věk respondenta**

- a) 18 – 19
- b) 20 – 29 let
- c) 30 –39 let
- d) 40 –49 let
- e) 50 –59 let
- f) 60let a více

**18. Vzdělání respondenta**

- a) základní
- b) vyučen bez maturity
- c) s maturitou
- d) vysokoškolské

*Ještě jednou Vám děkuji za zodpovězení otázek. Přeji pěkný den.*