

Anotace

Předložená studie, zpracovaná v souladu se Smlouvou o dílo číslo 763/98, uzavřenou mezi Radou ČR pro rozhlasové a televizní vysílání a TESTCOM, se zabývá technickými možnostmi zavedení zemského digitálního televizního vysílání v ČR.

Studie je rozdělena do následujících kapitol:

- ◆ **Kapitola 1** obsahuje situační rozbor a faktory ovlivňující návrhy řešení obsažené ve studii.
- ◆ **Kapitola 2** se zabývá otázkami kapacitních možností kmitočtového spektra pro TV vysílání. Posouzení kapacitních možností spektra vychází z příslušných záměrů a kmitočtových tabulek ITU, Článek S5 Radiokomunikačního řádu, CEPT/ERC, Report 25 (Kmitočtová tabulka CEPT) a Národní kmitočtové tabulky.
- ◆ **Kapitola 3** zpracovává technické možnosti uspořádání multiplexu v ČR s přihlédnutím k vývoji ve světě.
- ◆ **Kapitola 4** řeší otázky pokrytí území ČR signálem DVB-T včetně variantního postupu realizace od izolovaných buněk k celoplošnému pokrytí. Výsledkem je návrh pozic a kmitočtů pro pokrytí ČR signálem DVB-T.
- ◆ **Kapitola 5** řeší variantně možnosti uspořádání multiplexu v ČR s ohledem na výsledky uvedené v kapitole 2.

Obsah

1. Úvod.....	6
1.1. Zadání a struktura studie.....	6
1.2. Podklady pro řešení.....	6
2. Posouzení kapacitních možností kmitočtového spektra pro TV vysílání. .9	9
2.1. Úvod.....	9
2.2. Současný stav.....	9
2.3. Výhledy do budoucnosti.....	10
2.3.1. Zemské TV vysílání.....	10
2.3.2. Družicové vysílání.....	11
2.3.3. CzechLink.....	12
2.4. Zhodnocení.....	12
3. Možnosti a návrhy uspořádání multiplexů v ČR.....	13
3.1. Úvod.....	13
3.2. Vývoj nových řešení v oblasti DVB.....	13
3.2.1. Perspektiva univerzálního širokopásmového multimediálního systému.....	14
3.3. Multiplexní televizní kanál a jeho obsah.....	15
3.3.1. Integrace digitálního rozhlasu do multiplexního kanálu digitální televize.....	15
3.3.2. Integrace distributivních a interaktivních datových služeb.....	16
3.3.3. Shrnutí vlivu interaktivních služeb na DVB.....	18
3.4. Statistické multiplexování.....	18
3.4.1. Předběžná rozvaha o skladbě čistého transportního toku pro vysílací síť DVB-T ...	21
3.4.2. Předpokládaná omezení vznikající nasazením statistického multiplexování.....	22
3.5. Další poznatky o vývoji v oblasti DVB-T po 1.12.1998.....	22
4. Výběr kanálů a stanovišť vysílačů DVB-T, postup při budování celoplošné sítě.....	24
4.1. Použitelnost TV kanálů.....	24
4.2. Základní plánovací parametry sítí DVB-T.....	24
4.3. Výběr stanovišť pro vysílače DVB-T.....	25
4.4. Další postup pro plánování stanovišť vysílačů DVB-T.....	26
4.5. Koordinace stanovišť DVB-T a jejich technických parametrů.....	27
4.6. Pokrytí Prahy, Brna a jejich okolí - pilotní projekty.....	27
4.7. Závěr.....	27
4.8. Návrh postupu dalších prací.....	28
5. Návrh organizace sítí DVB-T.....	32
5.1. Úvod.....	32
5.2. Počet vysílaných digitálních TV programů z hlediska schopnosti DVB-T.....	34
5.3. Návrh organizace sítí DVB-T pro přechodné období.....	35
5.3.1. Varianta 1 - vysílací síť DVB-T složená z několika velkých sítí SFN a vysílající stejný programový multiplex.....	35
5.3.2. Varianta 2 - kombinovaná síť složená z regionálních sítí SFN.....	37
5.3.3. Varianta 3 - kombinovaná síť složená z regionálních sítí SFN.....	38
5.4. Modulační síť.....	40
5.4.1. Modulační síť pro velkoplošné SFN bez regionálního vysílání (pro variantu 1).....	40
5.4.2. Modulační síť pro kombinovanou vysílací síť složenou z K64 - K66 a K21 - K60 (pro variantu 3).....	41

5.4.3. Přibližný odhad nákladů na vybudování vysílací sítě pro DVB-T - varianta 1.....	42
5.4.4. Přibližný odhad nákladů na vybudování vysílací sítě pro DVB-T - varianta 3.....	42
5.5. Návrh organizace sítí DVB-T pro plně digitální období.....	43
5.5.1. Princip strukturované modulační a příspěvkové sítě pro DVB-T.	45
5.5.2. Páteřní přenosová síť pro nejvyšší nároky na výměnu signálu mezi TV studií a na distribuci signálu.	46
5.6. Návaznost první etapy budování modulační sítě (přechodné období) na druhou etapu (plně digitální období).	48
5.7. Popis systému DVCPRO a systému ATLANTIC. Chyba! Záložka není definována.	
5.8. Shrnutí.	49
6. Závěr.....	51
7. Výklad pojmů.	52
8. Rejstřík.	60
9. Literatura.	62

1. Úvod.

(Zpracoval Ing. Jiří Valenta)

1.1. Zadání a struktura studie.

Práce na úkolu 3- 33-316 byly řešeny v souladu se Smlouvou č. 763/98 uzavřenou mezi Radou České republiky pro rozhlasové a televizní vysílání a TESTCOM. Předmětem řešení je „**Rozbor možností zavedení zemské digitální televize v ČR**“. Řešení úkolu bylo rozloženo dle zadání do následujících okruhů:

- a) Optimalizovaný výběr kanálů a stanovišť vysílačů DVB-T
- b) Posouzení kapacitních možností spektra pro TV vysílání.
- c) Možnosti uspořádání multiplexů v ČR.
- d) Postup při budování celoplošné sítě, experimentální vysílání, pilotní projekty, konkrétní návrh experimentálního vysílání v Praze.
- e) Návrh a organizace sítí DVB-T (tvorba a obsazení multiplexu).

Během řešení se ukázalo, že úkoly uvedené pod body a) a d) spolu úzce souvisí. Proto byly po dohodě se zástupcem zadavatele tyto otázky zpracovány v jediném celku (kapitola 4). Úkoly uvedené pod bodem b) jsou zpracovány v kapitole 2, úkoly uvedené pod bodem c) jsou zpracovány v kapitole 3 a úkoly uvedené pod bodem e) jsou zpracovány v kapitole 5. V průběhu řešení úkolu byl řešitelský kolektiv v úzkém kontaktu se zástupcem objednatele a postupy řešení byly s objednatelem konzultovány. Tématické okruhy předkládané studie byly postupně seřazeny v kapitolách od řešení záležitostí obecného charakteru ke konkrétním problémům pokrytí ČR DVB-T a organizace sítí DVB-T.

1.2. Podklady pro řešení.

Zavedení DVB-T jako nového prostředku pro šíření televizního vysílání stojí v České republice na úplném začátku. V rámci CEPT jsou v pracovních skupinách WG FM a WG SE založeny projektové týmy FM PT 24 a SE PT 27, které se otázkou zavádění DVB-T v členských zemích CEPT společně zabývají. Výstupy z jednání těchto projektových týmů jsou doporučení a návrhy rozhodnutí, týkající se systémových parametrů a technických postupů při přidělování kmitočtů pro jednotlivé vysílače. Na úrovni týmu PT FM 24 jsou přijímána kritéria pro sestavení kmitočtového plánu DVB-T. Práce tohoto týmu směřuje k zpracování návrhů technických a správních postupů, které budou sloužit jako vstupy pro budoucí konferenci pro sestavení kmitočtového plánu DVB-T.

Dalším zdrojem informací byla účast na mezinárodní konferenci a výstavě „International Broadcasting Convention (IBC, září 1998, Amsterdam, Holandsko) a Workshop for frequency planning DVB-T (leden 1999, Montreux, Švýcarsko).

Informace z CEPT a získané poznatky z uvedených mezinárodních akcí byly při zpracování studie plně využity.

Jedním z důležitých otevřených problémů je otázka výběru možných TV kanálů pro realizaci DVB-T. Nejen v ČR, ale ani v Evropě již téměř neexistují volné TV kanály, které by byly použitelné pro DVB-T.

TV kanály v rozsahu 21 až 60, které byly v rámci kmitočtového plánu Stockholm 1961 jednotlivým státům přiděleny, jsou dnes plně obsazeny analogovým TV vysíláním. V ČR se jedná o kmitočty základních vysílačů a kmitočty převaděčů, které v členitém terénu ČR dokrývají oblasti, kde signál základního vysílače nespĺňuje kritéria pokrytí.

V rozsahu K 21 až 60 nelze nalézt takový kanál, respektive sadu kanálů, které by umožnily realizaci DVB-T s celoplošným pokrytím. Případná realizace DVB-T vystačí sice pouze s malým počtem kanálů v režimech SFN, každý z nich však pouze s omezeným pokrytím. V úvahu tedy přicházejí K 61 až 69, které dosud TV vysílání nevyužívalo. V ČR ani v Evropě však zatím s využitím všech těchto kanálů není možné počítat. V ČR všechny K 61 až 69 donedávna užívala armáda pro vojenské aplikace letecké navigace a pro radiolokaci. V rámci postupného sblížení ČR s kmitočtovou tabulkou CEPT byly pro DVB-T armádou uvolněny K 64, 65 a 66. Ostatní TV kanály jsou nadále armádou blokovány.

Podle informací dostupných v TESTCOM existuje obdobná situace s menšími odlišnostmi i v sousedních zemích.

- Slovensko uvolňuje pro realizaci DVB-T též K 64 až 66. Ostatní kanály jsou blokovány vojenskými aplikacemi obdobného charakteru jako v ČR.
- Polsko prozatím uvolnilo K 64 a 65. Ostatní kanály jsou blokovány vojenskými aplikacemi. Jedná se o prostředky vojenské letecké navigace na kanálech 61 až 63 a kanály 66 až 69 jsou využívány k radiolokaci.
- V SRN jsou vojenskými aplikacemi blokovány kanály 61 až 63 a kanály 67 až 69. Jedná se o využití pro takticko-operační spoje. Jmenované kanály jsou harmonizovány v rámci NATO a jejich uvolňování se prozatím nejen v ČR (souvislost se vstupem do NATO na jaře 1999), ale i v ostatních členských zemích NATO jeví jako problematické.
- Rakousko obsazuje již v současné době kanály vyšší než 60 komerčním analogovým TV vysíláním.

O případném termínu uvolnění K 61 až 63 armádami NATO bude na úrovni CEPT jednáno po roce 2003. V ČR budou však K 67 až 69 nadále blokovány armádou a o jejich uvolnění se zatím neuvažuje. Lze však předpokládat, že pro DVB-T bude v Evropě třeba v budoucnosti uvolnit všechny kanály v rozsahu 61 až 69. To bude zřejmě předmětem jednání CEPT/ERC/FM civil/military, kde jsou projednávány otázky vzájemné harmonizace kmitočtového spektra.

V rámci řešení tohoto úkolu TESTCOM navázal spolupráci s firmou TELENOR International, která se zabývá zaváděním DVB-T v Dánsku, Norsku a Švédsku. TESTCOM využil nabídky firmy TELENOR a v říjnu byl v TESTCOM ve spolupráci s TELENOR uspořádán seminář zabývající se komplexními otázkami DVB-T. Kromě členů řešitelského kolektivu se semináře zúčastnili též zástupci Rady ČR pro rozhlasové a televizní vysílání, ČT a TV PRIMA. Seminář poskytl účastníkům informace o tom, jak je konkrétně navrhována realizace DVB-T v Norsku, Dánsku a Švédsku. Návrhy na realizaci DVB-T, zejména realizaci multiplexů, se ve zmíněných zemích vzájemně liší podle způsobu organizace TV vysílání. Po obsáhlé diskusi se účastníci semináře shodli na tom, že situace v zemích, kde TELENOR plánuje realizaci DVB-T, je velmi podobná situaci v ČR a že bude proto možné některá řešení s drobnými korekcemi aplikovat i v ČR. S firmou TELENOR byla dohodnuta další spolupráce.

Předložená studie souhrnně řeší otázky kmitočtového plánu pro DVB-T, multiplexů a kapacitních možností kmitočtového spektra z hlediska jeho využití pro šíření DVB-T. Některé vstupy zadaných prací nejsou plně vyjasněny a proto mají příslušná řešení obecnější povahu s cílem předložit objednateli nástin různých variant řešení, daných okruhem problémů v jejich výchozí šíři. V dalším se předpokládá vyjasnění některých výchozích parametrů a tím i upřesnění směru dalších prací.

Pro další práce bude třeba vyjasnit otázku organizace TV vysílání z hlediska náplně daného kanálu programem a dále, zda budou na celém území ČR šířeny programy celostátního charakteru nebo zda budou některé programy obsažené v TV multiplexu vysílány pouze do určitého regionu. Dále bude nutné v případě jednoho nebo několika programů vyjasnit otázky vytváření multiplexů pro danou oblast a přivedení programů pro příslušný multiplex od jednotlivých TV společností.

V evropském měřítku již zavádění DVB-T a útlum ATV dosti pokročily. V ČR bude z důvodů integrace do evropských struktur nezbytné neprodleně začít ve věci DVB-T dodržovat následující stěžejní zásady:

- 1 Pro ATV zásadně nepřidělovat TV K 61 a vyšší.
- 2 Všechny případné kmitočtové návrhy, změny a záměry v oblasti ATV musí být bezpodmínečně konzultovány se subjektem, který bude zpracovávat koncepci DVB-T v ČR.

Výpočty předpovědi pokrytí signálem DVB-T byly provedeny pro cca 200 rozdílných stanovišť, bez ohledu na to, je-li na těchto stanovištích již provozován vysílač ČRa. Pro optimalizaci pokrytí území ČR bylo provedeno několik stovek výpočtů pro různé kombinace vysílacích stanovišť. Provedené výpočty jsou uloženy u zpracovatele této zprávy a optimalizované výsledky výpočtů pokrytí území ČR jsou uvedeny v kapitole 4 této zprávy.

2. Posouzení kapacitních možností kmitočtového spektra pro TV vysílání.

(Zpracoval Ing. Jiří Valenta)

2.1. Úvod.

Současné zemské analogové TV vysílání v ČR a v Evropě je realizováno v kmitočtových úsecích I. pásma (47 - 66 MHz), III. pásma (174 - 230 MHz) a IV. a V. pásma (470 - 862 MHz). V ČR prozatím není horní část V. pásma plně využita pro šíření TV vysílání. Nejsou využívány K 54, 61 až 69. Kanál 55 je možno využívat s omezeným ERP. Další v ČR zatím nevyužívanou možností přímého šíření TV programů je použití geostacionárních družic v kmitočtovém úseku 11,7-12,5 GHz, kde je přednost této aplikace před ostatními službami (ochrana před rušením) zaručena Poznámkou S5.487 Radiokomunikačního řádu (RŘ). Naopak k přímému šíření TV programů nelze užívat kmitočtový úsek 10,7-11,7 GHz (profesionální distribuce TV programů přes družice ASTRA, EUTELSAT, COPERNICUS atd. - družicová pevná služba), který je podle RŘ sdílen se zemskou pevnou službou. Podle Telekomunikační úmluvy (ve znění z Minneapolis 1998) a ustanovení RŘ je příjem družicových TV signálů v tomto pásmu chráněn před rušením zemskou pevnou službou pouze na řádně ohlášených a zkoordinovaných pozemských stanicích provozovatelů kabelové televize, nikoli v místech neohlášených individuálních instalací.

2.2. Současný stav.

V uvedených kmitočtových úsecích jsou realizovány základní TV vysílače a převaděče pro šíření analogového TV vysílání celoplošných programů ČT1, ČT2, NOVA a PRIMA a lokálních TV programů. Pro plné pokrytí členitého terénu, jakým je území ČR, je třeba značného počtu TV vysílačů obou typů. To přináší požadavky na použití velkého počtu TV kanálů. Současné pokrytí území ČR je řešeno sítí základních vysílačů a převaděčů. Filosofie pokrytí je založena na maximálním pokrytí dané lokality ze základního vysílače s velkým ERP (řádově desítky až stovky kW). Místa, která se nepodaří pokrýt signálem základního vysílače, jsou potom pokrývána převaděči s výkonem typicky do 1 kW ERP. Síť převaděčů je třeba pro maximální pokrytí využívat ve velké míře vzhledem k členitosti terénu ČR. Při požadavku poskytnutí výše uvedených programů maximálnímu počtu obyvatel se dostáváme do situace, kdy se pro plné pokrytí ČR zmíněnými čtyřmi TV programy nedostává kmitočtů hlavně v oblastech s vysokou hustotou obyvatelstva. V tomto směru jsou nejvíce omezeny programy TV stanic PRIMA a ČT2. Zájemce o šíření dalších TV programů již není možné uspokojit z důvodu absolutního nedostatku volných kmitočtů.

Dalším omezujícím faktorem šíření TV programů v ČR je obsazenost kmitočtů pro šíření TV programů v sousedních státech. Aby bylo zabráněno vzájemnému rušení mezi TV vysíláním v ČR a v sousedních státech, je třeba každý kmitočtet mezinárodně koordinovat. Důsledkem toho je, že některé kmitočty nelze v ČR použít z důvodu rušení do sousedních zemí, jiné opět proto, že příjem v ČR by byl rušen vysíláním ze sousední země. Míra těchto omezení přímo závisí na plošných hustotách sítí TV vysílačů a převaděčů. Taková omezení jsou zvláště patrná ve IV. a V. pásmu tam, kde ČR hraničí s Rakouskem a SRN (staré spolkové země). Toto je způsobeno historickým vývojem, kdy po schválení kmitočtového plánu Stockholm 1961 bylo ve velice krátké době v Rakousku a SRN realizováno TV vysílání podle Stockholmského plánu na kanálech 21 až 60. Po realizaci základních vysílačů v těchto zemích a prověření pokrytí území začaly tyto země okamžitě dokrývat oblasti se slabým signálem převaděči. V době, kdy tehdejší ČSSR začala realizovat 2. TV program na kanálech 21 až 60, bylo již v Rakousku a SRN realizováno TV vysílání téměř v plné šíři. Dokrytí oblastí v ČR převaděči je z hlediska již užívaných TV kanálů v Rakousku a SRN obtížné a v řadě oblastí nemožné. Za této situace je zcela zřejmé, že v ČR dnes nelze realizovat celoplošné vysílání dalšího TV programu analogovou metodou přenosu.

2.3. Výhledy do budoucnosti.

2.3.1. Zemské TV vysílání.

Pro kvalifikovaný odhad kapacitních možností kmitočtového spektra pro TV vysílání je třeba započít faktory

- technické, kdy moderní digitální modulační metody umožňují šířit na jediném TV kanálu paralelně několik TV programů pro libovolně velkou zájmovou oblast pomocí jednokmitočtové sítě (SFN),
- správní, kdy části kmitočtového spektra přidělené pro TV vysílání mohou být správními rozhodnutími rozšířeny nebo zúženy.

Současné trendy ve vytváření multiplexů vedou k možnostem přenést k divákovi v jednom TV kanálu širokém 8 MHz digitálně několik programů najednou se stejnou, případně i vyšší kvalitou video a audio informace, než je tomu u analogového přenosu. Změna modulační metody tedy otvírá širokou nabídku možností zvýšení přenosové kapacity kmitočtového spektra. Budou-li výchozí požadavky na uspořádání a plošný rozsah jednotlivých TV programů (celoplošné, regionální a místní) optimalizovány z hlediska možností SFN a multiplexů, bude možné docílit na K 21 až 60 až několikanásobného zvýšení počtu šířených TV programů ve srovnání se současným stavem. Čím složitější bude ovšem multiplex, tím bude doprava primárního signálu na vstup kódovacího a multiplexovacího uzlu složitější a bude třeba hledat kompromis mezi kapacitou multiplexu a požadavky na počet TV programů. Naproti tomu využití kapacitních možností kmitočtového spektra bude ovlivňováno požadavky na kvalitu přenášeného TV obrazu a zvuku. Bude-li požadována kvalita TV informace srovnatelná se současnou kvalitou analogového TV vysílání, potom je možné v blízké budoucnosti uvažovat o 7 až 8 TV programech, v současnosti minimálně o 4 TV programech v jediném kanálu o šíři 8 MHz. Bude-li však požadována TV informace kvalitnější, to znamená přenos obrazu s vyšší rozlišovací schopností až po kvalitu HDTV, bude se možný počet TV programů úměrně snižovat. V současné době vyžaduje kvalita HDTV k přenosu plný TV kanál o šíři 8 MHz.

Správním faktorem limitujícím kapacitu kmitočtů pro TV vysílání pravděpodobně budou i rozhodnutí na úrovni ITU-R nebo CEPT/ERC, jimiž by mohly být redukovány některé kmitočtové úseky vyhrazené pro TV vysílání. V posledních letech vzrůstají požadavky a tlaky na přednostní využití kmitočtového spektra pro pohyblivé služby. Některé kmitočtové úseky, především ty, které jsou charakterem šíření elektromagnetických vln rovněž vhodné pro aplikace pohyblivých služeb, budou zřejmě přerozděleny v jejich prospěch. Na druhé straně prudký rozvoj technologie umožňující kvalitní přenosy po kabelových sítích otevírá otázky, zda některé rádiové přenosy informace nebude vhodnější realizovat po kabelových sítích. Zejména u TV vysílání se jedná v rozhodujícím procentu případů o přenos signálu mezi TV vysílačem a TV přijímačem umístěným na pevně stanoveném místě a lze tedy přenos realizovat kabelovým rozvodem. Rovněž osídlení s vysokou hustotou v ČR a ostatních zemích v Evropě podporuje úvahy o výhradním šíření TV signálu po kabelech. To vše vede k očekávaným redukcím současných kmitočtových úseků přidělených pro TV vysílání. Na úrovni členských zemí CEPT je v Reportu 25 ERC /21/ zpracována kmitočtová tabulka zabývající se přidělením a využitím kmitočtového spektra po roce 2008. Tato tabulka se v rámci CEPT má stát závazným předpisem. Obecně je možné konstatovat, že tato tabulka výrazně podporuje aplikace pro pohyblivé služby a redukuje některé kmitočtové úseky v současné době užívané pro zemské TV vysílání. V jednotlivých úsecích nyní užívaných pro zemské TV vysílání je tato situace:

Kmitočtový úsek 48,5 - 66 MHz (I. TV pásmo) je v ČR využíván zejména pro šíření programu TV společnosti NOVA na třech základních vysílačích a v tomto kmitočtovém úseku je realizováno i cca 70 převaděčů. Kmitočtová tabulka CEPT předpokládá budoucí využití pro pozemní pohyblivé služby pro civilní a vojenské využití (část kmitočtového pásma bude podléhat harmonizaci NATO) a pro radarová měření směru a síly větrů. Podle poznámky uvedené k tomuto pásmu jsou administrace žádány, aby přijaly taková opatření, aby mohlo být toto kmitočtové pásmo co nejdříve uvolněno pro shora jmenované aplikace.

Kmitočtový úsek 174 - 230 MHz (III. pásmo) je v ČR využíván pro šíření programů TV zejména společností NOVA a PRIMA na jedenácti základních vysílačích a cca 580 převaděčích. TV kanál R12 má být využit pro šíření zemského digitálního rozhlasu (T-DAB) podle kmitočtového plánu CEPT Wiesbaden 1995. Podle kmitočtové tabulky CEPT se předpokládá budoucí využití pásma pro pozemní pohyblivou službu v kmitočtovém úseku 174 - 223 MHz po roce 2020. Rovněž část TV kanálu R12 (225 až 230 MHz) podléhá harmonizaci NATO (v západní Evropě je TV kanál R12 využíván jen sporadicky). Proto také rovněž nelze vyloučit nutnost ukončení provozu na kanálu R12 v důsledku potřeb NATO.

Kmitočtový úsek 470 - 862 MHz (IV. a V. pásmo) je v úseku 470 - 790 MHz využíván pro šíření TV vysílání s omezeními na kanálech 54 a 55. Kanály 61 - 63 a 67 - 69 jsou v ČR prozatím vyhrazeny pro vojenské aplikace. Kmitočtová tabulka CEPT předpokládá tento kmitočtový úsek pro budoucí využití DVB-T. Kanály 61 - 68 jsou přednostně rezervovány pro zavedení DVB-T. Úplné využití kanálů 61 až 69 však v současné době je blokováno vojenskými aplikacemi nejen v ČR, ale i v sousedních zemích. Prozatím byly uvolněny kanály 64 až 66. Podle posledních informací další uvolnění zbývajících kanálů 61 a vyšších pro TV vysílání před rokem 2008 nepřichází v úvahu. Kmitočtová tabulka CEPT nadále předpokládá v úseku 790 až 862 MHz sdílení s vojenskými aplikacemi (taktické rr spoje). Tento problém bude nutně vyřešit na úrovni CEPT a NATO.

Kapacitní možnosti spektra v IV. a V. pásmu v ČR budou zcela jasné až po kmitočtové konferenci na úrovni CEPT/ERC pro přeplánování přidělů kmitočtů ve IV. a V. pásmu, která se zatím předpokládá v roce 2005. Účelem bude sestavení nového plánu kmitočtů a pozic TV vysílačů s použitím digitálních modulací (vysílání DVB-T). Výsledky této konference potom budou definovat kmitočtové možnosti ČR v oblasti šíření zemského TV vysílání. Tím bude jeden stupeň volnosti odstraněn a úvahy o možné kapacitě kmitočtového spektra budou potom již závislé na organizaci a požadavcích kladených na TV vysílání, na požadované kvalitě TV obrazu a použitém multiplexu.

2.3.2. Družicové vysílání.

Pro vysílání a individuální příjem TV programů z družic je určen kmitočtový úsek 11,7-12,5 GHz. Jedná se o vysílání TV programů z družice umístěné na geostacionární dráze, která svým vysílacím svazkem ozařuje území ČR, (Rozhlasová družicová služba - RDS). V daném kmitočtovém úseku je na úrovni ITU (WRC 97) sestaven kmitočtový plán, který pro každé ozařované území z geostacionární dráhy přesně definuje

- pozici příslušné družice na geostacionární dráze (stupně zeměpisné délky),
- parametry vysílacího svazku,
- vysílací kmitočty (kanály),
- vyzářený výkon (EIRP).

Kmitočtový plán byl sestaven na úrovni ITU-R v roce 1997 na principu rovného přístupu všech zemí ke geostacionární dráze. Pro každé obsluhované území je přiděleno 5 kanálů s parametry přenosu analogového, případně digitálního TV signálu. Pro ČR je přidělena pozice 17E (17° východní délky) a kanály 23, 27, 31, 35 a 39. Kmitočtový plán je součástí Radiokomunikačního řádu jako Dodatek S30. Výhodou realizace daného kmitočtového plánu je 100% pokrytí celého území ČR. V případě použití analogové modulace je k dispozici možnost šíření pěti TV programů, v případě užití digitální modulace, bude-li užitá modulační metoda obdobná DVB-T, označovaná jako DVB-S, lze očekávat možnost šíření sedmi TV programů v jednom kanálu, tedy až 35 TV programů. Realizace družicového vysílání však bude vyžadovat poměrně vysoké náklady na výrobu družice a její umístění na geostacionární dráze. Na straně přijímacího sektoru to bude znamenat instalaci obdobného zařízení, jaké je dnes užíváno pro individuální příjem TV vysílání z družice ASTRA, EUTELSAT apod.

Vlastním monitorováním přidělených družicových kanálů v pásmu 12 GHz bylo však v ČR dodatečně zjištěno, že nejsou dostatečně prostorově separovány od vysílání jedné z družic ASTRA z pozice 19,2E. Toto vysílání však není řádně ohlášeno u ITU-R a ani zkoordinováno, a proto nebylo v roce 1997 v průběhu WRC-97 při sestavování aktualizovaného plánu bráno v úvahu. Česká republika na danou situaci již upozornila ITU-R i CEPT/ERC. Předpokládá se tento další vývoj: konference WRC-2000 rozhodne o konání další následné WRC (patrně v roce 2002), v jejíž agendě již bude definitivní světové přeplánování přidělu družicové televizi. Zatímni modelové plány, které zpracovává projektový tým PT2 v rámci skupiny CEPT/ERC/CPG2000, ukazují na realizovatelnost přidělu pro ČR spolu se Slovenskem na pozici 13W, která by z řady technických i provozních důvodů byla rovněž přijatelná.

Další úsek, přidělený pro družicové TV vysílání, je 21,4-22 GHz. Uvedený kmitočtový úsek je vyhrazen pro případné TV vysílání s vysokou rozlišovací schopností (HDTV). O jeho využití se prozatím na úrovni ITU a CEPT v blízké budoucnosti neuvažuje. Jeho využití se patrně stane aktuálním v případě, kdy nižší kmitočtová pásma již nebudou stačit pokrýt zvýšené požadavky této aplikace.

2.3.3. CzechLink.

Jedná se o digitální přenos TV a rozhlasového signálu přes geostacionární družici DFS-2 (COPERNICUS) na kmitočtech Země - kosmos 14,325 GHz (vzestupný směr), kosmos - Země 11,525 GHz (sestupný směr). Vzhledem k charakteru použití kmitočtového pásma 10,7 – 11,7 GHz pro sestupný směr se jedná o pevnou družicovou službu (viz kapitola 3.1) a uvedený spoj slouží k profesionální distribuci rozhlasových a TV programů k zemským vysílačům, případně k hlavním stanicím kabelových rozvodů. Přesto, že na trhu je přijímací zařízení umožňující individuální příjem programů obsažených v CzechLink, není toto kmitočtové pásmo určeno pro individuální příjem rozhlasového a TV signálu širokou veřejností a takový příjem nepoživá administrativní ochrany před rušením. Tuto ochranu požívají pouze přijímací pozemské stanice řádně ohlášené a kmitočtově zkoordinované u ČTÚ podle Článku S9 a Dodatku S7 Radiokomunikačního řádu /22/.

2.4. Zhodnocení.

Pro další úvahy je možné předpokládat, že ve vzdálenějším výhledu zůstane pro zemské TV vysílání vyhrazen pouze kmitočtový úsek 470 - 862 MHz (IV. a V. TV pásmo). Zbylé dosud používané kmitočtové úseky 47 - 66 MHz (I. TV pásmo) a 174 - 230 MHz (III. TV pásmo) budou výhledově přiděleny pohyblivým službám. Pro zemské TV vysílání tak přichází v úvahu pouze TV kanály 21 až 69 s tím, že za současná omezení na K 54 a 55, 61 až 63 a 67 až 69 budou postupně rušena. Pokud bude v ČR realizováno DVB-T, lze předpokládat, že kapacita kmitočtového spektra bude schopna pokrýt požadavky na TV vysílání i s možností nárůstu počtu dalších programů. Pokud by šíření TV programů zemskými prostředky zůstalo v analogové verzi, bude to ve svém důsledku znamenat omezení počtu programů na současný stav přidělu kmitočtů analogového TV vysílání v IV. a V. TV pásmu. Dalším faktorem, který ovlivní kapacitu kmitočtového spektra pro šíření zemského TV vysílání budou výsledky kmitočtové konference CEPT/ERC plánované na rok 2003. Konference má mandát přeplánovat kmitočtové přiděly jednotlivým zemím pro digitální TV vysílání. Při sestavování tohoto kmitočtového plánu již nebude bráno v úvahu alternativní zemské analogové TV vysílání. Z výše uvedených důvodů je tedy nutné se v ČR dále intenzivně zabývat všemi aspekty zavádění DVB-T.

Využijí-li se pro šíření TV programů geostacionární družice v pásmu 11,7-12,5 GHz, bude možné pokrýt území ČR pěti analogovými TV programy nebo v případě užití digitálních modulačních metod může být kapacita TV vysílání za současného technického stavu zvýšena až na 35 TV programů. Nevýhodou tohoto řešení jsou poměrně vysoké investiční náklady na vysílací straně dané pořízením družice a jejím uvedením na geostacionární dráhu. Rovněž na přijímací straně bude nutné navíc k TV přijímači investovat do zařízení umožňujícího příjem signálu z družice.

3. Možnosti a návrhy uspořádání multiplexů v ČR.

(Zpracoval Ing. Vladimír Kameník)

3.1. Úvod.

V této části jsou nejprve stručně popsány nejnovější světové trendy vyznačující se vzájemným prorůstáním informačních technologií, telekomunikací a technologií pro rozhlasové a televizní vysílání a z toho vyplývající tendence k integraci distributivních a interaktivních telekomunikačních služeb do jednoho univerzálního širokopásmového multimediálního systému.

Na tomto pozadí je diskutována další perspektiva televizního a rozhlasového vysílání a zdůrazněna nutnost respektovat dnešní trend integrace interaktivních datových služeb a Internetu do transportního toku DVB a to i pro zemskou digitální televizi.

Dále je vysvětlen význam statistického multiplexování pro zlepšení využití kmitočtového spektra a pro plánování sítí DVB a uveden příklad transportního toku pro DVB-T, obsahujícího bitové toky pro TV programy, datové služby a případnou možnost vložení bloku digitálních rozhlasových programů.

3.2. Vývoj nových řešení v oblasti DVB a z toho vyplývající časově omezená platnost závěrů a návrhů v této studii.

Názory, úroveň technologie a konkrétní technická řešení v oblasti DVB se v současné době ve světě i v Evropě vyvíjejí tak rychle, že čím konkrétnější je navrhované řešení, tím obecně kratší má časovou platnost. Tato doba se, na základě našich zjištění, pohybuje v rozmezí zhruba půl až dva roky, výjimečně déle. Prakticky každý měsíc se objevují nějaké novinky. Rovněž názory na další vývoj v oblasti DVB mají obecně poměrně krátkou dobu platnosti, maximálně několik let.

Ani ITU-R nedokázala před čtyřmi lety správně odhadnout směr vývoje DVB. Ve svých předpovědích vývoje DVB (scénářích zavádění DVB) tehdy ITU přecenila význam analogového systému PALplus, předpovídala především zavádění EDTV (ať v podobě systému PALplus nebo DVB) a HDTV a naopak menší váhu přisuzovala zavádění SDTV /1/.

Skutečný vývoj v oblasti DVB za poslední čtyři roky však postupuje ve směru zavádění kvality SDTV, protože v současné době je podstatně více koncových uživatelů, kteří žádají přístup k většímu počtu TV programů, než těch, kteří požadují u TV programů vyšší technickou kvalitu (EDTV, HDTV).

Zatímco ještě v roce 1996 nikdo vážně neuvažoval o pronikání Internetu a dalších interaktivních datových služeb do DVB, stává se Internet v současné době v DVB skutečností i v České republice.

Vzhledem k rychlosti vývoje nových řešení obsahuje tato studie jednak současný pohled na řešení problému a jednak, a to s určitým rizikem nepřesného odhadu, obsahuje návrhy dnes uznávaných perspektivních řešení, která by mohla být po technologické stránce dostupná během jednoho až tří let.

V současné době je možné stále zřetelněji pozorovat postupné vzájemné sblížení (konvergence) informačních technologií, telekomunikací a technologií pro televizní a rozhlasové vysílání (broadcast technologies). Toto je poměrně nová skutečnost, která vyžaduje změnu dosavadního způsobu myšlení, a je velmi důležité vzít tuto skutečnost na vědomí a v dalších úvahách o vývoji DVB a při plánování DVB je nutné vycházet ze současných a především budoucích trendů ve vývoji těchto tří druhů technologií.

3.2.1. Perspektiva univerzálního širokopásmového multimediálního systému.

Vycházíme-li z nejnovějšího světového dění v oblasti informačních technologií, telekomunikací a technologií pro televizní a rozhlasové vysílání, pak v ne příliš vzdálené perspektivě (3 až 5 let?) bude nutné počítat v Evropě s reálnými kroky, směřujícími k integraci jak distributivních sdělovacích systémů (mezi které patří i televize a rozhlas), tak interaktivních datových služeb (zajišťujících hlasové, textové, obrazové, datové a multimediální komunikace) do jediného univerzálního širokopásmového multimediálního komunikačního systému. Tento systém po koncepční stránce nutně nemusí být jen jediný, tj. nemusí být celosvětově standardizován. Těchto systémů může vzniknout několik a mohou mít některé společné nebo podobné vlastnosti. Zda budou tyto systémy stavěny na bázi technologie ATM v kombinaci s rádiovými prostředky (optická vlákna v kombinaci s rr spoji) nebo budou vyvinuty ještě další technologie, je dnes obtížné předpovědět. V současné době jsou známy tři návrhy těchto systémů: IMT-2000 (International Mobile Telecommunications), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) a MBS (Mobile Broadband System) /9/, /10/.

Kdy takovýto systém začne být v ČR aktuální nebo kdy bude přikročeno k jeho zavádění, je dnes rovněž velmi obtížné předpovědět. V současné době tento problém v ČR ještě ani příliš nepronikl do povědomí, první informace se dostaly v ČR mezi technickou veřejnost teprve nedávno a mnozí odborníci v oblasti mediálních prostředků pravděpodobně ještě nedokázali rozpoznat jeho význam.

Problém konvergence je však v zemích západní Evropy již dnes tak aktuální, že se jím začala zabývat i Evropská komise. V rámci Evropské komise se problematika konvergence řeší v EC Information Society Project Office /7/, který vydal tzv. Zelený dokument (Green Paper) /8/, ke kterému se vyjadřují jak vlády jednotlivých zemí, tak výrobci v oblasti informačních technologií a telekomunikací, různé instituce zabývající se prognózami atd., a to nejen v Evropě.

Extrapolujeme-li zpětně, tj. porovnáme-li vývoj v oblasti DVB, pak podobné úvahy, jaké se dnes objevují o univerzálním komunikačním systému, se objevovaly na přelomu 80. a 90. let o digitální televizi. K masovému zavádění DVB dochází přibližně s desetiletým zpožděním. Vzhledem ke stále se zkracujícímu času od prvních studií o nových technologiích k osvojení a zavádění těchto technologií se může stát, že univerzální multimediální komunikační systém by mohl být aktuální i dříve než za 10 let. Na druhé straně je nutné vzít v úvahu, že složitost a technická i investiční náročnost takového systému bude nesrovnatelně vyšší než u digitální televize a digitálního rozhlasu.

3.2.1.1. Perspektiva televizního a rozhlasového vysílání.

Naskytá se otázka, nezanikne-li v budoucnu televizní a rozhlasové vysílání tím, že bude nahrazeno výše zmíněným univerzálním multimediálním systémem. Domníváme se, že zánik v žádném případě nehrozí, stejně tak jako např. nezaniklo kino po zavedení televizního vysílání nebo nepřestaly vycházet noviny po zavedení teletextu v televizním vysílání. Televizní a rozhlasové vysílání si během desítek let vybudovalo ve společnosti a v povědomí lidí své pevné a nezastupitelné místo. Informace „spotřebního charakteru“ (převážně zábava, zpravodajství, reportáže, sportovní a jiné přenosy a pod.), dodávané od provozovatele vysílání (tj. od výrobce programů) ke spotřebiteli (k TV divákovi nebo posluchači rozhlasu) v takové formě, jak je dodává dnešní televize a rozhlas, budou stále žádány. Jistá část obyvatelstva (ne malá) jsou lidé vysloveně spotřebního typu, kteří ani jiné než pasivně přijímané informace v budoucnu žádat nebudou. Ale i vzdělanější vrstvy obyvatelstva, které by za normálních okolností daly přednost interaktivnímu vyhledávání informací, za určitých okolností (potřeba odpočinku po práci apod.) dají přednost pasivně přijímané zábavě a pasivně přijímaným informacím.

V tomto ohledu jsou velmi zajímavé prognózy britské prognostické instituce ARC Group /13/, která předpovídá, že v celém světě bude do roku 2004 v používání cca 155 milionů přijímačů DVB, z toho 34% v Evropě, 33% v severní Americe, 21% v Asii a pacifické oblasti. Z tohoto počtu DVB přijímačů asi 55% bude v podobě STB (Set-Top-Box) (tj. stávající analogový TV přijímač v domácnosti bude sloužit jako monitor k přijímači DVB v podobě STB), 45% budou nové přijímače DVB včetně obrazovky.

Pokud dojde v budoucnu v oblasti šíření televize ke změnám, pak pravděpodobně v tom směru, že může dojít k diverzifikaci způsobu přenosu TV signálu ke spotřebiteli, to znamená, že vedle zemského, družicového a kabelového vysílání včetně různých dnes budovaných rádiových systémů LMDS (Local Multipoint Distribution Systems) může být televizní signál přenášen i výše zmíněným univerzálním multimediálním komunikačním systémem. Tím by se pouze odlehčilo dnes již přetíženým kmitočtovým pásmům pro zemské a družicové TV vysílání, ale rozhodně se nedá počítat s tím, že by v kmitočtových pásmech dnes vyhrazených pro TV a rozhlasové vysílání bylo toto vysílání úplně zrušeno. Stávající kmitočtová pásma vyhrazená pro televizi a rozhlas by v budoucnu mohla být poněkud omezena ve prospěch důležitějších služeb, viz např. materiál DSI Phase II /2/, ve kterém se do budoucna počítá s uvolněním I. a III. TV pásma od TV vysílání.

3.3. Multiplexní televizní kanál a jeho obsah.

Pokud se týká digitálního TV vysílání a multiplexování jednotlivých bitových toků příslušejících jednotlivým TV programům do transportního bitového toku určeného k přenosu přes určité přenosové prostředí (družicové transpondery, televizní kabelové rozvody, vf kanály zemské televize), v současné době nic nenasvědčuje tomu, že by koncepce multiplexování měla být v budoucnu opuštěna nebo nahrazena něčím jiným.

Měním se názorům na využití DVB a vývoji technologických řešení ovšem podléhá obsahová skladba multiplexu a metody multiplexování. Je však velmi pravděpodobné, že multiplexované transportní toky skládající se z televizních a rozhlasových programů a doplněné dalšími službami (viz dále) by mohly být začleněny v celkem nezměněné podobě i do výše zmíněného budoucího univerzálního multimediálního systému.

3.3.1. Integrace digitálního rozhlasu do multiplexního kanálu digitální televize.

Důležitá změna v obsahové skladbě multiplexu DVB se jasně rýsuje již v současné době. Je to postupující integrace digitálního rozhlasového vysílání do digitálního televizního vysílání. Tuto tendenci je možné pozorovat již delší dobu u různých provozovatelů, zatím zejména v rozvodu modulace TV a rozhlasového vysílání, a to již i v České republice. V distribučním multiplexu modulačních signálů CzechLink /3/ se v současné době nachází (stav 20. února 1999) 6 TV programů (ČT1, ČT2, TV Galaxie, TV Prima, Hallmark TV, šestý TV program není obsazen), 5 rozhlasových programů (ČRo1-Radiožurnál, ČRo2-Radio Praha, ČRo3-Vltava, ČRo6, brněnské Radio-Proglas) a datový tok 2 Mbit/s pro rychlý přístup do Internetu, zatím v pokusném provozu pro omezený počet uživatelů (od 1.čtvrtletí 1999 do trvalého provozu).

Integraci rozhlasového vysílání je možné v menší míře pozorovat i v družicovém analogovém TV vysílání, kde je dnes možné najít řadu TV programů, ve kterých vedle zvuku k TV vysílání jsou na několika dalších subnosných kmitočtech přenášeny též rozhlasové programy.

Z těchto důvodů je možné počítat do budoucna také s přenosem digitálního rozhlasového signálu a datových signálů, multiplexovaných do společného transportního toku s TV signály i při plánování obsahu multiplexu pro DVB-T. Rozhodnutí ale spadá plně do kompetence Rady ČR pro rozhlasové a TV vysílání v souvislosti s vydáváním příslušných licencí.

3.3.2. Integrace distributivních a interaktivních datových služeb do multiplexního kanálu digitální televize.

Další, úplně nová změna v současné koncepci vysílání DVB, je počínající **integrace interaktivních datových služeb** do vysílání DVB. V současnosti se jedná především o tyto služby:

- Internet,
- systém SI (Service Informations),
- systém EPG (Electronic Programme Guide),
- datový karusel,
- množina interaktivních datových služeb.

3.3.2.1. Internet.

Rychlost rozvoje Internetu je všeobecně známa. Počet uživatelů Internetu v současné době stále ještě narůstá přibližně exponenciálně /4/, /5/. Začátkem ledna 1997 bylo v celém světě kolem 100 milionů uživatelů Internetu, v polovině září 1998 to bylo kolem 148 milionů (z toho Evropa 33,2 milionů, USA + Kanada 87,0 milionů) a koncem prosince 1998 se na základě předchozího vývoje předpokládá cca 200 milionů uživatelů.

V České republice v říjnu 1993 existovali pouze 3 poskytovatelé Internetu s úhrnnou kapacitou přístupových linek 256 kbit/s a uživateli Internetu bylo několik ústavů Akademie věd ČR a několik vysokých škol. V říjnu 1998 existuje v ČR kolem dvou set poskytovatelů s úhrnnou kapacitou přístupových linek několik desítek Mbit/s a počet uživatelů Internetu v ČR se pohybuje kolem 300 000. Rovněž je všeobecně známo, že Internet proniká ve světě a v Evropě postupně do družicové DVB (v ČR CzechLink) a do televizních kabelových rozvodů (v ČR již Internet provozuje společnost Telcom Kralupy n. Vltavou a tři další společnosti se na jeho zavedení připravují: DattelKabel - součást kabelové společnosti Dattel, působící v pražských obvodech 4,5,12,13 - na začátku r.1999, společnost Self Servis působící v okolí Brna - pevné připojení rychlostí 33,6 kbit/s za 1050 Kč/měs. a dále společnost Kabel Plus; informace o Internetu v CATV v ČR lze nalézt v /6/).

3.3.2.2. Systém SI.

Systém SI (Service informations (SI) in DVB systems - služební informace v systému DVB - podle standardů a doporučení EN 300 468, ETR 162 a ETR 211) je systém přenosu jednak služebních informací využívaných provozovateli televizního vysílání, jednak informací sloužících k automatické konfiguraci přijímače DVB (kromě informací nesených pilotními signály TPS, obsaženými v bitovém toku MPEG-2 každého z TV programů v multiplexu) a dále informací sloužících televiznímu divákovi k lepšímu komfortu ovládání přijímače.

Součástí SI jsou informace označující TV programy patřící do jednoho nebo do několika svazků (tzv. bouquets) např. za účelem podmíněného přístupu (CA - conditional access) pomocí jednoho druhu účastnické karty vkládané do přijímače DVB. Dále jsou v SI obsaženy informace o programovém žánru TV pořadu (až 10 žánrů po 8 až 16 družích), sloužící např. k automatizovanému prohledávání TV kanálů s cílem nalézt zvolený typ programu. Nedílnou součástí SI je elektronický průvodce s programovou nabídkou jedné nebo více množin programů (bouquetů), tzv. EPG (Electronic Programme Guide - elektronický průvodce po programech), který umožňuje podobně jako např. teletext zobrazit přehledy TV programů.

Konkrétní využití možností systému SI se ponechává výrobcům přijímačů DVB.

Přenosová kapacita pro bitový tok systému SI v multiplexu není předepsána. Obecně platí, že čím větší množství informací SI obsahuje a čím menší bitový tok v multiplexu je pro SI vyčleněn, tím je delší odezva přijímače DVB na změnu obsahu informací v SI, tím déle trvá vyvolání a listování v EPG atd. Konkrétní zkušenosti se systémem SI v současné době prakticky ještě neexistují, protože výrobci přijímačů DVB tento systém zatím příliš nevyužívají.

Předpokládáme, vzhledem k množství informací v SI, které specifikuje norma EN 300 468, že v počáteční fázi by mohlo postačit několik desítek kbit/s v multiplexním kanálu.

3.3.2.3. *Elektronický průvodce po TV programech (EPG).*

EPG je aplikace, která využívá data přenášená v SI. Pokud je známo, systém EPG není normalizován. Systém EPG se používá v některých případech v družicovém digitálním TV vysílání a jeho úkolem je informovat TV diváka o programové nabídce společnosti provozující družicové vysílání DVB. Konkrétní forma EPG a vybavení přijímače DVB pro EPG závisí na provozovateli multiplexního kanálu (kanálů) a výrobcích přijímačů DVB. EPG spolu s různými systémy CA dává společně provozujícím digitální TV vysílání možnosti, jak bojovat s konkurencí a ovlivňovat trh DVB přijímačů.

3.3.2.4. *Datový karusel.*

Jedná se o distributivně šířená data různé povahy, např. počítačový SW a podobně, která jsou vložena do multiplexního kanálu DVB. Množství a charakter dat může být různý. Datový „balík“ se při vysílání cyklicky opakuje a uživatel si z nabídky informací v balíku může zvolit ty, které ho zajímají a které se rozhodne např. zkopírovat do svého počítače. Konkrétnější informace o tomto systému prakticky neexistují. Z charakteru nabízených dat vyplývá, že příjem DVB a dat se předpokládá pomocí PC.

Formát dat pro datový karusel je specifikován v evropské normě EN 301 192 (prosinec 1997).

Zatím není známo, zda se tento systém prosadí, protože mnohá data (především počítačový SW) se většinou neposkytují zadarmo, ale podobně jako na Internetu za úplaty, úvěrovanou vyplněním čísla a dalších dat kreditní karty na objednacím formuláři. Společnost nabízející data po zaslání formuláře objednateli vybraná data uvolní (např. obratem zašle přístupový kód k otevření příslušného datového souboru na jejím serveru) a z bankovního účtu objednatele dat ve svůj prospěch převede příslušnou finanční částku. Tento druh služby, či lépe řečeno obchodování, již patří do interaktivních datových služeb.

3.3.2.5. *Interaktivní datové služby v DVB.*

Vývoj systémů pro interaktivní datové služby je v současné době velmi bouřlivý a poptávka po tomto druhu služeb je ve vyspělých zemích značná. V současné době existuje ve světě kolem 180 až 300 druhů těchto služeb /11/, /12/, kromě služeb, které jsou součástí ISDN. Nejvhodnějším přenosovým prostředím, ve kterém lze tento typ služeb zavádět, jsou televizní kabelové rozvody. V budoucích kabelových rozvodech se počítá s kmitočtovým pásmem situovaným mezi 70 až 130 MHz pro datové kanály interaktivních služeb ve směru od poskytovatele služeb k uživatelům a s pásmem situovaným mezi 5 až 65 MHz pro zpětné kanály od uživatelů k poskytovatelům služeb. Jedná se jednak o samostatné služby používající v systému CATV pouze dopředné a zpětné kanály a jednak jsou to služby, jejichž datové toky jsou vkládány do multiplexů DVB. Udává se, že z hlediska provozování těchto služeb je ideální velikost uzlu (node) CATV cca 5000 účastníků.

Pro vkládání do multiplexů DVB jsou vhodné tzv. asymetrické služby, vyžadující poměrně velkou přenosovou kapacitu ve směru k uživateli a malou přenosovou kapacitu zpětného kanálu. Pro zavádění asymetrických služeb jsou zvláště vhodné systémy MVDS (multipoint video distribution systems) s dopředným i zpětným kanálem v pásmu 42 GHz (přijímací anténa se používá zároveň jako

vysílací pro úzkopásmový zpětný kanál), ale i družicová DVB a lokální nebo regionální síť DVB-T. Pro interaktivní datové služby v systémech DVB-C (Digital Video Broadcasting - Cable, kabelová digitální televize) a DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite, družicová digitální televize) se již v současné době v západní Evropě začínají na trhu objevovat PC-karty.

PC-karty pro DVB-S obsahují tuner pro pásmo 950 až 2150 MHz, demodulátor QPSK, demultiplexer, dekodéry a modem pro zpětný kanál (přes PSTN, DECT, ISDN a pod.). Karta většinou umožňuje přijímat digitální televizi, digitální rozhlas, komunikovat v síti Internet a v závislosti na vybavení umožňuje využívat další interaktivní datové služby. Pro zobrazení TV obrazu na monitoru počítače je zatím (z důvodu rychlosti výpočtu obsahu obrazu v reálném čase a dále proto, že ještě není běžně dostupný jednočipový dekodér MPEG-2) nutná další PC-karta, a to hardwarový dekodér MPEG-2. Karty pracují pod operačním systémem Windows95 (Windows98, WindowsNT) se sběrnici PCI, počítač musí mít zvukovou kartu a samozřejmě kvalitní zvukovou reprodukční soustavu (jedná se o zvuk CD kvality). Podobně jsou vybaveny PC-karty pro DVB-C.

Pro přístup CA jsou karty navíc vybaveny rozhraním a slotem pro zasunutí účastnické karty. Slot je přístupný na předním panelu počítače. V Evropě zatím existuje pouze několik málo výrobců těchto karet, např. firma Sagem (Francie) nebo CoCom (Dánsko), ale to se může v blízké době rychle změnit k lepšímu. V těchto službách, kde se jedná o peníze a o osobní data (služby typu home banking, home shopping, vč. prodeje software apod.) je v současné době dosti citlivým problémem např. nejen dokonalé zašifrování čísla a dalších údajů kreditní karty, elektronický podpis (při obchodování jde o právní úkon, který musí být autentizován), ale především **komplexní systém zabezpečení proti zneužití či falšování informací, krádeži peněz ze zákaznickova konta** v bance apod., tj. důkladné zabezpečení proti nekalé činnosti všech subjektů přicházejících s těmito službami do styku. Jinak si tyto služby nevybudují potřebnou důvěru uživatelů.

O interaktivní datové služby je v západní Evropě velký zájem zejména mezi mladými lidmi (počítačově gramotnými) a lidmi střední generace s vyšším vzděláním. Hlavní překážkou rozšiřování těchto služeb nejsou ani tak překážky ve složitosti technického řešení (i když se zavádění těchto služeb zatím s takovými překážkami někdy potýká), v potížích s tvorbou legislativy ani v ceně služeb. Hlavní překážkou je v současné době pokulhávající uvádění legislativy interaktivních datových služeb do života a nedostatek kvalitních školicích programů, takže poskytovatelé i uživatelé mnohdy tápají a vinou nedostačujících informací nejsou se službami spokojeni. Má se za to, že tvorba kvalitních školicích programů je úkolem číslo jedna při zavádění těchto služeb a školicí programy by měly být nedílnou součástí každého software pro danou službu.

3.3.3. Shrnutí vlivu interaktivních služeb na DVB.

Pronikání Internetu a ostatních interaktivních datových služeb do DVB je přirozeným důsledkem velkého zájmu o tyto druhy služeb, neschopnosti dnes existujících přenosových médií kvalitně uspokojit tento zájem (především pokud se týká rychlosti přenosu dat a ceny za přenos - zvláště u Internetu), což ve svých důsledcích vede k projektům univerzálních širokopásmových multimediálních komunikačních systémů. Tento vývoj je nutné chápat jako jeden z důsledků nastupující **informační revoluce**, na jejímž počátku se dnešní svět nachází.

Na druhé straně se zájem o tyto druhy služeb stává velmi důležitým **stimulujícím činitelem pro zavádění DVB**, tento stimul je nutné brát velmi vážně a při plánování DVB s těmito službami počítat. V blízké budoucnosti, tj. již v době, kdy bude překročeno ke konkrétnímu budování vysílací sítě DVB v ČR, může již být zavádění těchto druhů služeb zcela nezbytné.

3.4. Statistické multiplexování.

Statistické multiplexování (statistical multiplexing) bitových toků jednotlivých TV programů a dalších informací do transportního bitového toku (transport stream - TS) pro účely vysílání digitální televize družicovým, kabelovým nebo zemským vf kanálem, je zcela nová a zásadní kvalitativní změna, která podstatným způsobem zlepšuje využití kmitočtového spektra.

Dosud jsou plánovány a provozovány sítě družicové, kabelové a zemské digitální televize tak, že jednomu TV programu je víceméně napevno přidělen určitý bitový tok konstantní velikosti a tyto dílčí bitové toky se multiplexují do výsledného transportního toku TS.

Na velikosti čistého bitového toku pro jeden TV program závisí kvalita obrazu na displeji přijímače DVB u TV diváka. Například pro vysílací síť SFN (single frequency network - jednofrekvenční síť) zemské digitální televize pracující na jednom vf TV kanálu se šíří 8 MHz, nebo síť MFN (multifrequency network - multifrekvenční síť) sestavenou z jednotlivých vysílačů DVB-T pracujících na různých TV kanálech nebo z kombinace jednotlivých vysílačů a sítí mini-SFN s přenosovou kapacitou kolem 20 Mbit/s čistého multiplexovaného transportního toku TS, se až dosud kalkulovalo se čtyřmi TV programy (přibližně 5 Mbit/s na TV program).

Podobným způsobem se dosud kalkuloval i počet TV programů v transportním toku TS určeném pro přenos jedním družicovým transpondérem nebo jedním vf kanálem kabelové DVB.

Z principu kódování obrazového signálu podle standardu MPEG-2 je zřejmé, že výsledný čistý bitový tok obrazového signálu (tj. zbavený všech redundandních informací) má **v čase proměnnou velikost**, která závisí na obsahu kódovaného obrazu. Tak např. šedý (nebarevný) obraz (tj. TV signál obsahující synchronizační směs a konstantní úroveň signálu nacházející se v oblasti mezi úrovní příslušející bílé nebo černé barvě) je reprezentován pouze jasovým signálem Y, který se po zakódování dá vyjádřit pouze jedním koeficientem DCT (diskrétní kosinové transformace) na každý blok 8x8 vzorků PCM vstupního obrazového signálu. Těchto bloků je na plochu obrazovky 90x72. Je-li plocha obrazu jednobarevná, pak se při kódování 4:2:2 k jasovému signálu Y přičítá ještě stejný počet koeficientů DCT pro signály (R-Y) a (B-Y). Jednobarevný obraz (jednobarevná plocha obrazovky) s běžícími titulky (např. po skončení filmu) generuje pro každý blok PCM, který obsahuje např. část písmena, ještě několik DCT koeficientů navíc a dále pro 4 bloky DCT (tj. jeden makroblok) jeden vektor pohybu, což dohromady představuje čistý bitový tok kolem 0,5 Mbit/s. Naproti tomu rychle se pohybující scéna s mnoha podrobnostmi představuje bitový tok přesahující v ojedinělých případech i 10 Mbit/s.

Pro účely distribuce modulačního TV signálu k analogovým TV vysílačům se pro profesionální (téměř studiovou) kvalitu obrazu v systému 625 řádek/50 pulsů (kvalitativní třída SDTV) považuje za dostatečný čistý bitový tok 8 Mbit/s. Zvyšuje-li se bitový tok nad 8 Mbit/s na TV program, je možné dosáhnout již jen malého zlepšení kvality obrazu, které je z diváckého hlediska nepodstatné. Při zvyšování bitového toku nad hodnotu cca 14,5 Mbit/s se již žádné zlepšení na kvalitě obrazu neprojeví.

Z těchto důvodů se pro nejvyšší nároky na kvalitu vysílaného signálu nastavuje v kodéru MPEG-2 omezení špičkového bitového toku na 8 Mbit/s, pro vysílání DVB-T sítí zemských vysílačů a pro velmi vysoké nároky na kvalitu obrazu se nastavuje čistý bitový tok maximálně na 6,5 Mbit/s. Většinou se však používá bitový tok 4,5 až 5 Mbit/s na jeden TV program. Při dosavadním způsobu kódování podle standardu MPEG-2 tvoří zbývající kapacitu bitového toku TV programu tzv. vyplňovací bity, protože výsledný bitový tok musí být konstantní. Přitom průměrná hodnota bitového toku, při omezení špičkového toku v kodéru MPEG-2 na 8 Mbit/s, se pohybuje kolem 2,5 Mbit/s, pro omezení 6,5 Mbit/s je to kolem 2,0 Mbit/s.

Je-li do transportního toku pro vysílání multiplexováno např. 8 TV programů, pak na základě zákonů statistiky téměř nikdy nenastane případ, kdy všechny dílčí bitové toky současně dosahují vysokých hodnot, blízkých se špičkové hodnotě. Pokud by v některém okamžiku mělo dojít k přetečení výsledného transportního toku TS produkovaného multiplexerem, pak je možné, podobně jako v každém kodéru MPEG-2, řídit zpětnou vazbou stupně, které zaokrouhlují a zanedbávají malé hodnoty koeficientů DCT, mění strmost, přidávají vyplňovací bity atd. a tím udržují výsledný tok kodéru konstantní, zavést podobnou zpětnou vazbu z výstupu multiplexeru do každého dílčího kodéru MPEG-2 a úměrně omezovat bitové toky těch TV programů, které dosahují vysokých hodnot.

To znamená, že jednotlivé kodéry a multiplexer musí tvořit navzájem velmi úzce a rychle spolupracující zařízení, soustředěné na jednom místě, pokud možno v jednom stojanu. Toto zařízení se nazývá kódovací a multiplexovací HUB (kódovací a multiplexovací uzel). Takovýto HUB se může skládat z 8 až 16 kodérů MPEG-2.

Současné technologické možnosti dovolují realizovat kodér MPEG-2 jako jednu desku vícevrstvého tištěného spoje o rozměru cca 25x30 cm, osazenou několika IO VLSI a dalšími součástkami, umístěnou v normalizované jednotce šíře 19 palců s ovládacími prvky na předním panelu s výškou jednoho modulu, tj. asi 40 mm. Statistický multiplexer je zařízení s podobnými rozměry, takže kódovací a multiplexovací HUB není příliš rozměrné zařízení.

První projekt v Evropě, který bude využívat statistického multiplexování, je projekt AC078 ATLANTIC, který je určen pro digitální družicové TV vysílání pro Evropu a bude využívat další generaci satelitů Astra, tj. generaci Astra II. Transpondery družic typu Astra II jsou konstruovány výhradně pro digitální provoz. Dodavatelem kódovacího a multiplexovacího zařízení pro tento projekt je firma Philips.

Kódovací a multiplexovací HUB pro projekt AC078 ATLANTIC byl poprvé předveden v provozu na výstavě IBC'98 (International Broadcasting Convention v Amsterdamu - 11. až 15.9.1998), prozatím jako kodek, bez vř přenosové cesty. Podle projektu ATLANTIC má být přenášeno přes jeden družicový transpondér Astra II, který bude mít šíři pásma 39 MHz, **16 TV programů** včetně doprovodných zvuků (2 nezávislé zvukové kanály kvality CD na jeden TV program) a datový kanál pro interaktivní datové služby.

Při předvádění kódování 16 živých TV programů s omezením špičkového toku na **6,5 Mbit/s na jeden TV program** na výstavě IBC'98 prakticky nikdy nedošlo (asi za jednu hodinu velmi pečlivého pozorování) k podstatnějšímu omezení špičkového toku žádného z TV programů. Mžikové omezení špičkových toků se většinou zastavovalo na hodnotě cca 5,7 Mbit/s, okamžitá velikost bitového toku živého TV programu se po většinu času pohybovala v rozmezí 1,5 až 4,8 Mbit/s a průměrná hodnota kolem 2 Mbit/s. Vše bylo přehledně zobrazováno, včetně okamžité čisté bitové rychlosti, průměrné rychlosti za poslední 2 minuty, minimální a maximální rychlosti za stejný časový interval a to u každého ze 16 zakódovaných TV programů. Po demultiplexování a dekódování odpovídala kvalita obrazu každého ze 16 TV programů z diváckého hlediska nejvyšším nárokům, tj. přenosové rychlosti přibližně 6 Mbit/s na jeden TV program.

Další firmou, která na IBC'98 předváděla kódovací a multiplexovací HUB, byla americká firma DiviCom, a sice zakódování a statistické multiplexování 10 živých TV programů do výsledného transportního toku 25 Mbit/s s nastavením špičkového toku na 8 Mbit/s na TV program. Tato konfigurace dosahovala téměř studiové kvality obrazu. Uvedená konfigurace je sice připravena k nasazení pro družicový multiplexní kanál v americkém systému ATSC, ale přítomní odborníci firmy DiviCom tvrdili, že jejich systém je kompatibilní s evropským systémem DVB a že není problém přizpůsobit jej i pro evropský systém zemského vysílání DVB-T.

Statistické multiplexování je natolik atraktivní, že většina firem, které mají ve svém výrobním programu kodéry MPEG-2 a multiplexery, buď již zařadily nebo hodlají zařadit do výrobního programu i technologii pro statistické multiplexování.

Vývoj v oblasti statistického multiplexování je tak dynamický, že je možné očekávat v době nasazení v ČR další výrazné zdokonalení této metody. Z tohoto důvodu je nutné považovat informace uvedené v této kapitole za předběžné, sloužící hlavně jako vstup do odborné diskuse na dané téma.

Protože je s největší pravděpodobností možné přizpůsobit kódovací a multiplexovací HUB i pro vysílání DVB-T a v relativně brzké době by kódovací a multiplexovací zařízení mohlo být dostupné, je nutné již nyní s nasazením této technologie při zavádění DVB-T v České republice počítat.

V takovém případě, pro typickou velikost čistého transportního TS toku kolem 20 Mbit/s na vř kanál DVB-T se šíří pásma 8 MHz, by statistické multiplexování při omezení špičkového toku na 6,0 až 6,5 Mbit/s umožnilo zvýšit přenosovou kapacitu z dosavadních 4 TV programů až na 8 - 9 TV programů, v závislosti na požadavcích na kvalitu doprovodných zvuků a kapacitu doplňkového datového kanálu.

Kvalita obrazu by se dala očekávat ještě poněkud lepší než u dosavadní předpokládané konfigurace vř kanálu DVB-T, kdy byla uvažována velikost čistého bitového toku na jeden TV program maximálně 5 Mbit/s.

Nejdůležitější předností statistického multiplexování je podstatně lepší využití kmitočtového spektra ve srovnání s klasickým multiplexováním.

3.4.1. Předběžná rozvaha o možné skladbě čistého transportního toku pro vysílací síť DVB-T při použití statistického multiplexování pro 8 TV programů.

Konfigurace vř kanálu:	tabulka A1.1, Příloha 1 Dohody CH97 (str.28), doporučená kombinace M3 dle ITU pro velkoplošnou SFN, vř kanál 8 MHz:		
	první stupeň protichybové ochrany	kód RS(188,204,8)	
	druhý stupeň protichybové ochrany	konvoluční kód 2/3	
	vysílací mód	8K	
	modulace	64-QAM	
	ochranný interval D/Tu 1/4, tj.	224 µs	
	C/N (C/I)	17 až 22 dB	
	velikost čistého transportního toku TS, kterou tato konfigurace umožňuje	19,910	Mbit/s
	Omezení špičkového bitového toku na jeden TV program	6,500	Mbit/s
	Sřřední hodnota bitového toku na jeden TV program	2,050	Mbit/s
	Mezisoučet: 8 TV programů (video)	16,400	Mbit/s
	Osm zvukových kanálů stereo, 96 kbit/s na kanál: 16 x 96 kbit/s	1,536	Mbit/s
	Služební kanál 64 kbit/s	0,064	Mbit/s
	System SI 384 kbit/s	0,384	Mbit/s
	<u>Mezisoučet zvuky + SI + služeb. kanál</u>	1,984	Mbit/s
	Celkem	18,384	Mbit/s
	Zbývá (19,910 Mbit/s - 18,384 Mbit/s)	1,526	Mbit/s

Těchto zbývajících 1526 kbit/s by bylo možné rozdělit mezi Internet a další interaktivní datové služby.

Multiplex pro DVB-T by měl obsahovat v každém případě oba veřejnoprávní TV programy vysílané v ČR, tj. program ČT1 a ČT2, dále pokud možno jeden nebo oba celoplošné TV programy vysílané na základě licence (TV-PRIMA, TV-NOVA), které by byly po dobu přechodného období vysílány též analogově, a pak další TV programy vysílané pouze digitálně, z důvodů podnícení zájmu veřejnosti o koupi digitálních TV přijímačů.

Variantně by bylo možné místo bitového toku jednoho z osmi TV programů (průměrná velikost 2,05 Mbit/s) vložit bitový tok obsahující standardní blok šesti digitálních rozhlasových programů, protože tento tok má přibližně stejnou velikost. Vzhledem ke konstrukci modulátorů (budičů) pro DVB-T, které jsou dnes k dispozici, by se jednalo o stejný typ modulace jako pro digitální televizi a tedy i o stejné podmínky příjmu digitálního rozhlasu a digitální televize.

Rozvahu o obsahové náplni multiplexního kanálu DVB-T je nutné chápat pouze jako předběžnou a informativní. Konkrétní velikosti bitových toků pro obraz, zvuk, data, systém SI, Internet a služební kanál bude nutné vyzkoušet v průběhu zkušebního vysílání DVB-T v ČR.

Vzhledem k velmi rychlému pokroku v oblasti DVB bude nutné v průběhu příprav zkušebního vysílání i během zkušebního vysílání stále upřesňovat parametry transportního toku a kontinuálně sledovat vývoj nejnovějších technologií.

3.4.2. Předpokládaná omezení vznikající nasazením statistického multiplexování.

Při klasickém multiplexování, kdy je každému TV programu vyhrazen čistý bitový tok konstantní velikosti, je možné remultiplexování. To znamená, že je možné za určitých přesně stanovených podmínek transportní tok demultiplexovat na jednotlivé dílčí bitové toky, jeden nebo více bitových toků odpovídajících jednomu nebo více TV programům nahradit jinými TV programy a znovu sestavit nový multiplex s jiným obsahem. Typickým případem mohou být vstupy oblastního TV vysílání.

Zatím není známo, zda je možné remultiplexování použít i v případě statistického multiplexování. Vstupy oblastního TV vysílání nejsou ostatně možné ani ve velkoplošné síti SFN, protože při nestejném obsahu transportního toku vysílaného sousedními vysílači by v síti SFN nastávalo rušení.

Za současného stavu vývoje technologie pro DVB jsou pro nasazení statistického multiplexování zřejmě nejvhodnější lokální a regionální sítě SFN, případně, za cenu zkomplikování topologie modulačních sítí, i velkoplošné sítě MFN.

3.5. Další poznatky o vývoji v oblasti DVB-T po 1.12.1998.

Strategická studie o budoucím vývoji DVB

V prosinci 1998 dostal TESTCOM nabídku k objednání strategické studie, týkající se odhadů budoucího rozvoje DVB, DAB a doplňkových služeb s nimi spojených (např. Internet-TV, satelitní Internet, PC-TV aj.) a odhadů rozvoje dalších technologií spojených s digitální televizí (např. DVD, HDTV, velkoplošné ploché displeje, podmíněný přístup, TV na přání aj.).

Název v angličtině: Strategic study „Digital Broadcasting - New Services and Enabling Systems, Worldwide Technology and Market Development to 2004“. ISBN 1902 740 009.

Studii vydal: ARC Group company, 65 Smithbrook Kilns Cranleigh, Surrey GU6 8JJ, UK, datum vydání říjen 1998, rozsah 200 stran. Cena 4 990,- USD (což v současném kurzu je cca 160 000,- Kč).

Podle názoru zpracovatele je cena této studie neúměrně vysoká vzhledem k potenciálně využitelným informacím, které obsahuje. Závěry této studie by mohly být použitelné např. pro výrobce spotřební elektroniky v ekonomicky vyspělých zemích západní Evropy, případně pro potenciální provozovatele doplňkových služeb v DVB a budoucí provozovatele multiplexních kanálů DVB. Podmínky v ČR ve srovnání se západní Evropou jsou výrazně odlišné.

Univerzální multimediální systém

Poslední vývoj názorů na tento systém naznačuje, že s jeho zaváděním v ekonomicky vyspělých zemích západní Evropy by se mohlo začít i dříve než za 3 až 5 let, ale v podobě okleštěné od distributivních systémů, jakými jsou digitální rozhlas a digitální televize. V první fázi zavádění se bude zřejmě jednat především o integraci interaktivních telekomunikačních služeb do jediného systému. Tím by se univerzální multimediální systém mohl stát v poměrně blízké době konkurentem integrace interaktivních datových služeb do DVB a tuto integraci by mohl zpomalovat. Vše zřejmě bude záviset na nákladech. Zatím se zdá, že náklady na včlenění interaktivních datových služeb do datových toků DVB by mohly být nižší, než vývoj a zavádění nového systému.

Internet v televizních kabelových rozvodech v ČR

Společnost DattelKabel hodlá v 1. čtvrtletí 1999 začít zavádět Internet v televizním kabelovém rozvodu v některých oblastech Prahy (Nusle, Dejvice).

Po podstatném zdražení telekomunikačních poplatků ze strany SPT Telecom, pokud i zpětný kanál pro Internet bude součástí systému TKR a vyhne se telefonní síti SPT Telecom, by mohl být o Internet na TKR vyšší zájem, než se původně předpokládalo.

Internet v multiplexu CzechLink

Společnost TV Prima provedla v listopadu a prosinci průzkum zájmu o tuto službu. Výsledek podle sdělení pracovníka TV Prima je dosti překvapující - zájem mají především různé instituce a podniky. Tato služba je vhodná pro ty zájemce, kteří potřebují z Internetu stahovat buď velké objemy dat nebo upřednostňují krátké čekací doby na otevření zvolených internetových stran.

Ze strany soukromých osob je zájem o Internet CzechLink malý vzhledem k poměrně vysokým pořizovacím nákladům (PC-karta DVB + Internet, vnější přijímací jednotka pro DVB-S) a vysokým pevným poplatkům za tuto službu. Navíc pro zpětný kanál je nutné stejně používat veřejnou komutovanou telefonní síť, telefonní linka je obsazena po celou dobu práce s Internetem, což po zdražení telekomunikačních poplatků tuto službu dále znevýhodňuje.

4. Výběr kanálů a stanovišť vysílačů DVB-T, postup při budování celoplošné sítě.

(Zpracoval Ing. Jiří Vostruha)

4.1. Použitelnost TV kanálů.

Vzhledem k velice husté síti vysílačů a převaděčů ATV jsou kmitočtové možnosti rozvoje DVB-T velice omezené. Pro zahájení vysílání DVB-T v ČR jsou s relativně nejmenšími potížemi použitelné K 64, 65, 66. Kanál 64 lze teoreticky použít na celém území ČR. Kanál 65 nelze použít na jihu území ČR vzhledem k provozovaným vysílačům ATV na území Rakouska. Použitelnost K 66 je omezena v oblastech hraničících s Polskem vzhledem k tomu, že tento kanál je na území Polska využíván k vojenským účelům. Po konverzi analogového kmitočtového přidělu na digitální by bylo možné na stanovišti Ústí/L použít K 58 pro DVB-T. Tento kanál není zatím uveden v tabulce vysílačů DVB-T (str.29), neboť je dosud uvažován jako náhrada za 12 TV kanálů v případě jeho použití pro DAB. Prakticky totéž platí o K 21 na stanovišti Chomutov. V Praze a dále směrem na jih až jihozápad by z hlediska rozšiřování sítě DVB-T a rozšiřování nabídky počtu TV programů bylo výhodné použití K 46. Tento kanál byl však přidělen TV GEMA v H.Králové, což má za následek omezení jeho využitelnosti v Praze pro DVB-T.

S ohledem na skutečnost, že v evropském měřítku je již útlum ATV ve prospěch DVB-T v pohybu, je budoucnost zemského TV vysílání v zavedení DVB-T. Pro další období je vzhledem k potřebě přechodu od ATV k DVB-T bezpodmínečně nutné:

- 1 Pro ATV zásadně nepřidělovat TV K 61 a vyšší.
- 2 Všechny případné kmitočtové návrhy, změny a záměry v oblasti ATV musí být bezpodmínečně konzultovány se subjektem, který bude zpracovávat koncepci DVB-T v ČR.

4.2. Základní plánovací parametry sítě DVB-T.

Intenzity elmag. pole pro plánování pokrytí signálem DVB-T byly stanoveny z konfigurace vf kanálu typ M3, doporučené ITU-R (viz str.42, tab.A1.18 Dohody Chester 1997/20/).

Konfigurace M3: modulace 64-QAM,

1. stupeň protichybové ochrany kód RS(188,204,8),
2. stupeň protichybové ochrany konvoluční kód 2/3.

Tato konfigurace vf kanálu by umožňovala při klasickém multiplexování vysílat s velmi dobrou kvalitou čtyři TV programy, při statistickém multiplexování a stejné kvalitě cca 7 až 8 TV programů.

Pro pokrytí na kmitočtu 800 MHz jsou uvažovány následující intenzity elmag. pole:

- 88 dB μ V/m - vnitřní příjem přenosnými přijímači (indoor portable)
- 76 dB μ V/m - vnější příjem přenosnými přijímači (outdoor portable)
- 57 dB μ V/m - příjem na vnější anténu (fixed reception)

s korekčním faktorem $Corr = \log_{10} (F_A / F_B)$ [dB], kde F_A je použitý kmitočet a F_B je vztažný kmitočet (800 MHz). Tyto hodnoty platí pro 95% míst.

Ochranný poměr:

22 dB pro ITU-R mód M3, modulaci 64-QAM a kód 2/3.

4.3. Výběr stanovišť pro vysílače DVB-T.

Teoreticky se dá z 15 dominantních stanovišť s ERP 50 kW pokrýt více jak 95% území ČR při úrovni příjmu fixed reception. Prakticky to však není možné, neboť pro toto řešení neexistují volné TV kanály. Pro tuto variantu nelze použít ani TV kanály kmitočtově shora sousedící se současně provozovanými analogovými kanály, neboť v případě dominantních stanovišť vždy dojde ke kmitočtové kolizi s několika TV převaděči i ke kolizi s TV vysílači základní sítě.

Aby se využilo jedné z velkých výhod DVB-T, t.j. možnosti vnitřního mobilního příjmu (příjem na vnitřní anténu, která je nedílnou součástí TV přijímače), dále pak, aby byl umožněn rychlý počáteční rozvoj DVB-T a aby se v neposlední řadě vytvořilo konkurenční prostředí pro kabelovou TV, musí být stanoviště vysílačů DVB-T co nejbližší k lokalitám, které mají být pokrývány (z tohoto hlediska nejsou pro tento účel dominantní stanoviště vhodná). V těchto lokalitách by měla intenzita elmag. pole dosahovat minimálně 88 dB μ V/m. Na základě různých kombinací vysílacích stanovišť a jejich parametrů, s ohledem na nutnost paralelního provozu ATV a DVB-T a pro zajištění pokud možno co nejrychlejšího rozvoje DVB-T bude výhodné celý přechod z analogového TV vysílání na vysílání plně digitální TV rozdělit na dvě etapy. V první etapě bude výhodné z minimálního počtu vysílacích stanovišť zásobit dostatečně silným signálem maximální počet obyvatel, který je soustředěn kolem regionálních center, v druhé etapě pak dokrýt zbytek území ČR.

Etapa 1 - pokrytí regionálních center

V první etapě je z důvodu rychlého rozvoje DVB-T vhodné pokrýt na K 64 - 66 regionální centra, která zároveň představují nejlidnatější lokality, a to: Praha, Brno, Ostrava, Plzeň, Olomouc, Liberec, Hradec Králové, České Budějovice, Ústí nad Labem, Pardubice, Zlín, Karlovy Vary a Jihlava. Optimální stanoviště pro pokrytí těchto lokalit jsou uvedena v tabulce vysílačů DVB-T červenou barvou, jejich variantní stanoviště modrou barvou. Jednotlivá regionální centra jsou pokrývána z jednoho až tří vysílacích stanovišť, která buď již tvoří izolovanou SFN, nebo dávají možnost tvorby SFN s možností postupného spojování do nadregionálních SFN. Předpověď pokrytí území ČR vycházející z pokrývání regionálních center a jejich okolí je znázorněna na obr. 4.1., kde modrou barvou jsou znázorněny oblasti pokryté na K 64, barvou červenou oblasti pokryté na K 65 a zelenou barvou oblasti pokryté na K 66. Předpověď pokrytí na K 64 je znázorněna na obr. 4.2., na obr. 4.3. je předpověď pokrytí na K 65 a na obr. 4.4. je předpověď pokrytí na K 66. V tomto návrhu na K 64 pracují v izolovaných SFN vysílače Plzeň-Krkavec a Starý Plzenec-Radyně (variantně Plzeň-Doubravka) dále Liberec-Vratislavice (variantně Liberec-Hanychov) a Jablonec/N-Hradešín a třetí izolovanou SFN tvoří vysílače Zlín-Tlustá hora a Olomouc-Radíkov (variantně Olomouc-Jedlová hora). Vysílač Jihlava-Rudný pracuje na K 64 samostatně. Na K 65 pracuje vysílač K.Vary samostatně a vysílač Ostrava-Hošťálkovice pracuje spolu s vysílačem Třinec-J.vrch v SFN. V Praze pracují na K 65 v SFN vysílače ze stanovišť Praha-Cukrák, Praha-Mahlerovy sady a Praha-Strahov nebo ze stanovišť Praha-Ládví, Praha-Z.pruh a Praha-Petřín (tréninkový stadión). V případě pokrytí Prahy jsou záměnné pouze celé uvedené trojice stanovišť. Na K 66 pracují v izolovaných SFN vysílače Brno-Hády a Brno-Hobrtěnky, dále H.Králové-TKB a Pardubice-TKB a třetí izolovanou SFN tvoří vysílače Ústí/L-Všebořice, Ústí/L-Vanov a Ústí/L-Neštětice.

Navrhovaným způsobem bude cca 3 mil. obyvatel zásobeno signálem na úrovni vnitřního mobilního příjmu a cca 7 mil. obyvatel (58.6% území) bude pokryto signálem DVB-T o intenzitě elmag. pole větší než 57 dB μ V/m, která je potřebná pro příjem na vnější přijímací anténu. Tento stav je znázorněn na obr. 4.5., kde hnědé plochy jsou nepokrytá místa. Obr. 4.6. je obdobný jako obr. 4.5. a hnědé znázorněné plochy jsou místa, kde intenzita elmag. pole nedosahuje hodnoty 76 dB μ V/m potřebné pro vnější mobilní příjem. Intenzitou elmag. pole 76 dB μ V/m je pokryto 24.6% území ČR.

Z důvodů zvětšení počtu vysílaných programových multiplexů v uvedených regionálních centrech bude výhodné pro uvedená regionální centra při koordinaci požadovat pro centra, kde je navržen K 64, současně i K 66 a obráceně, kde je navržen K 66, požadovat i K 64. Pro Prahu a okolí, kde je navržen K 65, by mohl být použit i K 46 s tím, že pro TV GEMA bude vyhledán jiný TV kanál, nebo se omezí ERP na vysílačích v Praze. Použití dalšího TV kanálu pro Karlovarsko a Ostravsko bude třeba dořešit, pokud to z kmitočtových možností bude vůbec možné, v rámci etapy 2.

Etapa 2

V druhé etapě bude nutné buď vybudovat překryvnou DVB-T síť z dominantních stanovišť, nebo síť navržená a vybudovaná v etapě 1 rozšiřovat pomocí SFN na okresní města a zájmové lokality. Ze stanovišť navržených pro etapu 1 spolu s překryvnou sítí z dominantních stanovišť Votice - Mezivrata, Č.Budějovice - Klet, Plzeň - Krašov, Ústí/Labem - Buková hora, Trutnov - Č. hora, Jihlava - Javoříce, Brno - Kojál, Jeseník - Praděd, F.Místek - Lysá hora, H.Králové - Krásné a dále ze stanovišť Cheb - Z.hora, Sušice - Svatobor, Třebíč - Klučovská h., Mikulov - Děvín a Frýdlant - U rozhledny je možné teoreticky pokrýt 97,8% území ČR intenzitou elmag. pole větší než 57 dB μ V/m (příjem na vnější anténu) a 44,9% intenzitou elmag. pole větší než 76 dB μ V/m (vnější mobilní příjem). Graficky je tato situace znázorněna na obr. 4.7. a obr. 4.8., kde hnědá místa představují nepokrytá území. Vzhledem k tomu, že pro tuto překryvnou síť zatím neexistují volné TV kanály a dále pak vzhledem k tomu že na sousedních horních kanálech ATV těch stanovišť, která by byla vhodná pro překryvnou síť, to z hlediska rušení ATV není možné, bylo by třeba na těchto stanovištích „obětovat“ jeden z analogových kanálů pro DVB-T. Druhá varianta etapy 2 se zdá být schůdnější, neboť k vysílačům navrženým pro etapu 1 musí být z koordinačně-taktických důvodů přidány další vysílače (viz. tabulka vysílačů DVB-T). Tyto vybrané další vysílače již představují rozšíření sítě DVB-T na okresní města nebo začínají tvořit překryvnou síť (na TV K 64 - 66), případně obojí (např. Cheb - Z.Hora). Předpověď pokrytí pro vysílače z tabulky vysílačů DVB-T (bez variantních stanovišť) je s barevným rozlišením TV kanálů graficky znázorněna na obr. 4.9.. Na obr. 4.10., obr. 4.11. a obr. 4.12. je znázorněna předpověď pokrytí pro K 64, K 65 a K 66. V tomto případě je již 84,1% území ČR pokryto intenzitou elmag. pole minimálně 57 dB μ V/m (tento stav je znázorněn na obr. 4.13., kde hnědé plochy jsou nepokrytá místa) a 42,5% je pokryto intenzitou minimálně 76 dB μ V/m (tento stav je znázorněn na obr. 4.14., kde hnědé jsou znázorněna nepokrytá místa). Z důvodů dalšího rozvoje DVB-T a z hlediska divácké využitelnosti komfortu DVB-T je druhá varianta etapy 2 vhodnější. Nicméně při této variantě bude zcela určitě existovat předěl, kdy pro provozovatele vysílačů DVB-T a TV společnosti přestane být z ekonomického hlediska únosné budování vysílačů v lokalitách s menším počtem obyvatel a bude nutné vybudovat překryvnou síť z dominantních stanovišť. Tento předěl nastane zcela určitě po kmitočtové konferenci, která přerozdělí a převede analogové přídělky na digitální, a v době, kdy již bude signál DVB-T dostupný pro 85 až 90% obyvatelstva. Z těchto důvodů bude možné pro takovouto překryvnou síť již použít některé původně analogové kmitočtové přídělky.

4.4. Další postup pro plánování stanovišť vysílačů DVB-T.

Pokrytí území z vysílačů navržených pro etapu 1 by mělo být z vhodných stanovišť postupně rozšiřováno a to tak, aby pokud možno co největší území bylo pokryto intenzitou elmag. pole vhodnou pro vnější mobilní příjem. V každém případě by centra nižších územně správních celků měla být pokryta signálem vhodným pro vnitřní mobilní příjem. Pro další období to znamená vyhledat další vhodná stanoviště, která by dobře pokrývala okresní města a zároveň byla vhodná i pro pokrytí většího území, jako například Cheb-Z.Hora pro Cheb a okolí, Domažlice-V.vrch pro Domažlice a okolí atd. V praxi to znamená vybrat pro každé okresní město a případně zájmovou lokalitu jedno až tři stanoviště pro vysílače DVB-T s ERP cca 1 kW až maximálně 10 kW.

Lze předpokládat, že ve velké většině případů budou pro stanoviště vysílačů DVB-T z hlediska pokrytí i z ekonomického hlediska výhodná některá stanoviště základnových stanic GSM. S

ohledem na kmitočtovou přílehlost obou služeb však bude nutné ověřit elektromagnetickou kompatibilitu a to zejména vliv DVB-T na GSM a NMT. Bude třeba ověřit zejména blokování přijímacích částí GSM a NMT silným signálem DVB-T a vliv šumového spektra vysílačů DVB-T na přijímací část GSM.

4.5. Koordinace stanovišť DVB-T a jejich technických parametrů.

Pro mezinárodní koordinaci DVB-T navrhujeme předložit všechna stanoviště tak, jak jsou uvedena v tabulce vysílačů DVB-T, to znamená předložit pro koordinaci i variantní kanály a stanoviště - celkem tedy 71 položek. Z důvodu lepší výchozí pozice pro ČR v procesu mezinárodní koordinace navrhujeme předložit ke koordinaci ERP zvýšené o 3dB oproti údajům v tabulce vysílačů DVB-T.

4.6. Pokrytí Prahy, Brna a jejich okolí - pilotní projekty.

Výpočty předpovědi pokrytí Prahy a okolí ze stanovišť Praha-město, Praha-Strahov a Praha-Cukrák byly provedeny nad digitálním modelem terénu pro ERP_{max} 10 kW a všesměrové vyzářovací diagramy. Na obrázku 4.15. je zobrazena předpověď pokrytí Prahy nad mapou v měřítku 1 : 200 000. Z obrázku je zřetelně jasné, že Praha je velmi dobře pokryta signálem dostatečným pro vnitřní mobilní příjem. Díky terénnímu profilu jsou hůře pokryty oblasti u Čakovic, Ďáblic, malá část Krče, malá část Zbraslavi těsně u Vltavy, údolí za Radotínem směr Choteč, Hlubočepy, Řeporyje, Šárecké údolí a Roztoky a okolí, avšak tyto uvedené oblasti jsou vesměs pokryty signálem vhodným pro vnější mobilní příjem. Na obrázku 4.16. je pak zobrazena předpověď pokrytí Prahy a okolí nad mapou v měřítku 1 : 1 000 000. Z tohoto obrázku je zřetelné, že velká část středních Čech je pokryta signálem o intenzitě 57 dB μ V/m - příjem na vnější přijímací anténu. Tato varianta je vhodná pro pilotní projekt řešící pokrytí Prahy a středních Čech regionální SFN. S ohledem na předpokládaný rozvoj DVB-T by měla v uvedeném pořadí následovat tato města: Brno (viz obrázek 4.17. stanoviště Brno Hády a Brno Hobrtenky), Plzeň, H.Králové + Pardubice, Zlín + Olomouc atd.

4.7. Závěr.

Před novou kmitočtovou konferencí, na které budou přerozděleny kanály ATV pro DVB-T, je nezbytně nutné stanovit strategii a variantní řešení použitelnosti TV kanálů v ČR. To znamená stanovit, na kterých stanovištích a kdy by měly být ATV kanály převedeny na digitální příděl. Aby vůbec práce na zavádění DVB-T mohly úspěšně pokračovat, je třeba, aby celé plánování DVB-T prováděl pouze jeden subjekt, a tak předejít velkým kolizím v kmitočtovém plánování DVB-T. Z koordinačně taktických důvodů je bezpodmínečně nutné, aby tento subjekt připravoval i materiály pro mezinárodní koordinaci i kontroloval a připravoval pro schválení koordinační požadavky sousedních zemí tak, aby byla dodržena koncepce rozvoje DVB-T v ČR. S ohledem na skutečnost, že v evropském měřítku je již zavádění DVB-T a útlum ATV v pohybu a hlavně že budoucnost zemského TV vysílání je pouze v DVB-T, je pro další období bezpodmínečně nezbytné:

- 1 Pro ATV zásadně nepřidělovat TV K 61 a vyšší.
- 2 Všechny případné kmitočtové návrhy, změny a záměry v oblasti ATV musí být bezpodmínečně konzultovány se subjektem, který bude zpracovávat koncepci DVB-T v ČR.

Rozsah prací spojený se zaváděním DVB-T a s postupným přechodem na plně digitální TV vysílání je značně velký.

Protože budoucnost zemského TV vysílání je pouze v digitálních technologiích, bylo by účelné zajistit vedle financování řešení této problematiky ze státních prostředků i financování ze stran jednotlivých TV společností.

4.8. Návrh postupu dalších prací:

- 1 Pokračovat ve výběru stanovišť pro vysílače DVB-T až na úroveň okresních měst. Tímto způsobem navrhnout regionální, případně nadregionální síť DVB-T.
- 2 S ohledem na další nová stanoviště vysílačů DVB-T ověřit elektromagnetickou kompatibilitu zařízení GSM s vysílači DVB-T na shodných stanovištích.
- 3 Provéřit možnost využití K 61 až 63 pro DVB-T a ověřit možnost navržení celoplošné SFN na jednom z nich.
- 4 Stanovit postup konverze ATV kmitočtových přidělů na přiděly DVB-T.
- 5 V dostatečném předstihu před novou kmitočtovou konferencí, na které budou přerozděleny kanály ATV pro DVB-T, stanovit pro delegaci ČR strategii a variantní řešení použitelnosti TV kanálů.
- 6 Zajistit, aby celé plánování DVB-T prováděl pouze jeden subjekt a tak předejít velkým kolizím v kmitočtovém plánování DVB-T. Z koordinačně taktických důvodů je bezpodmínečně nutné, aby tento subjekt připravoval i materiály pro mezinárodní koordinace i kontroloval a připravoval pro schválení koordinační požadavky sousedních zemí.

Tabulka vysílačů DVB-T

Název vysílače	Název stanoviště	LON	LAT	nmv	Výška AS	ERP kW	TV kanál		diag. AS
							var1	var2	
Aš	vrch Háj	12E 12 13	50N 14 03	755	33	1	65		ND
Brno – Hády	Hády	16E 40 34	49N 13 23	424	73	10	66	64	ND
Brno - město	Hobrtanky	16E 32 23	49N 12 18	399	50	10	66	64	ND
Broumov	Chata Hvězda	16E 16 03	50N 34 07	674	35	2.5	65		ND
Č.Budějovice – město1	SV vysílač	14E 29 37	48N 59 34	399	60	10	66	64	ND
Č.Budějovice – město2	Včelná	14E 27 20	48N 54 54	479	30	10	66	64	ND
Český Krumlov	Křížová hora	14E 19 27	48N 48 10	620	35	2.5	66		ND
Děčín	Popovický vrch	14E 10 39	50N 46 12	355	35	2.5	66		ND
Domažlice	Vraní vrch	12E 46 47	49N 28 22	684	75	10	64		ND
Frýdlant	U rozhledny	15E 04 40	50N 56 08	390	35	2.5	64		ND
Hradec Králové – město	budova TKB	15E 49 45	50N 13 09	230	55	2.5	66	64	ND
Cheb	Zelená hora	12E 18 35	50N 04 11	634	80	10	65		D
Chomutov	Jedlová hora	13E 27 47	50N 32 58	848	69	10	66		D
Jeseník - město	Zlatý Chlum	17E 14 19	50N 14 19	855	37	2.5	64		ND
J. Hradec	Polikno	14E 57 53	49N 07 01	536	30	10	66		ND
Jablonec n. Nisou	Hradešín	15E 09 25	50N 42 25	630	40	2.5	64	66	ND
Jihlava - město	Rudný	15E 34 59	49N 26 08	613	58	10	64		ND
Karlovy Vary	Tři Kříže	12E 53 18	50N 13 40	554	45	10	65		ND
Krnov	Tříslový	17E 36 59	50N 05 50	550	30	2.5	65		ND
Liberec - Hanychov	nástup.st.lanovky	15E 00 55	50N 44 11	530	30	5	64	66	D
Liberec - Vratislavice	SV vysílač	15E 04 47	50N 45 20	435	35	5	64	66	ND
Mikulov	Děvín	16E 39 07	48N 52 11	554	39	10	66		D
Olomouc	Radíkov	17E 22 13	49N 38 32	429	48	10	64	66	ND
Olomouc	Jedlová hora	17E 23 18	49N 40 54	633	25	10	64	66	ND
Ostrava	Hošťálkovice	18E 12 51	49N 51 42	287	172	10	65		ND
Pardubice	budova TKB	15E 46 33	50N 02 17	220	93	2.5	66	64	ND
Plzeň - město	Doubravka	13E 25 50	49N 44 37	407	30	10	64	66	ND
Plzeň - město	Krkavec	13E 20 35	49N 48 12	503	53	10	64	66	ND
Praha	Cukrák	14E 21 27	49N 56 13	399	185	10	65	46	ND
Praha - město	Mahlerovy s.	14E 27 10	50N 04 53	258	195	10	65	46	ND
Praha - Strahov	Strahov	14E 22 37	50N 04 50	354	75	10	65	46	ND
Praha Ládví	Ládví	14E 28 03	50N 08 15	355	30	10	46	65	ND
Praha Zelený Pruh	Zelený Pruh	14E 25 56	50N 02 23	265	65	10	46	65	ND
Praha Petřín	Strahov	14E 23 58	50N 04 56	309	75	10	46	65	ND
(treninkový stadion)	Trenink. stadion	14E 22 55	50N 04 44	344	30	10			ND
Starý Plzeňec	Radyně	13E 28 00	49N 40 55	568	40	10	64	66	ND
Sušice	Svatobor	13E 29 29	49N 14 07	834	61	10	64		ND
Svitavy	Kamenná h.	16E 34 16	49N 44 23	630	84	10	65		ND
Šluknov	vrch Pytlák	14E 30 40	50N 59 58	465	35	2.5	66		ND
Třebíč	Klučovská H.	15E 55 36	49N 10 13	593	59	10	64		ND
Třinec	Javorový vrch	18E 37 44	49N 37 41	946	47	2.5	65		ND
Ústí n/L - město 1	Všebořice – Klíše	14E 00 19	50N 40 35	335	35	2.5	66	64	ND
Ústí n/L - město 2	Vanov	14E 02 07	50N 38 41	350		2.5	66	64	ND
Ústí n/L - město 3	Neštěmice	14E 05 40	50N 40 25	232	30	2.5	66	64	ND
Val. Kloubouky	Ploštiny	18E 03 28	49N 08 21	705	48	10	64	65	D
Vimperk	Mařský vrch	13E 50 52	49N 04 22	895	71	10	66		ND
Zlín	Tlustá Hora	17E 38 53	49N 12 31	457	78	10	64	66	ND

Vysvětlivky k tabulce vysílačů DVB-T

1.) Vysílače z první etapy pracující v SFN (označeny červeně):

Brno - Hády a Brno - město pro pokrytí Brna a okolí
 Hradec Králové - město a Pardubice pro pokrytí Hradce Králového a Pardubic
 Liberec - Vratislavice a Jablonec n. Nisou pro pokrytí Liberce a Jablonce nad Nisou
 Ostrava a Třinec pro pokrytí Ostravy
 Plzeň - město a Starý Plzenec
 Praha - město, Praha - Strahov a Praha pro pokrytí Prahy
 Ústí n/L - město 1, Ústí n/L - město 2 a Ústí n/L - město 3 pro pokrytí Ústí nad Labem
 Zlín a Olomouc

2.) Alternativní stanoviště (označena modře):

a) Č.Budějovice město 2 - Včelná možná varianta za Č.Budějovice město 1
 b) Liberec - Hanychov možná varianta za Liberec - Vratislavice
 c) Olomouc - J.Hora možná varianta za Olomouc - Radíkov
 d) Plzeň - Doubravka možná varianta za Starý Plzenec - Radyně
 e) **Pouze celá trojice** vysílačů Praha - Ládví, Praha - Zelený pruh a Praha - Petřín (případně
 tréninkový stadion) **za celou trojici** Praha - Cukrák, Praha – Mahlerovy sady a Praha -

Strahov

3.) Další vybraná stanoviště (označena černě).

Tyto vysílače již představují rozšíření sítě DVB-T na okresní města, nebo začínají tvořit překryvnou síť (na TV K 64 - 66), případně obojí (např. Cheb - Z.Hora), případně jsou navrženy z koordinace taktických důvodů (např. Vimperk).

Tabulka omezení vyzářovacích diagramů diagramů

	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Cheb									
Chomutov	10	7	4.5	2.5					
Liberec- Hanychov									
Mikulov									
Val. Klobouky	4.5	2.5							

	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Cheb								2.5	4.5
Chomutov									
Liberec- Hanychov		3	4	6	10	13	15	15	15
Mikulov				2.5	4.5	7	15	15	15
Val. Klobouky									

	180	190	200	210	220	230	240	250	260
Cheb	7	10	15	15	15	15	15	15	10
Chomutov									
Liberec- Hanychov	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Mikulov	15	15	15	15	7	4.5	2.5		
Val. Klobouky								2.5	4.5

	270	280	290	300	310	320	330	340	350
Cheb	7	4.5	2.5						
Chomutov	2.5	4.5	7	10	15	15	15	15	15
Liberec- Hanychov	13	10	6	4	3				
Mikulov									
Val. Klobouky	7	10	15	15	15	15	15	10	7

5. Návrh organizace sítí DVB-T.

(Zpracoval Ing. Vladimír Kameník)

5.1. Úvod.

Systemy analogové televize (PAL, SECAM, NTSC) již prakticky vyčerpaly všechny své vnitřní rezervy dalšího zdokonalování obrazu a zvuku. Obsazení kmitočtových pásem vyhrazených pro vysílání televize dosáhlo takového stupně, že další rozšiřování analogového vysílání, např. zřízení dalšího celoplošného TV programu v ČR, není možné. Jediná možnost, jak rozšiřovat a zdokonalovat televizní vysílání, je zavedení digitální televize, která využívá kmitočtové spektrum podstatně hospodárněji a poskytuje oproti analogové televizi nejen nesrovnatelně větší možnosti z hlediska zlepšování kvality obrazu a zvuku, ale i možnost zavádění širokého spektra dalších služeb. Pro zavádění zemské digitální televize (DVB-T) v ČR je tedy nutné velmi rázně ochránit poslední zbytky kmitočtového spektra uvnitř televizních pásem, především volné TV K64 až K66 a několik zbývajících možností (lokalit), kde uvnitř IV. a V. TV pásma by bylo možné použít některý kanál pro vysílání DVB-T. S tímto zbytkem kmitočtového spektra je možné pouze s velkými obtížemi naplánovat jednu síť pokrývající celé území ČR (jeden multiplex) pro vysílání DVB-T v ČR, ačkoliv z hlediska konkurence s analogovou televizí a s ostatními způsoby vysílání DVB by bylo zapotřebí alespoň dvou multiplexů. Z těchto důvodů, především proto, aby bylo v ČR vůbec možné realizovat DVB-T, je nutné velmi důrazně doporučit vyhlášení stop - stavu pro další zřizování TV vysílačů a TV převaděčů analogové televize. Nerozšiřovat analogové TV vysílání v ČR doporučoval TESTCOM již v roce 1995 (/18/ str.24) s odvoláním na Dokument ERC(95)03 (Dokument Evropské radiokomunikační komise) /19/, avšak tento návrh se tehdy nesetkal s pochopením. Pokud by kanálové pozice obsazené analogovým vysíláním po r. 1995 zůstaly volné, bylo by dnes jak plánování, tak především vlastní zavádění DVB-T podstatně jednodušší a méně nákladné.

Z hlediska postupného budování vysílací sítě pro DVB-T je nutné rozlišovat tzv. **přechodné období**, kdy bude probíhat souběžné vysílání analogové a digitální televize, a období po ukončení analogového TV vysílání. Toto období nazvěme prozatímním pracovním názvem **plně digitální období**.

Délka přechodného období bude závislá především na zájmu obyvatelstva o příjem digitálně vysílaných TV programů, na kupní síle obyvatelstva, na ceně přijímače pro DVB a v neposlední řadě na atraktivnosti digitálně vysílaných TV programů stimulujících zájem obyvatelstva o DVB. Tyto programy „navíc“, tj. vysílané nad rámec „povinné nabídky“ TV programů přebíraných od dosavadních veřejnoprávních a licenčních provozovatelů TV vysílání, by měly být vysílány pouze digitálně. Délka přechodného období bude dále závislá na rychlosti budování vysílací sítě. Všechny tyto vyjmenované podmínky budou mít úzkou souvislost s celkovou úrovní ekonomiky České republiky v příštích letech. Z těchto důvodů nelze délku přechodného období dnes přesně určit.

Od tohoto schématu vývoje a budování sítí DVB-T, tj. od scénáře zavádění DVB-T, se odvíjí návrhy na organizaci vysílacích sítí pro DVB-T. Předpokládáme, že názory na organizaci sítí DVB-T doznají v příštích letech dalších upřesnění a korekcí v závislosti na vývoji technologií pro DVB, na vývoji požadavků na obsah vysílaných programů a přídavných dat a na požadavcích vysílat regionální a lokální TV programy.

Je nutné rozlišit dvě strategie budování sítí DVB-T:

- a) strategie použitelná pro přechodné období,
- b) strategie použitelná jak pro přechodné období, tak pro plně digitální období.

Výše popsany scénář přechodného období při zavádění DVB-T se vytříbil z několika desítek scénářů, které byly publikovány v různé odborné literatuře v letech 1993 až 1997.

Scénář souběžného vysílání analogové a digitální televize v přechodném období (odhady délky se pohybují mezi 7 až 25 lety) v současné době mlčky považují za reálný všechny státy v Evropě, které zavádějí nebo konají přípravy k zavedení DVB-T.

Další skutečnost, kterou je nutné vzít na vědomí, je délka období, během něhož bude vysílací síť DVB-T budována. Pro srovnání: analogová TV vysílací síť, včetně distribuční (modulační) radioreléové sítě, je v našem státě budována od roku 1953, tedy 45 let, a nedá se tvrdit, že je dnes zcela dobudována.

V současné době jsou akcentovány požadavky České televize a dalších současných provozovatelů TV vysílání o zajištění regionálních vstupů do vysílací sítě, ale i hlasy jiných zájemců o TV vysílání, jejichž požadavky (o udělení licence) nemohly být buď uspokojeny vůbec, především pro nedostatek volných TV kanálů, nebo byly uspokojeny jen částečně ve formě časově omezených regionálních vstupů do celostátního vysílání.

Požadavek regionálního TV vysílání a regionálních vstupů do celostátního vysílání a kombinace celostátních a regionálních TV programů ve vysílaných multiplexech DVB-T však mimořádně zvyšuje požadavky na počet volných TV kanálů pro DVB-T, komplikuje a prodražuje budování i provoz **modulační sítě DVB-T**. Vedle omezených možností disponibilního kmitočtového spektra pro vysílání DVB-T je zde další velmi závažný problém, a to náklady na vybudování sítě pro dopravu modulačního signálu k vysílačům DVB-T.

Je otázka, co bude přijatelnější:

- buď zvolit do jisté míry provizorní řešení optimální pro přechodné období, které by sice bylo „relativně“ laciné, z hlediska využití kmitočtového spektra by bylo vysoce efektivní, ale nebylo by optimální pro regionální vysílání,
- nebo rovnou začít s budováním takové modulační sítě, která bude sice velmi nákladná, ale bude strukturovaná a postupně rozšiřovatelná, čímž bude použitelná i v plně digitálním období.

V této souvislosti je nutné se zmínit i o nákladech na vybudování vysílací infrastruktury pro 6 sítí DVB-T ve Velké Británii. Jedná se o částku přibližně 1,1 miliardy GBP (/16/ str.39), což v současném kurzu činí asi 56 miliard Kč (dalších 6 až 9 miliard GBP zaplatí ve Velké Británii diváci za přijímače DVB-T). Vzhledem k přibližně třetinové ploše území ČR ve srovnání s Velkou Británií by si vybudování podobné vysílací struktury v podmínkách České republiky mohlo vyžádat konečnou částku cca 18 až 20 miliard Kč v současných cenách (rok 1998).

Dále je nutné upozornit na nebezpečí živelného postupu při budování sítě DVB-T v ČR. V posledních dvou letech se vyskytly úvahy některých společností provozujících kabelové TV vysílání o vybudování lokálního vysílání DVB-T s pomocí zahraničního kapitálu. Ty však zatím skončily ve stádiu úvah a k dalším krokům nebylo přistoupeno. Pokud by budování sítě DVB-T v ČR mělo postupovat živelným budováním lokálních sítí, zvláště v oblasti celoplošně volných TV K64 až K66, pak by se velmi rychle vyčerpaly možnosti disponibilního kmitočtového spektra pro zavádění DVB-T a nebylo by možné uskutečnit etapu souběžného vysílání analogové a digitální televize. Tato etapa je nezbytně nutná pro přechod na plně digitální TV vysílání. Z těchto důvodů bude nutné v přechodném období postupovat velmi obezřetně a každý záměr k budování lokální nebo regionální sítě DVB-T velmi pečlivě uvážit.

5.2. Počet vysílaných digitálních TV programů z hlediska schopnosti DVB-T konkurovat analogové TV, DVB-S a DVB-C.

Jde o velmi vážný a složitý ekonomicko-politický problém. Některé státy západní Evropy, jmenovitě Velká Británie a Irsko (pokud se podařilo v TESTCOM zjistit), si nechaly zpracovat ekonomický rozbor od renomované konzultační společnosti NERA /14/ až /17/, jehož výsledkem je doporučení vybudovat 6 vysílacích sítí DVB-T (v podstatě 6 multiplexních kanálů DVB-T), což v podmínkách klasického multiplexování znamená vysílání 24 digitálních TV programů. Velká Británie do r.1997 deklarovala záměr vybudovat 6 sítí DVB-T pro 24 programů. Na podzim r. 1998 (na symposiu IBC'98) zveřejnila rozšíření nabídky v některých částech země z 24 na 30 TV programů. Německo došlo k počtu 3 sítí DVB-T.

Pozadí ani zadání (vstupní podmínky) těchto studií ovšem nebyly zveřejněny. Rovněž se nezveřejňují částky, které si za takové studie účtují instituce, jako je NERA (NERA je konzultační společnost s celosvětovou působností a s velmi širokým spektrem záběru různých problematik, zaměstnávající cca 35 000 špičkových ekonomů a dalších odborníků).

Vstupní podmínky mohou být pro různé státy diametrálně odlišné. Do těchto vstupních podmínek patří na předním místě penetrace televizními kabelovými rozvody (procento domácností v daném státě, které mají zavedenou kabelovou televizi - CATV), penetrace příjmu družicové TV (procento domácností přijímající družicovou TV), počet družicových programů vysílaných provozovateli TV vysílání v daném státě nebo v jazyku srozumitelnému obyvatelstvu dané země. Jedná se v podstatě o inventuru konkurujících TV programů dosažitelných pro obyvatelstvo jiným způsobem než pomocí DVB-T. Dále do vstupních podmínek patří velikost disponibilního kmitočtového spektra pro DVB-T.

Podle názoru TESTCOM velmi závažným způsobem do těchto kalkulací v blízké budoucnosti zasáhne statistické multiplexování (viz popis statistického multiplexování v kapitole 3) umožňující beze ztráty kvality prakticky zdvojnásobit počet vysílaných TV programů v jednom vf kanálu DVB-T (ve kterém se přenáší jeden multiplexní kanál) ve srovnání s klasickým multiplexováním. Statistické multiplexování, zvláště v podmínkách České republiky, která má akutní nedostatek volných TV kanálů, by mohlo s jistými omezeními pomoci překlenout přechodné období.

Podáří-li se v některých oblastech České republiky zkoordinovat dvě vysílací sítě pro DVB-T, znamenalo by to nabídku cca 16 digitálních TV programů, z nichž 4 (ČT1, ČT2, NOVA, PRIMA) by mohly být vysílány souběžně s dosavadním analogovým vysíláním a dalších 12 programů by mohlo být vysíláno pouze digitálně. Tato možnost je například reálná v Praze a středních Čechách, kde by bylo možné využít vedle K65 i K46, a v regionálních centrech (mimo Karlovy Vary a Ostravu), kde by bylo možné využít s menším výkonem (pro pokrytí města a blízkého okolí) i sousední kanál ke kanálu DVB-T plánovanému v tomto regionu. To by znamenalo např. v regionu, kde je plánována síť SFN na K65, použít pro pokrytí města K64, na kterém by byl vysílán jiný multiplex.

Nižší stupeň penetrace CATV a družicového příjmu v ČR oproti Velké Británii a Německu vytváří lepší předpoklady pro zavádění DVB-T v ČR.

Kromě disponibilního spektrálního prostoru pro vysílání DVB-T je při rozhodování o organizaci sítí DVB-T téměř stejně důležité hledisko složitosti modulační sítě a nákladů na její výstavbu. Není třeba připomínat délku období budování rr distribuční sítě pro analogové TV vysílání v ČR a náklady s tím spojené.

5.3. Návrh organizace sítí DVB-T pro přechodné období.

Návrh organizace sítí vychází z požadavku, aby v přechodném období měli TV diváci v ČR k dispozici v digitální formě stávající programovou nabídku, tj. čtyři celoplošné TV programy ČT1, ČT2, PRIMA, NOVA a čtyři další programy. Dalším požadavkem je, aby náklady na vybudování sítě byly co nejnižší a aby bylo možné co nejefektivnějším způsobem využít stávající disponibilní kmitočtové spektrum pro zavádění DVB-T (viz kapitola 2.), tedy především volné TV K64, K65 a K66, případně volné kanály, které v některých částech území ČR ještě zbývají uvnitř IV. a V. TV pásma (tj. v oblasti K21 až K60).

Nejobtížnějším problémem, specifickým pro ČR ve srovnání s ostatními problémy při zavádění DVB-T je **akutní nedostatek volných TV kanálů ve stávajících kmitočtových pásmech vyhrazených pro TV vysílání, což ve svých důsledcích vede buď k řešení, které nesplňuje všechny požadavky (varianta 1), nebo k řešení neúměrně nákladnému (varianta 2).**

Akutní nedostatek volných TV kanálů a prakticky úplné vyčerpání všech rezerv bylo způsobeno hlavně v letech 1990 až 1998, kdy byla uvedena do provozu řada TV vysílačů a několik desítek TV převaděčů především pro programy ČT2 a PRIMA. Dále bylo postaveno asi sto vysílačů malého výkonu (vyzářený výkon do 8 W) původně určených pro obecní TV vysílání.

Ve vzdálenějších výhledech (10 až 20 let) nelze počítat s I. a III. TV pásmem (viz kapitola 2.). Využití IV. TV pásma je prakticky ve stavu saturace. Pouze v V. TV pásmu v kanálech nad K50 nejsou jednotlivé kanály tolik přeplněny. Zde je určitá šance využít pro DVB-T sousedních kanálů ke kanálům analogovým.

Jediné kanály, které jsou po celém území České republiky „celoplošně“ volné, jsou TV K64, K65 a K66. Termín celoplošně volné je nutné chápat relativně, protože sice na území ČR není žádný z těchto kanálů použit pro TV vysílání, ale např. v Rakousku jsou tyto kanály využívány pro analogové TV vysílání nebo jsou deklarovány jako zkoordinované. Konkrétně signálem z rakouského vysílače Ameisberg K65 je pokryta oblast poblíž hranic v jižních Čechách (oblast Lipna a okolí) a signálem rakouského vysílače Wien 1-Kahlenberg K65 (deklarován Rakouskem jako zkoordinovaný, zatím není v provozu) by byla pokryta jižní Morava až po Brno. V těchto oblastech by při použití K65 pro DVB-T docházelo k vzájemnému rušení. Zvláště kritický je případ K65 Wien 1-Kahlenberg, protože vyzařovaný výkon tohoto vysílače je 1000 kW všesměrově a pozoruhodná je skutečnost, že Český telekomunikační úřad (po upozornění TESTCOM v polovině r. 1998) nenalezl žádné záznamy o zkoordinování tohoto vysílače českou stranou. Podle názoru TESTCOM by ČTÚ, jako orgán odpovídající za mezinárodní koordinaci, měl oba případy (ale i další případy rakouských TV vysílačů v K61 až K69, kdy není dodržena koordinační vzdálenost podle Dohody Chester 97) prošetřit s rakouskou správou kmitočtového spektra.

5.3.1. Varianta 1 - vysílací síť DVB-T složená z několika velkých sítí SFN a vysílající stejný programový multiplex.

Využití volných K64 až K66 nabízí řešení: ***pokusit se zkoordinovat na některém z těchto kanálů celoplošnou síť SFN, tj. síť pokrývající signálem DVB-T celé území České republiky.***

Celoplošné sítě SFN jsou z hlediska efektivního využití disponibilního kmitočtového spektra nejlepším řešením. Pro pokrytí území státu spotřebuje celoplošná síť SFN pouze jediný TV kanál.

Je téměř jisté, že zkoordinovat celoplošnou síť SFN, tj. síť pracující na některém z volných K64 až K66, se pro celé území České republiky nepodaří. Spíše je pravděpodobné, že se podaří zkoordinovat několik velkých sítí SFN využívajících K64 až K66 a pokrývajících signálem DVB-T vždy větší či menší část území ČR. V tomto smyslu je na těchto třech kanálech navrhováno pokrytí území ČR.

V konečném stádiu by se jednalo o jednu celostátní síť vysílající jeden programový multiplex. Tato síť by byla složena z několika velkých sítí SFN, pokrývajících signálem převážnou většinu území ČR (více než 95% plochy a více než 95% obyvatelstva). Tyto velké sítě by se mohly navzájem dotýkat, protože by pracovaly na rozdílných kanálech. (viz kapitola 4.)

Velké sítě SFN však mají závažné omezení, spočívající v tom, že neumožňují realizaci regionálních vstupů a regionálního TV vysílání. Všechny vysílače uvnitř jedné sítě SFN musí vysílat identický signál, tj. identický transportní tok TS. Liší-li se obsah TS u sousedních vysílačů (a to nejen vlivem vysílání jiných TV programů, ale např. i vlivem rozdílných dat pro interaktivní datové služby), dochází k vzájemnému rušení. Nejedná se o rušení způsobené překročením vzdálenosti dané ochranným intervalem v síti SFN, ale o rušení dvou vysílačů DVB-T, které vysílají různý transportní tok. V tom případě je ochranný poměr C/I (carrier/interference) závislý na parametrech vř kanálu, tj. na modulaci a protichybové ochraně (konfiguraci vř kanálu DVB-T). Hodnota ochranného poměru C/I je přibližně rovna požadovanému poměru C/N (poměr signál/šum pro vř signál) pro danou konfiguraci vř kanálu DVB-T. Pro konfiguraci vř kanálu uvažovanou v viz odst. 4.4.1. je tato hodnota 17 až 22 dB v závislosti na typu příjmu.

V konečném důsledku velká síť SFN, budovaná podle dosavadních představ, tj. s využitím infrastruktury analogové vysílací TV sítě, znamená omezení možností regionálního TV vysílání.

Další nevýhodou celoplošných nebo velkých sítí SFN je, že neumožňují rozdělení sítě pro reklamní vstupy. Velké televizní společnosti v mnoha zemích (Velká Británie, Finsko, USA a další) totiž přišly na to, že se vyplatí snížit absolutní požadované částky za reklamy, ale zvýšit jejich množství tak, že v časovém okně vyhrazeném reklamě se odvysílají různé reklamní šoty v různých regionech státu. Podobně např. nadnárodní společnost MTV šíří ve svém satelitním vysílání různé varianty reklamních vstupů pro Británii, Německo i severské státy. Přestože se v České republice tento princip dosud neuplatňuje (zejména díky nevyhovující nabídce distribučních sítí), není reálné se domnívat, že by se tento trend v budoucnu mohl ČR vyhnout.

Naopak, z hlediska výše investičních nákladů a z hlediska snadnosti distribuce modulačního signálu k vysílačům se jeví řešení ve formě jedné celoplošné sítě SFN nebo několika velkých sítí SFN vysílajících identický transportní tok jako nejvýhodnější.

Omezené možnosti regionálního vysílání v síti podle varianty 1.

Regionální vysílání v síti podle varianty 1 by se muselo řešit pomocí časových oken přidělených jednotlivým regionům a muselo by být přenášeno celou sítí. Modulační signál z regionálních TV studií by se musel přenášet na vstup společného kódovacího a multiplexovacího uzlu celé sítě.

Druhou možností je regionální vysílání společně vždy několika regionům uvnitř velké sítě, neboť každá z těchto velkých sítí využívá jiný kanál. Toto řešení je možné, stejně jako u časových oken, ovšem za cenu nákladné páteřní sítě pro primární distribuci modulačního signálu. Jakmile se připustí regionální vysílání, je nutné řešit přenos modulačního signálu v primární distribuční kvalitě buď k centrálnímu kódovacímu a multiplexovacímu uzlu nebo k uzlům jednotlivých velkých sítí.

Pokud by byl pro provozovatele lokálního a regionálního televizního vysílání způsob vysílání pomocí časových oken nebo společně pro několik regionů zcela nepřijatelný, pak by lokální a regionální vysílání DVB-T při přijetí této varianty bylo řešitelné také tím způsobem, že uvnitř aglomerace, která používá např. K64, se postaví další místní vysílač (nebo síť mini-SFN) pracující na sousedním kanálu, tj. K65, a tento vysílač by ve svém multiplexu vysílal pouze místní a regionální programy. Další možností je vyhledání některého zbývajících volného kanálu (převážně se jedná o sousední kanály k analogovým, nepoužitelné pro analogové vysílání, ale použitelné v některých případech pro DVB-T) uvnitř stávajícího IV. a V. TV pásma, tj. v úseku kmitočtů 470 až 790 MHz (tj. K21 až K60).

Lze předpokládat, že z důvodů vysokých nákladů na výrobu TV programu se v jednotlivých regionech neuchytí na mediálním trhu více než dva provozovatelé TV vysílání. Pak by bylo vhodné v kanálu DVB-T pro toto regionální vysílání konfigurovat pouze pro jeden až dva místní (regionální) digitální TV programy, bez možnosti vysílání celoplošných TV programů. Taková konfigurace v kanálu umožňuje důkladnější protichybovou ochranu a použití modulace QPSK, která je podstatně odolnější proti šumu, rušení atd. a vyžaduje pro stejnou velikost pokrytého území podstatně nižší vyzářený výkon vysílače než modulace 64-QAM. **V závislosti na důkladnosti protichybové ochrany je při použití modulace QPSK potřebný vyzářený výkon cca 8x až 16x nižší než pro modulaci 64-QAM. Nižší vyzářený výkon podstatně snižuje nebezpečí rušení okolních sítí.**

V praxi by se jednalo o udělení licence pro regionálního provozovatele multiplexního kanálu DVB. Doprava modulace od místních TV studií ke kódovacímu a multiplexovacímu uzlu a doprava transportního toku z tohoto uzlu na vysílač DVB-T (vysílače sítě mini-SFN) by se řešila podle místní situace buď rr. spoji nebo optickými kabely. Je však otázkou, zda se v regionech najde dostatečný počet provozovatelů digitálního TV vysílání, aby programový multiplex mohl být naplněn lokálními a regionálními TV programy.

5.3.2. Varianta 2 - kombinovaná síť složená z regionálních sítí SFN pouze v oblasti kanálů

K64 až K66.

Citlivý problém regionálního TV vysílání by bylo možné zmírnit tak, že se vybuduje kombinovaná síť skládající se z jednotlivých regionálních sítí SFN využívajících K64 až K66. Tyto tři kanály musí být na území ČR prostřídány. Pokud dvě regionální sítě SFN vysílají různý obsah transportního toku a používají stejný TV kanál, nesmí se jejich oblasti pokrytí vzájemně dotýkat nebo musí mít podél linií dotyku podobu hustých sítí vysílačů malého výkonu s krátkým dosahem (obdobu buňkových sítí pro mobilní služby). Takový záměr budování sítě však zatím nebyl nikde v Evropě publikován. Jestliže bude po celém území ČR důsledně vyžadována možnost regionálního vysílání, pak kanály K64 až K66 (při realizaci sítí SFN skládajících se z několika vysílačů DVB-T) pro takovýto způsob plošného pokrytí nestačí a regionální vysílání nebude možné realizovat ve všech oblastech státu. Důsledné řešení regionálního vysílání by vyžadovalo poměrně hustou SFN síť složenou z vysílačů malého výkonu.

V podmínkách ČR je tímto způsobem částečně vybudována a v praxi vyzkoušena síť analogových TV vysílačů malého výkonu, která původně sloužila pro tzv. obecní TV vysílání; nyní slouží po většinu vysílacího času pro vysílání programu TV-PRIMA, po malý zbytek času svému původnímu účelu - obecním úřadům pro vysílání jejich zpráv. Dosavadní zkušenosti s provozem jsou takové, že signál většinou pokrývá pouze území obce a v sousední obci jej již většinou nelze přijímat. V případě vysílačů DVB-T malého výkonu pokrývajících signálem pouze obydlené území obce by bylo ve většině případů možné v sousedních obcích použít stejný TV kanál, aniž by byl při vzájemném rušení překročen ochranný poměr C/I, uvedený v odst. 3.4.1. Tento ochranný poměr je přibližně o 20 dB menší (příznivější) než pro analogovou televizi.

Vybudování husté sítě SFN by však bylo nejen podstatně investičně náročnější než využití stávající infrastruktury analogové sítě, ale především by mimořádně zkomplikovalo topologii modulační sítě. Lze si jen velmi těžko představit, kolik prostředků by si vyžádalo vybudování optických spojovacích cest z místa regionálního multiplexovacího uzlu k několika desítkám vysílačů husté sítě SFN. Doprava modulačního signálu k vysílačům husté sítě SFN pomocí družicových kanálů by byla rovněž silně nerentabilní z důvodu potřeby velkého počtu kanálů - na každý region jeden družicový kanál.

Řešení v podobě husté sítě SFN, s dodávkou modulace pomocí družicového kanálu, by však bylo jediným možným řešením v pohraničních oblastech, ve kterých by se nepodařilo zkoordinovat vysílače většího výkonu ve velkoplošné síti SFN z důvodu vzájemného rušení TV vysílačů přes hranice ČR.

Kombinovaná síť, která by důsledně po celém území ČR umožňovala regionální vysílání, řešená buď prostřídáním K64 až K66 nebo v podobě jednotlivých hustých sítí SFN, by spíše připomínala více či méně hustou buňkovou síť, jaká se používá pro mobilní služby (GSM) a její vybudování by bylo investičně velmi náročné.

Splnění protichůdných požadavků varianty 2, tj. plošného pokrytí a zároveň možnosti regionálního vysílání využitím pouze K64 až K66, je sice principiálně možné, ale velmi nákladné. Je tedy dosti nepravděpodobné, že by se k takovému řešení uchýlil některý z budoucích provozovatelů multiplexního kanálu. Proto tato varianta není dále rozváděna.

5.3.3. Varianta 3 - kombinovaná síť složená z regionálních sítí SFN využívajících kanály K64

až K66 a doplněná volnými kanály v oblasti K21 až K60.

Takové řešení vysílací sítě DVB-T by splňovalo následující požadavky:

- pokud možno plošné pokrytí území ČR signálem DVB-T,
- nutnost realizace regionálního vysílání,
- možnost příjmu na přenosné přijímače DVB-T ve větších městských aglomeracích.

Toto řešení by umožnilo začít se zaváděním vysílání DVB-T nejprve ve velkých městech a městských aglomeracích s vysokou hustotou obyvatelstva. Výstavbou jednotlivých vysílačů DVB-T nejprve uvnitř městských aglomerací by byl umožněn příjem na přenosné přijímače (příjem typu indoor portable) uvnitř aglomerací, ve větších vzdálenostech od vysílače (na okrajích aglomerací) příjem na přenosné přijímače ve vyšších patrech domů (příjem typu outdoor portable) a v blízkosti aglomerací příjem na anténu umístěnou na střeše domu (tzv. pevný příjem - fixed reception). Postupným doplňováním dalších vysílačů DVB-T by se z těchto izolovaných vysílačů (izolovaných sítí SFN) stávaly regionální síť SFN. Rozšiřování regionálních sítí SFN by bylo možné až do stavu, kdy se geograficky blízké sítě, používající stejný TV kanál a vysílající rozdílné transportní toky (vlivem kombinace celostátních a regionálních TV programů v přenášeném transportním toku TS), začnou na svých okrajích rušit. Dosavadní odhady pokrytí ukazují, že postupným rozšiřováním regionálních SFN by se dalo pokrýt cca 80 až 85% plochy území ČR pro příjem DVB-T na střešní anténu (fixed reception) a cca 40% plochy území pro příjem na přenosné přijímače ve vyšších patrech obytných domů (typ příjmu outdoor reception).

Pro regionální vysílání DVB-T byly kromě Prahy vytypovány následující regiony s velkou koncentrací obyvatelstva:

Plzeň a okolí,

Karlovy Vary a okolí,

Chomutov - Most - Litvínov,

Teplice - Ústí nad Labem - Děčín,

Liberec a okolí,

Hradec Králové - Pardubice,

Brno a okolí,

Olomouc - Prostějov - Přerov,

Ostrava - Karviná - Frýdek-Místek,

Jihlava,

Opava,

Zlín.

Pokrytí zbývajících území, která nebude možné pokrýt regionálními sítěmi SFN v kanálech K64 až K66, by se muselo řešit tzv. překryvnou sítí, tj. vyhledáváním zbývajících volných kanálů v oblasti K21 až K60. Především se jedná o sousední kanály ke kanálům analogové televize.

Problém, který se většinou při analýze rušení na sousedních kanálech z daného vysílacího střediska analogové televize objeví, jsou TV převaděče ve vzdálenostech cca 30 až 50 km od vysílacího střediska (případně i vysílač velkého výkonu), které mohou být zasaženy rušením od vysílače DVB-T, provozovaného z tohoto vysílacího střediska. V případě ohrožených TV převaděčů by mohla pomoci změna polarizace nebo přeladění na vhodnější kanál (pokud je k dispozici).

Výhodou varianty 3 je umožnění přirozeného vývoje při budování vysílací sítě DVB-T, umožnění regionálního vysílání a umožnění příjmu přenosným přijímačem od samého začátku.

Nevýhodou varianty 3 je velmi komplikovaná a nákladná modulační síť a určité nebezpečí, že se ve všech oblastech ČR nemusí podařit nalézt volné kanály nebo uvolnit kanály pro DVB-T pro pokrytí zbývajících cca 20% území. Navíc bude toto nebezpečí odsunuto na pozdější dobu, takže se zpočátku nemusí zdát jako významné.

O tom, kterou variantu bude vhodné pro přechodné období v ČR zvolit, bude rozhodovat především poptávka po regionálním a lokálním TV vysílání. Budoucí vývoj této poptávky je v současné době velmi obtížné odhadnout. Současní provozovatelé TV vysílání zatím nemají v této otázce přesné představy ani prognózy. Proto byla koncepce budování vysílací struktury pro DVB-T navržena tak, aby se začalo s výstavbou vysílačů ve velkých městech (centrech sídelních aglomerací) a síť se mohla postupně rozšiřovat.

5.4. Modulační síť.

Problematika modulačních (distribučních) sítí by měla být ponechána zcela v kompetenci provozovatelů, protože neexistuje žádný důvod pro její regulaci. V této kapitole jsou naznačena možná řešení pro jednotlivé varianty vysílání DVB-T.

5.4.1. Modulační síť pro velkoplošné SFN bez regionálního vysílání (pro variantu 1).

Modulační síť, tzn. síť pro dopravu modulačního signálu k jednotlivým vysílačům DVB-T velkoplošných nebo velkých regionálních sítí SFN, které vysílají identický transportní tok TS, může mít velmi jednoduchou topologii:

- Jeden centrální kódovací a multiplexovací uzel.
- Princip jediného kodeku MPEG-2, tj. kodér v kódovacím a multiplexovacím uzlu, dekodér v přijímači DVB-T u TV diváka.
- Doprava TV signálu od jednotlivých provozovatelů TV vysílání (TV studií) v co nejvyšší kvalitě do kódovacího a multiplexovacího uzlu.
- Zakódování každého TV programu kodérem MPEG-2 a statistické multiplexování dílčích bitových toků jednotlivých TV programů spolu s přídatnými daty (interaktivní datové služby, systém SI příp. EPG, Internet apod.) do transportního toku TS. Transportní tok TS by byl identický pro celou vysílací síť.
- Doprava toku TS družicovým kanálem (kanály) na každý vysílač DVB-T.
- Na každém vysílacím stanovišti DVB-T příjem toku TS profesionálním přijímačem DVB, modulace OFDM ve vysílači DVB-T a vysílání DVB-T.
- Jeden provozovatel multiplexního kanálu, provozující kódovací a multiplexovací uzel i síť vysílačů DVB-T.

V této topologii sítě je možné přesně definovat oblast působnosti provozovatele multiplexního kanálu. Distribuce modulačního signálu (transportního toku) pomocí družicového kanálu vychází přibližně o 50% laciněji než distribuce modulace klasickou sítí radioreléových spojů, nehledě na to, že pro vybudování další rr sítě není v příslušných kmitočtových pásmech vhodných z hlediska struktury distribuční sítě pro tyto účely k dispozici potřebný spektrální prostor.

Velkoplošné sítě SFN jsou vhodné pro ty provozovatele TV vysílání, kteří jsou schopni zajistit výrobu celostátního digitálního TV programu, vysílaného po většinu dne. Toto řešení tedy dává dalším velkým TV společnostem příležitost vstoupit na mediální trh.

Pokud by doprava transportního toku byla řešena družicovým kanálem, pak je nutné doporučit jeho zálohování, protože např. při poruše nezálohovaného družicového transponderu by byl vyřazen příjem televize na celém území státu, a to u všech vysílaných TV programů v této síti.

5.4.1.1. Regionální vysílání ve velkoplošných sítích DVB-T.

Při centrální distribuci modulace je možné řešit regionální vysílání pouze časovými okny, která by byla vyhrazena jednotlivým regionům např. tak, že jeden TV program by byl sestaven z regionálních příspěvků. Regionální programy např. z krajských studií by se musely přenášet v plné kvalitě do centrálního kódovacího a multiplexovacího uzlu. Multiplex vzniklý statistickým multiplexováním totiž nelze rozdělit na jednotlivé TV programy, některý z programů nahradit regionálním programem a znovu provést multiplexování. Za určitých podmínek je možné nahradit jeden TV program jiným programem při klasickém multiplexování, ale klasické multiplexování dovoluje vysílat jen 4 TV programy v jedné síti místo např. 8 TV programů při statistickém multiplexování. Z těchto důvodů se zdá přijatelnějším řešením místní vysílač DVB-T, jak je popsáno v odst. 5.3.1.1., kde je i popsán způsob dopravy modulace.

5.4.2. Modulační síť pro kombinovanou vysílací síť složenou z K64 - K66 a K21 - K60 (pro variantu 3).

Požadavek vysílat regionální TV programy je v současné době pokládán téměř za samozřejmost. Nespokojí-li se provozovatelé TV vysílání s řešením pomocí časových oken, pak je nutné integrovat do jednoho regionálně vysílaného multiplexu celostátně vysílané TV programy a jeden až dva regionální TV programy. Tento požadavek je z hlediska dopravy modulace, má-li se zachovat vysoká kvalita obrazu a zvuku, řešitelný pouze strukturovanou modulační sítí, která bude popsána dále, nebo v pozdějším období pomocí ATM, po vybudování dostatečně husté příslušné struktury.

Taková modulační síť vyžaduje minimálně jeden kódovací a multiplexovací uzel pro každý region. Má-li být zachována vysoká kvalita přenosu, musí být dodržen princip jednoho kodeku MPEG-2 v přenosovém řetězu. To znamená, že pro primární distribuci TV signálu k těmto uzlům musí být vybudována vysoce kvalitní a plně transparentní páteřní síť. Rozhraní mezi páteřní sítí a vstupy kódovacích a multiplexovacích uzlů pro každý TV program by měla být typu DSI 270 (Digital Serial Interface 270 Mbit/s podle Doporučení ITU-R BT.601). Znamená to budovat hned od začátku zavádění DVB-T definitivní strukturovanou modulační síť, popsanou v části 5.5.

5.4.3. Přibližný odhad nákladů na vybudování vysílací sítě pro DVB-T - varianta 1.

Jedná se o variantu 1 bez regionálního vysílání. Výpočet pokrytí signálem DVB-T pro území České republiky (viz kapitola 4) vede v počátečním období, kdy by měly být pokryty signálem sídelní aglomerace s okolím, k využití 37 vysílacích stanovišť, v konečné podobě sítě by to mělo být cca 64 stanovišť pro vysílače DVB-T.

V tomto přibližném odhadu budeme počítat na každém stanovišti s vysílačem DVB-T o výkonu průměrně 1 kW.

Cena vysílače DVB-T:

výkon 1 kW - cca 12 milionů Kč.

Náklady na jedno stanoviště v objektu ČRa:

Průměrná výše vyvolaných investic včetně rozpuštění nákladů na modulační cesty, anténní sdužovače, přijímače družicového kanálu (modulační síť pro dopravu TS), různé instalace, montáž, různé menší stavební úpravy, v některých případech rozšíření objektu, je odhadována na 3 mil. Kč/stanoviště.

Náklady na vysílač	12 mil. Kč
Úpravy stanoviště	3 mil. Kč
Celkem	15 mil Kč

Těchto stanovišť bude využito v konečné podobě sítě přibližně 40, tzn. náklady celkem 600 mil. Kč.

Náklady v jiných objektech než vlastněných ČRa:

V těchto objektech se předpokládají větší stavební úpravy, případně bude nutné objekt pro vysílače DVB-T postavit. Průměrné stavební náklady na jedno stanoviště je možné zhruba odhadnout na cca 20 mil. Kč.

Náklady na vysílač	12 mil. Kč
Úpravy stanoviště	20 mil. Kč
Celkem	33 mil Kč

Těchto stanovišť bude využito přibližně 24, tzn. náklady celkem 792 mil. Kč.

Celkové náklady v cenách roku 1998: 600 + 792 = 1392 milionů Kč.

Poznámka: Podstatnou část současné ceny vysílače tvoří cena COFDM modulátoru, u které lze v budoucnosti předpokládat výrazný pokles.

Srovnání s náklady, které uvádí Velká Británie na vybudování vysílací infrastruktury pro DVB-T:

Oproti kalkulovaným nákladům 18 až 20 miliard Kč (viz odst. 5.1.) pro konečné řešení (6 sítí DVB-T v ČR), odvozeným od nákladů na vybudování vysílací infrastruktury DVB-T tak, jak je uvádí Velká Británie, by se náklady pro přechodné období (tj. nejúspornější varianta v podobě jedné sítě DVB-T v ČR, vysílající stejný programový multiplex) pohybovaly kolem 7,3% této částky.

5.4.4. Přibližný odhad nákladů na vybudování vysílací sítě pro DVB-T - varianta 3.

Pro jednu síť DVB-T v ČR, vysílající různé programové multiplexy, budovanou za podobných podmínek jako ve Velké Británii, by náklady mohly dosáhnout 1/6 z 19 miliard Kč, tj. cca 3167 milionů Kč, což jsou náklady cca 2,3 krát vyšší než pro variantu 1.

Rozdíl $3167 - 1392 = 1775$ milionů Kč (viz odst. 5.1.).

V tomto rozdílu lze podstatnou část nákladů vysvětlit jako náklady na strukturovanou modulační síť, náklady na výstavbu nových anténních nosičů včetně anténních systémů a náklady na překryvnou síť v kanálech K21 až K60. Náklady předpokládané pro podmínky ČR však nelze plně srovnávat s náklady přepočítanými z podmínek Velké Británie. Dá se předpokládat, že v ČR budou tyto náklady nižší. Uvedené kalkulace je nutné chápat jako první přibližný odhad, který by měl dát pouze orientační představu o výši nákladů na vybudování vysílací infrastruktury pro DVB-T v ČR.

5.5. Návrh organizace sítí DVB-T pro plně digitální období.

Návrh organizace sítí DVB-T a strategie jejich budování je vzhledem k rychlému vývoji příslušné technologie i aplikací velmi dynamické téma. Dosavadní zkušenost ukazuje, že vývoj v oblasti DVB je těžko předvídatelný a že se dá očekávat, že bude ještě velmi složitý. Do doby, než bude možné ukončit analogové TV vysílání, lze předpokládat v oblasti DVB tolik změn, že dnešní názory na konfiguraci, topologii a organizaci sítí DVB-T mohou v té době být dosti zastaralé. Z tohoto důvodu je nutné považovat následující návrh jako modelové řešení, navržené optikou roku 1998, sloužící pouze jako příklad možné realizace.

V současné době převládají ze strany provozovatelů TV vysílání, potenciálních provozovatelů multiplexních kanálů DVB i ze strany TV diváků požadavky integrovat do multiplexů vysílaných sítěmi DVB-T celostátní i místní (regionální) TV programy a data pro různé druhy doplňkových služeb. Již v současné době je o interaktivní datové služby integrované do DVB ve vyspělých zemích takový zájem, že tento druh služeb se stává důležitým stimulačním faktorem, podporujícím zavádění digitální televize. Navíc vystupuje požadavek téměř libovolné zaměnitelnosti TV programů a ostatních dat v multiplexech vysílaných jak v celostátním tak v regionálním měřítku, vysílání programů digitálního rozhlasu atd.

Tento soubor požadavků vede k co největší univerzalitě a pružnosti vysílací infrastruktury pro DVB-T.

Tato univerzalita se týká jak vlastních vysílačů pro DVB-T (přeladitelnost vysílače v pásmu 470 až 862 MHz, budič pro všechny druhy provozu DVB-T včetně úplného spektra modulací, ochranných intervalů a vysílacích módů, dále modul SFN a modul GPS, nutnost stavebnicové konstrukce výkonové části vysílače), tak především modulačních sítí a sítí pro přísun dat pro doplňkové služby.

Z hlediska vlastních vysílačů DVB-T je v podstatě lhostejné, jaká data obsahuje transportní tok TS, neboli hotový sestavený multiplex. Úkolem vysílače je odvysílat tento multiplex bez zbytečných přidaných chyb a pokrýt vř signálem DVB-T stanované území.

Poměrně velmi obtížným úkolem však je navrhnout správnou strategii budování modulační sítě, která by umožňovala pružné sestavování obsahu multiplexů a do míst, kde budou situovány kódovací a multiplexovací uzly, umožňovala přivést s co nejmenšími ztrátami kvality obrazové a zvukové signály a ostatní data od provozovatelů TV a R vysílání a poskytovatelů interaktivních datových služeb.

Pro demonstraci problematiky modulačních sítí je v dalším textu proveden rozbor možností a modelový návrh pro zavedení DVB-T v ČR. Modulační síť musí být navržena tak, aby umožňovala centralizované řízení a změny konfigurace, monitorování kvality signálu kdekoli v síti, centralizovanou údržbu a ještě řadu dalších požadavků, které v současné době ani neznáme.

Tuto síť jsme nazvali pracovním názvem *strukturovaná modulační síť pro DVB-T*.

5.5.1. Princip strukturované modulační a příspěvkové sítě pro DVB-T.

Při návrhu strategie budování strukturované modulační sítě pro DVB-T je třeba vycházet z těchto záhytných bodů:

5.5.1.1. Územní členění České republiky z hlediska DVB-T.

Z jakého členění území České republiky by bylo nejlépe vycházet? Nabízejí se tyto možnosti:

- Bývalé kraje: Středočeský, Severočeský, Východočeský, Jihočeský, Západočeský, Severomoravský, Jihomoravský (celkem 7 krajů).
- Zamýšlené nové členění České republiky na samostatné územně správní celky Pražský, Středočeský, Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Liberecký, Královéhradecký, Pardubický, Jihlavský, Českobudějovický, Brněnský, Zlínský, Olomoucký, Ostravský (celkem 14 celků).
- Oblastní správy radiokomunikací: oblast Střední Čechy (SČ), oblast Západní Čechy (ZČ), oblast Východní Čechy (VČ), oblast Jižní Čechy (JČ), oblast Severní Morava (SM), oblast Jižní Morava (JM) (celkem 6 oblastních správ).

Zřejmě nejvhodnější rozčlenění je dáno historickým vývojem analogové TV sítě a členěním na současných 6 oblastních správ radiokomunikací: SČ, ZČ, VČ, JČ, SM, JM.

Zamýšlené územně-politické členění ČR je příliš husté.

5.5.1.2. Dosavadní TV studia.

- Praha: ČT (6 studií), TV-PRIMA, TV-NOVA,
- Ostrava (ČT),
- Brno (ČT).

5.5.1.3. Aglomerace s vysokou hustotou obyvatelstva.

- Praha a okolí,
- Plzeň a okolí,
- Karlovy Vary a okolí,
- Chomutov - Most,
- Teplice - Ústí nad Labem - Děčín,
- Liberec a okolí,
- Hradec Králové - Pardubice,
- Brno a okolí,
- Olomouc a okolí,
- Ostrava - Karviná - Frýdek-Místek,
- Jihlava,
- Opava,
- Zlín.

Celkem 13 aglomerací.

5.5.2. Páteřní přenosová síť pro nejvyšší nároky na výměnu signálu mezi TV studii a na distribuci signálu.

Dnešní digitální TV studia připravují programy s použitím kódování obrazu podle Doporučení ITU-R BT.601. Při kódování PCM 10 bitů na vzorek v soustavě 625/50 řádků/půlsnímku je produkovaný bitový tok pro obrazový signál 270 Mbit/s.

Při přenosu digitálního TV signálu ze studia k TV divákovi by měl být zachován **princip jediného kodeku MPEG-2**. Jako kodér by měl být kodér MPEG-2 v kódovacím a multiplexovacím uzlu, jako dekodér by měl být dekodér MPEG-2 v přijímači DVB-T u TV diváka. Princip jediného kodeku MPEG-2 je nutné dodržet z toho důvodu, že při řetězení kodeků MPEG-2 dochází ke ztrátě kvality signálu.

Příspěvková a distribuční **páteřní přenosová síť musí přenášet digitální TV signál beze ztráty kvality** a měla by sloužit jak pro primární distribuci signálu (primární distribuční síť), tak jako příspěvková síť spojující nynější i budoucí TV studia (kontribuční síť). Vzhledem k plně obsazeným pásmům pro rr spoje a k vysokým přenosovým rychlostem je páteřní síť realizovatelná pouze technologií optických vláken.

Dalším požadavkem je kruhová síť (možnost přenosu oběma směry), což zabezpečí vysokou spolehlivost přenosu. V kruhové síti se snadno provádí monitoring, provozní objektivní sledování kvality signálu a při výpadku nebo zhoršení kvality signálu z jednoho směru je k dispozici signál z opačného směru.

Zařízení nasazená pro přenos na páteřní síti musí zaručovat plnou oboustrannou transparentnost, tj. při případné redukci bitové rychlosti z 270 Mbit/s níže a zpětné rekonstrukci bitového toku musí být zachován tentýž obsah původního toku 270 Mbit/s.

Možná řešení:

- Přenos plného bitového toku 270 Mbit/s.
- Kodek 140 Mbit/s pracující na principu kódování DPCM.
- Kodek systému DVCPRO50 (lehká komprese MPEG-2 MP@ML 270/50 Mbit/s, oboustranně plně transparentní, viz odst. 5.7. Dodatek - popis systému DVCPRO50).

Celá páteřní síť musí být řešena z důvodu možností přepínání kanálů (rekonfigurace sítě z řídicího centra) jednotně, tj. vybavena jedním druhem kodeků pro jednotnou přenosovou rychlost (pokud možno co nejnižší) a musí zachovávat jednotnou strukturu bitového toku. Ze současných možných řešení by byl vzhledem k přenosové rychlosti zřejmě nejvýhodnější systém DVCPRO50.

Páteřní síť I. třídy

Páteřní kruhová síť, kterou jsme nazvali **páteřní síť I. třídy**, by měla být dostatečně dimenzována. V konečné podobě se předpokládá několik desítek obousměrných kanálů pro distribuci a výměnu TV programů.

Na páteřní kruhové síti I. třídy by měla být situována **přístupová, přepínací a odběrná místa**, do kterých by bylo možné vstoupit s TV signály z jednotlivých TV studií, přepínat přenosové cesty a odebrat (odbočovat) TV signály - viz obr. 5.1. „Princip strukturované modulační a příspěvkové sítě pro DVB-T“. Nevylučuje se ani řešení přísného oddělení příspěvkové a primární distribuční sítě.

Páteřní síť II. třídy

Tato síť by měla propojovat jednotlivé kódovací a multiplexovací uzly (MUX) v dané oblasti s přístupovými, přepínacími a odběrnými místy sítě I. třídy a připojovat regionální TV studia ke kódovacím a multiplexovacím uzlům a do páteřní sítě I. třídy. Síť II. třídy již nemusí být kruhová, ale měla by obsahovat dostatečný počet přenosových kanálů pro přenos tam a zpět. Přenosová zařízení v síti II. třídy by měla být rovněž oboustranně plně transparentní stejně jako v síti I. třídy.

V páteřní síti se např. nedoporučuje použití kodeků ETSI 34 Mbit/s nebo kodeků MPEG-2 34 Mbit/s (17 Mbit/s), protože by mohlo dojít při provozu nebo při post-produkčním zpracování signálu ke zřetězení až 4 kodeků a ke ztrátám kvality signálu. Od používání kodeků 34 Mbit/s se již dnes v primární distribuci digitálního TV signálu upouští ve prospěch kodeků 140 Mbit/s.

V místě uzlů MUX (viz obr. 5.1.) se rovněž předpokládá přepínání přenosových kanálů bez dekódování, aby z kteréhokoliv regionálního TV studia byl možný oboustranný přístup za účelem vysílání příspěvků do celostátních i regionálních programů v dané oblasti, aby byla možná výměna programů pomocí jednoho transparentního kodeku mezi kterýmikoliv studii v celé páteřní síti, případně i možné živé vstupy regionálních programů do celostátně vysílaných programů a naopak.

5.5.2.1. Situování kódovacích a multiplexovacích uzlů MUX.

Pokoušet se rozhodnout již nyní o umístění uzlů MUX by bylo předčasné, protože nelze odhadnout, jak se bude v regionech a aglomeracích vyvíjet nabídka TV programů. V místech, kde budou vznikat regionální TV studia, by pravděpodobně bylo účelné situovat, vzhledem ke zjednodušení topologie páteřní sítě, i kódovací a multiplexovací uzly MUX.

Teoreticky, vzhledem k minimální délce cest signálu TS (transportní multiplexovaný bitový tok dopravovaný na jednotlivé vysílače DVB-T), je nejvýhodnější situovat uzel MUX co nejbližší těžiště dílčí sítě vysílačů DVB-T. Definitivní stanoviště vysílačů DVB-T budou známa až po zkoordinování sítě vysílačů.

V konečné podobě sítě by mohly být uzly MUX situovány ve všech 13 aglomeracích s velkou hustotou obyvatelstva (viz odst. 5.4.1.3.), z toho v Praze 2 uzly, dohromady 14 uzlů.

5.5.2.2. Kódovací a multiplexovací uzel MUX a doprava transportního toku TS z uzlů MUX na vysílače DVB-T.

Rozhraní (interface) mezi páteřní sítí a vstupy uzlu MUX by měla vyhovovat normě DSI 270 (Digital Serial Interface 270 Mbit/s). To znamená, že na vstupu každého kodéru MPEG-2 by měl být k dispozici pro každý TV program bitový tok 270 Mbit/s studiové kvality. Ovšem nejsou vyloučeny ani jiné typy rozhraní, vše bude záležet na tom, jak rychle bude postupovat vývoj systému DVCPRO, případně systému ATLANTIC. Oba tyto systémy slibují možnost plně transparentního studiového zpracování digitálního TV signálu, záznamu, post-produkčního zpracování a přenosu digitálního TV signálu v soustavě 625 řádků 50 pulsů, bez jakýchkoliv ztrát kvality.

Topologie navrhovaných regionálních sítí DVB-T je stejná jako navrhovaná topologie velkoplošné sítě SFN, uvažovaná v počátečním stadiu zavádění DVB-T v ČR (viz odst. 5.3.1.).

5.5.2.3. Řídící a údržbové centrum páteřní sítě.

Konfigurace a řízení páteřní sítě by mělo být prováděno z jednoho místa. Pokud se týká údržby, zdá se, že by byla vhodnější kvůli překonávání menších vzdáleností dvě místa, Praha a Brno.

Je také otázkou, do čí kompetence by měla patřit páteřní síť, tj. kdo by měl být provozovatelem páteřní sítě (komu by měla být udělena licence, či kdo by měl být držitelem pověření k provozu). Tato právně-technická otázka teprve čeká na řešení. Není dost dobře možné, aby páteřní síť společně provozovalo několik provozovatelů multiplexního kanálu. Zřejmě nejlepší řešení (ze současného pohledu) je, aby budoucím provozovatelem páteřní sítě byla jediná organizace (např. SPT Telecom). Předávacími body v páteřní síti by byla rozhraní: TV studia - síť a síť - uzel MUX, typ rozhraní DSI 270.

Ve Velké Británii, kde je již páteřní síť provozována, je provozovatelem British Telecom.

5.5.2.4. Vstup dat SI a dat interaktivních datových služeb.

Vzhledem k rozlehlosti vysílací infrastruktury pro DVB-T a nemožnosti zachytit např. v Čechách regionální TV programy vysílané na Moravě a opačně je zbytečné, aby v Čechách obsahoval elektronický průvodce programem (EPG) v systému SI kompletní nabídku moravských programů a naopak. Z tohoto důvodu by byly vhodnější dvě redakce EPG, např. v Praze a v Brně.

Vstup dat interaktivních datových služeb do transportního toku TS by naopak měl být možný, vzhledem k široké nabídce těchto služeb, v každém uzlu MUX.

Datová síť pro přísun datových toků interaktivních datových služeb by měla tvořit oddělenou infrastrukturu, spojující poskytovatele datových služeb, uzly Internetu atd. O podobě této infrastruktury zatím nejsou konkrétní představy ani nejsou v ČR známi příští potenciální provozovatelé datových služeb.

5.6. Návaznost první etapy budování modulační sítě (přechodné období) na druhou etapu (plně digitální období).

S největší pravděpodobností lze v začátcích zavádění DVB-T v ČR, pokud nebude včas ustaven nějaký koordinační orgán, očekávat živelný přístup k budování vysílací infrastruktury DVB-T, který zcela jistě začne od vysílačů DVB-T. K těmto vysílačům se provozovatelé multiplexního kanálu budou snažit dopravit modulační signál co nejlaciněji, nehledě na značné ztráty v kvalitě obrazu a zvuku. V určitém stadiu budování sítě by vzájemné nekompatibility provozovaných zařízení a chaos v koncepci budování dosáhly takového stupně, že další postup by byl nemožný a za cenu velkých ztrát by musela být mnohá zařízení vyřazována z provozu. Takovému živelnému vývoji je třeba zabránit v samotném počátku.

Ve Velké Británii byla za účelem koordinace výstavby příspěvkové a modulační sítě pro DVB-T zřízena funkce systémového integrátora.

Z těchto důvodů je v ČR nezbytně nutné opět se začít zabývat myšlenkou Platformy DVB, jejímiž členy by byly všechny subjekty mající cokoliv společného se zaváděním DVB. Tvorbu koncepce digitálního vysílání (televizního i rozhlasového) a koordinaci jeho zavádění, včetně tvorby kmitočtových plánů a mezinárodní koordinace kmitočtů, by měl provádět jeden orgán. Jedná se nejen o období zavádění digitální televize, ale je nutné být náležitě připraveni i na poměrně vzdálené období po ukončení analogového TV vysílání, kdy bude nutné zcela přeorganizovat využití kmitočtových pásem uvolněných analogovou televizí a s předstihem vypracovat ke koordinaci potřebné kmitočtové plány.

Jako koordinační a výkonný orgán Platformy DVB by měl sloužit např. Úřad DVB nebo jiný orgán, vybavený potřebnými pravomocemi.

Protože před podobnými problémy stojí v ČR i budování digitálního rozhlasu, dalo by se uvažovat i o společné platformě digitálních technologií pro televizní a rozhlasové vysílání.

Při promyšlení strategie výstavby vysílací infrastruktury DVB-T pro ČR se zpracovatel snažil co nejpřesněji odhadnout přirozený postup budování sítě DVB-T a naznačit co nejlevnější cestu jeho realizace.

Výstavba strukturované modulační a příspěvkové sítě pro DVB-T bude jistě velmi nákladná a bude s největší pravděpodobností realizována postupně.

Dále je pravděpodobné, že definitivní strukturovaná modulační a příspěvková síť DVB-T by mohla být v pozdějším období realizována jako virtuální síť na technologii ATM. Při postupném zvyšování spolehlivosti a kvality přenosu digitálního TV signálu strukturou ATM a při postupném zahušťování sítě ATM by to bylo přirozené a zřejmě i výhodnější.

Z hlediska kmitočtového plánování a mezinárodní koordinace kmitočtů pro DVB-T bude přechod na plně digitální vysílání znamenat podstatné změny ve vysílací infrastruktuře, především pokud se jedná o uvolnění TV kanálů po analogové televizi a jejich využití digitální televizí. Prakticky se bude jednat o nové kmitočtové plány. Tyto plány by měly být v ČR připraveny před kmitočtovou konferencí ITU.

5.8. Shrnutí.

Reálné možnosti budování vysílací infrastruktury DVB-T v ČR pro období souběžného vysílání analogové a digitální televize jsou tyto:

Varianta 1:

Vysílací síť složená z několika velkých sítí SFN a pracující na volných TV K64, K65, K66. Tato síť by mohla při použití statistického multiplexování vysílat až 8 TV programů a přenášet signály pro datové služby vč. Internetu. Celá síť by vysílala identický transportní bitový tok a přenos tohoto toku k jednotlivým vysílačům DVB-T by byl realizován pomocí družicového kanálu.

Výhodou tohoto uspořádání sítě jsou relativně nejmenší náklady ze všech ostatních možných řešení, nevýhodou je velmi omezená možnost vysílání regionálních TV programů. Regionální TV vysílání by bylo řešitelné časovými okny přidělenými jednotlivým regionům.

Varianta 2:

Vysílací síť složená z regionálních hustých sítí SFN a využívající pouze K64 až K66. Toto řešení vyžaduje velký počet vysílačů DVB-T malého výkonu, regionální kódovací a multiplexovací uzly a nákladné řešení přenosu transportního toku a na velké množství vysílačů DVB-T. Tato varianta by sice umožnila regionální vysílání, ale je neúměrně nákladná.

Varianta 3:

Vysílací síť složená z regionálních sítí SFN v K64 až K66. Jednotlivé regionální sítě SFN by se skládaly vždy z několika vysílačů DVB-T. Pro pokrytí míst, které nebude možné pokrýt signálem na K64 až K66 (cca 20% území ČR), by bylo nutné vyhledat zbývající TV kanály využitelné pro vysílání DVB-T v obsazeném IV. a V. TV pásmu.

Toto řešení by sice umožnilo časově nezávislé regionální vysílání, ale vyžaduje vybudování poměrně nákladné strukturované modulační sítě pro distribuci TV programů k jednotlivým kódovacím a multiplexovacím uzlům a pro výměnu programů. Náklady na variantu 3 by pravděpodobně dosáhly dvojnásobku nákladů na variantu 1.

Strukturovaná modulační síť bude v každém případě nutná pro období plně digitálního vysílání.

Kritériem pro rozhodnutí mezi variantou 1 a variantou 3 je rozsah a požadavky na kvalitu regionálního vysílání.

Pokud pro regionální vysílání postačí časová okna pro jednotlivé regiony, pak je vhodnější zvolit variantu 1. Pokud bude požadováno regionální vysílání ve větším rozsahu, bude nutné realizovat variantu 3.

Období plně digitálního vysílání

Ukončení analogového TV vysílání bude v ČR možné až po vybudování vysílací infrastruktury podle některé z uvedených variant a vybavení domácností digitálními přijímači. Tato doba bude záviset jak na ekonomické síle České republiky (vybudování vysílací infrastruktury DVB-T), tak na kupní síle obyvatelstva ČR, protože předpokládá vybavení převážné většiny domácností přijímači pro příjem digitální televize.

Odhady doby souběžného provozu analogové a digitální televize se velmi různí, v ekonomicky silných zemích západní Evropy se předpokládá 7 až 10 let, v ekonomicky slabších zemích 10 až 25 let. Pro srovnání - výstavba vysílací struktury pro analogovou televizi trvala v naší zemi 40 let.

Tím, že se uvolní množství TV kanálů od analogového TV vysílání, změní se a velmi podstatným způsobem se doplní jak vysílací síť budovaná během souběžného období, tak modulační síť.

Z hlediska mezinárodní koordinace kmitočtů a tvorby kmitočtových plánů sítí DVB-T pro plně digitální období se v ČR nesmí zanedbat příprava rozvoje DVB-T pro toto vzdálenější období a příprava kmitočtových plánů pro mezinárodní kmitočtovou konferenci ITU v roce 2005. Koncepce rozvoje DVB-T v ČR pro plně digitální období a kmitočtové plány by měly být definitivně zpracovány a schváleny před rokem 2005. Z těchto důvodů je nutné na problematice digitální televize v ČR dále pracovat.

Vzhledem k tomu, že DVB-T je jediným možným řešením, jak rozšiřovat a zkvalitňovat televizní vysílání v ČR, a vzhledem k tomu, že obsazení posledních relativně volných TV kanálů analogovým TV vysíláním by mohlo znemožnit nebo vážně ohrozit zavedení DVB-T v ČR, je nutné důrazně doporučit vyhlášení stop - stavu na přidělování dalších kanálových pozic pro analogové TV vysílání v ČR.

6. Závěr.

(Zpracoval Ing. Jiří Valenta)

Protože se jedná o úvodní práce týkající se zavedení DVB-T a vzhledem k tomu, že lze očekávat další vývoj v této oblasti, bude vhodné se touto problematikou zabývat i v dalších letech. Bude třeba dále sledovat vývoj zavádění DVB-T a dle toho korigovat technické a administrativní postupy v ČR.

Přestože přechod na vysílání DVB-T není prozatím v ČR hlavním předmětem zájmu TV společností, je třeba v pracích orientovaných na sestavení kmitočtového plánu a technickou přípravu zavedení DVB-T pokračovat. Je nutné sledovat technický vývoj, připravovat a zpřesňovat technické možnosti realizace DVB-T v ČR. V kontextu vývoje TV vysílání v Evropě a ve světě se nelze v budoucnu spokojit v ČR s analogovým vysíláním. Podle současných tlaků a trendů na využití kmitočtového spektra budou redukována některá kmitočtová pásma dosud využívaná pro TV vysílání. V průběhu dalšího období bude v některých úsecích TV vysílání zrušeno a tyto kmitočtové úseky budou pak vyhrazeny aplikacím pohyblivé služby. Konkrétně by to v podmínkách ČR znamenalo ztrátu jedné sady TV kanálů umožňující celoplošné pokrytí analogovým TV programem (viz kapitola 3).

Na období 2003 až 2005 je na úrovni CEPT případně ITU plánována kmitočtová konference pro přerozdělení TV kanálů 21 až 69 z důvodu zavedení DVB-T a omezení některých dosud užívaných kmitočtových úseků pro TV vysílání. Pro tuto konferenci je v ČR potřeba připravit vstupní technické podklady a požadavky tak, aby ČR získala dostatek kmitočtových přidělů pro rozvoj TV vysílání. Je třeba se těmito problémy intenzivně zabývat, aby bylo připraveno propracované technické řešení umožňující zavedení DVB-T v okamžiku vznesení nároků na šíření TV programů pomocí DVB-T.

Jednotlivé závěry jsou obsaženy v příslušných kapitolách.

Pro úspěšné zajištění přechodu analogového TV vysílání na vysílání DVB-T bude bezpodmínečně nutné:

- 1 Pro ATV zásadně nepřidělovat TV K 61 a vyšší.
- 2 Všechny případné kmitočtové návrhy, změny a záměry v oblasti ATV musí být bezpodmínečně konzultovány se subjektem, který bude zpracovávat koncepci DVB-T v ČR.

7. Výklad pojmů.

analogové TV vysílání	TV vysílání, realizované přenosem TV signálu analogovou modulační metodou.
ATM	Asynchronous Transfer Mode. Asynchronní mód přenosu. Asynchronní přenosový mód. Nejnovější technologie (a způsob) přenosu dat spočívající v tom, že posloupnost bitů, která se má přenést, se rozdělí na bloky konstantní délky 48 byte, které se opatří záhlavím (identifikace, ochrana proti chybám, další služební informace). Takto vytvořené buňky o velikosti 53 byte jsou přepravovány předem určenou cestou – virtuálním kanálem. V síti ATM lze vytvořit virtuální kanál (mezi dvěma místy sítě) pro požadovanou přenosovou rychlost. Síť ATM je dnes většinou budována na technologii optických vláken a přenosová rychlost v nejvyšších úrovních sítě dosahuje až 20 Gbit/s.
ATV	analogové televizní vysílání
audio informace	zvuková část informace přenášené TV signálem
CA	Conditional Access. Podmíněný přístup. Podmíněný přístup k TV programu. Tato zkratka znamená, že digitální TV program je přístupný (rozšifrovatelný a zobrazitelný) jen pomocí přijímače DVB vybaveného dekodérem pro přístup CA. Jde o placené TV programy. Přijímač DVB má buď dekodér CA na účastnickou kartu, na níž se vždy za určitou časovou jednotku při sledování placených TV programů znehodnotí „impuls“ (lze přirovnat k telefonní kartě), nebo je v ceně dekodéru CA již vyjádřen poplatek za sledování TV programů s CA přístupem. V současné době existují v Evropě 4 systémy CA přístupu.
CATV	Cable Television Kabelová televize – systém kabelové televize.
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations. Evropská konference poštovních a telekomunikačních správ.
civil/military (v této zprávě)	Společné zasedání administrací a armády na úrovni CEPT/ERC/WGFM pro řešení sporných otázek ve využití kmitočtového spektra.
Čistý bitový tok obrazového signálu a zvukových signálů jednoho TV programu	Bitový tok, vzniklý zpracováním (kódováním a digitální kompresí) obrazového signálu a zvukových signálů, jako zvukového doprovodu tohoto obrazového signálu, v kodéru MPEG-2. Tento tok neobsahuje protichybovou ochranu. Čistý bitový tok jednoho TV programu vzniká kombinací (prokládáním) bitového toku obrazového signálu a zvukových signálů. Většina kodérů MPEG-2 je konstruována pro zpracování obrazového signálu a doprovodných zvukových signálů jednoho TV programu.

DCT	Discrete Cosine Transformation. Diskrétní kosinová transformace. Jedna z metod používaných při kódování a digitální kompresi obrazového signálu podle normy MPEG-2.
DECT	Digital European Cordless Telephone Evropský digitální bezšňůrový telefon. Pro tento systém je vyhrazeno kmitočtové pásmo v okolí 1900 MHz. Do tohoto systému lze zařadit bezšňůrové telefony, bezdrátové pobočkové ústředny v budovách a buňkové systémy (podobné systému mobilních telefonů GSM). Provozně jde o alternativu systému GSM, lokálně omezenou na velmi blízké okolí základnové stanice.
Disponibilní kmitočtové spektrum pro zavádění DVB-T	Zbývající spektrální prostor v dosavadních kmitočtových pásmech mezinárodně vyhrazených pro vysílání televize. V České republice je disponibilní kmitočtové spektrum pro DVB-T tvořeno prakticky pouze třemi TV kanály, K64, K65 a K66 (814 až 838 MHz). Tyto kanály nebylo možné v minulosti obsadit televizí, protože byly používány vojenskými službami. Dále je to několik málo lokalit, kde je relativně volný některý ze stávajících TV kanálů IV. a V. TV pásma, např. v pražské aglomeraci je to kanál K46.
Distributivní telekomunikační služba (v této zprávě)	Bitový tok se přenáší pouze jedním směrem, od poskytovatele ke spotřebiteli. Typické distributivní služby jsou televize a rozhlas.
Družicová rozhlasová služba	Radiokomunikační služba, v níž jsou signály vysílané nebo přenášené družicovými stanicemi určeny k přímému příjmu širokou veřejností (RŘ S1.39).
DVB-C	Digital Video Broadcasting – Cable. Digitální televizní kabelové vysílání.
DVB-S	Digital Video Broadcasting – SATELLITE. Digitální televizní družicové vysílání.
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial. Digitální televizní zemské vysílání.
EBU	European Broadcasting Union. Evropská rozhlasová a televizní unie.
EDTV	Enhanced Definition Television. Televize se zvýšeným rozlišením. V analogové televizi do této kategorie patří např. systém PALplus. V digitální televizi do této kategorie patří vysílání s datovým tokem zhruba 8 Mbit/s a vyšším.

EIRP	Equivalent isotropically radiated power. Ekvivalentní isotropicky vyzářený výkon. Součin výkonu dodávaného do antény a jejího izotropického či absolutního zisku v daném směru (RŘ S1.161).
EPG	Electronic Programme Guide. Elektronický průvodce po TV programech.
ERC	European Radiocommunications Committee. Evropská radiokomunikační komise.
ERP	Effective Radiated Power. Efektivní vyzářený výkon (v daném směru): součin výkonu dodávaného do antény a jejího zisku v daném směru, vztaženého k zisku půlvlnného dipólu (RŘ S1.162).
FM (v této zprávě)	Frequency Management Working Group. Pracovní skupina CEPT/ERC pro harmonizaci kmitočtového spektra v členských zemích.
HDTV	High Definition Television. Digitální televize s vysokou rozlišovací schopností. Systém je založen (v Evropě) na normě 50 pulsů/1250 řádků/1440 nebo 1920 vzorků na řádek. Obraz HDTV obsahuje 4x až 5x více podrobností než SDTV. Se zavedením HDTV v zemském digitálním vysílání se počítá v pozdějším období, případně až po ukončení vysílání analogové televize (za 8 až 15 let), kdy se v kmitočtových pásmech vyhrazených pro dosavadní analogové vysílání uvolní dostatečný spektrální prostor pro zavedení tohoto systému. Pro vysílání jednoho programu HDTV je nutný min. 4x větší bitový tok než pro SDTV, což vyžaduje celý vf kanál 8 MHz. Pro příjem HDTV se předpokládají přijímače s velkoplošným plochým displejem (úhlopříčka 100 až 150 cm), neboť jen tak může být plně využita vysoká kvalita obrazu HDTV.
HUB (v této zprávě)	Uzel - v telekomunikacích obecně řídicí stanice, v DVB-T jde o kódovací a multiplexovací uzel.
HVD	Horizontální vyzařovací diagram.

Interaktivní telekomunikační služba (v této zprávě)	Bitový tok se přenáší oběma směry, od poskytovatele služby k uživateli i opačně. Interaktivní služby vyžadují zpětný kanál a většinou umožňují oboustrannou komunikaci v reálném čase. Typickou interaktivní službou je např. Internet.
ISDN	Integrated Services Digital Network. Digitální síť integrovaných služeb. Síť určená pro hovorovou, datovou, textovou i obrazovou komunikaci.
ITU	International Telecommunication Union. Mezinárodní telekomunikační unie.
Kanálová pozice:	Prvek plánu míst a kmitočtů, tvořený zadaným kmitočtovým kanálem na zadaném stanovišti.
Kodér MPEG-2	Zařízení, které zpracovává (kóduje a digitálně komprimuje) obrazový a zvukový signál podle normy ISO/IEC 13818-1 až 9. Tato norma je známa též jako norma MPEG-2.
MFN	Multifrequency Network. Multifrekvenční síť. TV nebo rozhlasová síť, v níž vysílače pracují na vzájemně různých kmitočtových kanálech daného kmitočtového rastru.
MPEG	Moving Picture Experts Group. Tato skupina expertů vypracovala pod zkratkou MPEG-2 skupinu norem ISO/IEC 13818-1 až 9 pro kódování a digitální kompresi obrazového a zvukového signálu a pro multiplexování.
Multiplexní kanál (multiplex)	Na rozdíl od analogové televize, kdy jedna distribuční síť (radioreléová) a vysílací síť (síť TV vysílačů) slouží k přenosu jednoho TV programu z TV studia k divákovi (např. síť ČT1), u digitální televize multiplexní kanál (multiplex) slouží k přenosu několika televizních programů z několika TV studií k divákovi. Tato možnost současného přenosu několika TV programů je dána úsporností a dokonalostí systému digitální televize, kdy je možné jeden vysokofrekvenční kanál šíře 8 MHz (dříve vyhrazený pro jeden program analogové televize) využít k přenosu několika programů digitální TV. Technické zařízení multiplexního kanálu (multiplexu) v digitální televizi je většinou tvořeno kódovacím a multiplexovacím uzlem, do kterého se přivádějí signály několika TV programů z několika TV studií; v tomto uzlu dochází ke kódování těchto programů podle normy MPEG-2 a multiplexování zakódovaného signálu. Z tohoto uzlu je kódovaný a multiplexovaný signál (tzv. transportní tok) přenášen k několika vysílačům DVB-T nebo k celé síti vysílačů DVB-T. Vysokofrekvenčním signálem těchto vysílačů je pokryt region, oblast nebo území celého státu. Podle rozlohy území pokrývaného vř signálem jednoho multiplexu hovoříme o lokálních, regionálních, velkoplošných nebo celoplošných sítích DVB-T. Multiplexní kanál je tedy tvořen rozsáhlým komplexem přenosových zařízení a vysílačů DVB-T pro vysílání několika digitálních TV programů (4 až 10), digitálních rozhlasových programů a dalších informací, např. pro interaktivní datové služby (Internet aj.).

Multiplexovaný čistý transportní tok	Čisté bitové toky příslušející jednotlivým TV programům a dalším přenášeným datům (např. teletext, služební data, data systému SI, přidružené rozhlasové programy, data internetu aj.) jsou přivedeny na vstup multiplexeru, který tyto dílčí bitové toky skládá do výsledného (multiplexovaného) čistého bitového toku. Ne každý typ multiplexeru je konstruován pro multiplexování všech druhů výše zmíněných dat. Multiplexovaný čistý transportní tok neobsahuje protichybovou ochranu.
MVDS	Multipoint Video Distribution System. Systém pro distribuci TV signálu. Pracuje v pásmech decimetrových až milimetrových vln, v ČR konkrétně v okolí 2,2 GHz a 42 GHz. Systémy MVDS se začínají používat k distribuci TV signálů, včetně digitálních, v městských aglomeracích. Nevýhodou šíření milimetrových vln je nutnost přímé viditelnosti z přijímací antény na anténu vysílací a omezený dosah spoje, v pásmu 40 GHz 3 až 5 km.
NATO	North Atlantic Treaty Organisation. Severoatlantická aliance.
Ochranný interval v síti SFN	Maximální dovolený časový rozdíl mezi dvěma vř signály, které v síti SFN přicházejí na vstup přijímače DVB-T. Jde zpravidla o silnější signál blízkého vysílače a slabší signál vzdálenějšího vysílače (časově zpožděný), nebo o signál téhož vysílače, ale odražený od překážky (a tímto odrazem časově zpožděný). Za normálních okolností (např. v analogové televizi) by se tyto signály rušily. Naopak, v DVB-T je výhodnější postavit místo jednoho vysílače velkého výkonu několik vysílačů menšího výkonu, protože k přijímači se pak dostává vř signál z různých směrů a je velmi pravděpodobné, že alespoň jeden z nich nebude zastíněn překážkou. V systému digitální televize se časově zpožděné signály neruší, pokud rozdíl časového zpoždění v místě příjmu nepřekročí ochranný interval. Maximální velikost ochranného intervalu je 224 mikrosekund, což odpovídá rozdílu v drahách šíření vř signálu 67 km. Těchto 67 km je zároveň maximální vzdálenost vysílačů DVB-T v síti SFN, pokud nemá docházet k vzájemnému rušení v síti.
PAL	Systém analogové barevné televize.
PALplus	Zdokonalený systém analogové televize, který měl začátkem 90. let nahradit dosavadní systém PAL. Umožňuje formát obrazu 16:9, zlepšené podání barvy aj. Zavedení systému PALplus se po nástupu DVB až na německy mluvící státy neuskutečnilo, protože není schopen konkurovat všestranně lepším vlastnostem digitální televize.
PCM	Pulse Code Modulation. Pulsní kódová modulace. Způsob kódování analogového signálu, kdy se každé hodnotě amplitudy analogového signálu v určitém čase (tj. vzorku analogového signálu) přiřadí číselná hodnota (ve dvojkovém kódu).

Programový multiplex	Multiplex má kanál, ve kterém jsou přenášeny TV programy, rozhlasové programy a data.
Příjem na přenosné přijímače DVB-T uvnitř budov v přízemí (indoor portable reception – ground floor)	Potřebná intenzita elmag. pole pro tento druh příjmu je 88 dB μ V/m (tj. 25 mV/m). Příjem při této intenzitě bude možný uvnitř budov na přenosné přijímače i v přízemních bytech. Síť vysílačů DVB-T pro ČR je navrhována tak, aby převážná část městské zástavby větších měst byla pokryta touto intenzitou elmag. pole.
Příjem na přenosné přijímače ve vyšších podlažích nebo mobilní příjem (outdoor reception)	Potřebná intenzita elmag. pole pro tento druh příjmu je 76 dB μ V/m (tj. 6,3 mV/m). Příjem bude možný na všesměrovou přijímací anténu (např. krátká prutová anténa jako součást přijímače DVB-T) se ziskem 0 dB, umístěnou 1,5 m nad zemí (typický případ umístění krátké prutové antény na střeše osobního automobilu). Dále má být za těchto podmínek příjem možný ve vyšších patrech uvnitř budov na přenosné přijímače DVB-T. Síť vysílačů DVB-T pro ČR je navrhována tak, aby na okrajích větších sídelních aglomerací a v jejich blízkosti byl tento druh příjmu možný.
Příjem na směrovou anténu pevně umístěnou na střeše (pevný příjem) (fixed recepton)	Příjem v místech slabšího signálu (ve větších vzdálenostech od vysílače, zejména na okrajích oblasti pokryté vř signálem DVB-T). Standardními podmínkami příjmu jsou směrová anténa se ziskem 12 dB, pevně umístěná ve výšce 10 m nad okolním terénem, tj. přibližně ve výšce střechy rodinného domku nebo v městské zástavbě mírně nad úroveň okolních střech. Potřebná intenzita elmag. pole pro tento druh příjmu DVB-T je (viz odst. 4.1 výstup V4 - konfigurace vř kanálu pro DVB-T) 57 dB μ V/m (tj. 0,7 mV/m). Jde o podobné podmínky příjmu, na které je stavěna dosavadní vysílací síť analogové televize, ovšem potřebná intenzita elmag. pole pro příjem analogové televize je 69 dB μ V/m (tj. 2,8 mV/m), což je 4 krát více.
PSTN	Public Switched Telephone Network. Veřejná komutovaná telefonní síť.
PT	Project Team. Projektový tým.
RDS	Rozhlasová družicová služba (=družicová rozhlasová služba).
RŘ	Radiokomunikační řád ITU-R.
SDTV	Standard Definition Television. Televize se standardní kvalitou obrazu a zvuku (analogová nebo digitální). V digitální televizi jde o systém založený na normě 50 pulsů/625 řádků/720 vzorků na řádek a poskytuje kvalitu obrazu a zvuku v rozmezí kvality srovnatelné s dnešní analogovou televizí (bitový tok cca 4 - 5 Mbit/s). Kvalita obrazu závisí na nastavení velikosti čistého bitového toku příslušejícího obrazovému signálu po zakódování v kodéru MPEG-2. Kvalita zvuku je srovnatelná nebo se blíží kvalitě zvuku CD. S kvalitou SDTV se počítá při zavádění DVB (digital video broadcasting) v Evropě a dalších státech, které se

rozhodly pro evropský systém DVB. Do jednoho TV kanálu širokého 8 MHz určeného pro jeden program analogové televize je možné umístit 4 až 10 programů digitální televize SDTV.

SE (v této zprávě)	Spectrum Engineering Working Group. Pracovní skupina CEPT/ERC pro řešení otázek koexistence radiokomunikačních služeb a systémů.
SECAM	Systém analogové barevné televize.
SFN	Single Frequency Network. Jednofrekvenční síť. Síť vysílačů, ve které na jediném kmitočtovém kanálu pracují všechny vysílače. Aby nenastalo vzájemné rušení, musí navíc být vysílaný datový tok (transportní tok) v celé síti identický, bez časových zpoždění způsobených rozdíly doby šíření při dopravě modulačního signálu na jednotlivé vysílače. Síť SFN využívají kmitočtové spektrum zatím nejdokonaleji. Na pokrytí i rozsáhlého území postačí jeden kanál, pokud je na tomto území volný.
SI	Service Informations. Systém servisních informací, nedílná součást transportního toku DVB-T.
Statistický multiplex	Statisticky skládaný transportní tok složený z dílčích bitových toků odpovídajících jednotlivým TV programům, avšak tyto dílčí toky nemají konstantní bitovou rychlost. Kodér MPEG-2 určený pro statistické multiplexování pracuje na rozdíl od klasického kodéru MPEG-2 tak, že jeho výstupní tok neobsahuje vyplňovací bity a nemá konstantní bitovou rychlost. Statisticky multiplexovaný transportní tok není zatím možné rozdělit na dílčí bitové toky, některé TV programy nahradit jinými a znovu vytvořit jiný multiplex s odlišným obsahem, což je v současné době možné pouze u multiplexů vzniklých klasickým kódováním MPEG-2 a klasickým multiplexováním.
SW	Software. Programové vybavení počítače nebo zařízení zpracovávajícího data.
T-DAB	Terrestrial Digital Audio Broadcasting. Zemské digitální rozhlasové vysílání.
TPS	Transmission Parameter Signalling Přenos pilotních signálů. Pilotní signály, které jsou modulovány základními informacemi o datovém toku MPEG-2. Vkládají se mezi jednotlivé subnosné, modulované obrazovými a zvukovými daty.
Transportní tok	Transport Stream – TS Je to čistý multiplexovaný transportní tok opatřený zpravidla dvěma úrovněmi protichybové ochrany. Pouze takto ošetřený bitový tok je možné přenášet

vysílací síti a přijímat přijímačem DVB-T. První úroveň protichybové ochrany je tvořena samoopravným kódem Reed-Solomon RS(188,204,8) který z každých 16 Byte dokáže opravit až 8 chybných Byte. Druhá úroveň je samoopravný konvoluční kód s různým kódovým poměrem, např. 2/3. Protichybová ochrana přidává k čistému bitovému toku redundandní bity. Dekódováním samoopravných kódů v přijímači DVB se bitová chybovost přenášeného datového signálu DVB zmenší v průměru o 7 řádů.

TS	Transport Stream. Transportní tok.
TV kanál	Kmitočtový úsek pásma přiděleného RŘ rozhlasové službě, široký 7 nebo 8 MHz, určený k šíření jednoho analogového TV programu (platí jen pro zemské TV vysílání).
TV převaděč	TV vysílač malého výkonu, který jako zdroj signálu užívá signál základního TV vysílače.
video informace	Obrazová část informace přenášené TV signálem.
WRC	World Radio Conference. Světová radiokomunikační konference, pořádaná ITU.
zemské TV vysílání	Vysílání TV programů z vysílačů umístěných na zemském povrchu.

8. Rejstřík.

analogové TV vysílání	9, 12, 32, 34, 35, 42, 49, 51
ATM	14, 40, 47, 51
ATV	8, 24-28, 50, 51
audio informace	10, 51
bitový tok	17, 19, 21, 22, 44, 45, 48, 51-53, 56, 57
CA	16-18, 51
CATV	16, 17, 34, 51
CEPT	3, 6, 7, 10-12, 50, 51, 53, 57
civil/military	7, 51
DCT	19, 52
DECT	18, 52
DVB-T	4-8, 11-13, 15, 18-22, 24-30, 32-50, 52-57
EBU	
EDTV	13, 52, 53
EIRP	11, 53
EPG	16, 17, 39, 46, 53
ERC	3, 7, 10-12, 32, 51, 53, 57
ERP	9, 25-27, 29, 53
FM	6, 7, 53
HDTV	10, 12, 13, 22, 47, 53
HUB	20, 53
HVD	53
ISDN	17, 18, 54
ITU	9-13, 21, 24, 25, 40, 44, 47, 49, 50, 52, 54, 56, 58
kmitočtové spektrum	32, 35, 52, 57
kodér MPEG-2	18, 20, 44
MFN	19, 22, 54
mobilní příjem	24, 56
multiplex	3, 4, 6-8, 10, 11, 13, 15, 16-24, 26, 32-37, 39-42, 44, 45, 46, 48, 52, 53-57
MVDS	18, 55
NATO	7, 10, 11, 55
ochranný interval	21
PALplus	13, 55
PCM	19, 44, 55
pevný příjem	38, 56
příjem na přenosné přijímače	38
PSTN	18, 56
PT	6, 56
RDS	11, 56
RŘ	9, 52, 53, 56, 58

SDTV	13, 19, 53, 56, 57
SE	6, 57
SFN	4, 7, 10, 19, 21, 22, 25-28, 30, 34-39, 42, 45, 48, 55, 57
SI	16, 17, 21, 22, 39, 45, 46, 55, 57
SW	17, 57
T-DAB	11, 57
telekomunikační služba	52, 54
TPS	16, 57
transportní tok	15, 22, 36, 38, 39, 42, 54, 55, 57
TS	19, 20, 21, 36, 38, 39, 41, 42, 45, 46, 57, 58
TV kanál	10, 11, 38, 58
TV převaděč	25, 32, 35, 38, 58
video	10, 18, 56, 58
WRC	11, 12, 58
zemské TV vysílání	10, 12, 58

9. Literatura.

- /1/ M.I.Krivocheev: A global approach to studies in television broadcasting. EBU Technical Review Spring 1994, str. 24-46.
- /2/ Doc. ERC(95)03, FM(95)04, RR(95)13, SE(95)01 „Results of the Detailed Spectrum Investigation Phase II: 29,7 - 960 MHz“. European Radiocommunications Committee and CEPT Administrations, March 1995.
- /3/ <http://defadmin.utc.sk/~rybar/czechli.htm> - informace o multiplexu CzechLink.
- /4/ <http://www.internet.org> – hlavní strana služby Internet.
- /5/ <http://www.una.ie./surveys/analysis/yearinreview.html> - statistika Internetu.
- /6/ <http://www.isdn.cz/> - informace o společnostech, poskytujících přístup k Internetu na televizních kabelových rozvodech.
- /7/ <http://www.ispo.cec.be> – Internetová adresa EC Information Society Project Office, Rue de la Loi 200, B-1049 Brussels. Přehled činnosti, řešená problematika.
- /8/ <http://www.ispo.cec.be/convergencegp> - Document of European Commission SEC(98)1284: „Sumary of the Results of the public consultation on the Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology sectors“. Brusel 29.7.1998, 44 stran.
- /9/ Ing. Svetozár Ďurovič, DrSc: „Úloha radiokomunikací ve 21. století“. Text přednášky, sborník z celostátní konference Radiokomunikace'98, Pardubice, říjen 1998, str. 1 až 10.
- /10/ Ing. Karel Trpák: „Možnosti konvergence televizní, telekomunikační a výpočetní techniky. Text přednášky, sborník z celostátní konference Radiokomunikace'98, Pardubice, říjen 1998, str. 59 až 83.
- /11/ Conference publication papers on IBC'98 Amsterdam, Session 1B: Cable Networks - The buried bandwidth. Texty přednášek sekce 1B sborníku ze symposia International Broadcasting Convention 1998, str. 44 až 80. Amsterdam 11.9.1998.
- /12/ Conference publication papers on IBC'98 Amsterdam, Session 2B: Satellite, Microwave and Milimetric Technology. Texty přednášek sekce 1B sborníku ze symposia International Broadcasting Convention 1998, str. 115 až 155. Amsterdam 11.9.1998.
- /13/ <http://www.the-arc-group.com> - Internetová adresa titul. strany společnosti ARC Group; informace o vývoji DVB: tlačítka „Digital Broadcasting“ - „Article“. 26.10.1998.

- /14/ Internetové stránky NERA <http://www.nera.com/> (červen 1998)
- /15/ Publikace NERA na Internetu <http://www.nera.com/uk/papers.htm> (červen 1998)
- /16/ A study to estimate the economic impact of government policies toward digital television. Project team NERA, London, January 1998 (staženo z adresy /2/ v červnu r.1998).
- /17/ The future delivery of television services in Ireland. Project team NERA, London, March 1998 (staženo z adresy /2/ v červnu r.1998).
- /18/ Analýza materiálů v oblasti příprav evropské normy DTTB. Zpráva TESTCOM č. 1 34 592/1995.
- /19/ Dokument ERC(95)03 Results of the Detailed Spectrum investigation Phase II (29,7 - 960 MHz). European Radiocommunications Committee, March 1995.
- /20/ The Chester 1997 Multilateral Coordination Agreement relating to Technical Criteria, Coordination Principles and Procedures for the introduction of Terrestrial Digital Video Broadcasting (DVB-T), Chester, 25 July 1997.
- /21/ ERC REPORT 25 Frequency range 26,7 MHz to 105 GHz and Associated European Table of Frequency Allocations and Utilisations, Brussels, June 1994, revised in Bonn, March 1995 and in Brugge, February 1998.
- /22/ Radio Regulations ITU, Geneva, 1998