

## Návrh vysielacej časti MVDS v pásme 40 GHz

Maslenová Katarína · Elektrotechnika, Informačné technológie, Študentské práce

22.01.2010



Úlohou článku je ponúknuť návrh lokálneho televízneho vysielача MVDS v pásme 40 GHz. Pod návrhom budeme rozumieť návrh technického riešenia, frekvenčné plánovanie multiplexov a tiež návrh ich programovej skladby.

### 1. Úvod

V minulosti boli medzi lokálnymi televíznymi distribučnými sieťami najrozšírenejšie tzv. káblové televízie. Pre menej zaľudnené oblasti, prípadne oblasti s náročným terénom, kde káblová alternatíva nebola rentabilná, bolo riešením šírenie vzduchom. Viackanálový a viacbodový distribučný systém MMDS (Multichannel Multipoint Distribution System) sa ukázal ako najúčinnjší spôsob doručenia analógového televízneho a rozhlasového signálu k obyvateľom odľahlých oblastí.

K zvýšeniu kvality vysielaného obsahu ako aj množstvu vysielaných televíznych programov prispela digitalizácia televízneho vysielania, ktorá sa dotkla aj MMDS.

Modernejšou verziou klasického MMDS systému je technológia MVDS (Microwave Video Distribution System). Oproti MMDS využíva iné vysielacie frekvencie. Jej výhoda spočíva v prenose vyššieho počtu TV programov v digitálnej kvalite a aj v možnosti zavedenia služby vysokorýchlostného internetu.

Signály vysielané systémom MVDS sú svojou štruktúrou (modulácia, protichybové zabezpečenie, ...) obdobou signálov vysielaných zo satelitných družíc (DVB-S). Z toho vyplýva, že aj prijímacie zariadenia u účastníkov sú s výnimkou antény (paraboly) podobné zariadeniam potrebným na družicový príjem. Pre digitálnu službu MVDS sú na Slovensku vyhradené pásma 11,7 - 12,5 GHz a 40,5 - 43,5 GHz. Keďže v pásme 12 GHz je frekvenčné pásmo harmonizované pre družicovú rozhlasovú službu, ktorá tu má prednosť [1], výhodnejšie sa javí používanie pásma 40 GHz.

Vzhľadom na používané frekvenčné pásmo, spôsob prenosu a možnosť interaktivity sa systémy MVDS všeobecne považujú za perspektívne.

### 2. Zdrojový signál

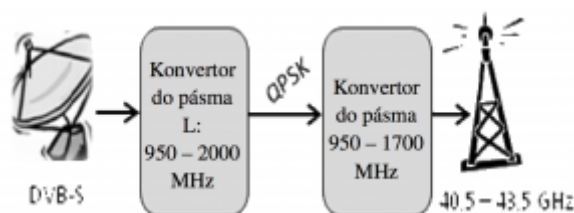
Zdrojový signál pre vysielanie je možné získať niekoľkými spôsobmi:

- príjem multiplexu z DVB-S
- príjem multiplexu z DVB-T
- príjem multiplexu z DVB-C
- vytváranie multiplexu z analógového audio a video signálu
- príjem ASI zo záznamových médií
- vysielanie dát vo fomre ASI

Vzhľadom na pôvod tohto signálu sa odlišuje aj spôsob prispôbenia signálu tak, aby bol vhodný pre použitý vysielateľ. Keďže sa jedná o DVB-S kompatibilný systém, najjednoduchšia cesta vedie cez družicový zdroj televízneho signálu.

### 2.1. Príjem multiplexu z DVB-S

V tomto prípade prebieha len konverzia prijímaných frekvencií do pásma L v konvertore parabolickej antény a následná konverzia do pásma vhodného pre vstup vysielateľa [obr. 1]. Všetky ostatné charakteristiky signálu ako kódovanie, protichybové zabezpečenie či modulácia, ostávajú zachované, v čom spočíva hlavná výhoda tohto spôsobu príjmu zdrojového signálu.



Obr. 1. Príjem multiplexu z DVB-S

Z uvedeného, ako aj s ohľadom na kvalitu a dostupnosť televízneho signálu vyplýva výhoda využitia družicového príjmu slovenskej distribučnej platformy Skylink [2] ako zdroja TV signálu. Skylink prevádzkuje Towercom, a.s. na satelitoch ASTRA 3A a ASTRA 1E na pozícii 23,5° a 19,2° východne. Štandardne používa MPEG-2 kódovanie pre SD stanice a MPEG-4 pre HD televízne stanice. Okrem individuálneho príjmu je určený aj pre distribúciu signálu na pozemské vysielateľe.

### 3. Zvolená realizácia a prenos

Pre vysielanie boli prioritne vybrané základné slovenské televízne stanice:

- STV 1 (Jednotka)
- STV 2 (Dvojka)
- STV 3 (Trojka)
- Markíza
- JOJ
- JOJ Plus
- TA3

Ich signál možno získať z dvoch multiplexov Skylinku. Konkrétne je to multiplex na 12 565 MHz so stanicami STV 1, STV 2, STV 3, Markíza a TA3 a multiplex na 11 797 MHz, v ktorom sa prenášajú JOJ, JOJ plus, Z1 a Eurosport HD. Uvádzané skladby

multiplexov a použité vysielacie frekvencie sú aktuálne k januáru 2009. Začiatkom apríla 2009 došlo na Skylinku k zmene, ktorá ovplyvnila skladbu multiplexu na frekvencií 11 797 MHz. S touto zmenou navrhované riešenia nepočítajú. V budúcnosti pravdepodobne možno očakávať ďalšie podobné zmeny.

Ostatné navrhované stanice vyplývajú z konkrétneho zvoleného riešenia.

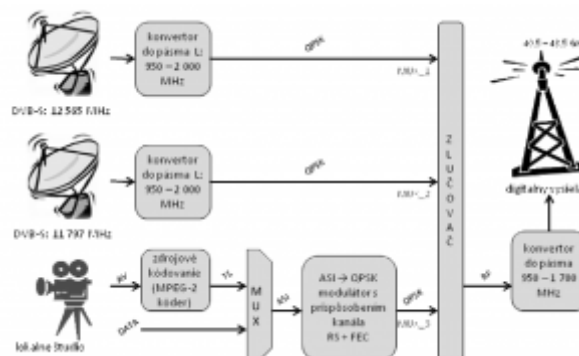
Navrhnuté sú dve programovo príbuzné, avšak konštrukčne odlišné riešenia.

### 3.1. Variant A

Jedná sa o jedno z najjednoduchších možných riešení, v ktorom sa počíta so všetkými spomínanými stanicami. Výber staníc bol robený s ohľadom na cenovú a technickú optimálnosť riešenia. Keďže sa jedná o vysielania celých multiplexov, tak ako sú prijaté ako zdrojový signál, ide o situáciu popísanú pri všeobecnej schéme so zdrojom DVB-S [podkapitola 2.1].

Tab. 1. Skladba multiplexov pre variant A

	užitoč. bitrate [Mb/s]	počet SD/HD staníc	TV stanica	frekv. pásmo (33 MHz)	FEC	RS	
<b>pásmo L</b>	<b>pásmo MVDS</b>						
<b>MUX_1</b>	31,67	7 SD	STV 1	950 - 983 MHz	40,5 - 40,533 GHz	2/3	188/204
STV 2							
STV 3							
Markíza							
TA3							
-							
-							
<b>MUX_2</b>	35,63	6 SD	JOJ	983 - 1016 MHz	40,533 - 40,566 GHz	3/4	188/204
JOJ plus							
Z1							
TA3							
-							
-							
1 HD	Eurosport						
<b>MUX_3</b>	31,67	7 SD	lokál. št.	1016 - 1049 MHz	40,566 - 40,599 GHz	2/3	188/204
voľné							
voľné							
voľné							
voľné							
voľné							
voľné							
DATA							



Obr. 2. Bloková schéma pre variant A

Je nutné podotknúť, že pre príjem programu Eurosport HD, ktorý je na platforme Skylink vysielaný v MPEG-4, je na strane používateľa potrebné zapojiť HD/MPEG-4 kompatibilný set-top-box (STB).

Navrhované riešenie počíta aj s vysielaním regionálnej TV stanice. Ak budeme uvažovať analógový signál z takéhoto lokálneho štúdia, pre jeho zaradenie do multiplexu je potrebné ďalšie spracovanie. Získavané analógové audio a video (AV) sa musí najprv digitalizovať a zakódovať v kompresnom MPEG-2 kodéri. Jedná sa o zdrojové kódovanie. Výsledný transportný tok (Transport Stream - TS) zo zdrojového kodéra možno multiplexovať s inými digitálnymi dátami do jedného ASI toku. ASI tok potom vstupuje do QPSK modulátora, ktorý ho prispôsobí aj kanálovo (protichybová ochrana RS kódmi a konvolučnými kódmi, nevynímajúc vonkajšie a vnútorné prekladanie. V ďalšom texte budeme označovať skrátene RS + FEC).

Spolu so spomínanými TS tokmi do multiplexu vstupujú aj prídavné dáta, ktoré sú rovnako spracovávané.

Schematicky je riešenie znázornené blokovou schémou [obr. 2].

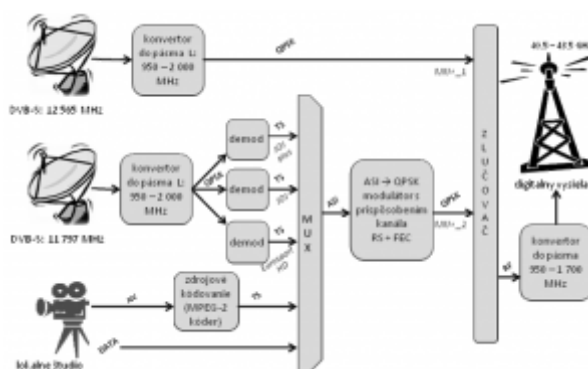
Tabuľka [tab. 1] zobrazuje skladby jednotlivých multiplexov (MUX\_1, MUX\_2 a MUX\_3) a ich parametre pre prenos. Riešenie počíta s 33 MHz šírkou kanála, s užitočnou prenosovou rýchlosťou 4 Mb/s pre SD vysielanie a 10 Mb/s pre HD vysielanie [3].

### 3.2. Variant B

V prípade, že by sme chceli z multiplexu vyberať len zvolené TV stanice, je potrebné každú zvlášť dekodovať v digitálnom satelitnom prijímači, čím by sme získali AV signál danej stanice. Lepšou možnosťou je použiť demodulátor a jednotlivé stanice demodulovať do transportných tokov TS, čím sa vyhneme ďalšiemu spracovaniu AV signálu. Takto získané TS od každej stanice sa multiplexujú do jedného ASI toku, ktorý sa ďalej spracuje v QPSK modulátore a je ošetrený kanálovým kódovaním (RS + FEC) [obr. 3].

Tab. 2. Skladba multiplexov pre variant B

	užitoč. bitrate [Mb/s]	počet SD/HD staníc	TV stanica	frekv. pásmo (33 MHz)	FEC	RS	
<b>pásmo L</b>	<b>pásmo MVDS</b>						
<b>MUX_1</b>	31,67	7 SD	STV 1	950 - 983 MHz	40,5 - 40,533 GHz	2/3	188/204
STV 2							
STV 3							
Markíza							
TA3							
-							
-							
<b>MUX_2</b>	35,63	6 SD	JOJ	983 - 1016 MHz	40,533 - 40,566 GHz	3/4	188/204
JOJ plus							
voľné							
voľné							
voľné							
lokál. Št.							
1 HD	Eurosport						
DATA							



Obr. 3. Bloková schéma pre variant B

Opäť treba pripomenúť, že sledovanie HD programu Eurosport HD vyžaduje HD/MPEG-4 STB.

Aj toto riešenie počíta s vysielaním regionálnej TV stanice. Signál z lokálneho štúdia a prídavné dáta sú spracovávané rovnako ako pri variante A.

Tabuľka [tab. 2] zobrazuje skladby jednotlivých multiplexov (MUX\_1 a MUX\_2) a ich parametre pre prenos. Riešenie počíta s rovnakými predpokladmi ako pri variante A.

#### 4. Zmeny pri použití MPEG-4 kodéra

Vysielanie audiovizuálneho obsahu v kompresnom štandarde MPEG-2 už možno dnes považovať za zastarané. Modernejším spôsobom kompresie je štandard MPEG-4, ktorého časť 10 (ISO/IEC 14496-10) s označením AVC (Advanced Video Coding) špecifikuje kódek pre videesignály (pre jednoduchosť v ďalšom texte je MPEG-4 časť 10 uvádzaná len ako MPEG-4). Na základe merania a porovnania výkonnosti MPEG-2 a MPEG-4 [4] je jasné, že z hľadiska efektivity využitia prenosovej cesty je modernejší a progresívnejší štandard MPEG-4 vhodnejší na použitie v televíznych distribučných

systémoch. Pre zákazníka je výhodou možnosť príjmu až dvojnásobného množstva TV programov, pre vysielateľa prináša zníženie nákladov na vysielanie na približne polovicu oproti systému MPEG-2 [5].

V prípade rozhodnutia sa pre prechod z MPEG-2 na MPEG-4 sú potrebné nasledujúce zmeny vo vysielacom systéme:

- výmena zdrojového kodéra MPEG-2 za MPEG-4 kodér
- na strane zákazníka použitie HD/MPEG-4 STB

Keďže MPEG-4 komprimované video je prenášané v transportnom toku ako MPEG-2 (MPEG-TS) [6], ostatné časti navrhovaného systému ostávajú nezmenené. Samotná migrácia na MPEG-4 je teda skôr otázkou financií ako technologickej náročnosti.

## 5. Záver

Navrhované riešenie sa ukazujú ako vhodná alternatíva pre pokrytie odľahlejších oblastí televíznym signálom v súvislosti s digitalizáciu televízneho vysielania. Technologicky aj finančne jednoduchším riešením je jednoznačne variant A. Prevedenie variantu B však ponúka určitú flexibilitu, čo je veľkou výhodou vzhľadom na nie ojedinelé zmeny na strane poskytovateľa zdrojového signálu. Tieto zmeny súvisia najmä s rozširujúcou sa ponukou vysielaných TV staníc, ako aj s pribúdajúcim počtom staníc s vysokým rozlíšením.

Predovšetkým nárast HD obsahu v televíznom vysielaní núti vysielateľov k modernizácii, ktorá je spojená hlavne s prechodom na štandard MPEG-4.

## 6. Odkazy na literatúru

1. Telekomunikačný Úrad Slovenskej Republiky. (08-04-2009) <http://www.teleoff.gov.sk>
2. Spoločnosť Towercom, a.s. 2009. Základné parametre príjmu. (08-04-2009) <http://skylink.sk/web/structure/16.html>
3. Fitzek, Milan. 2008. Diskusia: Všetko na tému športová Trojka. (08-04-2009) [http://www.zive.sk/Ziva-diskusia-Vsetko-na-temu-sportova-Trojka/default.aspx?discussions=1&id\\_discussion=4&uid=95e9ea57-911c-42f3-9b18-8e35525a794d](http://www.zive.sk/Ziva-diskusia-Vsetko-na-temu-sportova-Trojka/default.aspx?discussions=1&id_discussion=4&uid=95e9ea57-911c-42f3-9b18-8e35525a794d)
4. Zachar, J.: Modernizácia digitálneho televízneho vysielania - bakalárska práca, FEI, STU, Bratislava, 2007
5. Polec, J., Pavlovičová, J., Karlubíková, T.: Medzinárodné štandardy pre kompresiu obrazu II. - H.261, MPEG-1, MPEG-2, H.263, MPEG-4, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2002, (brož.+ CD), ISBN 80-227-1784-3
6. dvbt.sk. 2007. Súčasná možnosť príjmu MPEG-4 AVC v sieti DVB-T. (08-04-2009) <http://www.dvbt.sk/modules.php?name=News&file=article&sid=50>

---

Spoluautorom tohto článku je Jaroslav Polec, Katedra Telekomunikácií, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU Bratislava

---

