

# A roky bežia, vážení ...

alebo

## **Skúsenosti s rekonštrukciou koaxiálnych sietí budovaných začiatkom deväťdesiatych rokov**

**Ing. Štefan Mišovic**

*vedúci sekcie investorov, realizátorov a prevádzkovateľov sietí SAKT*

*M-Elektronik, s.r.o Martin*

### **Trochu histórie**

Prvé siete káblovej TV sa na území SR začali budovať začiatkom 80-tych rokov, k ich najväčšiemu rozmachu však došlo od začiatku 90-tych rokov, keď „satelit“, ako sme vtedy nazývali to, čomu dnes hovoríme káblové distribučné systémy, začal realizovať na Slovensku každý, kto dokázal natiahnuť do vzduchu kus koaxiálneho kábla. Legislatíva prakticky neexistovala a základom teoretických vedomostí, ale aj praktických rád bolo najmä šalátové a stokrát ohmatané vydanie knihy Ing. Dianišku z roku 1988.

Hmotnú bázu prvých rozvodov tvorili hlavné stanice mnohých výrobcov (nadá mi nespomenúť maďarský Parsat a slovenský Varez), základom primárnych sietí bola známa vlnkovaná 12,2 z Kablo Bratislava, vešaná na drôt alebo lanko známou technikou „mašľovania“, v panelákoch sme veselo ponechávali pôvodné kaskádové zásuvkové rozvody. Frekvenčný rozsah drivej väčšiny rozvodov bol do 230, maximálne do 300 MHz, veď komu by bolo treba viac ako 15 programov.

Zaujímavé je, že aj keď sa vtedajší realizátori takýchto sietí dopúšťali mnohých prehreškov voči teoretickým zásadám a nad použitými prvkami sa dnes už len pousmejeme, siete fungovali, niekde lepšie, niekde horšie, ale fungovali a ľudia dostávali takú programovú ponuku, o akej mohli dovtedy len snívať.

Od týchto pionierskych čias uplynulo takmer dvadsať rokov. Postupne „satelit“ prestal byť ohurujúcou novinkou, začali stúpať nároky užívateľov siete na ďalšie programy a tým na potrebné frekvenčné pásmo, začali sa vynárať problémy s chronickými neplatičmi a rôznymi požiadavkami abonentov na prijímanú programovú ponuku, proste problémy, na ktoré dovtedy nikto, alebo len málokto pomyslel.

Prevádzkovatelia museli pristupovať k prvým rekonštrukciám sietí, začali sa budovať hviezdicové rozvody, v ktorých bolo možné vytvárať rôzne programové „balíčky“, aby sa uspokojili rôznorodé požiadavky na programy a vytvoril sa účinný systém selekcie neplatičov. V hlavných stanicách sa začali rozširovať skupinové prijímače o ďalšie programy, čo vyústilo do rozširovania frekvenčného pásma. V primárnych sieťach boli preto vymieňané pôvodné tranzistorové distribučné zosilňovače za zosilňovače s hybridnými obvody s väčšou šírkou prenášaného pásma, tomu však bolo potrebné prispôbiť „krok“, t.j. vzdialenosť medzi zosilňovačmi, čo prinášalo ďalšie problémy s počtom kaskádovo radených zosilňovačov. K problémom, ktoré bolo potrebné riešiť, pripočítajme aj tendenciu združovania lokálnych sietí budovaných prevažne na sídliskách (praktická rada tých čias znela, že sieť nemá mať viac ako 1000 abonentov) do celomestských alebo regionálnych sietí, pritom s rastúcou dĺžkou sietí rástla tepelná nestabilita najmä u vzdušných vedení. Na každý z problémov existovalo konkrétne riešenie, ale čiastkové konkrétne riešenia prinášali ďalšie problémy, a tak sa kruh problémov začal uzatvárať.

### **Nové služby**

Postupom času začali vznikať požiadavky na nové služby, ako sú internet, kamerové bezpečnostné systémy, rôzne riadiace dátové prenosy na ovládanie technológií, obecný rozhlas šírený po sieťach KDS a iné. Stále existovala a existuje snaha o integráciu týchto služieb do jedného média, na ktoré by malo dosah mesto alebo obec, aby si znížilo náklady na komunikačné služby aspoň v rozsahu svojej lokality. Všetky tieto služby však vyvolávajú tlak na spätné prenosy a požívaná technológia sa dokáže s týmito požiadavkami vyrovnávať čoraz ťažšie. Používané frekvenčné pásmo v spätnom smere, aj keď ho rozšírime až po pásmo UHF, začína byť pre všetky tieto služby „tesné“. Pred majiteľmi a prevádzkovateľmi sietí naliehavo vyvstáva úloha komplexne svoje siete rekonštruovať a previesť ich na vyššiu kvalitu.

Ľahko povedať, ťažšie realizovať. Ako rekonštruovať vybudovanú sieť, aby sme z nej využili čo najväčšiu časť a nemuseli budovať úplne novú. Časy, keď za vybudovanie siete mestá a obce ochotne platili, sú nenávratne za nami a celú finančnú záťaž musí znášať vo veľkej väčšine prevádzkovateľ. A keď rekonštruovať, akú zvoliť technológiu, aby vložené prostriedky čo najdlhšie vydržali a nebolo potrebné v krátkej dobe rekonštruovať práve zrekonštruované.

## Základné otázky rekonštrukcie

V tomto príspevku by som sa rád podelil o skúsenosti, ktoré sme získali pri rekonštrukcii viacerých nami prevádzkovaných sietí. Pred začatím rekonštrukcie sme si museli zodpovedať viacero otázok:

- ~ Aké služby má po rekonštrukcii sieť poskytovať?
- ~ Ako rekonštruovať sieť, aby vyhovela aj službám, ktoré dnes ešte nie sú známe?
- ~ Akú zvoliť technológiu pre rekonštruovanú sieť a aký rozsah rekonštrukcie?
- ~ V akom časovom rozsahu a aký postup zvoliť, aby rekonštrukciu zákazníci pocítili čo najmenej?
- ~ A v neposlednom rade, „koľko to bude stáť, kde na to zobrať a ako rýchlo sa vložené prostriedky zo zrekonštruovanej siete vrátia“?

Všetky otázky, na ktoré sme hľadali odpovede pred začatím prvej rekonštrukcie, sú navzájom previazané a odpoveď na každú z nich ovplyvní odpovede na všetky ostatné.

- ~ Na prvú otázku bola odpoveď pomerne jednoduchá. V prvom rade musí sieť poskytovať služby analógovej káblovej TV v súčasne dostupnej kvalite SDTV, musí umožniť rozšírenie služieb o HDTV a z hľadiska televíznych signálov musí umožniť zaviesť služby DVB-C. Ďalšou službou, ktorá je nevyhnutná, je poskytovanie prístupu k službám internetu. Sieť vo svojom dosahu musí umožniť pripojenie dnes definovaného počtu bezpečnostných sledovacích kamier a táto služba musí byť rozšíriteľná o ďalšie kamery podľa toho, ako sa bude vyvíjať a meniť bezpečnostná situácia v lokalite. Sieť musí zabezpečiť šírenie signálov obecného rozhlasu a výstražných signálov CO. V sieti musí byť vytvorená dostatočná kapacita pre obojsmerné šírenie dátových signálov na riadenie technologických procesov (v nami prevádzkovanom rozvode ide o diaľkové riadenie a dohľad nad plynovými kotolňami). V neposlednom rade musí byť sieť pripravená aj na poskytovanie hlasových služieb, aj keď je pravda, že tejto službe, ak je to len trochu možné, sa z legislatívnych dôvodov vyhýbame.
- ~ Odpoveď na druhú otázku je ťažšia a ľahšia zároveň. Dobré sa „básni“ o tom, čo by sa teoreticky dalo, ťažšie sa však odpovedá na otázku, akú prenosovú kapacitu na dané služby vyhradiť. Každý megabit inštalovanej, ale v súčasnosti nevyužívanej prenosovej kapacity predstavuje umŕtvené investičné prostriedky, ktorých v podmienkach lokálneho prevádzkovateľa nie je nikdy dost'. Po zvážení všetkých pre a proti sme sa rozhodli, že siete budeme budovať s cca 50 %-nou rezervou, t.j. novo budované siete budú mať fyzikálne také množstvo prenosových ciest, ktoré umožnia zdvojnásobiť dnes využívaný objem prenosových ciest.
- ~ Odpoveď na tretiu otázku znamená množstvo ekonomických prepočtov s príliš veľkým počtom neznámych. Prudký a stále pokračujúci pokles cien optických káblov a prvkov a naopak celosvetový nárast cien medi je najvýznamnejším faktorom, ktorý predurčuje najlepšie možné riešenie. Preto napriek všetkým neistotám nám ako najvhodnejšie riešenie vyšla rekonštrukcia súčasných koaxiálnych sietí na siete typu **FTTx**. Pri takomto riešení sú nahradené pôvodné primárne siete optickou sieťou, niektoré úseky pôvodných primárnych sietí, ktorých káble vykazujú dobré elektrické parametre, sú požitie ako úseky sekundárnych sietí. Tým sa využijú ich elektrické parametre, ktoré sú lepšie ako parametre káblov pre sekundárne siete. Pôvodné terciárne siete, ktoré už boli rekonštruované na „hviezdu“, sa použijú kompletne a nie je potrebné ich vymieňať. Snáď len jedna praktická skúsenosť týkajúca sa „bezpečnosti“ pred neoprávnenými zásahmi „domácich majstrov“ do terciárnych sietí. Nezriedka sme pri hlbšej kontrole rozvodných skriniek zistili neoprávnené zásahy, abonenti si svojvoľne menili ponuku, načierno sa pripájali abonenti, ktorí boli odpojení ako neplatiči, v stúpacích vedeniach sme našli načierno inštalované odbočovače a iné zásahy. V takomto prípade je potrebné rozvodné skrinky vymeniť za „vandalovzdorné“ prevedenie a použiť špeciálne označené prvky, ktoré sa nedajú zakúpiť v bežnej obchodnej sieti. Osvedčilo sa nám v domových účastníckych rozvodoch použitie farebne označených káblov, na našu požiadavku nám zahraničný výrobca vyrobil káble s modrou izoláciou. Ak je takýchto zásahov príliš veľa, nepomôže nič, len rekonštruovať aj terciárne rozvody.

K rekonštrukcii siete je potrebné pripočítať ešte potrebné úpravy v hlavnej stanici, v ktorej je potrebné upraviť frekvenčný rozsah dopredných kanálov a na výstupy HS doplniť elektro-optické prevodníky. Rovnako na výstupy optických káblov je potrebné počítať s inštaláciou opto-elektrických prijímačov/prevodníkov a do technológie HS je potrebné doplniť prvky na prevádzku internetu a obecného rozhlasu šíreného po sieťach systému.

- ~ Otázky časového postupu rekonštrukcie sú závislé od disponibilných finančných zdrojov a montážnych kapacít spoločnosti, ktorá rekonštrukciu realizuje. Bez ohľadu na uvedené sa nám osvedčil nasledovný postup:
  - Ako prvé sa vytvoria nové primárne optické siete, s tým, že jednotlivé vlákna sú v koncových a vetviacich bodoch ukončené opto-elektrickými prevodníkmi, pôvodné siete ostávajú v prevádzke, sekundárne siete sa neodpájajú.

- Skontrolujú a upravujú sa terciárne siete tak, aby upravený frekvenčný raster bol prijateľný podľa zmluvne dohodnutých podmienok s abonentmi.
- Upraví sa frekvenčný raster HS, nový raster ale s pôvodnou programovou ponukou je šírený v pôvodnej sieti, vybuduje sa nová časť HS osadená prijímačmi rozširujúcimi programovú ponuku a technológiou pre nové služby, pôvodná časť HS sa pripojí k novej časti HS, ktorá sa cez optické vysielacie šíri v novej časti siete (zatiaľ len do „prázdna“).
- Postupne, po jednotlivých trasách, sa odpájajú a rekonštruujú pôvodné primárne trasy na sekundárne (žiadny alebo maximálne jeden distribučný zosilňovač medzi opto-elektrickým prevodníkom NOD-om a domovým zosilňovačom). Trasy sa rekonštruujú zásadne odzadu, t.j. od najvzdialenejších NOD-ov tak, aby bez signálu po dobu rekonštrukcie ostali čo najkratšie úseky a najmenšie počty abonentov. Pri vhodnej organizácii práce sa dá dosiahnuť, že výpadok signálu pre abonentov je kratší ako jeden pracovný deň.
- Po spustení trasy sa pri vzdušných vedeniach demontujú pôvodné káble, ktoré neboli použité v rekonštruovanej časti siete. V niektorých prípadoch je možné káble demontovať súčasne s prerábaním trás, tento prípad je skôr výnimkou ako pravidlom.
- Po rekonštrukcii všetkých trás sa odpojí pôvodný vývod HS napájajúci koaxiálny rozvod a v prevádzke ostáva len optický výstup HS.

~ Odpovede na poslednú otázku sú najťažšie. Špecifikácia nákladov na rekonštrukciu v prvom momente evokuje myšlienku, že vlastne ani o rekonštrukciu nejde a že náklady predstavujú takmer toľko, koľko by stála výstavba novej siete. Tento poznatok je pravdivý len čiastočne. V prvom rade si musíme uvedomiť, že rekonštrukciu siete získavame úplne novú kvalitu a nové služby, ktoré sme v pôvodnej sieti nemohli realizovať. Je pravdou, že za zvýšenú kvalitu nebudú abonentmi ochotní platiť viac, zvýšenie kvality analogovej TV považujú abonentmi za štandard, ktorý je prevádzkovateľ povinný poskytovať. Urýchliť ekonomickú návratnosť rekonštrukcie však výrazne pomáhajú nové služby. Rozšírenie programovej ponuky, hlavne o prémiové programy, je ekonomicky dosť zaujímavý faktor, najvýraznejšie však pomáha zavedenie internetu, keď na vybudovanej štruktúre je možné získať za túto službu oveľa vyšší zisk ako z káblovej TV. Je potrebné si uvedomiť, že jediným nákladom na internet je poplatok za konektivitu, ktorý pri dostatočnom počte užívateľov tvorí len veľmi malú časť nákladov prevádzkovateľa, odpadajú poplatky za vysielacie a autorské práva, ktoré pri televízii predstavujú až 50 % z celkovej ceny za prevádzku káblovej TV. Takisto s rastúcimi cenami iných služieb predstavujú náklady na poštovné, elektrickú energiu a bankové poplatky veľmi vysoké čiastky, ktoré významne znižujú zisk prevádzkovateľa siete.

Aj prevádzka dátových tokov na riadenie technologických procesov predstavuje zaujímavé zisky. Prevádzkové náklady na tieto služby sú prakticky nulové, dáta sa šíria vo vybudovaných sieťach, za ich poskytovanie sa nikomu nemusí platiť, naopak, rekonštruovaná sieť generuje z týchto služieb zisk. Zisk z prevádzky obecného rozhlasu (prenájom kanálu mestu alebo obci) nie je veľký, ale aj tak pomáha urýchliť splácanie novej siete.

Nová rekonštruovaná sieť okrem služieb, ktoré prevádzkuje operátor, má aj veľmi široké možnosti obchodného využitia. Podľa našich rozhodnutí pred začatím rekonštrukcie máme v optickom kábli až 50%-nú rezervu voľných vlákien, ktoré je možné veľmi výhodne prenajať a tak ešte zvýšiť zisk z prevádzky siete.

Nadá mi nespomenúť ešte jeden faktor, ktorý hovorí v prospech rekonštrukcie oproti novej výstavbe. Legislatívne „prekážky“ v podobe relatívne zložitých územných konaní potrebných pre novú výstavbu pri rekonštrukcii odpadajú. Pokiaľ je dodržané smerovanie, stačí dotknutým subjektom len oznámiť, že sieť bude rekonštruovaná. Z našich skúseností môžeme potvrdiť, že smerovanie siete, aspoň vo veľmi približnej podobe, je možné dodržať takmer vždy.

## Náklady na rekonštrukciu

Keď sme si zodpovedali základné otázky cieľov rekonštrukcie, vybrali technológiu a určili spôsob, akým budeme postupovať pri rekonštrukcii, ostávajú na zodpovedanie otázky ceny rekonštrukcie. Je jasné, že presnú cenu rekonštrukcie stanoví jej projekt, predsa len pri zvažovaní realizácie rekonštrukcie a ešte pred zadaním projektu je dobré urobiť si odhad nákladov, aby sme vedeli, s čím máme počítať. Čísla uvedené v ďalšom texte sú váženým priemerom skutočných nákladov, aké sme mali pri realizácii nami rekonštruovaných sietí.

Pred začatím rekonštrukcie nesmieme zabudnúť dať si urobiť dobrý projekt, ktorý dokáže maximálne využiť „zvyšky“ našich pôvodných sietí a pomôže tak redukovať náklady na rekonštrukciu sietí na technicky možné minimum. Cena takéhoto projektu sa pohybuje v závislosti od hĺbky jeho rozpracovania a veľkosti investičnej akcie od 2,5 % do 4,3 % z rozpočtových nákladov rekonštrukcie.

### Úpravy hlavnej stanice

Úprava frekvenčného programového rastra (uvoľnenie pásiem TV I a TV II, ak bolo použité) na zaistenie frekvenčného priestoru pre implementáciu ďalších služieb – cca 250 €;  
Rozšírenie programovej ponuky (digitálne programy) - cca 670 €/prog.;  
Zabezpečenie konektivity – predbežné náklady cca 800 €/mesiac za 20 Mbit/s linku, zriaďovacie náklady sa pohybujú od cca 30 €/m optickej linky v zemi, cca 6 €/1 m vzdušného vedenia, do 10 000 € s vlastným licencovaným mikrovlnovým spojom;  
Montáž serveru so SW pre manažment siete – cca 2 000 €;  
Montáž tlg (Cisco) pre prevádzku siete – cca 20 000 €;  
Úprava výstupného bodu pre dopredný smer a úprava vstupného bodu pre príjem spätného smeru (optické vysielače a prijímače, mechanické časti, filtre, výhybky, úpravy napäťových úrovní pre vetvenie signálu) – cca 500 €/vlákno;  
Technológia obecného rozhlasu (filtre, konvertory, modulátory, úpravy rastra) - cca 250 €.

### Úpravy na trasách

Vybudovanie optického primárneho vedenia cca 30 €/m zemného vedenia pri 48-vláknovom kábli, cca 7 €/m vzdušného vedenia 48- vláknovým káblom;  
Vybudovanie vetviaceho bodu s opto-elektrickým prevodníkom (NOD skrinka, zriadenie prípojky elektro, organizér, zváranie optiky, zemné úpravy) - cca 3 100 €;  
Úpravu štruktúry metallickej siete tak, aby jednotliví abonenti boli pripájaní cez hviezdicovú štruktúru, v objektoch KBV predstavujú náklady vytvorenia terciárnej siete cca 110 €/prípojku;  
Doplnenie zosilňovačov o moduly spätného smeru; v malých rozvodoch (do 300 až 500 abonentov) je väčšinou potrebné jednotlivé zosilňovače úplne vymeniť za typy s posunutým frekvenčným pásmom dopredného smeru a sú osadené aj aktívnym modulom spätného smeru. Priemerné náklady na jeden zosilňovací bod vrátane filtrov, výhybiek a montáže predstavujú cca 330 €.

### Úpravy u abonenta

Montáž a oživenie IP prípojky u abonenta predstavujú výmenu TV zásuvky za zásuvku s dátovým výstupom, montáž káblového modemu, pripojenie, nakonfigurovanie PC a oživenie spojenia – kompletne náklady na jednu prípojku predstavujú cca 165 €.

Z uvedených čísiel vyplýva, že rekonštrukcia siete nepatrí medzi lacné záležitosti, ale v prípade, že k rekonštrukcii našich sietí nepríde v rozumne krátkom čase, budú operátori zo svojich pozícií vytlačení novými prevádzkovateľmi s TV príjmom UPC Direct (SKY, DIGI a pod.) a internet budú poskytovať rôzni malí prevádzkovatelia cez služby WiFi.

### **Záver**

A roky bežia, vážení ... a v diaľke už počuť tichučko posledné zvonenie, ktoré zvoní našim pôvodným sieťam z deväťdesiatych rokov.