

Skúšobné vysielanie varovných hlásení televíznym systémom DVB-T

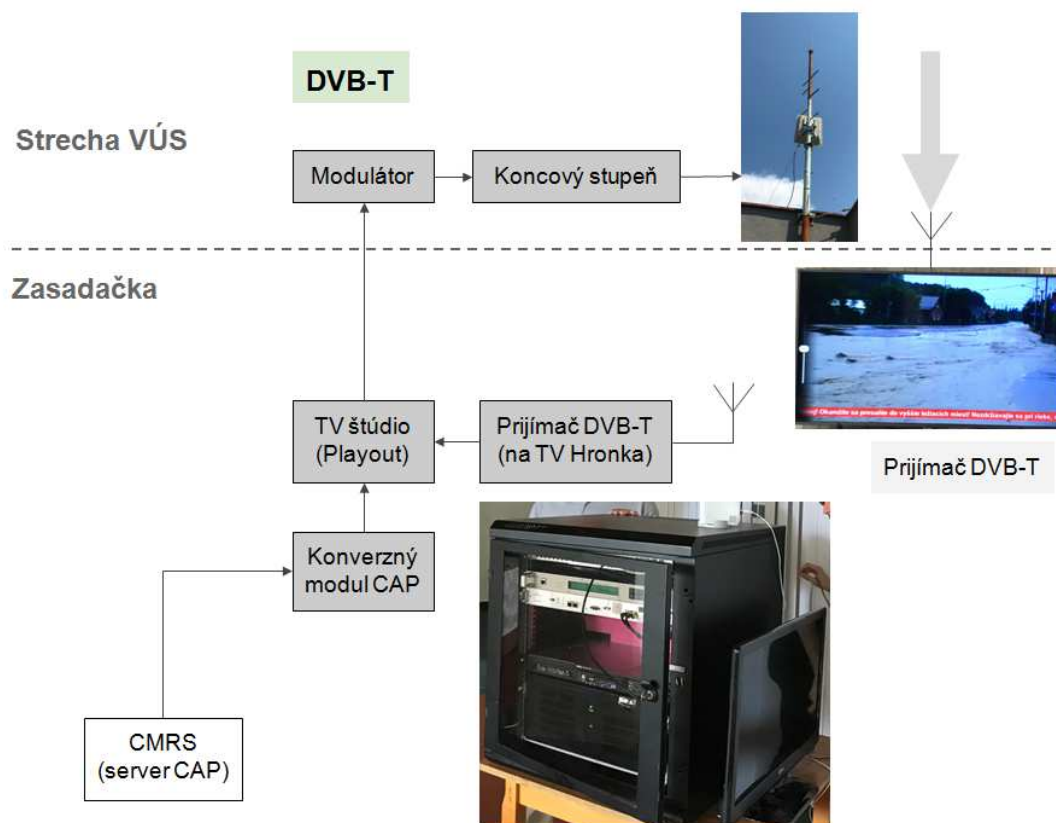
Praktické odskúšanie vysielania varovných hlásení pozemskými digitálnymi systémami bolo jedným z najdôležitejších cieľov projektu aplikovaného výskumu „**Výskum limitných podmienok integrovateľnosti varovných hlásení v terestriálnom vysielaní**“, podporovaného agentúrou APVV a riešeného vo Výskumnom ústave spojov, n. o. Banská Bystrica v rokoch 2016 – 18.

Realizácia skúšobného vysielania systémom DVB-T vychádzala z teoretických prác a návrhov, spracovaných z 1. časti riešenia projektu. Vysielanie bolo rozdelené do 2 častí:

- skúšobné overenie vysielania v laboratórnych podmienkach,
- vysielanie z reálneho vysielateľa a overenie pokrytia.

1 OVERENIE V LABORATÓRNYCH PODMIENKACH

Overenie a prezentácia vysielania varovných hlásení systémom DVB-T v laboratórnych podmienkach sa uskutočnilo počas konferencie NoTeS'18, konanej vo VÚS, n. o. Banská Bystrica dňa 7. júna.2018 – **pozri obr. 1**.



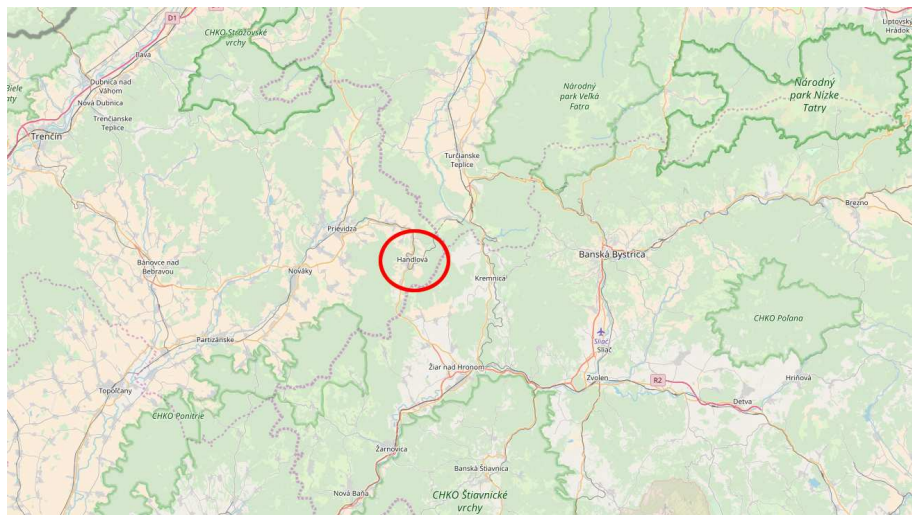
Legenda:

Prijímač DVB-T – Broadrealm DHM-3100P
Modulátor – Vigintos TVA5
Koncový stupeň – Vigintos TV-PA-150D

Obr. 1 - Zapojenie zariadení pri skúšobnom vysielaní DVB-T v laboratórnych podmienkach

V rámci konferencie boli prezentované tri typy varovných hlásení:

- video so sprievodným zvukom, ktoré nahradilo bežné TV vysielanie (mimoriadna udalosť – prívalová vlna) - pozri TV obrazovku na **obr. 1**,
- bežiacie titulky s textom „*POZOR, prívalová vlna v Handlovej! Okamžite sa presuňte do vyššie ležiacich miest! Nezdržiavajte sa pri rieke, na mostoch, v pivniciach a podzemných garážach!*“ - pozri TV obrazovku na **obr. 1**,
- vložený obrázok (mapa) do TV obrazu – pozri **obr. 2**.



Obr. 2 – Mapa s vyznačením oblasti s mimoriadnou udalosťou, vložená do TV obrazu

Systém vkladania varovných hlásení do TV vysielania pozostával zo:

- zariadenia, simulujúceho stredisko CMRS (zložka MV SR) ako tvorcu varovných hlásení. Toto zariadenie obsahovalo aj CAP generátor (Common Alerting Protocol – spoločný protokol varovania). Protokol CAP bol navrhnutý ako optimálny pre celý proces prenosu varovných hlásení,
- konverzného modulu CAP (v praxi umiestňovaný v TV štúdiu), ktorý automaticky konvertuje niektoré nastavenia vo varovnom hlásení CAP do riadiacich príkazov siete,
- modulu predstavujúceho TV štúdio. V rámci tohto štúdia bol použitý TV program lokálneho banskobystrického vysielateľa TV Hronka, ktorý bol prijatý izbovou anténou DVB-T a spracovaný v profesionálnom DVB-T prijímači.

Výstupný signál zo štúdia bol prostredníctvom ethernetového kábla CAT5 privedený do miestnosti pod strechou VÚS.

V uvedenej miestnosti bol umiestnený aj modulátor DVB-T a koncový stupeň typu s výstupným výkonom 5 W. Signál z koncového stupňa vysielateľa bol privedený do smerovej vysielacej antény, umiestnenej na streche budovy VÚS.

Parametre vysielania pre overenie vysielania a príjmu v laboratórnych podmienkach:

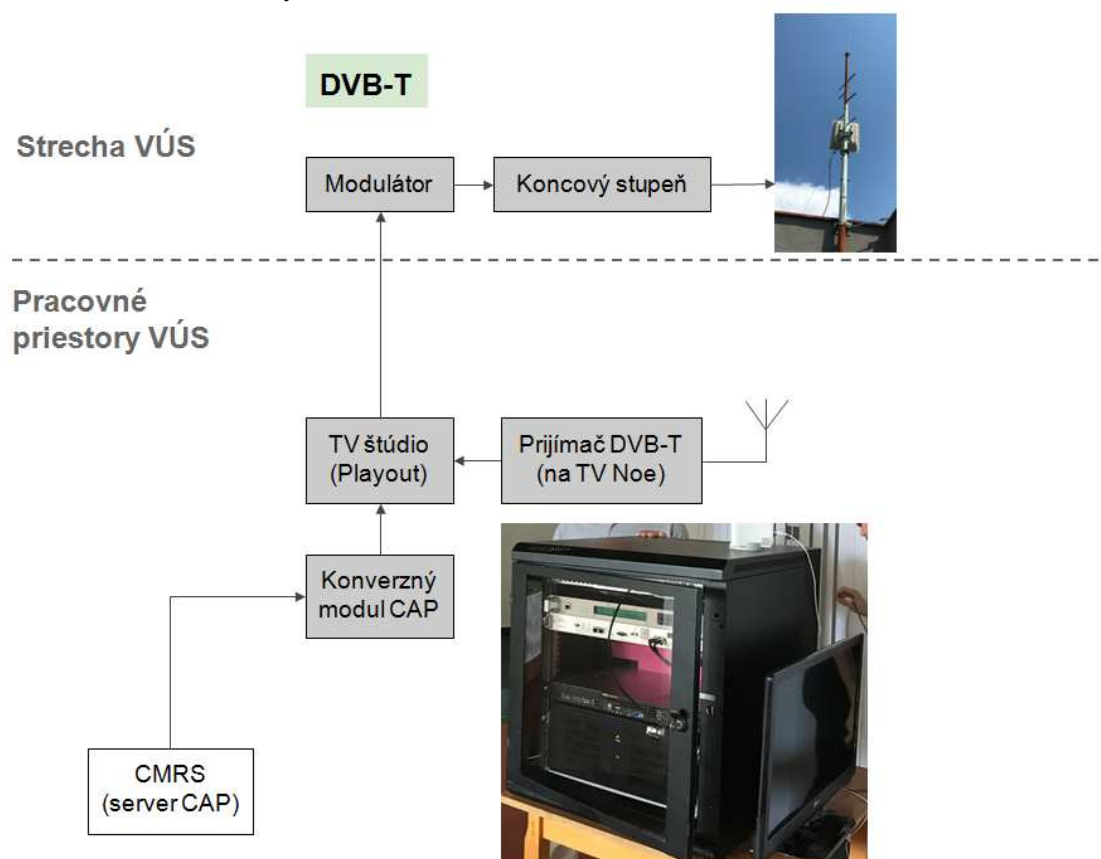
- umiestnenie vysielacej antény: na budove VÚS, n.o. Banská Bystrica, Zvolenská cesta 20
súradnice: 19E 08 14,4; 48N 42 32,2, 336 m n.m. + 22 m nad terénom
- vysielaná programová služba, ktorá bola nahradená varovnými hláseniami: TV Hronka
- zdrojové kódovanie: MPEG-2

- TV kanál: K27
- polarizácia: V
- ERP_{max} : 50 W
- vyžarovací diagram: smerový
- modulácia: 16-QAM
- kódový pomer: 2/3
- ochranný interval: 1/4

Príjem vysielaného programu a varovných hlásení sa uskutočnil na TV prijímači, umiestnenom v prednáškovej miestnosti konferencie NoTeS'18 (zasadačka VÚS) a bol **úspešne prezentovaný** cca 55 účastníkom konferencie.

2 VYSIELANIE Z REÁLNEHO VYSIELAČA

Vysielanie z reálneho vysieláča, ktorého účelom bolo pokrytie väčšej oblasti, sa uskutočnilo taktiež z vysieláča umiestneného na budove VÚS.



Legenda:

Prijímač DVB-T – Broadrealm DHM-3100P
 Modulátor – Vigintos TV-05D
 Koncový stupeň – Vigintos TV-PA-150D

Obr. 3 - Zapojenie zariadení pri skúšobnom vysielaní DVB-T z reálneho vysieláča

Rozdiel voči overovaniu v laboratórnych podmienkach spočíval v nasledovnom:

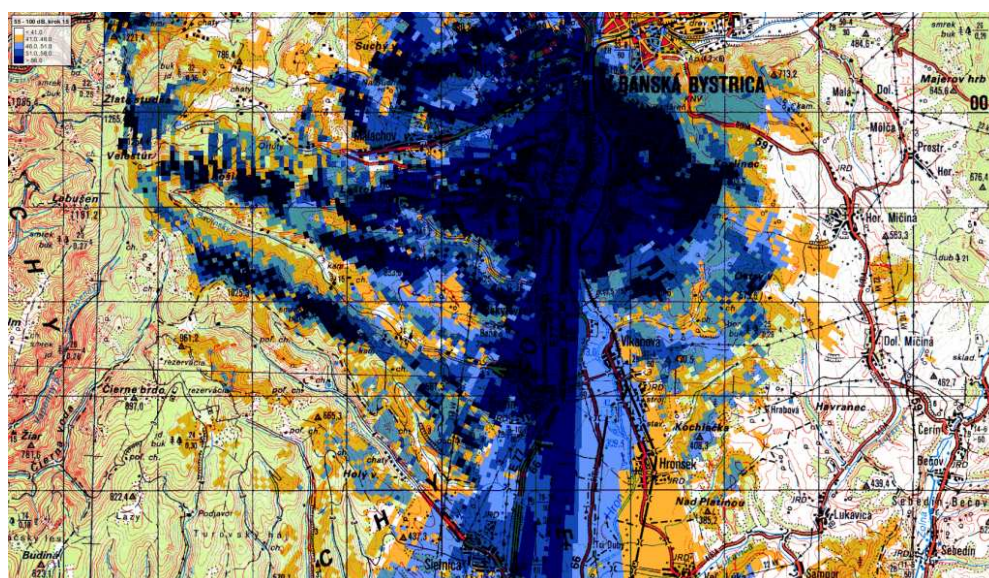
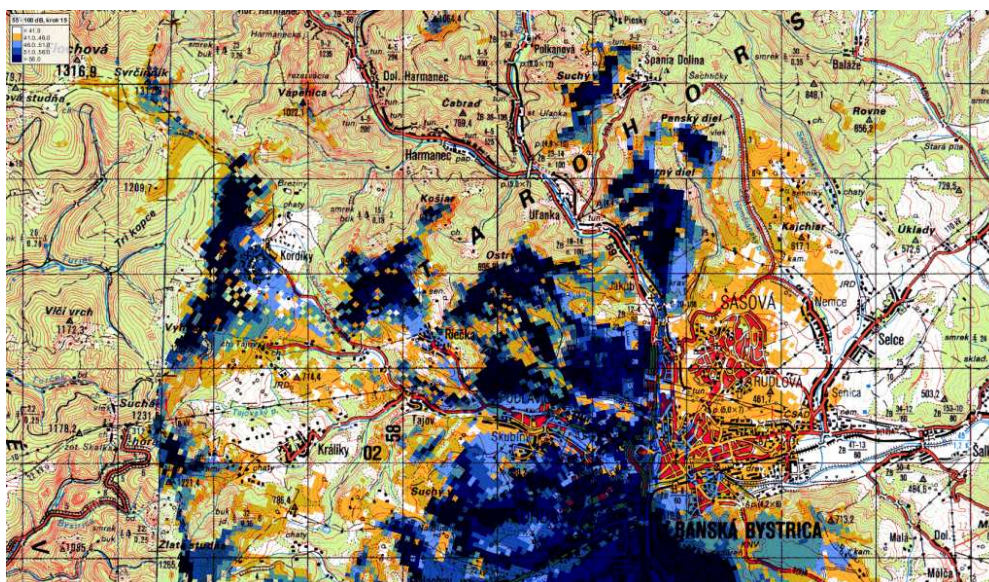
- zariadenia simulujúce CMRS a TV štúdio boli umiestnené v pracovných priestoroch VÚS,
- vysielacia anténa: všesmerová
- ERP_{max} : 200 W

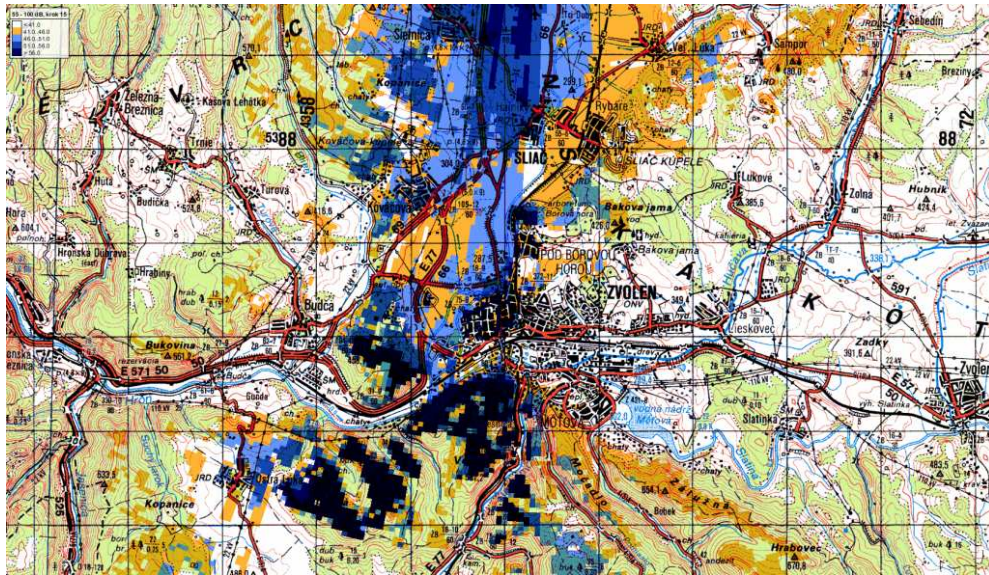
- vysielaná programová služba, ktorá bola nahradená varovnými hláseniami: TV Noe

Vzhľadom na väčší vysielací výkon sa zväčšila oblasť pokrytia, v ktorej bolo možné signál prijímať.

3 VYHODNOTENIE POKRYTIA OBLASTÍ SO SKÚŠOBNÝM VYSIELANÍM VAROVNÝCH HLÁSENÍ SYSTÉMOM DVB-T Z REÁLNEHO VYSIELAČA

Na hodnotenie pokrytia vysielaním DVB-T, obsahujúcim aj varovné hlásenia, bol použitý vysielateľ, umiestnený v budove VÚS, n. o. Banská Bystrica. Z parametrov vysielateľa, uvedených v **kap. 2**, vyplýva, že pre kvalitný príjem je potrebné zabezpečiť intenzitu elmag. poľa min. 46 dB μ V/m vo výške 10 m nad terénom. Pred samotným meraním bolo teda najprv vypočítané teoretické pokrytie územia – pozri **obr. 4**, pričom pokrytá oblasť je znázornená modrou farbou v stupnici: **bledomodrá** 46 – 51 dB μ V/m, **stredne modrá** 51 – 56 dB μ V/m, **tmavomodrá** > 56 dB μ V/m (**hnedom farbou** je znázornené pokrytie pre intenzitu elmag. poľa v rozmedzí od 41 do 46 dB μ V/m).





Obr. 4 – Vypočítané pokrytie územia z vysieláča DVB-T na budove VÚS (TV kanál K27, $ERP_{max} = 200\text{ W}$)

Pri televíznom vysielaní však existujú aj ďalšie dôležité parametre, ktoré treba na zabezpečenie kvalitného príjmu, predovšetkým tzv. modulačná chybovosť MER a odstup nosných od šumu C/N. Taktiež sa subjektívne hodnotí kvalita obrazu. Pre vysielaný variant systému DVB-T (modulácia 16-QAM, kódový pomer 2/3, ochranný interval $\frac{1}{4}$) je potrebné, aby bola $MER \geq 15\text{ dB}$ (vyplýva z našich skúseností pri ných meraniach pokrytia DVB-T) a $C/N \geq 13\text{ dB}$ pre tzv. Gaussov prenosový kanál¹, resp. $C/N \geq 14,1\text{ dB}$ pre tzv. Riceov kanál².

Následne po vykonaní výpočtov pokrytia sa teda uskutočnilo samotné meranie v teréne. Na meranie bolo použité špeciálny merací voz s výsuvným stožiarom – pozri **obr. 5**. Ako merací prístroj na meranie objektívnych parametrov i na subjektívne hodnotenie obrazu bol použitý TV a CATV analyzátor typu HD TAB 9 od firmy Rover.

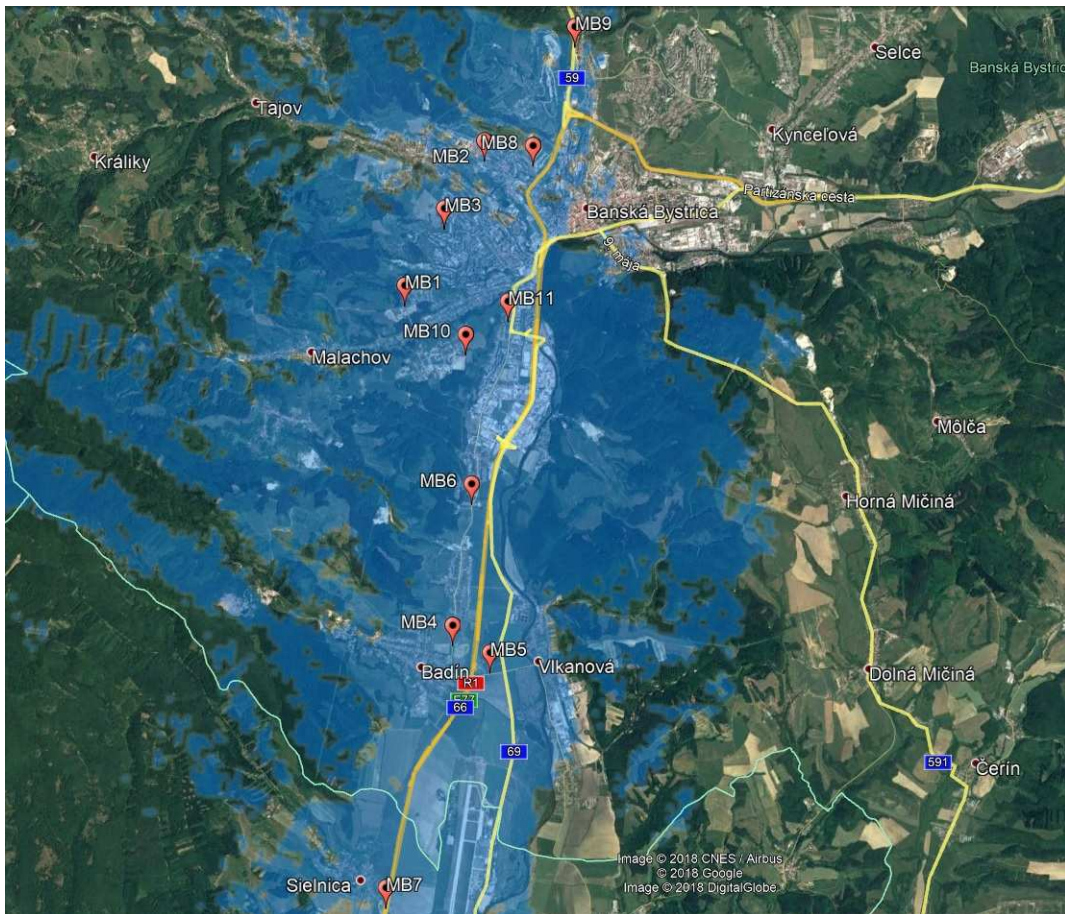


Obr. 5 - Pohľad na merací voz s meracou anténou

¹ Predpokladá sa, že signál sa šíri len priamo z vysieláča k prijímaču, t.j. bez vplyvu odrazov a pod. Vyžaduje sa teda priama viditeľnosť na vysieláč.

² Predpokladá sa aj vplyv odrazených signálov.

Meranie bolo vykonané v 11 meracích bodoch (MB) v oblasti vypočítaného pokrytia – pozri **obr. 6**.



Obr. 6 - Grafické zobrazenie meracích bodov

Pri meraní bola aplikovaná metóda podľa TNI 36 7101 „Overovanie pokrytia územia Slovenskej republiky digitálnym televíznym signálom“, pričom bola použitá metóda merania na pevnom stanovišti (t.j. počas státia meracieho vozú). Príklad údajov na obrazovke meracieho prístroja HD TAB 9 v meracom bode MB6 je na **obr. 7**.



Obr. 7 – Výsledky merania v MB6

Meraním sa dospelo k nasledujúcim výsledkom a poznatkom:

- Z porovnania výsledkov vypočítaných a nameraných hodnôt intenzity elektromagnetického poľa vyplynulo, že priemerné hodnoty rozdielu nameraných a vypočítaných hodnôt v jednotlivých meracích bodoch kolíšu v rozmedzí -5,68 až 5,95 dB. Výsledky merania sú však v tolerancii neistoty merania intenzity elektromagnetického poľa ± 6 dB.
- Na overenie výpočtov boli vykonané merania aj mimo územia vypočítaného pokrytia DVB-T, pričom sme sa zamerali na miesta blízke hranici príjmu. V týchto miestach bol príjem nevyhovujúci.
- Z pozorovaní získaných pri meraní hodnôt intenzity elektromagnetického poľa možno konštatovať, že najrelevantnejším ukazovateľom kvality pokrytia je modulačná chybovosť MER. Intenzita elektromagnetického poľa je dôležitá, avšak ak zoberieme do úvahy vlastnosti šírenia elektromagnetických vln (napr. odrazy od budov), táto môže byť vplyvom topológie terénu aj zvýšená. Môžu teda nastať prípady, keď je intenzita elmag. poľa vysoká, ale MER je nevyhovujúca.
- Súbežne s meraniami intenzity elmag. poľa sa vykonávalo aj subjektívne posudzovanie kvality príjmu DVB-T vysielania. Na **obr. 7** je táto kvalita označená ako **QLY**. Zariadenie poskytovalo údaj o kvalite služby nasledovne:
 - FAIL – obraz bol buď zaseknutý, alebo žiadny,
 - MARG – 1 krátkodobý výpadok do 2 s,
 - PASS – obraz bol bez pozorovateľných porúch a výpadkov.Aby bol merací bod považovaný za pokrytý, musela byť dosiahnutá kvalita PASS.
- Overovania príjmu varovných hlásení, opísaných v **kap. 1** pod **obr. 1**, sa uskutočňovalo vo všetkých meracích bodoch, pričom bolo konštatované, že v miestach, kde bola intenzita elmag. poľa ≥ 46 dB μ V/m a zároveň modulačná chybovosť MER ≥ 15 dB, bol príjem varovných hlásení bezproblémový.

4 ZÁVER

Skúšobným vysielaním v laboratórnych, ale hlavne v reálnych podmienkach v teréne bola úspešne overená praktická realizovateľnosť šírenia varovných hlásení prostredníctvom pozemského digitálneho televízneho vysielania. Táto metóda šírenia je teda na Slovensku pripravená na svoju implementáciu do reálnej prevádzky v podmienkach Ministerstva vnútra SR a jednotlivých prevádzkovateľov vysielania.

ZOZNAM SKRATIEK

APVV	Agentúra na podporu výskumu a vývoja
CAP	Common Alerting Protocol spoločný protokol varovania
CATV	káblová televízia
CMRS	Centrálne monitorovacie a riadiace stredisko
C/N	Carrier-to-Noise Ratio odstup nosných od šumu
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial pozemská digitálna televízia
ERP	Effective Radiated Power efektívny vyžiarený výkon
MB	merací bod
MPEG	Motion Picture Experts Group Skupina expertov pre pohyblivý obraz (tiež skratka typu zdrojového kódovania)
MV SR	Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky
NoTeS	Nová technika a služby v telekomunikáciách SR a ČR
QAM	Quadrature Amplitude Modulation kvadrátúrna amplitúdová modulácia
TNI	Technická normalizačná informácia
TV	televízia, televízny
VÚS	Výskumný ústav spojov