

## PRENOS VAROVNÝCH HLÁSENÍ PRE OBYVATEĽSTVO POMOCOU POZEMSKÉHO DIGITÁLNEHO ROZHLASU

### TRANSMISSION OF WARNING MESSAGES TO THE POPULATION USING TERRESTRIAL DIGITAL RADIO

Vladimír WIESER<sup>1</sup>, Bohumil ADAMEC<sup>2</sup>

#### ABSTRACT:

*The arrival of digital radio broadcasting has enabled to significantly improve the services in the area of warning on various events. This article analyzes the possibilities of using terrestrial digital radio standards for the dissemination of warning messages to the population in a certain territory.*

*Two basic digital broadcast standards, namely Digital Radio Mondial (DRM) and Digital Audio Broadcasting (DAB) are consequently analyzed in terms of the possibility of broadcasting warning messages. Both standards support Emergency Warning Function (EWF), which is capable to switch on all receivers in the area to accept warning message. Another possibility to transmit emergency warning messages, Emergency Warning System (EWS), is also described in the article.*

**KEYWORDS:** Warning messages. Digital radio broadcasting.

#### ÚVOD

Analógové rozhlasové vysielanie umožňuje šíriť niektoré druhy informácie (okrem samotného rozhlasového vysielania) pomocou doplnkového vysielania, napr. hlásenia o dopravnej situácii.

S nástupom digitálneho rozhlasového vysielania sa objavila možnosť skvalitniť obsah aj formu doplnkového vysielania a použiť rozhlasové vysielanie aj na šírenie rôznych druhov varovných hlásení pre obyvateľstvo, napr. varovanie pred povodňami, intenzívnymi búrkami, únikmi nebezpečných látok, hromadnými haváriami a pod [12].

#### 1. ŠTANDARD DRM

Prvý digitálny štandard, ktorý umožňuje vysielanie varovných hlásení je štandard DRM (Digital Radio Mondial). DRM je univerzálny, otvorený štandard digitálneho rozhlasového vysielania, určený pre všetky rozhlasové

frekvencie, vrátane pásiem dlhých, stredných a krátkych vln (DV, SV, KV), rovnako pásiem veľmi krátkych vln (VKV I, II, TV III). Systém je popísaný v norme ETSI ES 201 980 v4.1.1 [1]. Z hľadiska robustnosti sa rozlišuje 5 módov:

- módy A, B, C, D sú určené na vysielanie vo frekvenčnom pásme do 30 MHz, t.j. v pásmach DV, SV, KV. Preto sa tento systém niekedy označuje ako DRM30,
- mód E je určený na vysielanie v pásme VHF, hlavne v pásmach I (podľa STN 34 5353 [2] označovaného ako TV I) a II (VKV II), ale možno ho použiť aj v pásme III (TV III). Tento systém sa označuje aj ako DRM+.

V rámci dátových služieb DRM+ môžu byť vysielané individuálne dáta (enkapsulácia IP, prenos súborov a pod.), ako aj štandardizované dátové aplikácie pre DRM a DAB [3]:

- textové správy sprevádzajúce program,
- elektronický programový sprievodca EPG (Electronic Programme Guide),

<sup>1</sup> Vladimír Wieser, prof. Ing., PhD., Katedra multimédií a informačno-komunikačných technológií, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: +421 41 513 22 60, e-mail: vladimir.wieser@fel.uniza.sk.

<sup>2</sup> Bohumil Adamec, Ing., PhD., Katedra multimédií a informačno-komunikačných technológií, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: +421 41 513 22 44, e-mail: bohumil.adamec@fel.uniza.sk.

- interaktívna informačná služba „Journaline“,
- dopravné a cestovné informácie TMC (Traffic Message Channel), resp. TPEG (Transport Protocol Experts Group),
- sprievodné obrázky k programu „MOT (Multimedia Object Transfer) Slideshow“,
- automatické prepínanie frekvencie v súčinnosti s AFS (Alternative Frequency Signalling).

Z hľadiska zamerania článku je najzaujímavejšou službou možnosť informovať veľké množstvo poslucháčov o očakávaných katastrofách pomocou služby núdzového varovania EWF (Emergency Warning Function) [4]. V prípade nutnosti sú DRM prijímače prepnuté do príjmu núdzového vysielania nútene, alebo sa prepnú automaticky. Núdzové vysielanie kombinuje signalizáciu na monitore, audio vysielanie, textové správy a môže obsahovať „Journaline“ s detailnou informáciou vo viacerých jazykoch.

Funkcia EWF je súčasťou špecifikácií DRM, popísaných v odporúčaní ITU-R BS.1114-9 [5] a je štandardom ETSI (ES 201 980). Funkcia komunikuje s akýmkoľvek DRM prijímačom bez nutnosti doplnenia prídavných komponentov, alebo prenosovej siete. Podpora funkcie EWF je povinná a je uvedená medzi minimálnymi požiadavkami na prijímače DRM, pričom nepotrebuje žiadne prispôsobenie na príjem tejto služby.

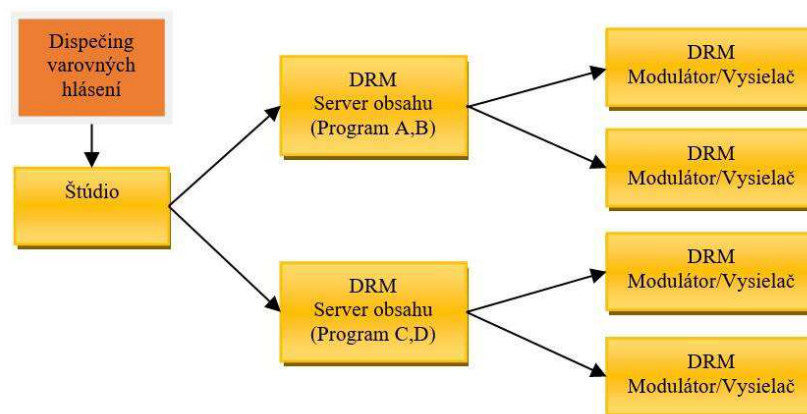
Cieľom je informovať verejnosť o hroziacej katastrofe čo možno najskôr a poskytnúť verejnosti všetky relevantné informácie.

Služba EWF využíva signalizáciu alternatívnej frekvencie AFS, ktorá je používaná štandardom DRM. Systém AFS pracuje aj v prípade, že prijímač je naladený na inú frekvenciu a prijíma inú službu digitálnych vysielateľov.

Poslucháč prijíma núdzové vysielanie, ktoré obsahuje:

- Audio program (v danom čase v jednom jazyku).
- Textovú správu (krátka správa zobrazená na displeji, automaticky aktualizovaná po niekoľkých sekundách).
- Textovú správu typu „Journaline“ (detailné inštrukcie súčasne prenášané vo viacerých jazykoch). Textová správa môže obsahovať:
  - dôvod varovania,
  - inštrukcie, čo robiť,
  - detaily kontaktu pre ďalšiu informáciu,
  - zoznam postihnutých oblastí,
  - zoznam postihnutých osôb (hľadané osoby atď.).

DRM vysielací reťazec je tvorený viacerými blokmi (obr. 1).



Obrázok 1 DRM vysielací reťazec s funkciou EWF [3]

Požiadavky na začlenenie núdzového vysielania do reťazca sú nasledovné:

- Po spustení núdzovej správy daným úradom, musí byť signál automaticky

prenesený do štúdia, ktoré aktivuje server obsahu (Content Server), alebo musí byť zabezpečený priamy prístup k tomuto serveru.

- Núdzový signál musí byť aktivovaný pre všetky vysielané služby DRM.
- Typické rozhranie pre spustenie (aktivovanie) núdzového signálu na server obsahu môže byť riešené pomocou webového rozhrania alebo pomocou medzinárodného štandardu pre automatickú distribúciu hlásení v štúdiu - komunikačný protokol univerzálneho kódera UECP (Universal Encoder Communication Protocol).

## 2. SYSTÉM T-DAB A T-DAB+

Systém pozemského digitálneho rozhlasového vysielania T-DAB (Terrestrial Digital Audio Broadcasting) patrí medzi najstaršie plne digitálne audiovizuálne systémy. Je opísaný v norme ETSI EN 300 401 V1.4.1 [6].

Pôvodné rozhodnutie uskutočniť spoločný vývojový projekt systému digitálneho rozhlasu podporili v roku 1985 vlády Francúzska, Nemecka, Holandska a Veľkej Británie. Projekt bol schválený na konferencii v Štokholme v roku 1986 pod názvom Eureka 147. Práce na ňom boli začaté až o dva roky. Voľba audio kódovača, modulácie a kódovacích schém viedli k prvému skúšobnému vysielaniu, ktoré sa uskutočnilo v roku 1990.

Komerčné prijímače T-DAB sa začali predávať v roku 1999. V roku 2001 už bolo v Londýne k dispozícii viac ako 50 komerčných služieb spoločnosti BBC. V roku 2006 už bolo celosvetovo signálom T-DAB pokrytých asi 500 miliónov ľudí [7].

Systém T-DAB je navrhnutý tak, aby zabezpečil vysokokvalitný multiprogramový prenos digitálneho zvuku a prenos dátových služieb nielen do pevných prijímačov, ale hlavne do prijímačov vo vozidlách

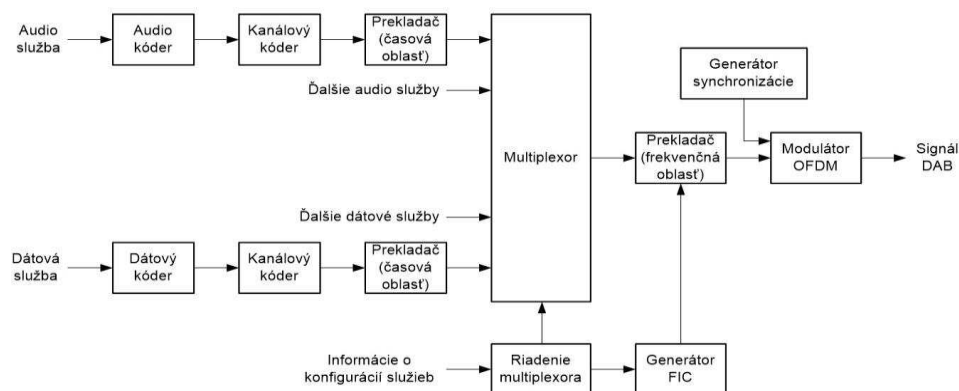
a prenosných prijímačov vybavených jednoduchou všesmerovou anténou. Systém T-DAB dokáže pracovať vo frekvenčných pásmach VHF a UHF (30 až 3000 MHz), frekvenčné plánovanie pre pozemské vysielanie však prakticky prebieha len v pásmach TV I, VKV II, TV III a L. Na rozdiel od analógových rozhlasových služieb umožňuje systém T-DAB multiplexovať niekoľko zvukových programov a vysielat' ich na tej istej frekvencii.

Počet programov v multiplexe závisí od:

- Kódovanej bitovej rýchlosti daného audio programu.
- Voľby kvality korekčného kódu.
- Veľkosti dát doplnkových služieb, ktoré sú pridané do multiplexu.

## 3. KONCEPCIA VYSIELAČA A PRIJÍMAČA T-DAB

Zjednodušená koncepcia vysieláča T-DAB je na obr. 2, kde zvuk a dátové služby sú kódované individuálne (zdrojové kódovanie), potom sú pridané bity korekčného kódu (kanálové kódovanie) a nasleduje časové prekládanie (Interlíving). Zvukové a dátové služby sú multiplexované do kanála hlavnej služby MSC (Main Service Channel) spolu s ostatnými službami podľa vopred definovanej, no variabilnej konfigurácie. Výstup multiplexora je frekvenčne prekladaný a kombinovaný s riadením multiplexu a informáciou o službe, ktoré sú prenášané rýchlym informačným kanálom FIC (Fast Information Channel). Tento kanál nie je časovo prekladaný. Pridané sú synchronizačné impulzy, je realizovaný OFDM multiplex a signál je modulovaný moduláciou D-QPSK na veľký počet nosných signálov – kompletný DAB signál [4].



Obrázok 2 Zjednodušená koncepcia vysieláča T-DAB [4]

Systém T-DAB teda prenáša informácie pomocou dvoch hlavných informačných kanálov:

- rýchly informačný kanál FIC,
- kanál hlavnej služby MSC.

Hlavnou úlohou kanála FIC, ktorý je tvorený rýchlymi informačnými blokmi FIB (Fast Information Blocks), je prenášať riadiacu informáciu, potrebnú na interpretáciu konfigurácie kanála MSC. Podstatná časť tejto informácie je informácia o konfigurácii multiplexu MCI (Multiplex Configuration Information), prípadne o jeho rekonfigurácii.

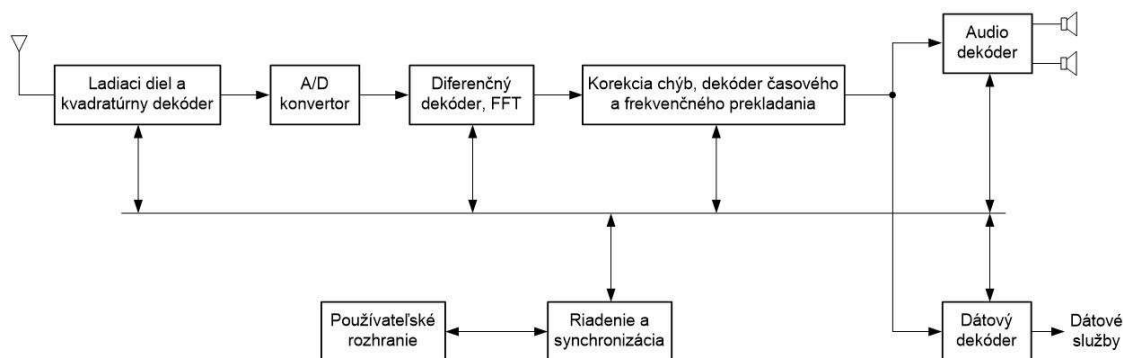
Ďalšie typy informácie, ktoré môžu byť vložené do kanála FIC, predstavujú informáciu o službe SI (Service Information), informáciu o manažovaní podmieneného prístupu CA (Conditional Access) a rýchly informačný dátový kanál FIDC (Fast Information Data Channel). Aby bola možná rýchla a bezpečná odozva na MCI, je kanál FIC vysielaný bez časového prekladania ale s kvalitnou ochranou voči chybám pri prenose.

Kanál MSC je tvorený postupnosťou spoločne prekladaných rámcov CIF (Common Interleaved Frames), ktoré sa vysielajú každých 24 ms. Najmenšia adresovateľná jednotka CIF je jednotka kapacity CU (Capacity Unit), ktorej veľkosť je 64 bitov.

Určitý počet CU je zoskupený do základnej transportnej jednotky MSC, ktorá sa nazýva subkanál. MSC je teda tvorený multiplexom subkanálov.

Pre zložky služby SC (Service Components) v kanáli MSC sú definované dva odlišné transportné módy – mód toku (stream mode) a paketový mód (packet mode). Mód toku poskytuje transparentný prenos od zdroja ku koncovému bodu s pevnou bitovou rýchlosťou v danom subkanáli. Paketový mód je definovaný na prenesenie niekoľkých zložiek dátovej služby do jediného subkanála. Každý subkanál môže prenášať jednu alebo viacero zložiek služby [6].

Obr. 3 predstavuje zjednodušené koncepčné riešenie prijímača T-DAB. Signál T-DAB je prijímaný analógovým tunerom, potom je preložený do základného pásma a demodulovaný. Nasleduje konverzia analógového signálu na digitálny A/D (Analog/Digital) a digitalizovaný výstup je vedený do stupňa rýchlej Fourierovej transformácie FFT (Fast Fourier Transform) a je diferencielne demodulovaný. Nasledujú operácie časového a frekvenčného prekladania a oprava chýb. Signál je dekódovaný audio dekódovačom a vedený na výstup prijímača ako ľavý a pravý audio signál [8].



Obrázok 3 Zjednodušená koncepcia prijímača T-DAB [8]

#### 4. EWF VERZUS EWS

Štandardy T-DAB a T-DAB+ sú efektívnym nástrojom na implementáciu systému núdzového varovania EWS (Emergency Warning System). Systém EWS je súčasťou normy ETSI EN 300 401 v1.4.1 [6]. Umožňuje pozemské vysielanie varovných hlásení pre oblasti s veľkou populáciou pomocou FIC kanála systému T-DAB+. Prax ukázala, že

rozhlásové vysielanie núdzového varovania je vysoko spoľahlivé, zatiaľ čo ostatné prenosové médiá, ako internet alebo telekomunikačné siete boli neúčinné [11].

V roku 2007 bola služba EWS implementovaná do systému DAB/DMB v Južnej Kórei pod štandardom s názvom Automatic Emergency Alert Service [11]. Služba umožňuje vysielать krátke textové

správy do prijímačov štandardu pozemského digitálneho vysielania multimedialneho obsahu T-DMB (Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting), ktoré pripravuje národná agentúra núdzového varovania NEA (National Emergency Agency).

Správa EWS obsahuje nasledujúce údaje:

- Typ katastrofy (3-bajtová informácia, napr. FLW – Flood warning).
- Priorita varovania (4 priority, podľa ktorých prijímač signalizuje núdzovú správu rôznym spôsobom – blikanie displeja, vyzváňanie,...).
- Čas varovania.
- Oblasť katastrofy.
- Samotná správa.

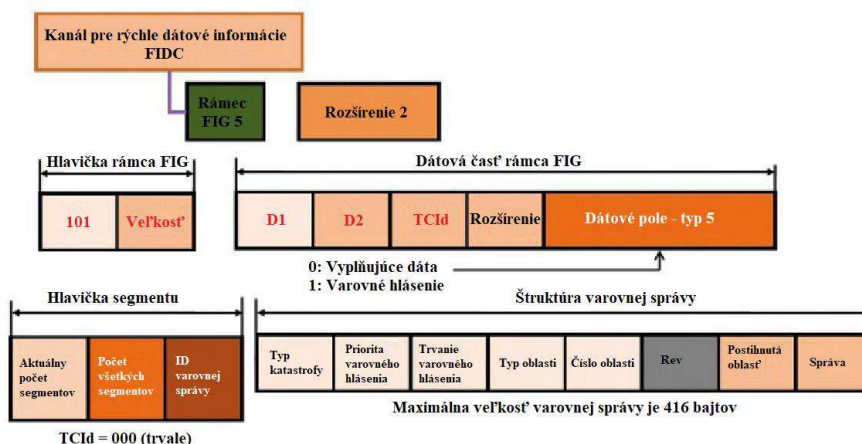
Pretože na prenos núdzovej správy je potrebná len malá prenosová rýchlosť, systém používa kanál FIC, ktorý je vďaka robustnému kanálovému kódovaniu (kódový pomer 1/3) vhodný. Okrem toho, FIC kanál nie je časovo prekladaný, takže môže byť okamžite dekódovaný, bez nutnosti čakať na príjem ďalších prenosových rámcov. Kanál FIC prenáša údaje rýchlej informačnej skupiny FIG

(Fast Information Group), konkrétne FIG typu 5 v rozšírení 2 (FIG 5/2) (obr. 4).

Iný spôsob núdzového vysielania spočíva vo vyslaní núdzového varovania v kombinácii s funkciou automatického prepnutia frekvencie. V tomto prípade jedna služba DAB obsahuje núdzové varovanie a všetky ostatné služby sa prepnú na túto službu s varovným vysielaním. Hlásením môže byť text, reč, alebo programom pridružené dátové služby, alebo všetky spolu v rovnakom čase, ak je umožnený príjem multimedialnych správ.

Kanál FIC môže byť opäť použitý s údajmi FIG (0/18) Podpora hlásenia (Announcement Support), FIG (0/19) Prepnutie hlásenia (Announcement Switching), resp. FIG (0/21) Informácia o frekvencii (Frequency Information) [10].

Funkcia núdzového varovania EWF (Emergency Warning Functionality) bola navrhnutá v [9]. Na rozdiel od funkcie EWS (popísanej vyššie) nepotrebuje funkcia EWF špeciálny prijímač a je určená na príjem varovných hlásení širokou verejnosťou.



Obrázok 4 Konfigurácia kanálu FIC systému EWS v Južnej Kórei [11]

Funkcia dokáže prenášať detailnú informáciu o varovaní v textovej forme:

- Dôvod vyslania núdzovej správy.
- Inštrukcie pre ďalšiu činnosť.
- Detail kontaktu pre podrobnejšiu informáciu.
- Zoznam postihnutých oblastí.
- Zoznam postihnutých osôb (hľadané osoby).
- Textová správa je okamžite k dispozícii vo viacerých jazykových mutáciách v jedinom

vysielaní. Funkcia využíva DAB multimedialne aplikácie na vyslanie a zobrazenie varovného hlásenia:

- Dynamické menovky (Dynamic labels) – ide o sprievodné menovky vysielané s programom (128 znakov, vysielané maximálne každých 20 sekúnd, ktoré sa zobrazia na monitore prijímača ako krátka správa).
- „Journaline“ – textová informačná správa (Unicode) podporovaná všetkými triedami prijímačov, ktorá obsahuje detailnú textovú

informáciu vo viacerých jazykoch (skriptoch).

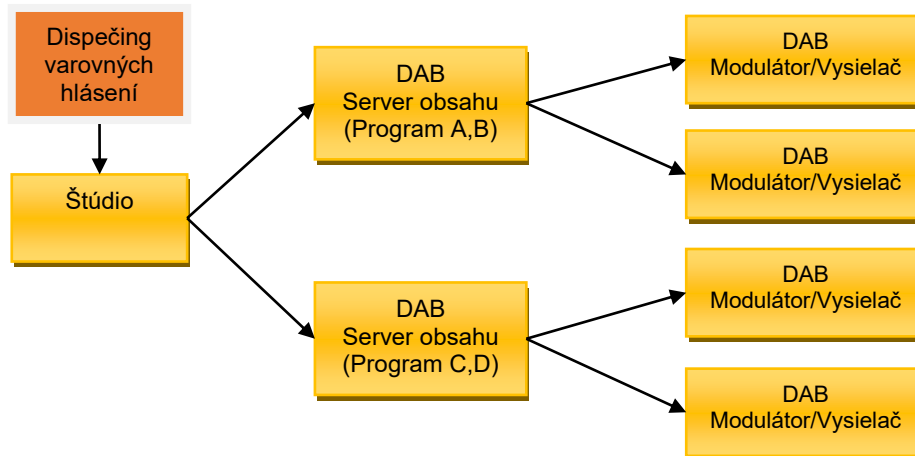
Prijem varovného hlásenia:

- Zapnuté prijímače DAB systému dokážu varovné hlásenie v multiplexe DAB identifikovať a prepnúť sa na núdzové vysielanie (ak je to požadované).
- Vypnuté prijímače DAB sa zapnú automaticky (túto funkciu musia podporiť výrobcovia prijímačov).

Prijímače DAB prezentujú varovné hlásenie dvomi spôsobmi:

- Audio prenos.
- Textový prenos – detailná informácia a inštrukcie („Journaline“), alebo len textové titulky (dynamické menovky). Túto možnosť majú len prijímače vybavené displejom.

Typická vysielacia štruktúra funkcie DAB EWF je na obr. 5.



Obrázok 5 Vysielacia štruktúra funkcie EWF v DAB systéme [9]

Manažment varovných hlásení spúšťa poplach pre všetky relevantné DAB multiplexy. Server obsahu potom vloží do vysielania varovné hlásenie, prípadne dynamicky rekonfiguruje vysielanie tak, aby sa mohlo varovné hlásenie vložiť do multiplexu [9].

Prenos núdzového vysielania od dispečingu varovných hlásení do serveru obsahu je možné dvomi spôsobmi:

- Medzinárodným štandardom pre automatickú distribúciu hlásení v štúdiu UECP.
- Webovým rozhraním – umožňuje manuálne spustiť poplachový spínač v serveri obsahu (napr. z panelu operátora, alebo ako rezervný mechanizmus).

## 5. PRÍPRAVA DAB VYSIELACIEHO REŤAZCA

Možná príprava vysielacieho reťazca DAB môže obsahovať nasledujúce body [9]:

- Príprava s predstihom:
  - Umožniť varovnú signalizáciu pre všetky multiplexy DAB.

- Zriadiť cesty prenosu signalizácie varovného hlásenia z centrálného dispečingu všetkým vysielacím staniciam.
- Pripraviť textový informačný obsah a prístup do núdzového audio programu.
- Vysielanie varovného hlásenia:
  - Vyslať povel zapnutia („switch on“) všetkým DAB prijímačom.
  - Vyslať varovné hlásenie v audio a textovej forme s maximálnym pokrytím signálom.

## ZÁVER

V článku bola vykonaná analýza technologických platforiem digitálneho rozhlasového vysielania spolu s možnosťami týchto platforiem prenášať varovné hlásenia. Analýza sa týkala štandardov DRM (DRM30, DRM+), T-DAB, T-DAB+.

Výhodou štandardu DRM, DRM+ a DRM30 je výborné pokrytie signálom celého územia štátu, pričom tlmenie signálu v pásmach DV,

SV, KV a VHF je pomerne malé, čo umožňuje kvalitný príjem signálu aj v odľahlých oblastiach.

Z hľadiska zamerania článku je najzaujímavejšou službou možnosť informovať veľké množstvo poslucháčov o očakávaných katastrofách pomocou funkcie EWF. V prípade nutnosti sú DRM prijímače prepnuté do príjmu núdzového vysielania nútene, alebo sa prepnú automaticky. Vysielanie varovných hlásení kombinuje signalizáciu na displeji, audio vysielanie, textové správy a môže obsahovať správu s detailnou informáciou vo viacerých jazykoch. Funkcia EWF dokáže komunikovať s akýmkoľvek DRM prijímačom, bez nutnosti použitia doplnkov, pričom prijímače sú povinne vybavené touto funkciou.

Nevýhodou tohto štandardu sú jeho obmedzené technické parametre, a preto predstavuje len akýsi medzistupeň pri budovaní komplexného a sofistikovaného systému digitálneho rozhlasu. Na Slovensku bolo experimentálne skúšané rozhlasové vysielanie systémom DRM30 v roku 2006 v Bratislave a momentálne sa nepredpokladá jeho ďalšie budovanie. Skúšobné vysielanie DRM+ prebiehalo v Bratislave v rokoch 2011 až 2015. Tento systém je technicky výhodný a vhodný (najmä pre lokálne vysielanie), v súčasnosti je však najväčšou prekážkou jeho rozvoja nedostupnosť prijímačov.

Nespornou výhodou štandardu T-DAB, resp. T-DAB+ je jeho značné rozšírenie po celej Európe. Na Slovensku začalo skúšobné vysielanie T-DAB+ dňa 15. decembra 2015. Spoločnosť Towercom, a. s. šíri programové služby verejnoprávneho vysielateľa RTVS (Rádio Slovensko, Rádio Devín, Rádio FM, Rádio Junior a Rádio Pyramída), a to z vysielateľa Bratislava - Kamzík vo frekvenčnom bloku 12C s maximálnym vyžiarovým výkonom 3,6 kW, s vertikálnou polarizáciou a s kapacitou multiplexu 1,5 Mbit/s. To umožňuje rozšíriť počet programových služieb na 12 až 15 v závislosti od požadovanej kvality, resp. šíriť aj iné doplnkové dátové služby. V júli 2016 bolo začaté vysielanie rovnakých programových služieb RTVS aj z vysielateľa Košice – Heringeš vo frekvenčnom bloku 12B s maximálnym vyžiarovým výkonom 2 kW.

V júli 2016 začala experimentálne vysielanie aj spoločnosť AVIS, s.r.o. Vysielač umiestnený na kóte Zobor pokrýva Nitru a okolie

s maximálnym vyžiarovým výkonom 5 kW vo frekvenčnom bloku 11C. Šírených je 6 programových služieb RTVS (Rádio Slovensko; Rádio Pyramída; Rádio Devín; Rádio Litera; Rádio Junior; Rádio FM) a 3 programové služby vysielateľov s licenciou (Rocková Republika, New model radio, Europa 2).

Určitou, ale nie zásadnou nevýhodou štandardu T-DAB je určite horšie pokrytie územia signálom, vzhľadom na vyššie frekvenčné pásma (TV III), no táto nevýhoda je dostatočne vyvážená podstatne kvalitnejšou technológiou oproti DRM, ktorú štandard DAB využíva.

Z pohľadu zamerania tohto článku je výhodou štandardu DAB implementácia systému núdzového varovania EWS, ktorý umožňuje pozemské vysielanie varovných hlásení pre oblasti s veľkou populáciou pomocou FIC kanála systému T-DAB+. Pretože je potrebná len malá prenosová rýchlosť na prenos núdzovej správy, systém používa kanál FIC, ktorý je vďaka robustnému kanálovému kódovaniu (kódový pomer 1/3) dostupný aj v oblastiach s problematickým príjmom rozhlasového vysielania DAB. Okrem toho FIC kanál nie je časovo prekladaný, takže môže byť okamžite dekodovaný, bez nutnosti čakať na príjem ďalších prenosových rámcov, čo urýchľuje príjem varovnej správy.

Iný spôsob núdzového vysielania spočíva vo vyslaní varovných hlásení v kombinácii s funkciou automatického prepnutia frekvencie. V tomto prípade jedna služba DAB obsahuje varovné hlásenie a všetky ostatné služby sa prepnú na túto službu s varovným vysielaním. Hlásenie môže byť text, reč alebo program pridružené dátové služby, alebo všetky spolu v rovnakom čase, ak je umožnený príjem multimediálnych správ.

Nevýhodou EWS je nutnosť použiť špeciálny prijímač, ktorý dekoduje informáciu prenášanú službou. Tento problém odstraňuje funkcia EWF, ktorá môže byť prijímaná štandardnými prijímačmi digitálneho rozhlasového vysielania DAB. Podrobný popis tejto funkcie však nie je voľne dostupný.

#### **Podakovanie**

Tento článok bol podporený MŠVVaŠ Slovenskej republiky v rámci projektu CEIXDS 2 (ITMS 26220120028)“.

## LITERATÚRA

- [1] ETSI ES 201 980 V4.1.1:2014 *DigitalRadioMondiale (DRM); SystemSpecification*. Dostupné na: <https://www.drm.org/wp-content/uploads/2014/01/DRM-System-Specification-ETSI-ES-201-980-V4.1.1-2014-01.pdf>.
- [2] STN 34 5353: 2001 *Frekvenčné pásma na šírenie televíznych a rozhlasových signálov*. Dostupné na: [https://www.vus.sk/apvv-ewf/dokumenty/pozemske\\_dig\\_R\\_vysielanie\\_2017\\_v3.pdf](https://www.vus.sk/apvv-ewf/dokumenty/pozemske_dig_R_vysielanie_2017_v3.pdf).
- [3] *Pozemské digitálne rozhlasové vysielanie v pásmach LF, MF, HF a VHF s využitím systémov DRM a DRM+*. Záverečná správa úlohy 358/122, 2008, VÚS Banská Bystrica.
- [4] *DRM – Digital Radio Mondiale. Emergency Warning Functionality (EWF)*. Dostupné na: <http://www.drm.org/wp-content/uploads/2014/07/DRM-EWF-Emergency-Warning-Overview-v2.pdf>.
- [5] *Rec. ITU-R BS.1114-9 Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3 000 MHz*. Dostupné na: <https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1114/en>.
- [6] ETSI EN 300 401 V1.4.1:2006 *Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers*. Dostupné na: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/300400\\_300499/300401/01.04.01\\_40/en\\_300401v010401o.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300400_300499/300401/01.04.01_40/en_300401v010401o.pdf).
- [7] HAGARA, L. *Analýza možností šírenia varovných hlásení prostredníctvom digitálneho rozhlasového systému T-DAB+*. Bakalárska práca. Žilina 2016.
- [8] KOZAMERNIK, F. *Digital Audio Broadcasting radio now and for the future*. Dostupné na: [https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_265-kozamernik.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_265-kozamernik.pdf).
- [9] ZINK, A. *DAB EWF – Emergency Warning & Alert Functionality*. Dostupné na: [http://www.dutchguild.nl/14nov13/DAB-EWF\\_Emergency-Warning\\_zink\\_v1\\_2013-11-12.pdf](http://www.dutchguild.nl/14nov13/DAB-EWF_Emergency-Warning_zink_v1_2013-11-12.pdf).
- [10] HOEG, W., LAUTERBACH, T. *Digital Audio Broadcasting – Principles and Applications of DAB, DAB+ and DMB*. John Wiley & Sons Ltd. 2009.
- [11] *Emergency Warning Systems in DAB*. Dostupné na: <https://worlddabeureka.org/2012/10/25/emergency-warning-systems-in-dab/>.
- [12] KYSELÁK, J., ULLRICH, D., AMBROZOVÁ, E., VANĚČEK, F. *Rozhodování a schopnosti obyvatelstva reagovat ve stížených podmínkách*. In: KRIZOVÝ MANAŽMENT, 2/2017, str. 23-32, Žilinská univerzita v Žiline, ISSN 1336-0019.