

PROBLEMATIKA ŠÍŘENIA RÁDIOVÝCH VLN VKV A UKV Z POHĽADU ŠTÁTNEHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU A GIS

Plk. Ing. Martin MARKO, CSc.

Kpt. Ing. Marián BABJAK, PhD.

Katedra rádiokomunikačných systémov
Vojenská akadémia v Liptovskom Mikuláši

Od okamihu realizácie prvého rádiového spojenia prešlo už veľa času a rádiová komunikácia sa stala neoddeliteľnou súčasťou nášho života. Používanie rádiotelefov, prenosných rádiostaníc, satelitná komunikácia, príjem televízneho a rozhlasového vysielania je dnes pre nás samozrejmosťou. Na budovách vnímame rôzne anténové stožiare s úplnou samozrejmosťou a len málokto sa zamýšľa nad problémom, čo všetko je potrebné zabezpečiť, aby rádiokomunikačné systémy fungovali. Na rozdiel od prenosu signálov po pevných vedeniach, kde sú jednotlivé komunikačné kanály spravidla oddelené použitím samostatného vedenia, je pri rádiokomunikácií použitá ako médium pre prenos časť frekvenčného spektra. Tento fakt je obmedzujúci, pretože na realizáciu úspešného prenosu rádiových signálov je potrebné vylúčiť vzájomné rušenie rádiových kanálov. Súčasne je potrebné umiestniť koncové zariadenia tak, aby bol zabezpečený dostatočný prenos energie medzi vysielateľom a prijímačom s dostatočným odstupom užitočného signálu od signálov rušiacich.

V tomto príspevku sa pokúsime zodpovedať na otázku: „Aké sú požiadavky na štátny informačný systém a GIS z pohľadu zavádzania nových a prevádzkovania existujúcich rádiokomunikačných systémov“ ?

Pri návrhu rádiokomunikačného systému musí projektant akumulovať značné množstvo údajov technického charakteru potrebných pre projekciu systému. Vo väčšine prípadov je možné tieto informácie získať z technickej dokumentácie prostriedkov, ktoré majú byť nasadené (výkon vysielateľa, vyžarovacie charakteristiky antén, citlivosť prijímača, požadovaný odstup signálu od šumu a pod.). Vychádzajúc z požiadaviek kladených na rádiokomunikačný systém musí navrhnúť optimálne rozmiestnenie prostriedkov v oblasti nasadenia systému.

Pre efektívne riešenie tejto časti projektu je potrebné mať k dispozícii informácie o priestore nasadenia vo forme vhodnej pre automatizované spracovanie – nejakú formu GISu. Existencia údajovej bázy umožní projektantovi optimálne rozmiestniť prostriedky z pohľadu existencie prístupových ciest, existencie zdroja napájania a pod.. Tieto činnosti je možné vykonať aj bez existencie GISu. Avšak pre optimalizáciu rozmiestnenia z pohľadu zabezpečenia služieb rádiokomunikačného systému v požadovaných oblastiach je potrebné simulovať nasadenie systému a riešiť otázky spojené s predikciou intenzity poľa v obsluhovaných oblastiach.

Zložitosť tejto úlohy závisí od typu rádiokomunikačnej služby a použitého frekvenčného pásma. V prípade rádioreléových sietí a rádiových smerov postačuje predikovať intenzitu elektromagnetického poľa na smere bod-bod. V prípade návrhu hromadných rádiových sietí je potrebné predikovať plošné pokrytie oblasti. Je teda potrebné riešiť problém predikcie typu bod-oblasť. Riešenie takýchto komplexných problémov si je možné len ťažko predstaviť bez možnosti automatizácie s využitím GIS. V ďalšom nebudeme unavovať teoretickým riešením problematiky šírenia rádiových vln, ale pokúsime sa špecifikovať požiadavky kladené na GIS z pohľadu riešenia týchto úloh. V diskusii sa obmedzíme na prípad typu spojenie bod-bod (úloha typu bod-oblasť sa dá interpretovať ako opakované riešenie úlohy bod-bod).

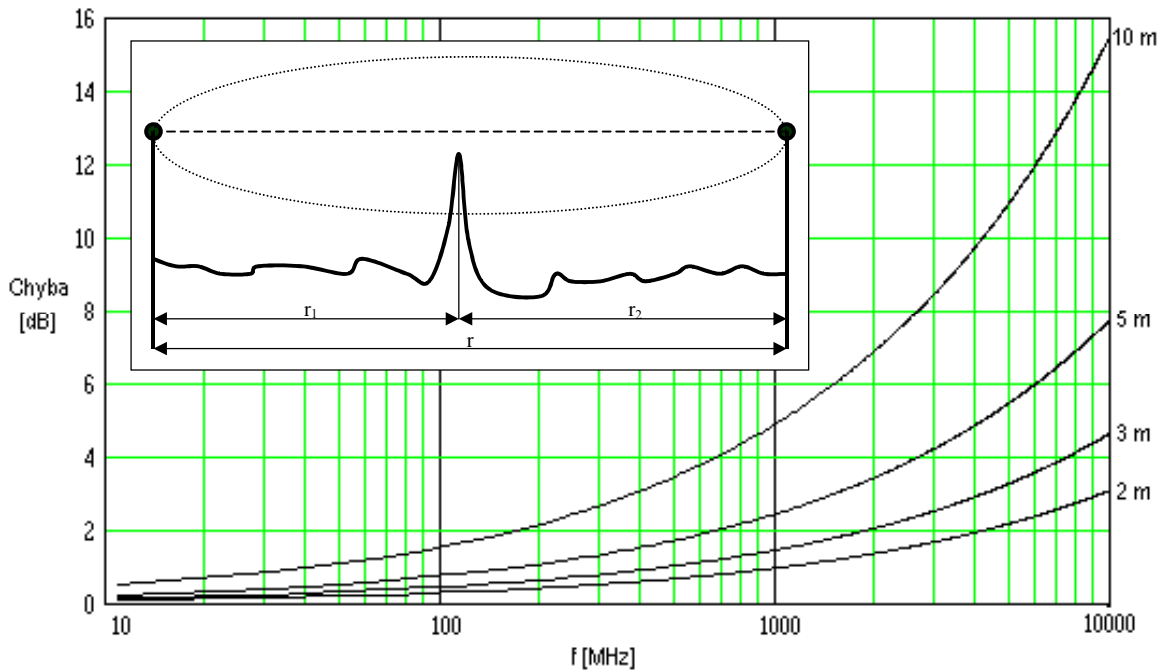
Požiadavky na presnosť digitálneho modelu reliéfu závisia od frekvenčného pásma, v ktorom má rádiokomunikačný systém pracovať. Vplyv terénneho reliéfu sa začína prejavovať na dolnej hranici pásma VKV a plne determinuje šírenie v pásmach UKV a SKV. Presný explicitný vzťah na určenie požadovanej presnosti digitálneho modelu reliéfu v závislosti od použitej frekvencie nie je možné priamo odvodiť. Na získanie predstavy o vplyve nepresnosti digitálneho modelu reliéfu uvádzame nasledujúci príklad.

Uvažujme, že do 1. Fresnelovej zóny zasahuje prekážka klinovitého typu. Veľkosť chyby vnesenej do výpočtu doplnkového útlmu spôsobenej nepresnosťou digitálneho modelu reliéfu je možné určiť približným vzťahom

$$\pm a_{ch} = 6 \cdot \left(1 - \frac{v_{ch}}{\sqrt{\frac{300 \cdot r_1 \cdot r_2}{f \cdot r}}} \right), \quad [dB] \quad (1)$$

kde a_{ch} je chyba vnesená nepresnosťou digitálneho modelu, v_{ch} je absolútna veľkosť výškovej chyby a f je frekvencia v MHz. Význam veličín r_1 , r_2 a r je zrejmý z obr. 1. Na tomto obrázku je zobrazená funkčná závislosť vzťahu (1) pre výškovú chybu 2, 3, 5 a

10 m. Sledujme priebeh závislosti pre výškovú chybu 5 m, ktorá je výškovou chybou v súčasnosti naplňovaného digitálneho modelu reliéfu vo VISÚ garantovanou pre 95% územia. Z obrázku je zrejmé, že vnesená chyba je menšia než 2 dB pre frekvencie do približne 600 MHz. V oblasti vyšších frekvencií vnesená chyba rýchlo rastie a v oblasti 3 GHz presahuje 4 dB.



Obr.1. Závislosť veľkosti chyby vnesenej výškovou chybou digitálneho modelu reliéfu na pracovnej frekvencii pre klinovitú prekážku

Je potrebné upozorniť, že prekážka klinovitého typu je prekážkou, ktorá vnáša najmenší doplnkový útlm. Chyba vnesená prekážkami typu guľový vrchlík bude podstatne väčšia. Navyše pri výpočte na trasách s väčším počtom prekážok sa budú vnesené chyby akumulovať.

Prenesme pozornosť od digitálneho modelu reliéfu k požiadavkám na informácie o nastavbových prvkoch reliéfu. Z pohľadu šírenia rádiových vln je významná hlavne informácia o pôdnom a rastlinnom kryte, obzvlášť informácia o výške lesných porastov. V bázach údajov, ktoré sú k dispozícii k dnešnému dňu táto informácia buď absentuje alebo je neaktuálna. Pri návrhoch špecifických rádiových spojov (hlavne v pásme KV) je požadovaná aj informácia o relatívnej vlhkosti pôdy.

Veľmi žiadanou je informácia o type zástavby v sídlach s uvedením priemernej výšky objektov. Tento typ údajov bol plánovaný už v Číselníku topografických objektov v DMÚ 200, ale v skutočnosti nikdy naplnený nebol.

Ďalšou požadovanou informáciou o nastavbových prvkoch je informácia o zdrojoch elektromagnetického žiarenia, pri ktorej sa podrobnejšie zastavíme.

Doteraz sme sumarizovali požiadavky na GIS pri projekcii jedného rádiového smeru alebo jednej rádiovkej siete. Aby nedochádzalo k vzájomnému rušeniu rádiokomunikačných systémov je potrebné pri projekcii zohľadniť vzájomné vplyvy medzi navrhovaným systémom a systémami už pracujúcimi alebo plánovanými. V tomto bode riešenia je potrebné mať k dispozícii informácie o všetkých rádiokomunikačných systémoch pracujúcich v oblastiach plánovaného nasadenia nového systému. Tu sa zvyrazňujú ďalšie požiadavky na GIS a hlavne na štátny informačný systém, pretože pre vylúčenie vzájomného rušenia je potrebné mať k dispozícii pomerne podrobné informácie o všetkých rádiových systémoch pracujúcich v oblasti plánovaného nasadenia nového systému. V štátnom informačnom systéme by teda mali byť obsiahnuté informácie o zdrojoch elektromagnetického žiarenia v súlade s medzinárodnými normami a odporúčaniami (Rádiokomunikačný poriadok, Viedenské dohovory) pri rešpektovaní národných noriem (Národnej frekvenčnej tabuľky-NFT) a požiadaviek frekvenčného manažmentu najdôležitejších rezortov (dopravy, pôšt a telekomunikácií, obrany, vnútra, ...).

Základné rozdelenie údajov môže mať nasledujúcu štruktúru:

- údaje o administrácii;
- údaje o vysielaci (vysieláčoch) rádioelektronického prostriedku;
- údaje o anténach;
- údaje o prijímači (prijímačoch) a lokalite korešpondentov;
- doplnkové informácie.

Z pohľadu štátneho informačného systému a požiadaviek na GIS je potrebné zdôrazniť, že štruktúra bázy údajov o zdrojoch elektromagnetického žiarenia, jej rozsah a obsah, musí byť jednotný a unifikovaný.

Údaje o vysielaci aj prijímači, okrem špecifických technických údajov (frekvenčné pásmo, trieda a druh služby, nosná frekvencia, výkon vysieláča, ...), obsahujú aj údaje o umiestnení stanice, čiže jej geografické koordináty, ktorých presnosť musí korelovať s požiadavkami na presnosť a metódami projektovania jednotlivých služieb v danom frekvenčnom pásme.

Tieto nastavbové údaje musia odrážať požiadavky jednotlivých rezortov na architektúru, funkčnosť a množstvo služieb poskytovaných v bežnej prevádzke, ale aj v krízovom manažmente pri prírodných a priemyslových katastrofách.

Z praktického hľadiska je možné bázu údajov a prístup k nej členiť do štyroch vrstiev:

1. nadrezortnej (centrálnej);
2. rezortnej;
3. krajskej, resp. okresnej;
4. miestnej.

Na tomto mieste je potrebné zdôrazniť, že báza údajov o nadstavbe rádiových systémov musí mať otvorenú architektúru s doplňovaním údajov od rezortov s verifikáciou v centrálnej báze údajov frekvenčného manažmentu na Úrade telekomunikácií Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií.

1. Literatúra

- [1] KLIMA, J.: Problémy plánovania pozemnej pohyblivej služby. In: Zborník z konferencie Rozvoj pozemnej pohyblivej služby, Banská Bystrica, 1989, str.77-83.
- [2] MARKO, M.: Evidencia zdrojov vyžarovania elektromagnetickej energie. In: Zborník z konferencie Softwarová podpora řízení spojení a informačních systémů, Vojenská akademie Brno, Brno, 1997, str.101-103.
- [3] MARKO, M. – BABJAK, M. – GOTTSTEIN, M. : Využitie digitálnych modelov terénu pre podporu plánovania rádiového spojenia v pásmach VKV a UKV. In: Zborník referátov Geoinformatika v službách Armády Slovenskej republiky, Banská Bystrica, 1998, str.17-27.