

# Aplikacija za predikciju polja za analogne i digitalne radio-difuzne servise u VHF i UHF frekvencijskom području

Ivana I. Lacković, Petar Z. Manasijević i Dušan P. Marković

**Sadržaj** — Aplikacija “Zone pokrivanja” nastala je iz potrebe za ubrzanjem i automatizacijom izrade tehničke dokumentacije radio-difuznih predajnika RDU-RTS. U radu su opisani osnovni prikazi aplikacije i planiranje digitalnih radio-difuznih servisa u VHF u UHF frekvencijskom opsegu. Aplikacija je bazirana na preporuci Međunarodnog biroa za telekomunikacije P.1546-3.

**Gljučne reči** — DVB-T, DVB-H, T-DAB, T-DMB Propagacija, planiranje servisa VHF, UHF, ITU P.1546-1, ITU P.1546-2, ITU P.1546-3.

## I. UVOD

RADIO propagacija je složen fizički fenomen i postojanje modela koji ga opisuju donekle olakšava problem predikcije polja. Za planiranje radio i televizijskih analognih servisa u VHF i UHF opsegu dugi niz godina je bila u upotrebi preporuka [1] u kojoj su date krive polja (dobijene na osnovu empirijski utvrđenih podataka) za dve tipične frekvencije na VHF i UHF opsegu (100MHz i 600MHz), uz korekcije za talasnost terena i ugla prokrćenosti. Uvođenjem digitalnih servisa uvedene su i preporuke za planiranje istih. U osnovi krive iz preporuke [1] ostale su iste, ali je promenjen opseg za rastojanja (od 1km); promenjene su korekcije za ugao prokrćenosti; izbačena je korekcija za talasnost terena i dati su čak i analitički izrazi za kopnene trase i procedura za implementaciju [2]. Dodate su krive za frekvenciju  $f=2000$  MHz. Uvedena je i korekcija usled troposferskog rasipanja [4] kao i korekcije za kratke trase i urbane zone, da bi model bio prihvatljiv za planiranje mobilnih servisa i kako bi se za mala rastojanja približio Okamura-Hata metodu. Za izradu aplikacije korišćen je *MS Visual Studio C++*. Izrada aplikacije je trajala oko godinu dana, pri čemu su delovi koda poput dijaloga *tv kanali* i deo oko proračuna DVB-T (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*) medijana rađeni pre 2003 godine, što je

zahtevalo naknadne korekcije. Kada je počela izrada aplikacije, u upotrebi je bila preporuka ITU P.1546 verzija 2 [3]. Tokom rada, skoro pri finalizaciji izašla je i verzija 3 [4], tako da je rad na izradi aplikacije produžen. Prva zamisao je bila da se pomoću softvera planiraju radio-difuzni fiksni servisi: radio i televizija, ali se u međuvremenu događaju velike promene u tim frekvencijskim opsezima i ustupa se mesto novim digitalnim servisima koji pružaju mobilnost korisniku, pa su implementirane i funkcije za planiranje: T-DAB (*Terrestrial Digital Audio Broadcasting*), DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handheld*) i T-DMB (*Terrestrial - Digital Multimedia Broadcast*) servisa. Takođe, softver može da se koristi i za planiranje funkcionalnih veza.

U poglavlju II se nalazi kratak opis aplikacije, kao i mogućnosti za rad; zatim se u poglavlju III vrši detaljniji opis svih prikaza i opcija aplikacije. Na kraju, u poglavlju IV, dat je opis planiranja emitovanja digitalnih servisa.

## II. OPIS APLIKACIJE

Aplikacija je organizovana u standardnoj *doc-view* formi, koja može imati više prikaza: tabelarni proračun, grafički prikaz profila terena i nivoa medijane polja uz uračunate korekcije, prikaz zone na georeferenciranim kartama uz ucrtane senke. Izlaz iz programa je predviđen za štampanje, pri čemu na raspolaganju imamo prikaz sa korakom: 1, 3 ili 10 stepeni. Implementirano je memorisanje (arhiviranje) za svaki podatak koji je korišćen u dokumentu. Postoji mogućnost snimanja dokumenta koji sadrži parametre: ERP (*Effective Radiated Power*) - efektivna izračena snaga u odnosu na polutaladni dipol, horizontalni antenski dijagram, visinu centra emisije antene, WGS (*World Geodetic System*) koordinate lokacije, kao i efektivne visine, tako da je planiranje više servisa sa iste lokacije vrlo jednostavno. Učitavanje podataka profila je u formi tekstualnog fajla, gde su dati podaci organizovani u tri kolone. Vrednosti u prvoj koloni predstavljaju azimut, u drugoj rastojanje od predajnika, a u trećoj predstavljaju nadmorsku visinu terena. Ovi podaci mogu biti dobijeni sa digitalnog modela SRTM3 (*Shuttle Radar Topography Mission*) [13], ili dobijeni na neki drugi način (npr. korišćenjem podataka direktno očitanih sa geografskih karata). Na osnovu koordinata kote softver poziva kartu izvorne razmere 1:300 000 i pozicionira se na njoj.

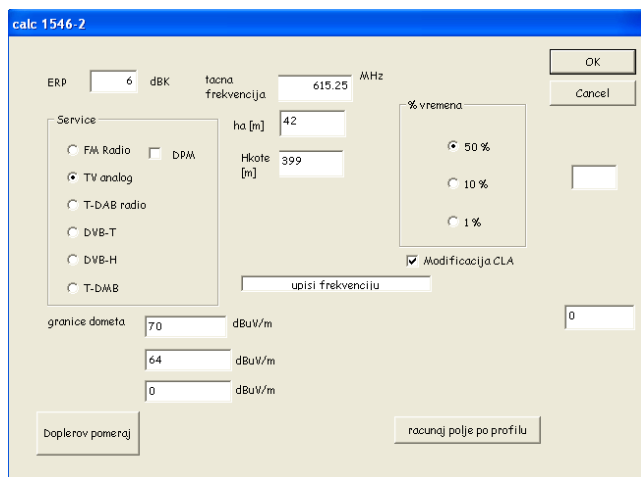
Automatski se izračunava zona pokrivanja po

I. I. Lacković, dipl.inž., RDU-Radio Televizija Srbije, Kneza Višeslava 88, Beograd, Srbija (telefon: 381-64-8612959; faks: 381-11-3559560; e-mail: ivana@rts.rs).

P. Z. Manasijević, dipl.inž., RDU-Radio Televizija Srbije CSV, Kneza Višeslava 88, Beograd, Srbija (telefon: 381-63-7242383; faks: 381-11-3559560; e-mail: petar.manasijevic@gmail.com).

mr. D. P. Marković, dipl.inž., RDU-Radio Televizija Srbije, Kneza Višeslava 88, Beograd, Srbija (telefon: 381-64-8612801; faks: 381-11-3559560; e-mail: dule.markovic@rts.rs).

preporuci [4], za FM servis  $f = 100$  MHz, kao i granice minimalne jačine upotrebljivog polja za stereo servis u urbanoj sredini, predgrađima i ruralnoj sredini. Prvo računanje se vrši sa omni antenom i ERP-om od 1 kW. Može se učitati i drugačiji antenski dijagram, koji se kao skup tekstualnih datoteka nalazi uz program. Prikaz antenskog dijagrama može biti u logaritamskoj ili linearnoj razmeri. Moguće je rotirati dijagram za određen inkrement dat u stepenima kako bi odgovarao stvarnoj orijentaciji na stubu.



Sl. 1. Dijalog prozor *calc1546-2*.

Pozivanjem stavke menija *Model Calc1546* otvara se dijalog *calc1546-2* koji omogućava izbor modela: 2 ili 3 (u zavisnosti od preporuke koja se koristi, [3] ili [4]), kao i podešavanje parametara visine centra antenskog sistema, frekvencije i izračene snage (Sl.1).

Moguće je izabrati krive propagacije za 50%,10% ili 1% vremena za kopnene trase.

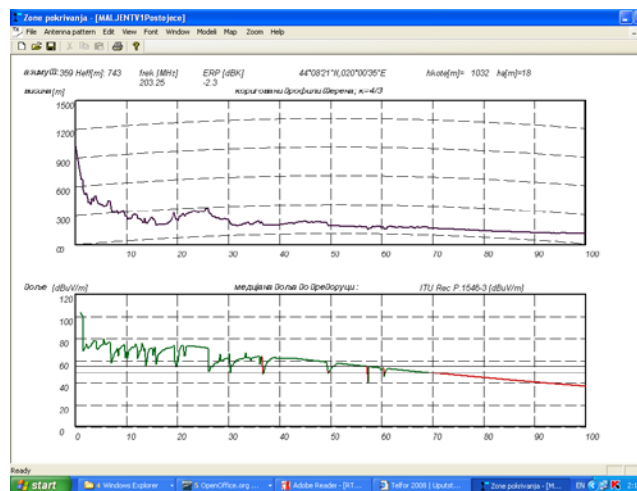
Softver u sadašnjoj varijanti posmatra teren u razdaljini do 100 km od predajne lokacije što u slučajevima zona ometanja i visokih ERP-ova nekad nije dovoljno. Većina RTS predajnika spada u radio stanice srednje snage sa izračenim snagama od 1kW do 25kW a maksimalna efektivna visina za sve RTS lokacije je 1023m, tako da u tim slučajevima zadovoljava naše potrebe.

### III. OPCIJE APLIKACIJE

#### A. Prikaz profila trase

Na slici 2 dat je prikaz jedne trase. To je profil terena od emisione lokacije Maljen u pravcu azimuta 359. Profil je iscertan u dužini od 100 km sa korakom od 200m. Prikaz računa efektivni radijus zemlje pri čemu se za zakrivljenje uzima faktor 4/3. Proračun medijane polja takođe je rađen sa korakom od 200m pri čemu se kao prva tačka uzima tačka na rastojanju od 1 km. Obzirom na geografiju naše zemlje koristi se samo proračun za kopnene trase. Automatski se na osnovu profila izračunava efektivna visina terena koja uključuje i visinu centra antenskog sistema. Kako efektivna visina obično nije jedna iz skupa za koje je data kriva, vrši se

interpolacija između dveju susednih kriva. Takođe, vrši se i interpolacija za tačnu frekvenciju. Implementirani su analitički izrazi dati u [2].



Sl. 2. Profil terena i očekivana medijana polja

Pri planiranju analogne TV i FM radio-difuzije usvojene su minimalne medijane polja date u dokumentima [5] i [6] respektivno. One predstavljaju inicijalne vrednosti za granice dometa u dijalogu prozoru *calc 1546-2*, a mogu se promeniti u zavisnosti od dejstva ometača. U prikazu *Profili* moguće je zadati dve granice, koje su ucrtane na grafičkom prikazu polja. Zelenom bojom prikazan je nivo polja iznad donje granice, a crvenom nivo ispod donje granice.

#### B. Prikaz tabele proračuna

Tabelarni prikaz može biti urađen sa korakom od  $10^\circ$  ili  $3^\circ$ . Tabela uključuje azimut, efektivnu izračenu snagu, stvarni dijagram antenskog sistema, efektivnu visinu za traženi azimut i domet za zadate granice. U slučaju analogne televizije to su dve granice u zavisnosti od frekvencijskog opsega za koji se vrši planiranje. Dok je u slučaju FM radija moguće postaviti tri granice.

WGS: 44°08'21"N, 020°00'35"E h[kote[m]]= 1032 ha[Tx[m]]= 18 f[MHz]= 203.25  
 az[deg] ERP[dBW] AntP[dB] heff[m] domet[km]  
 55 dBuV/m, 49 dBuV/m.

0	27.6	2.4	743.48	55.6	67.8
10	26.9	3.1	756.72	54.8	67.
20	26.3	3.7	743.36	53.	61.
30	28.3	1.7	719.36	56.	66.8
40	30.	-0.	704.57	58.4	67.4
50	28.3	1.7	709.7	55.6	56.8
60	26.3	3.7	628.48	47.4	59.4
70	26.9	3.1	601.39	45.4	58.2

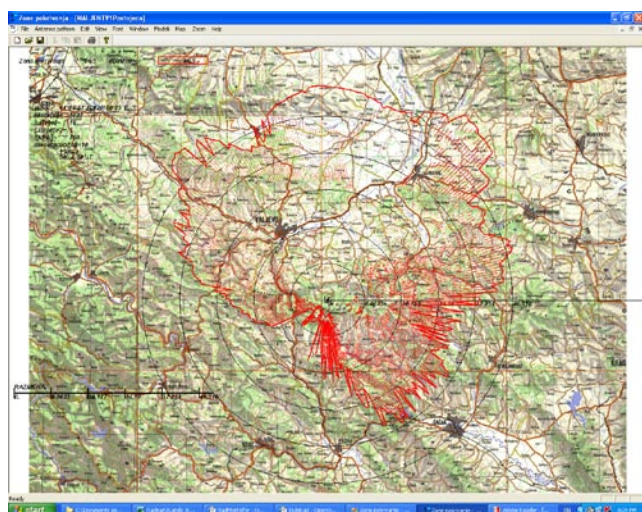
Sl. 3. Deo tabele proračuna.

Za digitalne servise na osnovu proračuna minimalne medijane polja svedene na 10m iznad zemlje moguće je postaviti takođe tri granice: za fiksni prijem, portabilni i mobilni. Domet predstavlja krajnju tačku po profilu na kojoj je polje veće ili jednako zadatoj granici, odnosno mesto van koga prijem u statističkom smislu nije moguć.

### C. Prikaz zone pokrivanja sa ucrtanim senkama

Na osnovu podataka iz profila i proračuna polja prikaz dometa dat je u polarnom dijagramu, pri čemu je azimut 0 u pravcu severa. Prikaz je zamišljen na sledeći način: Kontura crvene boje odgovara *granici 1*: Nivo polja na crvenoj konturi je veći ili jednak *granici 1*. Nivo polja unutar crvene konture je veći ili jednak *granici 1*, van konture niži je od *granice 1*. Crvena šrafura predstavlja nivo polja niži od *granice 1* a viši od *granice 2*. Kontura plave boje odgovara *granici 2*. Nivo polja na plavoj konturi i unutar iste je veći ili jednak *granici 2*. Plava šrafura predstavlja nivo polja niži od *granice 2* a viši od *granice 3*. Kontura magenta boje odgovara *granici 3*. Nivo polja na magenta konturi, kao i unutar iste, je veći ili jednak *granici 3*. Magenta šrafura predstavlja nivo polja niži od *granice 3*.

*Granica 1*, *granica 2* i *granica 3* odgovaraju nivoima polja izraženim u dBuV/m. Ukoliko se ne želi prikaz određene granice, upisuje se karakter „0” u odgovarajuće polje dijaloga *calc 1546-2* (Sl.1)



Sl. 4. Karta zone pokrivanja za hipotetički T-DAB predajnik sa lokacije MALJEN, portabilni prijem

RDU-RTS raspolaže georeferenciranim kartama izvornih razmera 1:50 000, 1:200 000, 1:300 000 i 1:1 000 000. Na slici 4 dat je prikaz zone pokrivanja za samo jednu granicu (portabilni prijem za T-DAB ch 11) uz optimizovan dijagram zračnja sa emisione lokacije Maljen, ERP=5 kW. Prikazana karta je izvorne razmere 1:300 000.

### D. Izlaz iz programa

Izlaz iz programa je predviđen za štampanje. Kao deo tehničke dokumentacije u papirnoj verziji daju se: tabele proračuna, profile terena, karte zona pokrivanja i horizontalni antenski dijagram u logaritamskoj i linearnoj razmeri.

## IV. PLANIRANJE DIGITALNIH SERVISA

Prvi korak u planiranju digitalnih servisa predstavlja određivanje MMFS (*Minimum Median Field Strength*) – Minimalne medijane polja svedene na 10 m iznad zemlje, kako bi se krive iz [3] ili [4] mogle koristiti.

### A. DVB-T

RDU-RTS od 2005 godine eksperimentalno emituje DVB-T servis sa dve lokacije. Na slici 5 dati su parametri DVB-T predajnika koji se emituje sa lokacija Avala 27. kanal UHF i Iriški Venac 30. kanal UHF.

Zahvaljujući ovoj aplikaciji urađena je studija pokrivanja DVB-T signalom sa matičnih lokacija predajnika RTS-a, za fiksni i portabil *outdoor* prijem.

Sl.5. Parametri DVB-T predajnika.

Izračunavanje minimalne medijane polja za DVB-T zavisi od uslova prijema, izabranih parametara modulatora (modulacione šeme i kodnog količnika) i željenog procenta pokrivenosti [10], [11] i [12]. Tabele medijanskih vrednosti i procedure za računanje date su u dokumentu [8] i [9]. Aplikacija je implementirala te tabelarne vrednosti.

Sl.6. Dijalog za proračun medijane polja za DVB-T

Na slici 6. dat je dijalog koji služi za proračun minimalne medijane polja. Obzirom na karakter DVB-T signala pri planiranju pokrivanja zahtevan je viši procenat pokrivenosti lokacija, pa se u izračunavanju MMFS minimalne medijane polja mora o tome voditi računa. Na kraju MMFS su svedene na 10m iznad zemlje. Kako se

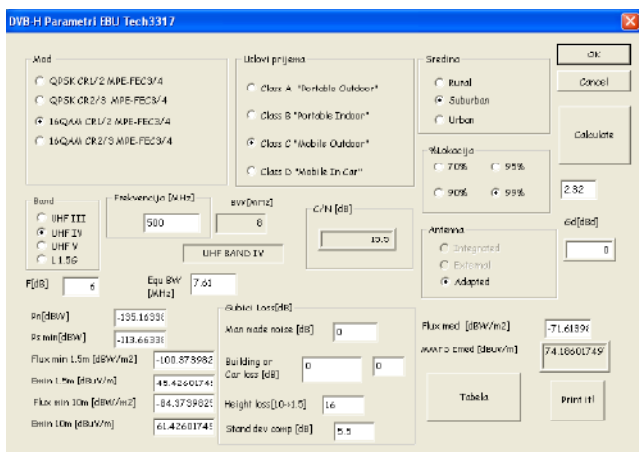
planira i prijem sa sobnom antenom moraju se uračunati i gubici usled prolaska kroz zgradu.

### B. T-DAB

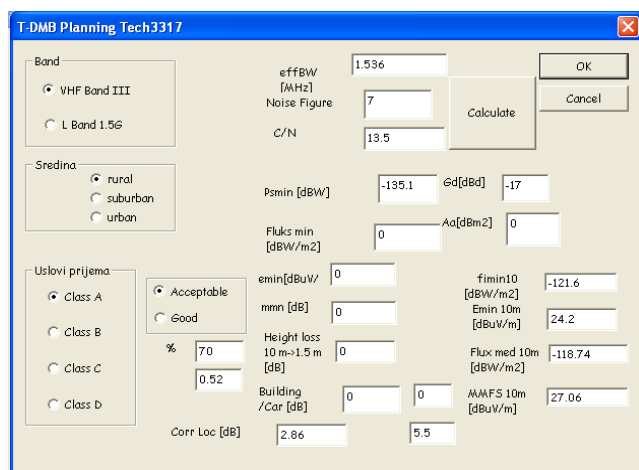
Ovaj servis predviđen je na VHF III i L bandu i za našu zemlju dodeljeni su delovi kanala 11 i 12 VHF [9]. Za planiranje T-DAB servisa usvojene su sa minimalne medijane polja iz dokumenta [9] strana 215.

### B. DVB-H i T-DMB

DVB-H i T-DMB su sistemi za prenos multimedialnih sadržaja i planirani su za mobilni i portabl prijem [10], [11] i [12]. Implementirane planske vrednosti su uzete iz dokumenta [7]. Krive propagacije date u [4] dobijene su za visinu prijemne antene 10m iznad zemlje. Kako su *hand held* servisi predviđeni za prijem iz "ruke" sa referentnom visinom prijemne antene od 1.5m krive propagacije se mogu koristiti ukoliko se uračuna korekcija usled promene visine.



Sl.7. Dijalog za proračun medijane polja za DVB-H



Sl.7 Dijalog za proračun medijane polja za T-DMB

### ZAKLJUČAK

Softver nije nikada više od 95% završen, mada je zahvaljujući njemu analizirano oko 30-tak lokacija i

urađena je tehnička dokumentacija za oko 100 predajnika. Proces planiranja je značajno ubrzan jer ne postoji potreba za traženjem podataka u tabelama, a na klik miša odnosno promenu nekog od parametara, oblika antenskog dijagrama, izračene snage ili visine automatski se proračunava nova zona pokrivanja. Planiran je nastavak razvoja aplikacije odnosno planiran je 3D prikaz karata i dijagrama zračenja.

### LITERATURA

- [1] ITU, ITU-R RECOMMENDATION P.370-7 VHF and UHF propagation curves for the frequency range from 30 MHz to 1000 MHz, 1995
- [2] ITU, ITU-R RECOMMENDATION P.1546-1 (04-2003) Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz
- [3] RECOMMENDATION ITU-R P.1546-2 Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 Mhz(2005)
- [4] RECOMMENDATION ITU-R P.1546-3 Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 Mhz(2008)
- [5] ITU, ITU RECOMMENDATION BT.417-5 Minimum field strengths for which protection may be sought in planning a television service
- [6] ITU, ITU RECOMMENDATION ITU-R BS.412-7 Planning standards for FM sound broadcasting at VHF
- [7] EBU,tec\_doc\_t3317-2007.Planning parameters for hand held reception,
- [8] ETSI TR 101 190 V1.2.1 (2004-11) Technical Report Digital Video Broadcasting (DVB);Implementation guidelines for DVB terrestrial services;Transmission aspects
- [9] Resolution of the First Session of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz, Geneva May 2004,2006
- [10] U. Reimers (Ed.): Digital Video Broadcasting (DVB) – The International Standard for Digital Television, 2nd ed.Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2004.
- [11] Seamus O.Leary,Understanding Digital Terrestrial Broadcasting, Artech House, New York,
- [12] Walter Fischer, Digital Video and Audio Broadcasting Technology, 2<sup>nd</sup> ed, Springer, 2007
- [13] <http://edcftp.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Eurasia/>

### ABSTRACT

After year of 1999. it was necessary to check and verify condition of existing analogue TV and FM services, and to begin with introducing a new digital services. Also it was necessary to automatize and to accelerate the process of making a technical documentation. As a result, it was developed software application “Zone pokrivanja za predikciju polja radio-difuznih servisa” based on recommendation ITU P.1546-3. Thanks to existence of digital model SRTM3, with resolution of 3 arc seconds, it was possible to do calculations based on input data from digital model (though app. can also be independent from this model).

### Software Application for Coverage Prediction for Analogue and Digital Broadcasting Services in VHF and UHF Band

Ivana I. Lacković, Petar Z. Manasijević,  
and Dušan P. Marković