

# JA INA ELEKTRI NOG POLJA BAZNE STANICE MOBILNE TELEFONIJE U ŠAPCU

## ELECTRIC FIELD STRENGTH OF THE BASE STATIONS FOR MOBILE TELEPHONY IN SABAC

Bajro Salkuni <sup>1)</sup>, Alija Salkuni <sup>2)</sup>

**Rezime:** Bazne stanice omogućavaju rad mobilnim operaterima i najčešće su smještene u neposrednoj blizini naseljenog mesta. Kao i drugi radio i TV prijemnici predstavljaju izvore nejonizujućeg zračenja, a samim tim spadaju u zagađivače životne sredine i pretnju za zdravlje čoveka. Antene baznih stanica postavljaju se na visokim krovovima ili na visokim stubovima i emituju visokofrekventno elektromagnetno zračenje, a polje koje stvaraju je nehomogeno, odnosno, jačina električnog polja se menja od tačke do tačke. Merena je jačina električnog polja bazne stanice mobilne telefonije u Šapcu, koja se nalazi u blizini Visoke tehnološke škole strukovnih studija Šabac. Merenja su pokazala da je jačina električnog polja u granicama dozvoljenih vrednosti.

**Ključne reči:** bazna stanica mobilne telefonije, radiofrekventno zračenje, jačina električnog polja

**Abstract:** The base stations enable mobile operators work and are usually located near the settlement. Like other radio and TV emitters they are sources of radio signals and therefore pollutants of the environment and the threat to human health. Base station antennas are placed on the high roofs or on high poles and emit high-frequency electromagnetic radiation. A field generated is non-homogeneous and the electric field strength varies from point to point. We measured the electric field strength of the base stations for mobile telephony in Sabac, which is located near the Higher Technological School of Professional Studies Sabac. Measurements have shown that the electric field strength is in the range of allowed values.

**Keywords:** base stations for mobile telephony, radio frequency radiation, electric field strength

### 1. UVOD

Današnje vreme pripada eri telekomunikacije i telekomunikacijskih uređaja. Ljudska potreba da budu prisutni i dostupni u svakom trenutku iz dana u dan je sve veća, pa samim tim je sve veća proizvodnja i upotreba telekomunikacijskih uređaja. Skoro svako domaćinstvo u kući ima televizor, telefon, računar, a skoro svaki punoletni građanin poseduje od jedan do tri mobilna telefona. Produkcija mobilnih telefona ubrzano raste, tržište je u stalnoj ekspanziji, a izgradnja baznih stanica mobilne telefonije je sve veća. Bazne stanice mobilne telefonije (BSMT), kao i ostali telekomunikacijski uređaji stvaraju elektromagnetno polje, koje može imati širinu od  $120^0$ , i emituju visokofrekventno elektromagnetno zračenje, koje zagađuje prirodu i postoje indicije da ima štetno dejstvo na ljudsko zdravlje.

Visokofrekventno elektromagnetno zračenje spada u grupu nejonizujućeg zračenja, koja imaju energiju fotona manju od 12,4 eV. Ova zračenja nemaju dovoljnu energiju da izazovu jonizaciju

atoma u živim organizmima, pa samim tim se smatraju manje štetnim od jonizujućeg zračenja, koja imaju sposobnost jonizacije. Uslove i mere zaštite zdravlja ljudi i zaštite životne sredine od štetnog dejstva nejonizujućeg zračenja propisuje zakon o zaštiti od nejonizujućeg zračenja, dok pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima, određuje bazične granice ograničenja i referentne granice nivoa izlaganja stanovništva električnim, magnetnim i elektromagnetnim poljima različitih frekvencija.

Izvori nejonizujućeg zračenja mogu biti prirodni i antropogeni. Prirodni izvori nejonizujućeg zračenja su retki i izrazito slabi. Jedini izvori su Sunce, udaljeni pulsari, ostali kosmički izvori, kao i zemaljski izvori kao što je munja ili Zemljino magnetno i električno polje. Svi ostali izvori nejonizujućeg zračenja su proizvod ljudske delatnosti. U njih spadaju dalekovodi, trafostanice, bežični telefoni, televizori, računari, električni vozovi, tramvaji, trolejbusi, mobilni telefoni, bazne stanice mobilne telefonije,...

1) Bajro Salkuni, student, Visoka tehnološka škola strukovnih studija Šabac, mail: [baki.salkunic@gmail.com](mailto:baki.salkunic@gmail.com)

2) Alija Salkuni, student, Visoka tehnološka škola strukovnih studija Šabac, mail: [salkunica@gmail.com](mailto:salkunica@gmail.com)

Nejonizuju a zra enja se u elektromagnetnom spektru mogu podeliti na dve široke oblasti: nejonizuju a elektromagnetna polja i opti ko zra enje. Jasna razlika izme u oblasti opti kog zra enja i visokofrekventnog elektromagnetnog polja javlja se na talasnoj dužini od približno 1 mm, odnosno 300 GHz. Opti ko zra enja obuhvata: infracrveno zra enje, vidljivu svetlost i ultraljubi asto zra enje. "Neopti ko" zra enje obuhvata:

1. Niskofrekventno (NF) zra enje;
2. Visokofrekventno zra enje (VF).

Niskofrekventno zra enje jeste nejonizuju e zra enje opsega izme u 0 i 10 kHz. Deo NF opsega izme u 0 i 300 Hz jeste zra enje ekstremno niskih frekvencija (ENF).

Visokofrekventno (VF) zra enje obuhvata opseg nejonizuju eg zra enja od 10 kHz do 300 GHz. Deo VF opsega izme u 300 kHz i 300 GHz naziva se radiofrekventno (RF) zra enje. Deo RF opsega izme u 300 MHz i 300 GHz jeste mikrotalasno. VF zra enje se primenjuje za radio i televiziju, radar, i ostale RF-mikrotalasne komunikacione ure aje, za pomorske i vazduhoplovne radio navigacijske ure aje. Srednjefrekventni opseg, koji obuhvata talasne dužine manje od 200 metara, prepušten je eksperimentima i radio amaterima. Frekvencije od posebnog interesa za celularne komunikacije su u opsegu od 800 do 900 MHz, dok je opseg frekvencija personalnih komunikacija od 1700 do 2200 MHz. Frekvencija od 2,45 GHz je rezervisana za industrijske, nau ne i medicinske ure aje, a najviše za mikrotalasne pe nice. Frekvencije opsega (3-300 GHz) se koriste za radar, mobilni radio i satelitske potrebe.

Za elektromagnetno polje, u kom se prostire elektromagnetno zra enje, jedna od najzna ajnijih fizi kih karakteristika jeste ja ine elektri nog polja. Ja ina elektri nog polja predstavlja silu koja deluje na jedini no naelektrisanje,

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}, \quad [E] = \frac{N}{C} = V/m$$

gde je: E ja ina elektri nog polja, F sila, a q koli ina naelektrisanja. Elektri no polje se grafi ki može predstaviti linijama sila.

## 2. BAZNE STANICE MOBILNE TELEFONIJE

Bazne stanice mobilne telefonije predstavljaju lokacije na kojima se nalaze primopredajni ure aji

i odgovaraju a telekomunikaciona oprema koji služe za povezivanje baznih stanica sa ostalim delovima javne mobilne telekomunikacione mreže. Po svojoj funkciji BSMT se definišu kao primopredajni sistemi iji predajnici spadaju u grupu sa malom snagom od nekoliko desetina vati koji emituju jedan uzak snop radiofrekventnih talasa.

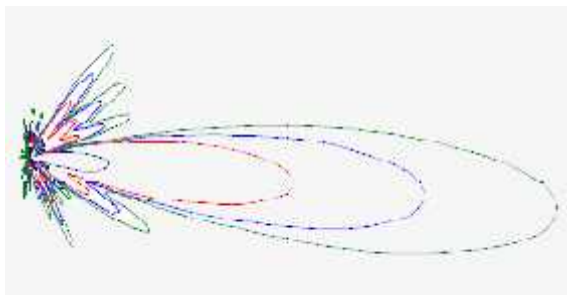
Glavni delovi bazne stanice su radio primo-predajnici i antene. Radio primo-predajnici služe za prijem i slanje signala korisnicima mobilnih telefona, a antene služe da usmeravaju energiju koju prime od predajnika. Prijem signala se vrši na jednoj frekvenciji, a slanje na drugoj. BSMT može istovremeno biti funkcionalna u tri mobilne mreže koje se, pored tehnološkog nivoa i mogu nosti prenosa govora, podataka ili slike, razlikuju i po frekvencijskim opsezima koje koriste, pa samim tim postoje GSM – Global System for Mobile 900, GSM 1800 i UMTS – Universal Mobile Telecommunications System, koji je poznatiji kao 3 G i ima frekvencijski opseg od oko 2100 MHz, sa realnim prodorom ka 4 G i naprednijim tehnologijama iji se razvoj može samo slutiti.

Bazne stanice se razlikuju i prema mestu i o ekivanom intezitetu saobra aja. Postoje bazne stanice koje pokrivaju vangradske i gradske sredine i mikro BSMT koje služe za pokrivanje malih zona, poput tržnog centra, delova ulica itd.

Potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje kao i po okolinu predstavljaju antene baznih stanica. Antene koje koriste BSMT mogu da zra e paralelno sa zemljinom površinom jednako u svim smerovima ili da deluju dominantno u jednom uskom sektoru. One stvaraju uzak snop zra enja koji iznosi svega nekoliko stepeni i usmeravaju energiju koju su primile od predajnika u relativno uskom smeru i na taj na in je nivo polja u tom smeru od nekoliko desetina do sto puta ve i nego kod antena koje bi zra ile u svim smerovima jednako. Pošto antene nisu idealne, postoji i nivo zra enja i iza i ispod antene. Nivo zra enja nije jednak u svim smerovima, jer pored polja zra enja koje se odvaja od antene postoje i polja koja su „vezana“ uz nju i koja naglo slabe udaljavanjem. Iz tog razloga je polje u neposrednoj blizini antene složeno, dok udaljavanjem od antene dominira polje zra enja koje je po svojoj strukturi nehomogeno, odnosno promena nivoa polja od ta ke do ta ke ne opada srazmerno.



*Slika 1 – Bazna stanica mobilne telefonije*



*Slika 2 – Dijagram zračenja antene*

### 3. UTICAJ RADIOFREKVENTNOG ZRAČENJA BSMT NA ZDRAVLJE LJUDI I ŽIVOTNU SREDINU

Povećanje koncentracije visokofrekventne elektromagnetne energije kod ljudi izaziva efekte koji se mogu klasifikovati u dve kategorije:

1. Termički efekti – Ogledaju se u promeni temperature tela pri izloženosti emisije povećane koncentracije elektromagnetne energije. Dolazi do zagrevanja tkiva. Ovaj efekat je izražen u onim delovima tela gde je manja prokrvljenost, odnosno, gde postoji manja gustina krvnih sudova. Razlog toga je što pri povišenoj spoljašnjoj temperature dolazi do dilatacije krvnih sudova i na taj način predaju se veće količine toplote (energije) spoljašnjem okruženju. Termički efekti nemaju kumulativni karakter, tj. nema dokaza o njihovom povećanju u organizmu ili o dugoročnom odgovoru.

2. Stimulativni efekti – Ogledaju se u pojavi nadražaja nervnih i mišićnih vlakana, što može izazvati umor, razdražljivost, migrenu. Oni imaju kumulativan efekat i direktno su srazmerni dužini neprekidne ekspozicije povećane koncentracije elektromagnetne energije.

Intenzitet termičkih i stimulativnih efekata raste sa povećanjem koncentracije elektromagnetne energije i ovi efekti su izraženi u neposrednoj

blizini izvora emisije. Sa povećanjem rastojanja smanjuje se nivo elektromagnetnog polja, pa samim tim i slabi njegov uticaj na ljudski organizam,

Termički efekat na ljudsko zdravlje je u velikoj meri ispitan, ali stimulativni efekat nije. Pojedinci smatraju da povećane koncentracije radiofrekventnog zračenja dovodi do pojave kancera, ali istraživanja nisu došla do preciznih i sigurnih informacija.

BSMT menjaju elektromagnetne karakteristike životne sredine, jer stvaraju sopstveno polje. To polje može da remeti rad kućnih uređaja, jer i oni stvaraju sopstveno polje. Takođe, mogu da pojačavaju dejstvo polja kućnih uređaja. Bazne stanice se obično postavljaju izvan gradskih područja, na otvorenim prostorima, pa samim tim i izgradnja BSMT remeti životnu okolinu i dovodi do uništavanja jednog ekosistema.

### 4. EKSPERIMENTALNI DEO

Merena je jačina električnog polja koje emituje bazna stanica mobilne telefonije u Šapcu, koja se nalazi u neposrednoj blizini Visoke tehnološke škole strukovnih studija dana 11.4.2013. godine. Merenje je vršeno u glavnom snopu antene BSMT na različitim udaljenostima. Izvršeno je 10 merenja, pri čemu su merene srednje i maksimalne vrednosti jačine električnog polja. Najmanja udaljenost od snopa antene je iznosila 5 m, a najveća 50 m mereno je na svakih 5 m.

Uređaj koji se koristio u radu je merač polja PCE – EM 29 (slika 3).



*Slika 3 – PCE – EM 29*

**5. REZULTAT MERENJA I DISKUSIJA**

Rezultati merenja dati su u tabeli 1, u kojoj se nalazi udaljenost r, srednja ja ina elektri nost polja  $E_{sr}$  i maksimalna ja ina elektri nog polja  $E_{max}$ .

Broj merenja	r [m]	$E_{sr}$ [mV/m]	$E_{max}$ [mV/m]
1.	5	955,0	3145,0
2.	10	995,5	1149,0
3.	15	883,0	1129,0
4.	20	702,3	1328,0
5.	25	724,0	950,2
6.	30	634,0	992,0
7.	35	664,0	830,1
8.	40	572,0	908,2
9.	45	551,1	816,6
10.	50	547,0	816,6

**Tabla 1- Rezultati merenja ja ine elektri nog polja**

Ja ine elektri nog polja se menjaju od ta ke do ta ke, što je uslovljeno nehomogenosti elektri nog polja BSMT. S pove anjem rastojanja, ja ina elektri nog polja opada. Ve ih oscilacija nema. Najve a vrednost medijske vrednosti nivoa polja iznosi 995,5 mV/m, a najmanja srednja vrednost je 547,0 mV/m, dok je najve a vrednost maksimalnog nivoa polja iznosi 3145,0 mV/m, a najmanja maksimalna vrednost je 816,6 mV/m. Srednje i maksimalne vrednosti ja ine elektri nog polja ne prelaze dozvoljene referentne vrednosti koje propisuju srpski standardi. Medijalne vrednosti ne prelaze 1 V/m, a maksimalne vrednosti ne prelaze 2 V/m, izuzev prvog merenja koje je obavljeno na udaljenosti od 5 m od snopa antene.

**6. ZAKLJU AK**

Po svojoj funkciji bazne stanice mobilne telefonije se definišu kao primopredajni sistemi iji predajnici spadaju u grupu sa malom snagom od nekoliko desetina vati koji emituju jedan uzak snop radiofrekventnih talasa. BSMT stvaraju elektromagnetno polje koje može i i u širinu od  $120^{\circ}$ , i emituju visokofrekventno elektromagnetno zra enje koje zaga uje prirodu i postoje indicije da ima štetno dejstvo na ljudsko zdravlje. U radu je merena ja ina elektri nog polja koje emituje bazna

stanica mobilne telefonije u Šapcu, koja se nalazi u neposrednoj blizini Visoke tehnološke škole strukovnih studija i pokazano je da srednje i maksimalne vrednosti ja ine elektri nog polja ne prelaze dozvoljene referentne vrednosti koje propisuju doma i standardi.

**7. ZAHVALNICA**

Velika zahvalnost mentorima profesoru dr Svetislavu Lazarevu i asistentu Luki Nenadovi u na stru nim savetima i pomo i pri radu.

**LITERATURA**

- [1] Lazarev S.: Fizi ke štetnosti, Visoka tehnološka škola strukovnih studija Šabac, Šabac, 2012.
- [2] Lazarev S., Nenadovi L.: Fizi ke štetnosti – praktikum, Visoka tehnološka škola strukovnih studija Šabac, Šabac, 2012.
- [3] Zra enje, brošura, Republika Srbija, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Beograd, 2009.
- [4] Upustvo za izgradnju i koriš enje izvora nejonizuju ih zra enja, Republika Srbija, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Sektor za kontrolu i nadzor, Beograd, 2009.
- [5] Zakon o zaštiti od nejonizuju ih zra enja, Službeni glasnik Republike Srbije broj 36/2009, od 15. maja 2009.
- [6] Neškovi N., Neškovi A., Koprivica M., Paunovi .: Eksperimentalno-statisti ka analiza nivoa elektromagnetne emisije u lokalnoj zoni antenskih stubova baznih stanica mobilne telefonije, Telekomunikacije, Stru no-nau ni asopis republi ke agencije za elektronske komunikacije, etvrti broj. [http://www.telekomunikacije.rs/arhiva\\_broj/eva/cetvrti\\_broj/doc\\_dr\\_natasa\\_j\\_neskovic\\_doc\\_dr\\_aleksandar\\_m\\_neskovic\\_ml\\_aden\\_t\\_koprivica\\_prof\\_dr\\_zorze\\_s\\_paunovic\\_eksperimentalno-statisticka\\_analiza\\_nivoa\\_elektromagnetne\\_emisije\\_u\\_lokalnoj\\_zoni\\_antenskih\\_stubova\\_baznih\\_stanica\\_mobilne\\_telefoni.276.html](http://www.telekomunikacije.rs/arhiva_broj/eva/cetvrti_broj/doc_dr_natasa_j_neskovic_doc_dr_aleksandar_m_neskovic_ml_aden_t_koprivica_prof_dr_zorze_s_paunovic_eksperimentalno-statisticka_analiza_nivoa_elektromagnetne_emisije_u_lokalnoj_zoni_antenskih_stubova_baznih_stanica_mobilne_telefoni.276.html) // 4.12.2013.