



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za radiokomunikacije

Doc.dr.sc. Davor Bonefačić, dipl.ing.
Prof.dr.sc. Juraj Bartolić, dipl.ing.

Studija značaja korištenih izvora s obzirom na razine emitiranih elektromagnetskih polja

Zagreb, prosinac 2005.

7. Sažetak

Stručnjaci Fakulteta elektrotehnike i računarstva su 2002. godine izradili studiju pod naslovom "Mjerenje i procjena utjecaja elektromagnetskog polja CRONET GSM 900 sustava na zdravlje ljudi". Od završetka izradbe spomenute studije nastale su promjene u legislativi u Republici Hrvatskoj, a i sustavi pokretnih komunikacija su se dalje razvijali i tehnološki napredovali. Sustav GSM tehnički je osuvremenjen i unaprijeđen, a uvodi se i novi sustav UMTS koji pripada u treću generaciju pokretnih komunikacija.

S obzirom na ove promjene, stručnjaci Fakulteta elektrotehnike i računarstva napravili su nadogradnju postojeće studije, pod nazivom "Studija značaja korištenih izvora s obzirom na razine emitiranih elektromagnetskih polja", u kojoj se razmatraju nastale promjene.

Obje su studije dio istog nastojanja operatera T-Mobile Hrvatska d.o.o. da svoju djelatnost - pružanje usluga pokretnih komunikacija - uvijek obavlja u skladu s važećim zakonskim propisima i s maksimalnom brigom ne samo za kvalitetu usluge, već i za zdravlje ljudi i zaštitu okoliša.

Ovu su Studiju izradili stručnjaci Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, koji posjeduju dugogodišnje iskustvo i međunarodno su priznati u području radiokomunikacija, antena, proračuna i mjerenja raspodjele elektromagnetskog polja te elektromagnetske kompatibilosti.

Mjerenja za potrebe Studije napravile su isključivo tvrtke koje su ovlaštene za poslove zaštite od elektromagnetskih polja od Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi RH (Doron Net d.o.o. i Končar - Institut za elektrotehniku d.d.).

Cilj je ove Studije utvrditi zadovoljavaju li sustavi pokretnih komunikacija GSM i UMTS tvrtke T-Mobile Hrvatska d.o.o. postojeće propise o zaštiti od elektromagnetskih polja. U tu su svrhu proučavani sustavi pokretnih komunikacija GSM i UMTS, odnosno razine elektromagnetskog polja koje emitiraju bazne postaje tih dvaju sustava.

Posve općenito, sustavi pokretnih komunikacija su dvosmjerni komunikacijski sustavi. Ti su sustavi čelijski strukturirani, što znači da jedna fiksna bazna postaja pokriva određeno zemljopisno područje i komunicira s više pokretnih postaja - mobilnih telefona - koji se nalaze u području njezina pokrivanja. Pokrivanje većeg zemljopisnog područja ostvaruje se postavljanjem više baznih postaja od kojih svaka pokriva dio šireg područja. Pokretnim je postajama omogućeno da nesmetano prelaze iz područja pokrivanja jedne bazne postaje u područje koje pokriva druga bazna postaja. Postavljanjem više baznih postaja na nekom zemljopisnom području omogućuje se bolje pokrivanje i veći kapacitet, a

time i bolja dostupnost usluga pokretnih komunikacijskih sustava. Osim toga, veći broj baznih postaja znači da svaka od njih radi s manjom izlaznom snagom, jer pokriva manje područje. Naime, zbog pokrivanja manjeg područja, put koji mora prijeći elektromagnetski val je kraći. Skraćivanjem puta smanjuje se i slabljenje signala uzduž tog puta, što znači da i bazna i pokretna postaja mogu raditi s manjom zračenom snagom, pa se time izravno smanjuje izloženost korisnika elektromagnetskom polju.

U osnovi je svakog radiokomunikacijskog sustava prijenos elektromagnetskog vala kroz slobodni prostor. Elektromagnetski se val u slobodnom prostoru može prenijeti na velike udaljenosti. Unošenjem informacije u neki od parametara elektromagnetskog vala (amplitudu, frekvenciju ili fazu) i ta se informacija prenosi na velike udaljenosti. Da bi se ostvario prijenos elektromagnetskog vala iz vođenog vala na prijenosnoj liniji (npr. kabelu) u slobodni prostor i obratno, potrebna je antena. Antenu mora imati svaki primopredajni uređaj u radiokomunikacijskom sustavu. Jedina je razlika u tome je li antena vidljiva (npr. kao izbočina na kućištu) ili je nevidljiva zato što je ugrađena u kućište. Bazne postaje sustava pokretnih komunikacija rabe pasivne antene, tj. antene koje ne sadrže aktivne elemente i stoga nisu izvor elektromagnetskog vala ukoliko nisu pobuđene iz odgovarajućeg odašiljača.

U baznim postajama sustava pokretnih komunikacija GSM i UMTS u vlasništvu T-Mobile Hrvatska d.o.o. koriste se primopredajnici tvrtke Siemens AG i antene renomiranog proizvođača Kathrein. Primopredajnici i antene za oba sustava pokretnih komunikacija posjeduju potrebne europske i hrvatske certifikate i potvrde o sukladnosti.

Zakonska regulativa u području zaštite od elektromagnetskih polja u Republici Hrvatskoj u potpunosti je usklađena s propisima Europske Unije, a u nekim je segmentima čak i rigoroznija. U Hrvatskoj je na snazi Zakon o zaštiti od neionizirajućih zračenja (NN 105/1999), a na osnovi njega donesen je Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 204/2003). Ovo područje regulira i Zakon o telekomunikacijama (NN 122/2003, NN 158/2003 i NN 60/2004) kao i Pravilnik o ograničenjima jakosti elektromagnetskih polja za radijsku opremu i telekomunikacijsku terminalnu opremu (NN 183/2004).

Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 204/2003) definira temeljne veličine elektromagnetskog polja i njihova ograničenja te referentne veličine elektromagnetskog polja i njihove granične razine. Temeljne veličine izravno su vezane uz učinke elektromagnetskog polja na ljudski organizam. Zbog poteškoća pri mjerenju temeljnih veličina iz njih su izvedene referentne veličine koje je lakše mjeriti. Temeljna ograničenja i granične razine posebno su definirani za područja profesionalne izloženosti i područja povećane osjetljivosti. Područja

profesionalne izloženosti su područja u kojima ljudi borave najviše 8 sati tijekom dana te su upoznati s mogućom izloženosti elektromagnetskim poljima. Područja povećane osjetljivosti su sva područja gdje ljudi mogu boraviti 24 sata tijekom dana (stambena područja) te područja u kojima borave djeca i posebno osjetljiva populacija (vrtići, škole, bolnice, itd.).

Jedini utvrđeni i potvrđeni učinak elektromagnetskog polja na ljudski organizam je zagrijavanje tkiva. Temeljna veličina za frekvencijsko područje u kojemu rade sustavi pokretnih komunikacija GSM i UMTS je specifična apsorbirana snaga (SAR). Temeljna ograničenja za SAR utvrđena su na osnovi apsorbirane snage koja podiže temperaturu izloženog tkiva za 1° C. Za područja profesionalne izloženosti dopušteni je SAR 10 puta manji, a za područja povećane osjetljivosti dopušteni je SAR 50 puta manji od onoga koji podiže temperaturu tkiva za 1° C. Iz tih vrijednosti SAR-a izvedene su granične razine za referentne veličine i to: električno i magnetsko polje te gustoću toka snage.

Kao što je ranije spomenuto, propisi su u R. Hrvatskoj rigorozniji od onih u Europskoj Uniji. U R. Hrvatskoj granične su razine za električno i magnetsko polje u područjima profesionalne izloženosti 2,2 puta strože, a u područjima povećane osjetljivosti čak 2,5 puta strože od onih u Europskoj Uniji.

Za gustoću toka snage u R. Hrvatskoj granične su razine u područjima profesionalne izloženosti 5 puta strože, a u područjima povećane osjetljivosti čak 6,25 puta strože od onih u Europskoj Uniji. Dakle, hrvatski su građani bolje zaštićeni od izloženosti elektromagnetskim poljima od onih u zemljama Europske Unije.

Za potrebe mjerenja razine elektromagnetskog polja trebalo je izabrati reprezentativni uzorak baznih postaja. Da bi se to postiglo, izabrana su četiri kriterija kategorizacije i to: po mikrolokaciji, po vrsti ćelije, po zračevoj snazi i po teritorijalnoj razdiobi. Kategorizacija po mikrolokaciji pokazuje specifičnost ugradnje bazne postaje s obzirom na objekt i okruženje u kojemu je ugrađena. Izdvojeno je 18 kategorija, npr. ambulanta, bolnica, hotel, poslovna zgrada, svjetionik, vrtić, itd. Kategorizacija po vrsti ćelije uključuje tri kategorije i to: makro-, mikro- i piko-ćelije. Kategorizacija po zračevoj snazi uključuje četiri kategorije i to bazne postaje sa zračenom snagom manjom od 10 W, sa zračenom snagom od 10 W do 100 W, sa zračenom snagom od 100 W do 500 W i sa zračenom snagom od 500 W do 1000 W. Kategorizacija po teritorijalnoj razdiobi podrazumijeva razdiobu baznih postaja po županijama.

Za mjerni je uzorak izabrano 7,17% ukupnog broja baznih postaja sustava GSM i 11,92% ukupnog broja baznih postaja sustava UMTS. Zastupljenost pojedine kategorije baznih postaja u mjernom uzorku trebao bi biti što bliži udjelu te kategorije u ukupnom broju baznih postaja. Pri izboru mjernog uzorka od tog se

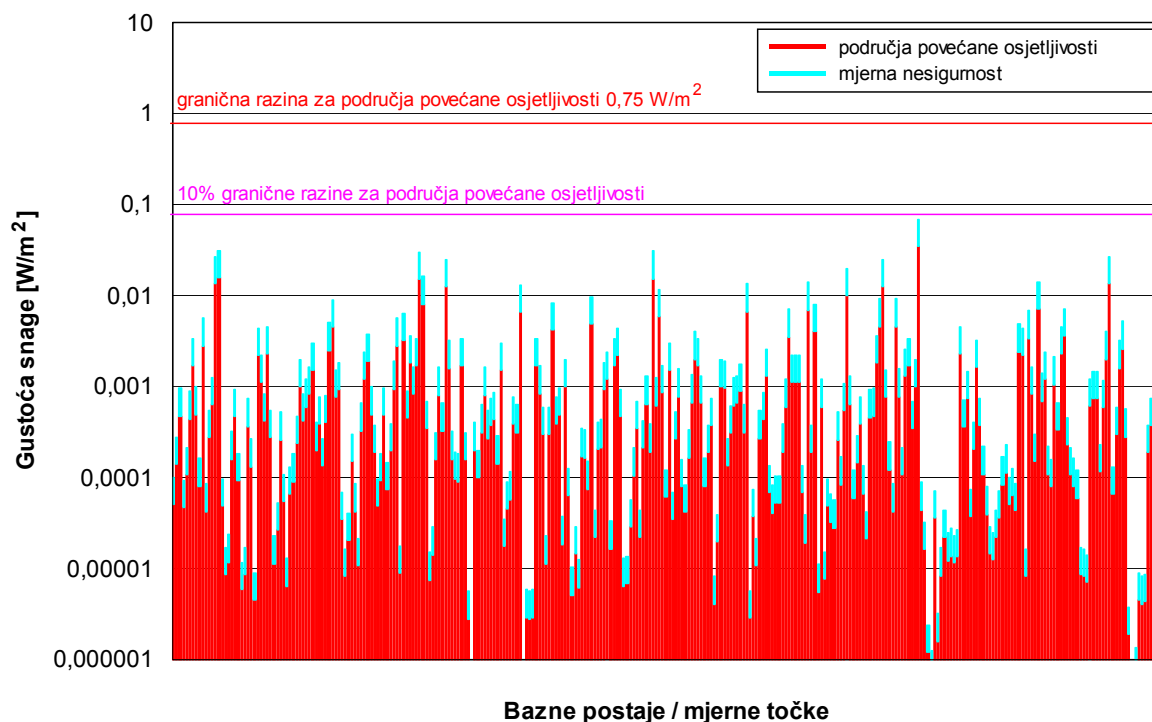
kriterija odstupilo pri mjerenju baznih postaja u područjima povećane osjetljivosti (ambulanta, bolnica, škola, fakultet, vrtić), pa su od tih kategorija izmjerene sve postojeće lokacije, tj. 100% kategorije. Do manjih odstupanja od kriterija jednake zastupljenosti kategorije u uzorku i u ukupnom broju baznih postaja došlo je kod manje zastupljenih kategorija, a upravo zbog njihove male zastupljenosti u ukupnom broju. Takve su bazne postaje uzete s većim udjelom zato da bi se istražile neke njihove osobitosti (npr. piko-ćelije). Do većeg odstupanja od kategorizacije po teritorijalnoj razdiobi došlo je kod baznih postaja sustava UMTS zato što u trenutku pisanja ove Studije sustav UMTS još nije prisutan u svim županijama. Spomenutim odstupanjima nije umanjena reprezentativnost mjernog uzorka, nego je čak i povećana njegova relevantnost u područjima povećane osjetljivosti.

Specifičnost baznih postaja sustava UMTS je i u tome što su kolocirane (postavljene na istu lokaciju) s baznim postajama sustava GSM. U tim je slučajevima provjereno da li takve bazne postaje zadovoljavaju uvjete za istodobni rad više izvora elektromagnetskog polja na različitim frekvencijama.

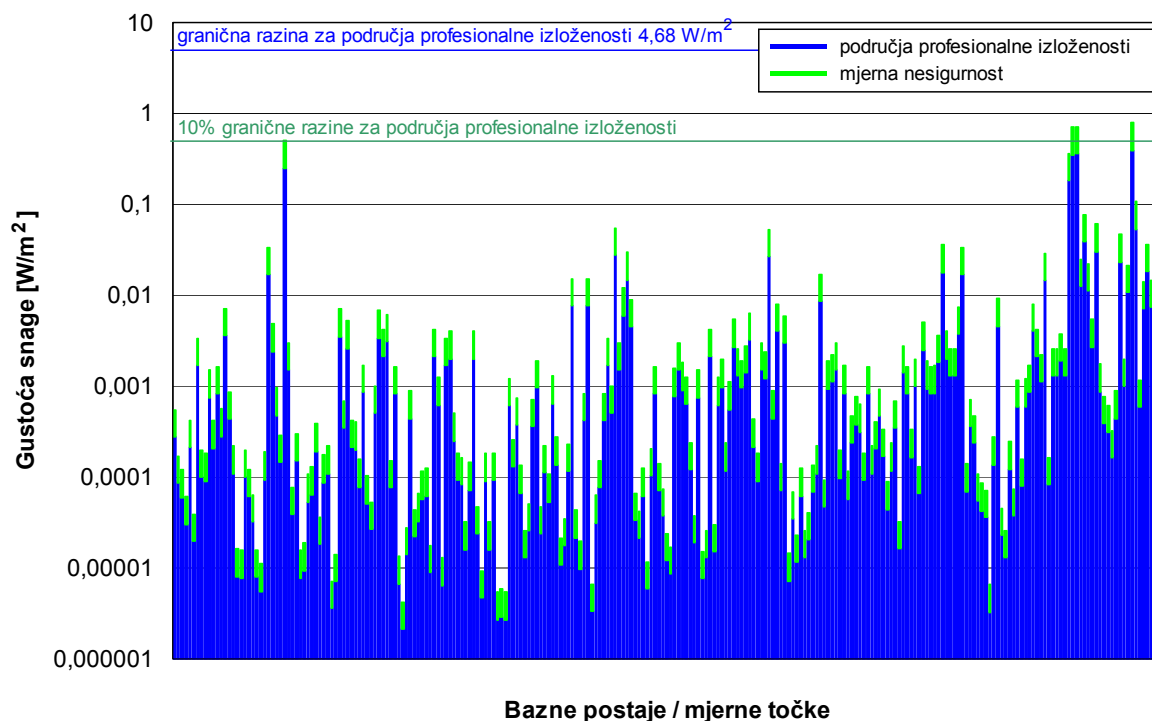
Mjerenja elektromagnetskog polja provedena su u skladu s normama HRN EN 61156:2001 i HRN EN 50383:2005. Mjerna metoda potvrđena je od Državnog zavoda za mjeriteljstvo RH. Mjerni se sustav sastojao od širokopojasne antene i analizatora spektra. Mjerni je sustav u cijelosti automatiziran i upravljao računalom čime se znatno smanjuje mogućnost ljudske pogreške pri mjerenju. Svi se mjerni uređaji i oprema jednom godišnje umjeravaju u za to ovlaštenim inozemnim institucijama.

Za svaku je lokaciju napravljeno izvješće o mjerenju sa svim podacima značajnim za izvor elektromagnetskog polja, mjernu lokaciju i mjerne točke te sa svim izmjerenim vrijednostima elektromagnetskog polja. Mjerenja su napravljena na 556 mjernih točaka u okolini baznih postaja sustava GSM i na 105 mjernih točaka u okolini baznih postaja sustava UMTS.

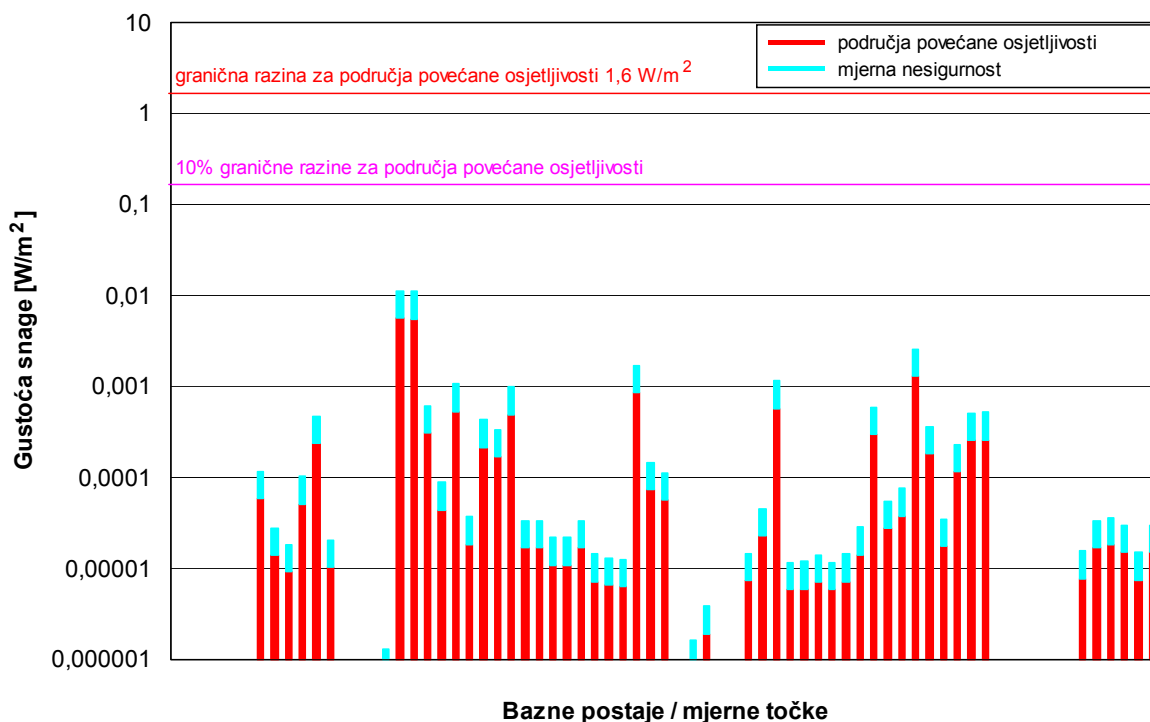
Analizom izmjerenih vrijednosti utvrđeno je da sve izmjerene bazne postaje sustava GSM i UMTS u vlasništvu T-Mobile Hrvatska d.o.o. zadovoljavaju granične razine prema važećim propisima. Dapače, izmjerene razine električnog polja i gustoće snage u velikoj većini mjernih točaka znatno su niže od graničnih razina. U 99,28% mjernih točaka za sustav GSM i 100% mjernih točaka za sustav UMTS izmjerena je razina gustoće snage čak manja od 10% vrijednosti odgovarajuće granične razine.



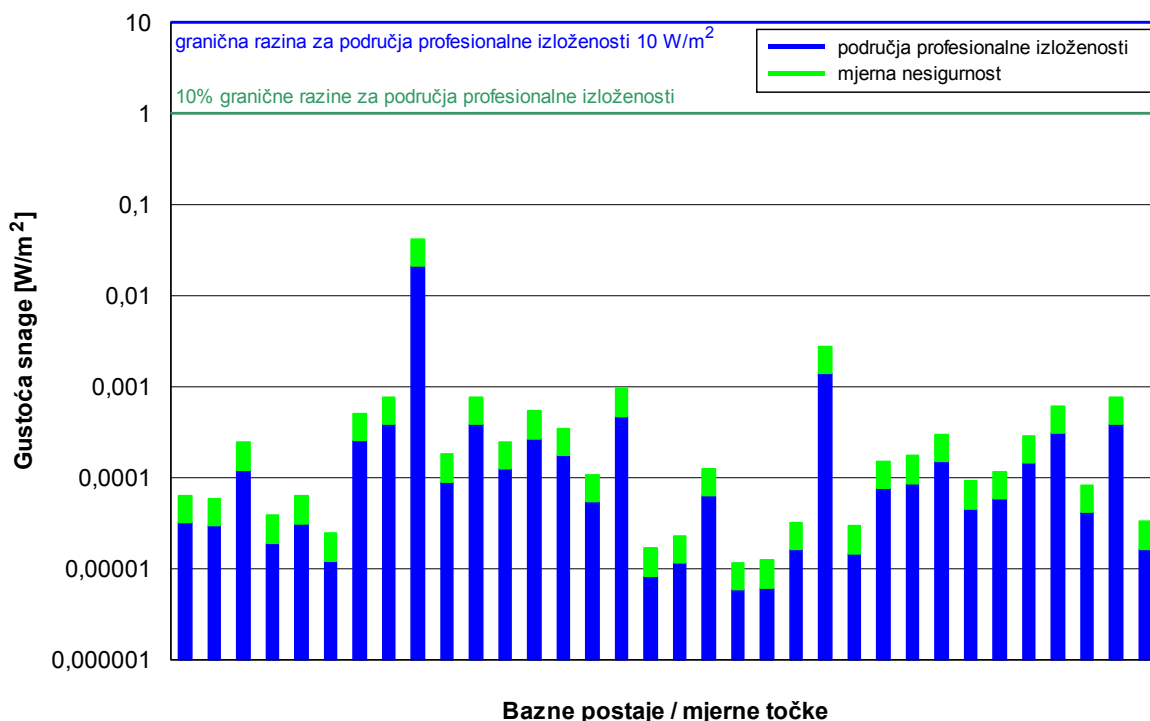
Slika 7.1. Usporedba izmjerenih razina gustoće snage s graničnim razinama za mjerne točke u područjima povećane osjetljivosti u okolini baznih postaja sustava GSM



Slika 7.2. Usporedba izmjerenih razina gustoće snage s graničnim razinama za mjerne točke u područjima profesionalne izloženosti u okolini baznih postaja sustava GSM



Slika 7.3. Usporedba izmjerenih razina gustoće snage s graničnim razinama za mjerne točke u područjima povećane osjetljivosti u okolini baznih postaja sustava UMTS



Slika 7.4. Usporedba izmjerenih razina gustoće snage s graničnim razinama za mjerne točke u područjima profesionalne izloženosti u okolini baznih postaja sustava UMTS

Grafička usporedba izmjerenih razina gustoće snage s graničnim razinama za mjerne točke u okolini baznih postaja sustava GSM prikazana je na slikama 7.1. i 7.2. Slika 7.1. prikazuje usporedbu za mjerne točke u područjima povećane osjetljivosti, a slika 7.2. za mjerne točke u područjima profesionalne izloženosti.

Slike 7.3. i 7.4. prikazuju usporedbu izmjerenih razina gustoće snage s graničnim razinama za mjerne točke u okolini baznih postaja sustava UMTS i to za područja povećane osjetljivosti (slika 7.3.) i područja profesionalne izloženosti (slika 7.4.). Visina stupca na slikama 7.1. ÷ 7.4. predstavlja izmjerenu gustoću snage. Na svaki je stupac u kontrastnoj boji pridodana mjerna nesigurnost, što čini procjenu najgoreg mogućeg slučaja za danu mjernu točku.

Ako izvor elektromagnetskog polja emitira razinu polja koja je veća od 10% granične razine, smatra se značajnim izvorom u smislu Pravilnika o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 204/2003). Prema izmjerenim vrijednostima gustoće snage tek 3,2% baznih postaja sustava GSM pripadaju u tu kategoriju. Niti jedna bazna postaja sustava GSM iz mjernog uzorka koja pokriva makro-čeliju nije značajan izvor elektromagnetskog polja. Osim toga, niti jedna izmjerena bazna postaja sustava UMTS iz mjernog uzorka nije značajan izvor elektromagnetskog polja.

Nadalje, utvrđeno je da sve kolocirane bazne postaje sustava GSM i UMTS zadovoljavaju uvjet za istodobni rad više izvora elektromagnetskog polja na različitim frekvencijama.

Iz iscrpne analize mjernih rezultata proizlazi konačan zaključak da sve bazne postaje sustava GSM i UMTS u vlasništvu T-Mobile Hrvatska d.o.o. iz mjernog uzorka zadovoljavaju sve propise o zaštiti od elektromagnetskih polja koji su na snazi u Republici Hrvatskoj.