

TRAJNE MERITVE ELEKTROMAGNETNIH SEVANJ V SLOVENSКИH OBČINAH

Občina Nova Gorica (26. aprila – 18. maja 2006)

1. UVOD

Tehnološki napredek v najširšem pomenu je bil v svetu zmeraj povezan z različnimi oblikami nevarnosti in tveganji – tako namišljenih, kot dejanskih. Industrijska, komercialna in domača uporaba izdelkov, ki povzročajo elektromagnetna sevanja (EMS), ni nobena izjema. Ljudje so zaskrbljeni, saj menijo, da izpostavljenost EMS iz različnih virov (visokonapetostni daljnovodi, radarji, mobilni telefoni, bazne postaje in gospodinjski aparati...) lahko predstavlja zdravstveno tveganje, še posebno pri otrocih. Kot posledica takšnega razmišljanja izgradnja novih daljnovodov, radarjev ali omrežij mobilne telefonije pogosto povzroči občutna nasprotovanja javnosti.

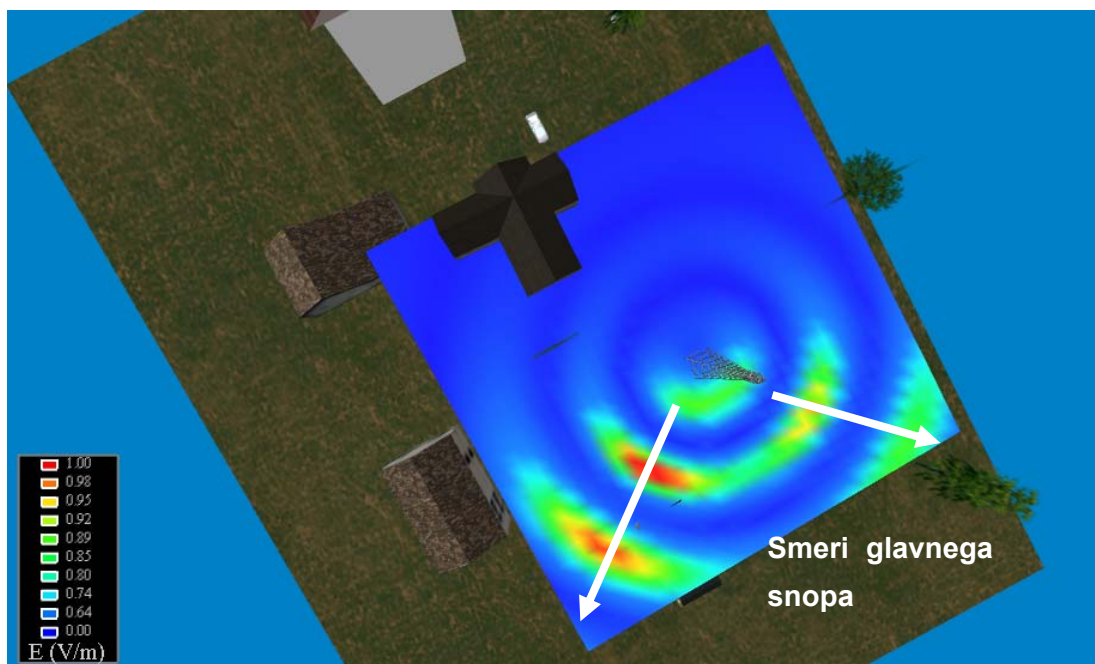
Kot odgovor na zaskrbljenost ljudi je bil ustanovljen projekt Forum EMS, ki je namenjen informiranju javnosti o novih dognanjih stroke ter identificiranju možnih tveganj za zdravje zaradi izpostavljenosti EMS. Poleg tega smo v okviru **projekta Forum EMS** v sodelovanju s Skupnostjo občin Slovenije (SOS) in Združenjem občin Slovenije (ZOS) pripravili posebno merilno kampanjo, ki omogoča zainteresiranim občinam brezplačen najem merilnega sistema ter občanom nudi informacijo o trajni (24 urni) obremenjenosti njihovega okolja z elektromagnetnimi sevanji zaradi baznih postaj mobilne telefonije ter drugih visokofrekvenčnih virov elektromagnetnih sevanj (radijski in TV oddajniki...).

V pilotni projekt je na podlagi prispelih prijav na Skupnost ter Združenje občin Slovenije vključenih do danes prek 40 občin iz različnih regij Slovenije.

2. ZAKAJ TOLIKO BAZNIH POSTAJ?

Bazne postaje so nepogrešljivi sestavni del omrežja mobilnih telekomunikacij - na primer omrežja druge generacije GSM ali tretje generacije UMTS. To so tehnološko kompleksne sprejemno-oddajne naprave, katerih namen je vzpostavljati kakovostno dvosmerno radijsko povezavo med mobilnim omrežjem in uporabnikom mobilnim telefonom, hkrati pa so priključene v mobilni sistem na kontrolnik baznih postaj. Oddajna moč baznih postaj je nizka in dosega nekaj 10 W na sektor v najmočnejših konfiguracijah. V mobilnih komunikacijah je vsaka povezava med omrežjem in uporabnikom dvosmerna, zato ni razloga, da bi bile bazne postaje bistveno močnejše od oddajnih moči mobilnih telefonov, ki dosegajo do 2 W oddajne moči. Vsaka bazna postaja s signalom pokriva določeno geografsko območje, ki mu pravimo tudi celica. Celice so zelo različnih velikosti, od nekaj 100 m² do nekaj 100 km². Celice so večje tam, kjer je gostota uporabnikov nizka, denimo na ruralnih območjih, manjše pa tam, kjer je gostota uporabnik visoka, denimo v mestih. Bazna postaja tako kot mobilni telefon stalno prilagaja oddajno moč tako, da med zvezo oddaja še z ravno dovolj visoko močjo, da pri tem ohranja kakovostno radijsko povezavo.

Danes v Sloveniji deluje skoraj **2000 baznih postaj** treh mobilnih operaterjev. Največ, več kot **300**, jih je v Ljubljani, kjer so bazne postaje nameščene najgosteje. Čim bližje uporabniku se nahaja bazna postaja, tem manjša je moč, s katero oddajata uporabnikov mobilni telefon in njemu najbližja bazna postaja. Bazne postaje lahko zmanjšajo moč tudi do desetisočkrat. V obsežni študiji med uporabniki mobilnih telefonov na Švedskem so ugotovili, da mobilni telefoni v povprečju v večjih mestih oddajajo z 0,1 W (gostejša postavitve baznih postaj), medtem ko v ruralnih območjih oddajajo skoraj desetkrat močnejše (bazne postaje so na večjih razdaljah). Gostejše omrežje baznih postaj tako omogoča manj skupne oddane moči ter manj sevanja mobilnih telefonov.



Slika 1. Sevalne obremenitve v okolici anten bazne postaje, ki pokriva dva sektorja, se na nivoju 1,5 m nad tlemi krajevno zelo spreminjajo. Območja višjih in nižjih sevalnih obremenitev nihajo podobno, kot vržen kamen vzvalovi mirno gladino jezera. Iz slike je razvidno, da se jakost linearno ne povečuje s približevanjem oddajni anteni na nivoju 1,5 m nad tlemi.

Bazne postaje mobilne telefonije so navadno nameščene na strehah stavb ali samostojnih stolpih, visokih od 15 do 50 metrov. Glede na število posredovanih telefonskih klicev so med seboj lahko oddaljene od nekaj sto metrov v velikih mestih do več kilometrov na podeželju. Sevalne obremenitve posamezne bazne postaje so različne in odvisne od števila sočasnih telefonskih klicev ter oddaljenosti klicatelja od bazne postaje.

Mesto za postavitve antene bazne postaje mora biti izbrano tako, da človek nima dostopa na območje, na katerem so mejne vrednosti glede na uredbo o EMS lahko čezmerne. Uredba o EMS ob upoštevanju dodatnega preventivnega dejavnika določa, da se anten baznih postaj ne sme graditi znotraj določenih oddaljenosti od objektov posebnih določil - I. območje varstva pred sevanji, ki vključuje bivalno okolje, šole, vrtce, bolnišnice, itd. Če se antena dvigne na visok stolp, navadno niso potrebne nobene dodatne oddaljenosti.

Pred izdajo uporabnega dovoljenja pa mora investitor za vsako bazno postajo, ki je vir sevanja pridobiti prve meritve s strani pooblaščenih institucij, s katerimi se natančno ugotovijo sevalne obremenitve naravnega in življenjskega okolja.



Slika 2. Vplivno območje (električna poljska jakost v V/m) v okolici bazne postaje glede na Uredbo o elektromagnetnem sevanju (UL RS 70/96) ter priporočila EU za prebivalstvo. Iz obeh slik je natančno razvidno, da se za isto konfiguracijo bazne postaje v Sloveniji zaradi 10-krat nižje mejne vrednosti na I.območju varstva pred EMS zahteva večje vplivno območje kot pa v drugih državah članicah EU, kjer se upoštevajo priporočila EU.

3. MERILNE KAMPANJE V DRUGIH DRŽAVAH

Elektromagnetna sevanja (EMS) sistema mobilne telefonije so precej nižja od mejnih vrednosti, ki jih priporoča Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP). Omenjena enotna ocena je posledica serije meritev, ki so jih izvedli v Avstriji, Nemčiji, Veliki Britaniji, Švici, ZDA, in Kanadi. V vseh državah veljajo za visokofrekvenčna EMS mednarodne priznane mejne vrednosti ICNIRP. Priporočata jih tudi Svetovna zdravstvena organizacija in EU. Mejna vrednost gostote pretoka moči za tretjo generacijo mobilne telefonije UMTS znaša 10 W/m^2 , za GSM-1800 MHz 9 W/m^2 ter za GSM-900 $4,5 \text{ W/m}^2$. V Sloveniji pa veljajo še 10-krat strožje mejne vrednosti za območja, na katerih se zahteva povečano varstvo pred EMS.

Izmerjene vrednosti v okolici številnih baznih postaj v **Nemčiji** dosegajo – tudi po aktiviranju novega omrežja UMTS – od stotinke do tisočinke z zakonom dopustnih mejnih vrednosti. Na več kot sto merilnih mestih so izvajalci meritev izmerili minimalne sevalne obremenitve. Celotna najvišja izmerjena vrednost je dosegla le 1,3 % mejne vrednosti. Večina izmerjenih vrednosti je bila nižja od 0,1 % mejne vrednosti. Serija meritev je poleg tega pokazala tudi, da drugi viri, kot na primer televizijski in radijski oddajniki, pogosto precej bolj sevajo kot bazne postaje.

Podobno sliko ponujajo tudi serije meritev, izvedene v **Švici**. Zadnje meritve akreditiranih institucij kažejo precej nižje vrednosti od mejnih, to pa velja tudi za tako imenovane »občutljive« kraje, za katere v Švici veljajo za 10-krat nižje mejne vrednosti od evropskih.

V **Veliki Britaniji** so objavili izsledke meritev emisij v okolici baznih postaj. Skoraj vse izmerjene vrednosti so dosegle manj kot 1 % mednarodno veljavne mejne vrednosti ICNIRP.

V **Avstriji** so več let potekale meritve v okolici otroških vrtcev, šol, bolnišnic in domov za ostarele. Najvišja izmerjena vrednost v frekvenčnem območju GSM (900 MHz) je znašala le $0,00125 \text{ W/m}^2$ ali 3600-krat manj od zakonsko določene mejne vrednosti. V poročilu so avtorji zapisali: »Da so izmerjene vrednosti toliko nižje od veljavnih mejnih vrednosti, nikakor ne pomeni, da so mejne vrednosti postavljene previsoko. Le-te so namreč določene po preverljivih znanstvenih kriterijih ter upoštevajo celo 50-kratni varnostni faktor.«

V **ZDA** so merili sevalne obremenitve okrog baznih postaj mobilne telefonije (oddajna moč 60 W), nameščenih na stolpih, visokih od 20 do 40 metrov. Največja gostota pretoka moči na tleh je znašala $0,002 \text{ mW/cm}^2$, svoj maksimum pa je dosegla na razdalji 20 do 80 metrov od vznožja

stolpov. Znotraj območja 100 metrov od vznožja stolpov je bila povprečna sevalna obremenitev manjša, od 0,001 mW/cm². Te največje sevalne obremenitve pa še vedno predstavljajo manj kot 1 % mejnih vrednosti glede na dovoljene mejne vrednosti uveljavljenih mednarodnih smernic ICNIRP. Jakost polja znotraj stavbe je 3-krat do 20-krat nižja od zunanje.

V **Kanadi** so merili sevalne obremenitve v petih šolah, od katerih so imele tri na strehah ali v neposredni okolici bazne postaje. Izmerjene vrednosti EMS v vseh šolah so bile precej nižje od določenih z mednarodnimi smernicami ICNIRP. Znotraj območja 200 m od antene se jakost polja spreminja ter narašča. Na oddaljenosti več kot 200 metrov od mesta antene jakost polja ne narašča s povečevanjem višine.

Neodvisno izvedene meritve v omenjenih državah torej nazorno kažejo, da so sevalne obremenitve zaradi baznih postaj v resnici nizke; nižje od tistih zaradi mobilnega telefona ali drugih radiodifuznih oddajnikov ter primerljive s povprečno onesnaženostjo urbanega okolja z EMS.

4. MERILNA KAMPANJA V SLOVENIJI

Meritve, ki so jih v okolici baznih postaj doslej izvedle pooblaščenice institucije v **Sloveniji**, kažejo, da obremenitev naravnega in življenjskega okolja z elektromagnetnimi sevanji ne presega zelo strogih mejnih vrednosti, ki jih določa uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju za območja s povečanim varstvom pred EMS. Povprečna izpostavljenost ljudi sevanjem baznih postaj v Sloveniji je več kot stokrat manjša od predpisanih mejnih vrednosti.

V okviru **projekta Forum EMS** smo pripravili tudi posebno merilno kampanjo, ki omogoča zainteresiranim občinam brezplačen najem merilnega sistema ter občanom nudi informacijo o trajni (24-urni) obremenjenosti njihovega okolja z elektromagnetnimi sevanji zaradi baznih postaj mobilne telefonije ter drugih visokofrekvenčnih virov elektromagnetnih sevanj (radijski in TV oddajniki...).

V pilotni projekt je vključenih prek 40 slovenskih občin iz različnih regij, od tega 17 v letu 2005 z 28 merilnimi mesti. Mestna občina Maribor se je kot prva odzvala na pobudo projekta Forum EMS za postavitve avtomatskega merilnega sistema za trajno merjenje visokofrekvenčnih elektromagnetnih sevanj (EMS) sistema mobilne telefonije. S to merilno kampanjo (pilotni projekt), ki se bo nadaljevala tudi v drugih zainteresiranih občinah, imajo občani možnost vpogleda v dejanske nivoje sevalnih obremenitev zaradi baznih postaj, ki so jim trajno izpostavljeni v svojem okolju.

Sočasno z gostovanjem merilnega sistema pa v občini namestimo še info točko - informativni pano z zloženkami in drugimi publikacijami na temo elektromagnetnih sevanj in zdravja.



Slika 3: Info točka, ki je nameščena vsakokrat v drugi občini gostiteljici ter postavitve merilne postaje na terenu v bližini baznih postaj mobilne telefonije

Podatki so prikazani na spletni strani projekta Forum EMS (www.forum-ems.si/kampanja) ter na spletni strani gostujoče občine. Lokacije za postavitev merilne postaje se izberejo v sodelovanju z občino, ki na začetku predlaga več lokacij, ki pa se potem preverijo s tehničnega stališča. Glavni pogoj za postavitev merilne postaje je občutljivost merilnega sistema, ki potrebuje za prikaz dovolj močan signal bazne postaje. Nekatere občine zaprosijo tudi krajanе, da podajo svoje predloge za namestitev merilnega sistema.

5. PREDSTAVITEV AVTOMATSKEGA MERILNEGA SISTEMA

Avtomatski merilni sistem sestavlja merilna sonda, elektronsko vezje s procesorjem ter sistem za prenos podatkov-modem. Merilna naprava je robustne konstrukcije in jo lahko postavimo skoraj povsod, saj se samodejno napaja s sončno energijo. Primerna je tako za meritve EMS v prostorih kot tudi na prostem.

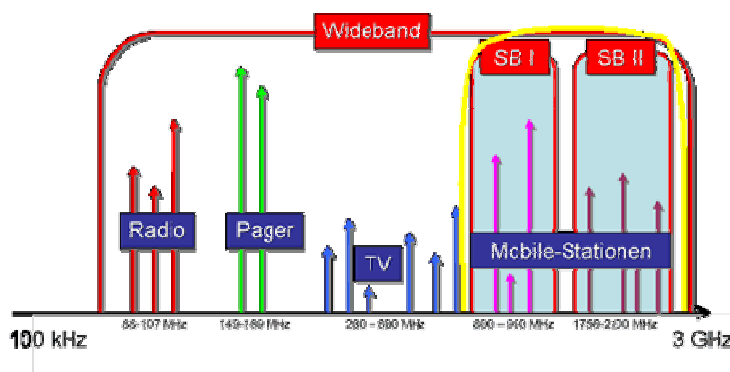
Merilni sistem v rednih intervalih samodejno pošilja vrednost električne poljske jakosti (V/m) povprečene prek 6-minutnega intervala prek omrežja na strežnik. Posebna programska oprema omogoča prikaz 24-urnega ter tedenskega poteka nivojev sevalnih obremenitev na posamezni lokaciji. Izmerjene vrednosti se sočasno primerjajo z zakonsko določenimi mejnimi vrednostmi glede na uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju - UL RS 70/96.

Širokopasovne merilne sonde merijo električno poljsko jakost med 0,03 in 30 V/m v zelo ozkem frekvenčnem območju sistema mobilne telefonije in sicer:

- GSM (935 – 960 MHz)
- UMTS (2110 – 2170 MHz)

Kot dodatno k tem sondam pa razpolagamo še s širokopasovno sondo s frekvenčnim območjem od 100 kHz do 3 GHz, vendar s slabšo občutljivostjo (0,3 – 300 V/m). Zato je ta sonda primerna za meritve EMS v bližini močnostnih oddajniških sistemov (radio, televizija, ...) ter v neposredni bližini bazne postaje.

V prvi fazi smo se odločili za meritve GSM signalov v ozkem frekvenčnem območju 925 – 960 MHz. Le v posameznih primerih pa so se občine odločile za meritve v širokopasovnem frekvenčnem območju 100kHz-300 GHz.



Slika 4.: Prikaz frekvenčnih območij glede na uporabljene merilne sonde ter konstrukcije same merilne naprave.

6. MERILNA NEGOTOVOST

Na oceno rezultatov meritev elektromagnetnih sevanj vplivajo številne posamezne merilne negotovosti. Za razširjeno merilno negotovost, ki vpliva na točnost meritev, pa moramo upoštevati vse pomembne vplivne veličine. Posamezne merilne negotovosti, ki vplivajo na točnost meritve, so posledica:

1. absolutne negotovosti merilne opreme
2. linearnosti
3. frekvenčnega odziva in modulacije
4. vplivov iz okolja (vlaga, temperatura)

Sonda	Opis (ime naprave in proizvajalca)	Merilno območje	Frekvenčno območje	Razširjena merilna negotovost
GSM	Ozkopasovna sonda , PMM	0,03 – 30 V/m	925 – 960 MHz	± 1,8 dB
Broadband	Širokopasovna sonda , PMM	0,3 – 300 V/m	10 MHz – 2,5 GHz	± 2,6 dB
UMTS	Ozkopasovna sonda , PMM	0,03 – 30 V/m	2110 MHz – 2170MHz	± 1,8 dB

Tabela 1. Razširjena merilna negotovost avtomatske merilne postaje za različne tipe merilnih sond

7. IZHODIŠČE ZA OCENJEVANJE SEVALNIH OBREMENTEV

Vlada Republike Slovenije je leta 1996 sprejela uredbo o EMS v naravnem in življenjskem okolju (UL RS, 70/96), ki temelji na priporočilih ICNIRP in natančno določa največje dovoljene ravni EMS. Kar zadeva nove posege v prostor so z uredbo z dodatnim preventivnim dejavnikom zaščitena najbolj občutljiva območja (I. območje varstva pred EMS so uvrščeni bivalno okolje, šole, vrtci, bolnišnice ...). Za ta območja je zahtevano povečano varstvo pred sevanji, zato zanje veljajo desetkrat strožje omejitve kot to določajo smernice Mednarodne komisije za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP) ter priporočilo Evropske Unije (EU) iz leta 1999. Za II. območje varstva pred EMS (območja brez stanovanj, namenjena industrijski, obrtni ali kaki drugi podobni proizvodni dejavnosti) in območje, namenjeno javnemu cestnemu ali železniškemu prometu, veljajo podobne omejitve kot jih določa priporočilo EU. Ker mejne vrednosti med uredbo in priporočili EU niso enake v celotnem frekvenčnem območju se pričakuje, da bo prišlo do revizije Uredbe ter prevzema mejnih vrednosti, ki jih določajo priporočila EU v celotnem frekvenčnem območju 0-300 GHz.

Pri načrtovanju, gradnji ali rekonstrukciji vira sevanja mora investitor izbrati tehnične rešitve in upoštevati dognanja in rešitve, ki zagotavljajo, da mejne vrednosti, ki jih določa uredba niso presežene in hkrati omogočajo najnižjo tehnično dosegljivo obremenitev okolja zaradi sevanja.

Da bi pridobili vpogled v sevalne obremenitve ter vplivno območje okrog vira EMS se s pomočjo računskih modelov izdelava oceno sevalnih obremenitev naravnega in življenjskega okolja. Izračun vplivnega območja okrog vira sevanja (sevalne obremenitve) mora upoštevati najbolj neugodne razmere, ko vir sevanja najbolj obremenjuje okolje. Zato se sevalne obremenitve zaradi bazne postaje določijo pri največji možni oddajni moči pri polni konfiguraciji v glavni prometni uri in aktivnih vseh kanalih, ki pomeni največje možne sevalne obremenitve.

Kot izhodišče za oceno sevalnih obremenitev vzamemo uredbo o elektromagnetnih sevanjih v naravnem in bivalnem okolju (UL RS 70/96), ki natančno določa največje dopustne sevalne obremenitve v frekvenčnem področju od 0-300 GHz.

Mejne vrednosti so frekvenčno odvisne so za nosilno frekvenco za posamezno območje varstva pred elektromagnetnimi sevanji navedene v tabeli 2.

nosilna frekvenca	Električna poljska jakost (V/m) - I. območje	Električna poljska jakost (V/m) - II. območje
GSM	12,9	41,1
DCS	18,3	58,5
UMTS	19	61,4
UKV RADIO	8,5	27,5

Tabela 2. Mejne vrednosti za določeno frekvenčno območje glede na uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju za nove vire sevanja na I. in II. območju.

8. PRIKAZ MERILNIH REZULTATOV

Vsi podatki vključno z grafičnimi prikazi izmerjenih vrednosti v okviru merilne kampanje so na voljo na spletni strani projekta Forum EMS <http://www.forum-ems.si/kampanja> ter na spletni strani občine gostiteljice.

Rezultati meritev so prikazani v posebnem grafu, ki podaja potek električne poljske jakosti (v voltih na meter-zelena črta) glede na predhoden izbor datuma za posamezen dan ali teden. Izmerjene vrednosti se primerjajo z zakonsko določeno mejno vrednostjo glede na uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (rdeča črta).

Ker gre za gostovanje merilnega sistema EMS na različnih lokacijah je potrebno biti zelo pozoren na datum gostovanja merilnega sistema v posamezni občini.

Največje vrednosti električne poljske jakosti na celotnem območju merilne kampanje so bile izmerjene 28. aprila ob 18:30 in sicer **0,85 V/m** (glej sliko 5).

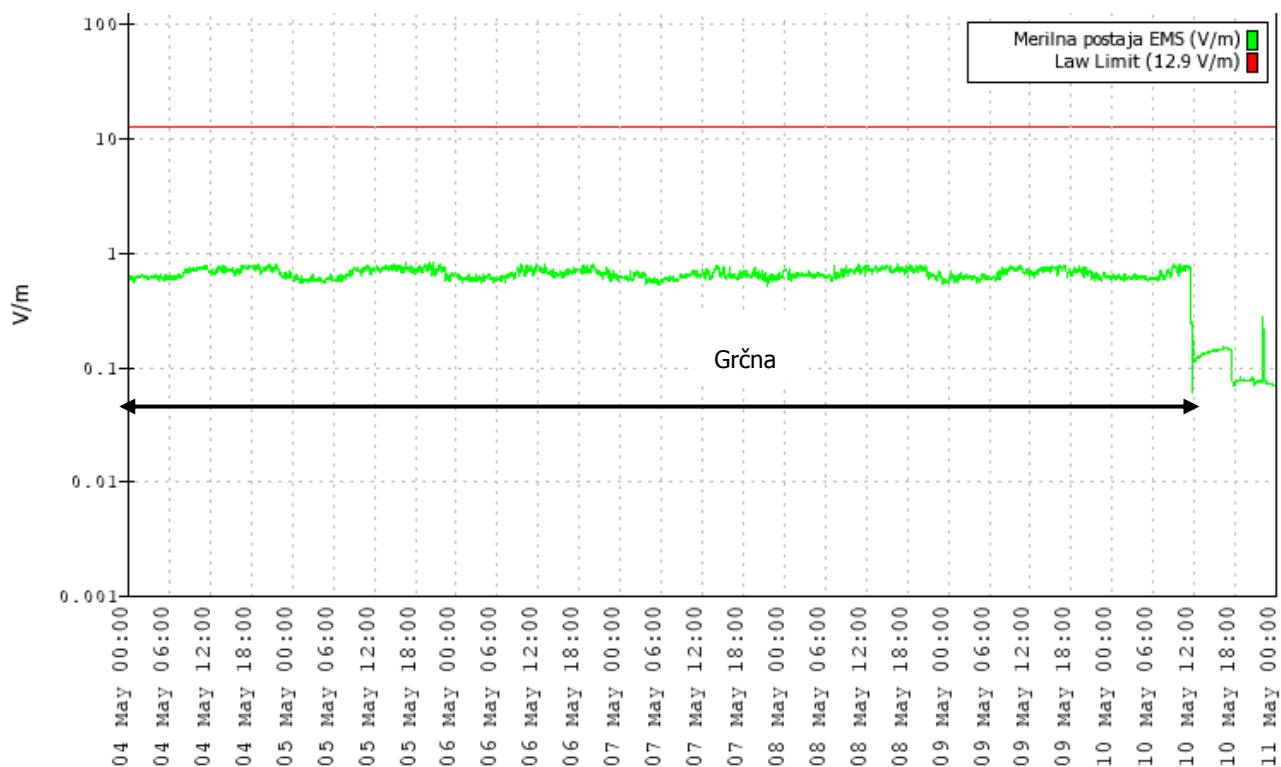
Povprečna vrednost izmerjene vrednosti električne poljske jakosti v 22 dnevnem obdobju izvajanja meritev je znašala **0,55 V/m**.

Rezultati merilne kampanje v Slovenskih občinah tudi kažejo, da sevalne obremenitve nimajo neposredne povezave z oddaljenostjo merilnega mesta od bazne postaje. Glavno vlogo pri jakosti električnega polja na posamezni lokaciji ima višina antene ter njena usmerjenost (sevalni diagram) v prostoru.

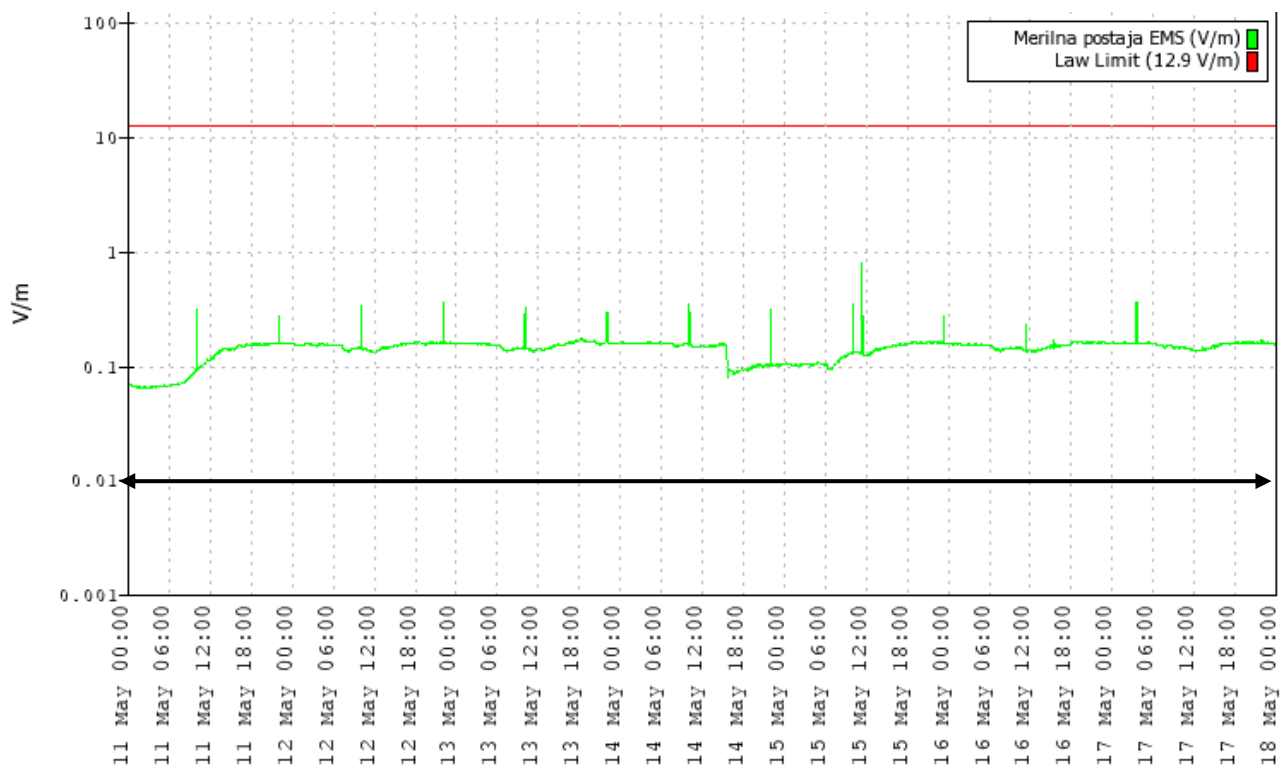
V nadaljevanju so prikazani rezultati meritev na izbranih lokacijah:



Slika 5. Prikaz rezultatov meritev električne poljske jakosti v občini Nova Gorica v obdobju od 26.4. do 3.5. 2006 na meteorološki postaji Grčna



Slika 6. Prikaz rezultatov meritev električne poljske jakosti v občini Nova Gorica v obdobju od 4.5. do 10.5. 2006 na meteorološki postaji Grčna



Slika 7. Prikaz rezultatov meritev električne poljske jakosti v občini Nova Gorica v obdobju med 10. 5. in 18. 5. 2006 na lokaciji stanovanjske hiše na Kolodvorski poti 4 tik ob državni meji

9. SKLEP

Izmerjene vrednosti na izbranih lokacijah v občini **Nova Gorica** kažejo, da so sevalne obremenitve v najbolj obremenjeni uri precej pod zakonsko dovoljenimi mejnimi vrednostmi in tako ne dosegajo niti odstotka dovoljene mejne vrednosti glede na uredbo o elektromagnetnem sevanju (UL RS 70/96).

Omenjeni sistem omogoča dobro informiranje zainteresirane javnosti o trajni obremenjenosti naravnega in življenjskega okolja z elektromagnetnimi sevanji v njihovem okolju. Trajno zajemanje podatkov, njihov prikaz na spletu ter strokovno tolmačenje rezultatov kažejo, da je omenjeno orodje primeren način komuniciranja glede obremenjenosti okolja z elektromagnetnimi sevanji baznih postaj mobilne telefonije, ki so za človeka nevidna.

:::: Kaj je projekt Forum EMS

Projekt Forum EMS je namenjen vsem, ki iščejo odgovore na pereče probleme s področja elektromagnetnega sevanja (EMS). Projekt je namenjen obveščanju in komuniciranju z namenom promocije znanstvenih izsledkov in izhodišč s področja varstva pred EMS. Poudarek je na raziskovanju ter posredovanju tekočih znanstvenih spoznanj in rezultatov odmevnih domačih in tujih raziskav najširši javnosti.

:::: Kontaktne informacije

doc. dr. Peter Gajšek,
koordinator projekta Forum EMS
Pohorskega bataljona 215, 1000 Ljubljana.

<http://www.forum-ems.si/>

E-mail: info@forum-ems.si

Tel.: (01) 5682732, 5682733