Prvi delni rezultati merilne kampanje EMS v slovenskih občinah

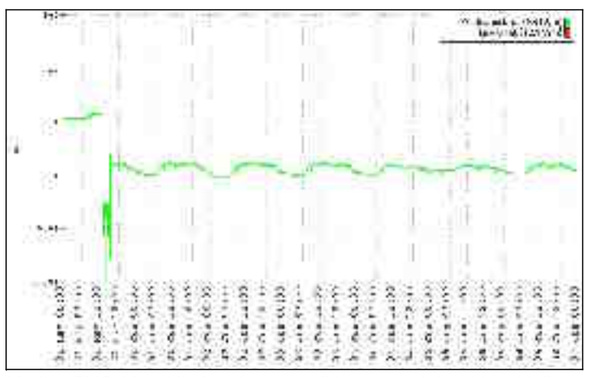
Koliko sevajo bazne postaje

Doc. dr. Peter Gajšek
Inštitut za neionizirna sevanja, Ljubljana

Tehnološki napredek v najširšem pomenu je pogosto povezan z različnimi oblikami nevarnosti in tveganj – 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 pomeni zdravstveno tveganje, še posebno pri otrocih. Zato gradnja novih daljnovodov in radarjev pogosto povzroči občutna nasprotovanja javnosti. V zadnjem času to še posebno velja za omrežje mobilne telefonije, saj so bazne postaje postavljene že tako rekoč v vsakem slovenskem kraju.

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 za vzpostavljaje kakovostne dvosmerne radijske povezave med mobilnim omrežjem in uporabnikovim mobilnim telefonom, hkrati pa so priključene v mobilni sistem na kontrolnik baznih postaj.

Oddajna moč baznih postaj je majhna 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. Te so zelo različnih velikosti, od nekaj 100 kvadratnih metrov do nekaj 100 km². Celice so večje tam, kjer je gostota uporabnikov majhna, denimo na ruralnih območjih, manjše pa tam, kjer je gostota uporabnikov velika, denimo v mestih. Bazna postaja tako kot mobilni telefon stalno prilagaja oddajno moč, tako da med zvezo oddaja še z ravno dovolj veliko močjo, da pri tem ohranja kakovostno radijsko povezavo.


Meritve EMS, ki so bile izvedene zaradi bazne postaje, ki je oddaljena približno 30 metrov od OŠ Stanislava Pliberška v Mariboru, kažejo, da je električna poljska jakost v povprečju 100-krat nižja od dopustne mejne vrednosti, ki glede na uredbo (UL RS 70/96) velja za območja s povečanim varstvom pred EMS. Vidna so tudi dnevno-nočna nihanja v jakosti signala.

Zdaj 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 bliže uporabniku je bazna postaja, tem manjša je moč, s katero oddajata uporabnikov mobilni telefon in njemu najbližja bazna postaja. Bazne postaje lahko zmanjšajo moč tudi do desettisočkrat. 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 postavitev baznih postaj), v ruralnih območjih pa oddajajo skoraj desetkrat močneje (bazne postaje so na večjih razdaljah). Gostejše omrežje baznih postaj tako omogoča manj skupne oddane moči in manj sevanja mobilnih telefonov.

Koliko sevajo bazne postaje?

Elektromagnetna sevanja (EMS) sistema mobilne telefonije so precej nižja od mejnih vrednosti, ki jih priporoča Mednarodna komisije za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP). Omenjena enotna ocena je posledica serije meritev, ki so jih izvedli v Avstriji, Nemčiji, Veliki Britaniji, Švici, ZDA, Kanadi in Sloveniji. V vseh državah veljajo za visokofrekvenčna EMS mednarodno 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/m², za GSM-1800 MHz 9 W/m² in za GSM-900 4,5 W/m². 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. Celo najvišja izmerjena vrednost je dosegla le 1,3 odstotka mejne vrednosti. Večina izmerjenih vrednosti je bila nižja od 0,1 odstotka 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 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 10-krat nižje mejne vrednosti od evropskih.

V Veliki Britaniji so objavili izsledke meritev imisij v okolici baznih postaj. Skoraj vse izmerjene vrednosti so dosegle manj kot en odstotek 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 W/m² 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. Te so namreč določene po preverljivih znanstvenih kriterijih ter upoštevajo celo 50-kratni varnostni faktor.«

Prenosni merilni sistem za sevanje baznih postaj, ki ga nameščajo po slovenskih občinah.

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 mW/cm², 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 pomenijo manj kot en odstotek 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 majhne; manjše od tistih zaradi mobilnega telefona ali drugih radiodifuznih oddajnikov ter primerljive s povprečno onesnaženostjo urbanega okolja z EMS.

Izkušnje v Sloveniji

Meritve, ki so jih v okolici baznih postaj doslej izvedle pooblaščene 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 100-krat 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 ponuja informacijo o trajni (24-urni) obremenjenosti njihovega okolja z elektromagnetnimi sevanji zaradi baznih postaj mobilne telefonije in drugih visokofrekvenčnih virov elektromagnetnih sevanj (radijski in TV-oddajniki ...).

V pilotni projekt je vključenih 20 občin iz različnih regij. Mestna občina Maribor se je kot prva odzvala na pobudo projekta Forum EMS za postavitev 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.

Podatki so prikazani na spletni strani projekta Forum EMS (**www.forum-ems.si/kampanja**) in na spletni strani gostujoče občine. Lokacije za postavitev merilne postaje izberemo v sodelovanju z občino, ki na začetku predlaga več lokacij, te 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 krajane, da dajo svoje predloge za namestitev merilnega sistema.

Rezultati začete kampanje v mestni občini Maribor na vseh izbranih lokacijah kažejo, da so sevalne obremenitve zaradi baznih postaj mobilne telefonije precej manjše od mejne vrednosti, ki jo določa uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS 70/96) za I. območje varstva pred EMS. Izmerjene vrednosti na izbranih lokacijah kažejo, da sevalne obremenitve nimajo neposredne povezave z oddaljenostjo merilnega mesta od bazne postaje. Na jakost električnega polja na posamezni lokaciji najbolj vplivajo oddajna moč, višina antene in njena usmerjenost (sevalni diagram) v prostoru.

Vabilo občinam

Omenjeni avtomatski merilni 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 in 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. Tako pričakujemo, da se bodo v merilno kampanjo vključile še druge slovenske občine.

Naše najboljše raziskovalne skupine – 5

Izvozniki Pajka za analizo omrežij

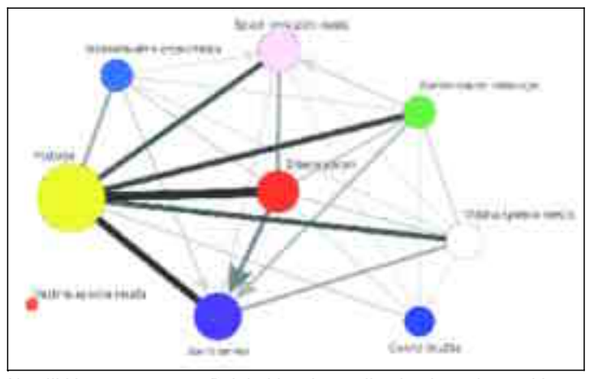
Na področju družboslovnih ved se je med najboljše v prejšnjem letu uvrstil program Družboslovna metodologija, statistika in informatika. Izvaja ga raziskovalna programska skupina, ki jo vodi prof. dr. Anuška Ferligoj, dekanka in redna profesorica Fakultete za družbene vede Univerze v Ljubljani.

Poleg nje so v skupini še **izr. prof. dr. Vasja Vehovar**, **doc. dr. Andrej Mrvar**, **doc. dr. Tina Kogovšek**, **doc. dr. Katja Lozar Manfreda**, **doc. dr. Gregor Petrič**, **asist. dr. Damjan Škulj** ter dve mladi raziskovalki **asist. Vesna Dolničar** in **asist. Nataša Kejžar**.

Dinamika je značilnost sodobne družbe, zato je bistvenega pomena tudi razvoj orodij za hitro in kakovostno spremljanje te dinamike. To pa je temeljna naloga omenjene programske skupine, ki se sicer ukvarja s tremi ključnimi temami: *analizo socialnih omrežij* (**Ferligoj**, **Mrvar**, **Kogovšek**, **Petrič** in **Kejžar**), *anketno metodologijo in novimi tehnologijamih* (**Vehovar** in **Lozar Manfreda**) ter *raziskovanjem družbenih vidikov novih informacijsko-komunikacijskih tehnologij* (**Vehovar**, **Petrič** in **Dolničar**).

»Analiza socialnih omrežij je šele v zadnjih desetletjih postala izjemno pomembno raziskovalno področje, ki pomeni svež analitičen pristop v skoraj vseh družboslovnih disciplinah. Družboslovna znanost se ne more več zadovoljiti s klasičnimi statističnimi analizami enot – posameznikov, organizacij, držav ipd. – ki so izbrane naključno, temveč jo zanimajo družbene strukture takšne, kot so v resnici, torej skupine medsebojno kompleksno povezanih enot. Analiza omrežij rešuje ta problem, saj predmet obravnave niso samo enote in njihove lastnosti, temveč tudi povezave med njimi in rezultirajočimi strukturami,« je dr. Ferligojeva pojasnila pomen raziskav skupine in poudarila, da so med prvimi v svetu, ki so se začeli resneje ukvarjati z razvojem metod za analizo socialnih omrežij in z njeno uporabo v dejanskih okoliščinah.

Osrednje teme, ki se jih lotevajo omenjeni raziskovalci, so merski problemi v analizi socialnih omrežij, metode in algoritmi za analizo omrežij, nove tehnologije v družboslovnem raziskovanju, metodološki problemi zbiranja in analize večvrstnih podatkov s svetovnega spleta ter družbeni vidiki rabe informacijskih tehnologij. Sinteza različnih tematskih področij, s katerimi se ukvarja raziskovalna skupina, omogoča tudi raziskovanje tako kompleksnih fenomenov, kakor je svetovni splet kot družbeno-kulturni sistem. Skupina se ukvarja z metodološkimi in tehničnimi problemi pri zapisovanju tovrstne družbene strukture ter hkrati z njeno analizo in interpretacijo. Tako integrirajo znanja s področja analize omrežij in raziskovanja družbenih učinkov interneta, kar omogoča, da kakovostno spremljajo in hitro reagirajo na najnovejše družbene pojave.


Na sliki je s programom Pajek, ki ga je razvila skupina, slovenski svetovni splet prikazan kot družbeno-kulturni sistem, v katerem nastopajo akterji iz različnih družbenih sektorjev v medsebojnih odnosih (hipertekstualne povezave). V spletu imajo največjo, vendar ne prevladujočo vlogo podjetja, ki so tesno povezana z drugimi družbenimi segmenti. Podobno pomembni so tudi množični mediji, ki pa so precej bolj samozadostni, medtem ko so spletna mesta civilne družbe dokaj na robu in imajo v konstrukciji realnosti, ki jo določa splet, majhno vlogo.

Skupina je razvila računalniški program Pajek za analizo velikih omrežij – ta program je tudi eden od bolj odmevnih slovenskih izvoznih izdelkov, saj ga intenzivno uporabljajo raziskovalci z najrazličnejših znanstvenih področij po vsem svetu – predvsem v sociologiji, politologiji, bioinformatiki, računalništvu, ekonomiji, fiziki in lingvistiki. Razvijajo tudi nove metode za analizo socialnih omrežij – še posebno so mednarodno odmevni pri razvoju bločnega modeliranja, s katerim je mogoče odkriti vrste družbenih struktur v različnih družbenih kontekstih, na primer hierarhično strukturo komunikacijskih odnosov v podjetju ali empirično preveriti obstoj predpostavljene teoretične strukture.

Raziskovalci, ki delujejo na področju analize omrežij, uspešno sodelujejo z mednarodno elito na tem področju. Člani so znanstvene rezultate predstavljali na mednarodnih znanstvenih konferencah z vabljenimi predavanji in objavami v uglednih znanstvenih revijah. So tudi uredniki revije *Metodološki zvezki* in člani uredniških odborov mednarodnih znanstvenih revij (npr. *Social Networks*, *Journal of Mathematical Sociology*, *Journal of Classification*). Vpetost skupine v mednarodni prostor dokazuje med drugim organizacija lanske letne konference s področja analize socialnih omrežij v Sloveniji, ki se je je udeležilo okrog 400 raziskovalcev z vsega sveta.

V okviru raziskovanja anketne metodologije in vpliva novih tehnologij nanjo se skupina ukvarja z različnimi vidiki zagotavljanja kakovosti podatkov in izkoriščanjem novih informacijsko-komunikacijskih tehnologij (kot sta na primer internet in mobilni telefon) za zbiranje anketnih podatkov. Skupina že dalj časa obravnava probleme vzorčenja in neodgovorov v anketah, ob tem pa se že desetletje ukvarja z metodologijo anketiranja po internetu – leta 1996 je izvedla enega prvih poskusov v zvezi z obliko anketnega vprašalnika na svetovnem spletu.

V okviru mednarodnega projekta 5. okvirnega programa EU skupina vodi vodilno svetovno spletno mesto WebSM (**http://www.websm.org**), ki je namenjeno metodologiji spletnega anketiranja. Proučuje tudi posledice mobilne telefonije za anketno raziskovanje. Njihova dognanja močno odmevajo v mednarodni znanstveni skupnosti, uporabljajo pa jih tudi zasebne, akademske in državne raziskovalne organizacije, ki zbirajo anketne podatke.

»Raziskovalna skupina se čedalje intenzivneje posveča tudi izjemno aktualnim vprašanjem analize učinkov, ki jih imajo nove informacijsko-komunikacijske tehnologije (predvsem internet in mobilna telefonija) na družbo v najširšem pomenu. Tako delo je začrtala z akademskim sistemom RIS, ki poteka že od leta 1996, in se intenzivno ukvarja s problematiko sprememb te vrste v družbi. Raziskave RIS vključujejo uporabo informacijskih in komunikacijskih tehnologij med posamezniki, gospodinjstvi, podjetji in izobraževalnimi ustanovami na področju spremljanja digitalnega razkoraka, e-poslovanja, spletne obiskanosti, e-učenja, e-uprave in e-demokracije, teledela, uporabe mobilne telefonije itd. Na spletnem mestu **www.ris.org** je javno dostopnih več kot 70 poročil o raziskavah RIS, več kot 1000 člankov, raziskav in publikacij ter seznam dogodkov v Sloveniji in v tujini s tega področja. Omenjeno spletno mesto je zato osrednja informacijska točka za to področje v Sloveniji, tako za poslovno in akademsko javnost kot za uradno statistiko, uveljavljeno pa je tudi v mednarodnem merilu, « je pojasnila Ferligojeva.

Kako je skupina vpeta v domače okolje, kažejo podatki, da raziskovalno in razvojno sodeluje s Statističnim uradom RS, ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, z Inštitutom RS za socialno varstvo, z državno komisijo za splošno maturo itd. Njeni člani so vključeni med drugim v pedagoško delo na dodiplomski in podiplomski ravni na FDV ter drugih fakultetah oziroma na univerzitetnem podiplomskem programu Statistika, ki povezuje več fakultet ljubljanske univerze.

V zadnjem času skupina namenja pozornost spremljanju informacijske družbe, in sicer za reševanje metodoloških (teoretičnih in empiričnih) problemov, ki nastanejo pri izboru indikatorjev in metod za analizo posameznih družbenih pojavov, značilnih za informacijsko družbo. Z oblikovanjem celovitega metodološkega instrumentarija tako bistveno prispeva k odpravi paradoksov in napačnih razlag uporabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij v Sloveniji ter s tem k veljavnejšemu merjenju in večji mednarodni primerljivosti.

Agencija za raziskovalno dejavnost RS je v začetku letošnjega junija objavila 19 najuspešnejših programskih raziskovalnih skupin v letu 2004, ki so po tristopenjski evaluaciji izstopale izmed 262 raziskovalnih programov, oziroma skupin, ki jih v tekočem petletnem obdobju financira ARRS. V naslednjih tednih bomo v prilogi Znanost predstavili vseh devetnajst; zaporedje objav je naključno.

Člani programske skupine Družboslovna metodologija, statistika in informatika

»Študije kakovosti merjenja po internetu, zlasti omrežij, so v svetu še zelo redke, zato ima tako raziskovanje pomembne implikacije za metode zbiranja podatkov in zagotavljanja njihove kakovosti v prihodnosti,« nam je povedala Ferligojeva.

Uspešnost delovanja skupine potrjuje tudi dejstvo, da je njen član **Vasja Vehovar** letos – zato se to ni upoštevalo pri uradni oceni dela skupine – postal koordinator obsežnega mednarodnega programa Evropske znanstvene fundacije *New Technologies and Data Collection* in *Social Sciences* (Nove tehnologije in zbiranje podatkov v družboslovju), ki povezuje več kot 40 partnerjev iz številnih evropskih držav, s čimer skupina širi področje raziskovanja vpliva novih tehnologij poleg anketnega raziskovanja tudi na zbiranje kvalitativnih podatkov ter na samodejno beleženje dejavnosti družbenih akterjev na internetu.

J. K. - S.

Ultrazvočni varuhi železnic

Dva zvočna valova »komunicirata« drug z drugim in tako spodbudita nastanek tretjega, ki je popolnoma različen od »starševskih« valov. Na novo nastali val pošlje opozorilo, da je na kolesu, ležaju ali na mostu nastala razpoka, ki bi lahko pozneje povzročila veliko težav. Tako bi lahko opisali temeljno načelo delovanja naprave, ki so jo razvili znanstveniki Inštituta za uporabno fiziko Ruske akademije znanosti in umetnosti v Nižnem Novgorodu.

V starih časih so progovni čuvaji, opremljeni s kladivi na dolgih ročajih, hodili ob tirih ter trkali in prisluškovali vsakemu kolesu. Vse sodobnejše naprave za ugotavljanje razpok so sicer učinkovite, a okorne, manjše pa niso dovolj občutljive. Naprava, ki so jo izdelali v Nižnem Novgorodu, je majhna in poceni, vse sestavne dele so izdelali sami. Z njo je mogoče najti mikroskopsko majhne razpoke v kolesih vlakov, lopaticah turbin in mostnih ležajih. Ko jo bodo začeli izdelovati serijsko, bo zelo poceni.

Temelji na uporabi nelinearnih akustičnih efektov. Ko dva pravilno izbrana zvočna valova naletita na majhne razpoke ali podobne poškodbe, povzročita nastanek tretjega vala, ki ima popolnoma drugačne parametre kot prvotna. Napravo so že preskusili v laboratoriju in v praksi na železnici v Gorkem. **A. U.**