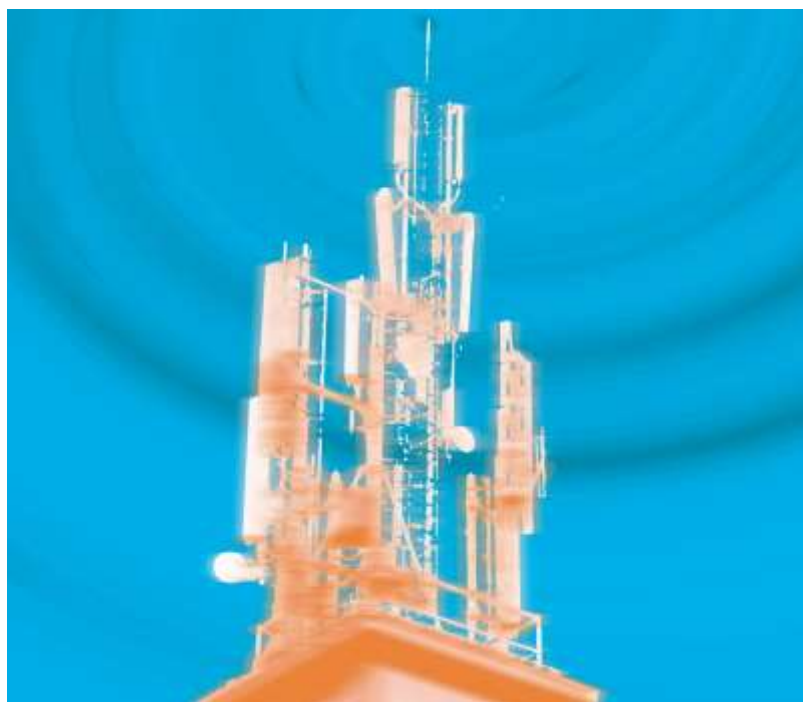




POROČILO O ŠTUDIJI

IZPOSTAVLJENOST OTROK VISOKOFREKVENČNIM ELEKTROMAGNETNIM SEVANJEM

Faza 2: OBISK PROSTOVOLJCEV NA DOMU IN IZVEDBA MERITEV



oktober 2019

IZPOSTAVLJENOST OTROK VISOKOFREKVENČNIM ELEKTROMAGNETNIM SEVANJEM

Faza 2: OBISKI PROSTOVOLJCEV NA DOMU IN IZVEDBA MERITEV OSEBNE IZPOSTAVLJENOSTI

Poročilo o študiji, oktober 2019

Avtorji

Peter Gajšek, Blaž Valič, Tomaž Trček

Izdajatelj

Inštitut za neionizirna sevanj,
Pohorskega bataljona 215
1000 Ljubljana

Inštitut za neionizirna sevanja (www.inis.si) je kot neodvisna in nevladna organizacija registrirana za raziskave in razvoj na interdisciplinarnem področju problematike neionizirnih elektromagnetnih sevanj. V okviru INIS deluje skupina, ki je usposobljena za najzahtevnejše razvojno-raziskovalne naloge s področja tehniškega, administrativnega, pravnega in zdravstvenega nadzora nad neionizirnimi sevanji. Ker smo mednarodno priznana institucija na področju varstva okolja in varovanja zdravja pred neionizirnimi elektromagnetnimi sevanji, smo s strokovnim kadrom, bogatimi mednarodnimi povezavami in sodobno laboratorijsko opremo vrhunsko usposobljeni, da odgovorimo na vsa vaša vprašanja glede problematike neionizirnih elektromagnetnih sevanj v bivalnem in delovnem okolju. Inštitut za neionizirna sevanja je s strani Slovenske akreditacije akreditirani organ za izvajanje meritev elektromagnetnih sevanj v frekvenčnem območju od 0 Hz do 40 GHz ter optičnih sevanj v območju od 200 - 3000 nm. Je hkrati tudi pooblaščen za izvajanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa za vire NF in VF elektromagnetnega sevanja s strani Ministrstva za okolje in prostor (Pooblastilo št. 35459-1/2014-2).

Sofinancerji:

- Ministrstvo za zdravje, Uprava RS za varstvo pred sevanji - www.uvps.gov.si
- Projekt Forum EMS – www.forum-ems.si

1 Uvod



V projektu Izpostavljenost otrok visokofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem faza 1: predhodna analiza mikrolokacij, ki se je zaključil v letu 2018, so bili s pomočjo izvedenih meritev visokofrekvenčnih elektromagnetnih sevanj postavljeni kriteriji za oblikovanje skupine posameznikov s povišanimi sevalnimi obremenitvami. V to skupino so bili izbrani tisti sodelujoči v raziskavi, ki:

- bivajo do oddaljenosti 150 m od RTV oddajnika,
- bivajo do 50 m od bazne postaje,
- bivajo do 150 m od bazne postaje, če znaša razlika v višini anten in višini stalnega prebivališča manj kot 20 m.

Na podlagi tako določenih kriterijev so bile izvedene meritve osebne izpostavljenosti visokofrekvenčnim sevanjem v skupini 15 otrok v starosti med 8 in 15 let. 10 otrok je bilo izbranih tako, da so sodili v skupino posameznikov s pričakovanimi povišanimi sevalnimi obremenitvami, 5 otrok pa je spadalo v kontrolno skupino.

Pripravljena je bila metodologija izvajanja meritev in potrebna gradiva: vprašalnik o aktivnostih v času izvajanja meritev, vprašalnik s podatki, ki so lahko pomembni z vidika izpostavljenosti elektromagnetnim sevanjem, vzorec poročila o meritvah in drugo. Pri vseh 15 otrocih so se izvedle meritve, meritve pa so potekale tako, da smo vsakega od otrok obiskali na domu, mu razložili potek izvajanja meritev, podali navodila za ravnanje z opremo in predstavili vprašalnik o aktivnostih. Nato so otroci dva do tri dni nosili dozimeter in GPS napravo za shranjevanje položaja v času meritev ter v tem času izpolnjevali dnevnik aktivnosti. Ob koncu smo jih ponovno obiskali, prevzeli naprave in z njimi izpolnili vprašalnik s podatki, ki so lahko pomembni z vidika izpostavljenosti elektromagnetnim sevanjem.

Vsi izmerjeni podatki so bili zbrani in urejeni, izračunane pa so bile tudi osnovni statistični podatki za vsakega posameznika: povprečne in najvišje vrednosti za vseh 12 merjenih frekvenčnih območij ter izračun skupnih sevalnih obremenitev glede na določila Uredbe o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju.

V študijo smo na podlagi predhodno izoblikovanega kriterija in poslanega vabila vključili 15 otrok-prostovoljcev v starosti med 8 in 15 let. Oblikovali smo dve skupini in sicer skupino z višjimi pričakovanimi sevalnimi obremenitvami (**h_ex**), v katero smo vključili 10 prostovoljcev, in kontrolno skupino (**kontrolna**), v katero smo vključili 5 prostovoljcev. Meritve smo izvajali od meseca februarja do meseca septembra 2019. Vsakega prostovoljca smo obiskali, mu razložili potek meritev ter mu izročili merilnik osebne izpostavljenosti skupaj z GPS napravo za obdobje najmanj 48 ur. Meritve osebne izpostavljenosti je prostovoljec izvajal tako, da je ves čas, oziroma kolikor je bilo le možno, pri sebi nosil merilnik ter sproti vodil dnevnik o poteku meritev. Merilnik je v času meritev samodejno na vsakih 30 sekund zabeležil vrednost visokofrekvenčnega elektromagnetnega sevanja v več frekvenčnih pasovih, v katerih deluje večina današnjih komunikacijskih naprav, ki hkrati predstavljajo tudi vire sevanj, katerim smo najbolj izpostavljeni. Po končanih meritvah smo prostovoljce vnovič obiskali za prevzem merilnikov z zajetimi podatki ter se z njimi pogovorili o poteku meritev in izpolnili vprašalnik. Tako pridobljene rezultate smo poslali prostovoljcem, da so si jih lahko ogledali.

T 1: Seznam prostovoljcev.

Prostovoljec	Skupina	Kraj	Tip okolja	Tip vira	Razdalja
1	h_ex	Ljubljana	mesto	BP	115 m
2	kontrolna	Novo mesto	mesto	/	/
3	h_ex	Ljubljana	mesto	BP	130 m
4	h_ex	Ljubljana	mesto	DV, BP	135 m
5	kontrolna	Brestanica	mesto	DV	/
6	h_ex	Ljubljana	podeželje	BP, GSMR	90 m, 120 m
7	h_ex	Mengeš	podeželje	FM	100 m
8	kontrolna	Selca	mesto	DV	/
9	h_ex	Ljubljana	mesto	BP	15 m BP
10	kontrolna	Ljubljana	mesto	/	/
11	h_ex	Ptuj	podeželje	FM, BP	70 m
12	h_ex	Velenje	mesto	BP	100 m
13	kontrolna	Krško	mesto	TR	/
14	h_ex	Ljubljana	mesto	BP	100 m
15	h_ex	Ljubljana	mesto	BP	60 m

Meritve osebne izpostavljenosti smo izvedli na področju visokih frekvenc v območju od 80 do 2500 MHz, kjer se nahaja večina visokofrekvenčnih virov sevanja (radiodifuzija, mobilna telefonija, brezžično računalniško omrežje in podobno). Meritve smo izvajali z merilnikom osebne izpostavljenosti EME SPY 121 ter GPS napravo za zajem lokacije.

2.1 Merilnik osebne izpostavljenosti

V raziskavi smo uporabili selektivni večpasovni merilnik osebne izpostavljenosti EME SPY 121, ki beleži obremenjenost osebe z EMS ves čas in vsepovsod ne glede na to, kje se oseba v danem trenutku zadržuje in kaj počne. Merilnik EME SPY 120 je kompakten multifunkcijski dozimeter namenjen epidemiološkim študijam ter osebni dozimetriji. Omogoča selektivno določanje sevalnih obremenitev za 12 frekvenčnih območij sočasno. Njegova pomembna lastnost je izotropnost, kar pomeni, da sprejema signale ne glede na njihovo smer. Celotna meritev je glede frekvenčnega spektra osredotočena na radijske in televizijske signale, mobilno telefonijo ter Wi-Fi. Ti signali so v največji meri prisotni v našem življenjskem okolju, zato smo jim posvetili tudi največjo pozornost. Meritev znotraj posameznih frekvenčnih pasov je širokopasovna, kar pomeni eno izmerjeno vrednost za celotni frekvenčni pas, četudi se v njem nahaja več signalov. Glavne karakteristike EME SPY 121 so:

- beleženje vrednosti 24 ur na dan v nastavljenih intervalih,
- neobčutljivost na interference z aktivnostjo uporabnika,
- dinamično območje 40 dB in občutljivost 0,05 – 5 V/m,

- izotropnost,
- merilno območje za FM, TETRA TV, GSM, DCS, UMTS, DECT in WiFi,
- prepoznavanja signala mobilnega telefona ali bazne postaje,
- vzorčenje v intervalu od 4 – 255 sekund,
- 7168 zapisov izmerjenih vrednosti za vsak frekvenčni pas,
- nekajdnevna avtonomija,
- ima interno, od zunaj nastavljivo uro.

Poleg osebnega dozimetra EME SPY 121 smo prostovoljcem izročili tudi GPS sprejemnik, ki je služil beleženju lokacije prostovoljcev na podlagi katere smo lahko opravili dodatne analize rezultatov. Obe napravi, osebni dozimeter in GPS sprejemnik smo prostovoljcem izročili v manjši priručni torbici, ki so jo prostovoljci nosili samostojno obešeno čez ramo, pripeto za pas ali v svoji torbi oziroma nahrbtniku.

T 2: Frekvenčni pasovi, po katerih EME SPY 121 ločuje izmerjene vrednosti.

frekvenčni pas	začetna frekvenca [MHz]	končna frekvenca [MHz]
FM radio	88	108
DAB radio	174	223
Zveze	380	400
DVB-T + 800	470	830
900 mobi	880	915
900 BP	925	960
1800 mobi	1720	1785
1800 BP	1805	1880
DECT	1880	1900
2100 mobi	1920	1980
2100 BP	2110	2170
WiFi	2400	2500



S 1: Fotografija merilnika osebne izpostavljenosti, ki so ga nosili prostovoljci.



2.1.1 Merilna negotovost

Za merilni sistem EME SPY 120 proizvajalec ob kalibraciji določil odstopanje izotropnosti, kar pomeni odstopanje izmerjenega signala v odvisnosti od smeri vpada elektromagnetnega sevanja na merilni sistem. Še pomembnejši podatek od odstopanja izotropnosti je celotna merilna negotovost merilnega sistema. Ob obširni epidemiološki študiji so v Angliji (Mann et al., 2005) testirali 8 takšnih merilnih sistemov in določili njihovo merilno negotovost.

T 3: Odstopanje izotropnosti meritev (podatek proizvajalca).

frekvenčni pas [MHz]			Odstopanje izotropnosti (dB)
FM radio	88	108	± 0,3
DAB radio	174	223	± 2,5
DVB-T + 800	470	830	± 1,1
900 BP	925	960	± 1,0
1800 BP	1805	1880	± 1,6
2100 BP	2110	2170	± 1,8

T 4: Merilna negotovost (z upoštevanim odstopanjem izotropnosti meritev) pridobljena s pomočjo primerjalne študije na 8 merilnih sistemov EME SPY 120

frekvenčni pas [MHz]			Odstopanje izotropnosti (dB)
FM radio	88	108	± 1,5
DAB radio	174	223	± 2,0
DVB-T + 800	470	830	± 2,6
900 BP	925	960	± 3,1
1800 BP	1805	1880	± 3,7
2100 BP	2110	2170	± 3,7

2.2 Vrednotenje sevalnih obremenitev

Izmerjene vrednosti električne poljske jakosti so bile ovrednotene glede na mejne vrednosti, ki jih določa Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju. Mejne vrednosti so frekvenčno odvisne in so za I. in II. območje varstva pred sevanji podane v tabeli T 5. V I. območje varstva pred sevanji spadajo tista območja, ki so namenjena bivanju oziroma kjer se prebivalstvo zadržuje dalj časa (stanovanja, šole, bolnišnice...), zato tu veljajo strožje mejne vrednosti. II. območje pa predstavlja ostala območja (gozdovi, njive, transportna in industrijska območja...).

T 5: Mejne vrednosti za električno polje za najpomembnejše visokofrekvenčne tehnologije oziroma vire.

frekvenčni pas	mejne vrednosti za električno poljsko jakost [V/m]	
	I. območje	II. območje
FM radio	8,60	27,50
DAB radio	8,60	27,50
zveze	8,60-9,32	27,50-29,70
DVB-T	9,32-12,09	29,70-38,51
800	12,09-12,62	38,51-40,22
GSM-R	13,04-13,08	41,55-41,67
900	13,08-13,32	41,67-42,45
1800	18,27-18,64	58,20-59,40
2100	19,00	61,40
WiFi	19,00	61,40
2600	19,00	61,40

Postopek določanja skupnih sevalnih obremenitev, ki upošteva prispevek vseh tehnologij oziroma virov na določeni lokaciji, je opredeljen v Prilogi 2 uredbe. Skupne sevalne obremenitve se določajo s pomočjo enačbe E 1:

$$E 1 \quad SI = \sum_i \left(\frac{E_i}{L_{E,i}} \right)^2 \quad 680 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz},$$

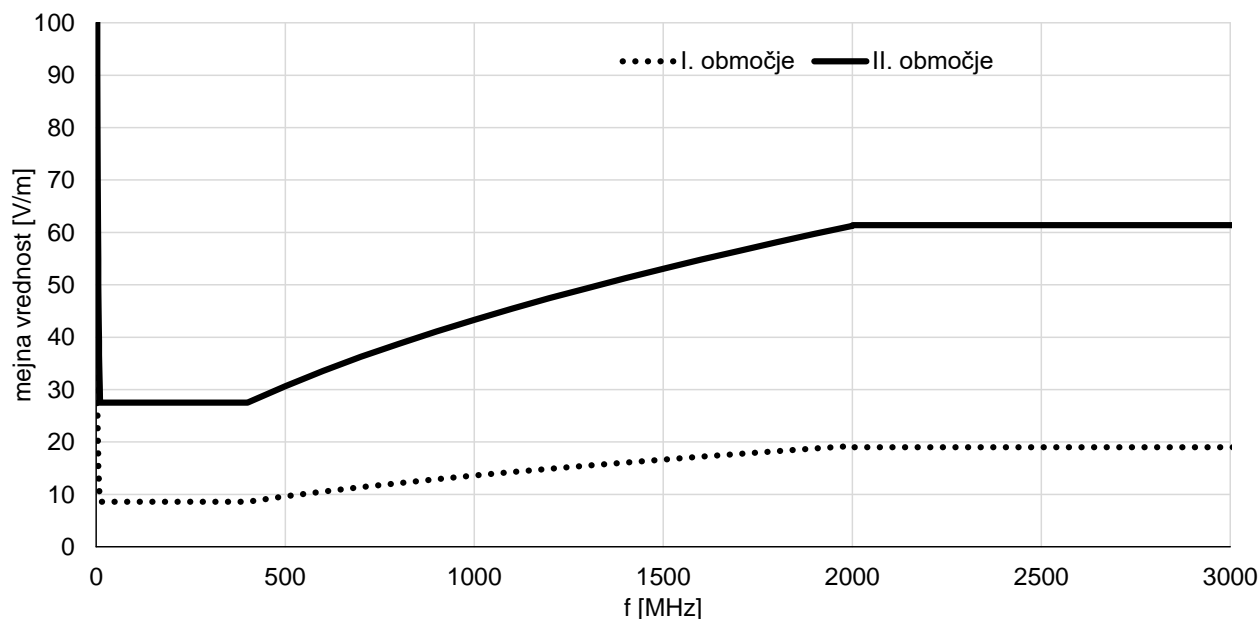
kjer je:

f – frekvenca signala,

E_i – električna poljska jakost i tega vira oziroma i te frekvence in

$L_{E,i}$ – i temu frekvenčnemu območju ustrezna mejna vrednost.

Vse izmerjene vrednosti električne poljske jakosti so bile ovrednotene glede na mejne vrednosti za I. območje.



S 2: Prikaz mejnih vrednosti v območju do 3000 MHz, kjer delujejo brezžični sistemi.

2.3 Obisk prostovoljcev

Za obisk prostovoljcev smo izdelali protokol, tako da so bili prostovoljci obravnavani pod čimbolj enakimi pogoji. Vsakega prostovoljca smo obiskali dvakrat.

V sklopu prvega obiska smo prostovoljcem predstavili namen študije in potek izvajanja meritev z ustreznimi navodili. Prostovoljcem smo izročili merilnik osebne izpostavljenosti skupaj z GPS napravo, dnevnikom in navodili. Prostovoljcem smo za čas meritev podali tri glavne naloge, ki so jih morali izpolnjevati čimbolj vestno. Prva je bila, da dozimeter v največji možni meri nosijo s seboj oziroma ga imajo v svoji bližini, druga je bila, da čimbolj vestno izpolnjujejo dnevnik o poteku meritev, tretja pa, da skrbijo za varnost in pravilno delovanje naprav. Obisk je trajal v povprečju med eno in dvema urama.

V sklopu drugega obiska smo prostovoljce obiskali ob koncu meritev, kar je bilo drugi ali tretji dan. Skupaj s prostovoljci smo izpolnili vprašalnik, se pogovorili o poteku meritev in prevzeli merilnik. Obisk je trajal v povprečju eno uro.

2.4 Dnevnik o poteku meritev in vprašalnik

Prostovoljci so v času izvedbe meritev izpolnjevali poseben dnevnik o poteku meritev, ki smo ga predhodno pripravili glede na potrebe in namen meritev. Vodenje dnevnika je bila za prostovoljce najtežja naloga, a hkrati tudi najpomembnejša, saj se na podlagi dnevnika rezultate kasneje lahko razvrsti in obdela. Izpolnjevanje dnevnika o poteku meritev smo prostovoljcem olajšali tako, da smo že v samem dnevniku predvidenih pet različnih področij izpostavljenosti, ki so jih prostovoljci označili glede na trenutno situacijo. Področja izpostavljenosti so bila poimenovana:

1	Osební podatki		
2	ID		
3	Rojstni datum		
4	Spol		
5	Podatki o prebivališču		
6	Ulica		
7	Hišna številka		
8	Poštna številka		
9	Kraj		
10	Tip okolja		
11	Tip mikrolokacije		
12	Število ljudi v skupnem gospodinjstvu		
13	Tip objekta		
14	Prevladujoč gradbeni material		
15	Material strešne kritine		
16	Material fasade		
17	Število vseh nadstropij objekta		
18	Nadstropje, kjer je otroška spalnica		-1 za klet, 0 za pritličje, 1, 2, 3 za nadstropja
19	Način ogrevanja		
20	Način priprave tople vode		
21	Podatki o šoli		
22	Naziv šole		
23	Ulica šole		
24	Hišna številka šole		
25	Poštna številka šole		
26	Kraj šole		
27	Meritve osebne izpostavljenosti		
28	Začetek		
29	Konec		
30	Ali si 1. noč spal doma?		DA za doma, sicer se napiše, kje (sorodniki, prijatelji, dijaški dom...)
31	Ali si 2. noč spal doma?		DA za doma, sicer se napiše, kje (sorodniki, prijatelji, dijaški dom...)
32	Ali si 3. noč spal doma?		DA za doma, sicer se napiše, kje (sorodniki, prijatelji, dijaški dom...)
33	Trajne meritve		
34	Prostor		
35	Začetek		
36	Konec		
37	Električne naprave v prostoru		
38	Posebnosti		
39			
40			
41	Podatki o električnih napravah doma		
42	Namestitev WiFi usmerjevalnika		
43	Ali ponoči izključite WiFi usmerjevalnik		
44	Povprečno število klicev s fiksnim telefonom		
45	Namestitev brezžičnega telefona		
46	Povprečno število klicev z brezžičnim telefonom		
47	Namestitev računalnika		
48	Povezava računalnika z internetom		
49	Trajanje uporabe računalnika dnevno (minut)		
50	Namestitev prenosnega računalnika		kje sodelujoči večinoma uporablja prenosni računalnik
51	Povezava prenosnega računalnika z internetom		
52	Trajanje uporabe prenosnega računalnika dnevno (minut)		
53	Namestitev tablice		kje sodelujoči večinoma uporablja tablico
54	Povezava tablice z internetom		
55	Trajanje uporabe tablice dnevno (minut)		
56	Namestitev televizijskega sprejemnika		
57	Povezava televizijskega sprejemnika		
58	Trajanje uporabe televizijskega sprejemnika dnevno (minut)		
59	Mikrovalovna pečica		
60	Podatki o uporabi mobilnega telefona		
61	Znamka mobilnega telefona		
62	Model mobilnega telefona		
63	Kje nosite mobilni telefon čez dan?		
64	Kaj storite z mobilnim telefonom ponoči?		
65	Kakšna so pravila o uporabi mobilnega telefona v vaši šoli?		
66	Dnevno trajanje klicev preko mobilnega omrežja (minute)		
67	Dnevno trajanje klicev preko aplikacij za komuniciranje (minute)		WhatsApp, Viber...
68	Način opravljanja klicev		
69	Dnevno število sporočil preko mobilnega omrežja		
70	Dnevno število sporočil preko aplikacij za komuniciranje		WhatsApp, Viber...
71	Koliko časa dnevno je vključen podatkovni prenos (minute)		
72	Koliko časa dnevno je vključen WiFi (minute)		
73	Kako pogosto uporabljate mobilni telefon za pregledovanje e-pošte?		
74	Ali uporabljate storitev, ki vas opozori na novo sporočilo (push mail)?		

S 4: Vprašalnik, ki smo ga s prostovoljci izpolnili ob koncu meritev.



3 Rezultati meritev

Izmerjeni rezultati so bili z dozimetra preneseni v osebni računalnik. Za obdelavo merilnih rezultatov posameznega prostovoljca smo predhodno pripravili vzorec, tako da smo vse meritve shranili in obdelali na enak način. Rezultate meritev smo shranjevali v MS Excel preglednici.

Merilnik osebne izpostavljenosti za vsak frekvenčni pas izmeri električno poljsko jakost E [V/m]. Določila uredbe o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS 70/96) pa predpisujejo, da je potrebno v primeru sočasne izpostavljenosti večim signalom različnih frekvenc podati skupno sevalno obremenitev v procentih dovoljene mejne vrednosti. Rezultate meritev smo zato obdelali in predstavili na dveh nivojih: v izmerjeni električni poljski jakosti v enotah V/m in v sevalnih obremenitvah (odstotek glede na mejne vrednosti, ki jih določa uredba o elektromagnetnem sevanju naravnem in življenjskem okolju). Postopek določanja skupnih sevalnih obremenitev, ki upošteva prispevek vseh tehnologij oziroma frekvenčnih pasov na določeni lokaciji, je podrobneje opisan v poglavju 2.2 Vrednotenje sevalnih obremenitev.

Meritve, ki so jih izvajali prostovoljci, predstavljajo trenutne vrednosti električne poljske jakosti kot posledico delovanja vseh visokofrekvenčnih virov EMS iz okolja na lokaciji, kjer se je nahajal merilnik osebne izpostavljenosti oziroma prostovoljec. Za vsakega prostovoljca smo iz izmerjenih vrednosti električne poljske jakosti izračunali sevalne obremenitve glede na mejne vrednosti, ki jih določa Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS 70/96) za I. območje varstva pred sevanji. Nato smo izračunali maksimalne in povprečne vrednosti za električno poljsko jakost in za sevalne obremenitve. Maksimalne in povprečne vrednosti električne poljske jakosti ter sevalnih obremenitev po frekvenčnih pasovih so za vsakega prostovoljca podane v tabeli T 6.

T 6: Maksimalne in povprečne vrednosti električne poljske jakosti in sevalnih obremenitev po frekvenčnih pasovih za vsakega prostovoljca.

	FM radio	DAB radio	TETRA	DVB-T +800	900 mobi	900 BP	1800 mobi	1800 BP	DECT	2100 mobi	2100 BP	WiFi	Skupaj
Prostovoljec 1													
E_{maks} [V/m]	0,11	0,48	0,05	0,53	3,40	1,50	1,84	1,43	1,22	3,11	0,49	1,14	
E_{povp} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,11	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0002	0,0031	0,0000	0,0032	0,0695	0,0135	0,0102	0,0062	0,0043	0,0268	0,0007	0,0036	0,0697
SI_{povp}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
Prostovoljec 2													
E_{maks} [V/m]	0,08	0,06	0,08	0,35	5,01	0,96	5,01	0,72	1,50	0,24	0,39	3,27	
E_{povp} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,08	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0001	0,0000	0,0001	0,0014	0,1508	0,0055	0,0758	0,0016	0,0065	0,0002	0,0004	0,0296	0,1806
SI_{povp}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
Prostovoljec 3													
E_{maks} [V/m]	0,08	0,05	0,06	0,40	5,01	2,30	5,01	1,30	2,87	2,73	0,78	1,22	
E_{povp} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0001	0,0000	0,0000	0,0018	0,1508	0,0318	0,0758	0,0051	0,0238	0,0206	0,0017	0,0041	0,1510



SI_{popv}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
Prostovoljec 4													
E_{maks} [V/m]	0,27	0,10	0,13	0,46	5,01	4,50	5,01	0,88	1,77	3,67	0,50	1,20	
E_{popv} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,54	0,07	0,17	0,16	0,05	0,07	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0010	0,0001	0,0002	0,0024	0,1508	0,1217	0,0758	0,0023	0,0091	0,0373	0,0007	0,0040	0,1510
SI_{popv}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0018	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031
Prostovoljec 5													
E_{maks} [V/m]	0,05	0,07	0,05	0,25	5,01	0,70	1,46	0,29	1,05	0,08	0,44	1,37	
E_{popv} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,09	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0000	0,0001	0,0000	0,0007	0,1508	0,0029	0,0064	0,0003	0,0032	0,0000	0,0005	0,0052	0,1510
SI_{popv}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
Prostovoljec 6													
E_{maks} [V/m]	0,18	0,32	0,07	0,31	5,01	1,43	3,06	1,40	1,46	1,81	0,97	2,40	
E_{popv} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0004	0,0014	0,0001	0,0011	0,1508	0,0123	0,0283	0,0059	0,0062	0,0091	0,0026	0,0160	0,1511
SI_{popv}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
Prostovoljec 7													
E_{maks} [V/m]	0,17	0,09	0,05	0,39	3,19	1,04	2,38	1,14	0,83	0,18	0,52	0,80	
E_{popv} [V/m]	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0004	0,0001	0,0000	0,0018	0,0612	0,0065	0,0171	0,0039	0,0020	0,0001	0,0007	0,0018	0,0613
SI_{popv}	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
Prostovoljec 8													
E_{maks} [V/m]	0,83	0,23	0,06	0,18	5,01	1,07	1,83	0,98	0,57	1,28	0,39	0,86	
E_{popv} [V/m]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0093	0,0007	0,0000	0,0004	0,1508	0,0069	0,0101	0,0029	0,0009	0,0045	0,0004	0,0020	0,1510
SI_{popv}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
Prostovoljec 9													
E_{maks} [V/m]	0,27	0,09	0,06	0,62	5,01	2,67	5,01	4,22	2,68	2,85	2,62	2,59	
E_{popv} [V/m]	0,07	0,06	0,05	0,08	0,05	0,41	0,08	0,18	0,09	0,05	0,12	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0010	0,0001	0,0000	0,0044	0,1508	0,0428	0,0758	0,0538	0,0208	0,0225	0,0190	0,0186	0,1511
SI_{popv}	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0010	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030
Prostovoljec 10													
E_{maks} [V/m]	0,17	0,12	0,07	0,35	5,01	0,77	5,01	1,42	0,96	0,23	0,90	5,01	
E_{popv} [V/m]	0,06	0,05	0,05	0,09	0,06	0,14	0,06	0,13	0,07	0,05	0,08	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0004	0,0002	0,0001	0,0014	0,1508	0,0036	0,0758	0,0061	0,0027	0,0001	0,0022	0,0695	0,1512
SI_{popv}	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007
Prostovoljec 11													

E_{maks} [V/m]	1,51	0,09	0,05	0,30	2,10	0,67	0,88	0,17	0,35	0,12	0,16	0,61	
E_{povp} [V/m]	0,67	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0308	0,0001	0,0000	0,0010	0,0265	0,0027	0,0023	0,0001	0,0004	0,0000	0,0001	0,0010	0,0314
SI_{povp}	0,0060	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0072
Prostovoljec 12													
E_{maks} [V/m]	0,10	0,10	0,05	0,15	0,85	0,42	5,01	0,25	0,35	0,08	0,18	0,57	
E_{povp} [V/m]	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,09	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0043	0,0011	0,0758	0,0002	0,0004	0,0000	0,0001	0,0009	0,0763
SI_{povp}	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
Prostovoljec 13													
E_{maks} [V/m]	0,39	0,11	0,05	0,33	5,01	0,84	1,72	0,21	4,00	0,08	0,11	0,37	
E_{povp} [V/m]	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0021	0,0002	0,0000	0,0013	0,1508	0,0042	0,0089	0,0001	0,0462	0,0000	0,0000	0,0004	0,1511
SI_{povp}	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
Prostovoljec 14													
E_{maks} [V/m]	0,19	0,05	0,05	0,32	2,24	1,36	5,67	1,17	0,50	0,05	0,76	0,58	
E_{povp} [V/m]	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,13	0,05	0,13	0,06	0,05	0,06	0,05	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0005	0,0000	0,0000	0,0011	0,0303	0,0111	0,0971	0,0041	0,0007	0,0000	0,0016	0,0009	0,0979
SI_{povp}	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005
Prostovoljec 15													
E_{maks} [V/m]	0,27	0,05	0,05	0,12	4,93	2,19	0,45	1,37	0,84	0,45	0,88	0,40	
E_{povp} [V/m]	0,02	0,05	0,05	0,01	0,00	0,12	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	
E_{mejna} [V/m]	8,6	8,6	8,6	9,3	12,9	12,9	18,2	18,2	18,6	19	19	19	
SI_{maks}	0,0010	0,0000	0,0000	0,0002	0,1458	0,0288	0,0006	0,0056	0,0020	0,0006	0,0021	0,0005	0,1489
SI_{povp}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004

4 Zaključek



Pridobljeni rezultati kažejo, da so povprečne izpostavljenosti otrok nizke, da pa obstajajo znatne razlike med povprečnimi vrednostmi posameznih sodelujočih, ki se lahko med seboj razlikujejo tudi za več kot 100 krat.

Izvedene meritve ter ostali podatki, ki so bili zbrani v tej vazi omogočajo, da se v nadaljevanju izvedejo detajlne analize, ki lahko podajo različne pomembne parametre in poglede o izpostavljenosti otrok.

Izvedli bomo primerjavo izpostavljenosti skupine otrok, za katere so bile pričakovane višje sevalne obremenitve, s kontrolno skupino. To je mogoče izvesti, saj celotno skupino prostovoljcev sestavlja podskupina otrok s pričakovanimi višjimi sevalnimi obremenitvami, in kontrolna skupina

Analizirali bomo izpostavljenosti otrok v različnih okoljih: doma, v šoli, zunaj, na poti in podobno. V ta namen so sodelujoči med nošenjem dozimetra izpolnjevali vprašalnik o aktivnostih, prav tako so se z GPS napravo beležili podatki o trenutni lokaciji. Na podlagi teh podatkov se vse meritve lahko razdelijo v posamezne skupine glede na tip mikro okolja, za vsak tip okolja pa se ločeno določijo izpostavljenosti.

Prav tako so bili z v vprašalniku pridobljeni podatki o posameznikih, ki so lahko pomembni za njihovo izpostavljenost: lokacija bivanja, tip stavbe, v kateri živijo, naprave, ki jih uporabljajo doma, lokacija šole in podobno. Te podatke o variabilnosti izpostavljenosti otrok glede vplivov različnih dejavnikov na izpostavljenosti otrok različnih mikro okoljih bomo analizira v naslednji fazi projekta.

5 Literatura

- [1] Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju, UL RS 70/1996.
- [2] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74: 494-522, 1998.
- [3] SIST EN 50492:2009 – Osnovni standard za terensko merjenje jakosti elektromagnetnega polja v zvezi z izpostavljenostjo ljudi v okolici baznih postaj.
- [4] Gajšek P, Valič B, Trček T. Meritve izpostavljenosti visokofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem brezžičnih sistemov v različnih mikrookoljih v Sloveniji. Inštitut za neionizirna sevanja, 2017.